

SLOVENSKÝ KRAS

ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

ROČNÍK 49
ČÍSLO 2



2011

Liptovský Mikuláš

**SLOVENSKÝ KRAS
ACTA CARSOLOGICA SLOVACA**

Vedecký karsologický a speleologický časopis

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3878/09

ISSN 0560-3137

Editor / Editor

doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc.

Výkonný redaktor / Executive Editor

Ing. Peter Holúbek

Redakčná rada / Editorial Board

Predseda / Chairman

doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc.

Členovia / Members

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD., RNDr. Václav Cílek, CSc., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD.,
Dr. hab. Michał Gradziński, Ing. Jozef Hlaváč, Ing. Peter Holúbek, doc. RNDr. Jozef
Jakál, DrSc., RNDr. Vladimír Košel, CSc., doc. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc., acad. Dr.
Andrej Kranjc, Ing. Marcel Lalkovič, CSc., PhDr. Marián Soják, PhD., prof. Ing. Michal
Zacharov, CSc.

Recenzenti / Reviewers

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., doc. RNDr. Zdenko
Hochmuth, CSc., Ing. Peter Holúbek, prof. RNDr. Igor Hudec, CSc., RNDr. Stanislav
Jeleň, CSc., RNDr. Vladimír Košel, CSc., doc. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc., RNDr.
Ján Zelinka

OBSAH – CONTENTS

ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – SCIENTIFIC PAPERS

<i>Jozef Jakál</i> Morfológia dolín v krase a jej vplyv na vývoj riečného geosystému <i>Morphology of valleys in karst and its influence on development of river geosystem</i>	101
<i>Zdenko Hochmuth, Stanislav Danko, Daniel Hutňan</i> Prieskum, topografia a náčrt genézy horných častí jaskyne Skalístý potok <i>Survey, topography and genesis layout of the upper parts of the Skalístý potok Cave (Slovak Karst)</i>	111
<i>Peter Holúbek</i> Poznámky ku geomorfológii a topografii Malej Stanišovskej jaskyne <i>Comment to geomorphology and topography of the Malá Stanišovská Cave</i>	123
<i>Jiří Faimon, Jindřich Štelcl, Miroslav Komberec, Petra Veselá</i> Cave aerosol in Císařská and Sloup-Šošůvka Caves (Moravian Karst, Czech Republic) <i>Jeskyňní aerosol v Císařské jeskyni a Sloupsko-šošůvských jeskyních (Moravský kras, Česká republika)</i>	133
<i>Andrea Parimuchová, Lubomír Kováč</i> Spoločenstvá chvostoskokov (collembola, hexapoda) krasových jaskýň pohoria Vihorlat (Východné Karpaty) <i>Collembolan communities (Collembola, Hexapoda) of karstic caves of the Vihorlat Mts. (Eastern Carpathians)</i>	141
<i>Igor Hudec, Andrej Mock</i> Rozšírenie dvoch druhov rodu <i>Niphargus</i> (Crustacea, Amphipoda) na Slovensku <i>The distribution of two species of the genus Niphargus (Crustacea, Amphipoda) in Slovakia</i>	153
<i>Monika Orvošová, Daniel Ozdín, Lukáš Vlček</i> Röntgenové difraktometrické štúdium opálových speleotém z jaskyne Cueva Ojos de Cristal, Venezuela <i>The X-ray diffraction study of opal speleothems from the Cueva Ojos de Cristal Cave, Venezuela</i>	161

SPRÁVY – REPORTS

<i>Vladimír Košel</i> 70 rokov speleozoologického výskumu na Univerzite Komenského v Bratislave <i>Seventy years of speleozoological research at Komenský University in Bratislava</i>	169
--	-----

SPOLOČENSKÁ KRONIKA – SOCIAL CHRONICLE

<i>Marcel Lalkovič</i> Prof. Ing. Michal Zacharov, CSc., šesťdesiatročný <i>Prof. Ing. Michal Zacharov, CSc., 60 years old</i>	173
--	-----

RECENZIE – REVIEWS

<i>Peter Holúbek</i> Kolektív autorov: TATRY – príroda	175
---	-----

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	101 – 110	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – SCIENTIFIC PAPERS

MORFOLÓGIA DOLÍN V KRASE A JEJ VPLYV NA VÝVOJ RIEČNEHO GEOSYSTÉMU

JOZEF JAKÁL

Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, Bratislava 811 04; geogjak@savba.sk

J. Jakál: Morphology of valleys in karst and its influence on development of river geosystem

Abstract: A typical feature of valleys in karst is their tightness and deepness, which reflect a big resistance of limestones as well as a hydrological regime of watercourse. The strongest and even limiting influence on formation of river geosystem is shown in very deep valleys narrowing in riverbed. Deepness and tightness of valleys conditions also the origin of climatic and vegetation inversion. The example of gorges enables us to analyze the influence of geology, geomorphic processes, karst hydrology and inversion climate on the dynamics of the riverbed.

Key words: karst, fluviokarst valleys, watercourse geosystem

ÚVOD

Príspevok nadväzuje na problematiku riešenú v projekte VEGA – Komplexná dynamika geomorfologického systému rieky. Naším zámerom je vyselektovať a analyzovať špecifické črty dolín v krase, ktoré nesú množstvo osobitých morfológických a hydrologických znakov. Sú to vstupné otvory inaktívnych riečnych jaskýň ležiace na svahoch, úpätné korózne jaskyne, previsy (abri), škrapy, travertínové kaskády s primárnymi jaskyňami, otvorené a skryté ponory, vyvierajúce a krasové pramene. Práve tieto javy nachádzajú odzvu v priebehu recentných krajnotvorných procesov a sú podkladom aj na štúdium genézy komplexného fyzickogeografického geosystému rieky. Ide o znaky vlastné len pre doliny v krase.

Termín „doliny v krase“ volíme v súlade s názorom Roglića (1960) a jeho prác o fluviokrase. Časté označenie týchto dolín ako „krasové doliny“ z geomorfologickej terminológie vylučujeme, keďže nevznikli krasovým koróznym procesom, ale sú výsledkom riečnej hĺbkovej erózie. Len niektoré sekundárne drobné tvary, napr. svahové škrapy, vznikli rozpúšťaním vápenca. Termín „fluviokrasové doliny“ nie je tiež jednoznačný, lebo niektoré časti dolín v klasickom krase (isterskom) vznikli prepadosť jaskynných stropov. Termínom „fluviokrasová dolina“ môžeme označovať doliny najmä v stredohorskou rozčlenenou krase, kde práve fluviálna erózia predurčila ich vznik a vtlačila základné morfológické znaky umožňujúce vyčlenenie takého typu krasu. Doliny v planinovom krase vyčleňujú a individualizujú jednotlivé náhorné plošiny navzájom od seba a dávajú im charakter planín.

PODMIENKY TVORBY JEDNOTLIVÝCH TYPOV DOLÍN V KRASE

Základná morfológia a genéza dolín v krase je podmienená nielen litologickými vlastnosťami karbonátových hornín, ale aj morfoštruktúrnym plánom krasového ma-

sívu a jeho priestorovým postavením k nekrasovému okoliu. Tieto faktory určujú auto-
génnosť alebo alogénnosť vývoja krasu so vstupom alebo výstupom vody vodného toku
do krasu alebo z krasu. Alochtónne (tranzitné) alebo autochtónne vodné toky formujú
základné makrotvary krasového reliéfu. Tieto podmienky sú v karpatskom krase veľmi
variabilné aj v tom istom krasovom masíve, ale oveľa dominujúcejšie sú v alogénnom
krase, kde zvyrazňujú jeho rozčlenenosť. Na tomto princípe stojí aj klasifikácia hlav-
ných typov krasu Slovenska.

TYPOLÓGIA DOLÍN V KRASE

Vo všeobecnej geomorfológii sa *doliny v krase* najčastejšie vyčleňujú na základe
morfografie, tvaru priečneho a pozdĺžneho profilu, genézy a štádia vývoja do troch fo-
riem *rokliny, tiesňavy a kaňony* (Demek, 1987; Bizubová a Škvarček, 1993). Na príklade
dolín v krase sme sa tomuto problému venovali v práci Jakál (2001). K takémuto členeniu
nás viedla častá zámena termínu týchto foriem, v našej nielen krasovej literatúre. Drop-
pa (1963) za kaňony považoval nielen kaňony Slanej a Štítника, ale v našom ponímaní
aj tiesňavovitú Zádielsku a Hájsku dolinu, ako i rokliny Kysel' a Piecky. Demänovskú
a Jánsku dolinu nazval údolím. Nejednotné pomenovania sú aj v prácach iných autorov:
Lukniš (1945), Tulis a Novotný (1989) v prípade dolín Slovenského raja. Klasifikáciu
komplikuje aj skutočnosť, že je morfológický rozdiel napríklad medzi Demänovskou
a Zádielskou dolinou; kým druhá je typickou formou zovretej tiesňavy, Demänovská
dolina šírkou svojho dna a čiastočnou tvorbou nivy a miestami rozvretosťou prieč-
neho profilu naznačuje prechod ku kaňonu. Kým Demänovská dolina sa prelamuje nie
celkom homogénnym vápencovým prostredím, Zádielska dolina vznikla v čisto mas-
sívnom vápenci. Doliny prechodného typu (napr. Demänovská a Hnilecká) nesú viac
morfológických znakov tiesňav ako kaňonov a majú vyvinutý neporovnateľne odlišný
riečny geosystém oproti geosystému napríklad kaňonu Slanej. Okrem v texte citovaných
prac uvádzame v zozname literatúry aj štúdie – Bella (1989), Jakál (1983), Lehotský
a Grešková (2003) a Gaál (2008), ktoré majú širší teoretický význam pre hlbšie poznanie
problému dolín v krase.

Geomorfologické a hydrologické vlastnosti dolín v krase



Rokliny – strmosť a nevyrovnanosť spádu koryta vodné-
ho toku s prahmi, vodopádmi a krútnavými hrncami na
dne rokliny, vysoká sklonovitosť až kolmostenosť svah-
ov, miestami so vznikom previsov „embryonálneho štá-
dia vývoja doliny“. Tieto podmienky vytvárajú obmedze-
ný priestor na vývoj komplexného riečného geosystému.
Dominuje vysoká dynamika erózie vodného toku. Rokli-
ny sa vytvorili v strmej svahovej časti krasových planín
pod hranou náhornej plošiny. V Slovenskom raji pokraču-
jú rokliny dolinou s charakterom tiesňavy a sú formované
autochtónnymi vodnými tokmi, napr. dolina Kysel'.

Obr. 1. Roklina doliny Veľkého Sokola v Slovenskom raji,
príklad embryonálneho štádia vývoja doliny. Foto: J. Lacika
Fig. 1. A ravine of the Veľký Sokol Valley in the Slovenský
raj National Park, an example of embryonic stage of valley
development. Photo: J. Lacika

Tiesňavy – veľký spád koryta, nevyrovnanosť spádu. V priečnom profile majú tvar zo-zretého písmena „V“, veľká hĺbka dolín (vyše 100 m), strmosť svahov až do 60°, v hornej tretine svahu kolmostenosť, na dne doliny skalné stupne až nízke vodopády, krútnavové hrnce. Dno doliny je miestami veľmi zúžené, na 6 – 10 m, inde mierne rozšírené. Na úpätí svahov leží veniec úpätných sutinových kužeľov. Krasová hydrologia sa v koryte prejavuje skrytými a otvorenými úpätnými, neperiodicky fungujúcimi ponormi. Krasové pramene a vyvieračky sa podieľajú na zmenách prietoku vodných tokov a teploty ich vody. Pri vyústení vodných tokov do kotlín je možná tvorba kaskád travertínu, resp. tvorba primárnych travertínových jaskýň pri vodopádoch a kaskádach. Vysoká dynamika vodného toku s prevládáním hĺbkovej erózie a zúženosť dna doliny limitujú rozvoj komplexného riečneho geosystému. Na druhej strane tento geosystém je obohatený o špecifické črty krasovej morfológie a hydrologie. Osobitosť tiesňav zvyrazňuje aj vplyv klimatickej a vegetačnej inverzie, ktorá sa na Slovensku najviac prejavuje v Zádielskej a Hrdzavej doline (Slovenský kras, Muránsky kras).



Obr. 2. Zádielská tiesňava – prirodzený dynamický vývoj geosystému riečneho toku. Foto: J. Jakál
 Fig. 2. Zadielska Valley – natural dynamic development of watercourse geosystem. Photo: J. Jakál

Kaňony – v karpatskej geomorfológii pod kaňonom rozumieme viac ako 100 metrov hlbokú dolinu, vhlbenú do náhornej krasovej plošiny s charakteristickými strmými, v hornej tretine svahu až skalnými stenami. Kaňon vyniká širokou (niekoľko sto metrov) riečnou nivou a pomerne vyrovnaným spádom meandrujúceho riečneho koryta. Termín *kaňon* sa v geografickej literatúre zaužíval pri kaňonoch Slanej a Štítника. Pozdĺž riečiska sa vytvára nielen geomorfologický, ale aj komplexný fyzikogeografický geosystém podobný širokým nekrasovým dolinám. Určitú hydrologickú odlišnosť spôsobuje vyústenie studenej podzemnej krasovej vody vyvieračiek, ktorá ochladzuje (v zime otepľuje) vodu alochtónneho povrchového vodného toku. V okrajových partiách kaňonu sa miestami podzemné krasové vody strácajú v skrytých ponoroch v riečnej nive. Koryto rieky našich kaňonov je charakteristické tým, že ho tvorí alochtónny štrkovo-piesčité materiál prinesený z nekrasového prostredia Slovenského rudohoria. Štrky sú opracované, granulometricky zodpovedajú dĺžke transportu. Nízke zastúpenie karbonátových hornín je odrazom ich chemického zvetrávania.



Obr. 3. Kaňon rieky Slanej – reguláciou antropogénne pozmenený geosystém rieky. Foto: J. Jakál
Fig. 3. Canyon of Slaná River – river geosystem anthropogenically changed by regulation.
Photo: J. Jakál

TVORBAGEOMORFOLOGICKÉHO AKOMPLEXNÉHO GEOSYSTÉMU RIEČNEHO TOKU V TIESŇAVÁCH

Najexaktnejšie možno sledovať vývoj riečneho geomorfologického systému práve v tiesňavách a prechodových formách s náznakmi kaňonov. Vyššie stručne naznačené vlastnosti krasového geomorfologického prostredia a krasovej hydrografie vplyvajú na nestabilitu riečneho geomorfologického systému a podmieňujú jeho vysokú dynamiku. Javy a procesy ovplyvňujúce dynamiku geomorfologického systému rieky v krase analyzujeme podľa troch prírodných prvkov krajiny: *klímy, vody a reliéfu*.

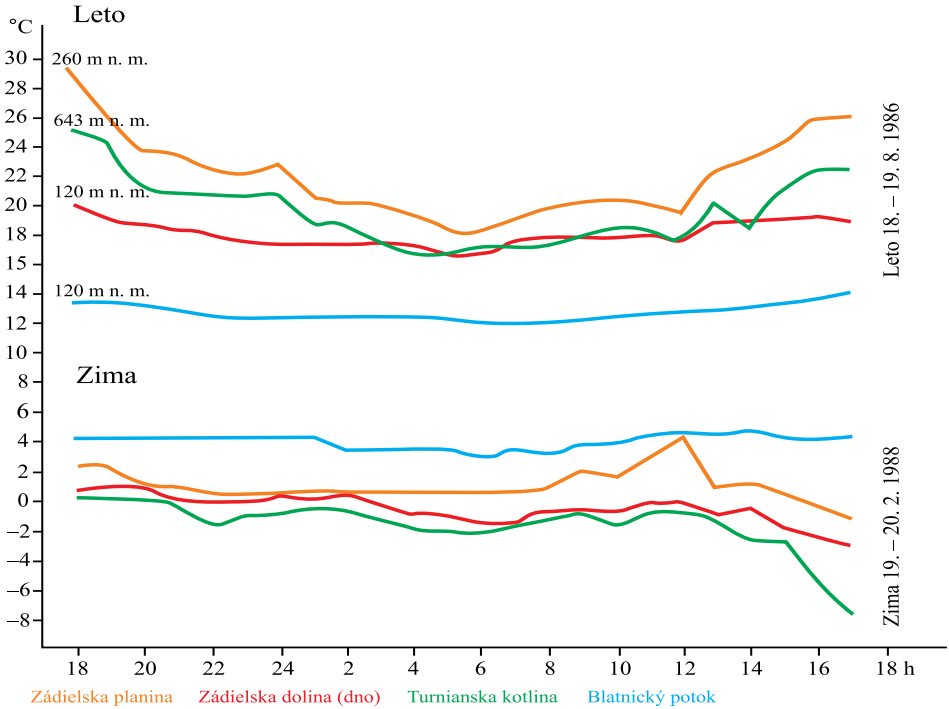
Vplyv klímy

Na rozdiel oproti klimatickým podmienkam tvorby geomorfologického systému podzemných jaskynných vodných tokov, kde je v priebehu roka takmer konštantná mikroklima s malou amplitúdou teploty a vlhkosti vzduchu, sú podmienky miestnej klímy tiesňav výraznejšie ovplyvnené povrchovou klimatickou situáciou. Výkyvy teploty v tiesňavách čiastočne reagujú na priebeh vonkajších teplôt počas roka, avšak na zmeny dennej teploty okolia veľmi nepatrne. Pre tiesňavy je typická práve klimatická inverzia.

Oslnenie reliéfu je jedným zo základných faktorov, ktoré podmieňujú vznik a priebeh procesov v geografickej sfére. Reliéf a jeho morfológické parametre tak určujú množstvo pohľteného slnečného žiarenia na jednotku plochy zemského povrchu za jednotku času a priestorové rozloženie tohto žiarenia (Krcho, 1990). Práve toto priestorové rozloženie oslnenia (resp. neoslnenia) svahov je v tiesňavách celkom špecifické. Silne sú oslnené skalné steny hornej tretiny svahov a takmer celoročne sú zatiené svahy nad dnom tiesňavy. Práve tieto skutočnosti podmieňujú klimatickú inverziu, a tým aj rozdielne morfogenetické procesy svahov tiesňav.

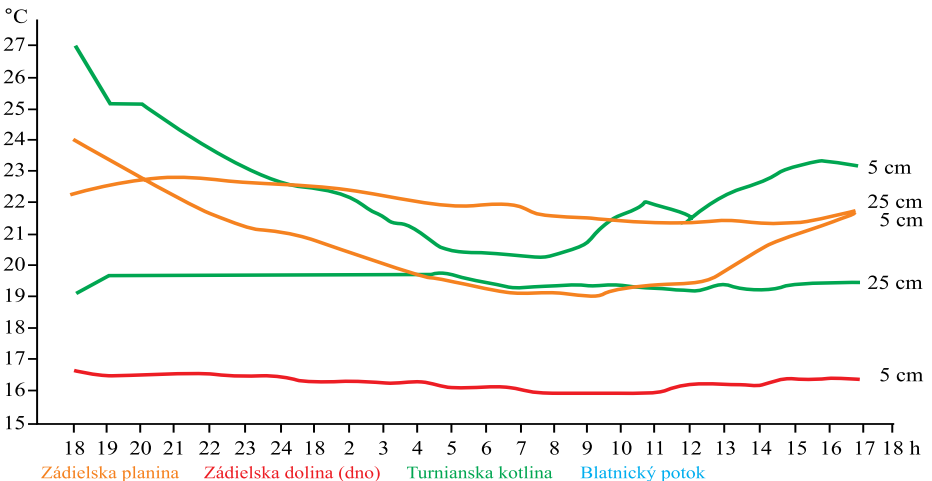
Určité znaky klimatickej inverzie potvrdili aj expedičné 24 hodinové merania teploty vzduchu, pôdy, vody a vlhkosti vzduchu v letnom a zimnom období v hodinových inter-

valoch (Jakál, 1995; Szabó, 1988; graf 1 a 2). Merania sa súbežne robili v Turnianskej kotline (260 m n. m.) na dne Zádielskej tiesňavy (420 m n. m.) a na náhornej plošine Zádielskej planiny (643 m n. m.) v celkovom výškovom rozpätí 383 m. Výrazná klimatická inverzia sa prejavila najmä v letnom dni.



Graf 1. Priebeh teploty vzduchu (vo výške 150 cm) a vody v letnom dni (18. – 19. 8. 1986) a zimnom dni (19. – 20. 2. 1988)

Graph 1. Course of air temperature (at the height of 150 cm) and water during summer day (18 – 19/8/1986) and winter day (19 – 20/2/1988)



Graf 2. Priebeh teploty pôdy v hĺbke 5 cm v letnom dni

Graph 2. Course of soil temperature at the depth of 5 cm during summer day

Priebeh doliny S – J, ale najmä strmosť svahov a hĺbka doliny umožňujú oslnenie svahov v priebehu dňa len v ich hornej časti, dno doliny je takmer bez oslnenia. Tieto skutočnosti vyvolávajú miestnu termickú cirkuláciu, ktorá súvisí s ochladzovaním vzduchu od studeného povrchu zatielených svahov. Priebeh teploty vzduchu na dne Turnianskej kotliny a na Zádielskej planine ukazuje počas letného dňa zhodné výkyvy, kým na dne Zádielskej doliny má teplotná krivka takmer plynulý priebeh, najnižšiu teplotu vzduchu a pôdy a najvyššiu vlhkosť. Teplotná krivka s najnižšími hodnotami z dna Zádielskej doliny leží pod krivkami Zádielskej planiny aj Turnianskej kotliny v lete, v zime ich úroveň zodpovedá termickému vertikálnemu gradientu.

Klimatickej inverzii zodpovedá aj teplota pôdy. Vlhkosť vzduchu je najvyššia v Zádielskej doline, ovplyvňuje ju aj voda Blatnického potoka. Podrobne sa týmto problémom venuje Jakál (1995).

Hydrologické javy

Hydrologický režim povrchového tranzitného toku v nekrasovej oblasti povodia reaguje bezprostredne na zmenu meteorologickej situácie počas privalových zrážok zvýšením prietoku vody v koryte toku. V úseku jeho toku v krasovom prostredí je odozva takýchto zrážok oneskorená. Zrážková voda najskôr infiltruje puklinami do podzemia. V dôsledku puklinovej cirkulácie v krasovom horninovom prostredí sa jej pohyb spomaľuje a až následne vyúsťuje krasovými prameňmi na povrch. Krasové vody zvýšeným prietokom tak často vyúsťujú do povrchového toku až po odznení vlny privalových vôd. Výnimkou môžu byť vyvieracky, kde reakcia medzi hltáčom a výverom môže byť súbežná s povrchovou situáciou. Môže nastať aj situácia, že zvýšením prietoku a hladiny vody rieky vstupujúcej do krasu sa stráca časť jeho vody v úpätných ponoroch.

Geomorfologické procesy

Fyzikálne zvetrávanie sa uplatňuje najmä v hornej tretine svahov predstavujúcich miestami až skalné steny. Je to následok ich intenzívneho oslnenia v priebehu dňa, ale aj mrazového zvetrávania a opadávania skál. Výsledkom tohto procesu je tvorba úpätných sutinových kužeľov, ktorých materiál z veľkej časti vyplňuje dno tiesňav a stáva sa zdrojom transportu a eróznej činnosti v koryte vodných tokov. Koryto je vyplnené prevažne ešte ostrohranným, neopracovaným sutinovým materiálom autochtónneho pôvodu. Gravitačne zrútené bloky skalných zrubov sa stávajú prekážkou plynulosti toku vody a odkláňajú prúdenie toku v koryte, miestami premiestňujú nárazový breh. Časté zmeny toku vyvolané sutinovým a blokovým materiálom narušujú kontinuálnu tvorbu geomorfologického systému v tiesňavách. V úsekoch pôsobenia bočnej erózie sa poruší stabilita sedimentu brehového materiálu, ktorá vedie k narušeniu vegetačného krytu. Vývraty stromov sú v režime tiesňavy elementom, ktorý zasahuje tiež do geomorfologických procesov vodného toku.

DVOJÍČKY TIESŇAV A KAŇONOV – POZORUHODNÝ JAV RELIÉFU SLOVENSKA

Rokliny, tiesňavy a kaňony krasových území sú aj z hľadiska cestovného ruchu a turistiky najpríťažlivejšími časťami slovenskej prírody. Väčšinou sa u nás nachádzajú v národných parkoch alebo chránených krajinných oblastiach. Vyskytujú sa tak v planinovom type krasu viazanom na silický príkrov, ako aj v horskom rozčlenenom type krasu, ktorý sa viaže na karbonátové horniny príkrovov jadrových pohorí Slovenska. Pozo-

ruhodnosťou dvojičiek dolín súbežne prebiehajúcich vedľa seba pri zachovaní ich smeru je podobnosť ich tvarov, hĺbky, spádových pomerov koryta i genézy a sú vhlbené aj do podobného geologického horninového prostredia. Pritom horninové prostredie dvojičiek v jednom geomorfologickom celku je podobné, ale dvojičky v rôznych pohoriach majú geologickú stavbu rozdielnu.



Obr. 4. Kaňon Slanej a Štítnika. Prírodné meandrujúci tok Štítnika (vľavo) a regulovaný tok Slanej (vpravo) poukazujú na prirodzený vývoj koryta a pozmenený tok koryta – badaateľný rozdiel geosystému riek. Image © 2011 Digital Globe

Fig. 4. Canyons of Slaná and Štítnik rivers. Naturally meandering riverbed of Štítnik (left) and regulated riverbed of Slaná (right) point to natural and changed riverbed – observable difference of river geosystem. Image © 2011 Digital Globe



Obr. 5. Zádielska tiesňava (vpravo), Hájska dolina (vľavo). Image © 2011 Digital Globe

Fig. 5. Zádielska Valley (right), Hájska Valley (left). Image © 2011 Digital Globe

Medzi také zaradujeme dvojčky tiesňav Zádielskej a Hájskej doliny a kaňony Slanej a Štítnika. V Slovenskom krase sú vytvorené alochtónnymi – tranzitnými vodnými tokmi a vhlbené do čistých triasových vápencov silického príkrovu. Pritom v tiesňavách sa prejavuje klimatická a vegetačná inverzia.

Demänovská a Jánska dolina Nízkyh Tatier majú charakter rozvretejších tiesňavových úsekov s náznakmi prechodu do formy kaňonov. Vznikli zahĺbením sa alochtónnych vodných tokov pritekajúcich z vyššie položeného kryštalinika do karbonátovej bariéry krížňanského príkrovu a jeho vrstevnatých, prevažne gutensteinských vápencov. Určitou morfológickou a geologickou paralelou sú aj Blatnická a Gaderská dolina vo Veľkej Fatre.

Kvačianska a Prosiecka dolina Chočských vrchov majú charakter antecedentných tiesňav vhlbených do prevažne dolomitického geologického prostredia s ojedinelým výskytom jaskýň.

V Muránskom krase sú to Hrdzavá a Javorníková dolina. Práve Hrdzavá dolina je vymodelovaná autochtónnym, v krase vznikajúcim vodným tokom s výraznou klimatickou inverziou a výskytom kosodreviny v jej dnovej časti.

V Slovenskom raji má prielom Hornádu skôr tvar hlbokého kaňonu so širším dnom, ktoré je zovreté až kolmými stenami, kým Hnilec je tiesňavou s vhlbenými meandrami. Podobnosť týchto dvojčiek vhlbených do planinového krasu budovaného čistými triasovými vápencami nie je taká výrazná ako pri vyššie spomínaných. Nielen tvarom dolín, ale aj genézou sú čiastočne odlišné. Kým prielom Hornádu má epigeneticko-antecedentný charakter (okrajová epigenéza), Hnilec je čisto antecedentný. V porovnaní s inými dvojčkami ide o akési „nevlastné dvojčky“.

V Západných Karpatoch sa vyskytujú ďalšie početné tiesňavy prielomového charakteru s antecedentnou genézou, ktoré tak tvoria kratšie úseky dolín. V Malej Fatre je to Vrátna dolina vhlbená v karbonátových zlepencoch, v Súľovských vrchoch Manínska tiesňava prelamujúca vápence bradlových štruktúr, v Západných Tatrách Juráňova dolina a iné.

Kaňony Slanej a Štítnika v Slovenskom krase poskytujú vynikajúce podmienky na porovnávaciu štúdiu rozdielnej dynamiky vývoja geomorfologického systému rieky v prostredí jeho takmer prirodzeného vývoja v prípade Štítnika a výrazne pozmenenej krajiny pozdĺž rieky Slanej. Oba systémy sa formujú v podobnom geologickom, morfológickom aj hydrologickom prostredí. Kaňonovité doliny sú zovreté svahmi krasových planín, so širokou dnovou nivou vytvorenou na kvartérnych štrkovo-piesčitých sedimentoch, podobne hydrologicky ovplyvňovaných vodami krasových prameňov a vyvieráčiek. Dopravná sieť železníc a ciest (tranzitná doprava S – J) vedúca centrálnou časťou nivy, ako aj regulácia riečneho toku výrazne pozmenili geomorfologický systém rieky Slaná. Naopak prirodzene meandrujúci Štítnik je bez výraznejších zmien vyvolaných impaktom človeka dopravnou sieťou, lokalizovanou v úpätných polohách planín. Tieto len okrajovo zasahujú do geosystému rieky Štítnik.

ZÁVER

Práca mala za cieľ naznačiť metodické postupy pri štúdiu geomorfologického systému riek v krasovom prostredí, ktorého tvorba a zmeny sú ovplyvňované nielen morfológiou dolinového prostredia, ale najmä variabilitou prietokových zmien vodného toku v závislosti od výnimočných meteorologických situácií zvýšením prietoku vody vyvieráčkami, stratou vody v ponoroch, resp. vysušením riečného koryta odvedením vody do podzemných riek. Je preukázaná vzájomná väzba medzi obehom vody na povrchu doliny a podzemnými vodnými tokmi. Obohatenie poznatkov o komplexnom geosys-

téme riek v krase a jeho dynamike poskytujú niektoré tiesňavy, v ktorých sa prejavuje klimatická a vegetačná inverzia. Takými sú na Slovensku najmä tiesňavy Zádielskej a Hrdzavej doliny. Štúdia naznačuje možnosti porovnávacích štúdií v dolinách krasu Slovenska, tých, ktoré majú prírodný vývoj svojho geosystému s dolinami poznamenanými impaktom človeka.

Poďakovanie. Tento príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia projektu č. 2/0151/09 „Komplexná dynamika geomorfologického systému rieky“, ktorý finančne podporuje Grantová agentúra VEGA.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 1989. Teoretické aspekty stanovenia hraníc medzi povrchovými a podzemnými formami reliéfu. *Slovenský kras*, 27, 153–165.
- BIZUBOVÁ, M. – ŠKVARČEK, A. 1993. *Geomorfológia*. Prírodovedecká fakulta UK, Vysokoškolské skriptá, 228 s.
- DEMEK, J. 1987. *Obecná geomorfologie*. Academia, Praha, 476 s.
- DROPPA, A. 1963. Príspevok ku štúdiu kaňonovitých údolí v krasových oblastiach Západných Karpát. *Československý kras*, 15, 93–104.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Speleologia Slovaca*, 1, Liptovský Mikuláš, 166 s.
- JAKÁL, J. 1983. Tiesňavy, charakteristická črta reliéfu Slovenska. *Poznaj a chráň*, č. 2, Spravodaj Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny, Bratislava, 14–16.
- JAKÁL, J. 1995. Vplyv reliéfu na mikroklimu a miestnu klímu krasovej krajiny. In Lalkovič, M. (Ed.): *Zborník referátov z vedeckej konferencie „Kras a jaskyne“*, Liptovský Mikuláš, 71–78.
- JAKÁL, J. 2001. Porovnávacia analýza krasových planín Západných Karpát. *Geografický časopis*, 55, 1, 3–20.
- KRCHO, J. 1990. *Morfometrická analýza a digitálne modely georeliéfu*. Veda, Bratislava, 427 s.
- LEHOTSKÝ, M. – GREŠKOVÁ, A. 2005. Základné klasifikačné systémy a morfometrické charakteristiky korytovno-nívných geosystémov. *Geomorphologia Slovaca*, 5, 5–20.
- LUKNIŠ, M. 1945. Príspevok ku geomorfológii povrchového krasu Ztratskej hornatiny (Slovenský raj). *Zborník prác Prírodovedeckej fakulty Slovenskej univerzity*, 12, Bratislava, 46 s.
- ROGLIČ, J. 1960. Das Verhältniss der Flusserosion zum Karstprozess. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 4, Göttingen, 116–128.
- SZABÓ, L. 1988. *Geomorfologické pomery Zádielskej planiny a ich vplyv na jej mikroklimatické pomery*. Diplomová práca, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 67 s.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, Z. 1989. *Jaskynný systém Stratenskej jaskyne*. Osveta, Martin, 459 s.

MORPHOLOGY OF VALLEYS IN KARST AND ITS INFLUENCE ON DEVELOPMENT OF RIVER GEOSYSTEM

Summary

Basic morphology and genesis of valleys in karst is conditioned not only by lithological attributes of carbonate rocks but also by morphostructural plan of karst massif and its spatial situation to non-karst surrounding. *Valleys* in geomorphology are distinguished on the basis of the shape of cross-section and longitudinal profile into three forms: *ravines, gorges/chasms and canyons*.

Geomorphic and hydrological attributes of valleys in karst

Ravines – steepness and uneven gradient of “embryonic stage of development” of the bed with thresholds, waterfalls and solution potholes on the bottom of the ravine, greatly inclined up to vertical slopes, sometimes with overhangs. These conditions form a limited space for

development of river geosystem. **Gorges/chasms** – great inclination of bed, uneven gradient. Cross-sections have a tight “V” shape, great deepness of valleys over 100 m, steepness of slopes up to 60°, verticality of the upper third of the slope, rock steps to smaller waterfalls and solution potholes in the riverbed. Gorge bottom is in places very narrowed down to 6 – 10 m. A wreath of debris cone lies at slope foots. High dynamics of watercourse with prevailing deep erosion and narrowness of valley bottom are limiting for the development of complex river geosystem (e.g. Zádielská Gorge – natural dynamic development of river geosystem). **Canyon** – according to Carpathian geomorphology under the term canyon, we understand more than 100 m deep valley, deepened into upland karst plateau with characteristic steep and in the upper third of the slope even rocky walls. Canyon is featured by wide flood plain and relatively even gradient of riverbed. Not only geomorphic, but also geoecological geosystem similar to wide valleys in non-karst environment is formed along the riverbed. A certain hydrological difference is caused by springs of cold underground karst water into the riverbed and by water, which disappears through hidden ponors in the riverbed.

Formation of geomorphic and complex geosystem of watercourse in gorges

The most exact opportunity to follow the formation of river geomorphic system is in studying the gorges (e.g. Zádielska Valley) and transition forms (Demänovská Valley). Above concisely mentioned features of karst geomorphic environment and karst hydrography influence the instability of river geomorphic system and condition its high dynamics. We have analyzed the following phenomena: (1) *Geomorphic processes* – physical weathering mainly in the upper third of the slopes, deep erosion, formation of debris foothill cones, transport of debris, barriers of gravitationally collapsed boulders into riverbed, as well as organic material. (2) *Hydrological phenomena* – transit surface flow, open and hidden ponors, karst springs and resurgences, changes in water discharge and its temperature. (3) *Climatic inversion* – its influence to morphogenesis, vegetation and vicariously to morphogenesis of the valley. Inversion is shown in graphs 1 and 2 on the basis of expedition one-day measurements in summer and winter period. Enrichment of knowledge within complex geosystem of rivers in karst is offered especially by some gorges with climatic and vegetation inversion. Mainly Zádielska and Hrdzavá valleys can serve such an example.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	111 – 122	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

PRIESKUM, TOPOGRAFIA A NÁČRT GENÉZY HORNÝCH ČASTÍ JASKYNE SKALISTÝ POTOK

ZDENKO HOCHMUTH¹ – STANISLAV DANKO² – DANIEL HUTŇAN³

¹ Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 041 00 Košice; hochmuth@upjs.sk

² Nám. budovateľov 7, 045 01 Moldava nad Bodvou; dankos@post.sk

³ Dlouhá 179, 263 01 Dobříš, Česká republika; hutnan.dan@gmail.com

Z. Hochmuth, S. Danko, D. Hutňan: Survey, topography and genesis layout of the upper parts of the Skalístý potok Cave (Slovak Karst)

Abstract: The cave of Skalístý potok the longest and deepest cave of Slovak Karst according to the up-to-date surveys. The cave spaces follow the hillfoot of the Jasovská planina Plateau in the length of 2.5 km. One branch of the cave rises paralell with the slope up to a considerable altitude. The upper parts of the cave are just 70 – 80 metres below the plateau surface. The cave is followed by a water stream in the upper parts as well as in other cave spaces in the lower parts, where fossil corridors were also formed. These are accompanied by peculiar sediments and caveforms which supports hypothesis of old age and complex genesis. A new entrance into the cave enabled for a more sophisticated survey, mapping and research. The presented papersummarises new findings from 2008 – 2011.

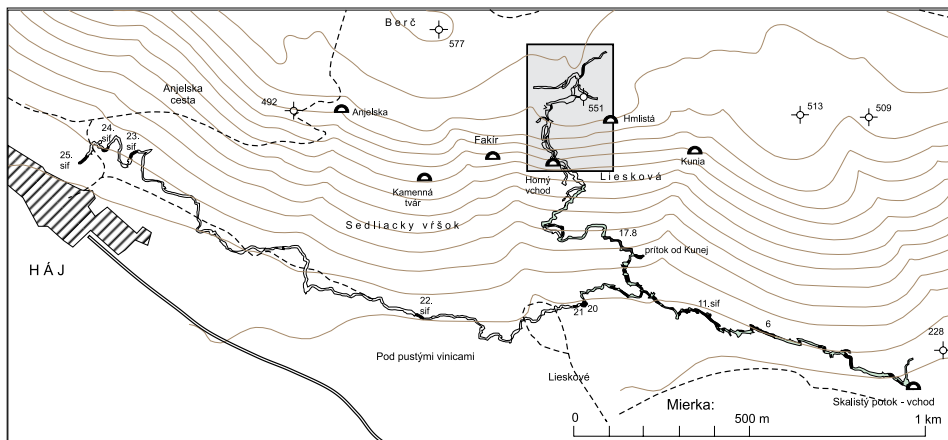
Key words: Skalístý potok Cave, Slovak Karst, fossil level, Pre-Quaternary evolution

ÚVOD

Jaskyňa Skalístý potok predstavuje dnes najdlhšiu a najhlbšiu jaskyňu Slovenského krasu. Jej priestory sa tiahnu jednak po úpätí Jasovskej planiny v dĺžke takmer 2,5 km, jednak vystupujú paralelne so svahom do značnej výšky. V celom priebehu jaskyňu sprevádza podzemný tok. Dokonca aj v hornej časti, ktorá sa tiahne priemerne iba 70 – 80 m pod povrchom planiny. Tu sa nachádzajú okrem aktívneho riečiska aj fosílné chodby so zaujímavými sedimentmi a tvarmi, svedčiacimi o ich vysokom veku a zložitej genéze. Nový vstup do týchto priestorov umožnil realizovať dokonalejší prieskum, mapovanie a vedecké výskumy. Dosiahli sa aj nové objavy a jaskyňa sa predĺžila o cca 2 km chodieb na dnešných 7936 m. Predkladaný príspevok sumarizuje nové poznatky z rokov 2008 – 2011.

1. PREDCHÁDZAJÚCE PRIESKUMY A PUBLIKÁCIE

Vzhľadom na skutočnosť, že ide o dlhotrvajúci prieskum lokality, výsledky prieskumu boli publikované priebežne kratšími správami v speleologických periodikách (Spravodaj SSS, Speleofórum). Základné informácie aj s mapovými listami systému kreslenými v origináli v mierke 1 : 500 boli publikované v Slovenskom krase (Hochmuth, 1989, 1992). V rokoch 1992 – 1993 sa dosiahlo horné poschodie jaskyne, avšak veľmi zložitým spôsobom, preto sa už dokonale nezmapovalo ani nepreskúmalo. V najpodrobnejšom príspevku, publikovanom v Spravodaji SSS (Hochmuth, 1994), je uverejnený aj zvislý priemet jaskyne a profil vzhľadom na polohu vo svahu a povrch Jasovskej plani-



Obr. 1. Situačná mapa južnej časti Jasovskej planiny s vyznačením horných častí jaskyne Skalistý potok
 Fig. 1. Situation sketch of the southern part of Jasov plateau with marked upper parts of the Skalistý potok Cave

ny. Problematika sifonálnych častí jaskyne bola publikovaná v monografii (Hochmuth, 1999, s. 139 – 150), kde je už aj mapa horných častí jaskyne po sífón 17.13. Nové objavy v horných častiach jaskyne boli publikované aj s mapou v menej podrobnej mierke (Hutňan, 2000; Hochmuth a Hutňan, 2001). V r. 2000 – 2007 sa realizoval náročný projekt, umožňujúci vstup do horných častí samostatným tunelom z povrchu (Hochmuth, 2008) a v roku 2010 tunelová prerážka umožnila jednoduchý speleologický prieskum najvzdialenejších horných častí jaskyne, o výsledkoch ktorého priebežne informuje Komisia pre speleopotápanie vo výročných správach SSS. Vedecké poznatky sa prezentovali na konferenciách a predbežne boli publikované ich abstrakty (Hochmuth, 2010, 2011). Výskum aktívneho riečiska za sífónom 17.14 je s pomocou miestnej skupiny už výlučne dielom skupiny Speleo-aquanaut z Prahy. V predkladanom príspevku publikujeme aj ich autor-ské mapy a výsledky prieskumu.

2. MORFOLÓGIA HORNÝCH ČASTÍ JASKYNE

2.1. Oblasť Horného vchodu a Siene kontaktu



Obr. 2. Porucha vyplnená hlinou, na ktorej sa razil nový vchod. Foto: Z. Hochmuth
 Fig. 2. Dislocation filled by the clay, where was digged the new entrance along. Photo: Z. Hochmuth

Prerážka z povrchu sa realizovala po markantnej poruche smeru priemerne 355° , so sklonom $75^\circ - 85^\circ$ na východ. Miesto sa vytypovalo na základe rádi sondy manželov Ondrouchovcov. Pri vlastnej prerážke bola zaujímavá výplň poruchy s mocnosťou 0 – 2 cm hnedými hlinami, miestami s drobnými okruhliacikmi kremeňa, ktoré sa dajú nájsť v blízkosti poruchy aj tesne pod povrchom na obnažených miestach. Po 25 m vyústila takmer uzavretá porucha do priestoru vyplneného úplne piesčitémi hlinami s výraznou lamináciou, avšak porušenou zrejme posunmi na poruche (obr. 2). Poruchu v priamom smere sme po

cca 30 m opustili a kratšou kolmou chodbičkou sa koncom roku 2007 dosiahli voľné priestory. Išlo o korodovanú poruchu paralelnú s poruchou, na ktorej prebiehala sondáž. Asi 4 m nižšie sa nachádza dno Siene kontaktu. Sieň kontaktu bolo miesto, kde sa potápačom Speleoaquanautu podarilo najviac priblížiť k povrchu a kde sa dosiahlo akustické i rádiové spojenie s povrchom. Sieň má okrúhle dno, vysoká je asi 10 m, hore sa zvonovito zužuje.

Spodná časť Siene kontaktu súvisí s nižšie položenou chodbou (Chodba potápačov), ktorá má stupňami rozčlenené dno a vyúsťujú do nej potápačmi objavené časti nad Vrcholom 91. Dnes je v jej ohybe umiestnený dilatometer (od septembra 2011). Dno chodby pokrývajú sintrové kôry. Opačným smerom meandrovite pokračuje stupňami, vytvárajúcimi labyrintové poschodia, nižšie ústiace do šikmého plochého priestoru, ktorý je pokračovaním priepasti P-31 smerom na Meander 92.

Najschodnejšia medziúroveň sa spája s vyššie ležiacou meandrovitou chodbou a spoločne vyúsťujú do priestoru Terasovej siene. Tu je umele vytvorená vodorovná terasa, ktorá slúžila ako základňa pri budovaní traverzu ponad priepasť P-31.

2.2. Priepasť P-31 a traverz

Za „Horné časti“ sme považovali subhorizontálne priestory, ktoré sa začínali nad vodopádom zvlažovanou jaskynnou priepasťou P-31 (výška vodopádu 31 m). Po objavení častí medzi povrchom a touto priepasťou sme zmenili názor na jej morfológiu a genézu. Zistilo sa, že smerom nahor sa nekončí, ale pokračuje ďalej nahor ešte ďalších 30 m. Nie je okrúhla, ale eliptická s 3 zúženiami v pričnom priereze. Pričná šírka sa pohybuje medzi 2 – 7 m, steny nesú stenové škrapy a valcovité vyhlbeniny bežné v priepastiach. V súčasnosti prevláda názor, že ide o prepracovaný „vadózny kaňon“ – meander.

V strope priepasti sa črtá meandrujúci zárez, do ktorého vyúsťuje „Dankovský meander“, ležiaci cca 20 – 30 m nad aktívnym riečiskom v ďalej opísanom Meandri 93. Zlaňovanie tu nie je aktuálne, realizoval sa tu aj polygónový ťah.

2.3. Meander 93

Po výstupe hore Priepasťou P-31 dňa 6. 2. 1993 sme preskúmali a zamerali zaujímavú meandrujúcu chodbu. Krátke úseky riečiska sa striedajú s kaskádami a vodopádmi premenlivej výšky. Hneď nad P-31 je stupeň vysoký 1,2 m, vyššie 2, 5 m, nad ním po prudkom ohybe sa nachádza úsek, kde voda tečie priamo po hornine (riečisko bez sedimentov). Tu je v súčasnosti umiestnený kombinovaný Thomsonov-Ponceletov prepad a od marca 2003 sa meria prietok. Vyššie po ďalších meandroch nasleduje relatívne dlhý priamy tok (tu sme realizovali hydrometrovanie pri vysokých prietokoch), nasledujú zas kaskády vysoké cca 0,5 – 1,2 m. Za nimi mizne, resp. odteká voda zo sifónu 17.12.

Tento sifón nebol dodnes podplávaný, podľa všetkého nie je dlhší ako 10 m, pretože sa vzápätí našla obchádzka vrchným fosílnym, inaktívnym poschodím. Do tohto poschodia je možné dostať sa vyšvihom po povrazovom rebríku, zaujímavá je nad ním skalná vanička vyplnená jazierkom.

Vyššie po niekoľkých stupňoch nasleduje nízka rúrovitá freatická chodba (na stenách scallopsy), miestami až s charakterom plazivky, ktorá vyústi do relatívne veľkého sieňovitého priestoru. Do tohto priestoru sa dá dostať ešte vyššou chodbou, ktorá tiež predstavuje fosílné riečisko s charakterom vadózneho kaňonu.

2.4. Hlinená sieň

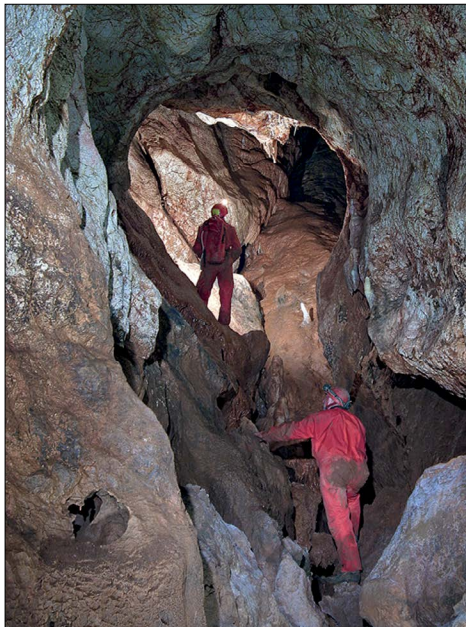
Hlinená sieň dostala pomenovanie podľa strmého hlineného svahu, ktorý dosahuje výškový rozdiel cca 25 m medzi spodným a dolným okrajom siene. Rozmery pôdorysu

siene sú cca 35×15 m, pričom strop je miestami vo výške viac ako 15 m. Na dne sa vyskytuje, aj keď nie príliš hojne, snehobiela sintrová výzdoba (stalagmity), na stenách a strope heliktitické excentriky, ako aj gravitačné formy sintrov. Aj táto sieň vznikla transformáciou meandrovitej chodby na poruche smeru S – J, sklonenou tu okolo 45° na východ. Zaujímavá je modelácia stien s výskytom anastomóz. Na strope sa nachádzajú rôzne vyhlbeniny, o ktorých pôvode možno diskutovať. Slabo zreteľné sú záplavové čiary. Najvyššia časť Hlinenej siene, zv. Vrchol 93, bola v tom čase najvyšším dosiahnutým bodom v jaskyni. Sieň sa tu končila neurčito, hlinené nánosy akoby prichádzali z úplne vyplnených častí, navyše so sintrovými kôrami, ktoré nižšie postihuje deštrukcia. Zaujímavé sú hlinité sedimenty, medzi ktorými sa nachádzajú medzivrstvy čiernych, čiastočne stmelených sedimentov, ktoré v príspevku Bónovej et al. (2008) boli hodnotené ako psilomelán a ranciéit.

2.5. Dankovský meander

Meander tvorí najvyššiu, a teda aj najstaršiu vývojovú úroveň **Meandra 93**. Smerom k vodopádu P-31 má strop meandra stúpajúci priebeh a tvorí ho šikmá chodba vytvorená na uklonenej poruche. V tejto úrovni sa nachádza aj slabý prítok (max. $0,3 \text{ l.s}^{-1}$), ktorý je aktívny skoro celý rok. Kým najvrchnejšie partie sú široké aj 2 m, na dne šikmej chodby sa voda zarezala a vytvorila zvislý meander so šírkou 60 cm. Po viacerých zalomeniach prechádza do väčšieho priestoru, prístupného zlanením. Po zdolaní asi 5 m vysokého stupňa pokračuje šikmá chodba s úzkym meandrom na dne. V závere sa strop chodby zníži a prechádza do meandra vyzdobeného hráškovými sintrami. Záver meandra vyúsťuje v strope priepasti P-31. Po zameraní má priepasť P-31 výšku 60 m.

2.6. Kamenná sieň a Srdce jaskyne



Obr. 3. Fosílna chodba „Srdce jaskyne“ Foto: J. Stankovič
Fig. 3. Fossil corridor “the Heart of Cave“. Photo: J. Stankovič

Dolný koniec Hlinenej siene nie je pokrytý hlinou, ale čiastočne balvanitými sutinami a veľkými blokmi. Pod nimi preteká vodný tok, ktorý mizne v meandrovitej chodbe (v smere toku) s jedným vodopádom vysokým 3 m, a dosahuje úroveň dosiaľ nepreplávaného sifónu 17.12. Zaujímavá je tu pripájajúca sa chodba s miniatúrnymi meandrami na dne, s polomerom 10 – 20 cm.

Opačným smerom sa priestor znova rozširuje do šikmo skloneného priestoru s podobnou morfológiou ako Hlinená sieň, iba s tým rozdielom, že dno nie je hlinené, ale balvanité, prípadne tvorené priamo obnaženou horninou. Je to Kamenná sieň, na ktorej hornom konci je strmý sintropád, po ktorom sa dá vystúpiť do podobnej výšky ako v Hlinenej sieni. Tu je vyvinutý viacmenej zreteľný zarovnaný strop. Ukázalo sa možným v tomto mieste sondovať a zásluhou SK Šariš sa tu odpracovalo v „Kominé Šariš“ viacero akcií. Prekopávanie

hlinitých sedimentov nebolo predbežne úspešné, aj keď smer je perspektívny vzhľadom na relatívnu blízkosť povrchu vo visutej dolinke nad priepasťou Fakír (približne 25 m horizontálne a 35 m vertikálne).

V severnej strane steny Kamennej siene sa otvára šikmo nad sebou niekoľko okien, vedúcich do zaujímavého 3-rozmerného labyrintu šikmo nad sebou ležiacich paralelných freatických chodieb. Tie naznačujú, ako sa chodby vzniknuté na jednej poruche postupným prekorodovaním a rútením môžu zmeniť na súvislý priestor, ako napr. Hlinená alebo Kamenná sieň. Najnižšou úrovňou popod policovitú plazivku preteká vodný tok, ústiaci sem z krátkeho nepomenovaného sifónu.

Všetky spomínané chodby majú prierez sotva 1 m², na dne s minimom sedimentov, najvyššia úroveň so sitovými hrádzami a jazierkami. Takáto intenzívne skrasovatená zóna vedie do tretieho podobného, šikmo stúpajúceho priestoru, ktorý sme podľa typického prierezu pomenovali Srdce jaskyne (obr. 3). Je tiež viac kamenitý ako hlinitý, veľké bloky sú miestami labilné. Na príľahlom svahu sa vyskytujú vo výške cca 8 m nad dnom čierne mangánové a železité sedimenty, ako aj fragmenty hrádzok vyschnutých jazierok, z ktorých je možné dedukovať vznik sedimentov ešte pred zasintrovaním dna v tejto výške.

2.7. Časti za sifónom 17.13

Sifón 17.13 sa začína jazierkom eliptického pôdorysu s rozmermi cca 1,5 × 2 m; spočiatku sa realizoval pokus o zníženie hladiny (Kovalik, Valent), ktorý zastavilo skalné dno na riečisku. Po potápačskom prieskume sa zistilo, že sifón klesá do hĺbky 2,5 m, tu je dokonca zúžené miesto spôsobené blokom horniny. Celková dĺžka sifónu je však iba cca 10 m, a teda dala by sa po získaní jednoduchého prístupu uskutočniť banickým spôsobom prerážka tunelom ponad jazero (Hochmuth, 2011).

Prítokové jazierko sifónu je väčšie, má rozmery 6 × 4 m. Ide to o ukončenie chodby smeru Z – V, značne vysokej (viac ako 15 m), založenej na markantnej, takmer zvislej poruche, naznačujúceho možný súvis s okrajovými dislokáciami na južnom svahu či okraji planiny. V pôdoryse je už táto chodba asi 40 m severne od okraja planiny. Sklon pukliny je cca 80° na juh, miestami sú v nej zaklínené balvany a zachované sintrové „mosty“ vzniknuté preborením zasintrovanej paleoúrovne. Lezecký prieskum stropných častí tejto chodby nepriniesol objav „obchádzky“ sifónu. Do jazierka vodný tok priteká po dne tejto chodby s niekoľkými drobnými kaskádami. Zaujímavé sú náplavy svetlého hlinitého sedimentu. Po 30 m od sifónu tok mizne, resp. priteká spod závalu, ktorý sa dá obísť vrchom cez sieňovité rozšírenie poruchy zvané Bufet.

Rútením vytvorená bariéra oddeľuje relatívne veľký priestor Bufetu od jedného z najväčších priestorov jaskyne – **Siene za sifónom**. Sieň je vytvorená na tej istej poruche ako predošlá chodba, paralelnej s okrajom planiny na povrchu. Táto skutočnosť naznačuje, že by mohlo ísť o pôvodne gravitačnú odľučnú poruchu. Sieň je teda skôr charakteru vysokej mohutnej chodby, ktorá sa v priamom smere (na východ) končí slepo, resp. závalom, pokračovanie vidieť v stropných častiach cca 20 m nad dnom siene. Na severnej strane siene je zas prístup k časti vodného toku, ktorý mizne v závale a objavuje sa na krátkom úseku na južnej strane siene.

Charakter dna je balvanitý, balvany rozmerov 1 – 2 m sú ostrohranné, napadané z horných častí siene, miestami sú na nich pizolitické výbežky, ako aj rôzne sintrové kôry, často tektonicky či ináč rozrušené. Na dne medzi balvanmi, ale aj vyššie na balvanoch až do úrovne cca 4 m nad hladinou aktívneho toku nachádzame piesčité sedi-

menty s obsahom ťažkej frakcie, ktoré sa tu asi aj recentne dostávajú pri extrémnych prietokoch, keď odtok na južnej strane domu asi nestačí podchytiť celý prietok a vzdutá hladina dóm čiastočne zaplavuje. Dosať sme však tento stav nesledovali.

Chodby medzi Sieňou za sifónom a Tomášovou sieňou

Hlavné pokračovanie (proti toku) vedie zvláštnou viacúrovňovou labyrintovitou sústavou chodieb s výškovým rozdielom okolo 20 m. Môžeme ju členiť do niekoľkých častí:

2.8. Vodná cesta

Najnižšími časťami preteká vodný tok, ktorý má stále prietok nemerateľne odlišný od prietoku na väčšine jeho známeho priebehu. Spočiatku tečie po okraji Siene za sifónom s náročným prístupom k vode (dnes rozšírený, tzv. Kladenská plazivka), kde priteká cca 10 m dlhou nízkou chodbou z polosifónu. Za polosifónom pokračuje niekoľko metrov ešte nízka chodba s bočným riečiskom pretekaným pri vyšších prietokoch, vtedy sa zrejme aj polosifón uzaviera. Za polosifónom je sieňovitý priestor, ktorý v strope komunikuje s vyššie ležiacimi fosílnymi úrovňami; doň priteká voda 2-metrovou dvojitou kaskádou. Nad kaskádou tečie tok po dne typicky riečnej chodby, ktorá mierne meandruje, dá sa ňou prechádzať vzpriamene. Ale z podstatnej časti ide o dnovú časť chodby typu „vadózneho kaňonu“ senzú Bella (1994).

Chodba generálne smeruje od juhu na sever a na jej konci vodný tok vyteká zo sifónu označeného ako 17.14.

2.9. Vyššie poschodie

Je zaujímavé, že v severnej stene Siene za sifónom je vytvorených niekoľko oknovitých vstupov vedúcich do labyrintového pokračovania vyšších úrovní ponad aktívne riečisko.

Najčastejšie využívaná chodba sa začína oknom vo výške cca 10 m nad dnom, resp. 5,5 m nad vyvýšeným závalom (tzv. Horná odbočka). Puklinovitá chodba (existuje aj prepojka spodkom) v priamom smere však vedie k riečisku. Pokračovanie je vľavo na balkónik (je tu umiestnený rebrík) a prepojka vytvorená na vrstevnej ploche má zaujímavú výzdobu s takmer priesvitných sintrových závesov. Po niekoľkých metroch ústi z boku do rúrovitej chodby. Ľavá (južná) vetva tejto chodby stúpa a vedie na balkón vo výške cca 10 m nad dnom domu. Opačným smerom chodba klesá, prekonáva závalové pásmo s prepojkami na riečisko a ďalej pokračuje ako tunelovitá horizontálna chodba s priemerom cca 2 – 3 m kľukato na sever, pričom na viacerých miestach komunikuje s riečiskom. Po zalomení na severovýchod a východ sa rozdeľuje, po opätovnom spojení už nemá pevné dno, iba niekoľko zaklínových balvanov ju delí od cca 6 m hlbšie ležiaceho dna s tečúcim potokom.

2.10. Hlinená chodba

Z miesta so zaklínovými balvanmi je možné pomerne exponovane vystúpiť na ďalšiu vyššiu úroveň. Je to sieňovitý priestor s klasickou sintrovou výzdobou (stalaktity, stalagmity), ktorý smerom na sever klesá dnom pokrytým sutinovým kuželom. Táto časť je nazvaná Sieň s výzdobou. Na konci po krátkom výšvihu so sintrovými útvarmi modelovanými intenzívnym skvapom sa dá oknom zostúpiť nadol, k sifónu 17.14.

Na hornom konci tohto priestoru sa začína vodorovná úroveň, ktorá generálne vedie opačným, južným smerom. Zaujme vrstvami hliny, ktorá nemá úplne charakter červene, je skôr prirodzene hnedá. Zaujímavý je jej riedky, nakyprený povrch. Miestami sa vyskytujú trhliny a na miestach, kde na strope prebieha porucha, sú napadané sintrové

prášky. Bude iste úlohou ďalších výskumov skúmať procesy, ktorý daný stav vytvorili. Ponúka sa možnosť uvažovať o vplyve periglaciálnych pomerov, rozmŕzania a zamŕzania. Predbežne je úlohou speleológov chrániť pôvodný stav hĺn pred zašliapaním.

V ďalšom priebehu na juh sa Hlinená chodba vetví, vytvára rôzne labyrintovité kulisy a preliezačky s freaticky modelovanými prierezmi chodieb.

Pri bode 1114 prechádza do vertikálnej tesnej chodby s charakterom „meandra“, avšak strop má oválny, bez výrazných stôp tektoniky, je obťažne prielezná v centrálnej časti a pod stropom. Smeruje i nadol do labyrintovitých priestorov, ktoré sú rúťivé, zahlinené a nevedú hlbšie ako 3 – 4 m.

Zaujímavá je aj ľavá vetva chodby; mierne stúpa a napokon prechádza do nízkej plochej chodby, ktorá vedie ponad predtým opísané chodby a spája sa s nimi v mieste za tesným meandrom. Tu existujú relatívne širšie časti s vyvinutým dnom, tektonikou smeru Z – V. Východným smerom sa dá puklinovou chodbou dostať v tejto úrovni najďalej, chodba má tektonický štýl a neprielezne sa zužuje. Opačným smerom vyúsťuje v hornej časti Siene za sifónom.

2.11. Tomášova sieň a Kladenská chodba

Tomášova sieň predstavuje zaujímavý priestor v ohybe hlavnej chodby systému. Jednak tu priteká hlavný tok zo sifónu 17.14, na tomto mieste sa doň vlieva prítok toku z Kladenskej chodby, ktorý tu tečie po východnej strane chodby pomedzi napadané balvany. Sieň má rozmery cca 20 × 10 m, jej dno je sklonené na východ. Je pokryté hlinito-piesčitými sedimentmi, medzi ktorými sa nachádzajú čiastočne zo stropu napadané bloky horniny, čiastočne sintrové kôry v rôznom štádiu rozrušenia. Najzachovanejšie sintrové formy sa vyskytujú na dolnom (južnom) konci siene v mieste, kde je v strope okno vedúce do Siene s výzdobou a Hlinenej chodby. Sintrové kôry v podloží s hlinou a pieskom sa vlastnou váhou na okrajoch lámu. Tu sa tiež prejavuje intenzívny skvap, v období silných a trvalejších zrážok na povrchu až s hodnotami okolo 1 l/h.

Tomášova sieň v ďalšom priebehu vytvára na ľavej (západnej) strane terasu, zloženú okrem hliny zo silne korodovaných sintrov. Po nej je možné vystúpiť do vyššieho fosílného poschodia.

Pokračovanie jaskyne proti toku predstavuje tzv. Kladenská chodba, pomenovaná podľa potápačov z Kladna, ktorí ju v r. 1999 – 2000 objavili a prvýkrát prešli. Má rúťivý charakter, pričom objektom rútenia sú predovšetkým mohutné sintrové kôry tvoriace mosty v rôznom štádiu deštrukcie. Potôčik pretekajúci Kladenskou chodbou tečie po dne pomedzi balvany, ale miestami je vidieť, že sa zarezáva aj do materskej horniny, tvoriac kaskády, ktoré však nie sú prístupné, lebo jeho zárez v dne je úzky, iba cca 20 – 30 cm.

Po cca 20 m od Tomášovej siene sa chodba rozširuje do sieňovitého priestoru s hučiacim vodopádom, v strope ústi vyššie spomenutý fragment fosílny úrovne.

Vodopád je vysoký cca 3 m, je tiež vytvorený v materskej hornine a pod ním je kotlíkovité vývarisko. Vodopád je možné obísť vľavo (rebrík). Potok tu znova tečie v záreze, po ceste nachádzame všade silne korodované sintre. Chodba má v ďalšom priebehu hruškovitý prierez, na konci čiastočne meandruje a potok sa tu vynára zo závalu, z ktorého počuť hukot ďalšieho vodopádu. Na tomto mieste je zas možný vstup do vyššieho poschodia či úrovne.

Chodba stúpa, tok tečie v závale. Svah s labilnými balvanmi sa dvíha o cca 15 m až do sieňovitého priestoru s rozmermi pôdorysu 6 × 7 m, ktorý sme nazvali **Sieň tektonických zrkadiel**, lebo práve tie, v dosť chaotickom rozmiestnení, sú pre tento priestor

typické. Na dne sa nachádzajú odpadnuté bloky priemeru 2 – 3 m. Zaujme deštruovaná skupina sintrových útvarov, ktoré sa zrútili z komína na južnej strane siene. Sieň je vysoká a vo výške cca 15 m nad dnom sa črtá priebeh meandrujúcej chodby vyššej úrovne.

Pokračovanie jaskyne je na západnom okraji siene. Priepasťovitou závalovou zónou je možné dostať sa na aktívne riečisko potôčika (tzv. Kladenský potok), žiaľ, iba na krátkom úseku; potok tu tečie v ťažko prieleznom závale, ktorý však nemá zmysel prolongovať, keďže potok je ešte dostupný na iných miestach.

Ponad uvedený zával je možné pokračovať po 3 m výšvihu vo vyššej fosilnej úrovni. Tá má spočiatku kompaktný charakter, s pevným stropom aj stenami v materskej hornine, s viditeľnými stopami fluviálnej modelácie. Dno vyplnené ostrohranným balvanitým materiálom po cca 15 m vedie do celkove nebezpečného rútvitého pásma.

Po zstupe do rútvitého sieňovitého priestoru sa na jeho dne otvára zas prístup k riečisku, pre extrémne nebezpečenstvo sa však nerealizoval, resp. objavili sa iné možnosti. V sienke s nápisom objaviteľov na konci jaskyne sme zistili, že klasickými postupmi sa dá dosiahnuť hladina vodného toku na najvzdialenejšom mieste tohto horizontu, čo sa aj čiastočne podarilo, voda však vyteká so závalu, kde boli práce predbežne zastavené. Objavila sa totiž vyššia úroveň, resp. úrovne, kadiaľ je možné preniknúť vyššie i podstatne ďalej západným smerom.

2.12. Fragmenty vyššej úrovne nad Kladenskou chodbou

V priemernej výške okolo 10 m nad Kladenskou chodbou sme preskúmali jej vyššie poschodie vo viacerých fragmentoch. Najbližšie sa nachádza takýto fragment prístupný z Tomášovej siene po terase, resp. rútvitom svahu. Už pri výstupe si môžeme všimnúť mohutné sintrové kôry, postihnuté deštrukciou, a to chemickou aj mechanickou. Prebehla v nich rekryštalizácia a asi aj čiastkové korodovanie zvnútra, preto sú krehké a lámú sa. Fosilna úroveň má plochý široký strop, vyskytujú sa tu nánosy nakyprených hĺn. V priestore nad sienkou pri vodopáde v Kladenskej chodbe vyúsťuje do jej stropnej časti.

Ďalší fragment chodby je prístupný z miesta, kde vyteká potok v Kladenskej chodbe zo závalu. Takisto tu stúpajúcou chodbou plnou labilných deštruovaných sintrových kôr môžeme dosiahnuť fosilnu úroveň s rovným stropom (nejde teda o puklinovú chodbu). Úroveň má tiež zaujímavé sintrové tvary, deštruovanú sintrovú kopu azda poznačenú mrazovými procesmi. Úroveň vyúsťuje oknom a balkónom do chodby pred Sieňou tektonických zrkadiel. Táto úroveň sa tiahne aj opačným smerom (zameral J. Stankovič a Z. Jerg) ponad Kladenskú chodbu, kde asi o 30 m sa stáva neprieleznou.

2.13. Vrchol 2011

Pred záverom Kladenskej vetvy sa v strope otvára komínovité pokračovanie s výškou 10 m, ktoré sa napája na vyššiu vývojovú úroveň. Tú tvorí rúrovitá chodba s voľným pokračovaním v dvoch smeroch.

Smerom nad známe časti chodby vytvára okno v strope Siene tektonických zrkadiel a následne pokračuje úzkou plazivkou mimo pôdorysu jaskyne. Plazivka je dlhá 21,5 m a končí sa zatiaľ neprekonaným zúžením.

Perspektívny smer ponad zával na konci Kladenskej chodby tvorí zo začiatku kompaktná chodba, ktorá prechádza do rozmernej chodby s celkovou dĺžkou 40 m a je silne poznačená rútením. Pred záverom tejto chodby, ktorý tvorí tiež zával, sa nachádza stúpajúca prepojka do ďalšej úrovne. Táto najvyššie položená chodba je tiež ukončená závalom. Celkové prevýšenie voči záveru Kladenskej chodby je 32 m a tu sa dosiahol aj najvyšší bod jaskyne, a tým denivelácia 373,10 m.

2.14. Sifón 17.14 a priestory za ním

Vstup do sifónu 17.14 je široký 1,5 m a vysoký 1 m. Polkruhovým otvorom sa začína chodba, vedúca na SSZ. Klesá pod uhlom 30° a postupne sa mení na horizontálnu puklinu. V hĺbke 4 m je zával, ktorý museli potápači pri prvých prienikoch rozobrať. Chodba pokračuje na sever 0,5 m vysokou puklinou, širokou až 3 m, končiacou malou sienkou (2×1 m). Tá sa nachádza v maximálnej hĺbke dosiahnutej v sifóne: -14 m. V pravej časti sienky prudko stúpa chodba, ústiaca do vertikálnej pukliny, orientovanej v smere J – S. Puklina je prielezná len s usporiadaním fliaš na boku potápača. Celý sifón je dlhý 50 m a končí sa na hladine v 1 m vysokej a 1,5 m širokej sieni. Sifón je takmer bez sedimentov, pri prieniku sa však viditeľnosť znižuje na nulu.

Malá sieň následne prechádza do úzkej výraznej pukliny v smere J – S. Je vysoká 5 – 7 m, v strope sú úzke nepriehľadné komíny. Puklina ďalej pokračuje SV smerom. Po 50 metroch od sifónu strop klesá pod úroveň hladiny. Je tu 1,5 m dlhý polosifón, označený ako sifón 17.15. Je hlboký 0,5 m, potápači ho prekonávajú na nádych. Cez uzavretú puklinu nad sifónom je možná verbálna komunikácia. Za polosifónom sa chodba mierne rozšíri, ale po pár metroch pokračuje puklinou širokou 0,3 m, ktorá stále smeruje na SV a končí sa v sieni s vodopádom. Ide o jeden z najväčších priestorov za sifónom 17.14: sieň je až 4 m široká a 15 m vysoká. Na ľavej strane má voľne ležiteľnú stenu, ktorá vo výške 5 m prechádza do horizontálnej lavice. Nad ňou je komínovitý priestor, vysoký ďalších 5 m.

Dno siene tvoria veľké balvany. V SV časti sa zužuje na šírku 0,5 m a z výšky 12 m padá vodopád z okna $0,5 \times 1,5$ m celý prietok potoka. Vodopád sme prekonali pomocou lezeckého stĺpu. Ďalej pokračuje uklonená puklina takmer presne na sever. Na jej dne tečie potok. Po 20 m sa chodba rozšíri do priestoru 4×3 m. V ľavej časti je stúpajúca chodba, ktorá sa pod uhlom 30° vracia nad známe priestory pred vodopádom (registrovali sme verbálnu komunikáciu). Končí sa nepriehľadnými plazivkami. Je celá pokrytá bahnom; ide pravdepodobne o povodňový prítok z priestorov pod planinou.

V priamom smere jaskyňa pokračuje jazerom orientovaným na SV. Má rozmery 10×3 m. V polovici jazera je strop znížený tak, že medzi ním a hladinou je necelých 20 cm. Jazero sa končí sifónom 17.16, dlhým 4 m a hlbokým 1,5 m. Za ním je ďalšia sieň s jazerom, chodba pokračuje na sever. Priestory už nie sú puklinovité, majú kruhový prierez. Jazero je na dne pokryté pieskom, v severnej časti piesočný nános vystupuje nad hladinu. Potok priteká na konci siene z pravej strany nepriehľadnou chodbou. Postup ďalej je možný tlakovým tunelom 1×1 m, dlhým 6 m. Ten sa končí v sieni s ďalším jazerom. Je hlboké až 5 m. V jeho ľavej časti po podplávaní skalnej kulisy je možné tesne pod hladinou vplávať do tlakového tunela. Má rozmery $0,8 \times 0,5$ m a zatiaľ nie je prekonaný.

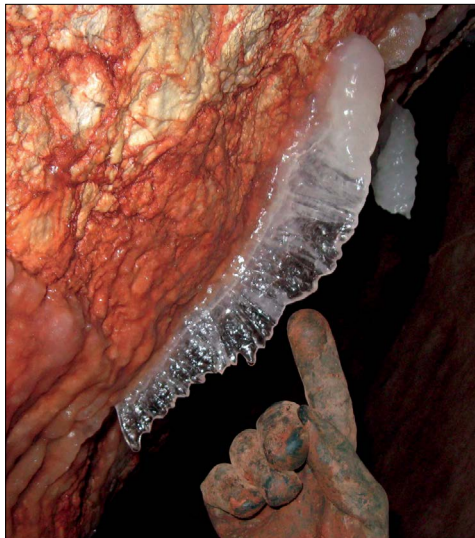
Jazero v sieni má rozmery 8×4 m. Nad jazerom je skalný previs. Cez previs sa dá postúpiť priechodom medzi balvanmi do priestoru širokého 15 m a vysokého 13 m. Pravdepodobne je možné v jeho strope pokračovať v komíne.

SEDIMENTY, SINTROVÁ VÝZDOBA

Zaujímavé fluvialne sedimenty boli známe a už dávnejšie opísané (Bónová et al., 2008). Pre celý priebeh aktívneho riečiska sú typické piesčité sedimenty s výskytom zaujímavých minerálov, najmä magnetitu a goethitu, ale neskôr sa zistil aj pyroluzit a ranciéit. V horizontálnych horných častiach jaskyne však nachádzame v riečisku už aj väčšie kusy týchto minerálov, často nedokonale opracovaných, svedčiacich o kratšom transporte. Ich zloženie sa tiež analyzovalo (Bónová et al., 2009). V priestore Siene za

sifónom sme nakoniec našli v sutine kúsky kôr tohto zloženia a za Tomášovou sieňou aj tmavé medzivrstvy v sintrach. Bude to iste zaujímavé v budúcnosti pre úvahy o paleoklíme v dobe migrácie týchto minerálov do jaskyne.

Z ďalších makroskopických zŕn sedimentov zaujmú okruhliaky kremeňa. Sú vyplavované zo sifónu 17.14, nie sú hojné, ale dajú sa nájsť medzi prevažne karbonatickými úlomkami a okruhliakmi hornín miestneho pôvodu. Majú azda totožnú genézu či



Obr. 4. Detail záclonkovitého priesvitného heliktitu. Foto: Z. Hochmuth

Fig. 4. Detail of curtain-shaped translucent helictite. Photo: Z. Hochmuth

provenienciu ako okruhliaky v blízkosti horného umelého vchodu v povrchovom odkryve. Priemer týchto okruhliakov je spravidla 5 – 7 mm, z celkového počtu nájdených cca 50 ks najväčší má priemer 10 mm.

Sivé íly. Oproti predpokladaným nánosom terra rossy zaujmú sivé plastické íly, ktoré sa nachádzajú v blízkosti sifónu 17.13, teda pred ním a aj v chodbe v „Nových častiach“. Očakávame ich rozbery, zjavne kaolinická prímes by mohla potvrdiť hypotézy o pôvode z Rudohoria, kde vznikli zvetraním magmatických hornín.

Sintrové kôry tvoria podstatnú časť výplne hlavne vyšších úrovní. V priestore Siene za sifónom sú polámané tektonicky, na priereze farebné s výraznou vrstvnatosťou a sú kompaktné. V priestoroch Tomášovej siene a Kladenskej chodby sa vyskytujú odvápnené, prekorodované a často sa úplne rozpadajúce. Boli už odobraté vzorky na určenie absolútneho veku (P. Bosák a kol.).

Heliktity, resp. iné excentrické sintrové formy sa vyskytujú najčastejšie na miestach, kde stropy nie sú vôbec pokryté sintrami. Zaujmú úplne priesvitné formy s lúčovým usporiadaním kryštálov, tvoriace záclonky alebo formy krídeliek. Nepoznáme podobné formy z iných jaskýň, azda iba v Hrušovskej jaskyni bol podobný, dnes už zničený útvar.

HYDROLÓGIA

Hornými časťami jaskyne preteká hlavný tok, ktorý sa prakticky nerozvetvuje a až po Tomášovu sieň nepriberá prítoky a zásadne ani nemení svoj prietok. O režime v blízkosti vyvieračky v dolných častiach sme diskutovali v príspevku v Spravodaji SSS (Hochmuth, 2001).

Režim prietoku v horných častiach bolo možné sledovať iba expedične, z náhodných návštev, ktoré sa však v období 2008 – 2011 konali takmer v týždennom intervale. Až na jar 2011 sa vybudoval v chodbe Meander 93 hydrometrický profil s perspektívou kontinuálneho sledovania.

Do istej miery však už vieme opísať základné črty vodného režimu. Základný prietok sa pohybuje okolo 2 – 3 l.s⁻¹, tento stav trvá väčšinu roka, v lete počas vegetačného obdobia a v zimných mesiacoch počas dlhšieho mrazivého obdobia. V lete je citlivosť na zrážky nižšia, čo zrejme súvisí s evapotranspiráciou na povrchu, avšak za dlhších zrážkových periód sa objavujú povodňové špičky bežne na úrovni 50 l.s⁻¹. Na jar alebo jeseň,

keď vegetácia nepohlcuje zrážky v dostatočnej miere a je aj nízka teplota a výpar na povrchu, pri silných, dlhšie trvajúcich zrážkach bol nameraný prietok vyšší ako 300 l.s^{-1} . Naopak, v dlhotrvajúcom období bez zrážok klesá jeho prietok pod cca 2 l.s^{-1} .

Jediný stály prítok sa nachádza v priestore Tomásovej siene, kde tesne pred vyústením sifónu 17.14 vteká doň potôčik pretekajúci Kladenskou chodbou. Jeho odhadovaný prietok v období sucha je asi $0,3 \text{ l.s}^{-1}$. Úlohou budúcnosti je sledovať aj režim tohto prítoku.

NÁČRT GENÉZY

Každého pozorného bádateľa zaujme zvláštna poloha horných častí jaskyne, ich vadózny charakter s freatickými úsekmi, ale najmä existencia rozľahlých subhorizontálnych úrovní vysoko nad dnom doliny, resp. kotliny a nehlboko pod povrchom planiny. Súčasne však nie je zreteľná žiadna výrazná afinita k povrchovým formám, závrutom, zlomovým líniam, hoci tie sa podrobne na povrchu sledovali (Labunová, 2008; Petrválská, 2009). Azda priebeh niektorých chodieb smeru Z – V by mohol súvisieť s okrajovými zlomami, ale to nevysvetľuje vyššie i z celého textu a mapy zrejmy charakter.

V súčasnosti pracujeme s hypotézou, že horizontálna úroveň, resp. jej horná fosílna časť sa vytvorila v období vrchného pliocénu, keď výškový rozdiel medzi povrchom planiny a dolinami recipientov v okolí bol práve tých 50 – 100 m. Svedčil by o tom vysoký vek sintrov, ako aj Fe a Mn sedimenty, ktoré sa v kvartérnom období nevytvárali. Po zarezaní sa tokov v súvis s tektonickým vyzdvihnutím a individualizáciou jednotlivých planín tieto priestory stratili pôvodnú funkciu a až neskôr boli využité ako kolektor súčasného odvodňovania, ktoré premodelováva ich nižšie časti, deštruuje sintrovú výplň a v snahe o dosiahnutie súčasnej hladiny krasovej vody vytvára vodopádové a priepastné úseky.

ZÁVER

V jaskyni Skalistý potok iba pomaly a postupne sa darí poznávať jej ťažko schodné priestory v masíve južnej časti Jasovskej planiny. Ani po viac ako 25 rokoch nepovažujeme základné speleologické problémy za vyriešené – v priamom smere jaskyňa takmer dosiahla ústie Hájskej doliny, avšak v značnej hĺbke, horné časti možno dosiahnu povrch, ale o zdrojnicách a zbernej oblasti stálych tokov máme iba hypotézy. Teraz, po otvorení vchodu a dokonalom mapovaní a prieskume dosiahnuteľných častí jaskyne, je priestor na vedecký výskum, ale aj na ďalšiu prolongáciu.

Poďakovanie. Za pomoc pri mapovaní, prieskume a budovaní infraštruktúry ďakujeme zo speleológov najmä J. Kovalikovi, J. Miklošovi, F. Chovancovi, N. Lackovi, S. Čúzyovej, N. Dankovi, P. a Š. Šusterovcom, G. a F. Majerníčkovým, z tímu potápačov z Prahy a Brna M. Manhartovi a R. Husákovi a za rádi sondáž manželom Ondrouchovcom a iným.

Príspevok je jedným z výstupov vedeckého grantového projektu Ministerstva školstva SR VEGA č. 1/0161/09 „Morfológia a genéza predkvartérnych jaskynných systémov v Západných Karpatoch“, ktorý sa riešil na Ústave geografie Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach v rokoch 2009 – 2011.

LITERATÚRA

BELLA, P. 1994. Genetické typy jaskynných priestorov Západných Karpát. Slovenský kras, 32, 3–22.
BÓNOVÁ, K. – BAČÍK, P. – DERCO, J. 2009. Pyroluzit a ranciéit z jaskyne Skalistý potok (Slovenský kras, východné Slovensko). Mineralia Slovaca, 41, 511–518.

- BÓNOVÁ, K.–DERCO, J.–HOCHMUTH, Z. 2008. Mineralogické štúdium sedimentov jaskyne Skalistý potok (Slovenský kras). *Geographia cassoviensis*, 2, 1, 13–18.
- HOCHMUTH, Z. 1989. Výsledky speleopotápačského prieskumu jaskyne Skalistý potok. Slovenský kras, Martin, 3–16, 8 str. máp.
- HOCHMUTH, Z. 1992. Novšie poznatky z prieskumu jaskyne Skalistý potok a morfológia častí objavených v rokoch 1989 – 1990. Slovenský kras, 30, 3–15.
- HOCHMUTH, Z. 1993. Skalistý potok – denivelácia 287 m (-15 m, +287 m). *Spravodaj SSS*, 4, 4–6.
- HOCHMUTH, Z. 1995. Prieskum jaskyne Skalistého potoka v roku 1994. *Speleofórum*, 37–38.
- HOCHMUTH, Z. 1999. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. Slovenská speleologická spoločnosť, Prešov – Košice, 164 s.
- HOCHMUTH, Z. – HUTŇAN, D. 2001. Skalistý potok – 1000 m nových objavov. *Speleofórum*, 48–51.
- HOCHMUTH, Z. 2001. Príspevok k poznaniu vodného režimu prameňa Skalistý potok. *Spravodaj SSS*, 32, 4, 35–37.
- HOCHMUTH, Z. 2008. Skalistý potok má horný vchod. *Spravodaj SSS*, 39, 1, 42–51.
- HOCHMUTH, Z. 2010. Paleokras a predkvartérny kras východného okraja Slovenského krasu. Zborník abstraktov z 15. kongresu Slovenskej geografickej spoločnosti a 6. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov, UPJŠ, Košice, 85.
- HOCHMUTH, Z. 2011. Tunel v jaskyni Skalistý potok. *Spravodaj SSS*, 42, 55–60.
- HUTŇAN, D. 2000. Skalistý potok – nové objavy. *Spravodaj SSS*, 31, 1, 24–26.
- LABUNOVÁ, A. 2009. Krasová morfológia Jasovskej planiny. *Aragonit*, 14, 2, 169.
- PETRVALSKÁ, A. 2010. Morfometrická analýza závrto v príklade Jasovskej planiny. *Geomorfologia Slovaca et Bohemica*, 10, 1, 33–44.
- TERRAY, M. 2000. Hľadanie horného vchodu do systému Skalistého potoka. *Spravodaj SSS*, 31, 4, 5–7.

SURVEY, TOPOGRAPHY AND GENESIS LAYOUT OF THE UPPER PARTS OF THE SKALISTÝ POTOK CAVE (SLOVAK KARST)

S u m m a r y

The exploration of the Skalistý potok Cave gradually brings more light into understanding of this part of the Jasovská planina Plateau. After more than 25 years of surveying the cave, many speleological problems remain unresolved. Moreover, prolongation of surveyed corridors in every direction is likely. After opening the entrance in the upper parts of the cave, detailed mapping and survey of the reachable parts we gathered enough useful facts in terms of solving the main questions of the genesis. On the basis of these findings, we can identify several palaeolevels 250 metres above the bottom of the valley in the length of 2 kilometres. They are drained by a water stream of unknown origin and source location. The Pre-Quaternary Age is indicated by old, corroded speleothems, large calcite crystals and manganese crusts. There is no apparent affinity towards superficial landforms, dolines, even though these were ground surveyed and mapped in detail. Only some corridors of the W – E directions can be related with the fault directions in the marginal parts of the karst plateau.

We suggest the horizontal level of the cave (i. e. its fossil part) was formed in the Upper Pliocene. In that time, the relative relief between the plateau and the valleys was about 50 – 100 metres. This is indicated by the high age of the speleothems and Fe- and Mn- sediments which were not formed in the Quaternary. Tectonic uplift caused individualisation of particular plateaux in the subsequent evolution. For that reason, the cave room lost his original function and they became the current water collector only later on. This water reforms the lower parts of the cave, destroys the speleothems and it creates waterfalls and abyssal sections by attempting to reach the current water level in the karst massif.

Príloha 1: Mapa horných častí jaskyne Skalistý potok

Appendix 1: A map of upper parts of the Skalistý potok Cave

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	123 – 132	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

POZNÁMKY KU GEOMORFOLÓGII A TOPOGRAFII MALEJ STANIŠOVSKÉJ JASKYNE

PETER HOLÚBEK

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Ulica 1. mája 38, 031 01 Liptovský Mikuláš;
holubek@smopaj.sk

P. Holúbek: Comment to geomorphology and topography of the Malá Stanišovská Cave

Abstract: The Malá Stanišovská Cave is a part of the cave system with the length of 6.5 km created in the Stanišovská Valley, to which three important localities (the Stanišovská Cave, the Nová Stanišovská Cave, and the Malá Stanišovská Cave) belong. They originated by allochthonous waters coming from granitic basics of the Low Tatras Mts. and they are genetically connected to each other. The Stanišovská Valley importantly influenced their development. By its cutting into the Slemä (1,514 m a. s. l.) and the Smrekovica (1,285 m a. s. l.) masifs there were uncovered entrances into these caves. Now they are independent localities that are not speleologically interconnected.

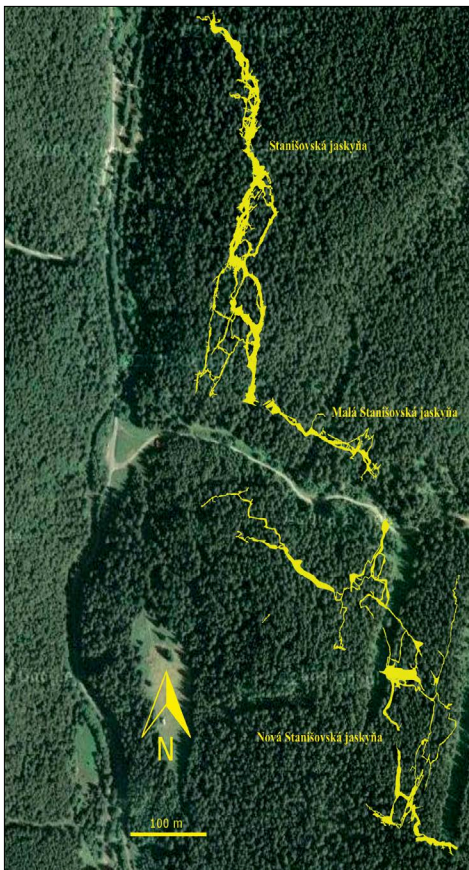
Key words: Low Tatras Mts., Jánska Valley, Malá Stanišovská Cave, Štiavnica

ÚVOD

Malá Stanišovská jaskyňa patrí spolu so známejšou a dlhšou Stanišovskou jaskyňou a vývojovo súvisiacou Novou Stanišovskou jaskyňou (obr. 1) k lokalitám, ktoré sa nachádzajú pri ústí Stanišovskej dolinky do Jánskej doliny v severných svahoch Nízkych Tatier v katastrálnom území obce Liptovský Ján. Ich opis do slovenskej speleologickej literatúry priniesol Droppa (1961), ktorý ich zamerl a nakreslil do jednej mapy, domnievajúc sa, že ide o jeden systém. V Spravodaji SSS 1, 1996 bola v príspevku F. Bernadoviča uverejnená mapa Malej Stanišovskej jaskyne, ktorú zamerlali účastníci mapovacieho kurzu v roku 1994 pod vedením Z. Hochmutha. Podrobne sa Stanišovskou jaskyňou zaoberal Hochmuth (2003) a Novou Stanišovskou jaskyňou Hochmuth a Holúbek (1996), možnosťami súvisu a prepojenia Malej a Novej Stanišovskej jaskyne Holúbek (2011). Stanišovská jaskyňa spolu s Malou Stanišovskou jaskyňou sú známe odnepamäti a ich históriu približne do konca 20. storočia spracoval Lalkovič (2010). Malej Stanišovskej jaskyni sa v literatúre nevenovala taká pozornosť ako iným lokalitám v tejto oblasti a jej dĺžka 320 metrov, ktorá sa dlhé roky nemenila, po nových objavoch v roku 2007 vzrástla na 871 metrov. V tomto príspevku by sme chceli širokej jaskyniarскеj verejnosti sprístupniť nové skutočnosti, ktoré sa objavili za posledné roky.

GEOLOGICKÁ STAVBA

Podrobne sa geologickej stavbe Stanišovskej a Malej Stanišovskej jaskyne venoval Marušin (1998). Dnes známe priestory jaskyne sú vytvorené v masívnych gutensteinských vápencoch stredného triasu chočského príkrovu. Vápence sú tmavosivé, miestami s bielym kalcitovým žilkovaním. Sú výrazne doskovité, čo sa prejavuje tak v povrchových



Obr. 1. Topografická situácia jaskýň v Stanišovskej doline. Zostavili: Speleoklub Nicolaus a Komisia pre potápanie, pracovná skupina Východ
 Fig. 1. Topographical sketch of caves in the Stanišovská Valley. Compiled by Speleoklub Nicolaus and Komisia pre potápanie, pracovná skupina Východ

že východné priestory jaskyne sa nachádzajú približne 5 metrov pod dnom Stanišovskej dolinky. Na hlavnú chodbu, ktorá vytvára na dvoch miestach (m. b. 6 – 8; m. b. 16 – 19) paralelné, nad sebou ležiace tunely, sa napája viac bočných labyrintových priestorov s dĺžkou viac ako 600 m; tie sa však príliš nevzďaľujú od priestorov hlavnej chodby. V nasledujúcom texte sa opisujú hlavné odbočky.

Oblasť spodného vchodu

V oblasti spodného (severozápadného) vchodu sa nachádza smerom na sever sklone- ný zasutinený priestor, ktorý sa objavil na konci 20. storočia na popud Z. Hochmutha, keď sa hľadalo prepojenie na Stanišovskú jaskyňu. V horizontálnej chodbe sa severne od m. b. 2 začala hľbiť sonda, ktorá po krátkom kovaní prekvapivo vyústila do voľ- ných priestorov. S cieľom preniknúť ďalej sa tu vykopalo niekoľko kubických metrov sutiny, no postúpiť sa nikam nepodarilo. Celá oblasť spodného vchodu sa týmto zása- hom značne zmenila. Na jar roku 2010 sa severne od polygónu medzi m. b. 2 a 3 pod

výstupoch, ako aj v jaskynných priesto- roch. Dosky sú hrubé najčastejšie 15 až 20 cm, ale miestami majú hrúbku aj nad 30 cm a hrali významnú úlohu v mecha- nickom opadávaní horniny pri rozširovaní podzemných chodieb jaskyne. Ukážkové zvetrávanie vápencových dosiek je mož- né pozorovať v západnom, teda nižšom vchode do jaskyne, kde vplyvom strieda- nia ročných teplôt zo stropu opadávajú vá- pencové platne s hrúbkou 20 cm.

OPIS JASKYNNÝCH PRIESTOROV

Malá Stanišovská jaskyňa predstavuje inaktívnu fluviokrasovú lokalitu s dĺžkou 871 m a deniveláciou medzi najvyšším (m. b. 154, zasintrovaný komín v Poschodí Miloša Krna s nadmorskou výškou 771,5 m) a najnižším bodom (m. b. 127, dno vykopanej priepasti s nadmorskou výškou 748,0 m) 24 metrov. Jaskyňa má dva vchody nachádzajúce sa v nadmorských výškach 766 a 768 metrov, ktoré ústia do vstupného priestoru, z ktorého na východ vedie hlavná chodba. Hlavnú časť jaskyne tvorí priestranná riečna chodba s profilom 3 × 5 m (š × v), ktorá je po 200 metroch na východe ukončená rozsiahlym závalom smerujúcim na povrch, čo bolo overené lavínovými vyhľadávачmi. Zameraná vzdialenosť od závalu na povrch v pravej strane Stanišovskej doliny, neďa- leko dna doliny, je 15 metrov, čo znamená,

vplyvom váhy asi 1,6 metra vysokého ľadového stalagmitu s priemerom pri zemi 40 cm prepadla podlaha jaskyne do voľných priestorov a v sutine vznikla diera s priemerom 60 cm a hĺbkou 1 m. Predpokladáme, že ide o prírodný proces a aj bez narušenia miesta výkopovými prácami by sa ľadový útvar prepadol nižšie. V zimnom období sme severozápadne od m. b. 2 dlhodobo pozorovali inovať, ktorá vznikala z teplého vzduchu vystupujúceho z neznámych častí jaskyne (obr. 2). Jaskyniari z Liberca sa pokúšali na tomto mieste sondovať. V ich výkope P. Vaněk v roku 2009 presvietil pomedzi skaly do voľného priestoru a po krátkom kopaní sa tu preniklo do menšej sienky s objemom 10 m³. Jej západné ukončenie predstavuje komín, v ktorom sa sondovalo; ústí však na povrch, dokonca v priestore medzi Malou a Stanišovskou jaskyňou bolo zreteľne počuť kopajúceho jaskyniara. Zaujímavejší je smerom na severovýchod klesajúci zasutinený priestor, z ktorého zrejme ide aj prievan, avšak pre rozsiahle výkopové práce sme v jeho smere nepokračovali.



Obr. 2. Ľadové útvary v oblasti horného vchodu.
Foto: P. Holúbek
Fig. 2. Ice formations close to the upper entrance.
Photo: P. Holúbek

Oblasť tesných chodieb medzi vchodmi a Sieňou

Hlavná chodba jaskyne medzi m. b. 6 až 8 má paralelnú, spodnú prepojku, z ktorej na juh vybiehajú tesné rúrovité chodby s priemerom do 120 cm; ich smer sa po 4 metroch mení na smer totožný s hlavnou chodbou a po 20 metroch sa končia v závale, pochádzajúcom pravdepodobne zo zvetrávania stien v hlavnej chodbe. Je tu však možnosť, že pokračujú za m. b. 117 ďalej na sever a potom azda ústia dnes zanesenými priestormi aj do neďalekej Stanišovskej jaskyne. Prievany, ktoré by to mohli potvrdiť, sa tu nezaregistrovali. Priamo nad m. b. 10 sa nachádza v strope fragment rúrovitých riečnych chodieb, ktoré azda vývojovo súvisia s rúrovitými chodbami v Poschodí Miloša Krna. Ide o akúsi tunelovitú prepojku, ktorá má zasutinené pokračovanie na sever, kde by sa po výkopových prácach mohlo postúpiť ďalej. Povrch tejto neprieleznej odbočky je pokrytý starým zvetraným sintrom a ostrohrannou sutinou, prievan tu cítiť nebolo.

Výkop pri m. b. 11

Pri m. b. 11 bol pôvodne krátky výbežok chodby smerujúcej na sever. Skupina jaskyniarov združená okolo P. Pokrievku st., R. Jastrabíka a M. Jurečku tu postúpila po výkopových prácach v hlinených sedimentoch obsahujúcich sľudu do tesnej chodby, ktorá sa po 20 metroch vetví na smer severný a východný. V ďalšom pokračovaní bránia sedimenty. Výrazný prievan tu necítiť, takmer celá chodba sa v období zvýšených vodných stavov zatápa. Predpokladáme, že ide o priestory, ktoré priamo nesúvisia s vývojom hlavnej chodby a vytvorili sa až po vzniku hlavnej chodby.

Poschodie Miloša Krna

Tieto priestory objavili až 8. 12. 2007 jaskyniari P. Vaněk, P. Holúbek, P. Magdolen a J. Šurka pri prieskume stropných častí jaskyne duralovým výsuvným rebríkom. Chodba s freatickým rúrovitým profilom 1,5 m generálne smeruje na západ (obr. 3). Dnes sa



Obr. 3. Riečny profil chodby v Poschodí Miloša Krna. Foto: P. Holúbek
 Fig. 3. A river profile of the passage in the Miloš Krno's Storey. Photo: P. Holúbek



Obr. 4. Sieň s nápismi. Foto: Z. Ladygin
 Fig. 4. A hall with inscriptions. Photo: Z. Ladygin

Labyrint pod sieňou s nápismi

V siení, kde sa vyskytuje najviac nápisov v jaskyni (obr. 4), pri m. b. 20, sa nachádzajú úzke, zasintrované vertikálne prepojky (m. b. 96 – 98; m. b. 123 – 125) s deniveláciou okolo 5 metrov, ktoré ústia do tesných chodieb zanesených pieskom a hlinou, na konci ktorých jaskyniari okolo R. Jastrabíka vykopali studňu (m. b. 68 – 127) s hĺbkou 9 metrov. Ide o zachovaný fragment riečnych chodieb, ktoré sú pravdepodobne staršie ako hlavná chodba. V okolí studne sú chodby do značnej miery pozmenené vykopaným materiálom. Myslíme si, že jedno z pokračovaní Malej Stanišovskej jaskyne sa nachádza východne od m. b. 68 a ide o pieskom zanesený sifón.

do nej nedá dostať, lebo prístup je zasypávaný pieskom vyťaženým z odbočky vedúcej na severovýchod. Chodba sa končí po 30 metroch jazierkom a zasintrovaním tak, že za m. b. 87 sa nachádza neprielezná úžina široká iba niekoľko centimetrov. Zvukovo (počúť hlasy), hydrologicky (voda vyšplechnutá z jazierka sa objaví po pár sekundách v neprieleznej úžine) a zda aj geneticky táto časť jaskyne súvisí s fragmentom tesných chodieb vytvorených nad m. b. 14. Zaujímavosťou tu je tesná, 3 metre hlboká priepasť vytvorená severne od m. b. 110, ktorá nezapadá do sústavy tesných chodieb v Poschodí Miloša Krna. Od m. b. 82 smeruje na severovýchod v piesku tvorenom najmä materiálom zo žulového jadra Nízkych Tatier vykopaná chodba, ktorá po 20 metroch ústila po prebití sintrovej platne do 1,5 metra vyššie situovanej chodby podobného profilu, takisto zanesenej pieskom. Po kopaní sa tu po 10 metroch chodba v smere na severovýchod skončila neprieleznou úžinou a náhle a nelogicky otočila na juh, pričom sa spojila so sondou, ktorú jaskyniari z SK Nicolaus začali kopat' aj v pieskovom sífóne severne od m. b. 76. Je tu istá možnosť postupu v komíne nad m. b. 154 a v tesnej úžine pri m. b. 141, ale necítiť tam prieván, najlepšie vodidlo do neznámych častí. Komín však pravdepodobne komunikuje s povrchom, pretože sme tu našli kosti 1 jedinca plcha *Glis glis* a 1 jedinca netopiera *Myotis mystacinus* (určil J. Obuch, apríl 2008).

Východné ukončenie jaskyne

Hlavná chodba sa končí sieňou s pôdorysnými rozmermi 6×10 metrov a výškou 6 metrov. Z nej vybíhajú na juhovýchod dve chodby. Hlavná je pri m. b. 30 ukončená zhora visiacim závalom, v ktorom sa jaskyniari združení okolo Z. Hochmutha pokúšali neúspešne sondovať. Paralelne s touto chodbou sa ťahá úzka plazivkovitá chodba, ktorá na dvoch miestach ústi do siene zaplnenej jazerom s pôdorysnými rozmermi 15×2 metre a priemernou hĺbkou 70 cm. Toto jazero v 80. rokoch 20. storočia jaskyniari z Liptovského Mikuláša vyčerpali; ďalšie pokračovanie sa v zasintrovanom priestore nenašlo, objavená bola iba 15 metrov dlhá rúrovitá chodba končiaca sa neprieleznou zúženinou. Správu o tom podáva F. Bernadovič (1996). Na východe a juhu je tento priestor ukončený zhora visiacim závalom (m. b. 157), ktorý je pravdepodobne ten istý ako pri m. b. 30. Na juhozápad zo siene vybíha zväčša vykopaná chodba s dĺžkou 20 metrov, ktorá smeruje pod dno Stanišovskej dolinky. Často je zatápaná a končí sa závalom. V mohutnom sintrovom náteku medzi m. b. 21 a 22, bližšie k m. b. 21, sa nachádza tesná chodba smerujúca na severovýchod, na konci s neprieleznou zúženinou.

VÝPLŇ JASKYNE

Steny a strop Malej Stanišovskej jaskyne tvoria sintrové náteky a obnažené doskovité gutensteinské vápence. Stalaktity a stalagmity sú ojedinelé, často poškodené. Sintrová výzdoba jaskyne je celkove slabo zastúpená, poškodená alebo zadymená. Dno jaskyne pokrýva hlinito-kamenitá sutina, miestami s väčšími zrútenými balvanmi. V tesných freatických rúrovitých častiach jaskyne sa vyskytuje jemný piesok pochádzajúci zo žulového kryštalického jadra Nízkych Tatier, v ktorom sa nachádza veľa sfudového materiálu. Kostí stavovcov sa v jaskyni na povrchu sedimentov nevyskytujú, iba pri sprístupňovacích prácach v roku 2009 sa v sutine našli fragmenty kostí domácich zvierat a fragment stredovekého hlineného črepu. V západnej časti jaskyne v okolí m. b. 36 lokalizovala M. Orvošová kryogénnu práškovno-pieskovú akumuláciu sintra.

HYDROLÓGIA JASKYNE

Jaskyňou dnes nepreteká aktívny vodný tok. Menšie toky s výdatnosťou rádovo dl.s^{-1} sa tu vyskytujú iba v období zvýšených zrážok a topení sa snehu. Z komína pri m. b. 15 a z chodieb ústiacich do hlavnej chodby pri m. b. 108 vyteká tok, ktorý 22. 7. 2011 zatopil časť jaskyne (m. b. 15 – 61) tak, že ju nebolo možné prevádzkovať pre turistov, pretože výška hladiny tu dosiahla 100 cm a na miestach chodníka 30 cm. Odhadom tam bolo okolo 30 m^3 vody, ktorá po skončení dažďov za niekoľko dní vsiakla do podlažia. V období zrážok sa zatápa aj vykopaná priepasť (m. b. 69), kde evidujeme 8 metrov hlboké jazero, ktoré sa po naplnení postupne stráca v blatistých sedimentoch. V závere jaskyne (m. b. 129) sa nachádza jazero s odhadovaným objemom 40 m^3 , v ktorom sa sústreďuje skvapová voda z východnej časti jaskyne.

MIKROKLÍMA JASKYNE

Z hľadiska prúdenia vzduchu ide o zaujímavú lokalitu. Výrazný a citeľný prievan je medzi dvoma blízko situovanými vchodmi (m. b. 1; m. b. 4), medzi ktorými je výškový rozdiel iba 1,5 metra. Nižšie položený západnejší sa správa ako spodný vchod v letnom aj v zimnom období, opačne je to s vyššie položeným východnejším vchodom. V ostatných



Obr. 5. Vyšší, východnejší vchod do jaskyne v mrazivom počasí. Foto: P. Holúbek
 Fig. 5. An upper, more eastwardly located cave entrance during the freezing weather conditions. Photo: P. Holúbek

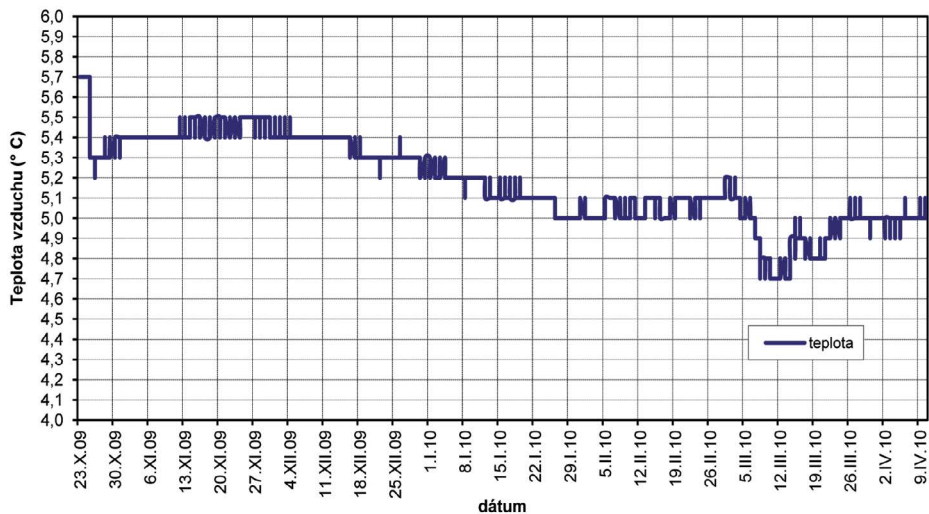
častiach jaskyne výraznejší prieván neregistrujeme. Podľa nášho názoru prieván medzi obidvoma vchodmi spôsobuje nasávanie jaskynného vzduchu, čo má za následok, že v letnom období vyteká zo spodného vchodu studený prieván a naopak v zimnom vyfukuje z horného vchodu. O takejto schéme prúdenia svedčia aj niekoľko mesiacov trvajúce merania v koncovej časti jaskyne (m. b. 157) a v časti pod prvým rebríkom (m. b. 10). V letnom režime prúdenia sa jaskyňa východne od vchodov do jaskyne otepľuje a naopak v zimnom ochladzuje. Je možné, že prúdenie vzduchu v jaskyni ovplyvňujú aj iné, nám neznáme prievany, ktoré sa doteraz nepodarilo nájsť. V južnejšie ležiacej Novej Stanišovskej jaskyni registrujeme v Chodbe vedúcej k povrchu v zimnom období prieván, ktorý smeruje na Malú Stanišovskú jaskyňu a je možné, že vedie práve do Malej Stanišovskej jaskyne. Vzdušnou čiarou je to o niečo viac ako 100 metrov; skúš-

Tab. 1. Meranie klimatických pomerov 10. 4. 2010
 Tab. 1. Measuring of climatic conditions, April 10, 2010

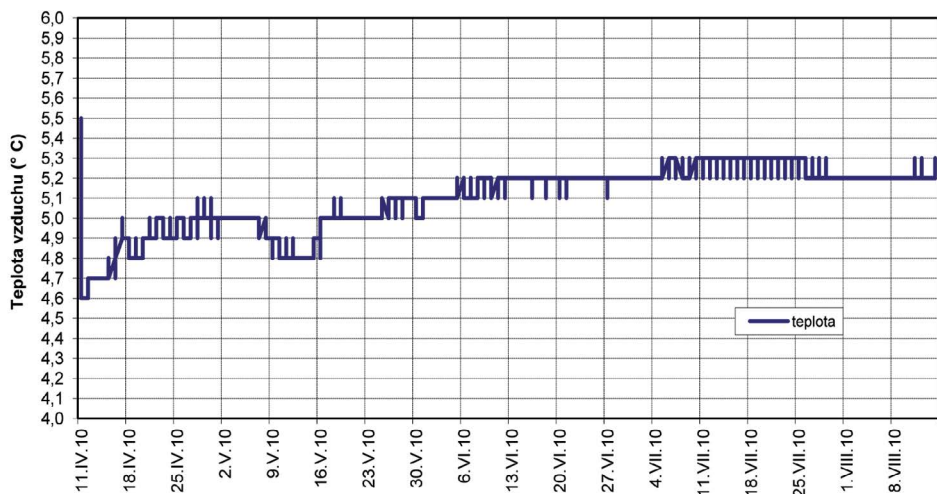
Parameter Stanovište	Teplota vzduchu (° C)	Relatívna vlhkosť vzduchu (%)	Rosný bod (° C)	Obsah O ₂ (%)	Obsah CO ₂ (%)	Absolútna vlhkosť vzduchu (g.m ⁻³)
Pred vchodom	5,11	63,1	-1,5	15,46	0,2	3,4
Pri chatke	5,88	59,2	-1,3	15,64	0,2	3,4
m. b. 3	2,40	86,8	1,2	15,36	0,2	4,0
m. b. 6	2,83	97,7	2,6	15,22	0,3	4,5
m. b. 9	2,22	96,5	2,0	15,22	0,3	4,4
m. b. 12	3,19	97,3	2,9	15,14	0,3	4,7
m. b. 14	3,24	95,6	2,9	15,38	0,3	4,6
m. b. 15	3,51	96,2	3,1	15,22	0,3	4,7
m. b. 59	3,75	95,3	3,2	15,14	0,3	4,7
m. b. 20	4,56	93,8	3,6	15,16	0,3	4,9
m. b. 22	4,89	96,9	4,3	15,22	0,3	5,1
medzi m. b. 16 – 17	3,72	95,8	3,2	15,36	0,2	4,7
medzi m. b. 15 – 16	3,73	96,6	3,2	15,36	0,3	4,7
m. b. 37	1,98	99,3	1,8	15,38	0,3	4,4

ka so zafarbením vzduchu v zimnom období by azda priniesla informáciu o tom, či sú tieto dve lokality spojené vzdušným prúdením. V jaskyni sme s pomocou RNDr. J. Zelinku uskutočnili viac meraní, ktoré tu uverejňujeme (tabuľky 1 – 6).

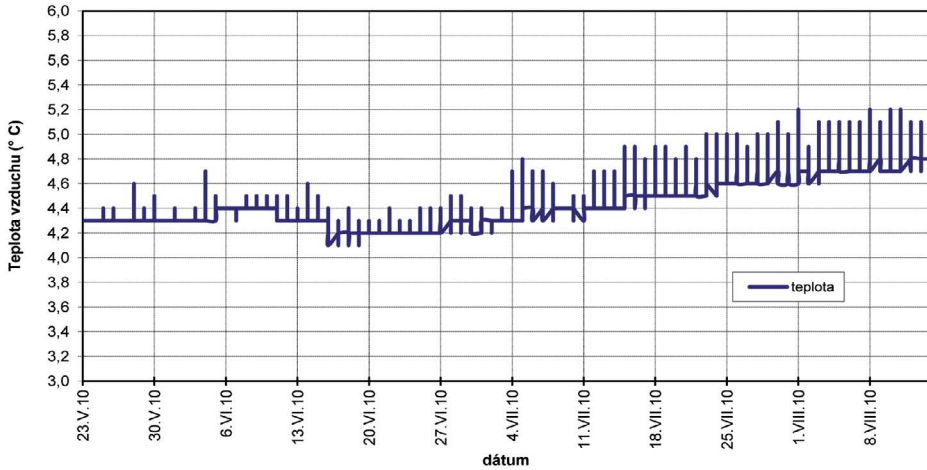
Tab. 2. Priebeh teplôt na konci jaskyne pri m. b. 157 od 23. októbra 2009 do 9. apríla 2010
 Tab. 2. Graph of temperature at the end of the cave, measuring point 157, from October 23, 2009 till April 9, 2010



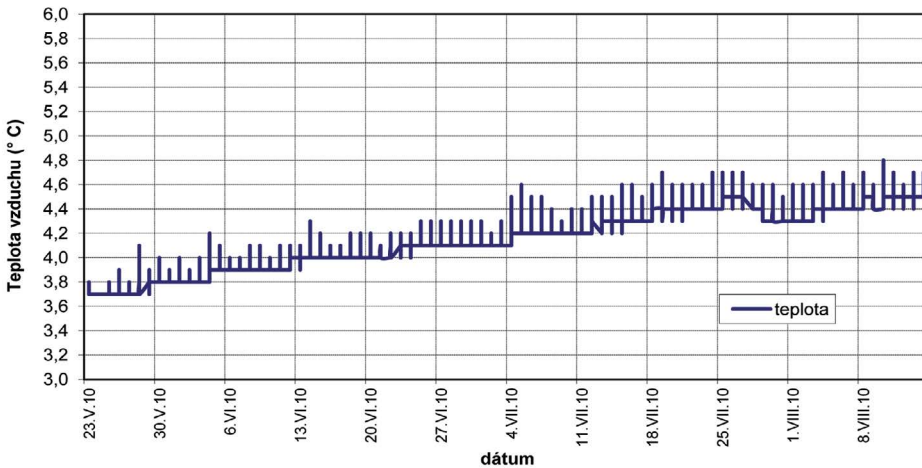
Tab. 3. Priebeh teplôt na konci jaskyne pri m. b. 157 od 11. apríla 2010 do 8. augusta 2010
 Tab. 3. Graph of temperature at the end of the cave, measuring point 157, from April 11, 2010 till August 8, 2010



Tab. 4. Priebeh teplôt v hornej časti rebrika pri m. b. 10 od 23. mája 2010 do 8. augusta 2010
 Tab. 4. Graph of temperature in the upper part of the ladder, measuring point, 10 from May 23, 2010 till August 8, 2010



Tab. 5. Priebeh teplôt v dolnej časti rebrika pri m. b. 10 od 23. mája 2010 do 8. augusta 2010
 Tab. 5. Graph of temperature in the lower part of the ladder, measuring point, 10 from May 23, 2010 till August 8, 2010



GENÉZA JASKYNE

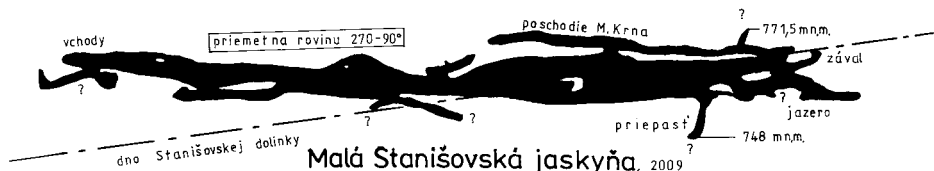
Malá Stanišovská jaskyňa je genetickou súčasťou podzemných priestorov, ktoré boli pretekané vodami Štiavnice pochádzajúcimi z kryštalického jadra Nízkych Tatier. Jej genézou sa zaoberal A. Droppa (1961) a genézou blízkej Stanišovskej jaskyne aj Z. Hochmuth (2003). Hlavná chodba Malej Stanišovskej jaskyne iba mierne stúpa na rozdiel od Stanišovskej dolinky. Jej vchod (m. b. 1) sa nachádza 17 metrov nad dnom dolinky a koncová časť (m. b. 22) 5 metrov pod jej dnom, čo je veľmi podobné situácii v Demänovskom jaskynnem systéme. V Malej Stanišovskej jaskyni podobne ako v Novej Stanišovskej jaskyni však na rozdiel od Stanišovskej jaskyne nie je vytvorená úro-

Tab. 6. Meranie klimatických pomerov 17. 7. 2010 medzi vstupmi do jaskyne v čase od 11:00 do 12:30, pomerne vysoká návštevnosť

Tab. 6. Measuring of climatic conditions, July 17, 2010 between the cave visits in time from 11.00 till 12.30, relatively high attendance rate

Parameter Stanovište	Teplota vzduchu (° C)	Relatívna vlhkosť vzduchu (%)	Rosný bod (° C)	Obsah CO ₂ (%)	Absolútna vlhkosť vzduchu (g.m ⁻³)
Pred vchodom	25,73	54,6	16,2	0,2	11,5
Pri chatke	28,33	47,3	15,9	0,2	11,3
m. b. 3	10,37	91,7	9,4	0,2	7,3
m. b. 6	6,02	96,7	6,0	0,3	5,8
m. b. 9	5,23	97,9	5,3	0,4	5,8
m. b. 12	5,11	98,9	5,1	0,4	5,4
m. b. 14	5,23	98,2	5,1	0,4	5,4
m. b. 15	4,98	99,4	5,0	0,4	5,4
m. b. 59	4,88	99,2	4,9	0,4	5,4
m. b. 20	5,56	98,2	5,3	0,4	5,5
m. b. 22	5,72	96,6	5,3	0,4	5,4
medzi m. b. 16 – 17	5,10	98,9	5,0	0,4	5,4
medzi m. b. 15 – 16	5,06	98,5	4,8	0,4	5,3
m. b. 37	4,32	99,2	4,3	0,4	5,1

veň, ktorá by zodpovedala úrovni Klenotnice. Možno tu pozorovať v profile pri m. b. 16 vznik rozmernej riečnej chodby. Pri strope je v nadmorskej výške 766 metrov vytvorený rúrovitý kanál s priemerom 60 cm, súvisiaci s podobnými chodbami v Poschodí Miloša Krna a prechádzajúci do kruhovej chodby s priemerom 2 metre. V týchto freatických priestoroch prúdila voda pod tlakom a zmenou hydrologických pomerov a postupným zarezávaním vznikla dnešná vadózna chodba s výškou 6 metrov. V tejto oblasti sa dobre zachovali vírové jamky s rozmermi medzi nimi okolo 3 – 4 cm, svedčiace o prúdení vody z východu na západ. Otázkou ostáva pokračovanie jaskyne smerom na západ a východ. Na západ je pokračovanie na Stanišovskú jaskyňu pravdepodobne odrezané ústupom svahu. Na východe jaskyňa pravdepodobne ústi cez zával na povrch a azda tu niekde je aj spojenie na Novú Stanišovskú jaskyňu v oblasti Stanišovskej chodby. Je však otázne, či toto spojenie ešte dnes existuje a nie je zničené zarezaním sa Stanišovskej dolinky, pretože tieto priestory by sa mali nachádzať iba 5 metrov pod dnešným dnom Stanišovskej dolinky. Z doterajších poznatkov vyplýva, že hlavné pokračovanie Malej Stanišovskej



Obr. 6. Bokorys Malej Stanišovskej jaskyne so Stanišovskou dolinou

Fig. 6. A side view of the Malá Stanišovská Cave with the Stanišovská Valley

jaskyne môže byť aj v pieskom zanesených chodbách východne od m. b. 68. Spoľahlivú odpoveď na toto tvrdenie by mohla priniesť kopaná sonda v tejto oblasti.

LITERATÚRA

DOKUMENTAČNÝ MATERIÁL SK NICOLAUS

- DROPPA, A. 1961. Stanišovská jaskyňa na severnej strane Nízkych Tatier. Geografický časopis, 13, 296–307.
- HOCHMUTH, Z. 2003. Stanišovská jaskyňa, výsledky podrobného mapovania a revízneho geomorfologického výskumu. Slovenský kras, 41, 69–81.
- HOCHMUTH, Z. – HOLÚBEK, P. 1996. Geomorfologické pomery a topografia Novej Stanišovskej jaskyne. Slovenský kras, 34, 75–90.
- HOLÚBEK, P. 2011. Čo nové v Novej Stanišovskej jaskyni? Spravodaj SSS, 42, 2, 25–32.
- LALKOVIČ, M. 2010. Z histórie Stanišovskej jaskyne. Slovenský kras, 48, 1, 105–138.
- MARUŠIN, M. 1998. Konkrétne štruktúrno-geologické pomery v priestore Veľkej a Malej Stanišovskej jaskyne v Jánskej doline v Nízkych Tatrách. Slovenský kras, 36, 81–91.
- ORVOŠ, P. – ORVOŠOVÁ, M. 1996. Odhad veku horizontálnych jaskynných úrovní Jánskej doliny pomocou ich paralelizácie s terasami rieky Váhu. In Lalkovič, M. (Ed.): Kras a jaskyne, výskum, využitie a ochrana. Zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 95–101.
- VANĚK, P. 2007. Projekt sprístupnenia Malej Stanišovskej jaskyne, 64 s.

COMMENT TO GEOMORPHOLOGY AND TOPOGRAPHY OF THE MALÁ STANIŠOVSKÁ CAVE

S u m m a r y

Together with better known and longer Stanišovská Cave and the developmentally connecting Nová Stanišovská Cave, the Malá Stanišovská Cave belongs to localities situated near a mouth of the Stanišovská Valley into the Jánska Valley in the north slopes of the Low Tatras Mts. It is long 871 m. The main passage represents a river passage with a diameter of about 5 m with connecting narrow tube-shaped passages. The Malá Stanišovská Cave represents a genetic part of underground spaces through which waters from the Štiavnica River flowed. These waters came from a crystalline core of the Low Tatras Mts. A. Droppa (1961) was engaged in genesis of the Cave, and Z. Hochmuth (2003) aimed at genesis of the near Stanišovská Cave. A main passage of the Malá Stanišovská Cave only gently rises unlike the Stanišovská Valley. Its entrance is situated 17 m above the Valley bottom, and its end (eastern) part is 5 m under the Valley bottom what is very similar to situation in the Demänová Cave System. In the Malá Stanišovská Cave similarly as in the Nová Stanišovská Cave there is not created a level that would correspond to a level of the Klenotnica Cave. In the profile in m. b. 16 these is possible to observe origin of an extensive river passage. Near a roof at 766 m a. s. l. there is created a tube-shaped canal with a parameter of 60 cm connecting with similar passages in the Miloš Krno's Floor, and going to a circular vadose passage with a diameter of 2 m. In these phreatic spaces water flowed under pressure. By change of hydrological conditions a present passage with height of 6 m originated. In this locality there were well preserved whirlpool hollows at distance of about 3 – 4 m to each other. They testify to water flowed from the east to the west. On the west there is connection of the Cave to the Stanišovská Cave probably finished by slope recession. On the east the Cave probably empties on the surface, and maybe somewhere here there is also connection to the Nová Stanišovská Cave in the area of the Stanišovská passage. However, it is not known if connection still exists because of these spaces would be located only 5 m under a present bottom of the Stanišovská Valley. Knowledge gained up to now indicate that main connection of the Malá Stanišovská Cave can also be in passages silting by sands easterly from m. b. 68. A probe dug in this locality would bring a reliable answer on this statement.

Príloha 2: Mapa Malej Stanišovskej jaskyne

Appendix 2: A map of the Malá Stanišovská Cave

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	133 – 139	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

CAVE AEROSOL IN CÍSAŘSKÁ AND SLOUP-ŠOŠŮVKA CAVES (MORAVIAN KARST, CZECH REPUBLIC)

JIŘÍ FAIMON¹, JINDŘICH ŠTELCL^{1,2},
MIROSLAV KOMBĚREC¹, PETRA VESELÁ¹

¹ Department of Geological Sciences, Faculty of Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic; faimon@sci.muni.cz

² Department of Biology, Faculty of Education, Masaryk University, Poříčí 7, 603 00 Brno, Czech Republic

J. Faimon, J. Štelcl, M. Kombařec, P. Veselá: Cave aerosol in Císařská and Sloup-Šošůvka Caves (Moravian Karst, Czech Republic)

Abstract: Both the cave and outdoor aerosols are polydisperse systems consisting of (1) irregular particles up to 30 µm in diameter, (2) ultra-fine spherical particles of 30 – 100 nm in diameter, and (3) aggregates of the particles. Ca, Si, and Al dominate in the large particles of both the cave and external aerosols. In addition, Fe appears sporadically among dominant elements in aerosol of the Sloup-Šošůvka Caves. Metals (Zn > Cu > Pb), chlorine, and sulfur appear in minor/trace concentrations. Carbon and oxygen is dominant in ultra-fine particles. The particle stoichiometry indicates (i) carbonates/silicates in cave aerosol, (ii) silicates/gypsum in outdoor aerosol, and (iii) organic matter (debris of microorganisms, spores, and pollens) in both aerosol types. Particles formed by condensation reactions (e. g., the reaction of gaseous sulfur oxides with calcite/plagioclase or reaction of aquatic Ca and carbonate ions) probably contribute to the aerosol. In winter, total weight concentrations of the cave aerosol exceeded the outdoor aerosol concentrations. In summer, cave aerosol concentrations were at their minimum, while outdoor aerosol concentrations were near maximum. In contrast, the concentrations of ultra-fine particles 0.5 – 1 µm are roughly the same in environments. They are at minimum in summer and at maximum in winter. Our results indicate that actual cave aerosol is a complex mix of dominant outdoor aerosol and minor cave native aerosol. Only little difference between cave aerosol and external aerosol questions a special role of cave aerosols as a significant speleotherapeutic factor.

Key words: aerosol; atmosphere; cave; composition; concentration; morphology; outdoor; particle; season

INTRODUCTION

Aerosol is a system of liquid or solid particles of 1 nm – 10 µm in diameter dispersed in gas. Aerosol is relatively time-stable due to the electric repulsion forces between the particles. Condensation and dispersal are the main processes controlling aerosol formation. Aggregation and consequential sedimentation lead to aerosol decline. Aerosol origin is (1) natural or (2) anthropogenic. The natural aerosols are generally based on (1) dispersal of weathered rocks in terrestrial environment, (2) dispersal of water / foam in ocean environment, or (3) condensation of water vapor in atmosphere (e. g., Zhang et al., 2001). The anthropogenic aerosols are the result of a human activity like mining, industry or traffic. Cave aerosols are formed by dripwater dispersal, cave dust dispersal, and outdoor aerosol dragging. Cave aerosol is generally supposed to be a therapeutic factor at speleotherapy (Jirka, 2001). Aim of the work is (1) to obtain new informations

on aerosol particle morphology/composition, (2) to compare differences between cave and outdoor aerosols, and (3) to assess seasonal impact.

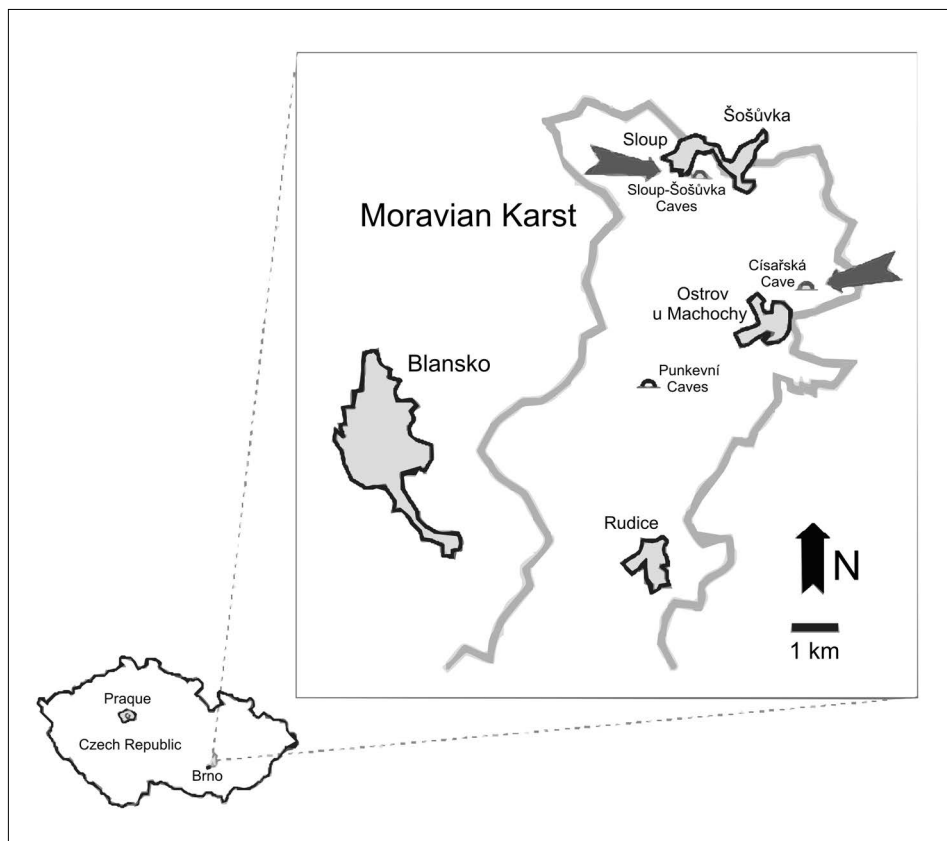


Fig. 1. A sketch map of sites the study

METHODS

The Císařská Cave, Sloup-Šošůvka Caves (North Part of the Moravian Karst), and sites before both of the caves were chosen as monitoring sites for the study. The monitoring was accomplished between December 2004 and April 2008. Both caves are used for speleotherapy. Besides, the Sloup-Šošůvka Caves are significant culturally-historical and archeological locality – especially one of its parts, the Kůlna Cave.

42 samples of cave/outdoor aerosols (particles bigger than 50 nm in diameter) in total were isolated by ultra-filtration (Komberec, 2006; Veselá, 2007). Monitoring frequencies were 5-times per year (Císařská Cave) and 18-times per year (Sloup-Šošůvka Caves). The device for ultra-filtration consists of (1) a probe with membrane filter (Pragopor 11, pores 50 ± 10 nm in diameter), (2) membrane vacuum pump (KNF, N 035.1.2 AN.18, 55 L/min), and (3) gas-meter (G5 RF1, $Q_{max} = 10$ m³/hod, 15 – 30 m³ per filter, ~ 70 hours per filter). After ultra-filtration, filters were (1) carbon-coated and (2) imaged / analyzed by electron microprobe (CAMECA SX 100, WDX) (large particles: point analyses, fine particles: large spot analyses). Based on SEM images, size distribution and weight concentrations of the particles were calculated. Selected filters were (1) gold-coated, (2)

imaged by high-resolution SEM (JSM 6700F JEOL) and (3) analyzed by EDXA (INCA, Oxford Instruments).

RESULTS

Morphology

The sampled aerosols consisted of (1) sharp-edged large particles (fragments < 30 μm in diameter), (2) ultra-fine particles (near spherical particles, 30 – 100 nm in diameter), and (3) aggregates of the ultra-fine particles (objects of 100 – 500 nm in diameter). Ultrafine particles / aggregates of cave aerosol are shown in Fig. 2. Some remarkable spherical particles with a warty surface sporadically appeared in aerosol, in the outdoor aerosol especially (Fig. 3). In our opinion, they are microorganisms or spores.

The particles lesser than 1 μm were dominant in both the cave and outdoor aerosols (see Fig. 4A). In contrast, big particles contribute more to the total weight concentrations (Fig. 4B).

Seasonal Impact

Total weight concentrations of both the outdoor and cave aerosols showed high seasonality (Fig. 5). Outdoor aerosol concentrations exceeded the cave concentrations during Summer / Fall. A dispersal of outdoor dust covering dry-up terrain surface seems to be the reason. The low cave concentrations were probably associated with zero / low cave ventilation. No cave dust dispersal occurs and no outdoor particles are drawn into cave under these conditions. During winter, the cave aerosol concentrations surprisingly exceeded the outdoor aerosol concentrations. We believe that this is the result of cave dust dispersal at enhanced cave ventilation. The ventilation is based on so-called chimney effect in case that outdoor temperature has dropped below cave temperature. At outdoor terrain, no dust dispersal occurred during the season because the outdoor terrain had been mostly wet or snow-covered.

Particle Size-Distribution

Different behavior showed aerosol particles lesser than 1 μm (Fig. 6). Their concentrations were comparable in both external and cave environments. It indicates their free exchange between the cave and outdoor air. The concentrations were generally low during Spring and Summer, enhanced during Fall, and highest during Winter season. The high winter concentration can relate to anthropogenic activities as a house heating.

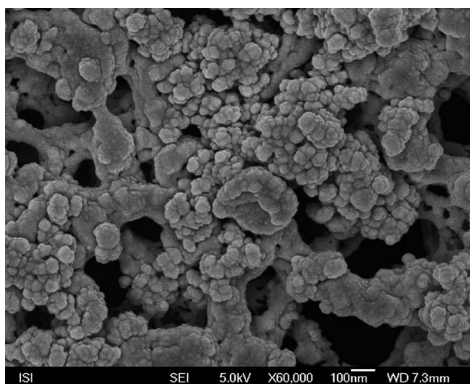


Fig. 2. SEM image of ultra-fine particles. Císařská Cave aerosol

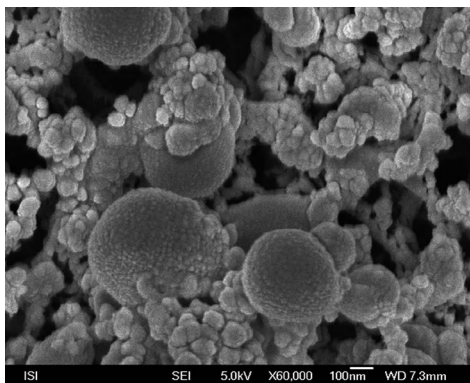


Fig. 3. SEM image of curious spherical particles (microorganisms, spores?). Outdoor atmosphere aerosol, Ostrov u Macochy

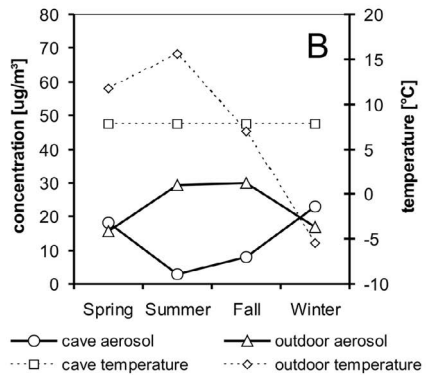
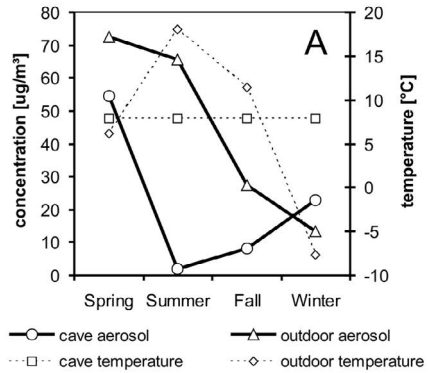
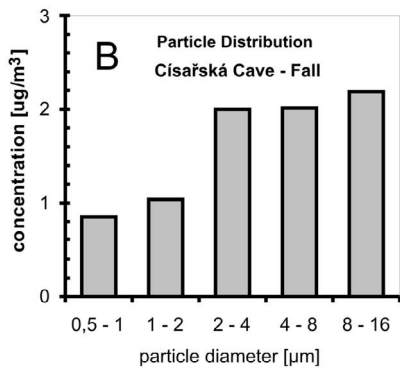
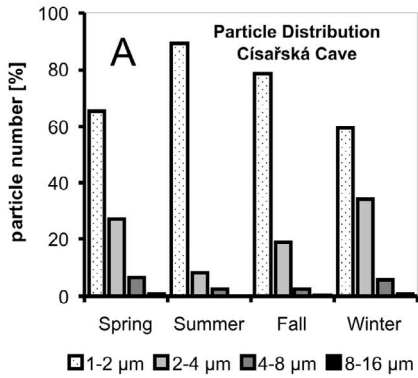


Fig. 4. Particle distribution in the Císařská Cave aerosol. (A) Size distribution. (B) Weight distribution

Fig. 5. Seasonality in aerosol weight concentration. (A) Císařská Cave/Ostrov u Macochy. (B) Sloup-Šošůvka Caves/Sloup

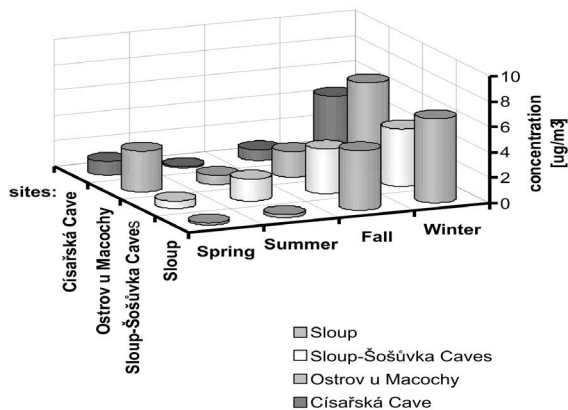


Fig. 6. Ultrafine particle distribution (particle of 0.5 - 1 μm in diameter)

Large particle composition

Ca, Si, and Al (sporadically also Fe) dominated in both the cave and outdoor aerosols (Tab. 1, 2). In addition, S is quite a frequent element. Minor elements (Mg, Na, K, Mn, Fe, P, Ti) are common rock-forming elements. In both environments, chloride and metals (Zn, Cu, Pb) occasionally appeared. The stoichiometries of the large particles suggest minerals such as calcite, quartz, oxides, aluminosilicates, and gypsum.

Table 1. Large particle composition in cave aerosol

season	Císařská Cave	Sloup-Šošůvka Caves
Spring	Ca~Si~Al > S~Mg~Na~K~Fe~ Zn ~P	Ca~Si~Al > Mg~Na~Fe~P~K~Mn~Ti
Summer	Ca~Si~Al~Fe~Cu~Mg > S~Na~K~Mn	Ca~Si~Al > S~Mg~Na~P~K~Ti~(Fe)
Fall	Ca~Si~Al > S~Mg~Na~Fe~K~Mo~Ti~Cl	Ca~Si~Al > S~Mg~Na~Fe~P~K~Cl~Mn
Winter	Ca > S~ Cu ~Mg~Si~Al~Na~Fe~P~K	Fe > S~ Pb ~ Ca~Si~Al~Na~Zn ~P~K~Cl~Mn

Note: Highlighted symbols denotes the elements environmentally significant.

Table 2. Large particle composition in external aerosol

season	Ostrov u Macochy	Sloup
Spring	Ca~Si~Al > S~Mg~Na~K~Fe~ Zn ~P	Si~Fe~Ca > S~ Pb ~Mg~Al~Na~ Zn ~P~K~Cl~Mn
Summer	Ca~Si~Al~Fe~Mg > S~ Cu ~Na~K~Mn	Si~Ca~Al > S~Mg~Na~Fe~P~K~Ti
Fall	Ca~Si~Al > S~Mg~Na~Fe~K~Mo~Ti~Cl	Ca~Si > S~Mg~Na~Fe~P~K~Ti~Al
Winter	Ca > S~ Cu ~Mg~Si~Al~Na~Fe~P~K	Si~Al > S~ Ca ~Mg~Na~Fe~K~Mn~Ti

Note: Highlighted symbols denotes the elements environmentally significant.

Ultra-Fine Particle Composition

Carbon and oxygen entirely dominate in ultrafine particles. It confirms presence of organic matter.

CONCLUSIONS

Cave and outdoor aerosols were studied in selected sites (Moravian Karst, Czech Republic) during years 2004 – 2008. The particle morphology shows that

- both cave and outdoor aerosols are poly-dispersive, consisting of (i) large sharp-edged fragments (< 30µm) and (ii) ultra-fine particles (spherical particles of 30 – 100 nm in diameter and aggregates of the particles);
- morphologies of the cave and outdoor particles are similar.

Total weight concentration of aerosol indicates that

- large particles are dominant contributors to the weight distribution even though ultra-fine particles are most numerous;
- cave aerosol dominates over outdoor aerosol in Winter, which is the result of (i) cave dust dispersal at intensive cave ventilation and (ii) no dispersal of dust in wet or snow-covered external terrain;

- external aerosol dominates over cave aerosol in summer, which can be the consequence of (i) dust dispersal in dry-up external terrain and (ii) no drawing of external particles into cave and no dispersal of cave dust at low cave ventilation in summer.
- (i) the fine particles contribute to both the cave and outdoor aerosols in similar extent and that (ii) both aerosols freely exchange with each other.

The particle composition suggests that

- Si, Al, and Ca dominate in the large particles of cave aerosol. The aerosol in the Císařská Cave show higher content of Ca in comparison with Sloup-Šošůvka Caves, which could be the result of more abundant drips. Si dominates in outdoor aerosol. S is frequent in both the cave and external aerosols. Metals (Zn > Cu > Pb) and Cl of trace / minor concentrations were found in both the cave and outdoor particles.
- The stoichiometry of major elements indicates calcite / silicates (cave aerosol), silicates / gypsum (outdoor aerosol).
- carbon and oxygen dominating in the fine particles indicates organic matter probably of external origin.

The actual cave aerosol appears as a mixture of both native cave and outdoor aerosols. The large particles probably originate from mineral / rock disintegration. The sub-micrometer particles are probably microorganisms, spores and their fragments; part of the particles originates probably by condensation. The little differences between cave and external aerosols on both monitoring sites question the role of cave aerosols as an essential therapeutic factor at speleotherapy.

Acknowledgment: The work was sponsored by the Children Sanatorium with Speleotherapy (Ostrov u Macochy) and supported by MSM0021622412 and MSM0021622427 grants of the Ministry of Education, Youth and Sports of Czech Republic. We aim special thanks to P. Slavík, the director of the Children Sanatorium with Speleotherapy (Ostrov u Macochy) for wide support.

REFERENCES

- JIRKA, S. – BOHÁČ, S. – BUČEK, A. – ČÍŽEK, O. – FAIMON, J. – HEŘMANOVÁ, Z. – HOLZER, M. – HUSÁRKOVÁ, I. – MALINČÍKOVÁ, J. – NAVRÁTIL, O. – PANOŠ, V. – PUČÁLKA, R. – RIPLOVÁ, D. – SAS, D. – SLÁDEK, P. – SVOZIL, V. – SZOTKOWSKÁ, J. – ŠTELCL, J. – VAŠÁTKO, J. – WEIGL, E. – ZAPLETALOVÁ, J. – ZIMÁK, J. 2001. Speleotherapy, principles, and experiences. Palacky University, Olomouc, 9–20 (*in Czech*).
- KOMBEREC, M. 2006. Aerosols in outdoor atmosphere and atmosphere of the selected caves of Moravian Karst. MSc thesis (J. Faimon supervisor). MU, Brno (*in Czech*).
- VESELÁ, P. 2007. Detail characterization of cave aerosol of the Sloup-Šošůvka Caves. BSc thesis (J. Štelcl supervisor), MU, Brno (*in Czech*).
- ZHANG, J. – WU, Y. – LIU, C. L., SHEN, Z. B. – YU, Z. G. – ZHANG, Y. 2001. Aerosol characters from the desert region of Northwest China and the Yellow Sea in spring and summer: observations at Minqin, Qingdao, and Qianliyan in 1995 – 1996. *Atmospheric Environment*, 35, 5007–5018.

JESKYNNÍ AEROSOL
V CÍSAŘSKÉ JESKYNI A SLOUPSKO-ŠOŠŮVSKÝCH JESKYNÍCH
(MORAVSKÝ KRAS, ČESKÁ REPUBLIKA)

R e s u m é

V Císařské jeskyni a ve Sloupsko-šoňvských jeskyních Moravského krasu (Česká republika) byly v letech 2004 – 2008 zkoumány jeskynní a venkovní aerosoly. Oba typy aerosolů se vyznačují polydisperzním charakterem. Skládají se z relativně velkých ostrohranných úlomků dosahujících průměrné velikosti až 30 μm , z ultrajemných kulovitých částic o průměru 30 – 100 nm a z agregátů těchto částic. Ve venkovních aerosolech byly sporadicky pozorovány ultrajemné kulovité součástky s bradavičným povrchem, pravděpodobně mikroorganismy. Ve velkých částicích jeskynního aerosolu převažuje vápník / křemík (vyšší obsahy Ca byly zaznamenány především v aerosolu Císařské jeskyně), křemík je dominantní u aerosolů venkovních. Uhlík a kyslík převládají v ultrajemných částicích. Kovy (Zn > Cu > Pb), chlór a síra byly v menších až stopových koncentracích nalezeny v jeskynních i venkovních aerosolech na obou lokalitách (vyšší obsah síry byl zaznamenán ve venkovních aerosolech). Ze stechiometrických poměrů vyplývá, že kalcit / silikáty převládají v jeskynním aerosolu, zatímco silikáty / sádrovec převažují v aerosolu venkovním. Organická hmota se podílí na složení obou typů aerosolu. Morfologie i složení naznačují, že velké částice představují úlomky minerálů a hornin, ultrajemné částice reprezentují zbytky mikroorganismů, výtrusy, a pyly. K aerosolu pravděpodobně přispívají i částice tvořené kondenzačními reakcemi, jako jsou např. reakce plynných oxidů síry s kalcitem a plagioklasem v prachových částicích nebo reakce vápníku s uhličitánovými ionty po dispergaci skapových vod.

V zimním období překvapivě překročila celková koncentrace jeskynního aerosolu koncentraci aerosolu venkovního. Pravděpodobnou příčinou tohoto jevu je dispergace jeskynního prachu. V létě byly naopak minimální koncentrace částic zaznamenány v jeskynních aerosolech, zatímco ve venkovních aerosolech dosahovaly svého maxima. Koncentrace ultrajemných částic (0,5 – 1 μm) byly naproti tomu zhruba stejné ve všech prostředích: minimální v létě a maximální v zimě. Je pravděpodobné, že u částic <1 μm dochází ke snazší výměně mezi oběma prostředím a jejich koncentrace v jeskyni je řízena venkovní koncentrací. Na základě našich výsledků byl jeskynní aerosol identifikován jako složitá směs venkovního aerosolu zavlečeného do jeskyně ventilací a aerosolu v jeskyni vzniklého. Jen malý rozdíl mezi jeskynními a venkovními aerosoly zpochybňuje roli jeskynních aerosolů jako významného speleoterapeutického faktoru.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	141 – 151	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

SPOLOČENSTVÁ CHVOSTOSKOKOV (COLLEMBOLA, HEXAPODA) KRASOVÝCH JASKÝŇ POHORIA VIHORLAT (VÝCHODNÉ KARPATY)

ANDREA PARIMUCHOVÁ – ĽUBOMÍR KOVÁČ

Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 040 01 Košice;
andrea.parimuchova@gmail.com, lubomir.kovac@upjs.sk

A. Parimuchová, Ľ. Kováč: Collembolan communities (Collembola, Hexapoda) of karstic caves of the Vihorlat Mts. (Eastern Carpathians)

Abstract: In 2001 preliminary investigations of Collembola communities (Hexapoda) were carried out in three caves of the easternmost karstic regions of Slovakia, orographically belonging to the Eastern Carpathians. The Brekovská Cave and the Veľká Artajama Abyss, with overall lengths 200 and 150 m, respectively, are located in the Brekovský kras karstic region in the western part of the Vihorlat Mts. The Vyšná Hurka I Cave is a small cave, 55 m long, situated in the small and isolated karstic area in the eastern part of the same mountain range. The animals were collected by combination of pitfall trapping, visual searching and hand collecting. The baited traps were deposited in two or three sites within each cave for the period ranging from two to three months. Studied caves had low species richness of Collembola, 14 species were registered in total, 8 species in the Vyšná Hurka I Cave, and 7 species in both Brekovská Cave and Veľká Artajama Abyss. Low richness of the caves may be connected with lower size of all three caves studied, oligo- or mesotrophic conditions and rather short exposition period of traps. Among them troglophilous species typical for cave entrances occurred. *Tetrodontophora bielanensis* inhabited all three caves, *Pogonognathellus flavescens* was detected in the Vyšná Hurka I Cave and Veľká Artajama Abyss. *Hypogastrura* cf. *crassaegranulata* from the Brekovská Cave and Vyšná Hurka I Cave may be listed among troglophiles as well. In the caves under study eutroglophilous species dominated, *Heteromurus nitidus*, *Pygmarrhopalites bifidus* and *Folsomia candida*, i.e. those that are able to reproduce in the deeper cave parts. *Pseudosinella* cf. *pacltii* discovered in the Brekovská Cave and Veľká Artajama Abyss represents potentially troglolobiotic species new for the science. Another troglomorphic form, *Neelus* sp., occurred in the Vyšná Hurka I Cave.

Key words: cave, fauna, Collembola, Eastern Carpathians

ÚVOD

V článku sa zaoberáme analýzou spoločenstiev chvostoskokov (Collembola, Hexapoda) troch krasových jaskýň lokalizovaných v malých krasových oblastiach na východe Slovenska. Brekovská jaskyňa a priepasť Veľká Artajama sa z hľadiska geomorfologického členenia nachádzajú v Humenských vrchoch v pohorí Vihorlat, jaskyňa Vyšná Hurka I sa nachádza v Ublianskej pahorkatine Beskydského predhoria (Bella et al., 2007). Oba geomorfologické celky sú súčasťou Východných Karpát (Kráľ, 1999). Údaje o netopieroch v týchto jaskyniach publikovali Hochmuth a Zanvit (1976) a Pjenčák a Danko (2002a,b). Hochmuth a Zanvit (1976) sa tiež zmienili o bezstavovcoch, konkrétne o výskyte motýľov *Scoliopterix libatrix* a *Triphosa dubiata* a „veľkých pavúkov“ (pravdepodobne z rodu *Meta*) v jaskyni Vyšná Hurka I.

V roku 2001 sme uskutočnili zber materiálu bezstavovcov na detailnejšiu analýzu ich spoločenstiev v spomínaných troch jaskyniach. Predbežné údaje z tohto prieskumu publikovali Luptáčík et al. (2005). Cieľom príspevku je:

(1) prezentovať výsledky analýzy spoločenstiev Collembola vybraných jaskýň Východných Karpát na území Slovenska, konkrétne Brekovskej jaskyne, priepasti Veľká Artajama a jaskyne Vyšná Hurka I,

(2) posúdiť, do akej miery sa na druhovom zložení spoločenstiev prejavuje geografická izolácia týchto lokalít od krasových regiónov Západných Karpát.

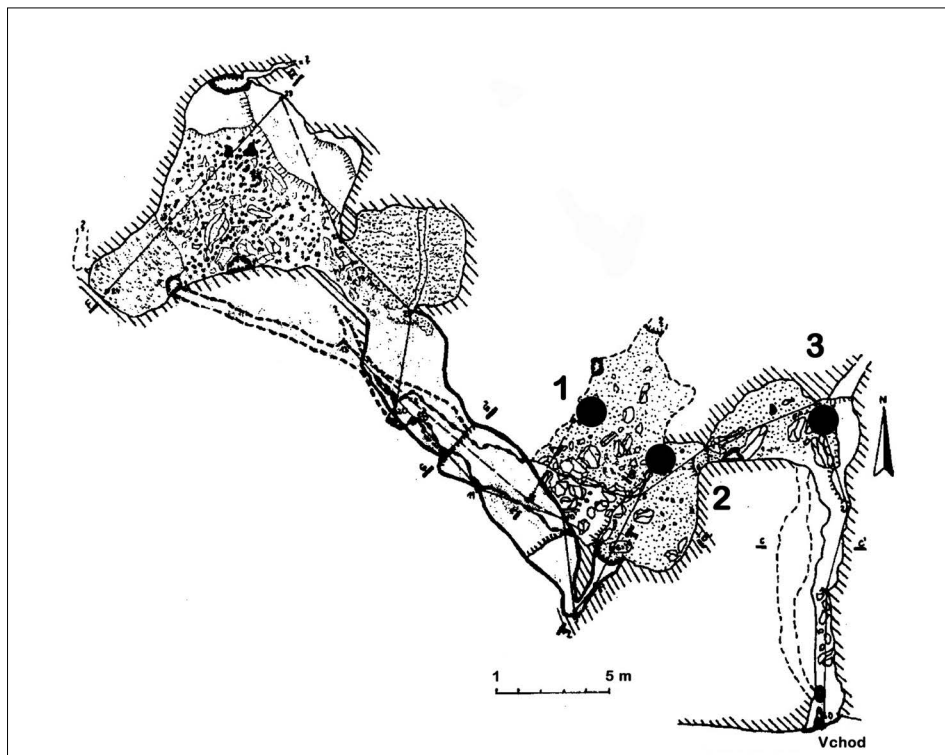
Predpokladali sme, že ak sa tu vyskytujú troglobionty, tak to budú identické druhy ako v jaskyniach Slovensko-aggtelektického krasu, teda najbližšieho väčšieho krasového územia. Je možné tiež predpokladať faunistický súvis týchto jaskýň s inými krasovými oblasťami Východných Karpát na Zakarpatskej Ukrajine.

CHARAKTERISTIKA JASKÝŇ

Brekovská jaskyňa a priepasť Veľká Artajama sú lokalizované vo Vihorlatských vrchoch, ktoré patria do provincie Východné Karpaty, subprovincie Vnútorne Východné Karpaty (Vološčuk et al., 1987). Ide o krasové územie Humenských vrchov, obe lokality sa nachádzajú v krasovom podcelku Brekovského krasu. Humenské vrchy predstavujú výstup mezozoických vápencov a dolomitov južne od Humenného v úseku 13 km dlhom a 2 – 5 km širokom medzi obcami Brekov, Jasenov a Porúbka (Hochmuth, 2008). Pohorie je tvorené radom súvrství, najstaršie sú tmavé gutensteinské vápence, nad nimi ležia sivé vápence a dolomity (Hochmuth, 1978). Spomínané jaskyne ležia v priestore kameňolomu pri Brekove na západnej strane prielomovej doliny Laborca.

Brekovská jaskyňa sa nachádza priamo v spomínanom kameňolome, objavená bola v roku 1989 po odstrele v jeho najvrchnejšej etáži. Vchod leží v nadmorskej výške 260 m, od vchodu priepasti Veľká Artajama je vzdialený 80 m v smere na juh a situovaný o 1,89 m nižšie než úroveň vchodu tejto priepasti. Jaskyňa nie je typicky horizontálna, má nevyrovnaný priebeh s komínmi a priepastnými úsekmi. Na stenách chýbajú známky korózie či rútenia, nesú však stopy typické pre jaskyne vytvorené stagnujúcou, resp. pomaly tečúcou vodou (Hochmuth et al., 1999). Vchod do Brekovskej jaskyne predstavuje viacero priestorovo pospájaných otvorov (obr. 1). Za vchodom pokračuje na sever 15 m dlhá vstupná chodba. Tvoria ju 3 – 4 úrovne ležiace pod sebou, ktoré sú medzi sebou nepriehľadné pospájané. Chodba vyúsťuje v Holubom dome (7 × 5 m) so slepým komínom a balvanitým dnom. Jaskynné pokračovanie vedie z dolnej časti dómu na západnom konci. Po prekonaní 4-metrového stupňa je možné preniknúť do Blativého dómu (5 × 15 m). Z neho vedie široký nízky priestor, na Z pokračuje zužujúcou sa chodbou, potom 9 m vysokým komínom a ďalej extrémnou plazivkou do 18 m dlhej domovitej chodby, nazvanej Telocvičňa. Tá vyúsťuje v Michelangelovej kaplnke s kvapľovou výzdobou (Hochmuth et al., 1999). Celková dĺžka jaskyne je 200 m s prevýšením 30 m (Bella et al., 2007).

Priepasť Veľká Artajama je najvýznamnejším podzemným priestorom tohto krasového územia (Hochmuth, 2008). Vchod je priepastného typu (3 × 1,2 m), pokračuje 12 m hlbokou vstupnou studňou s dnom nepravidelného tvaru (4 × 5 m) (1. úroveň). Z neho vedie chodba končiaca sa po 7 metroch slepým komínom (obr. 2). Jaskyňa pokračuje strmo dole až do hĺbky 19 – 23 m do horizontálnej časti (2. úroveň), z ktorej na JZ vedie asi 9 m dlhá chodba. Jej steny a strop sú pokryté sintrovými nátekmi, miestami sú menšie stalaktity a stalagmity. Smerom na V pokračuje táto úroveň plazivkou do vysokej

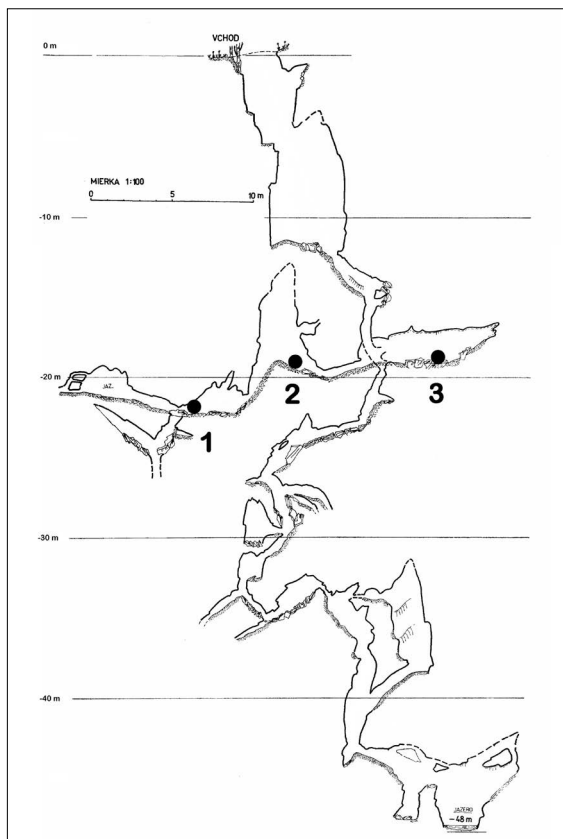


Obr. 1. Pôdorys Brekovskej jaskyne s vyznačenými stanovišťami, upravené podľa Hochmutha a kol. (1999); St. 1 – Dóm nádeje, St. 2 – Dóm nádeje – výklenok, St. 3 – Holubí dóm

Fig. 1. Horizontal plan of the Brekovská Cave with sites under study, after Hochmuth et al. (1999); St. 1 – Dóm nádeje Hall, St. 2 – Dóm nádeje Hall – side niche, St. 3 – Holubí dóm Hall

miestnosti, z nej cez úžinu do podlhovastej siene (2×7 m) a ďalšou úžinou do záverečnej siene (4×4 m) s jazierkom. Jaskyňa pokračuje v strednej časti 2. úrovne vertikálnym úzkym komínom do veľmi úzkej chodby s množstvom slepých odbočiek, vedúcej strmo dole. Jej dno je pokryté vápencovou sutinou a blatom. V hĺbke 35 m ústi do mierne stúpajúcej rútovej miestnosti. Úzke okienko vedie do záverečnej časti jaskyne cez hlinitý svah, strmo sa zvažujúci do komínovitej, 7,5 m hlbkej priepasti s trvalo nainštalovaným rebríkom. Z dna priepasti pokračuje chodba, ktorá ústi do širšieho priestoru so sintrovou výzdobou a jazierkom v hĺbke 48 m (Hochmuth, 1978). Celková hĺbka priepasti je 85 m a dĺžka jaskynných častí 150 m (Bella et al., 2007).

Jaskyňa Vyšná Hurka I sa nachádza v Beskydskom predhorí, ktoré je podobne ako pohorie Vihorlat súčasťou provincie Východné Karpaty, subprovincie Vonkajšie Východné Karpaty. Je to najvýchodnejšie situovaná krasová jaskyňa na Slovensku (Hochmuth a Zanvit, 1976). Patrí do Krasu beňatinských bradiel (Hochmuth, 2008). Územie Beskydského predhoria pozostáva zväčša z paleogénnych hornín, na juhu hraničí s vulkanickými masívmi Vihorlatu a Popriečneho. Spod nich vystupuje časť bradlového pásma medzi obcami Podhorod' a Beňatina. Bradlo Hôrka (Vyšná hurka) je najvyšším vrchom územia (661,0 m n. m.), lokalizované je v jeho východnej časti nad obcou Inovce. Pozostáva zo svetlých lavicovitých krinoidových vápencov. Jaskyňa je puklinovo-rútového charakteru, vznikla v tomto bradle za pôsobenia mrazového zvetrávania a korózie. Vchod do



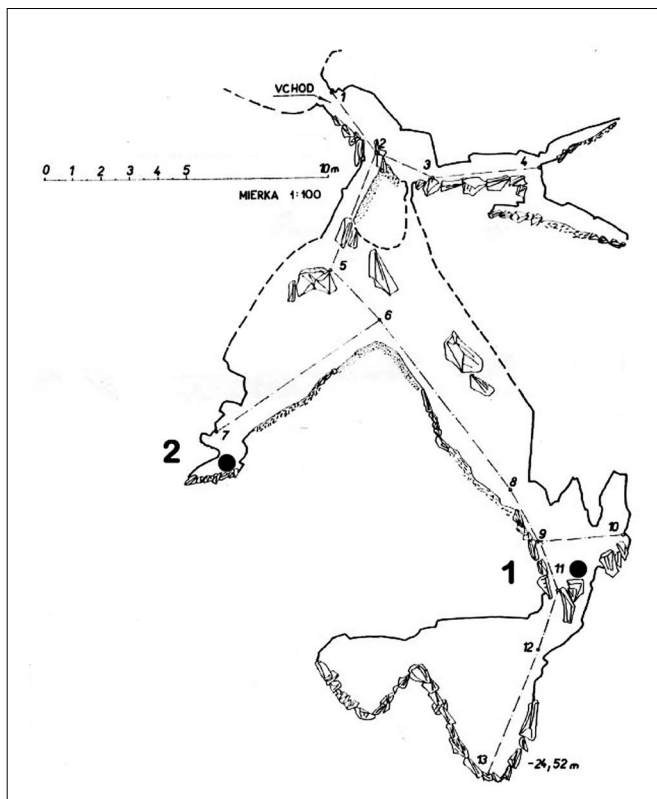
Obr. 2. Vertikálny prierez jaskyňou Veľká Artajama s vyznačenými stanovišťami, upravené podľa Hochmutha (1978); St. 1 – Nízka sieň, St. 2 – Vysoká sieň, St. 3 – Zadná sieň

Fig. 2. Vertical cross – section of the Veľká Artajama Abyss with sites under study, after Hochmuth (1978); St. 1 – Nízka sieň chamber, St. 2 – Vysoká sieň chamber, St. 3 – Zadná sieň chamber

jaskyne leží tesne pod vrcholom Hôrky, má trojuholníkový prierez (180 × 100 cm) a smerom na JV pokračuje do menšej rútovej siene (obr. 3). Z nej vedie horizontálna chodba (4 m), rozvetvujúca sa do dvoch slepých vetiev. V strede siene sa nachádza neprielezný otvor a ďalší (bod 2), z ktorého vedie pokračovanie smerom nadol v podobe puklinovitej chodby. Tá ústi (bod 5) do zvislej chodby so zaklivenými balvanmi orientovanej v smere Z – V a na ňu v spodnej časti nadväzuje ďalšia chodba v smere na SV. Jej dno je vyplnené sutinou zvažujúcou sa na obe strany v podobe kužeľa. Táto chodba sa po deviatich metroch končí závalom, cez zúženie však pokračuje hlbšie do najnižšej úrovne charakteru puklinovej chodby, orientovanej v smere Z – V. V hĺbke 24,5 m sa končí balvanovým závalom (Hochmuth a Zanvit, 1976). Celková dĺžka jaskyne je 55 m pri prevýšení 24 m (Bella et al., 2007).

MATERIÁL A METÓDY

Materiál chvostoskokov sa zo skúmaných jaskýň získal pomocou dvoch metód, a to odchytom do zemných pascí (p) a priamym zberom (z) z povrchu prítomného organického materiálu (najmä drevo) a exponovaných návnad, zo skalných stien a z hladiny vody.



Obr. 3. Vertikálny prierez jaskyňou Vyšná Hurka I s vyznačenými stanovišťami, upravené podľa Hochmutha a Zanvita (1976); St. 1 – Dlhá šikmá chodba, St. 2 – Krátka šikmá chodba, Z – priamy zber

Fig. 3. Vertical cross – section of the Vyšná hurka I Cave with sites under study, modified by Hochmuth and Zanvit (1976)); St. 1 – Dlhá šikmá chodba passage, St. 2 – Krátka šikmá chodba passage, Z – hand collecting

Exponovali sme zemné pasce s dvomi typmi fixačnej tekutiny, a to s 95 % benzínalkoholom a s 4 % roztokom formaldehydu. V prípade jaskyne Vyšná Hurka I sme k pasciam na stanovištiach umiestnili návnadu, ktorá predstavovala pečivo s prímiesou ďalších potravín (banánové šupky, kurací tuk, šťava zo sardiniek).

V nasledujúcom prehľade uvádzame bližšiu špecifikáciu nazbieraného materiálu v jaskyniach. V prípade Brekovskej jaskyne sme vychádzali z názvoslovia častí podľa Hochmutha et al. (1999), v ostatných prípadoch sme pre jednotlivé časti použili pracovné názvy podľa ich veľkosti a charakteru. Teplota vzduchu sa merala iba v priepasti Veľká Artajama, a to liehovým teplomerom dňa 22. 11. 2001.

Brekovská jaskyňa

1p – Dóm nádeje (stanovište 1), cca 40 m od vchodu, v závere chodby vpravo, alkoholové pasce (2×), 12. 6. – 20. 9. 2001

2p – Dóm nádeje – bočný výklenok (stanovište 2), cca 30 m od vchodu, v pravej časti vo vlhkej hline, alkoholové pasce (2×), 12. 6. – 20. 9. 2001

3p – Holubí dóm (stanovište 3), na konci vstupnej chodby, cca 20 m od vchodu, pod balvanmi v sutine, alkoholové pasce (2×), 12. 6. – 20. 9. 2001

z – zber z hladiny vody v zadnej časti jaskyne (medzi st. 1 a 2), z kolónii mikromycét prítomných na dreve v strednej časti (medzi st. 2 a 3) a zo steny na začiatku vstupnej chodby

Priepasť Veľká Artajama

1p – Nízka sieň (stanovište 1), hĺbka cca 18 m, alkoholové pasce (2×), 20. 9. – 22. 11. 2001, teplota vzduchu +7,7 °C

2p – Vysoká sieň (stanovište 2), alkoholové (2×) a formalínové (2×) pasce, 20. 9. – 22. 11. 2001, teplota vzduchu +8,5 °C

3p – Zadná sieň (stanovište 3), alkoholové (2×) a formalínová (1×) pasca, 20. 9. – 22. 11. 2001, teplota vzduchu +8,9 °C

Jaskyňa Vyšná Hurka I

1p – Dlhá šikmá chodba (stanovište 1), spodná časť jaskyne (hĺbka cca 20 metrov), alkoholové pasce (2×) s návnadou v sutine medzi balvanmi, 12. 6. – 20. 9. 2001

2p – Krátka šikmá chodba (stanovište 2), bočná chodba pod vstupnou šachtou, alkoholové pasce (2×) s návnadou, 12. 6. – 20. 9. 2001

z – priamy zber z dreva v okolí st. 1

Collembola sa zo získaného materiálu Arthropoda separovali pomocou binokulárneho stereomikroskopu a uložili do skúmaviek s 95 % benzínalkoholom. Jedince boli montované do trvalých preparátov podľa Ruseka (1975) a determinovali sa pomocou fázovo-kontrastného mikroskopu na druhej úrovni pomocou viacerých identifikačných kľúčov (napr. Gisin, 1960; Bretfeld, 1999; Thibaud et al., 2004).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V Brekovskej jaskyni sme zistili spolu sedem druhov chvostoskokov (tab. 1). Vyskytovali sa v zadnej a strednej časti jaskyne (st. 2 a 3), vo vstupnej chodbe pri vchode sa do pascí neodchytili. Najpočetnejšími druhmi boli *Pygmarrhopalites bifidus*, *Folsomia candida* a *Hypogastrura cf. crassaegranulata*. Za charakteristický druh jaskyne možno považovať *F. candida*, ktorý tu mal najvyššiu aktivitu (odchytený bol na každom zo stanovišť). Považuje sa za kozmopolitne rozšírený troglofilný druh (Eckert a Palissa, 1999). Významný je nález troglobiontného druhu *Pseudosinella cf. pachti* v pasciach v Bočnej nízkej sienke (st. 2). V priepasti Veľká Artajama sme sa zamerali na prieskum jej hlbších častí (2. úroveň), menej ovplyvnených transportom organického materiálu (lístie, drevo, humusový materiál) z povrchu, ktorý bol v značnej miere prítomný na dne vstupnej šachty. Pasce boli založené v troch oddelených sienkach 2. úrovne priepasti, t. j. v hĺbke približne 18 – 22 m. Z hlbších častí priepasti sa materiál nezbiehal pre obťažný prístup. Našlo sa tu spolu sedem druhov Collembola. Podobne ako v Brekovskej jaskyni, aj v priepasti Veľká Artajama sa zistila prítomnosť druhov *Pygmarrhopalites bifidus*, *Tetrodontophora bielanensis* a troglobiontného chvostoskoka *Pseudosinella cf. pachti*. Nevyskytoval sa tu však v pasciach, odchytený bol z hladiny jazierka. Najviac zastúpené boli *Heteromurus nitidus* a *P. bifidus*. Prvý nich bol prítomný na všetkých stanovištiach, možno ho preto považovať za charakteristický druh tejto lokality. Ide o eutroglofilný druh, často prítomný v jaskyniach s väčšími akumuláciami guána netopierov (Lukáš et al., 2004; Kováč et al., 2005; Barciová et al., 2010). *T. bielanensis* sa vyskytla na stanovištiach 2 a 3, preferovala formalínové pasce. Je to vlhkomilný trogloxénny, prípadne subtroglofilný druh (Eckert a Palissa, 1999), ktorý sa živí mikroskopickými hubami (Rusek, 1998), údaje o výskyte a aktivite tohto druhu v hlbších jaskynných priestoroch sú zatiaľ ojedinelé. Prítomný bol aj *Megalothorax minimus*, ktorý je bakteriofágny

Tab. 1. Prehľad druhov Collembola a ich počet na stanovištiach v Brekovskej jaskyni, v priepasti Veľká Artajama a v jaskyni Vyšná Hurka I v roku 2001 (p – pasca, z – priamy zber, čísla stanovišť – pozri „Materiál a metódy“)

Tab. 1. List of collembolan species and their numbers at sites in the Brekovská Cave, Veľká Artajama Abyss and Vyšná Hurka I Cave in 2001 (p – pitfall trap, z – hand collecting, for site numbers see „Materiál a metódy“)

Druh (Species) / Stanovište (Site)	Brekovská j.			Veľká Artajama			Vyšná Hurka I		
	2p	3p	z	1p	2p	3p	1p	2p	z
<i>Deuteraphorura silvaria</i> (Gisin 1952)	–	1	2	–	–	–	–	–	–
<i>Folsomia candida</i> (Willem, 1902)	–	18	8	–	–	–	–	–	–
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)	–	–	–	2	20	18	–	3	4
<i>Hypogastrura</i> cf. <i>crassaegranulata</i> (Stach, 1949)	24	–	–	–	–	–	4	–	–
<i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900	–	–	–	–	4	5	–	–	–
<i>Nellus</i> sp. juv.	–	–	–	–	–	–	–	1	–
<i>Oncopodura crassicornis</i> Shoebbotham, 1911	–	–	–	–	1	1	–	–	–
<i>Onychiuroides pseudogranulosus</i> (Gisin, 1951)	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Pogonognathellus flavescens</i> (Tullberg, 1871)	–	–	–	2	–	2	1	5	–
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	–	–	4	–	–	–	–	–	3
<i>Pseudosinella</i> cf. <i>paclti</i> Rusek, 1961	–	–	2	–	4	–	–	–	–
<i>Pygmarrhopalites bifidus</i> (Stach, 1945)	–	30	2	–	9	2	–	–	–
<i>Pygmarrhopalites pygmaeus</i> (Wankel, 1860)	–	–	–	–	–	–	6	2	–
<i>Tetradontophora bielanensis</i> (Waga, 1842)	–	1	–	–	5	1	2	–	–

druhom (Gillet a Ponge, 2005), živiaci sa tiež drobnými humusovými časticami a exkrementmi iných bezstavovcov (Addison et al., 2003). V ďalších dvoch skúmaných jaskyniach nebol zachytený. Druhy *F. candida* a *H. cf. crassaegranulata*, pomerne bohato zastúpené v Brekovskej jaskyni, sme v priepasti Veľká Artajama nezistili, hoci vchody oboch lokalít sú od seba vzdialené iba 80 m. Odlišnosť v druhovej diverzite chvostoskokov medzi týmito lokalitami je zrejme podmienená viacerými faktormi, najmä však prítomnosťou rôznych typov organického materiálu a na ne naviazaných kolónií mikroorganizmov ako potravovej bázy pre živočíchy. Rozdielne obdobie zberu pravdepodo-

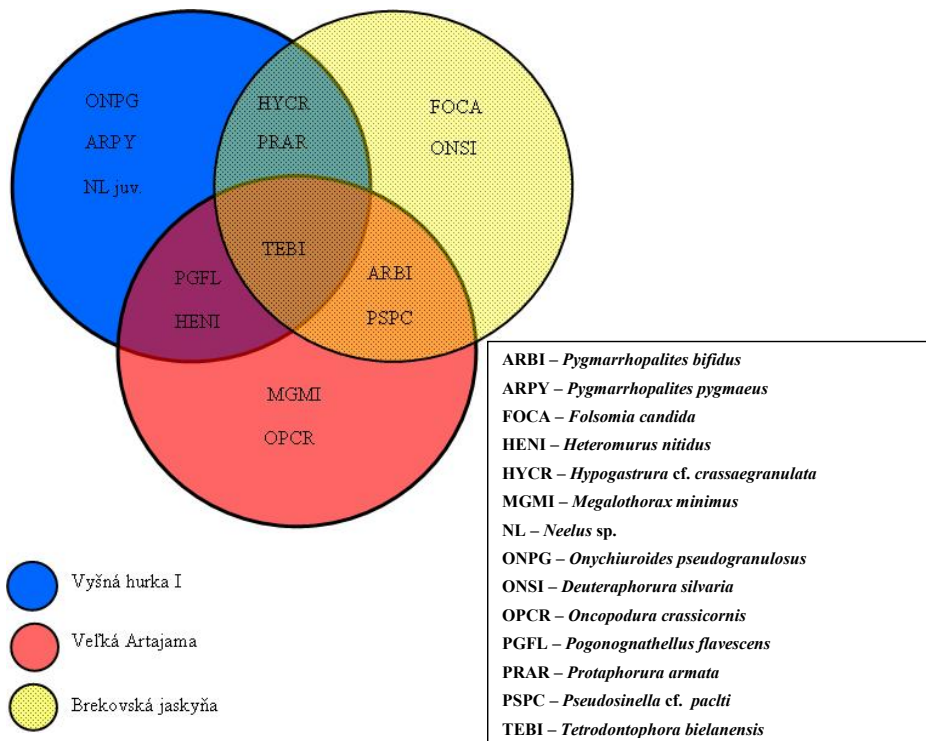
dobne nemá veľký vplyv, pretože mikroklimatické podmienky v jaskyniach sú stálejšie a menej ovplyvnené vonkajšími vplyvmi. Veľmi dôležitý je nález troglobiontného druhu *Pseudosinella* cf. *paclti* na obidvoch lokalitách. *Pseudosinella paclti* obýva viaceré jaskyne Slovenského raja, Nízkych Tatier, Veľkej Fatry a Strážovských vrchov (Kováč, 2000). Blízko príbuzný druh nájdený v Brekovskej jaskyni a v priepasti Veľká Artajama predstavuje pravdepodobne nový druh pre vedu. Potvrdenie tohto predpokladu si však vyžaduje štúdium ďalšieho materiálu spomínaného druhu z obidvoch lokalít.

Okolie vchodu jaskyne Vyšná Hurka I+ tvorí zalesnený svah s prevažne bukovým porastom. Vďaka vchodu priepastného charakteru sa v jaskyni vyskytuje pomerne veľké množstvo organickej hmoty rastlinného pôvodu. Zaznamenalo sa tu spolu osem druhov Collembola, najpočetnejšie boli *Pygmarrhopalites pygmaeus*, *Heteromurus nitidus* a *Pogonognathellus flavescens*. Vo všetkých troch prípadoch bol však počet nízky, nepresahoval 10 jedincov. Druhové zloženie chvostoskokov zistené v tejto jaskyni bolo do značnej miery podobné oboj jaskyniam Brekovského krasu (obr. 4). Vo Vyšnej Hurke I a v Brekovskej jaskyni sa vyskytoval druh *Protaphorura armata*, častý obyvateľ jaskýň Slovenska, ako aj subteránnych hniezd malých cicavcov (Nosek a Vysotskaya, 1973). Ekológia *Hypogastrura* cf. *crassaegranulata* je zrejme podobná druhu *H. crassaegranulata* a jej príbuzných druhov, ktoré sú zväčša bryofilné, preferujúce porasty vlhkých machov (Skarżyński, 2003). *Heteromurus nitidus* a *Pogonognathellus flavescens* sa zistili aj v jaskyni Veľká Artajama. *Tetrodontophora bielensis* sa vyskytovala vo všetkých troch jaskyniach, hoci v Brekovskej jaskyni a vo Vyšnej Hurke I bola prítomná len v malom počte jedincov. Troglofilný *Pygmarrhopalites bifidus* z Brekovskej jaskyne a Veľkej Artajamy bol vo Vyšnej Hurke I nahradený druhom *Pygmarrhopalites pygmaeus*. Druhy *P. pygmaeus* a *Pogonognathellus flavescens* boli prítomné na oboch stanovištiach v jaskyni. *P. flavescens* možno zaradiť medzi troglofilné druhy, je to častý obyvateľ priestorov jaskynných vchodov s dostatkom vlhkého organického materiálu. Preto bol aj početnejší na stanovišti v chodbe pod vstupným komínom. Naopak *P. pygmaeus* mal väčšiu aktivitu na stanovišti v hlbšej časti jaskyne. Zaujímavý je nález depigmentovaného jedinca rodu *Neelus* s výraznejšie predĺženými pazúrikmi; tento znak indikuje, že potenciálne ide o špecializovanú jaskynnú formu. Príslušnosť nájdeného jedinca k tomuto druhu sa však nedá jednoznačne potvrdiť, lebo išlo o juvenilného jedinca s nedostatočne vyvinutými morfológickými znakmi.

ZÁVER

Vo všetkých troch jaskyniach sme našli spolu 14 druhov Collembola. Tento pomerne nízky počet druhov súvisí so skutočnosťou, že v prípade všetkých troch lokalít sme sa pri prieskume viac zamerali na hlbšie, od vchodov vzdialenejšie časti podzemných priestorov, ktoré mali oligotrofné podmienky. V týchto častiach bolo málo organického materiálu, guáno bolo prítomné len sporadicky a roztrúsene. Dôvodom je, že v týchto jaskyniach sa netopiere mimo zimného obdobia zdržiavajú len zriedka a v malých počtoch, guáno sa tu teda neakumuluje vo väčších množstvách (Hochmuth a Zanvit, 1976; Pjenčák a Danko, 2002 a,b). Na nízkom počte zistených druhov chvostoskokov sa podieľali aj menšie rozmery skúmaných jaskýň a značne krátka expozičná perióda zemných pascí (2 – 3 mesiace).

Predpoklad, že preskúmané krasové jaskyne Východných Karpát obývajú troglobionty identické s jaskyňami Slovensko-aggtelektského krasu, najbližšieho väčšieho



Obr. 4. Porovnanie druhového zloženia chvostokokov v študovaných jaskyniach
 Fig. 4. Comparison of Collembola species composition of studied caves

krasového územia, sa nepotvrdil. Typické druhy, ako *Pseudosinella aggtelekiensis* alebo *Arrhopalites aggtelekiensis*, sa tu nezaregistrovali. Na druhej strane prítomnosť formy *Pseudosinella cf. pacti* v Brekovskom krase (Brekovská jaskyňa, Veľká Artajama) naznačuje faunistickú príbuznosť tejto malej a značne izolovanej krasovej oblasti s viacerými krasovými územiaми stredného Slovenska, kde má centrum výskytu skupina blízko príbuzných druhov *Pseudosinella pacti*. Predpokladali sme i faunistický súvis týchto jaskýň s inými krasovými oblasťami Východných Karpát, ktoré sú situované v susednej Zakarpatskej Ukrajine. Spoločné črty sme našli v prítomnosti širšie rozšírených jaskýň



Obr. 5. Jaskýňny chvostokok *Heteromurus nitidus* – eutroglofil (dĺžka tela 2 mm). Foto: L. Kováč a P. Luptáčik
 Fig. 5. Cave collembolan *Heteromurus nitidus* – eutroglophile (body length 2 mm). Photo: L. Kováč & P. Luptáčik

druhov Collembola, napr. *Heteromurus nitidus*, *Oncopodura crassicornis*, *Protaphorura armata*, *Pygmarrhopalites bifidus* a ďalších (Vargovich, 2004). Obývajú ich však aj viaceré troglobionty, napr. *Pygmarrhopalites carpathicus* (Vargovich, 1999) v krasovej oblasti východne od Mukačeva a *P. kristiani* (Vargovich, 2005) v pohorí Maramureš.

Po hlbšom taxonomickom štúdiu špecializovaných jaskynných foriem *Pseudosinella* cf. *paclti* a *Neelus* sp. bude možné lepšie posúdiť, do akej miery sa na druhovom zložení spoločenstiev prejavuje geografická izolácia týchto lokalít od krasových regiónov Západných Karpát. Vzhľadom na nález týchto potenciálne nových jaskynných druhov Collembola pre vedu je ďalší prieskum jaskynnej fauny týchto malých krasových území naďalej veľmi perspektívny

Poďakovanie: Autori týmto ďakujú kolegovi G. Lešinskému (Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Košice) za pomoc a spoluprácu v teréne pri zoológickom prieskume Brekovskej jaskyne, priepasti Veľká Artajama a jaskyne Vyšná Hurka I.

LITERATÚRA

- ADDISON, J. A. – TROFYMOW, J. A. – MARSHALL, V. G. 2003. Functional role of Collembola in successional coastal temperate forests on Vancouver Island, Canada. *Applied Soil Ecology*, 24, 247–261.
- BARCIOVÁ, T. – KOVÁČ, L. – MIKLISOVÁ, D. 2010. Impact of tourism upon structure and diversity of collembola assemblages (Hexapoda) – a case study of the Gombasecká cave, Slovak karst (Slovakia). *Liptovský Mikuláš*, 48, 2, 271–283.
- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLÚBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva (SMOPaJ), Liptovský Mikuláš, 1–364.
- BRETFELD, G. 1999. Symphypleona. In Dunger W. (Ed.): *Synopses on Palaearctic Collembola*. vol. 2. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseum Görlitz*, 71, 1, 1–318.
- ECKERT, R. – PALISSA, A. 1999. Beiträge zur Collembolenfauna von Höhlen der deutschen Mittelgebirge (Harz, Kyffhäuser, Thüringer Wald, Zittauer Gebirge) (Insecta: Collembola). *Beiträge zur Entomologie*, 49, 1, 211–255.
- GILLET, S. – PONGE, J. F. 2005. Species assemblages and diets of Collembola in the organic matter accumulated over an old tar deposit. *European Journal of Soil Biology*, 41, 39–44.
- GISIN, H. 1960. Collembolenfauna Europas. *Muséum d'Histoire Naturelle, Genève*, 1–312.
- HOCHMUTH, Z. 1978. Jaskyne Humenských vrchov. *Slovenský kras*, 16, 125–134.
- HOCHMUTH, Z. 2008. Krasové územia a jaskyne Slovenska. *Geographia Cassoviensis, Košice*, 2, 1–210.
- HOCHMUTH, Z. – ZANVIT, P. 1976. Jaskyne pri Beňatinej. *Slovenský kras*, 14, 159–161.
- HOCHMUTH, Z. – KOŠČ, R. – KUZMA, M. 1999. Brekovská jaskyňa pri Humennom. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 30, 3, 4–7.
- KOVÁČ, L. 2000. A review of the distribution of cave Collembola (Hexapoda) in the Western Carpathians. *Mémoires de Biospéologie*, 27, 71–76.
- KOVÁČ, L. – MOCK, A. – LUPTÁČIK, P. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. – SVATOŇ, J. – MAŠÁN, P. 2005. Terrestrial arthropods of the Domica Cave system and the Ardovská Cave (Slovak Karst) – principal microhabitats and diversity. In Tajovský, K. – Schlaghamerský, J. – Pižl, V. (Eds.): *Contributions to Soil Zoology in Central Europe I*. Institute of Soil Biology AS CR, České Budějovice, 61–70.
- KRÁL, V. 1999. *Fyzická geografie Evropy*. Academia, Praha, 1–349.
- LUKÁŇ, M. – RAJECOVÁ, K. – KOVÁČ, L. – LUPTÁČIK, P. – MOCK, A. 2004. Predbežné výsledky prieskumu spoločenstiev terestrických článkonožcov (Arthropoda) Jasovskej jaskyne. In Bella P. (Ed.): *Zborník referátov IV. vedeckej konferencie „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“*, Liptovský Mikuláš, 169–173.
- LUPTÁČIK, P. – MOCK, A. – KOVÁČ, L. 2005. Príspevok k poznaniu jaskynnej fauny Beskydského predhoria. *Telekia – Spravodaj chránenej krajinej oblasti Vihorlat*, 3.

- NOSEK, J. – VYSOTSKAYA, S. O. 1973. The investigation on *Apterygota* from nests of small mammals in the East carpathians (Ukrainian SSR). Biologické práce, Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 19, 5, 1–80.
- PJENČÁK, P. – DANKO, Š. 2002a. Zimoviská netopierov vo Vihorlate. Vespertilio, 6, 321–326.
- PJENČÁK, P. – DANKO, Š. 2002b. Zimoviská netopierov Vyšná hurka I. Vespertilio, 6, 12.
- RUSEK, J. 1975. Eine Präparationstechnik für Sprungschwänze und ähnliche Gliederfüßer. Mikrokosmos, 12, 376–381.
- RUSEK, J. 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. Biodiversity and Conservation, 7, 1207–1219.
- SKARŽYŃSKI, D. 2003. Over 140 years of research on springtails (Collembola) of the Sudetes: updated checklist, distribution, faunistic remarks and literature. Szczeliniec, 7, 29–43.
- THIBAUD, J.-M. – SCHULZ, H.-J. – GAMA, M. M. DA 2004. Hypogastruridae. In: Dunger W. (Ed.): Synopses on Palaearctic Collembola, vol. 4. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseum Görlitz, 75, 2, 1–287.
- VARGOVICH, R. 1999. A new species of Collembola of the genus *Arrhopalites* (Entognatha, Hexapoda) from a cave in Eastern Carpathians. Vestnik zoologii, 33, 3, 89–92.
- VARGOVICH, R. 2004. 2.4. Collembola. Pp. 53–58. In Zagorodniuk I. (Ed.): Cave Fauna of Ukraine. Kyiv, 1–248. (in Ukrainian)
- VARGOVICH, R. 2005. *Arrhopalites kristiani* sp. n. (Collembola, Symphypleona, Arrhopalitidae) from a cave in Eastern Carpathians. Vestnik zoologii, 39, 5, 67–73.
- VOLOŠČUK, I. ET AL. 1987. Vihorlat chránená krajinná oblasť: Príroda, Bratislava, 1–287.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	153 – 160	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

ROZŠÍRENIE DVOCH DRUHOV RODU *NIPHARGUS* (CRUSTACEA, AMPHIPODA) NA SLOVENSKU

IGOR HUDEC – ANDREJ MOCK

Katedra zoológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach, Moyzesova 11, SK-040 01 Košice; igor.hudec@upjs.sk; andrej.mock@upjs.sk

I. Hudec, A. Mock: The distribution of two species of the genus *Niphargus* (Crustacea, Amphipoda) in Slovakia

Abstract: The distribution of *Niphargus tatrensis* Wrześniowski, 1888 and *N. aggtelekiensis* Dudich 1932 based on the new records (37 localities) from the Slovak Republic is discussed. *N. aggtelekiensis* sensu Fisher at all. (2010) is known in South and Central Slovakia (material from 12 localities was examined); *N. tatrensis* is known in Central and Northern Slovakia (20 new or confirmed localities); next one *Niphargus* sp. was recorded in small numbers between ranges of both previous species (5 localities). Basic differential characters are involved in this contribution. Between both species there were identified transitions form (labeled as *Niphargus* sp.) they are probably hybrids of both mentioned species.

Key words: *N. tatrensis*, *N. aggtelekiensis*, distribution, morphology of telson, Slovakia, Central Europe

ÚVOD

Z územia Slovenska sa s istými výhradami uvádza 8 druhov rodu *Niphargus* (*N. tatrensis* Wrześniowski, 1888, *N. bajuvaricus* Schellenberg, 1932, *N. dudichi* Hankó, 1924, *N. aggtelekiensis* Dudich 1932, *N. hrabei* (Karaman, 1932), *N. inopinatus* Schellenberg, 1932, *N. valachicus* (Dobrea et Manolache, 1933), *N. carsicus* Straškraba, 1956). Z nich dva druhy habitusom pripomínajú r. *Gammarus*. *N. valachicus* má oči (aj keď čiastočne redukované), vyskytuje sa iba v povrchových nížinných, stojatých vodách (melioračné kanály východoslovenskej nížiny) a teda nemožno ho očakávať v podzemí. *N. hrabei* sa takisto uvádza len z povrchových vôd – z inundácie Hrona pri Štúrove (Hrabě, 1954).

Ostatných 6 druhov je slepých a ich „hlavným spoločným znakom“ je väčšinou neúplný morfológický opis, takže status niektorých druhov nie je dosiaľ jednoznačný.

Synonymiku podzemných druhov r. *Niphargus* z územia Slovenska veľmi podrobne spracoval Košel (2009) v prehľade podzemnej fauny Západných Karpát. V citovanej práci pre naše územie uvádza 5 druhov (*N. tatrensis*, *N. bajuvaricus*, *N. dudichi*, *N. carsicus* a *N. inopinatus*). V rámci nich do *N. tatrensis* zahŕňa *N. aggtelekiensis* a do *N. inopinatus* zahŕňa *N. leopoliensis molnari* Méhely, 1927. Synonymika druhej dvojice korešponduje s monografiou Schellenberg, 1942, ale v neskoršej práci (Hrabě, 1954) sa *N. leopoliensis molnari* stále uvádza ako samostatný druh. To bol zrejme dôvod znovu použitia názvu *N. leopoliensis* v potokoch Východných Karpát (Novikmec a kol., 2007).

Najčastejším druhom, s najväčším areálom rozšírenia na Slovensku je *N. tatrensis*. Bol opísaný zo studní v Zakopanom (Wrześniowski, 1888), a to na základe samice a nedospelého samca (Košel, 2009). Blízko príbuzný *N. aggtelekiensis* bol opísaný z jaskyne Baradla (Dudich, 1932) ako *N. tatrensis aggtelekiensis* – veľmi veľká forma (do 6 cm)

oproti nominotypickému poddruhu. Žiaľ, opis takisto nie príliš dôkladný. Zo Slovenska sa uvádzal jedine z jaskyne Domica, ktorá je prepojená s typovou lokalitou v Maďarsku. Taxonomická pozícia *N. aggtelekiensis* bola intenzívne diskutovaná prakticky od jeho opisu. Nakoniec sa vedecká obec dohodla, že ide len o extrémnu variabilitu. Preto bol dlho považovaný za mladšie synonymum *N. tatrensis* (Hrabě, 1954; Gulička, 1975). V takomto kontexte to chápali ďalší autori (Hudec, 1999, 2000; Košel kol., 1997, 2009; Kováč a kol., 2008 a ďalší).

Len nedávno Ficher a kol., (2010) opätovne „oddělili“ oba druhy na základe DNA analýzy a súčasne stanovili základné morfológické rozdiely medzi nimi. Na základe tejto práce je možné dosť spoľahlivo rozlíšiť oba druhy. Okrem základných rozlišovacích znakov bola v uvedenej práci uvedená ich „diagnóza“, avšak detailný opis všetkých znakov stále chýba – zrejme pre všeobecne dosť komplikovanú morfológiu zástupcov radu Amphipoda.

MATERIÁL A METÓDY

Údaje v tomto príspevku sú vyhodnotené len za základe prevereného materiálu:

- ***N. tatrensis* Wrzesniowski, 1888:** **Nízke Tatry:** – Demänovská jaskyňa slobody, 14. 09. 2001, leg. Mock (5 ks); vyvieracia Teplica pred Važeckou jaskyňou, marec 2001, leg. Mock (2 ks); Jaskyňa Štefanová, Jazerný dóm, 9. 9. 2011, leg. Kováč (3 ks); **Oravská Magura:** Zázrivá – Končitá, prameň v nadmorskej výške okolo 900 m, august 1999, leg. Mock (5 ks); **Západné Tatry:** Brestovská jaskyňa, leg. Kováč (3 ks); **Bukovské vrchy:** rieka Stuzica, 1999, leg. Košel (2 ks); **Branisko:** jaskyňa Zlá diera, leg. Kováč (2 ks); **Čierna Hora:** Roháčka, prameň nad Prostrednou dolinou pri poľovníckej chate, 12. 7. 2001, leg. Mock (10 ks); Ružínok, prameň pri ústí údolia, 07. 2001, leg. Mock (1 ks, spolu s *G. fossarum*); **Volovské vrchy:** Poráčska jaskyňa, august 2008, leg. Višňovská (3 ks); **Zvolenská kotlina:** Ponická jaskyňa, január 2006, leg. Papáč (5 ks); **Slovenský raj:** Koniarova jaskyňa, 9. 6. 1977, leg. Košel (1 ks); Hlboká dolka, prameň, 13. 5. 1973, leg. Košel (3 ks); Dobšinská ľadová jaskyňa, v bazéne veľkej vyvieracky, 3. 11. 1972 leg. Košel (2 ks); Stratená dolina – Tesniny, tri pramene, 13. 8. 1990, leg. Košel (1 ks); Ružová jaskyňa, sintrové jazierko, 29. 12. 1971, leg. Košel (3 ks); Stratenská jaskyňa, veľká sieň 24. 1. 1973 leg. Košel (1 ks); Jaskyňa Na Skale, predná sieň 23. 3. 1978. leg. Košel (1 ks); Psie diery, Labyrint, august 1976, leg. Košel (1 ks).
- ***Niphargus aggtelekiensis* Dudich, 1932:** **Slovenský kras:** jaskyňa Domica, jún 2007, leg. Hudec (početný materiál); jaskyňa Bezodná ľadnica, august 1990, leg. Košel (3 ks); Krásnohorská jaskyňa, jún 2003, leg. Mock (2 ks); jaskyňa Milada, riečisko, 09. 04. 1997, leg. Mock (3 ks); Rakovnica, studňa v obci, 10. október 2011, leg. Kuchta a Ondrej (5 jedincov); **Revúcka vrchovina:** Revúca, studňa, jún 1987, leg. Hudec (1 ks); jaskyňa Podbanište: 18. 04. 2007, leg. Papáč (3 ks); **Volovské vrchy:** Smolník – Malá Hekerová (umelý podzemný kanál), jún 2006, leg. Mock (6 ks); **Muránska planina:** Červená Skala: Ladzianskeho jaskyňa, marec 2006, leg. Papáč (2 ks); Tisovec: Michňová – priepasť, október 2004, leg. Mock (3 ks); Cerová vrchovina: Litava – Cerovo, prameň, leg. Luptáčik, (1 samica).
- ***Niphargus* sp. ?:** **Volovské vrchy:** Košice – Myslava, prameň, apríl 2006, leg. Hudec (početné jedince); **Muránska planina:** jaskyňa Stratený potok, jún 2008, leg. Papáč (1 ks a *G. fossarum*); jaskyňa Zlatnica 25. 5. 2009, leg. Papáč (1 dospelá samica s vajíčkami), dtto 1. 10. 2009, leg. Papáč (1 juv. ks); jaskyňa Homola, 31. 12. 2009, leg. Papáč (1 ks).

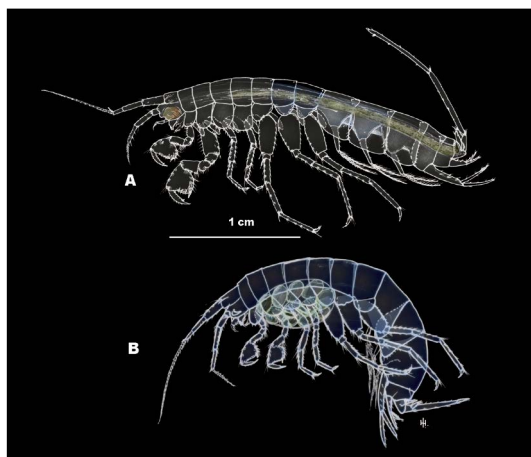
Jeden až dva jedince nifargusov z každej vyššie menovanej lokality sme najprv kvôli priehľadnosti dali na nejaký čas do chlórformolu. Takto „upravené“ jedince sme následne rozoberali pod stereoskopickou lupou. Odseparované časti sú zachované v SWANe ako trvalé preparáty. Predbežne sú deponované na pracovisku autorov.

Identifikácia jednotlivých druhov bola realizovaná najmä na základe telsónu a sekundárnych trňov koncových pazúrov na thorakopódoch podľa práce Fišera a kol. (2010). Ďalšie vyhodnocované znaky v zmysle toho, čo sa v súčasnej taxonómii amfipód vyžaduje (Ginet, 1991; Carausu a kol., 1955; Fišer a kol., 2009), tu nevyhodnocujeme – budú súčasťou samostatného príspevku.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Oba druhy sú veľmi podobné a evidentne patria do skupiny *N. tatrensis* (Fišer a kol., 2010). Voľným okom žiaden z uvedených druhov nie je možné rozlíšiť. **Individuálna veľkosť** oboch druhov, ale aj pohlaví zo sledovaných lokalít (s výnimkou jaskyne Domica) je viac-menej rovnaká – **cca 2 cm**¹ (s telesnými prívěskami do 3 cm – samice; 3,5 cm – samce. Len v jaskyni Domica samce dorastajú do 3,5 cm (s telovými prívěskami do 5 cm) a dospelé samice sú nepatrne dlhšie ako 2 cm (s telesnými prívěskami do 3 cm). Veľkosť jedincov v Domici zrejme súvisí jednak s množstvom potravy, ktorá je zanášaná do jaskynného systému z povrchu, a jednak s unikátnymi hydrologickými pomermi v jaskyni – prietok vody je oproti iným jaskynným systémom omnoho pomalší a na viacerých miestach sa vytvárajú prirodzené akumulčné nádržky so stojatou vodou. Po sprístupnení jaskyne a po vytvorení „plavby“ je voda zadržovaná aj umelým prehradením toku.

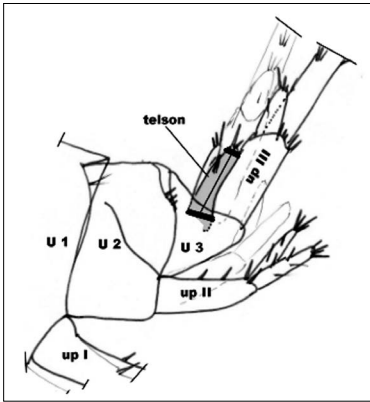
Morfológia. Použitie kľúča Hrabě (1954) z hľadiska súčasných požiadaviek na determináciu nifargusov je nepostačujúce. Takisto monografia Carausu a kol. (1955) je v prípade opisu *N. tatrensis* v mnohom nepresná. Je preto pochopiteľné, že Brtek (2001) túto skupinu amfipód nespracoval. Viaceré znaky na ústnych končatinách vyžadujú dosť veľkú skúsenosť s oddeľovaním jednotlivých častí. Na spoľahlivú determináciu je nutné jedince presvetliť. Len takto je možná spoľahlivá identifikácia drobných povrchových znakov na jednotlivých stomatopódoch. Takisto je vhodné urobiť si porovnávací materiál v trvalých preparátoch. Na makroskopickej úrovni je možná identifikácia samcov (posledný pár uropód nápadne dlhý – dosahuje až 1/4 dĺžky tela) a samíc (posledný pár uropód relatívne krátky – dosahuje okolo 1/10 dĺžky tela), ale bež možnosti presnej druhovej identifikácie. Okrem toho „čerstvo“ zvlčené jedince sú dosť priehľadné, takže voľným okom vidieť minimálne tráviacu trubicu (jej naplnenie potravou). Jedince staršie (dlhšie) po zvliekaní sú biele a nepriehľadné.



Obr. 1. Habitus *Niphargus tatrensis* s. str. A – samec; B – samica (orig. I. Hudec)

Fig. 1. The habitus of *Niphargus tatrensis* s. str. A – male; B – female (orig. I. Hudec)

¹ Merané od začiatku hlavy po koniec posledného urosomu.



Obr. 2. *Niphargus tatrensis* – bočný pohľad na koncovú časť tela a pozícia telsonu (skratky: U 1 – U 3 – urosómy jedna až tri; up I – up III – uropódy jedna až tri). Orig. I. Hudec

Fig. 2. *Niphargus tatrensis* – lateral view on the posterior body part with the telson position. (abbreviation: U1 – U3 1st to 3rd urosom; upI – UPIII 1st to 3rd uropod. Orig. I. Hudec

hrubšia ako distálna časť – konce lalokov (obr. 2). Nepreparované jedince majú oba laloky telsonu takmer súbežné. Po pritlačení krycím sklíčkom majú laloky tendenciu rozbiehať sa podľa intenzity stlačenia.

Počet a umiestnenie trňov na telsone sú druhovo a pohlavne charakteristické (obr. 3). Oba druhy majú niekoľko spoločných znakov, ktoré možno považovať za znak skupiny *N. tatrensis*:

- vo väčšine prípadov na distálnom konci oboch lalokov telsonu sú **3 trne** (terminálne trne: **TT**) a jedna distálne obrvená seta (**TS**) pri druhom trni. U samcov *N. tatrensis* sa výnimočne vyskytujú 4 trne (štvrtý je v zástoži za druhým trňom); kým terminálne trne sú u *N. tatrensis* väčšie a hrubšie (dosahujú 1/4 – 1/3 dĺžky telsonu, u *N. aggtelekiensis* sú zvyčajne kratšie ako 1/4 dĺžky telsonu)². U samíc *N. tatrensis* ani *N. aggtelekiensis* sa zvýšený počet trňov nezistil. Skôr naopak, niektoré samice *N. aggtelekiensis* majú vyvinuté len 2 trne a samce majú takto redukovaný počet trňov len na jednom z lalokov;

- vždy majú **1 dorzálny trň (DT)** v bazálnej tretine každého laloku; zvyčajne je situovaný bližšie k vonkajšiemu okraju laloka

- tesne nad dorzálnym trňom v tesnej blízkosti vonkajšieho okraja je **dvojica distálne obrvených siet** (externé laterálne sety: **ELS**), sú viditeľné pri väčších zväčšeniach;

- **1 – 3 drobné trníky (obr. 1)** sa nachádzajú tesne pod zrastom oboch lalokov telsonu, ich poloha je individuálne variabilná a nesúvisí s rozdielnosťou pohlaví (viditeľné pri väčších zväčšeniach).

Počet laterálnych trňov na vonkajšom alebo vnútornom okraji je druhovo i pohlavne variabilný, ale charakteristický pre oba druhy:

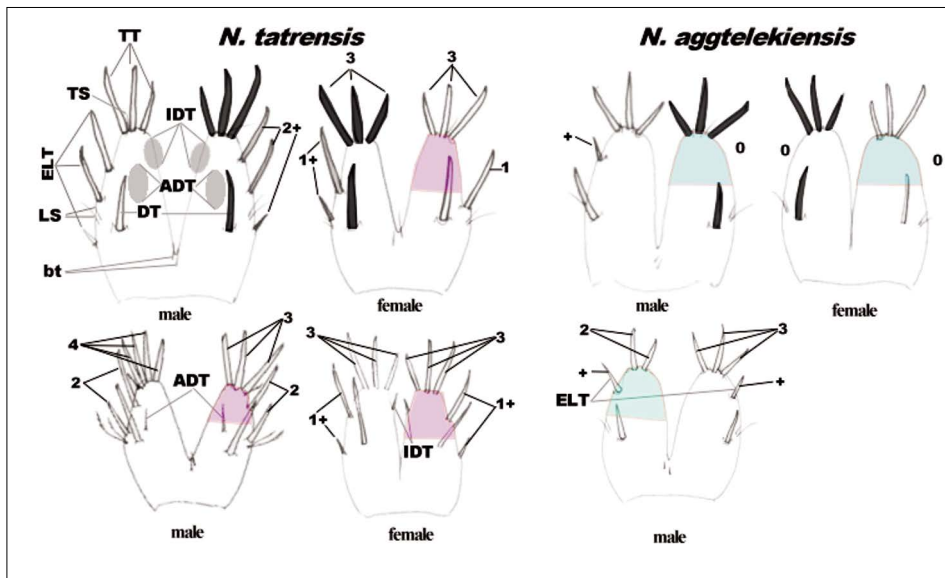
a) **trne na vonkajšom okraji laloka** (externé laterálne trne: **ELT**):

Ďalšie rozlišovacie znaky na končatinách hrude a bruška, ako aj morfológia jednotlivých článkov telového pancierika na identifikáciu oboch druhov nepomôžu, jednak pre zhodnosť a jednak pre šírku variability potenciálnych znakov. Znak na ústnych končatinách (stomatopódoch) sú príliš drobné a bez ich separácie od hlavy ich prakticky nemožno vyhodnotiť.

Ako najjednoduchší a zároveň najspoľahlivejší znak na rozlíšenie oboch druhov sa ukazuje **telson**. Jeho morfológia v rámci oboch druhov, ale aj pohlaví je druhovo charakteristická, no bez oddelení od tela je identifikácia veľmi neistá. Telson u oboch pohlaví druhu *N. tatrensis* je na distálnych koncoch zúžený a hranatý. Vnútorné okraje oboch lalokov zvierajú zreteľný ostrý uhol. Naproti tomu u oboch pohlaví *N. aggtelekiensis* je na distálnych koncoch široko zaoblený.

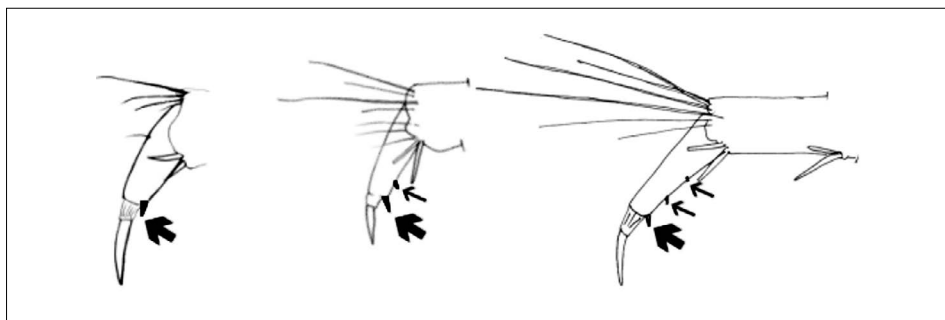
Vnútorné okraje oboch lalokov (ak nie sú pritlačené pod krycím sklíčkom) sa navzájom dotýkajú a rozbiehajú sa až pri distálnych koncoch. Treba podotknúť, že bazálna (zrastená) časť telsonu je mierne

² V každom prípade je zo začiatku vhodné mať porovnávací materiál, kým sa tieto hodnoty dostanú do oka. V prípade *Niphargus* sp. počty a veľkosť trňov zodpovedajú *N. aggtelekiensis*.



Obr. 3. Rozlišovacie znaky na telsoné dvoch druhov skupiny *Niphargus tatrensis*. Horný riadok: Znaky charakteristické pre oba druhy a obe pohlavia – sú začernené (TT – terminálne trne; DT – dorzálne trne); k nim patria terminálna seta (TS), bočné sety (LS) a bazálne trníky (bt). Vonkajšie laterálne trne (ELT) sú na 80 % dobrým znakom na rozlíšenie pohlaví oboch druhov. Ďalšie trne sú prejavom individuálnej a populačnej variability: vnútorné distálne trníky (IDT) a akcesorické dorzálne trne (ADT) s vyznačením sivej elipsy – plocha s najčastejšou polohou. Vytieňované plochy na konci lalok vyjadrujú rozdiely medzi *N. tatrensis* a *N. aggtelekiensis* podľa Fišera a kol. (2010). Celé čísla udávajú počty trňov na jednotlivých častiach telsonu; + vyjadruje prítomnosť ďalšieho kratšieho trňa. Spodný riadok: extrémne prípady variability oboch druhov. Orig. I. Hudec

Fig. 3. Differential characters on the telson for *Niphargus tatrensis* group. Upper row: differential characters for both species and sexes are of black colour (TT – terminal thorns; DT – dorsal thorns with terminal seta (TS), lateral setae (LS) and basal thorns (bt). External lateral thorns (ELT) are valid on 80 % for both sexes by both species. Other thorns express the individual and populations variability: inner distal thorns (IDT) and accessory dorsal thorns (ADT) in shadow ellipse – field with the most often presence. Shaded fields on distal lobes represent basic differences between *N. tatrensis* a *N. aggtelekiensis* according Fišer et all. (2010). Full numbers gives number of thorns on different part of telson; + means the presence of accessory (shorter) thorn Low row: extreme case of variability by both species. Orig. I. Hudec



Obr. 4. Variabilita počtu sekundárnych trňov na koncových pazúroch *N. aggtelekiensis* (Domica)
 Fig. 4. The secondary thorns variability on dactylus of *N. aggtelekiensis* (Domica Cave)

– samce *N. tatrensis* majú zvyčajne vyvinuté 2 trne, výnimočne 3 trne: oba trne (sú medzi dvojicou jemných distálne obrvených siet a distálnym koncom) sú rovnako dlhé a dobre vyvinuté (sú rovnako dlhé ako distálne trne). Ak je vyvinutý tretí trň, nachádza sa pod dvojicou jemných distálne obrvených siet, je veľmi často skráteneý (na menej ako polovicu predchádzajúcich dvoch trňov), prípadne je silno rudimentárny na drobný trník.

– samce *N. aggtelekiensis* majú vyvinutý 1 trň, aj ten je zvyčajne vyvinutý len na jednom laloku a je o ½ kratší ako ostatné trne.

– samice *N. tatrensis* majú vyvinutý 1, výnimočne 2 trne. Jeden z trňov (spodný) je väčšinou silno skráteneý až rudimentárny.

– samice *N. aggtelekiensis* nemajú laterálne trne.

b) trne na vnútornom okraji laloku (interné laterálne trne: **ILT** = mesiálne trne (sensu Fišer et al., 2008); Vyskytuje sa nanajvýš jeden a zvyčajne je len na jednom laloku telsónu. Vždy sa nachádza tesne pri distálnom okraji a je skráteneý až rudimentárny. Bol zistený tak u *N. tatrensis*, ako aj u *N. aggtelekiensis* a u oboch pohlaví. Tieto trne nepovažujem za determinatívny znak (možno ide o prejav individuálnej kondície?).

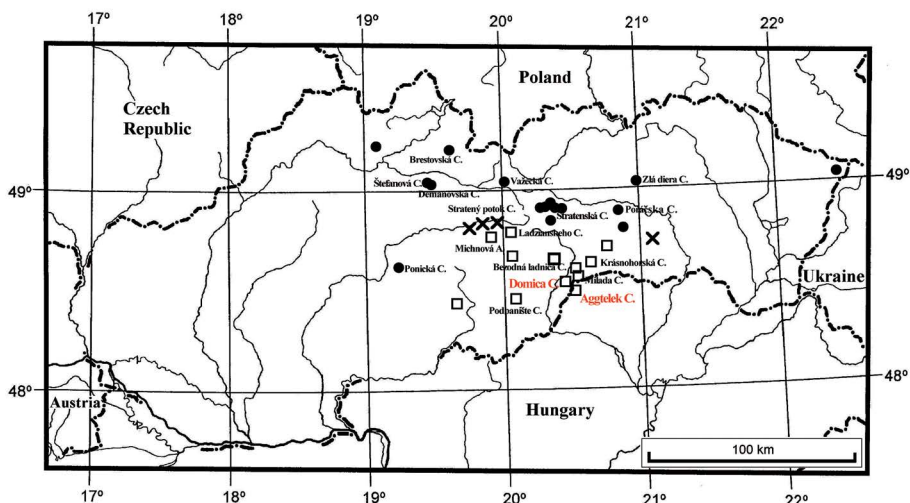
c) skráteneé trne na dorzálnnej ploche telsónu (akcesorické dorzálnne trne: **ADT**). Občas sa vyskytuje jeden zvyčajne len na jednom laloku telsónu, je situovaný v distálnej tretine až polovici (nad DT) na niektorom z lalokov tak u *N. tatrensis* ako aj u *N. aggtelekiensis* a u oboch pohlaví.

Ďalším rozlišovacím veľmi často sledovaným a najmä ľahko sledovateľným znakom sú daktyly (koncové pazúriky na hrudných končatinách). Na nich sa sleduje počet a rozmiestnenie sekundárnych trňov. Väčšinou sa považujú za doplnkový indikačný znak druhu (Hrabě, 1954; Carausu, 1957; Ginet, 1996). V prípade komplexu oboch týchto druhov sa na daktyloch vyskytuje 1 sekundárny trník blízko distálneho konca (80 – 85 % jedincov v populácii). Aj v rámci jednej populácie možno zaregistrovať jedince s dvomi (*N. tatrensis*, *N. aggtelekiensis*), výnimočne tromi (*N. aggtelekiensis*) sekundárnymi trňmi na konkávnom oblúku každého daktylu (obr. 4). Treba zdôrazniť, že druhý a tretí sekundárny trň sú zreteľne subtílnnejšie ako prvý (distálny sekundárny trň).

Rozšírenie. Podľa vyššie diskutovaných znakov je výskyt oboch druhov na Slovensku dosť zreteľne definovaný (obr. 5).

N. tatrensis sa vyskytuje na severe Slovenska počnúc Východnými Karpatmi (rieka Stužica) až po rieku Oravu (Oravská Magura). K ďalšiemu pokračovaniu výskytu pohoriami vonkajšieho karpatského oblúka až po Malé Karpaty (Košel, 2009) sa neodvážim vyjadriť, hoci podľa autorov Fišer a kol. (2010) jeho výskyt severným smerom pokračuje na Moravu a do Poľska. Evidentne sa vyskytuje aj v centrálnej časti Západných Karpát – najmä v severných jaskyniach a vyvierackách Nízkych Tatier. Ako jediný druh bol zatiaľ zaznamenaný v Slovenskom raji. Z centrálnej časti Západných Karpát bol najvýchodnejšie doložený z Braniska (jaskyňa Zlá diera) a z prameňov Čiernej hory. Južné ohraničenie rozšírenia na Slovensku nie je zatiaľ jednoznačne definované. Isté je, že sa vyskytuje v niektorých lokalitách Volovských vrchov (Poráčska jaskyňa) a Zvolenskej kotliny (Ponická jaskyňa).

N. aggtelekiensis je viazaný na južné pohoria Slovenska (Vnútorne Karpaty). Vyskytuje sa zrejme v celom Slovenskom krase. Najsevernejší výskyt je doložený z Muránskeho krasu (Ladzianskeho jaskyňa, priepasť Michňová). Zatiaľ najzápadnejšia lokalita je z jednej vyvieracky v Cerovej vrchovine. Západné ohraničenie výskytu takisto nedokážeme odhadnúť, pretože v Štiavnických vrchoch bol publikovaný už *N. dudichi* (Stloukal, 2004), ktorý bol opísaný z Podunajskej nížiny (Hronskej pahorkatiny) – studne v Tekovských Lužanoch (Hankó, 1924). V každom prípade areál výskytu *N. aggtelekiensis* je na Slo-



Obr. 5. Rozšírenie *Niphargus tatrensis* (●), *N. aggtelekiensis* (□), pravdepodobné hybridy oboch druhov (×) na Slovensku

Fig. 5. The distribution of *Niphargus tatrensis* (●), *N. aggtelekiensis* (□), probably hybrids of both species (×) in Slovakia

vensku väčší, ako sa pôvodne predpokladalo (Fišer a kol., 2010). Východné ohraničenie výskytu je zrejme determinované Slanskými vrchmi, kde máme doložený úplne iný, zatiaľ neurčený druh z jedinej lokality na úpätí vrchu Križan.

Zo severných svahov Muránskej planiny okrem *N. aggtelekiensis* (Ladzianskeho jaskyňa) sa v jaskyni Stratený potok našlo zopár jedincov s prechodnými znakmi (*Niphargus* sp.); podobná situácia bola zaznamenaná aj vo Volovských vrchoch (*N. aggtelekiensis*: Malá Hekerová; *Niphargus* sp.: Košice – Myslava). Zdá sa že táto veľmi úzka oblasť je „nárazníková“ zóna medzi areálom rozšírenia *N. tatrensis* a *N. aggtelekiensis*. Ide o hybridy oboch druhov? Čo tvorí prirodzené hranice rozšírenia oboch druhov? To sú zatiaľ otvorené otázky.

Treba konštatovať, že oba blízko príbuzné druhy evidentne nemajú výlučnú väzbu na krasové územia. Ukazuje sa, že sopečným pohoriam sa zrejme vyhýbajú (?), možno však dosiaľ hydrobiológovia nevenovali dostatočnú pozornosť. Biológia oboch tu diskutovaných druhov zrejme zodpovedá druhu *N. tatrensis* (Košel, 2009), ale experimentálne poznatky dosiaľ chýbajú.

Ďakovanie. Tento príspevok bol vypracovaný za finančnej podpory grantovej schémy VEGA 1/0139/09. No tento príspevok by nebol vznikol v takejto podobe bez dlhodobých terénnych zberov kolegov – V. Košel, Ľ. Kováč, P. Luptáčík (Košice), V. Papáč (Rimavská Sobota), Z. Višňovská (Liptovský Mikuláš), ktorí nás zásobovali materiálom a všemožne nás podnecovali – za to im patrí naša úprimná vďaka.

LITERATÚRA

- BRTEK, J. 2001. Príspevok k poznaniu amphipod Slovenska (I. Gammaroidea, Crangonyctoidea, Corophioidea). Acta Rer. Natur. Mus. Nat. Slov., 47, 65–89.
- CARAUŠ, S. – DOBREANU, E. – MONALOCHE, C. 1955. Amphipoda; forme salmastre is de apa dulce. Fauna Rep. pop. Romine; Crustacea V 4., Fasc. 4 Ed. acad. Rep. pop. Romine, 410 s.

- FIŠER, C. – COLEMAN, C. O. – ZAGMAJSTER, M. – ZWITTNIG, B. – GERECKE, R. – SKET B. 2010. Old museum samples and recent taxonomy: a taxonomic, biogeographic and conservation perspective of the *Niphargus tatrensis* species complex (Crustacea: Amphipoda). *Organisms, diversity and evolution* 10, 5–22.
- FIŠER, C. – SKET, B. – TRONTELJ, P. 2008. A phylogenetic perspective on 160 years of troubled taxonomy of *Niphargus* (Crustacea: Amphipoda). *Zoologica Scripta*, 37, 665–680.
- FIŠER, C. – TRONTELJ, P. – LUŠTRIK, R. – SKET, B. 2009. Toward an unified taxonomy of *Niphargus* (Crustacea: Amphipoda): a review of morphological variability. *Zootaxa*, 2061, 1–22.
- GINET, R. 1996. Bilan systématique du genre *Niphargus* en France. Espèces répertoriées jusqu'en 1990 dans les eaux souterraines de la France, Université Claude Bernard – Lyon I, Société linnéenne de Lyon, Lyon, 242 s.
- GULIČKA, J. 1975. Fauna slovenských jaskýň. *Slovenský kras*, 13, 37–85.
- HANKÓ, B. 1924. Eine neue Amphipoden Art aus Ungarn. *Ann. Mus. Nat. Hung.*, 21, 61–66.
- HRABĚ, S. 1954. Řad: Různonožci – Amphipoda. In Hrabě, S. (Ed.), *Fauna ČSR I*. Nakl. ČSAV, Praha, 508–515.
- HUDEC, I. 1999. Predbežné poznámky k rozšíreniu vodnej fauny v jaskyniach Silickej planiny (Slovenský kras). In Šmidt, J. (Ed.): *Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu, Brzotín*, 91–94.
- HUDEC, I. 2000. Interakcie povrchových a podzemných vodných kôrovcov (Crustacea) v oblasti jaskyne Domica (Slovenský kras). In Mock, A., Kováč, L. a Fulín, M. (Eds.): *Fauna jaskýň – Cave fauna. Východoslovenské múzeum, Košice*, 53–59.
- KOŠEL, V. 2009. Subteránna fauna Západných Karpát. Ústav pôdnej biológie, Biologické centrum AV ČR, České Budějovice, 202 s.
- KOŠEL, V. – HUDEC, I. – ROZLOŽNÍK, M. 1997. Malacostraca of the Biosphere Reserve of the Slovak Karst and the adjacent regions. In Tóth E., Horváth R., *Proceedings of the „Research, Conservation, Management“ Aggtelek, Hungary, 1–5 May 1996*, 421–425.
- KOVÁČ, L. – MOCK, A. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – ĽUPTÁČIK, P., 2008. Spoločenstvá fauny Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 46, Suppl. 1, 97–110.
- NOVIKMEC, M. – SVITOK, M. – BULÁNKOVÁ, E. – ČIAMPOROVÁ-ZAŤOVIČOVÁ, Z. – DERKA, T. – HALGOŠ, J. – HAMERLÍK, L. – ILLÉŠOVÁ, D. – ILLYOVÁ, M. – KRNO, I. – LUKÁŠ, J. – NÉMETHOVÁ, D. – PASTUCHOVÁ, Z. – STAŠIOV, S. – ŠPORKA, F. – ŠTEFFKOVÁ, E. – TIRJAKOVÁ, E. – TOMAJKA, J. – BITUŠÍK, P. 2007. *Limnology of streams in the Poloniny National park (the East Carpathinas, Slovakia)*. Technical Universty, Zvolen, 69 s.
- STLOUKAL, E. 2004. The first record of *Niphargus dudichi* (Crustacea: Amphipoda) in surface waters. *Biologia, Bratislava*, 59, Suppl. 15, 49–50.
- SCHELLENBERG, A. 1942. *Krebstiere oder Crustacea. IV. Flohkrebse oder Amphipoda. Die Tierwelt Deutschlands* 40. T. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 252 pp.
- WRZEŚNIEWSKI, A. 1888. O trzech kielzach podziemnych. *Pamiętnik fizyograficzny, Warszawa*, 8, 221–330, tab. VI–XVI.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	161 – 168	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

RÖNTGENOVÉ DIFRAKTOMETRICKÉ ŠTÚDIUM OPÁLOVÝCH SPELEOTÉM Z JASKYNE CUEVA OJOS DE CRISTAL, VENEZUELA

MONIKA ORVOŠOVÁ¹ – DANIEL OZDÍN² – LUKÁŠ VLČEK^{3,4}

¹ Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Ulica 1. mája 38, 031 01 Liptovský Mikuláš; orvosova@smopaj.sk

² Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava; ozdín@fns.uniba.sk

³ Slovenská speleologická spoločnosť, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; lukasvlcek@yahoo.com

⁴ Grupo Espeleológico de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales (SVCN), Caracas

M. Orvošová, D. Ozdín, L. Vlček: The X-ray diffraction study of opal speleothems from the Cueva Ojos de Cristal Cave, Venezuela

Abstract: The paper is focused on the mineralogical, especially X-ray study of opal crust fragment from the Cueva Ojos de Cristal Cave, Venezuela. It was created in Precambrian quartzitic sandstone of Matawí Fm. on the Mt. Roraima tepuy, Venezuela. The results show a diverse mineral association with domination of opal. From the structural point of view, the opal speleothems are built by amorphous A-opal, C-opal with disordered cristobalite structure and CT-opal with cristobalite-tridymite structure. There were identified also other minerals: wavellite, fluorapatite, unknown Ba-, Al-phosphate, fluorite, probably montmorillonite and an unknown Mg-silicate. The genesis of the opal speleothems could be related to the lateritic weathering of arkoses and quartzitic sandstone with higher volume of aluminosilicates, as a result of intensive dissolution in an acidic water of tepuis. Aluminosilicic products of sandstone alteration by organic matter present in the infiltrated seepage water were transported into the cave system and become a source of identified mineral components.

Key words: Opal, Wavellite, Cave minerals, Speleothems, Cueva Ojos de Cristal Cave, Roraima tepuy

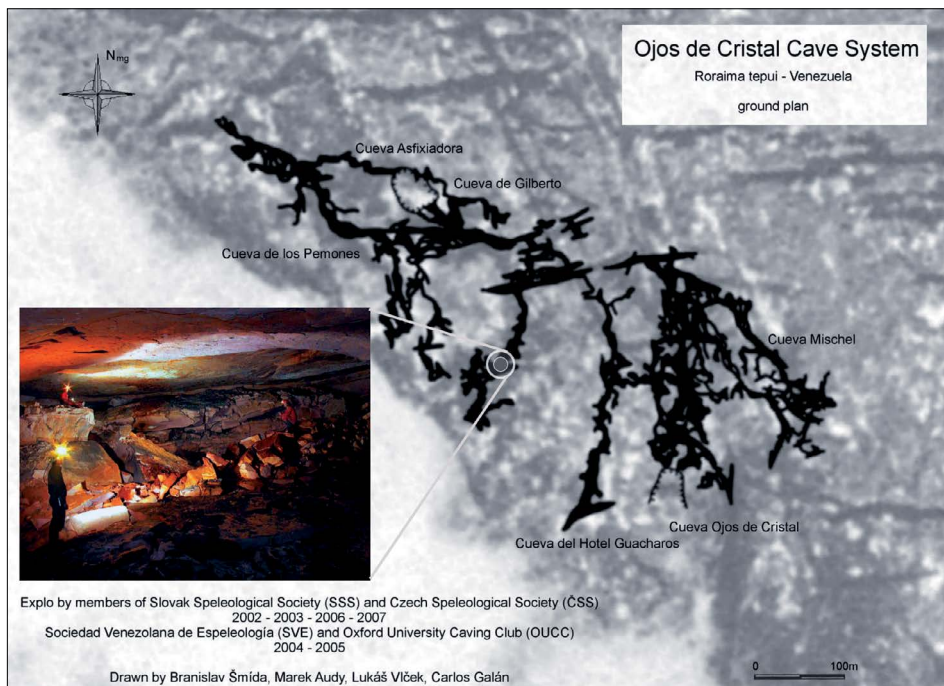
ÚVOD

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši získalo darom do svojho zbierkového fondu vzácne zbierky opálových speleotém z venezuelských kvarcitových jaskýň: Jaskyne kryštálových očí (ďalej uvádzaná ako Cueva Ojos de Cristal) a Jaskyne Charlesa Brewera (Cueva Charles Brewer). Vzorky boli odobrané na vedecké účely počas prírodovedeckých expedícií na stolové hory Roraima a Chimantá v rokoch 2007 a 2009. Opálové kôry obsahovali na prvý pohľad niekoľko farebne odlišiteľných minerálnych fáz, ktoré zaujali našu pozornosť, a preto sa stali predmetom mineralogického štúdia a identifikácie minerálov. Výskyt kremencových jaskýň vo svete je v súčasnosti chápaný ako všeobecne akceptovaný fenomén. Genéza jaskýň v kvarcitoch a ich speleotémy boli dlhodobo diskutovanou problematikou, pretože vznikajú v nekrasových sedimentárnych horninách – najmä kremencoch a kremenných pieskovochoch, ktoré patria medzi najodolnejšie horniny voči chemickému rozpúšťaniu (krasovateniu). Ešte donedávna sa vysvetľoval vznik kvarcitových jaskýň modelom arenitizácie prezentovaným Martiniovou (1979), t. j. rozpúšťaním kremenného tmelu kvarcitol a následne uvoľnením kremenných zŕn infiltrovanými zrážkovými vodami. Iné hypotézy

tiež podporovali krasovatenie kvarcitov napríklad chemickým zvetrávaním zrážkovými vodami v dlhom časovom období za vhodných poveternostných podmienok (Urbani, 1986; Wray, 1997), zvyšovaním rozpustnosti kremeňa jeho hydratáciou na opál (White et al., 1966), hydrotermálnou alteráciou SiO_2 pozdĺž puklín (Szczerban et al., 1977) alebo rozpúšťaním odolných kremencov pôsobením biogénnych procesov (vplyv siníc, húb a lišajníkov) (Büdel et al., 2004). Všetky vyššie spomínané korózne mechanizmy však nepredstavujú dominantný mechanizmus tvorby jaskýň a na rozpúšťaní materskej horniny sa podieľajú len minoritnou mierou. Na druhej strane hrajú významnú úlohu pri tvorbe speleotém. Až detailný geologický, geochemický a mikrobiologický výskum prírodovedeckých expedícií slovenských a českých geológov a speleológov v jaskyniach venezuelskej La Gran Sabana bol prelomový v chápaní speleogenézy v kremencovom krase. Ukázal, že najpravdepodobnejší spôsob ich vzniku je vymývanie a erózia nespevnených alebo slabo spevných polôh v sedimentoch (Aubrecht et al., 2008b). Predpokladá sa, že týmto mechanizmom speleogenézy sa vytvorí až 70 % objemu jaskýň, čo nutne zaraďuje pieskocové jaskyne opäť medzi pseudokrasové javy (Lánczos et al., 2009a, b; 2011b). Inkongruentné rozpúšťanie horninových minerálov, ako sú sľudy, živce a ílové minerály v pieskococh, a s tým súvisiaca tvorba lateritov prispieva k vytváraniu jaskýň asi len 30 %. Sprievodným znakom lateritizácie a prebiehajúceho rozpúšťania SiO_2 je aj prítomnosť množstva opálových speleotém, dosahujúcich nezvyčajne veľké rozmery a rôzne formy výskytu. Dosiaľ boli z týchto jaskýň opísané kremité speleotémy s vysokým podielom mikrobiálneho vplyvu na ich genézu označované ako „biospeleotémy“ (Aubrecht et al., 2008a). Vzorky speleotém analyzovaných v rámci štúdie patria do druhej kategórie opálových speleotém, ktoré sú z väčšej časti abiotického charakteru.

GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA A STRUČNÝ OPIS VÝSKYTU SPELEOTÉM

Jaskyňa Cueva Ojos de Cristal sa nachádza na najvyššej stolovej hore Guayanskej vysočiny Roraima (2810 m n. m.) v juhovýchodnej Venezuele, v štáte Bolívar. Roraima je budovaná horninami Guayanského štítu, ktorý predstavuje súčasť Amazónskeho kratónu. Horniny sú súčasťou náhornej plošiny Pacaraima, kde súvrstvie Matauí, pozostávajúce z pieskocov s hrúbkou od 200 m do vyše 3000 m vyčnieva ponad paleoproterozoické kryštalinické podložie. Vek hornín najvrhnejšej skupiny Roraima je $1873 \text{ Ma} \pm 3 \text{ Ma}$ (Santos et al., 2003). Jaskyňa Cueva Ojos de Cristal predstavuje niekoľko kilometrov dlhý (15 280 m s hĺbkou 73 m) vodou vytvorený fluvialne aktívny systém horizontálnych chodieb, ktorý je v súčasnosti najdlhšou jaskyňou v kvarcitoch na svete (Vlček, 2010). Zdokumentovali a zamerali ho slovenskí a českí jaskyniari viacfázovo v rokoch 2003 až 2007 (napr. Audy, 2003, 2008; Šmída et al., 2003, 2005; Vlček a Šmída, 2007). Fragment opálovej kôry bol odobraný z dna rozsiahleho dómu vzniknutého kolapsom nadložných vrstiev. Dno tvoria bloky opadaných skolabovaných vrstiev kremenca pokryté tenkým čiernym infiltrovaným sedimentom, pod ktorým sa nachádza popraskaná biela opálová kôra hrúbky do 5 cm. Vzorka bola odobraná priamo z bloku horniny, z kontaktu horniny s opálovou kôrou. Miesto odberu vzoriek je suché, senilné, bez aktívnej prítomnosti vody (obr. 1, 2, 3).



Obr. 1. Mapa jaskyne Cueva Ojos de Cristal

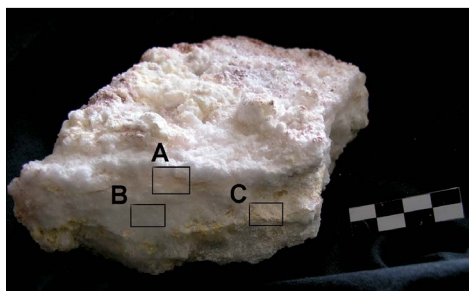
Fig. 1. Map of Cueva Ojos de Cristal Cave

Obr. 2. Miesto odberu vzoriek opálových speleotém v jaskyni Cueva Ojos de Cristal

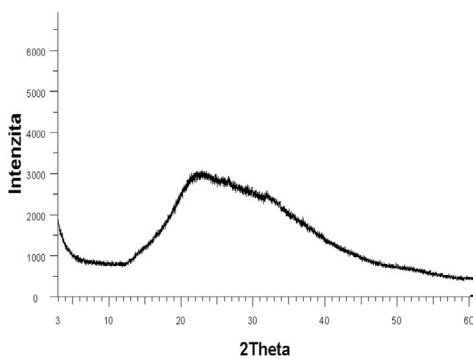
Fig. 2. Sampling point of opal speleothems in Cueva Ojos de Cristal Cave

METODIKA

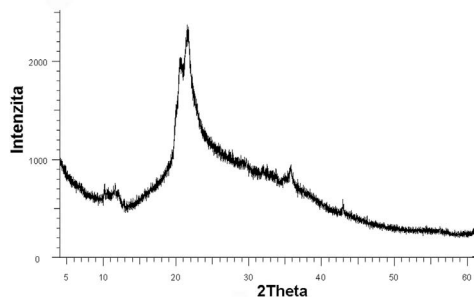
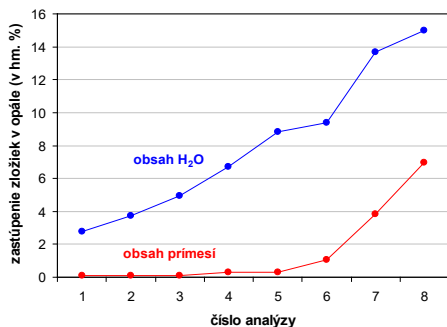
Na práškovú rtg. difrakčnú analýzu sa použili neorientované práškové preparáty analyzované na prístroji Bruker D8 Advance (Centrum excelentnosti SOLIPHA, KMP PRIF UK) pri použití Cu antikatódy ($\lambda = 1,54178 \text{ \AA}$), Ni K β filtrami a detektorom LynxEye s urýchľovacím napätím 40 kV a prúdom 40 mA. Krok zaznamenávania intenzít bol $0,01^\circ 2\theta$ pri čase 1 s, meraný rozsah záznamov $4 - 60^\circ 2\theta$. Difrakčné záznamy sa spracovali pomocou programu DiffracPLUS EVA (Bruker, 2008). Mriežkové parametre boli vypočítané pomocou programu UnitCell (Holland a Redfern, 1997). Indexy hkl sa v rtg. práškovom zázname priradili na základe počítaného záznamu wavellitu (Chichagov et al., 1990). Chemické zloženie opálu sa skúmalo pomocou elektrónového mikroanalýzátora CAMECA SX100 (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava). Vlnovodisperzné mikroanalýzy sa vykonali pri urýchľovacom napätí 15 kV, vzorkovom prúde 15 nA a priemere elektrónového lúča 5 μm . Pri meraní sa použili tieto štandardy: albit (Na K α), ortoklas (K K α), wollastonit (Ca K α), kremeň (Si K α), forsterit (Mg K α), fayalit (Fe K α), rodonit (Mn K α), Al $_2$ O $_3$ (Al K α), Cr (Cr K α), TiO $_2$ (Ti K α), barit (S K α), Ni (Ni K α), apatit (P K α), LiF (F K α) a NaCl (Cl K α). Fotografie v späťe rozptýlených elektrónoch (BEI) sa vyhotovovali pri urýchľovacom napätí 15 kV a prúde 20, resp. 25 nA na prístroji CAMECA SX100.



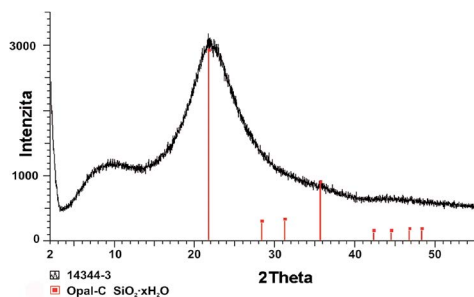
Obr. 3. Skúmaná vzorka opálovej kôry s označenými miestami odberu na rtg. analýzy (A – biely práškový agregát (Rtg. práškový záznam na obr. 10), B – kompaktný opálový agregát (Rtg. práškový záznam na obr. 6), C – žltý zemitý agregát (Rtg. práškový záznam na obr. 11) Fig. 3. Study sample of opal crust with the point sampling for X-ray study (A – white powder aggregate (Powder X-ray diffraction data is on fig. 10), B – compact opal aggregate (Powder X-ray diffraction data is on fig. 6), C – yellow earthy aggregate (Powder X-ray diffraction data is on fig. 11)



Obr. 4. Rtg. práškový difrakčný záznam opálu-A Fig. 4. Powder X-ray pattern of A-opal



Obr. 5. Rtg. práškový difrakčný záznam opálu-CT Fig. 5. Powder X-ray pattern of CT-opal



Obr. 6. Rtg. práškový difrakčný záznam zmesi opálu-A a opálu-C Fig. 6. Powder X-ray pattern of mixture of A-opal and C-opal

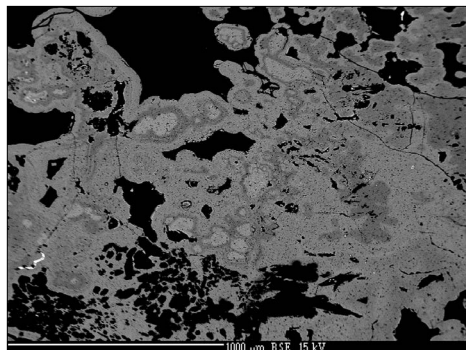
Tab. 1. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy opálu z jaskyne (v hm. %) Tab. 1. Representative electron microprobe analysis of opals from cave (in wt. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Priemer (16)
SiO ₂	97,14	96,18	94,96	92,96	90,85	89,56	87,25	82,44	78,05	89,93
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,03	0,18	0,02	0,63	2,39	2,59	4,32	1,13
Fe ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
Mn ₂ O ₃	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,01
Cr ₂ O ₃	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
K ₂ O	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,07	0,03	0,04	0,03
CaO	0,05	0,05	0,01	0,08	0,24	0,33	1,07	1,14	2,16	0,57
MgO	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,02	0,07	0,15	0,03
NiO	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,27	0,03
SO ₂	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Cl	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Suma	97,22	96,26	95,06	93,29	91,16	90,61	90,86	86,30	85,02	91,75

Obr. 9. Porovnanie obsahu prímiesi v opále a obsahu vody. *Voda bola orientačne vypočítaná z elektrónových mikroanalýz dopočítaním do 100 hm. % Fig. 9. Comparison of the impurities and water content of opal. *Water content was calculated from the electron microanalyses by raising the weight to 100 %



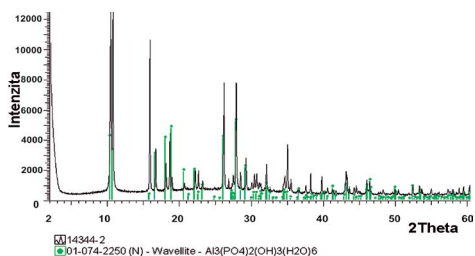
Obr. 7. Chemicky homogénny opál s nátekovitou textúrou s Ba, Al-fosfátmi (svetlosivé), BEI
 Fig. 7. Collomorph chemically homogenous texture of opal with Ba, Al-phosphates (light grey), BEI



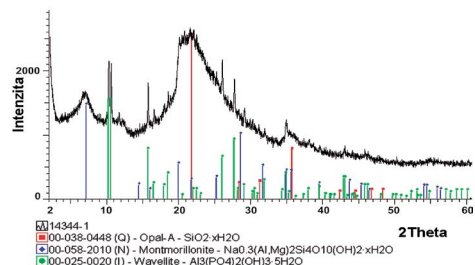
Obr. 8. Chemicky zonálny opál, BEI
 Fig. 8. Chemically zonal opal, BEI

Tab. 2. Tabuľka nameraných difrakčných maxím wavellitu z jaskyne Cueva Ojos de Cristal Cave
 Tab. 2. Table of measured values of diffractions of wavelite from Cueva Ojos de Cristal Cave

2θ	d _{mer}	I _{mer}	h	k	l
10,385	8,51161	100,0	0	2	0
10,700	8,26181	94,7	1	1	0
15,846	5,58823	79,8	1	0	1
16,666	5,315	25,6	1	1	1
18,073	4,90445	18,5	1	3	0
18,625	4,76034	33,6	2	0	0
20,642	4,29944	8,4	0	4	0
22,163	4,00777	14,6	1	3	1
22,625	3,92683	14,8	2	0	1
23,188	3,83286	9,5	2	1	1
26,174	3,40198	58,3	0	1	2
27,455	3,24607	12,4	2	3	1
27,872	3,19836	58,5	2	4	0
28,490	3,13042	13,7	3	1	0
29,234	3,05244	21,1	1	2	2
30,056	2,97078	8,6	0	3	2
30,406	2,93738	13,0	1	5	1
30,738	2,90645	13,0	2	4	1
31,103	2,87311	9,0	0	6	0
32,102	2,78601	17,7	3	3	0
32,565	2,74742	6,4	3	2	1
33,057	2,70764	5,1	0	4	2
34,633	2,58796	12,2	3	3	1
35,029	2,55959	27,5	1	6	1
35,495	2,52705	10,5	2	3	2
37,573	2,39195	7,2	4	0	0
43,179	2,09349	14,0	4	4	0
44,296	2,04323	6,1	3	6	1
44,601	2,02996	7,1	2	2	3
46,083	1,96807	10,0	2	8	0
46,454	1,95321	9,1	3	7	0
50,005	1,82251	5,4	3	6	2
52,496	1,74175	7,2	0	0	4
53,411	1,71406	7,1	1	0	4
53,706	1,70531	5,5	1	1	4
55,050	1,66682	5,7	1	7	3
57,384	1,60445	5,5	4	8	0
58,069	1,58716	5,4	2	9	2
58,933	1,56593	6,0	5	4	2
59,540	1,55141	6,6	1	11	0
60,384	1,53172	7,4	2	4	4



Obr. 10. Rtg. práškový difrakčný záznam wavellitu z jaskyne
 Fig. 10. Powder X-ray diffraction data of wavelite from cave



Obr. 11. Rtg. práškový difrakčný záznam zmesi opálu-A, opálu-CT, wavellitu a montmorillonitu (?)
 Fig. 11. Powder X-ray pattern of mixture of A-opal, CT-opal, wavelite and probably montmorillonite

VÝSLEDKY

Opál sa vyskytuje v podobe bielych až priehľadných, kolomorfných, nátekovitých agregátov tvoriacich kôry. Je základnou zložkou SiO_2 speleotém. Má pomerne vysokú tvrdosť a niekedy je veľmi drobný až rozpadový. Opálové speleotémy sa vyznačujú silnou pórovitosťou. V týchto malých nepravidelných dutinkách precipitujú väčšinou fosfáty, silikáty alebo anorganické zlúčeniny obohatené o fluór. Pomocou rtg. difrakčnej analýzy sme identifikovali niekoľko typov opálov. Prvý typ je bezfarebný a priehľadný opál-A (hyalit), ktorý sa v práškovom rtg. zázname prejavuje vydutím spektra so začiatkom pri uhle $12\ 2\theta$ a s vrcholom pri uhle $21 - 23\ 2\theta$ (obr. 4). Druhý typ opálu je priesvitný opál-CT, s charakteristickými cristobalitovými a tridymitovými difrakciami (obr. 5). V jednom rtg. práškovom zázname sme identifikovali zmes opálu-A s opálom-C (obr. 6), ktorý je charakteristický neusporiadanou cristobalitovou štruktúrou. V niektorých práškových záznamoch sa v rozmedzí uhlov $3 - 14\ 2\theta$ vyskytlo vydutie spektra zodpovedajúce neznámej amorfnej fáze (obr. 5, 6, 11). V spätne rozptýlených elektrónoch (BEI) nie je možné odlíšiť jednotlivé formy opálu. Niekedy je opál chemicky homogénny (obr. 7), inokedy zonálny (obr. 8). Najčastejšia je rastová zonálnosť s charakteristickými prírastkovými zónami. V spätne rozptýlených elektrónoch sú tmavšie fázy v opáloch charakteristické zníženým obsahom Si a zvýšeným obsahom prímеси a vody (obr. 8). Všeobecný trend vstupovania prímеси do opálu so vzrastajúcim obsahom vody dokumentuje obrázok 9. Opály z opálových speleotém v jaskyni Cueva Ojos de Cristal sa vyznačujú pomerne malou variabilitou chemického zloženia, kde z prímеси dosahuje obsah $\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 4,3$ hm. % a CaO do 2,2 hm. % (tabuľka 1). Možnosť prítomnosti nejakej Ca - Al - (Si) oxidickej fázy v opále je vylúčená, keďže nebýva zastúpený pravidelný pomer týchto 2 prvkov v analýzach a aj v spätne rozptýlených elektrónoch neboli viditeľné žiadne fázy. Napriek tomu v analýzach je pomer Ca : Al väčšinou 1 : 2. Obsah vody orientačne stanovený na základe dopočítania sumy oxidov z bodových elektrónových mikroanalýz do 100 hm. % sa pohybuje v rozmedzí $\sim 3 - 15$ hm. % H_2O . Obsah fluóru v opáloch sa stanovoval tiež, avšak vo všetkých analýzach nadobúdala nulové hodnoty. V asociácii s opálom vystupujú okrem wavellitu najmä fosfát bária (minerál blízky gorceixitu), zriedkavo fluórapatit, fluorit, zmiešanovrstevnaté silikáty a neznámy silikát horčička s fluórom. Wavellit sa nachádza zriedkavo v podobe žltobielych kôr a krystalných alebo práškovitých agregátov, zložených z radiálnych agregátov. Radiálne agregáty sú zoskupované do globulárnych útvarov, resp. slniečok. Wavellitové tenké vložky (preplastky) sú súčasťou vrstvy bieleho až bezfarebného opálu (obr. 3A). Wavellit bol identifikovaný práškovou rtg. analýzou (obr. 10, tab. 2). Jeho mriežkové parametre sú: $a = 9,5574(8)$ Å, $b = 17,2614(13)$ Å, $c = 6,9314(9)$ Å, $V = 1143,50$ (15) Å³. Mriežkové parametre wavellitu z jaskyne Cueva Ojos de Cristal sa líšia od iných wavellitov, čo môže byť spôsobené pravdepodobne odlišným chemickým zložením, resp. prípravou vzorky, pri ktorej nebola využitá možnosť eliminovať prednostnú orientáciu jednotlivých častíc v práškovom preparáte. Vo vzorke spolu s opálom-CT, opálom-A a wavellitom sme pomocou rtg. práškového analýzy identifikovali aj zmiešanovrstevnatý silikát zo skupiny smektitu. Podľa rtg. záznamu ide pravdepodobne o montmorillonit (obr. 11, 3C). Vzhľadom na to, že zmiešanovrstevnaté silikáty majú veľmi podobné rtg. záznamy, presné určenie by si vyžadovalo osobitný metodický prístup a osobitnú štúdiu.

DISKUSIA A ZÁVER

Fragment opálovej kôry z kvarcitovej jaskyne Cueva Ojos de Cristal vytvorenej v prekambriických pieskovcoch Chimanta tepuy vo Venezuele bol podrobený detailnému mineralogickému výskumu. Výsledky poukázali na pestrú asociáciu minerálov, ktoré sa podieľajú na zložení jaskynného sedimentu. Je tvorený viacerými minerálnymi fázami, ale za dominantnú možno považovať iba minerál opál. Opálové speleotémy sú zo štruktúrneho hľadiska tvorené nekryštalickým amorfným opálom-A, opálom-C s neusporiadanou cristobalitovou štruktúrou a opálom-CT s cristobalitovo-tridymitovou štruktúrou. Práškové difrakčné záznamy a štúdium vzoriek na elektrónovom mikroanalýzátore poukazujú na prítomnosť fosfátov (wavellit, fluóropatit, Ba, Al-fosfát), fluoritu a silikátov (montmorillonit (?) a neznámy Mg silikát). Všetky fázy sú geneticky mladšie ako opál a vyskytujú sa v dutinkách porézneho opálu. Genéza nátekových opálových speleotém pravdepodobne súvisí s procesmi lateritického zvetrávania materskej horniny, hlavne polôh pieskovcov s vyšším podielom alumosilikátov až arkózových polôh, v dôsledku intenzívneho rozpúšťania v prostredí kyslých vôd stolových hôr (Lánczos et al., 2009a; Aubrecht et al., 2011a,b). Produkty alterácie alumosilikátov z pieskovcov spolu s organickým materiálom infiltrovaným priesakovou vodou boli transportované do podzemia jaskynného systému a stali sa zdrojom komponentov identifikovaných minerálov. Mechanizmus postupného formovania bielych opálových kôr situovaných na podlahe jaskynnej chodby, ako aj miera mikrobiálneho vplyvu pri tvorbe na ich formovanie bude predmetom ďalšieho štúdia.

Podakovanie. Táto práca vznikla vďaka lídrom speleologických expedícií na stolové hory Venezuely Charlesovi Brewerovi-Caríasovi, Federicovi Mayoralovi z Grupo Espeleológico de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales (SVCN), Mgr. Branislavovi Šmíďovi, PhD., zo Slovenskej speleologickej spoločnosti; Ing. Marekovi Audymu z Českej speleologickej spoločnosti a medzinárodnému tímu speleológov, ktorí objavovali Jaskyňu kryštálových očí, ako aj podpore grantov APVV č. 0251-07, VEGA č. 1/0246/08, APVV VVCE-0033-07 a Ministerstvu školstva Slovenskej republiky. Za vyhotovenie rtg. záznamov ďakujeme Mgr. Petrovi Bačíkovi, PhD.

LITERATÚRA

- AUBRECHT, R. – BREWER-CARÍAS, CH. – ŠMÍDA, B. – AUDY, M. – KOVÁČIK, L. 2008a. Anatomy of biologically mediated opal speleothems in the world's largest sandstone cave Cueva Charles Brewer, Chimanta Plateau, Venezuela. *Sedimentary Geology*, 203, 181–195.
- AUBRECHT, R. – LÁNCZOS, T. – ŠMÍDA, B. – BREWER-CARÍAS, CH. – MAYORAL, F. – SCHLÖGL, J. – AUDY, M. – VLČEK, L. – KOVÁČIK, L. – GREGOR, M. 2008b. Venezuelan sandstone caves: a new view on their genesis, hydrogeology and speleothems. *Geologia Croatica*, 61, 345–362.
- AUBRECHT, R. – LÁNCZOS, T. – GREGOR, M. – SCHLÖGL, J. – ŠMÍDA, B. – LIŠČÁK, P. – BREWER-CARÍAS, CH. – VLČEK, L. 2011a. Sandstone caves on Venezuelan tepuis: Return to pseudokarst? *Geomorphology*, 132, 351–365.
- AUBRECHT, R. – BARRIO-AMOROS, C. – BREURE, A. – BREWER-CARÍAS, CH. – DERKA, T. – GREGOR, M. – KODADA, J. – KOVÁČIK, L. – LÁNCZOS, T. – LEE, N. M. – LIŠČÁK, P. – SCHLOGL, J. – ŠMÍDA, B. – VLČEK, L. 2011b. Venezuelan tepuis – their caves and biota. Monography (*in press*)
- AUDY, M. 2003. Křemencový kras venezuelské Guayány. *Vesmír*, 82, 133, 5, 256–265.
- AUDY, M. 2008. Brány do ztraceného světa. Jota, Brno, 180 p.
- BRUKER 2008. Diffracplus Eva. – <http://www.bruker-axs.com/eva.html>.

- BÜDEL, B. – WEBER, B. – KÜHL, M. – PFANZ, H. – SÜLTEMEYER, D. – WESSELS, D. 2004. Reshaping of sandstone surfaces by cryptoendolithic cyanobacteria: bioalkalization causes chemical weathering in arid landscapes. *Geobiology*, 2, 261–268.
- DOWNS, R. T. 2006. The RRUFF Project: An integrated study of the chemistry, crystallography, Raman and infrared spectroscopy of minerals. Kobe: International Mineralogical Association, 2006, <http://rruff.info>.
- HOLLAND, T. J. B. – REDFERN, S. A. T. 1997. Unit cell refinement from powder diffraction data: the use of regression diagnostics. *Min. Mag.*, 61, 65–77.
- CHICHAGOV, A. V. – BELONozHKO, A. B. – LOPATIN, A. L. – DOKINA, T. N. – SAMOKHVALOVA, O. L. – USHAKOVSKAYA, T. V. – SHILOVA, Z. V. 1990. “Information-calculating system on Crystal Structure data for Minerals (MINCRYST)”. *Kristalografija*, 35, 3, 610–616.
- LÁNCZOS, T. – AUBRECHT, R. – GREGOR, M. – VLČEK, L. – ŠMÍDA, B. – BREWER-CARÍAS, CH. 2009a. Geochemické aspekty genézy krasových javov stolových hôr Guayanskej vysočiny. Cambelové dni 2009, zborník príspevkov z konferencie: geochémia pri riešení aktuálnych problémov, 3. ročník, Banská Štiavnica, 29. – 31. máj 2009, 43–46.
- LÁNCZOS, T. – AUBRECHT, R. – GREGOR, M. – SCHLÖGL, J. – ŠMÍDA, B. – VLČEK, L. – BREWER-CARÍAS, CH. – MAYORAL, F. 2009b. Úloha vody v genéze pseudokrasových javov v kvarcitoch stolových hôr Guayanskej vysočiny. *Geochémia 2009*, Spoločný geologický kongres Českej a Slovenskej geologickej spoločnosti, zborník príspevkov, Bratislava, 72–74.
- MARTINI, J. E. J. 1979. Karst in Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Eastern Transvaal. *Ann. South Afr. Geol. Surv.*, 13, 115–128.
- SANTOS, J. O. S. – POTTER, P. E. – REIS, N. J. – HARTMANN, L. A. – FLETCHER, I. R. – McNAUGHTON, N. J. 2003. Age, source, and regional stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraima – like outliers in northern South America based on U-Pb geochronology. *GSA Bull.*, 115, 331–348.
- SZCZERBAN, E. – URBANI, F. – COLVEÉ, P. 1977. Cuevas y simas en cuarcitas y metalimolitas del Grupo Roraima, Meseta de Guaiquinima, Estado Bolívar. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 8, 127–154.
- ŠMÍDA, B. – AUDY, M. – VLČEK, L. 2003. Expedícia Roraima – Cueva Ojos de Cristal (Kryštálové oči). *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 34, 2 (special monographic issue), 191 s.
- ŠMÍDA, B. – AUDY, M. – BIORD, H. – MAYORAL, F. 2005. Cueva Charles Brewer (Chimantá) and Cueva Ojos de Cristal: the greatest quartzite caves of the world (table-mountains, Venezuela). *Proceedings of the 14th International Congress of Speleology*, 21st – 28th August 2005, Athens, 155–156.
- URBANI, F. 1986. Notas sobre el origen de las cavidades en rocas cuarcíferas precámbricas del Grupo Roraima. *Interciencia*, 11, 298–300.
- VLČEK, L. – ŠMÍDA, B. 2007. Objavy členov slovenskej speleologickej expedície Roraima – Kukenán 2006 na stolovej hore Roraima v Guayanskej vysočine (Venezuela). *Aragonit*, 12, 89–93.
- VLČEK, L. – ŠMÍDA, B. – BREWER-CARÍAS, CH. – AUDY, M. – MAYORAL, F. – AUBRECHT, R. – LÁNCZOS, T. 2008. Prírodovedecká expedícia Chimantá – Roraima 2007: výsledky speleologických výskumov na stolových horách La Gran Sabany (Estado Bolívar, Venezuela). *Aragonit*, 13, 2, 34–46.
- VLČEK, L. 2010. Actual list of the longest quartzite caves in the World (25 longer than 1 km) (January, 2010). 11th Symposium on Pseudokarst, Saupsdorf, Book of Abstracts, abstrakt, 43–44.
- WHITE, W. D. – JEFFERSON, G. L. – HAMAN, J. F. 1966. Quartzite karst in southeastern Venezuela. *International Journal of Speleology*, 2, 309–314.
- WRAY, R. A. L. 1997. Quartzite dissolution: karst or pseudokarst? *Cave and Karst Science*, 24, 81–86.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	169 – 172	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

SPRÁVY – REPORTS

70 ROKOV SPELEOZOLOGICKÉHO VÝSKUMU NA UNIVERZITE KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

VLADIMÍR KOŠEL

Katedra zoológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina B1, 842 15 Bratislava 4; kosel@fns.uniba.sk

V. Košel: 70 years of speleo-zoological research at the Comenius University in Bratislava

Abstract: In 2010, the speleo-zoological research at Comenius University in Bratislava (Slovakia) had 70 years anniversary. The first person, who organized field research in caves within this workplace, was Prof. M. M. Novikov (Nowikoff), the head of the Zoological Institute at the Slovak University. The research was realized in the Bystrianska Cave (the Nízke Tatry Mts.) in 1940. A new period of the reasearch followed after 1945. The most prominent researchers devoted to the cave and underground fauna were: J. Gulička, J. Vachold, J. Brtek, L. Korbel, M. Vagner and V. Košel. At present day, the cave fauna is being studied at three institutes in Slovakia: Deptatment of Zoology at Commenius University in Bratislava; Institute of Biological and Ecological Sciences at Šafárik University in Košice; and Department of Cave Research and Protection at State Nature Conservancy of the Slovak Republic – Slovak Caves Administration in Liptovský Mikuláš.

Key words: speleozoological research, history, Commenius University, Slovakia

Je iste nezvyčajná zhoda okolností, že na 70. výročie vzniku Prírodovedeckej fakulty UK pripadá aj rovnaké výročie prvej speleozoologickej akcie na tejto fakulte a bez zveličenia je to aj 70 rokov trvania speleozoologického výskumu v tejto inštitúcii.

V roku 1939 bolo založené prvé novodobé zoologické pracovisko na vysokej škole na Slovensku – Zoologický ústav, patriaci vtedy pod Filozofickú fakultu Slovenskej univerzity. Za vedúceho tohto ústavu – prednostu nastúpil prof. Michal Michailovič Novikov, dovtedy pôsobiaci v Prahe na Karlovej univerzite. Prírodovedeckú fakultu založili o rok neskôr, roku 1940, a pod ňu sa organizačne presunul aj Zoologický ústav.

Zásľuhu na aktivizácii výskumu fauny v jaskyniach mal nepochybne prof. Novikov (1876 – 1965). Ten v septembri 1940 inicioval návštevu Bystrianskej jaskyne s cieľom jej zoologického výskumu. Prečo si vytypoval práve Bystriansku jaskyňu zdôvodnil tým, že bola objavená v 1926, len nedávno ju sprístupnili, a teda jej fauna by mohla byť ešte v pôvodnom, nenarušenom stave. A tak trojica pracovníkov ústavu v zložení Dr. Nikolaj Wagner (neskôr s menom Mikuláš Vágner), poslucháč – demonštrátor Jozef Kaldrovitš a poslucháč Vladimír Novikov (syn prednostu ústavu) podnikla cestu do Bystrej v druhej polovici septembra (presný dátum akcie sa nepodarilo zistiť).



Prof. M. Novikov – iniciátor speleozoologického výskumu na Univerzite Komenského

Prečo však Novikovovi vôbec napadla takáto akcia, musíme nazrieť ďaleko do jeho mladosti, keď ešte žil a pôsobil v Rusku (roku 1922 emigroval do ČSR). V roku 1910 podnikol so študentmi Moskovskej univerzity zoológickú exkurziu na Krym a tam navštívili aj Skel'skujú peščeru, ktorá bola objavená krátko predtým, roku 1904. Zozbierali tam aj zoológický materiál, v ktorom sa našiel aj pre vedu nový druh kosca. Poznatky z tejto exkurzie krátko nato (1912) publikoval v článku *Skel'skaja stalaktitovaja peščera i jeja fauna*. V prípade Bystrianskej jaskyne mohli by sme vidieť logickú paralelu.

Krátky a orientačný zoológický prieskum Bystrianskej jaskyne neposkytol prekvapujúce objavy ako v prípade Krymu, ale Novikov využil akciu na napísanie monografickej state *K otázke vplyvu okolia na živočíšne organizmy* (Sborník prác Prírodovedeckej fakulty Slovenskej univerzity v Bratislave, č. 1, 1942), kde prezentoval svoje poznatky a názory v podobe polemiky a diskusie s inými autormi na túto tému a kde sa dotkol aj vplyvov jaskynného prostredia na formovanie organizmov. V závere publikácie je krátka faunistická kapitola o nájdennej faune.

Po odchode prof. Novikova zo Slovenska do exilu začiatkom roku 1945 (Nemec-ko, USA), prednostom Zoológického ústavu stal sa prof. Oskár Ferianc (1905 – 1987) a na ústave ostali dvaja pracovníci, ktorí boli zainteresovaní na výskume Bystrianskej jaskyne – dr. M. Vágner a dr. I. Zmoray. V archíve Katedry zoológie sme našli korešpondenciu adresovanú prof. Feriancovi z „Jaskyniarskeho sboru Klubu slovenských turistov a lyžiarov“ v Turčianskom Svätom Martine. Listy z oboch strán pochádzajú z novembra a decembra 1946. Za jaskyniarsku časť listy sú podpísané náčelníkom Vojtechom Benickým a predsedom prof. dr. Budinským-Kričkom. Uvedení sa obrátili na ústav so žiadosťou o zoológický výskum Harmaneckej jaskyne a ponorov pri Čremošnom na dni 23. a 24. novembra 1946. Zároveň sa zmienili o objave „jaskyne pri Borzovej“ (=Silickej Brezovej) Jánom Majkom v tomže roku. Jaskyňa je podľa nich z hľadiska fauny ešte zaujímavejšia a významnejšia a v liste z 5. 11. 1946 spomenuli výskyt „*Niphargus Aggtelekiensis*“ a „inej fauny“. Zatiaľ čo záujem prof. Ferianca o výskum jaskýň vyznel do stratená, v novembri 1946 sa na návšteve Harmaneckej jaskyne v navrhovanom termíne zúčastnil študent J. Gulička s dr. M. Vágnerom. Z publikácie M. Straškrabu z roku 1959 sa môžeme dozvedieť, že od prof. Ferianca obdržal nifargusa tatranského z Demänovskej jaskyne slobody, ale bez dátumu návštevy. Neskôr J. Vachold upresnil (Slovenský kras, 3, 1961, s. 59), že návšteva jaskyne sa konala pod vedením pána profesora v januári 1955 z iniciatívy Múzea slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši.

M. Vágner (1893 – 1953) prišiel do Bratislavy z Prahy spolu s prof. Novikom a venoval sa fyziológii živočíchov (predtým sa venoval fyziológii rastlín). Po roku 1945 ho môžeme vidieť na niekoľkých fotografiách (s datovaním 1946) na jaskyniarských akciách s vtedajším študentom J. Guličkom. Podľa ústneho vyjadrenia doc. Guličku M. Vágner z vlastnej iniciatívy prejavil záujem o tieto jaskyniarske akcie, ale jeho meno sa nespomína v nijakej publikácii. Roku 1951 sa habilitoval za docenta. Zahynul za neznámych okolností v roku 1953 vo Vysokých Tatrách.

I. Zmoray (1919 – 1982) sa podieľal na určovaní materiálu z Bystrianskej jaskyne. Roku 1940 prichádza na Zoológický ústav doštudovať z Prahy po uzavretí tamojších vysokých škôl. Po doštudovaní sa stáva kmeňovým pracovníkom ústavu. Roku 1947 napísal do Krás Slovenska článok *O výskumoch fauny našich jaskýň*. V článku hodnotí neuspokojivý stav výskumu v jaskyniach a ako optimálnu cestu na zlepšenie vidí v sporení profesionálnych zoológov s jaskyniarmi. V roku 1948 odchádza pracovať do Košíc a venoval sa inej výskumnej problematike.

Treba spomenúť aj osobnosť Jozefa Floriána Babora (1872 – 1951), lekára – profesora z lekárskej fakulty v Bratislave. V rokoch 1940 – 1944 zabezpečoval na prírodovedeckej fakulte výučbu zo systematickej zoológie. Ako amatér sa dlhodobo venoval štúdiu mäkkýšov, ale aj paleontológii, archeológii, filozofii a teológii. Takisto určoval nazbierané mäkkýše z Bystrianskej jaskyne. S jeho menom sa môžeme neskôr stretnúť v Československom krase medzi rokmi 1948 a 1950, kde na sklonku svojho života publikoval celkovo 9 príspevkov. Boli to kratšie populárno-vedecké články vypracované prevažne podľa zahraničnej literatúry, napr. o charaktere jaskynnej fauny, jaskynných mäkkýšov a jaskynných žižiavkach (Isopoda).

V roku 1945 na prírodovedeckú fakultu prichádza študovať Ján Gulička z Ružomberka. Už na začiatku 2. ročníka (1946) sa u tohto poslucháča jednoznačne prejavil vyhranený záujem o krasovú krajinu, jaskyne a ich faunu. Afinita ku krasovej krajine sa u neho zrodila už počas gymnaziálneho štúdia, keď pochodil blízke okolie Ružomberka s Liskovskou jaskyňou, dolný Liptov, masív Choča, doliny Ludrovskú, Hučiaky, Prosiecku, Kvačiansku, Demänovskú a Jánsku. Už v spomenutom roku 1946 ho možno vidieť na fotografiách pred jaskynným vchodom Hevírny, Hornej Túfnej i priamo v Harmaneckej jaskyni s Dr. Vágnerom, Vojtechom Benickým (budúcim riaditeľom Múzea slovenského krasu) a Michalom Bacúrikom, objaviteľom jaskyne.

Okrajovo sa jaskynnou faunou zaoberal aj entomológ RNDr. Ladislav Korbel (1912 – 2006), od roku 1953 docent, od 1965 profesor, tiež absolvent prírodovedeckej fakulty. V rokoch 1946 až 1960 pátral po chrobácoch v závrtoch a jaskynných vchodoch vo viacerých krasových regiónoch a roku 1959 sa zúčastnil expedície do priepasti Kresanica v Červených vrchoch. V časopise *Príroda* (4. roč., 1948 – 49) uverejnil článok o mineráli brušite z Domice s fotografiami od V. Benického. Publikoval 3 články o chrobácoch na Silickej planine (1955, 1961, 1965). V rokoch 1958 – 1965 (ročníky 1 – 5) bol členom redakčnej rady zborníka *Slovenský kras*.

Ján Gulička (1925 – 2009), docent od r. 1962, bol teda do roku 1970 jediný, kto sa jaskynnou faunou zaoberal pravidelne a systematicky. Jeho prvá publikácia s nálezmi fauny v jaskyniach vyšla až roku 1954, ale podstatné a úctyhodné množstvo svojich terénnych údajov ešte zo študijného obdobia zhrnul do dizertačnej práce *Progoneata a Chilopoda Slovenska*, ktorú dopisal a zároveň obhájil v roku 1951 (RNDr.). Ďalšiu časť svojich nálezov mnohonožiek z krasového povrchu a jaskýň zahrnul do kandidátskej dizertačnej práce *Diplopoda Slovenska*, datovanej rokom 1960 a obhájenej v roku 1961. Na syntézu jeho údajov a poznatkov sme však museli čakať až do roku 1975, kedy publikoval vôbec prvú súhrnnú prácu o podzemnej faune Slovenska. V nasledujúcich troch rokoch uverejnil svoje ďalšie významnejšie články o subteránnej faune zamerané prevažne teoreticky.



Poslucháč J. Gulička (vľavo), dr. M. Vágner (v strede), D. Čunderlík (vpravo) pred Hornou Túfnou (Veľká Fatra), 26. 11. 1946

Jedinú rozsiahlejšiu prácu zo svojho materiálu, týkajúcu sa terestrickej a jaskynnej fauny na Muránskej planine a v Slovenskom krase, publikoval roku 1985. Neboli by sme však kompletní, keby sme nespomenuli jeho prácu na zahraničnom materiáli mnohonožiek. Tu iste v značnej miere bola naplnená jeho časová kapacita. Z jaskýň južnej Európy, najmä z Bulharska, opísal viacero nových druhov, ba i rodov. Od 14. ročníka (1976) zborníka Slovenský kras bol členom jeho redakčnej rady až do svojho skonu (2009). Jeho posledný článok je datovaný rokom 2006. Na svojom poslednom pracovisku – katedre zoológie – zanechal úctyhodné množstvo rozličného zoológického materiálu.

Od roku 1971 sa na katedre systematickej a ekologickej zoológie začal jaskynnou faunou zaoberať Vladimír Košel. Jeho záujem o jaskyne a ich faunu možno datovať od roku 1960 na strednej škole. Spolupráca s doc. Guličkom na pracovisku však bola obmedzená a týkala sa najmä determinácie mnohonožiek nájdených v jaskyniach. Pri výskume sa uberal vlastnou cestou tak metodicky, ako aj koncepciou. V prvej etape sa zameriaval na faunu vybraných jaskýň komplexne (mikro- a makrofaunu) vrátane stenovej i vodnej. Výskum prebiehal v priepasti Brázda (1973), Čertovej diere (1973 – 1974), v jaskyni Milada (1972 – 1973) a Drienovskej jaskyni (1980) v Slovenskom krase, v Zlatej diere, Medvedej (1971 – 1974), Koniarovej (1976 – 1977), Vlčej (1976 – 1977), Čertovej a Stratenskej jaskyni (od 1973) v Slovenskom raji. Takýto výskum však nebolo možné realizovať sólo v desiatkach jaskýň, ako by si to vyžadovalo získanie reprezentačných výsledkov.

Novú perspektívu výskumu ponúkala stenová fauna tvorená najmä dvojkrídlivcami viacerých čeľadí. Tu vypracoval originálnu metódu na sledovanie jej priestorovej distribúcie (1976). Dobrá spolupráca sa rozvinula s doc. V. Martinekom pri čeľadi Heleomyzidae a pri Sphaeroceridae s Dr. J. Roháčkom zo Sliezskeho múzea v Opave, ale na dominantnej čeľadi Mycetophilidae začal pracovať samostatne. Hlavnými regiónmi pôsobenia boli Slovenský raj, Slovenský kras, Malé Karpaty, neskôr Belianske a Vysoké Tatry.

Koncom deväťdesiatych rokov sa začal zaoberať zovšeobecňujúcimi témami týkajúcimi sa podzemnej fauny. Jednou z takých bola problematika zoogeografickej príslušnosti fauny Západných Karpát a jej regionalizácie. Po roku 2000 pracoval na druhovej syntéze subteránnej fauny, čo bola časovo najnáročnejšia etapa. Posledným riešeným problémom bol paleogeografický pôvod podzemnej fauny v Západných Karpatoch. Výsledky tejto vyše desaťročnej práce Dr. Košel publikoval v dvoch knižných vydaniach: *História výskumu subteránnej fauny v Západných Karpatoch* (2007) a *Subteránna fauna Západných Karpát* (2009).

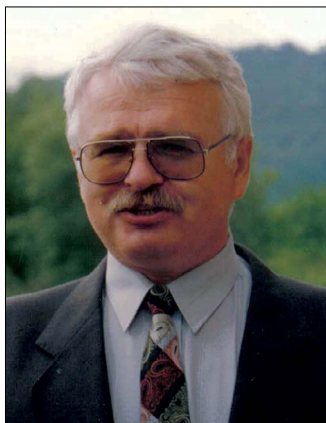
Približne od roku 1997 možno datovať spoluprácu so zoológmi z prírodovedeckej fakulty v Košiciach, kde sa sformovalo početnejšie zoskupenie speleozoológov: prof. RNDr. I. Hudec, CSc., doc. RNDr. Ľ. Kováč, PhD., Mgr. P. Ľuptáčik, PhD., a Mgr. A. Mock, PhD. Najmladšiu skupinu speleozoológického tímu tvoria dvaja pracovníci Správy slovenských jaskýň: Mgr. Z. Višňovská, PhD., a Mgr. V. Papáč, PhD. Z kolegov na katedre zoológie možno spomenúť Mgr. P. Feňdu, PhD., špecialistu na terestrické dravé roztoče. Nezanedbateľnú prácu tu vykonávajú aj determinátori nazbieraného materiálu z rôznych inštitúcií i amatéri, bez ktorých by výsledky výskumu boli neúplné.

Pri takomto počte a odbornej pestrosti špecialistov možno výskum a výstupy právom hodnotiť ako komplexné. Takáto „hustota“ špecialistov je na stredoeurópske pomery nebývalá a dáva nádej na zabezpečenie speleozoológického výskumu najmenej na niekoľko budúcich desaťročí.

Podakovanie. Ďakujem prof. RNDr. Ľ. Kocianovi, CSc., za prečítanie článku a za niektoré doplnky a pripomienky.

SPOLOČENSKÁ KRONIKA – SOCIAL CHRONICLE

Prof. Ing. MICHAL ZACHAROV, CSc., ŠEŠŤDESIATROČNÝ



V októbri 2011 sa životného jubilea šesťdesiat rokov pri plnom zdraví dožil profesor Michal Zacharov. V prípade nášho jubilanta ide o osobnosť, ktorá už v samých začiatkoch svojho pracovného pôsobenia skĺbila svoje profesijné zameranie s činnosťou okolo jaskýň, aby potom v rokoch nasledujúcich rezultovala v takomto kontexte nemalé množstvo nových poznatkov.

Narodil sa 14. októbra 1951 v Hnúšti-Likieri. Po absolvovaní Strednej všeobecnovzdelávacej školy v Košiciach, ktorú skončil roku 1971 maturitou, študoval v rokoch 1971 – 1976 na Baníckej fakulte Vysokej školy technickej v Košiciach. Vysokoškolské štúdium zavŕšil štátnou záverečnou skúškou v odbore dobývanie ložísk a získal titul inžiniera.

Po skončení vysokoškolského štúdia pracoval v rokoch 1976 – 1977 ako samostatný geológ a technik pre trhacie práce v Inžinierskych stavbách, n. p., v Košiciach. V roku 1977 na základe konkurzu nastúpil na miesto asistenta na Katedre geológie a mineralógie Stavebnej fakulty VŠT v Košiciach. Po prechode katedry pod pôsobnosť Baníckej fakulty VŠT v roku 1980 pôsobil tu i naďalej ako odborný asistent až do roku 1994. Na základe obhajoby kandidátskej dizertačnej práce *Litologicko štruktúrny vývoj a nerastné suroviny JV časti masívu Slubice* bola mu roku 1987 udelená vedecká hodnosť kandidáta geologických vied v odbore Ložisková geológia a užitá geofyzika. Roku 1994 po ukončení habilitačného konania získal hodnosť docenta pre odbor Geoprieskum – geologické inžinierstvo. V rokoch 1994 – 2004 preto na katedre geológie a mineralógie pôsobil ako docent a od roku 2005 potom i ako profesor na Fakulte BERG TU v Košiciach v študijnom odbore Banská geológia a geologický prieskum. Po menovaní za vysokoškolského profesora roku 2007 v odbore Banská geológia a geologický prieskum pôsobí na Ústave geovied Fakulty BERG TU v Košiciach.

Počas doterajšieho pôsobenia na katedre zastával v rokoch 1986 – 1989 post tajomníka katedry, v rokoch 1989 – 1991 pôsobil ako zástupca vedúceho katedry a 1991 – 1996 ako vedúci oddelenia ložiskovej geológie. Vedúcim katedry geológie a mineralógie Fakulty BERG bol v rokoch 1996 – 2002. Ako prodekan pre rozvoj pôsobil vo vedení fakulty v rokoch 2002 – 2003 a v rokoch 2003 – 2007 ako prodekan pre rozvoj a vzdelávanie v I. stupni vysokoškolského štúdia. Od roku 2004 je garantom študijného programu Geológia a regionálny rozvoj a od roku 2011 zároveň pôsobí i ako promótor fakulty BERG.

Do procesu vedeckej výchovy sa jubilant zapojil roku 1995, keď ho na základe rozhodnutia Vedeckej rady Fakulty BERG menovali za školiteľa vo vednom odbore Banská geológia a geologický prieskum. V tomto vednom odbore je aj členom komisie pre obhajoby doktorandských dizertačných prác. Ďalej je členom ďalších dvoch odborových komisií pre doktorandské štúdium, v komisii Baníctvo na Fakulte BERG TU v Košiciach a v komisii Inžinierska geológia na PriF UK v Bratislave.

V začiatkoch svojej vedeckovýskumnej a odbornej činnosti sa jubilant zaoberal geologicko-štruktúrnym vývojom ložísk nerastných surovín v kontexte ich výskytu a rozmiestnenia. Neskôr spolupracoval na objasnení morfogenézy mineralogických štruktúr a ich štruktúrno-ložiskovej väzby v severovýchodnej časti Spišsko-gemerského rudohoria, na riešení štruktúrno-tektonického postavenia Au-W žil v juhovýchodnej časti Nízkych Tatier a žily Strieborná v rožňavskom rudnom poli. Značnú časť vedeckovýskumnej činnosti venoval aj regionálnemu výskumu západnej časti Čiernej hory – masívu Sľubice. V deväťdesiatych rokoch sa začal zaoberať vedeckovýskumnou a odbornou činnosťou v oblasti geologickeho prieskumu životného prostredia a vplyvu bankských záťaží na životné prostredie. Od záveru deväťdesiatych rokov až po súčasnosť sa popri uvedenej činnosti venoval aj technológii termického tavenia hornín s cieľom hĺbenia štihlých vertikálnych diel technológiou „LITHO JET“ a výskumu hornín a materiálov pri pôsobení vysokých tlakov a teplôt.

Jeho záujem o poznávanie jaskýň Slovenského krasu ho v roku 1973 priviedol do radov Slovenskej speleologickej spoločnosti. Ako člen oblastnej skupiny Košice-Jasov a v súčasnosti člen Speleoklubu Cassovia v Košiciach venoval sa tu najmä prieskumným a dokumentačným prácam v oblasti Slovenského krasu a Čiernej hory. K dominantným prvkom takto orientovaného záberu hlavne v poslednom období patrila Drienovská a Jasovská jaskyňa. V rámci skupiny, ale i súkromne sa zúčastnil aj viacerých expedičných a poznávacích akcií do krasových oblastí Rakúska, Rumunska, Bulharska, Grécka a vulkanických jaskýň na Islande.

Z tohto aspektu potom aj kras a jaskyne predstavovali významnú oblasť vedeckovýskumnej činnosti jubilanta. V Slovenskom krase sa orientoval na problematiku inžinierskej geológie a geologického prieskumu životného prostredia. V týchto intenciách sa na Silickej a Jasovskej planine venoval geodynamickým javom, hodnoteniu vybraných geologických činiteľov životného prostredia a hodnoteniu citlivosti hornín i zraniteľnosti horninového prostredia. K ďalším záujmovým okruhom jubilanta patrila problematika geologicko-štruktúrnej stavby a jej vplyvu na vznik a vývoj endo- a exokrasových javov vo východnej časti Slovenského krasu so zameraním na Jasovskú planinu. Tu sa zameriaval na štúdium tektonických štruktúr, litológie, stratigrafie a čiastočne aj geomorfológie jednotlivých krasových javov a ich širokého okolia. Svojimi prácami v rozhodujúcej miere prispel k objasneniu geologických pomerov, vzniku a vývoja unikátnej Jasovskej jaskyne, ktorá je zaradená do Zoznamu svetového prírodného dedičstva.

Problematika krasu našla svoj výraz aj v pedagogickej činnosti jubilanta. Za posledné desaťročie sa územiu Slovenského krasu venovalo celkovo 11 študentov študijného odboru Banská geológia a geologický prieskum. V diplomových a bakalárskych prácach sa orientovali na problematiku geologickej stavby, štruktúrneho vývoja, hodnotenie geologických činiteľov životného prostredia krasu či vznik a vývoj jaskýň na území Jasovskej planiny a Medzevskej pahorkatiny.

Náš jubilant je autorom, resp. spoluautorom 70 publikovaných vedeckých a odborných prác, z ktorých tri sú charakteru vedeckých monografií a jedna práca predstavuje mapové dielo. Tematicky sa tieto práce zaoberajú relatívne širokým okruhom geologickej problematiky, ako geológia ložísk nerastných surovín, regionálna geológia, štruktúrna geológia, inžinierska geológia či petrografia. Značná časť ním publikovaných prác sa venuje krasovej geológii (litológii, stratigrafii, tektonike karbonátových komplexov a najmä vzniku a vývoju jaskýň) v kontexte Slovenského krasu. Jubilant časť svojich poznatkov publikoval i na stránkach ročenky Slovenský kras, kde v rokoch 2000 – 2001 pôsobil ako jej spolueditor. Od roku 2002 je aj členom jej redakčnej rady.

Jubilantovi do ďalších rokov života želáme veľa šťastia, zdravia a osobnej pohody. Aby aj v rokoch nasledujúcich úspešne rozvíjal všetko, čo spolupôsobí pri výchove mladej generácie tým, že prehlbuje lásku k prírode a v kontexte krasu a jaskýň obohacuje nás všetkých o nové poznanie.

Marcel Lalkovič

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	49/2	175 – 175	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2011
--	------	-----------	------------------------

RECENZIE – REVIEWS

KOLEKTÍV AUTOROV: TATRY – PRÍRODA

Nakladateľstvo Miloš Uhlíř – Baset, Praha 2010, 648 strán, ISBN 978-80-7340-115-3

České vydavateľstvo Baset vydalo v roku 2010 pozoruhodnú knihu venovanú tatranskej prírode. Desiatky autorov textov, odborníkov zo Slovenska, Čiech a Poľska, pod vedením editoriek A. Koutnej a B. Chovancovej vytvorili ucelené dielo v slovenskom jazyku venované živej a neživej prírode Západných, Vysokých a Belianských Tatier.

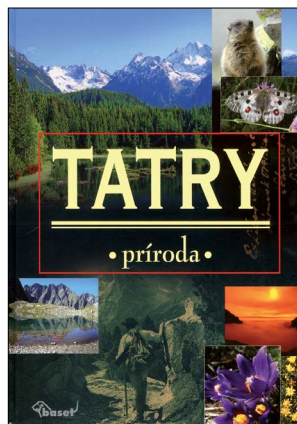
Kniha je rozdelená na 5 hlavných kapitol. Tatry – príroda, Prírodné pomery, Ekosystémy, Rastlinstvo, Živočíchy. Pre jaskyniara sú zaujímavé hlavne kapitoly venované jaskyniam (autori Stanislav Pavlarčík, Zbigniew Ładygin, Wiesław Siarzewski), paleontológii (autor Peter Holec) a faune tatranských jaskýň (autor Vladimír Košel).

V kapitole Jaskyne sú stručne charakterizované krasové terény na slovenskej a poľskej strane Tatier a uvedené sú všetky známe jaskyne a priepasti zo slovenskej a poľskej strany s udaním nadmorskej výšky, katastrálnym územím, genézou, dĺžkou a hĺbkou, prípadne sú ešte dodané doplňujúce informácie o histórii, paleontológii a pod. Z významnejších jaskýň sú uverejnené aj prehľadné mapy a celé dielo je doplnené rôznorodými fotografiami. Ide asi o najkomplexnejšie dielo venované súčasne poľským a slovenským podzemným lokalitám.

V slovenskej časti Tatier je opísaných 375 krasových, ale aj nekrasových jaskýň a priepastí, ktoré sa nachádzajú v samotnom národnom parku a jeho ochrannom pásme. V úvode je uvedená charakteristika krasových terénov a prehľadný zoznam jaskýň je rozdelený do celkov: Belianske Tatry, Vysoké Tatry, Západné Tatry (Červené vrchy), Západné Tatry (Osobitá), Západné Tatry (Roháče), Západné Tatry (Sivý vrch), Západné Tatry (Liptovské Tatry), Podtatranská kotlina (Liptovská kotlina, Hybianska pahorkatina), Podtatranská kotlina (Tatranské podhorie), Kozie chrbty (Dúbrava), Kozie chrbty (Važecký chrbát).

V poľskej časti Tatier je opísaných 721 jaskýň, priepastí, dutín, dier a previsov v celkovej dĺžke viac ako 124 kilometrov. V úvode je rozbor typov jaskýň vyskytujúcich sa v tatranskej oblasti a stručná charakteristika najvýznamnejších jaskynných systémov. Na poľskej strane sú jaskyne rozdelené do týchto celkov: Vysoké Tatry, Západné Tatry (Masív – Kopa Magury a Zawrat Kasprowy), Západné Tatry (Masív – Myślenickie Turnie), Západné Tatry (Masív Giewont), Západné Tatry (Červené vrchy, Kopa Kondrácka), Západné Tatry (Červené vrchy, Małolączniak), Západné Tatry (Červené vrchy, Kresanica), Západné Tatry (Červené vrchy, Ciemniak), Západné Tatry (Červené vrchy, Kominiarski Wierch), Wiżnia Chochołowska Brama a Jaskyne v horninách prikrývovej série.

V kapitole venovanej paleontológii sú spomenuté významné nálezy z Belianskej a Muránskej jaskyne a okolia Tatier (Vyšné Ružbachy, Gánovce). Pre jaskyniara zaujímavú kapitolu venovanú faune tatranských jaskýň tvoria štyri strany textu. Je tu spomenutá história výskumu a uverejnený prehľad najzaujímavejších bezstavovcov, ktoré sa vyskytujú v tatranskom podzemí. Z cicavcov sú v tejto kapitole okrajovo spomenuté v jednom krátkom odseku iba tri druhy netopierov vyskytujúcich sa v týchto jaskyniach. Obe kapitoly sú doplnené bohatým zoznamom literatúry, na ktorú sa autori odvolávajú v texte. Ide o zaujímavú knihu, po ktorej môže siahnúť každý, kto hľadá zosumarizované informácie o tatranských jaskyniach.



Peter Holúbek

Slovenský kras, ročník 49, číslo 2
Acta Carsologica Slovaca

Rok vydania:	2011
Vydavateľ:	Slovenské múzeum ochrany prírody jaskyniarstva a Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa slovenských jaskýň Liptovský Mikuláš
Evidenčné číslo:	EV 3878/09
Adresa redakcie:	Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva Školská ul. 4, 031 01 Liptovský Mikuláš
Jazyková korektúra:	Mgr. Bohuslav Kortman (slovenský jazyk)
Anglické preklady:	Autori príspevkov
Grafika:	Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva
Tlač:	Tlačiareň RVPRINT, s. r. o., Uhorská Ves 84, 032 03 Liptovský Ján
Náklad:	600 ks
Na obálke:	Vstupné časti Malej Stanišovskej jaskyne v zimnom období. Foto: P. Vaněk