

SLOVENSKÝ KRAS

ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

ROČNÍK 50
ČÍSLO 2



2012

Liptovský Mikuláš

SLOVENSKÝ KRAS

ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

Vedecký karsologický a speleologický časopis

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3878/09

ISSN 0560-3137

Toto číslo vyšlo s finančnou podporou Slovenskej speleologickej spoločnosti



Editor / Editor

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD.

Výkonný redaktor / Executive Editor

Mgr. Lukáš Vlček, PhD., RNDr. Ján Zelinka

Redakčná rada / Editorial Board

Predsedca / 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 Holubek, 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

prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc., Ing. Jozef Hlaváč, Ing. Marcel Lalkovič, CSc., doc. RNDr. Jozef Michalík, DrSc., PhDr. Marián Soják, PhD., doc. RNDr. Alexandra Šimonovičová, CSc., prof. Ing. Michal Zacharov, CSc., RNDr. Ján Zelinka, RNDr. Karel Žák, CSc.

O B S A H – C O N T E N T S

ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – SCIENTIFIC PAPERS

<i>Pavel Bella, Pavel Bosák, Michal Zacharov</i>	
Morfologické indikátory výstupného prúdenia vody vo vzťahu ku genéze Jasovskej jaskyne <i>Morphological indicators of ascending water flow in relation to the genesis of the Jasovská Cave, Slovakia</i>	135
<i>Roman Lehotský</i>	
Exhumovaný predvrchnobádenský paleokras brala Devínskeho hradného vrchu (Malé Karpaty) <i>Exhumed pre-Upper Badenian paleokarst of the Devín Castle Hill cliff (Malé Karpaty Mts.)</i>	149
<i>Monika Orvošová, Lukáš Vlček, Peter Holúbek, Peter Orvoš</i>	
Glaciálny jaskynný ľad a premízanie jaskýň ako príčina deštrukcie speleotém na príklade vybraných jaskýň Slovenska <i>Frost and cave ice action as a cause of speleothem destruction during glacial: examples from selected caves in Slovakia</i>	157
<i>Zdenko Hochmuth</i>	
Kysacká jaskyňa – zaujímavá krasová lokalita v doline Hornádu <i>The Kysak Cave – an interesting karst site in the valley of the Hornád River</i>	173
<i>Alena Petrválská</i>	
Výsledky morfologického mapovania závrtov na Jasovskej planine v Slovenskom krase <i>Results of morphological mapping of dolines on the Jasovská Plateau in the Slovak Karst</i>	181
<i>Tomáš Středa, Jaroslav Rožnovský, Hana Středová</i>	
Sezónní dynamika teplot vzduchu v Kateřinské jeskyni <i>Seasonal dynamics of air temperature in Kateřinská Cave</i>	191
<i>Jan Lenart</i>	
Dynamika mikroklimatu rozsedlinových jeskyní české časti vnějších Západních Karpat (na príkladu vybraných lokalít) <i>Dynamics of microclimate in the crevice-type caves of the northern part of Outer Western Carpathians (on the examples)</i>	207
<i>Alena Nováková</i>	
Výsledky monitoringu mikroskopických hub ve zpřístupněných jeskyních České republiky <i>Results of the monitoring of microscopic fungi in show caves of the Czech Republic</i>	215
<i>Vladimír Peša</i>	
Jeskyně, člověk a krajina na příkladu neolitu a staršího eneolitu Západních Karpát <i>Caves, man and landscape – a case study on the Neolithic and Early Eneolithic of Western Carpathians</i>	225
<i>Marcel Lalkovič</i>	
Demänovská ľadová jaskyňa po roku 1918 <i>The Demänovská Ice Cave after 1918</i>	243
<i>Łukasz Lewkowicz</i>	
Demänovská jaskyňa slobody v poľskej turistickej literatúre <i>Demänovská Cave of Liberty in Polish tourist literature</i>	265
RECENZIE – REVIEWS	
<i>Dmitry Sidorov</i>	
V. Košel: Subterranean fauna of the Western Carpathians	275

MORFOLOGICKÉ INDIKÁTORY VÝSTUPNÉHO PRÚDENIA VODY VO VZŤAHU KU GENÉZE JASOVSKÉJ JASKYNE

PAVEL BELLA^{1,2} – PAVEL BOSÁK^{3,4} – MICHAL ZACHAROV⁵

¹ Štátnej ochrany prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; bella@ssj.sk

² Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU, Hrabovecká cesta 1, 034 01 Ružomberok

³ Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 135, 165 00 Praha 6, Česká republika; bosak@gli.cas.cz

⁴ Inštitut za raziskovanje krasa, ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija

⁵ Ústav geovied, Fakulta BERG TU, Park Komenského 15, 042 00 Košice; Michal.Zacharov@tuke.sk

P. Bella, P. Bosák, M. Zacharov: Morphological indicators of ascending water flow in relation to the genesis of the Jasovská Cave, Slovakia

Abstract: The Jasovská Cave is located in the Medzevská Hill Land in the western part of Košická Basin at the contact with the eastern edge of the Jasovská Plateau, Slovak Karst. The western part of Medzevská Hill Land presents the tectonically dissected territory between the Slovak Karst and the western part of the Košická Basin. Karst surface on limestone blocks that subsided in the respect to the rest of the eastern segment of the Jasovská Plateau are exhumed along the Bodva River. The Jasovská Cave developed along fault margins of limestone block (Middle Triassic limestones of the Silica Nappe). The cave morphology is characterized by specific phreatic and epiphreatic speleogens (ceiling cupolas and chimneys, large scallops showing a vertical direction of water flow, feeders, upward scalloped channels, irregular spongework cavities, flat solution ceilings and water-table notches in different altitudes, etc.) differing in morphology in respective vertical cave segments. Cupolas and cupola- and chimney-shaped hollows are developed in the lower and middle cave segments. Middle and upper cave segments are characterized by ceiling channels originated by intensively flowing water in smaller or larger domes. Passages of the lower cave segment are filled by fine-grained sediments (younger than 780 ka), in many places completely up to flat ceilings. They deposited from very slow water flows and/or floods (slackwater facies). Coarse-grained fluvial sediments are absent in the cave. The lower part of the cave is still flooded by oscillating groundwater level; floods are not related to changes of the Bodva River level. The lowest lake level is situated 7 m below the river. The river bed was originally in lower position but aggraded recently. The evolution of original phreatic cave morphology can be explained by ascending water flow. Upper Pliocene and Quaternary evolution phases re-modelled the original phreatic morphology in epiphreatic conditions with the origin of cave levels in relation to evolution of the Bodva Valley and stabilization of the groundwater table (within phases of valley incision as a consequence of tectonic uplift of the Medzevská Hill Land, probably also within phases of fluvial aggradation of the valley and following morephased evacuation of fluvial sediments).

Key words: karst geomorphology, ascending speleogenesis, marginal fault, phreatic and epiphreatic cave morphology, Western Carpathians

ÚVOD

Medzi jaskyne s kontrastnými morfológickejmi tvarmi, ktoré sa vytvárali vo viačerých vývojových fázach, patrí aj Jasovská jaskyňa v západnej časti Medzevskej pahorkatiny (súčasť Košickej kotlinky, neďaleko východného okraja Jasovskej planiny). Hoci výskumom tejto pozoruhodnej jaskyne, ktorú sprístupnili už v roku 1846, sa zaoberali

viaceré generácie výskumníkov, poznatky o jej genéze doteraz nie sú úplné. Využívajúc moderné speleogenetické prístupy a metódy ich treba naďalej spresňovať a dopĺňovať.

Príspevok podáva výsledky posledného geomorfologického výskumu v Jasovskej jaskyni, ktorý sa pri skúmaní skalných morfokultúrnych tvarov a ich morfostratigrafických vzťahov zameral najmä na morfologické indikátory smeru prúdenia vody v čase vytvárania, ako aj remodelácie podzemných priestorov. Poznatky sa dávajú do súvislosti s geologickou, resp. štruktúrno-tektonickou podmienenosťou vzniku a vývoja jaskyne, ako aj so zložením a vlastnosťami jaskynných sedimentov.

ZÁKLADNÉ ÚDAJE A PROBLEMATIKA GENÉZY JASKYNE

Jasovská jaskyňa predstavuje značne rozvetvenú, v niektorých častiach až labyrinsovú sústavu chodieb vytvorenú v niekoľkých výškových, resp. vývojových úrovniach. Dosahuje dĺžku 2811 m a vertikálne rozpätie 55 m (obr. 1). Predpokladajúc, že jaskyňu vytvárali najmä vody prenikajúce z Bodvy, Volko-Starohorský (1929), Sekyra (in Ložek et al., 1956) a Droppa (1965, 1971) v jaskyni vyčlenili 3 až 5 vývojových úrovní, ktoré sa vytvárali postupne vo viacerých fázach od najvyšších chodieb po najnižšie časti jaskyne v závislosti od zahlbovania doliny Bodvy počas tektonického výzdvihu Medzevskej pahorkatiny v štvrtorohách (Kaličiak et al., 1996a,b). Hoci Volko-Starohorský (1929) poukazuje na údajne pliocénne zelenkavé piesky v chodbe prisľúchajúcej úrovni horného vchodu do jaskyne (tretie poschodie J. Sekyru), Jakál (1975) a Liška (1994) považujú za najstaršiu najspodnejšiu úroveň a prisudzujú jej pliocénny vek. Gaál (2008) opäťovne zdôvodňuje pleistocénny vývoj jaskynných úrovní odvrchu nadol.

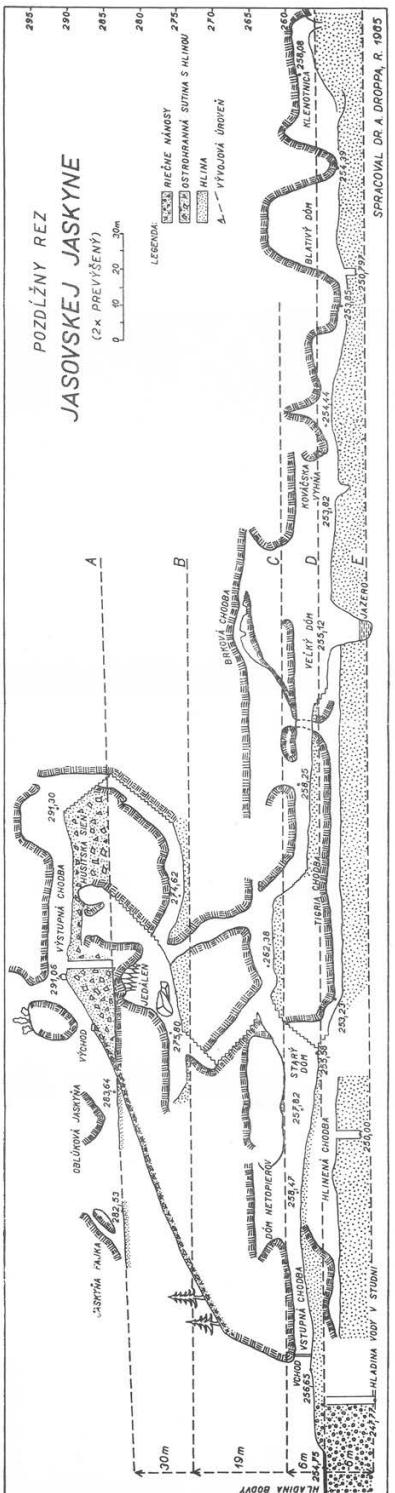
Horné a stredné časti jaskyne s výraznými stropnými kanálmi a vypreparovanými mohutnými oválnymi skalnými visiakmi (Sekyra in Ložek et al., 1956; Himmel, 1963; Droppa, 1965, 1970; Bella, 2000) sa morfológiou zjavne líšia od jej spodných, rozsiahlejších častí s prevahou rôznych nepravidelných freatických tvarov a mladších epifreatických zarovnaných stropov i bočných hladinových zárezov, ktoré sú v rozdielnych výškach a zodpovedajú trom vývojovým úrovniam vytvoreným pozdĺž hladiny podzemných vód (Bella, 2000). Najmä spodné časti jaskyne nemajú charakter jaskynných úrovní typu riečnych korýt (v zmysle Bögliho, 1978). Krivolaké stropné kanály v strednej a hornej časti jaskyne sú zväčša rozčlenené veľkými lastúrovitými vyhlíbeninami (angl. *large scallops*), na koncoch prevažne prechádzajú do úzkych štrbín. Hoci Jasovská jaskyňa sa nachádza v blízkosti povrchového riečiska Bodvy, v jej podzemí sa nezistili žiadne alochtónne sedimenty hrubšej frakcie (riečne štrky alebo okruhliaky).

Novšie pohľady na dosť zložitú a kontrastnú morfológiu jaskyne (pozri Bella, 2000; Bella a Urata, 2002) spolu s poznatkami z posledných geomorfologických výskumov nastoľujú potrebu spresniť doterajšie poznatky o jej vzniku a vývoji, najmä vo vzťahu k tektonickej stavbe okolitého územia, usmerňujúcej prúdenie podzemných vód (Bella a Bosák, 2011). V západnej časti Medzevskej pahorkatiny, patriacej do Košickej kotliny, nedaleko východného okraja Jasovskej planiny, pozdĺž doliny Bodvy na povrch vystupujú exhumované kryhy karbonátov (obr. 2), ktoré poklesli vzhľadom na východný okraj Jasovskej planiny (Jakál, 1975; Liška, 1994; Gaál, 2008 a iní). Dolinu Bodvy severne od Moldavy nad Bodvou predurčuje zlom smeru S-J, ktorý je pokračovaním budulovského zlomu. Juhovýchodne od Jasova ju podmieňuje zlom smeru SZ-JV (Elečko a Vass, 1997; Maglay et al., 1999; Zacharov, 2000). Detailné skúmanie morfologických tvarov, ktoré indikujú bývalé výstupné prúdenie vody, umožňuje sformulovať modifikovanú predstavu o genéze Jasovskej jaskyne.

GEOLOGICKÉ PODMIENKY VZNIKU A VÝVOJA JASKYNE

Jasovská jaskyňa je vytvorená v morfologicky výraznom masíve Jasovskej skaly (obr. 3). Masív skaly sa skladá z vápencov a dolomitov stredného triasu silického príkrovu jednotky silicika. Podstatnú časť masívu tvoria horniny reprezentujúce fácie karbonátovej platformy: gutensteinské dolomity, lokálne hematitizované – anis (bytin), steinalmské vápence – anis (bytin – ilýr), steinalmské dolomity – anis (pelson – ilýr) a wettersteinské vápence – ladin až kordevol. V malom rozsahu sa vo vrcholových častiach skaly vyskytujú schreyeralmské vápence (ilýr – fasan) a pseudoreiflinské vápence? (pelson – kordevol) fácie intraplatformových depresií a pelagické fácie. Zložitá sústava chodieb Jasovskej jaskyne je vytvorená len v steinalmských vápencoch a dolomitoch (Zacharov, 1984, 1996, 1998a). Aj ďalšie menšie jaskyne v masíve Jasovskej skaly (Fajka, Oblúková jaskyňa a Liščia diera) sa vytvorili len v steinalmských karbonátoch. Výnimkou je jaskyňa Kamenná pivnica, ktorej podstatná časť je vytvorená v gutensteinských dolomitoch (Zacharov, 1998b).

Vznik a vývoj Jasovskej jaskyne je výrazne späť s tektonickými štruktúrami porušujúcimi karbonátový masív Jasovskej skaly a jej okolie. Masív Jasovskej skaly je samostatný, tektonicky relatívne izolovaný blok silicika. Karbonáty sú tu nevýrazne zvrstvené a celkovo vytvárajú subhorizontálne až monoklinálne uložené súvrstvie so sklonom 5° – 35° k J až JZ. Uvedená variabilita pozície vrstevnatosti je podmienená intenzívou porušenosťou masívu hornín zlomovými štruktúrami a početnými sprievodnými puklinovými systémami. Štruktúrnou analýzou (Zacharov, 1984, 1996, 1998a, 2007) boli vyčlenené nasledujúce skupiny zlomových štruktur: 1. zlomy smeru V-Z so sklonmi k S aj J; 2. zlomy smeru S-J so sklonmi k Z aj V;



Obr. 1. Jasovská jaskyňa, pozdĺžny rez (spracoval A. Dropka, 1965).
 Fig. 1. Jasovská Cave, longitudinal section (compiled by A. Dropka, 1965).



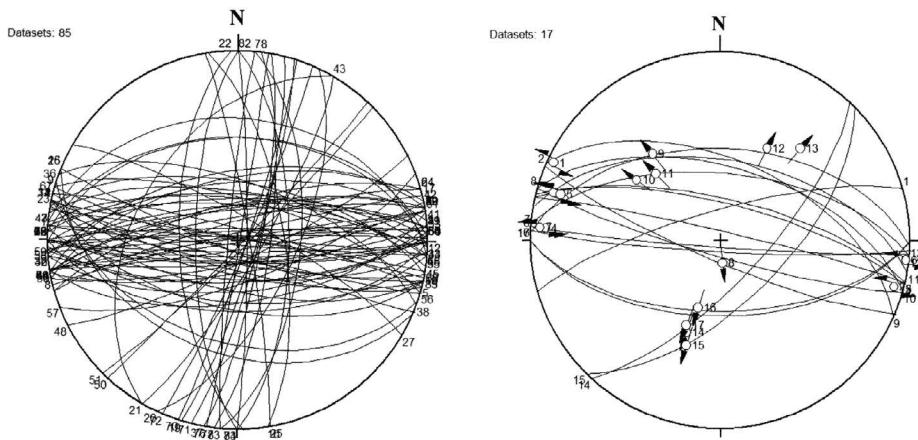
Obr. 2. Geologické pomery územia na rozhraní Jasovskej planiny a Medzevskej pahorkatiny (výrez z mapy Mella et al., 1996). Vysvetlivky: 2 – fluválne sedimenty: nív riek – hlinité, hlinito-piesčité, ilovité; nív potokov – štrkovité, štrkovito-piesčité (holocén); 6 – deluviálne sedimenty: a) prevažne hlinité s úlomkami hornín; b) hlinito-štrkovité (pleistocén – holocén); 9 – deluviálne sedimenty: hlinité a hlinito-štrkovité (würm); 14 – proluviálne sedimenty: štrky a zahlinené piesčité štrky náplavových kužeľov (würm); 21 – poltárskie súvrstvie: pestré íly, štrky, piesky (Pont); 30 – drienovské zlepence: karbonatické zlepence (vrchný oligocén – spodný miocén); 40 – waxenecké (tisovské) vápence (karn: jul – tuval); 43 – wettersteinské vápence nerozlísene: a) rifové; b) lagunárne (ladin – kordevol); 45 – steinalmské vápence (anis: bityn – pelson – ilýr); 46 – gutensteinské dolomity: a) miestami hematitizované (anis: egej – bityn); 47 – gutensteinské vápence (najvyšší spat – anis: egej – bityn); 92 – hačavská sekvencia: tmavé a čierne fylity, miestami s laminami metasiltovcov a metapiškovcov: a) s polohami tmavých kryštaličkých vápencov (vrchný trias – jura); 97 – dúbravské súvrstvie: sivozelené a svetlé bridličnaté kryštaličké vápence: a) s vulkanickým materiálom (pelson – kordevol); 103 až 105 – jasovské súvrstvie (perm?); 103 – metamorfované pieskovce, 104 – metamorfované ryolity a ich tufy, 105 – metamorfované oligomiktné zlepence; 117 – rožňavské súvrstvie: polymiktné zlepence (spodný – vrchný perm); 119 – štóske súvrstvie: laminované sericiticko-chloritické fylity (vrchný devón – spodný karbón)?

Fig. 2. Geological settings of the contact area of Jasovská Plateau and Medzevská Hill Land (after Mello et al., 1996). Explanations selected from the original geological map of Slovak Karst: 2 – fluvial sediments: of river alluvial – loamy, loamy-sandy, clayey; of brook alluvium – gravelous, sandy-gravelous (Holocene); 6 – deluvial sediments: a) predominantly loamy with rock debris; b) loamy-stony and stony (Pleistocene – Holocene); 9 – deluvial sediments: loamy loamy-gravelous (Würm); 14 – proluvial sediments: gravels and loamy-sandy gravels of alluvial fans (Würm); 21 – Poltár Formation: variegated clays, gravels, sands (Pontian); 30 – Drienovec conglomerates: carbonatic conglomerates (Upper Oligocene – Lower Miocene); 40 – Waxeneck (Tisovec) limestones (Carnian: Julian – Tuvalian); 43 – Wetterstein limestones undistinguished: a) Riff; b) Lagoonal (Ladinian – Cordevolian); 45 – Steinalm limestones (Anisian: Bithynian – Pelsonian – Illyrian); 46 – Gutenstein dolomites: a) hematitized at places (Anisian: Aegelian – Bithynian); 47 – Hačava sequence: dark and black phyllites, with laminae of metasiltstones nad metasandstones at places: a) with intercalations of dark crystalline limestones (Upper Triassic – Jurassic); 97 – Dúbrava Formation: gray-green and light crystalline limestones: a) with volcanic material (Pelsonian – Cordevolian); 103 až 105 – Jasov Formation (Permian?); 103 – metasandstones, 104 – metamorphosed ryolites and their tuffs, 105 – metamorphosed oligomict conglomerates; 117 – Rožňava Formation: polymict conglomerates (Lower – Upper Permian); 119 – Štós Formation: laminated sericitic-chloritic phyllites (Upper Devonian – Lower Carboniferous?)



Obr. 3. Jasovská skala, v pozadí východný svah Jasovskej planiny. Fotoarchív Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš

Fig. 3. The Jasovská Rock, behind the western slope of Jasovská Plateau. Photo Archive of the Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, Liptovský Mikuláš



Obr. 4. Tektonogramy zlomových štruktúr: A – tektonogram zlomových štruktúr Jasovskej skaly a Jasovskej jaskyne (počet meraní: 85), B – tektonogram zlomových štruktúr s kinematickými indikátormi Jasovskej skaly a Jasovskej jaskyne (počet meraní: 17). Spracoval: M. Zacharov
 Fig. 4. Fault plane diagrams of measured fault structures: A – fault plane diagram of fault structures of Jasovská Rock and Jasovská Cave (number of measurements: 85), B – fault plane diagram of fault structures with kinematic indicators of Jasovská Rock and Jasovská Cave (number of measurement: 17). Compiled by M. Zacharov

3. zlomy smeru SV-JZ so sklonmi k SZ aj JV; 4. zlomy smeru SZ-JV so sklonmi prevažne k JZ, lokálne k SV. Sklon zlomov je veľmi strmý ($60^\circ - 82^\circ$), lokálne aj subvertikálny ($85^\circ - 88^\circ$). Vytváranie priestorov jaskyne najviac predisponovali zlomy smeru V-Z (Droppa, 1971; Zacharov *et al.*; obr. 4). Je to dominantná skupina zlomov s azimutálou disperziou $\pm 20^\circ$ od základného smeru so zvlnenými zlomovými plochami. Zlomy sú sprevádzané zónami tektonických brekcií dosahujúcich šírku 0,3 – 3,0 m, v menšej miere aj tektonickými zrakadlami s ojedinele zachovanými kinematickými indikátormi. Podľa ich analýzy časť zlomov smeru V-Z predstavuje poklesy, najmä šikmé pravo- i ľavostranné poklesy, ako aj sinistrálne posuny (obr. 4B). Tieto významné zlomy sú veľmi pravdepodobne výsledkom ponásunového spätného poklesávania krýh silického príkrovu v dôsledku uvoľnenia kompresie spôsobujúcej presun jednotky silicika na jednotky externejšie (Zacharov, 1998a). Zlomy ostatných uvedených smerov sú málo početné. Význam nadobúdajú lokálne v miestach ich križovania so zlomami smeru V-Z, kde sa podielajú na vzniku dómov a spôsobujú aj výraznú zmenu orientácie podzemných priestorov. Kinematicky sa z nich podarilo charakterizovať len časť zlomov smeru SV-JZ, ktoré patria k skupine šikmých ľavostranných poklesov (obr. 4B). Pri podstatnej časti zlomov sa kinematické indikátory nezachovali. Na základe štúdia zlomov je však veľmi pravdepodobné, že podstatná časť zlomov uvedených štyroch skupín je poklesového charakteru. Často sú sprevádzané zónami tektonických brekcií dm hrúbok.

MORFOLOGICKÉ INDIKÁTORY VYTVÁRANIA JASKYNE VYSTUPUJÚCIMI VODAMI

Z množstva rôznorodých skalných tvarov, ktoré vidieť v Jasovskej jaskyni (stropné kupoly, hrnce a korytá, stropné skalné visiaky zv. pendanty, zarovnané stropy), z hľadiska rekonštrukcie jej genézy osobitnú skupinu tvoria geomorfologické formy poukazujú-

ce na bývalé výstupné prúdenie vody zo spodných časti jaskyne nahor do slepých stropných kupolovitých a komínovitých vyhlíbení v jej horných častiach. Odlišnou morfológiou, ako aj priestorovým usporiadaním, resp. zoskupením vo výjavovom rade svedčia, že na modeláciu jaskyne sa nepodielali iba alochtónne vody vtekajúce z blízkeho riečiska Bodvy.

Výtokové kanály zv. *feeders (bottom slots)*, reťazec kupolovitých vyhlíbení alebo kanál vedúci nahor od miesta prívodu vody a asociované stropné kupoly, slepé komíny a výtokové kanály zv. *outlets (ceiling slots)* sa považujú za morfológické indikátory hypogénnych jaskyň (pozri Klimchouk, 2007; Audra et al., 2009 a iní), ktoré vznikajú výstupnými hlbinnými, spravidla termálnymi vodami obohatenými o CO_2 alebo H_2S (Ford a Williams, 2007 a iní), avšak ich chemická agresivnosť nezávisí od prírodných podmienok a procesov na zemskom povrchu (Palmer, 2007, 2011). Viaceré z týchto morfológických tvarov sa vyskytujú aj v koróznych (nehypogénnych) jaskyniach, ktoré vznikli vodou vystupujúcou pozdĺž zlomov (pozri Bella a Bosák, 2012).

V Jasovskej jaskyni, v ktorej nie sú známe žiadne mineralogické dôkazy hypogénnej speleogenézy, sa pozorujú tieto morfológické tvary vytvorené prúdom vystupujúcej vody:

1. studňovité a strmé až vertikálne kanálovité prívody (angl. *feeders*; Klimchouk, 2007) v spodnej časti jaskyne – oválna studňa pri Bludisku hlboká 9 m s priemerom 1,5 m (Droppa, 1999; obr. 5), studňovitá depresia (naspodu z väčšej časti zasypaná) pod južným okrajom Jedálne (východne od horného úseku Spojovacej chodby) a viaceré strmé oválne kanály po stranách siení a dómov (zväčša neprilezné, vyplnené jemnými sedimentmi);

2. nahor smerujúce väčšie lastúrovité vyhlíbeniny (angl. *large scallops*), asymetrickým tvarom svedčiace o ich vytváraní výstupným prúdom vody – zreteľné sú v stropnom kanáli strmej prepojovacej chodby medzi horným úsekom Spojovacej chodby a južným okrajom Jedálne (pri zvyšku starej elektroinštalačie, obr. 6; dosahujú dĺžku 40 cm, šírku 36 cm a hĺbku 8 cm, niektoré sú aj väčšie), *large scallops* vo vertikálnych žľaboch na východnom okraji Jedálne, najväčšie *large scallops* (dĺžkou i šírkou presahujúce 1 m) sú v hornom úseku širokého vertikálneho žľabu na východnej stene Husitskej siene (obr. 7);



Obr. 5. Studňa pri Bludisku v spodnej časti Jasovskej jaskyne. Foto: P. Bella

Fig. 5. Well at the Labyrinth in the lower part of Jasovská Cave. Photo: P. Bella



Obr. 6. Nahor vedúci stropný kanál s veľkými lastúrovitými vyhlíbeninami (angl. *large scallops*), vytvorený vodným prúdom vystupujúcim zo spodnej časti jaskyne do vyššie ležiacej Jedálne. Foto: P. Bella

Fig. 6. Upward scalloped ceiling channel originated by water flow ascending from the cave lower part to the upper Dining Hall. Photo: P. Bella



Obr. 7. Veľké lastúrovité vyhlíbeniny (angl. *large scallops*) indikujúce bývalé výstupné prúdenie vody strmým žľabom na východnej stene Husitskej siene. Foto: P. Bella

Fig. 7. Large scallops indicating a past ascending water flow through a steep half-tube on the eastern wall of Hussite Hall. Photo: P. Bella



Obr. 8. Nahor vedúce oválne žľaby na previsnutej stene Husitskej siene. Foto: P. Bella

Fig. 8. Upward half-tubes on the overhanging wall in the Hussite Hall. Photo: P. Bella

3. prívodné komíny alebo oválne žľaby ústiace do stropných kanálov (výrazne rozčlenených nepravidelne usporiadanými *large scallops* a hrncovitými vyhlíbeninami) alebo slepých kupolovitých vyhlíbenín – vysoké kanály medzi prízemím (priestor východne od Starého domu) a juhovýchodným okrajom Jedálne (vytvořené pozdĺž zvislej tektonickej poruchy; pozri Zacharov, 1998), užie žľaby vedúce do slepých komínovitých vyhlíbenín pod Jedálňou (povyše schodov prehliadkovej trasy medzi Starým domom, resp. horným úsekom Spojovacej chodby a Jedálňou), strmý komínovitý kanál ústiaci do kupolovitej vyhlíbeniny (sledujúci zvislú tektonickú poruchu; pozri Zacharov, 1998) v úseku strmého schodiska na starej prehliadkovej trase vedúcej z Jedálne sz. smerom k hornému vchodu do jaskyne;

4. vertikálne oválne žľaby vyhlíbené na previsnutých skalných stenách, miestami vyúsťujúce do bočných slepých dierovitých vyhlíbenín, sčasti rozčlenené lastúrovitými vyhlíbeninami (šírkou sa zhodujúcich so šírkou žľabov) – najzreteľnejšie sú na severozápadnej stene Husitskej siene (tesne nad prehliadkovým chodníkom, v úseku priechodu k pamätnému nápisu z roku 1452, obr. 8).

Tieto morfokultúrne formy speleo-reliéfu možno na základe ich osobitného koróznego tvarovania pokladat' za morfológické indikátory výstupného prúdenia vody vo freatickej fáze vývoja jaskyne.

SPELEOGENETICKÁ INTERPRETÁCIA A DISKUSIA

Nepravidelné rozčlenené dómy, siene a chodby s početnými stropnými hrncovitými a kupolovitými vyhlíbeninami v spodných častiach Jasovskej jaskyne vznikli rozpúšťaním vápence pomaly cirkuľujúcou vodou vo freatickej zóne (Bella, 2000; Bella a Urata, 2002). Ked'že jaskyňa sa vytvorila na zlomovom okraji kryhy karbonátov, prvotné a najstaršie podzem-

né priestory freatickej morfológie pravdepodobne vznikali vodou vystupujúcou nahor pozdĺž strmých zlomov, ktoré vidieť na viacerých častiach jaskyne (pozri Zacharov, 1998). Studňou na okraji Bludiska, ako aj ďalšími studňovitými prívodmi a vertikálnymi kanálmi vystupovali vody hlbšej cirkulácie do terajších spodných častí jaskyne.

Zrážková voda infiltrovaná na východnom okraji Jasovskej planiny a prilahlej časti Medzevskej pahorkatiny preniká pod Jasovskú skalu a v súčasnosti vystupuje pozdĺž zlomov do úrovne riečiska Bodvy, resp. jeho skalnej bázy pod naplavenými fluviálnymi sedimentmi. Takéto vývery podzemných vôd sú aj na pravom brehu Bodvy medzi Jasovom a Moldavou nad Bodvou (pozri Himmel, 1963). Vody hlbšej cirkulácie vystupujú do úrovne vyvieračiek a pozdĺž hladiny podzemnej vody sa vytvárajú úrovňové jaskyne, resp. úrovňové časti jaskyň.

Najnižšia vývojová úroveň Jasovskej jaskyne je v nižšej polohe ako terajšie riečisko Bodvy, ktoré bolo pôvodne viac zahĺbené a neskôr navýšené usadzovaním naplavených sedimentov (Sekyra in Ložek et al., 1956; Droppa, 1965, 1971). Najnižšie časti jaskyne (vo výškovej úrovni Veľkého dómu a Dómu netopierov) sú občasne zaplavované stúpaním hladiny podzemnej vody (Droppa, 1965; Orvan, 1977). Hladina jazera vo Veľkom dome (asi 250 m n. m.) je 7 m pod úrovňou povrchového riečiska Bodvy. Jej kolísanie závisí najmä od množstva zrážok spadnutých v okolí Jasova (Barabas a Haviarová, 2003). Podľa Droppe (1971) akumulácie v nivie Bodvy pred jaskyňou (vrátane povodňových ilov), uložené na jej skalnom podklade, dosahujú hrúbkou asi 10 m. Vo vrte JVL 92 v blízkosti jaskyne sa zistila hladina podzemnej vody v hĺbke 3,8 m (Petro a Janočko, 1990 in Petro a Polaščinová, 1992).

Na viacerých miestach v spodnej časti jaskyne vidieť korózne zarovnané stropy a výrazné bočné horizontálne zárezy, ktoré sú v rozdielnych výškach a zodpovedajú trom vývojovým úrovniám vytvoreným pozdĺž hladiny podzemných vôd (Bella, 2000). Pôvodné freatické chodby a siene sú výrazne epifreaticky remodeledvané a zväčšené do terajšej podoby. Dno najnižších chodieb vyplňajú alochtonné siliciklastické hlinité sedimenty (Zimák et al., 2003), ktoré miestami siahajú až tesne k zarovnanému stropu. Usadili sa v podmienkach veľmi pomalého prúdenia vody, resp. z povodňových vôd Bodvy a sú mladšie ako 780 ka (Bella et al., 2007).

Vody pôvodne vystupovali aj do vyšších častí jaskyne – do priestoru Jedálne, dokonca až do priestoru horného vchodu do jaskyne. Aj v týchto miestach vidieť vertikálne prívodné komíny, ktoré spolu so spomenutou studňou pri Bludisku v spodnej časti jaskyne morfologicky zodpovedajú tzv. podlahovým prívodom (angl. *feeders*). V strednej časti jaskyne niektoré prívodné komíny ústia do stropných kanálov. Na prúdenie vody odspodu nahor miestami poukazujú vertikálne žľaby vyhlíbené na previsnutých skalných stenách, ako aj väčšie asymetrické lastúrovité vyhlíbeniny (angl. *large scallops*) v strmej prepojovacej chodbe medzi horným úsekom Spojovacej chodby a Jedálňou. Tieto morfoskulptúrne znaky svedčia o vytváraní jaskyne vodami prúdiacimi od spodu nahor pozdĺž strmých až zvislých tektonických porúch (Bella a Bosák, 2011). Vytváranie vertikálnych častí Jasovskej jaskyne v poklesnutej kryhe vápencov (nevedno či vodami vystupujúcimi pozdĺž zlomu) s ich mladšou remodeláciou pri zahlbovaní doliny Bodvy nejasne načrtáva Hevesi (2009).

Niet pochýb, že rozsiahle skrasovatenie masívu Jasovskej skaly je okrem iných faktorov podmienené aj tektonicky. Prevláda tu poklesová tektonika, ktorá je charakteristická ťahovými otvorenými zlomovými štruktúrami vyplnenými často brekciami. Mimo zlomov sú rigidné karbonáty prestúpené sieťou puklinových systémov, z ktorých

časť je viazaná vo forme puklinových zón (prizlomová klieváž) na blízke okolie oписанých zlomov. Zlomy s uvedenými charakteristikami predstavujú vo všeobecnosti veľmi priaznivé štruktúry na prúdenie krasových vôd v horninovom masíve. Z pohľadu problematiky genézy Jasovskej jaskyne, jej určitých častí a obdobia vývoja výstupným prúdením vôd zlomovými štruktúrami je tektonika mimoriadne priaznivým predpokladom diskutovanej genézy.

Takisto charakter geologickej stavby širšieho okolia (severne v podloží sa vyskytujúce tektonické jednotky príkrovu Bôrky a gemerika) je priaznivým faktorom. V dôsledku generálne výraznej severovergentnej geologickej stavby sú infiltrované vody odvádzané v podstatnej miere južným a juhovýchodným smerom až k okrajom silického príkrovu. Ten je v tejto oblasti výrazne ohraničený a rozblokovaný zlomovými štruktúrami, ku ktorým patria aj zlomy v oblasti Jasovskej skaly. V období, keď bola táto časť príkrovu poklesnutá a pochovaná (dokazujú to exhumované skrasovatené vrcholové časti príkrovu na dne údolia Bodvy južne od Jasova), severne infiltrované vody mohli vystupovať po okrajových zlomoch. Treba zdôrazniť, že významnou mierou ovplyvňoval prúdenie podzemných vôd zlom smeru SZ-JV, ktorý izoluje masív Jasovskej skaly od rozsiahleho telesa silického príkrovu. Medzi blokom Jasovskej skaly a ďalšími časťami príkrovu je v tektonickej pozícii blok nekrasových hornín gemerika. Domnievame sa, že tento blok gemerika predstavuje hydrogeologickú bariéru a môže byť práve tým zásadným prvkom geologickej stavby, ktorý podmieňoval výstupný režim podzemných vôd.

Na výstupné prúdenie vody v Jasovskej jaskyni v určitých fázach jej vývoja pravdepodobne vplývala aj aluviálna agradácia riečiska Bodvy. Časti jaskyne ležiace pod úrovňou riečiska sa vyplňovali jemnými povodňovými sedimentmi. Preto aj voda, ktorá vystupovala zo spodných častí jaskyne, prúdila na kontakte sedimentov a skalných stien. Pritom v skalných stropoch i previsnutých častiach skalných stien zospodu nahor vytvárala tzv. „antigravitačne“ kanály a žľaby, typické pre paragenetický vývoj jaskýň (pozri Renault, 1968; Pasini, 1975, 2009; Farrant a Smart, 2011 a iní). Viaceré morfologické tvary, ktoré zodpovedajú paragenéze (stropné kanály, anastomózne siete stropných kanálikov, strmé oválne stenové žľaby, skalné visiaky zv. pendanty zaoblených tvarov a iné), sú aj na viacerých miestach Jasovskej jaskyne.

Jasovská jaskyňa predstavuje koróznu jaskyňu vytvorenú vo viacerých vývojových fázach s odlišnými hydrografickými podmienkami vývoja. Najstaršie priestory, ktoré pozdĺž prívodných kanálov siahajú od spodnej až po hornú časť jaskyne, sú hlbšieho freatického pôvodu a vytvárali sa pomaly prúdiacimi, nahor vystupujúcimi vodami hlbšej cirkulácie. Tie vyzvieraťi pozdĺž zlomových línii k vtedajšej hladine podzemných vôd, pravdepodobne viazané na pradolino Bodvy, resp. paleoúdolie zachované pri Debradi (Bella a Bosák, 2011). Seneš (1945–1946) poukazujúc na morfológiu jaskyň medzi Jasovom a Moldavou na pravom brehu Bodvy uvažuje o ich vzniku účinkom termálnych vôd a neskoršom zväčsení pôsobením studených vôd.

V závislosti od viacnásobného zahlbovania doliny Bodvy v pleistocéne a jej aluviálnej agradácie dochádzalo k epifreatickej a paragenetickej remodelácii a dotváraniu jaskyne, v čase povodní k splavovaniu jemnozrnných sedimentov do podzemia. V dôsledku aluviálnej agradácie riečiska Bodvy sa jej vody prelievali do nižšie položených častí jaskyne, resp. presakovali cez nivné sedimenty.

Jednotlivé fázy epifreatickej modelácie jaskyne (v plitkej freatickej zóne s oscilujúcou hladinou podzemnej vody alebo pozdĺž dlhodobo stagnujúcej vodnej hladiny) zodpovedajú vývojovým úrovniám, ktoré vyčlenili Volk a Starohorský (1929), Sekyra (in Lo-

žek et al., 1956) a Droppa (1965, 1971). Od vrchných po spodné časti jaskyne postupne prislúchajú:

1. jaskynným priestorom pri hornom vchode (asi 290 m n. m.);
2. úrovni Husitskej siene (hladinové zárezy na jej východnej stene a priľahlá horizontálna chodba), Oblükovej jaskyni (typická oválna riečne modelovaná chodba), jaskyni Fajka a jaskyni Okno (280 až 283 m n. m.);
3. úrovni bočnej chodby pri východnom okraji Jedálne (273 m n. m.);
4. jaskynným úrovňami v najnižších častiach jaskyne (podľa Droppu, 1971 ich skalné bázy sú vo výškach 260 m, 254 m a 248 m n. m.).

Najmladšia a morfologicky najvýraznejšia je viacúrovňová epifreatická remodelácia v spodnej časti jaskyne v podobe viacerých generácií zarovnaných stropov a laterálnych úrovňových zárezov vo výškach 263 m, 258 m a 253 m n. m. (pozri Bella, 2000).

V blízkosti Jasovskej jaskyne vo vrte JVL-92 (na nive Bodvy) pod kvartérnymi sedimentmi, ktoré siahajú do hĺbky 9,5 m, Petro a Janočko (1990 in Petro a Polaščinová, 1992) uvádzajú neogénny štrk. Ten sa spomína aj vo vrte JVL-40 v Moldave nad Bodvou, kde je v podloží kvartérnych sedimentov siahajúcich do hĺbky 13,5 m (Petro a Polaščinová, 1992). Vo vrte 21 (s pôvodným názvom JP-10A) na pravom brehu Bodvy asi 1 km juhovýchodne od Jasovskej jaskyne kvartérne sedimenty s hrúbkou 7,3 m siahajú až po skalné podložie tvorené triasovými karbonátmi (Cangár a Karol', 1987). Ak sa v nive Bodvy pod kvartérnymi sedimentmi potvrdí súvislejší výskyt neogénnych štrkov, dolina bola po skalné podložie zahĺbená už pred pleistocénom. Tomu z hydrografického hľadiska zodpovedá predoklad Jakála (1975) a Lišku (1994) o pliocennom veku najspodnejšej vývojovej úrovne Jasovskej jaskyne. Táto poloha neogénnych štrkov však môže byť aj dôsledkom mladšej tektonickej diferenciácie územia – nerovnomerného výzdvihu, resp. poklesu krýh východne od Jasovskej planiny.

ZÁVER

Jasovská jaskyňa svojou kontrastnou morfológiou je odrazom komplikovaného viacfázového vývoja v závislosti od zahľbovania, následnej čiastočnej aluviálnej agradácie riečnymi sedimentmi a opäťovného vyprázdňovania doliny Bodvy na rozhraní Slovenského krasu a Košickej kotliny, pravdepodobne od konca treťohôr po súčasnosť. Komplikovanú rekonštrukciu vývoja jaskyne, ktorý úzko súvisí s geomorfologickým vývojom okolitého územia, umožňujú najmä morfologické tvary podzemných priestorov ako indikátory bývalých hydrografických podmienok a morfogenetických procesov, morfostratigrafické vzťahy postupne vytváraných morfologických tvarov, ako aj jaskynné sedimenty, ktoré možno datovať a odrážajú podmienky ich akumulácie v jaskynnom prostredí. Jasovská jaskyňa je vhodnou lokalitou na objasnenie súvislostí speleogenézy a vývoja dolín vo východnej časti Slovenského krasu a v blízkom okolí. Ďalšie poznatky závisia najmä od datovania jaskynných sedimentov.

Podákovanie: Za pomoc pri získavaní dokumentácie inžinierskogeologických vrtov v doline Bodvy medzi Jasovom a Moldavou nad Bodvou a prislúchajúce odborné konzultácie d'akujeme Ing. Ľubomírovi Petrovi, CSc., z Regionálneho centra ŠGÚDŠ z Košíc a prof. Ing. Jurajovi Janočkovi, CSc., z Ústavu geovied Fakulty BERG Technickej univerzity v Košiciach. Výrez z Geologickej mapy Slovenského krasu (obr. 2) je publikovaný so súhlasom RNDr. Jána Mella, CSc., jej hlavného zostavovateľa.

Úloha sa riešila v rámci vedeckého grantového projektu Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied VEGA č. 1/0030/12 „Hypogénne jaskyne na Slovensku: spe-

leogenéza a morfogenetické typy“, grantu Grantovej agentúry Akadémie vied Českej republiky č. IAA300130701 „Paleomagnetický výzkum krasových sedimentů: paleotektonické a geomorfologické využití“ a výskumného zámeru Geologického ústavu AV ČR, v. v. i., č. CEZ AV0Z30130516.

LITERATÚRA

- AUDRA, PH. – MOCOCHAIN, L. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2009. Morphological indicators of speleogenesis: hypogenic speleogens. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 23–32.
- BARABAS, D. – HAVIAROVÁ, D. 2003. Vzťah povrchových a podzemných vôd v okolí Jasova. Aragonit, 8, 20–22.
- BELLA, P. 2000. Základné morfológické a genetické znaky Jasovskej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999), Liptovský Mikuláš, 42–51.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. 2011. Vývoj Jasovskej jaskyne na zlomovej zóne medzi Slovenským krasom a Košickou kotlinou. Aragonit, 16, 1–2, 63–64.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. 2012. Speleogenesis along deep regional faults by ascending waters: case studies from Slovakia and Czech Republic. Acta Carsologica, 41, 2–3, 169–192.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – PRUNER, P. – HOCHMUTH, Z. – HERCMAN, H. 2007. Magnetostratigrafia jaskynných sedimentov a speleogenéza Moldavskej a Jasovskej jaskyne. Slovenský kras, 45, 15–42.
- BELLA, P. – URATA, K. 2002. Oválne stropné kupolovité a komínovité vyhĺbeniny v Jasovskej jaskyni. Aragonit, 7, 4–7.
- BÖGLI, A. 1978. Karsthydrographie und physische Speläologie. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
- CANGÁR, P. – KAROP, J. 1987. Jasov – širokoprofilový HG vrt JP-10 A, doplňujúci HGP. Manskript. IGHP, Žilina, nestr., 7 príl.
- DROPPA, A. 1965. Geomorfologický a hydrologický výskum Jasovskej jaskyne. Slovenský kras, 5, 3–9.
- DROPPA, A. 1971. Vzťah horizontálnych chodieb Jasovskej jaskyne k terasám Bodvy. In Kvítovič, J. (Ed.): Problémy geomorfologického výskumu. Zborník referátov z X. jubilejného zjazdu československých geografov (1965), Bratislava, 99–106.
- DROPPA, A. 1999. Morfológia Jasovskej jaskyne. Aragonit, 4, 15–16.
- ELEČKO, M. – VASS, D. 1997. Tektonika v terciéri. In Mello, J. et al.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1 : 50 000. GS SR, Bratislava, 147–152.
- FARRANT, A. R. – SMART, P. L. 2011. Role of sediment in speleogenesis; sedimentation and paragenesis. Geomorphology, 134, 1–2, 79–93.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley, Chichester, 562 s.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
- HEVESI, A. 2009. Valamit a Jászói-barlangról és környékéről. Karsztfejlődes, 14, 33–43.
- HIMMEL, J. 1963. Jeskyně a vývěračky východní části Jasovské planiny v Jihoslovenském krasu. Kras v Československu, 1–2, 10–18.
- JAKÁL, J. 1975. Kras Sileckej planiny. Osveta, Martin, 152 s.
- KALIČIAK, M. – JANOČKO, J. – KAROLI, S. 1996a. Geologický vývoj a stavba. In Kaličiak, M. et al.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť 1 : 50 000. Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 13–21.
- KALIČIAK, M. – KAROLI, S. – JANOČKO, J. 1996b. Tektonika. In Kaličiak, M. et al.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť 1 : 50 000. Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 117–122.
- KLIMCHOUK, A. 2007. Hypogene Speleogenesis: Hydrological and Morphogenetic Perspective. National Cave and Karst Research Institute, Special Paper, 1, Carlsbad, NM, 106 s.

- LIŠKA, M. 1994. Povrch. In Rozložník, M. – Karasová, E. (Eds.): Chránená krajinná oblast – Biosférická rezervácia Slovenský kras. Osveta, Martin, 22–36.
- LOŽEK, V. – SEKYRA, J. – KUKLA, J. – FEJFAR, O. 1956. Výzkum Veľkej Jasovskej jaskyne. Anthropozickum, 6, 197–282.
- MAGLÁY, J. – HALOUPSKÁ, R. – BAŇACKÝ, V. – PRISTAŠ, J. – JANOČKO, J. – HÓK, J. 1999. Neotektonická mapa Slovenska 1 : 500 000. GS SR, Bratislava.
- MELLO, J. et al. 1996. Geologická mapa Slovenského krasu 1:50 000. GS SR, Bratislava.
- ORVAN, J. 1977. Príspevok k hydrogeologickým pomerom Jasovskej jaskyne. Slovenský kras, 15, 53–61.
- PALMER, A. N. 2007. Cave Geology. Cave Books, Dayton, Ohio, 454 s.
- PALMER, A. N. 2011. Distinction between epigenic and hypogenic maze caves. *Geomorphology*, 134, 1, 9–22.
- PASINI, G. 1975. Sull’importanza speleogenetica dell’ “Erosione antigravitativa”. *Le Grotte d’Italia*, 4, 4, 297–322.
- PASINI, G. 2009. A terminological matter: paragenesis, antigravitative erosion or antigravitational erosion? *International Journal of Speleology*, 38, 2, 129–138.
- PETRO, L. – POLAŠČINOVÁ, E. 1992. Základná inžinierskogeologická mapa 1 : 10 000, oblasť Moldava nad Bodvou. Manuskrift. GÚDŠ, Bratislava, 46 príl.
- RENAULT, PH. 1968. Contribution à l’étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. Les facteurs sédimentologiques. *Annales de Spéléologie*, 23, 3, 529–596.
- SENEŠ, J. 1945–1946. Výskumné práce v Juhoslovenskom krásse. Krásy Slovenska, 23, 6, 128–132.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1929. Zpráva o výskume Jasovskej jaskyne. Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, 23, 41–70.
- ZACHAROV, M. 1984. Výskum geologicko-štruktúrnych pomerov a deformácií v Jasovskej jaskyni. Slovenský kras, 22, 69–94.
- ZACHAROV, M. 1996. Geologické pomery Jasovskej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Sprístupnené jaskyne – výskum, ochrana a využívanie. Zborník referátov z odborného seminára (Medzev 18. – 20. 9. 1996), Liptovský Mikuláš, 19–24.
- ZACHAROV, M. 1998a. Jasovská jaskyňa – lithostratigrafia a tektonika. *Acta Montanistica Slovaca*, 3, 2, 115–122.
- ZACHAROV, M. 1998b. Geologické pomery jaskyne Kamenná pivnica a jej vzťah k Jasovskej jaskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z vedeckej konferencie (Mlyny 8. – 10. 10. 1997), Liptovský Mikuláš, 24–26.
- ZACHAROV, M. 2000. Geologická stavba východnej časti Slovenského krasu a jej vplyv na vznik endokrasu. Slovenský kras, 38, 7–17.
- ZACHAROV, M. 2007. Vplyv tektoniky na vznik a vývoj endokrasu v SV časti Slovenského krasu v okolí Jasova. Slovenský kras, 45, 43–54.
- ZIMÁK, J. – ŠTELCL, J. – ZELINKA, J. 2003. Přirozená radioaktivita horninového prostředí v jeskyních Slovenské republiky. Univerzita Palackého, Olomouc, 82 s.

**EXHUMOVANÝ PREDVRCHNOBÁDENSKÝ PALEOKRAS
BRALA DEVÍNSKEHO HRADNÉHO VRCHU
(MALÉ KARPATY)**

ROMAN LEHOTSKÝ

Hlaváčiková 14, 841 05 Bratislava 4, roman.lehotsky@miniopterus.sk

R. Lehotský: Exhumed pre-Upper Badenian paleokarst of the Devín Castle Hill cliff (Malé Karpaty Mts.)

Abstract: Till now 3 caves with “old” speleothem were known in Devín Castle Hill cliff. New Abrasion fissure called Abrázna puklina pod citadelou was found and explored there. Sides of open fissure are bored by marine organisms and smoothed by marine abrasion. Sedimentary filling contains rounded speleothem fragments and Upper Badenian fossils. Caves of the Devin Castle Hill were created before Upper Badenian transgression; afterwards they were shaped by marine abrasion and filled by Upper Badenian sediments. Later the Neogene sediments were removed and the karst of the Devín Castle Hill was exhumed. The pre-Upper Badenian paleokarst was confirmed on this locality for the first time.

Key words: pre-Upper Badenian karstification, marine abrasion, exhumed paleokarst

ÚVOD

Aj keď prvé údaje o paleokrase z územia Devínskych Karpát boli publikované už v roku 1936, doteraz sa z tohto hľadiska opisovali len lokality Abrázna jaskyňa pri Devínskej Novej Vsi (Koutek & Zoubek, 1936a, b; Mišík, 1976), kameňolomy bývalej Štokeravskej vápenky (napr. Zapfe, 1953; Holec et al., 1987; Sabol a Holec, 2002), Waitov kameňolom (Zágoršek, 1985) a kameňolom na severnom okraji obce Devín (Mišík, 1980). Prvú konkrétnu informáciu o paleokrasových výplniach puklín v brale Devínskeho hradného vrchu prinášajú výsledky výskumu zameraného na sanáciu Devínskeho hradu (Kahan et al., 1973). Až nedávny objav Abráznej pukliny pod citadelou a štúdium jej výplne v podzemných priestoroch zrúcaniny hradu Devín poskytli dostatok dôkazov na presnejšie stanovenie veku paleokrasu brala Devínskeho hradného vrchu a umožnili ich interpretáciu.

POLOHA A GEOLOGICKÉ POMERY

Devínsky hradný vrch sa nachádza na západnom okraji Devínskych Karpát v obci Devín, ktorá je súčasťou hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavu, pri sútoku riek Morava a Dunaj. V jeho severnej časti bol vybudovaný hrad Devín, z ktorého sa do súčasnosti zachovalo len niekoľko podzemných priestorov a zvyšky múrov.

Devínsky hradný vrch má pestrú a pomerne komplikovanú geologickú stavbu. Sú tu zastúpené horniny devínskej obalovej sukcesie bratislavského príkrovu tatrika. V smere z juhu na sever sú to staropaleozoické fyllity, vrchnopermské arkózové zlepence, brekcie

a pieskovce devínskeho súvrstvia a skýtske kremence, kremenné pieskovce a zlepence lúžňanského súvrstvia (Polák ed., 2012). Severná bralnatá časť Devínskeho hradného vrchu je tvorená karbonátovými horninami. Spodnú časť brala je tvorí triasová dolomitová brekcia a vrchnú časť polymiktná plešská brekcia, pravdepodobne toarského veku, ktorej klasty dosahujú veľkosť od niekoľkých centimetrov až po niekoľko metrov (Michalík a Vlčko, 2011). Z kvartérnych sedimentov sa tu nachádzajú prevažne deluviálne hlinito-kamenné, balvanovité až blokovité svahoviny a sutiny (Polák ed., 2012).

PREHĽAD DOTERAZ PUBLIKOVANÝCH PRÁC

Informácie o paleokraste brala Devínskeho hradného vrchu boli doteraz publikované len okrajovo v niekoľkých prácach.

V práci Geologické pomery areálu Devínskeho hradu z pohľadu jeho sanácie (Kahan et al., 1973) sa prvýkrát opisujú výplne puklín na severozápadnej strane brala Devínskeho hradu. Na stenách pukliny vytvorenej v karbonátových horninách autori tejto práce zdokumentovali pieskovec, z ktorého boli eróziou čiastočne vypreparované schránky morských lastúrnikov. Podľa obrázku v uvedenej práci ide najpravdepodobnejšie o lastúry ustríc rodu *Ostrea*. Pukliny vyplnené kremennými pieskami, analogicky s inými lokalitami Devínskych Karpát, zaradili autori práce do bádenu. Vo viacerých puklinách uvádzajú výskyt aragonitových kôr.

V rámci geomorfologickej rajonizácie krasu Malých Karpát (Mitter, 1983) sa spomínajú v devínskej hradnej skale križujúce sa zlomové poruchy a otvorené pukliny, v ktorých sú okrem sprašových výplní a sintrov aj bádenské pieskovce. Pri opise Tunelovej jaskyne sa uvádzajú staré zvetrávajúce a korodované ploché nástenné sintre, ale bez ich vekového zaradenia.

Súhrnný príspevok (Lehotský, 1996) hodnotí geologické dôkazy neogénnego krasovatenia na území Devínskych Karpát na základe prítomnosti sintrov a neogénnych výplní, otvorov po morských litofágnych lastúrnikoch a vyhladených stien abráznoúčinnosťou neogénnego mora. Ani v tejto práci sa však neuvádzajú presnejšie datovanie obdobia vzniku paleokrasu brala Devínskeho hradného vrchu.

Novšia práca o tektonike brala Devínskeho hradného vrchu (Pipík et al., 2004) opisuje sintrové náteky a bloky sintrov vo výplniach puklín. Aj tito autori, keďže sa im nepodarilo získať fosílie z výplní puklín, stanovujú ich vek len nepriamo, analogickým porovnaním s lokalitou Waitov kameňolom, a predpokladajú, že pukliny a zlomy sú predbádenského veku. Nesprávne konštatujú, že zlomy v priestoroch pod citadelou vystupujú na južnú stranu brala. V skutočnosti vystupujú na severnú stranu brala, v niektorom zo zlomov č. 9 alebo č. 10, podľa označenia zlomov v spomínamej práci.

Na záver prehľadu ešte uvedieme, že v masíve Devínskej Kobyly, v kameňolome na severnom okraji obce Devín, ktorý sa nachádza v blízkosti brala Devínskeho hradného vrchu, sú v triasových dolomitoch a vápencoch zdokumentované otvorené subvertikálne pukliny, široké do 15 cm, vyplnené sintrovou kôrou, sladkovodným vápencom kalkrustového typu a pieskami (Mišík, 1980). Keďže v nadloží, vo vrchnej časti kameňolomu, sú subhorizontálne uložené sedimenty vrchného bádenu, autor práce stanovuje vek sintrových a kalkrustových kôr ako predvrchnobádenský alebo vrchnobádenský.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výskum sa zameral na bralo Devínskeho hradného vrchu, v ktorom bolo opísaných 11 menších jaskýň (Lehotský, 1994). Paleokrasové prejavy sa tu doteraz podarilo zaznamenať v 3 jaskyniach – Severnej jaskyni, Previsovej jaskyni a Tunelovej jaskyni.

Tak ako pri väčšine jaskyň v Devínskom hradnom vrchu, Severná jaskyňa je úzka puklinovo-korózna jaskyňa. Vznikla na jeho severnom úpatí. Vzdialenosť je len niekoľko metrov od chodníka a leží v nadmorskej výške 142 m. Má dĺžku 4,9 m. Smerom dovnútra sa zužuje. Na stenách sú zachované ostrovčekovité zvyšky „starých“ sintrov. Pojem „staré“ sintre bolo potrebné použiť preto, aby sa odlišili od recentných sintrov, ktoré sú v hradnom brale ešte „živé“ a ich tvorba prebieha aj v súčasnosti.

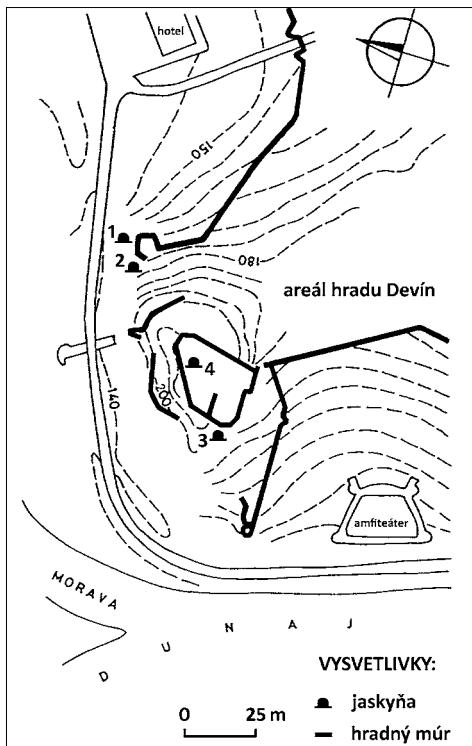
Previsová jaskyňa sa nachádza juhozápadne od Severnej jaskyne v nadmorskej výške 165 m a predstavuje subvertikálny rozšírený priestor v hornej časti pukliny. Na stenách tejto 5,7 m dlhej jaskyne sa vyskytujú zvyšky „starých“ sintrov. Zachovali sa vo forme tenších, ale aj hrubších kôr, miestami aj so zreteľným laminovaním. Jaskyňa je v koncovke časti čiastočne vyplnená ilovito-piesčitým nespevneným sedimentom žltohnedej až okrovej farby.

Priestorovo najväčšou jaskyňou Devínskeho hradného vrchu je Tunelová jaskyňa. Dlhá je 11,5 m a dosahuje maximálnu výšku 8,8 m. Má dva vchody (južný a severný), lebo prechádza naprieč celým hradným bralom. Okrem zvyškov „starých“ sintrov sú na stenách tejto jaskyne miestami aj recentné bradavičnaté sintre. Jej južný vchod je zamurovaný a tvorí ho malá gotická brána, ktorej výmurovka pochádza z 15. storočia. V spodnej časti je čiastočne vyplnená kvartérnymi sedimentmi s colickou prímesou. Jej nadmorská výška je 190 m. Vyúsťuje do nej niekoľko menších koróznych kavern.

Sintre v uvedených troch jaskyniach vo väčšine prípadov podľahli zvetrávaniu a zachovali sa z nich len nesúvislé plochy alebo ostrovčeky. Svojim charakterom sa podobajú na predvrchnobádenské sintre z lokality Kameňolomy bývalej Štokeravskej vápenky.

Úplne novou lokalitou v devínskom hradnom brale je Abrázna puklina pod citadelou (obr. 1). Zo speleologického hľadiska ju môžeme považovať za jaskyňu. Aby nedošlo k zámene s Jaskyňou pod citadelou (Lehotský, 1994), bola táto nová lokalita pomenovaná ako Abrázna puklina pod citadelou. Nachádza sa v podzemných priestoroch Devínskeho hradu pod citadelou, ktoré objavili robotníci pri čistení podzemnej cisterny na dažďovú vodu vo vrcholovej bralnej časti hradu – citadele. V minulosti bola v týchto priestoroch nainštalovaná archeologická expozícia.

Abrázna puklina pod citadelou (obr. 3) je vytvorená v plešskej brekcii a má výšku 1,45 m. Jej šírka je v rozmedzí od 0,15 do 0,45 m. Nachádza sa v nadmorskej výške 203 m. Smerom nadol vykliňuje. Dĺžka, resp. hĺbka voľného priestoru v otvorennej pukline je 2,35 m. Z pravej strany do voľného priestoru pukliny ústi menšia úzka puklina. Smer sklonu a sklon hlavnej pukliny je 245/65°. Povrch stien pukliny sa vo vstupnej časti výrazne navzájom odlišuje. Ľavá stena pukliny (obr. 2) je skorodovaná, naklonená mierne do previsu a čiastočne vyhladená s množstvom otvorov po litofágnych lastúrnikoch rodu *Lithophaga* sp., hubkách *Cliona* sp. a červoch *Polydora* sp. Otvory sú navŕtané kolmo do steny, niektoré mierne natočené k ústiu pukliny. Pravá stena pukliny (obr. 4) je takmer dokonale vyhladená a na jej vyhladenom povrchu sú výrazne viditeľné čierne karbonátové klasty v svetlosivej základnej karbonátovej matrix. V spodnej časti, približne do výšky 0,65 m, puklina obsahuje tmavohnedú piesčitú výplň s ostrohrannými úlomkami horniny. Potom nasledujú okruhliaky veľké od 2 do 10 cm. Medzi nimi sme našli aj jemne laminovaný obliak sintra s rozmermi $18 \times 14 \times 7$ cm. Prevažnú časť výplne pukliny tvoria svetložlté až tmavožlté piesky, miestami sfarbené do tmavohneda. Nad voľným priestorom pukliny, v jej strope, pokračuje piesková výplň s okruhliakmi, obliakmi a dobre opracovanými blokmi karbonátových hornín. Nachádza sa v nej aj veľký blok dobre opracovaného tmavohnedého a výrazne laminovaného sintra. Ďalšia plátna sintra s otvormi po litofágnych organizmoch, s veľkosťou 33×29 cm je vo vodorovnej



Obr. 1. Mapa brala Devínskeho hradného vrchu s vyznačením jaskyň: 1 – Severná jaskyňa, 2 – Previsová jaskyňa, 3 – Tunelová jaskyňa, 4 – Abrázna puklina pod citadelou

Fig. 1. Map of the Devín Castle Hill cliff with the caves position: 1 – Severná jaskyňa Cave, 2 – Previsová jaskyňa Cave, 3 – Tunelová jaskyňa Cave, 4 – Abrázna puklina pod citadelou Cave



Obr. 2. Detailný pohľad na ľavú stenu Abráznej pukliny pod citadelou navŕtanú litofágymi organizmami. Foto: R. Lehotský

Fig. 2. Detail view on the left side of the abrasion fissure bored by lithophagous fauna. Photo: R. Lehotský

pozícii, 1,10 m d'aleko od ústia pukliny, zakliesnená v jej strope. Piesky v pukline obsahujú pomerne veľa šupiniek muskovitu.

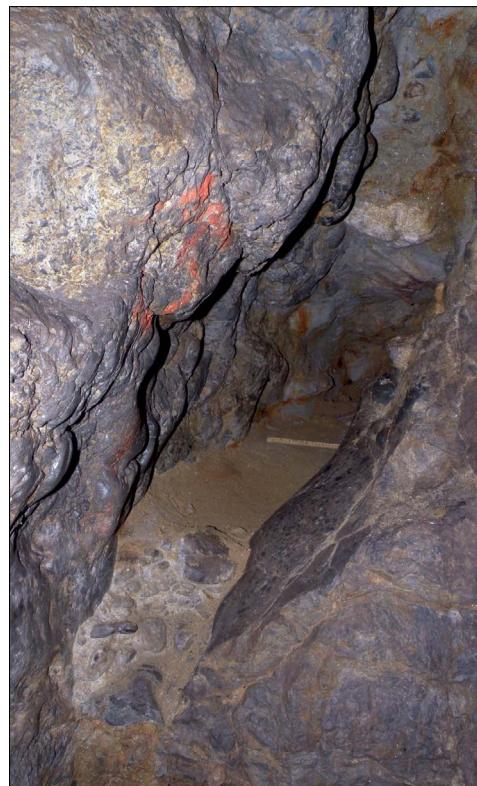
Aj v prístupovej chodbe k Abráznej pukline pod citadelou sa nachádza v strope 13,75 m dlhá úzka puklina 250/70°. V nej viac prevažuje tmavosivá ilovitá výplň, z ktorej vyvetrávajú drobné biele odvápnené úlomky kostí a drobné stavce rýb, čo po ukazuje na energeticky pokojnejšie prostredie. Puklina v strope sa miestami rozširuje, a takisto obsahuje úlomky sintrov do maximálnej veľkosti 16 cm. Na niekoľkých miestach sú v pukline aj rozšírené nevyplnené priestory, ktorých steny sú pokryté sintrom.

Na výplav materiálu z Abráznej pukliny pod citadelou bolo odobratých približne 15 kg vzorky piesku. Piesok obsahuje predovšetkým čiastočne, ale aj dokonale opracované zrná kremeňa. Kremenné zrná, ktoré sú sfarbené limonitom, sú ostrohranné. Zrná sa uvoľňujú z malých konglomerátov, kde limonit tvorí ich tmel, ale aj samostatné zrná. Vo výplave sú tu zastúpené aj zrná živca, tenké šupinky muskovitu, hrubšie šupiny až doštičky baueritizovaného biotitu a vzácnejšie úlomky granitoidných hornín. Ojedinelými sú aj opracované väčšie zrná karbonátových hornín. Nájdených bolo aj viacerо zuhoľnatených úlomkov driev, maximálne do veľkosti 2 cm.

Vo výplave sa zachytili aj väčšie úlomky hornín. Opracované vápence a karbonátové brekcie sú často navŕtané lastúrnikom rodu *Lithophaga* sp. Ďalšie menšie otvory sú po hubkách *Cliona* sp. a líniové otvory po červoch *Polydora* sp. (obr. 5-1). V niektorých prípadoch došlo k odlomaniu navŕtanej horniny veľkým množstvom otvorov po vŕtavých lastúrnikoch na malej ploche, čo spôsobilo oslabenie pevnosti horniny a jej následné rozlomenie (obr. 5-2). Okrem toho sa tu nachádzali aj dobre opracované úlomky sintrov (obr. 5-3). Vo výplave sa zistili skameneliny týchto taxónov:

1. *Chlamys elegans* – úlomky schránky dyzodontného lastúrnika so širokými výraznými rebrami (obr. 6-1);
2. *Chlamys multistriata* – polovica schránky a úlomok schránky juvenilných jedincov dyzodontného lastúrnika s hustými radiálnymi rebrami (obr. 6-2);
3. ustrice – rôzne rody a druhy, prevažne juvenilné jedince, niektoré aj so zachovanými svalovými odtlačkami;
4. *Patella* sp. – čiapočkovitá schránka ulitníka, primitívneho prednožiabrovca, oválneho tvaru s jemným pravidelným rebrovaním a poškodenými okrajmi schránky (obr. 6-3);
5. *Petaloconchus* sp. – trubičkovitá schránka ulitníka s vnútorným rebrovaním;
6. *Balanus* sp. – schránky fúzonožiek kužeľovitého tvaru so zrezaným vrcholom a atypicky vzájomne cementovanými doštíckami (obr. 6-4);
7. *Octopoda* indet. – zobákovitá čeľuď chobotnice;
8. Echinozoa indet. – ostne rôznych tvarov a veľkostí, časti žuvacieho aparátu ježovky – Aristotelovho lampáša;
9. Osteichthyes indet. – úlomky kostí rýb, menej zuby a stavce.

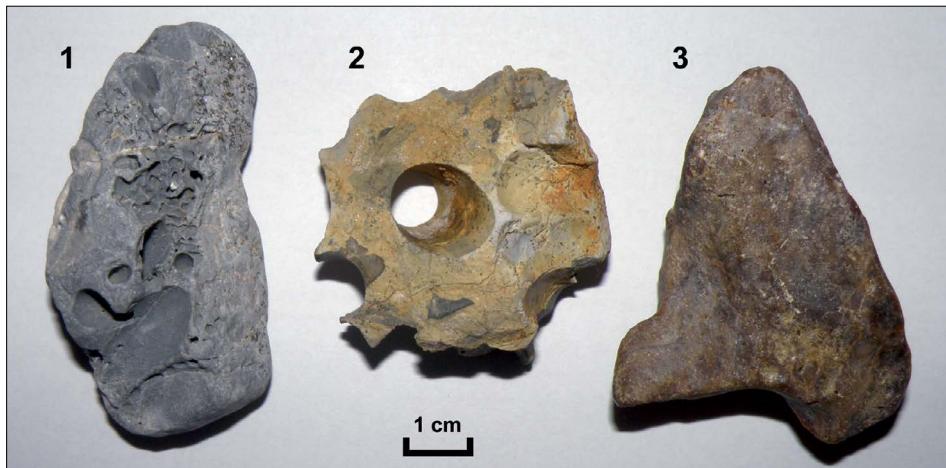
Na základe údajov, ktoré sa podarilo získať počas výskumu Abráznej pukliny pod citadelou, možno urobiť ich nasledujúcu interpretáciu. Sedimentárna výplň Abráznej pukliny pod citadelou, ktorá sa nachádza vo vrcholovej časti devínskeho hradného brala, poukazuje na to, že bralo Devínskeho hradného vrchu bolo v minulosti úplne prekryté neogénnymi morskými sedimentmi. Podľa fosílneho materiálu z výplavu môžeme stanoviť vek výplne Abráznej pukliny pod citadelou ako vrchnobádenský. Umožňuje to nález schránky lastúrnika rodu *Chlamys multistriata*, ktorý je vedúcou skamenelinou vrchného bádenu. Opracované bloky a okruhliaky sintrov, vyhladená stena pukliny a otvory po litofágnych morských lastúrkach rodu *Lithophaga* sp., hubkách *Cliona* sp.



Obr. 3. Celkový pohľad na Abráznu puklinu pod citadelou. Foto: R. Lehotský
Fig. 3. Overall view on the Abrasion fissure.
Photo: R. Lehotský



Obr. 4. Detailný pohľad na pravú stenu Abráznej pukliny pod citadelou vyhladenú morskou abráziou, šípkou je označený zaoblený blok sintrovej kôry s veľkosťou $18 \times 14 \times 7$ cm. Foto: R. Lehotský
Fig. 4. Detail view on the right side of the Abrasion fissure smoothed by marine abrasion, arrow points to the rounded block of sinter crust with size $18 \times 14 \times 7$ cm. Photo: R. Lehotský



Obr. 5. Úlomky hornín z výplne Abráznej pukliny pod citadelou: 1. okruhliak navŕtaný lastúrnikmi, hubkami a červami, 2. úlomok odlomený vŕtavou činnosťou lastúrnikov *Lithophaga* sp., 3. zaoblený úlomok sintra. Foto: R. Lehotský

Fig. 5. Rock fragments from the Abrázna fissure: 1. rock bored by bivalves, sponges and worms, 2. fragment broken off by boring activity of bivalve *Lithophaga* sp., 3. rounded sinter fragment. Photo: R. Lehotský

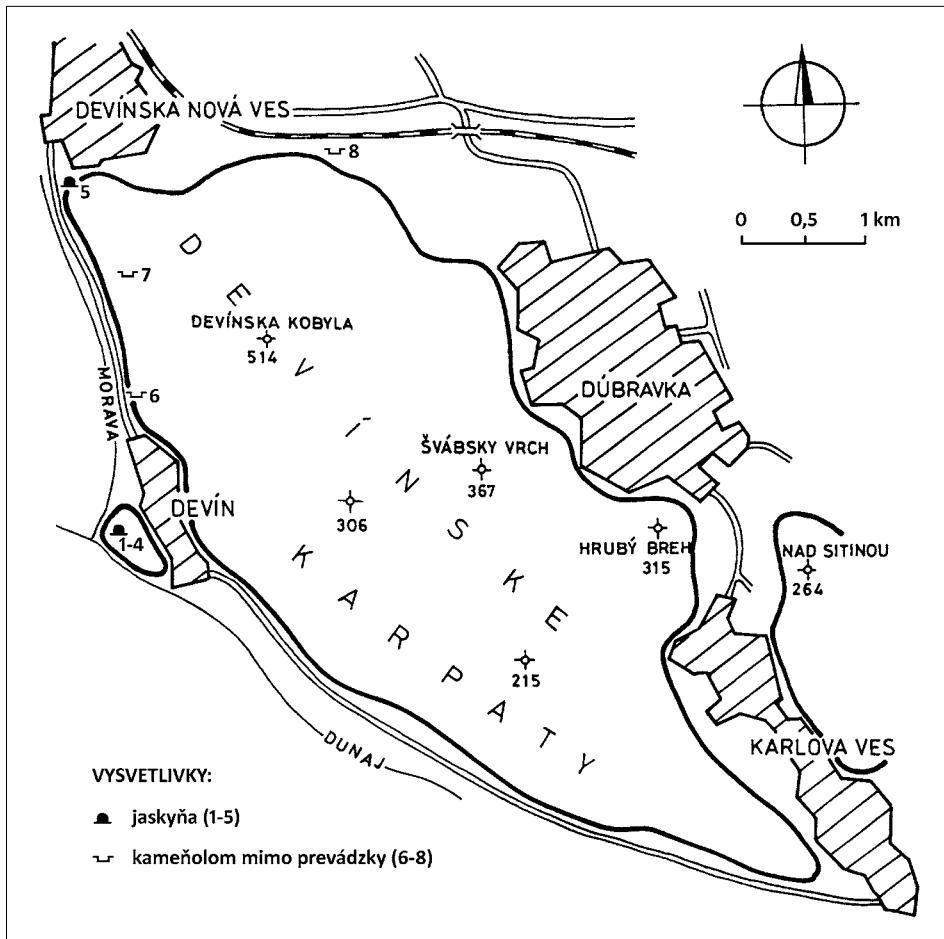


Obr. 6. Skameneliny z výplne Abráznej pukliny pod citadelou: 1. *Chlamys elegans*, 2. *Chlamys multistriata*, 3. *Patella* sp., 4. *Balanus* sp. Foto: R. Lehotský

Fig. 6. Fossils from the Abrázna fissure: 1. *Chlamys elegans*, 2. *Chlamys multistriata*, 3. *Patella* sp., 4. *Balanus* sp. Photo: R. Lehotský
vateniu. Po nástupe vrchnobádenskej transgresie niektoré jaskyne v brale dotvárala morská abrázia a neskôr sa úplne zaplnili morskými sedimentmi, tak ako Abrázna puklina

a červoch *Polydora* sp. dokazujú, že Abrázna puklina pod citadelou bola morskou abráznou jaskyňou. V nej morský príboj poodlamoval a opracoval sintrové kôry, ktoré sú preto jednoznačne staršie ako vrchnobádenská transgresia. Na vysoko-energetické morské prostredie poukazuje aj nález schránok rodu *Patella*, ktorý je typickým predstaviteľom skalného eulitorálu. Na základe uvedených údajov môžeme stanoviť vek krasovatenia v brale Devínskeho hradného vrchu a zaradiť túto lokalitu do predvrchnobádenského paleokrasu. V Abráznej jaskyni (Mišík, 1976) na okraji Devínskej Novej Vsi sa, žiaľ, do teraz nenašli datovateľné fosílie.

Kedže tieto predvrchnobádenské sintre, pôvodne v našej práci označované aj ako „staré“ sintre, sa vyskytujú aj v krasových dutinách a otvorených puklinách na báze devínskeho brala v Severnej a Previsovej jaskyni, muselo byť devínske hradné bralo už pred vrchným bádenom úplne odkryté a podliehať intenzívному krasovataniu. Po nástupe vrchnobádenskej transgresie niektoré jaskyne v brale dotvárala morská abrázia a neskôr sa úplne zaplnili morskými sedimentmi, tak ako Abrázna puklina



Obr. 7. Mapa Devínskych Karpát s vyznačením jaskýň a kameňolomov: 1 – Severná jaskyňa, 2 – Previsová jaskyňa, 3 – Tunelová jaskyňa, 4 – Abrázna puklina pod citadelou, 5 – Abrázna jaskyňa, 6 – kameňolom na severnom okraji obce Devín, 7 – Waitov kameňolom, 8 – kameňolomy bývalej Štokeravskej vápenky

Fig. 7. Map of Devínske Karpaty Mts. with the caves (1 – 5) and the stone quarries (6 – 8) position:
1 – Severná jaskyňa Cave, 2 – Previsová jaskyňa Cave, 3 – Tunelová jaskyňa Cave, 4 – Abrázna puklina pod citadelou Cave, 5 – Abrázna jaskyňa Cave, 6 – Stone pit on the north border of Devín village, 7 – Wait's Stone Pit, 8 – Stone pits of former Štokeravská limestone pit

pod citadelou. Ďalšími exogénnymi geologickými procesmi, ktoré nevieme presnejšie datovať, boli neogénne sedimenty z Devínskeho hradného vrchu odstránené a paleokras brala Devínskeho hradného vrchu exhumovaný. Jeho krasovatenie prebieha aj v súčasnosti, ale oproti predvrchnobádenskému obdobiu v nepomerne menšej intenzite. Predvrchnobádenské sintre sa v devínskom hradnom brale viažu výhradne na vertikálne tektonické poruchy. Zachovaná a mechanicky nepoškodená výplň v Abráznej pukline pod citadelou poukazuje na skutočnosť, že v nej už po vrchnobádenskej transgresii nedošlo k významnejším tektonickým pohybom.

ZÁVER

Na základe výskumu Abráznej pukliny pod citadelou sa podarilo časovo zaradiť obdobie krasovatenia brala Devínskeho hradného vrchu do predvrchnobádenského paleokrasu. V doterajších prácach sa vek krasovatenia na tejto lokalite stanovoval len na základe analógie s inými lokalitami nachádzajúcimi sa na území Devínskych Karpát (obr. 7).

Zdokumentovaná fosílna fauna umožnila zrekonštruovať priebeh vzniku jaskýň, ktoré museli vzniknúť ešte pred vrchobádenskou transgresiou, počas nej boli niektoré dotvárané morskou abráziou a následne pravdepodobne všetky zaplnené vrchnobádenskými sedimentmi. Neskôr došlo k ich vyprataniu a exhumácii paleokrasu.

Pre prítomnosť predvrchnobádenských sintrov na báze brala Devínskeho hradného vrchu môžeme konštatovať, že bralo Devínskeho hradného vrchu bolo už pred vrchobádenskou transgresiou odkryté a tvorilo v teréne výrazný morfologický útvar a určité obdobie mohlo byť aj ostrovom vo vrchnobádenskom mori.

Na záver ešte spomeňme zaujímavý nález väčšieho množstva fosílnych zvyškov fúzonožiek v Abráznej pukline pod citadelou, ktoré majú vzájomne pevne cementované doštičky. Takéto atypické schránky fúzonožiek sa našli napr. v kriede Českého masívu (Zágoršek, in verb.). V Malých Karpatoch neboli doteraz ich výskyt známy.

LITERATÚRA

- KAHAN, Š. – ŠAJGALÍK, J. – MOCK, R. 1973. Die geologische Verhältnisse des Areals der Burg Devín von dem Gesichtspunkt seiner Sanierung. *Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae, Geologica*, 26, 243–267.
- KOUTEK, J. – ZOUBEK, V. 1936a. Zpráva o geologických studiích a mapování v okolí Bratislavы. *Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky*, XII, Praha.
- KOUTEK, J. – ZOUBEK, V. 1936b. Vysvetlivky ke geologické mapě v měřítku 1 : 75 000, list Bratislava 4758. *Knihovna Státního geologického ústavu Československé republiky*, sv. 18, Praha, 150.
- HOLEC, P. – KLEMBARA, J. – MESZÁROŠ, Š. 1987. Discovery of New Fauna of Marine and Terrestrial Vertebrates in Devínska Nová Ves. *Geologica Carpathica*, 38, 3, 349–356.
- LEHOTSKÝ, R. 1994. Krasové a pseudokrasové jaskyne Devínskych Karpát. *Slovenský kras*, XXII, 23–40.
- LEHOTSKÝ, R. 1996. Geologické dôkazy neogénneho krasovatenia na území Devínskych Karpát a ich interpretácia. *Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana*, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 91–93.
- MICHÁLIK, J. – VLČKO, J. 2011. Genéza strednojurských brekcií v devínskej jednotke Malých Karpát. *Mineralia Slovaca*, 43, 129–136.
- MÍŠIK, M. 1976. Geologické exkurzie po Slovensku. SPN, Bratislava, 359 s.
- MÍŠIK, M. 1980. Miocene sinter crusts (speleothems) and calcrete deposits from neptuniar dykes, Malé Karpaty Mts. *Geologica Carpathica*, 31, 4, 495–512.
- MITTER, P. 1983. Geomorfologická rajonizácia krasu Malých Karpát. *Slovenský kras*, XXI, 3–34.
- PIPÍK, R. – BALIAK, F. – MALGOT, J. – BARTÓK, J. 2004. Inžiniersko-geologická charakteristika devínskej hradnej skaly a jej vplyv na stabilitu historických objektov. *Mineralia Slovaca*, 36, 29–34.
- POLÁK, M. (ed.) – PLAŠIENKA, D. – KOHÚT, M. – PUTIŠ, M. – BEZÁK, V. – MAGLAY, J. – OLŠAVSKÝ, M. – HAVRILA, M. – BUČEK, S. – ELEČKO, M. – FORDINÁL, K. – NAGY, A. – HRAŠKO, L. – NÉMETH, Z. – MALÍK, P. – LIŠČÁK, P. – MADARÁS, J. – SLAVKAY, M. – KUBEŠ, P. – KUCHARIČ, L. – BOOROVÁ, D. – ZLINSKÁ, A. – SIRÁNOVÁ, Z. – ŽECOVÁ, K. 2012. Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty, 1 : 50 000. *Štátny geologický ústav Dionýza Stúra*, Bratislava, 287 s.
- SABOL, M. – HOLEC, P. 2002. Temporal and Spatial Distribution of Miocene Mammals in The Western Carpathians (Slovakia). *Geologica Carpathica*, 53, 4, 269–279.
- ZAPFE, H. 1953. Das geologische Alter der Spaltenfüllung von Neudorf an der March (ČSR). *Verh. Geol. Bundesanst., Wien*, 95–202.

GLACIÁLNY JASKYNNÝ ĽAD A PREMÍRZANIE JASKÝŇ AKO PRÍČINA DEŠTRUKCIE SPELEOTÉM NA PRÍKLADE VYBRANÝCH JASKÝŇ SLOVENSKA

MONIKA ORVOŠOVÁ¹ – LUKÁŠ VLČEK²
– PETER HOLÚBEK¹ – PETER ORVOŠ³

¹ Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš; orvosova@smopaj.sk, holubek@smopaj.sk

² Slovenská speleologická spoločnosť, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; lukasvlcek@yahoo.com

³ Katedra fyzickej geografie a geokolégie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava; orvos@fns.uniba.sk

M. Orvošová, L. Vlček, P. Holúbek, P. Orvoš: Frost and cave ice action as a cause of speleothem destruction during glacial: examples from selected caves in Slovakia

Abstract: This paper reports the results of field observations of calcite speleothem destructions, which are interpreted as caused by frost and cave ice action. The presence of former cave ice fills of the studied caves is evidenced by the presence of coarse crystalline cryogenic cave carbonate (CCC). Genesis of CCC is associated with water freezing in the caves, and their occurrence is limited to the water pools at the surface of former ice cave fillings. Cave ice and CCC form together during the transitional climatic periods between glacial/interglacial or stadial/interstadial. For illustration of these features four caves with the occurrence of CCC in Slovakia were selected, from a total number of nine caves hosting CCC known up to date. Due to the geographical position of the studied caves and their complexity of their underground spaces, the ventilation of the mountain caves can be considered as either dynamic or static. Presence of ice fills and related destruction of usual types of speleothems occurred during the glacial in both types of caves. The first model involves the high ventilation caves where the accumulations of cave ice were formed during the cooling phases of a glacial/stadial, while the second model applicable for caves with limited ventilation supposes formation of cave ice especially during the surface warming trends, when the cavities located yet in the zone of relic permafrost received influx of infiltration water. The paper contains a simplified diagram that illustrates the succession of events leading to the destruction of speleothems by frost and cave ice action under the climatic and geographic conditions of Slovakia. Destructive forms of calcite speleothems described from four caves of High and Low Tatra Mts., as well as analogous field observations in other caves suggest that action of glacial ice cave and frost in caves was a widespread phenomenon in the past. New findings shed light on the problem of destructions in cave passages that have been until now attributed mainly to earthquakes and tectonic processes.

Key words: speleothems damage, cave ice, cryogenic cave calcite, paleoclimate, caves, Slovakia

ÚVOD

V priebehu posledných rokov počas mineralogického výskumu kryogénnych jaskynných karbonátov (CCC – cryogenic cave carbonates senzu Žák et al., 2004) sme sa často stretávali v jaskyniach s deštrukciou speleotém, ktorá je jedným z najbežnejších sprivednových javov ich výskytu. Genéza CCC ako špecifických typov speleotém vo veľkosti agregátov od niekoľkých mm až po niekoľko centimetrov súvisí so zamíraním vody v jaskyniach a ich vznik je obmedzený na vodné jazierka na povrchu jaskynej ľado-

vej výplne v dobách existencie glaciálnej klímy. Jaskynný ľad i CCC vznikajú spoločne počas klimatických prechodných períód glaciál/interglaciál alebo štadiál/interštadiál (Richter et al., 2008, 2010; Žák et al., 2012). Pri výskumoch zameraných na CCC sme počas piatich rokov navštívili desiatky jaskyň Západných Karpát. Zaujímali sme sa predovšetkým o jaskyne horské a vysokohorské, teda jaskyne situované vo vyšších nadmorských výškach. V ich prípade bolo zrejmé, že sa počas glaciálov na určité obdobie stali súčasťou zóny permafrostu (dlhodobo premrzutej pôdy a hornín). Za týchto podmienok mohli jaskyne dlhodobo premírať aj niekoľko desiatok metrov pod povrchom vtedajšieho terénu. V súčasnosti je v Západných Karpatoch známych deväť jaskyň s výskytmi CCC, pričom všetky nálezy pochádzajú z územia Slovenska. Zoradené zostupne podľa nadmorskej výšky (v zátvorke je citácia prvého popisu) sú to jaskyne:

Jaskyňa mesačného tieňa, Vysoké Tatry – 1767 m n. m. (Žák et al., 2011)

Jaskyňa studeného vetra, Nízke Tatry – 1678 m n. m. (Žák et al., 2009)

Jaskyňa verných, Vysoké Tatry – 1522 m n. m. (Orvošová a Vlček, 2012)

Jaskyňa v Záskoči, Nízke Tatry – 1332 m n. m. (Orvošová a Vlček, 2012)

Četníkova svadba, Strážovské vrchy – 1075 m n. m. (Orvošová et al., 2012)

Stratenská jaskyňa, Slovenský raj – 991 m n. m. (Tulis a Novotný, 1989, Žák et al. 2004)

Jaskyňa zlomísk, Nízke Tatry – 854 m n. m. (Orvošová a Vlček, 2012)

Demänovská jaskyňa mieru, Nízke Tatry – 812 m n. m. (Orvošová et al., 2012)

Hačova jaskyňa, Malé Karpaty – 690 m n. m. (Šmídá, 2010)

V príspevku poukazujeme na rôzne typy deštrukcie sintrových speleotém v niektorých z nich, kde výskyt CCC je zárukou výskytu ľadových monolitov v minulosti a vo svetle súčasných poznatkov sa javí ako jeden z významných deštrukčných činiteľov speleotém v jaskyniach. Príspevok prináša výsledky terénnych pozorovaní deštrukcie sintrových speleotém, ktorá je zapríčinená preukázaťne predovšetkým jaskynným ľadom a premízaním a nie napr. padaním skál, erozívnym podmývaním, sedimentárnym spevňovaním, zemetrasením, ľudskou činnosťou a i. Dôkazom prítomnosti ľadovej výplne v prípadových študiánoch je prítomnosť kryogénnych jaskynných kalcitov. Nové poznatky vnášajú nové svetlo do problematiky formovania jaskynných priestorov. Deštruované speleotémy a s nimi aj jaskynné priestory s ich výskytom predstavujú vlastné fácie, ktoré sa môžu použiť pri mapovaní hlbkového dosahu premrznutia a glaciálneho rozšírenia ľadu v Západných Karpatoch. Rozšírenie týchto jaskyň poskytuje dôležité informácie i o kvarternej paleoklíme územia.

PROBLEMATIKA DEŠTRUKCIE SPELEOTÉM V SLOVENSKEJ LITERATÚRE

V slovenských jaskyniach sa podmienkam deštrukcie sekundárnej kalcitovej výplne priamo zaoberalo iba málo autorov, napr. Tulis (1996) alebo Holubek (2001). Ostatní opisujú deštrukciu spelotém len podružne v súvislosti s výskumom neotektoniky alebo ich spájajú so zemetraseniami.

Deštrukciu stalagmitov v Stratenskej jaskyni v Slovenskom raji opisuje Tulis (1996). V chodbách rôznych vývojových úrovní v priestoroch rozličných rozmerov a na podklade rôznej kvality tu vykonal merania smeru posunu a pádu stalagmitov alebo ich častí. Namerané výsledky štatisticky spracoval v ružicových diagramoch a interpretoval ako dôsledok horizontálneho pôsobenia deštrukčných sôl vznikajúcich pri zemetrasení. I keď diagramy majú značný rozptyl údajov, autor sa jednoznačne priklonil k endogénnemu pôvodu.

Z Demänovskej doliny v Nízkych Tatrách opísal v krátkosti deformačné prejavy na niekoľkých masívnych stalagnátoch Holúbek (2001). Tektonické pohyby na výraznej poruche v aktívnej neotektonickej zóne spôsobili popraskanie alebo priečne posuny po prasklinách v stalagnátoch; často sú ešte nevyhojené mladšími sintromi. Autor interpretoval tieto deštrukcie ako výsledok tlaku a strižného napäťia spôsobených tektonickými pohybmi, ktoré prebiehajú v jaskyniach v Demänovskej doline aj v súčasnosti.

Štúdie vplyvu tektoniky na formovanie jaskynných priestorov, pri ktorých sa berie do úvahy aj porušenie sintrovej výzdoby, pochádzajú z pera viacerých autorov. Prvé dlhodobé sledovanie napäťovo-deformačných zmien horninového masívu v jaskyniach prebiehalo už v rokoch 1969 – 1972 (Lalkovič a Hatala, 1983). Autori poskytli názornú predstavu o rozsahu a intenzite deformačných prejavov na speleotémach v niektorých sprístupnených jaskyniach Slovenska. Hlavné príčiny ich deformácie okrem štruktúrno-geologických pomerov jaskynných priestorov sa pripisujú deformačných zmenám horninového masívu pri zásahu človeka do jaskynného prostredia počas sprístupňovacích prác alebo sú spôsobené častými záplavami a následným poklesom sedimentov tvoriacich jaskynnú podlahu. Deformácie speleotém predstavujú otvorené alebo vyhojené trhliny na sintri.

Jaskynné priestory a ich speleotémy sa v súčasnosti využívajú pri monitoringu neotektonických pohybov prostredníctvom opticko-mechanických dilatometrov typu TM-71 v jaskyniach: Beckovská, Belianska, Brestovská, Bystrianska, Čachtická, Demänovský jaskinný systém, Drienovská, Driny, Harmanecká, Liskovská, Ochtinská aragonitová, Plavecká, Sedmečka, Skalistý potok, Słopy a Zbojnícka (Briestenský a Stemberk, 2007, 2008; Briestenský et al., 2007, 2010, 2011). Napr. v Malých Karpatoch ležia niektoré jaskyne priamo na zlomových liniach prejavujúcich evidentnú seizmickú aktivitu. Počas dvoch významných seizmických udalostí v marci a auguste roku 2006 s epicentrom ($M = 3,2$) len niekoľko kilometrov od jaskýň (Zbojnícka jaskyňa a jaskyňa Słopy, Malé Karpaty) sa deformácie prejavili viditeľným porušením sintrových nátekov v podobe prasklín a čerstvými odtrhovými hranami v sintrových nátekoch s preukázanou veľkosťou pohybu 4 cm (Briestenský et al., 2007).

PRÍČINY DEŠTRUKCIE SPELEOTÉM A DEŠTRUKCIA ĽADOM

Príčiny deštrukcie sintrových speleotém skúmali viacerí autori. Ich stručný prehľad prináša tab. 1 (Kempe, 2004). Vo všeobecnosti sa autori zhodujú v názore, že na otázky vzniku deštrukcie speleotém treba odpovedať s uvážením individuálneho prístupu pre každú lokalitu.

Tab. 1. Možné príčiny deštrukcie speleotém (Kempe, 2004)

Tab. 1. Possible causes of speleothem damage (Kempe, 2004)

Polohou limitujúce procesy	Procesy lokálneho vplyvu	Procesy regionálneho vplyvu
Oddelenie speleotém od podkladu (napr. v dôsledku korózie speleotém)	Mráz vo vchodoch, jaskyne vo veľkých výškach a studené vzduchové pasce	Účinok mrazu a ľadu v jaskyni počas glaciálnej doby
Gravitačný posun	Zaplavenie	Zemetrasenia
Spevňovanie sedimentov	Vysychanie	
Erózia		
Rekryštalizácia, kryštálová tenzia		
Vandalizmus		

Problematike týkajúcej sa deštrukčných procesov súvisiacich s mrazom a výskytom ľadu v jaskyniach sa venuje niekoľko zaujímavých prác, ktoré poskytujú nielen množstvo výsledkov terénnych pozorovaní z jaskyň strednej Európy, ale i viaceré experimentálne modely. Medzi najdôležitejšie práce posledných rokov patria Kempe (2004), Kempe et al. (2009), Pielsticker (2000) alebo Lundberg a McFarlane (2012).

Počas prechodných periód medzi interglaciál/glaciál alebo interštadiál/štadiál priemer-ná ročná teplota na povrchu postupne klesala až pod bod mrazu. Nízka tepelná vodivosť hornín spôsobuje, že podzemie dosiahne tento pokles teploty s určitým oneskorením voči povrchu (Pielsticker, 2000). Počas posledného glaciálneho maxima (pred 26- až 19-tisíc rokmi; Clark et al., 2009) klesli teploty v strednej Európe až na hodnoty okolo 17 °C nižšie, než sú teploty súčasné, čo je oveľa viac než v ostatných teplotných oblastiach Európy.

O vývoji a charaktere ľadovej výplne jaskyň v minulých glaciáloch je zatiaľ k dispozícii len málo presných dát, rovnako ako je málo presných klimatických dát z jaskyň, ktoré sa nachádzajú v súčasnej zóne permafrostu. V zhode s dostupnými modelmi je však možné predpokladať, že sa vývoje jaskynného ľadu budú zásadne lísiť v jaskyniach s veľkou ventiláciou, teda v jaskyniach s veľkými portálmi alebo v jaskyniach s väčšími vchodmi v rôznych nadmorských výškach, a v jaskyniach so statickou klímom a obmedzenou výmenou vzduchu s vonkajším prostredím. Problematiku jaskyň s veľkou ventiláciou študoval napríklad Kempe et al. (2009). Podľa tohto autora sa jaskynný ľad nemôže vytvoriť počas permafrostových periód, pretože prívodné cesty presakujúcej vody sú úplne uzavreté ľadom. Tvorba ľadu v podzemí je teda podľa neho obmedzená výlučne na prechodné obdobia medzi teplou a studenou klímom, čo platí práve pre jaskyne s veľkou ventiláciou. V nich je teplota jaskynného prostredia určovaná priemernou ročnou teplotou atmosféry, alebo môžu dokonca vykazovať sezónne zmeny teploty jaskynného prostredia.

Len čo sa jaskynná podlaha podchladeným vzduchom z povrchu ochladí pod bod mrazu, voda kvapkujuca zo stropu začína vytvárať na jaskynnej podlahe ľadové telesá. Tento proces môžeme pozorovať dnes v ľadových jaskyniach Álp, ktoré sú situované pod výškovou hranicou horského permafrostu. Objem jaskynného ľadu je závislý od dotácie presakujúcou vodou a od ventilácie vzduchu. Počas štadiálov a glaciálneho maxima permafrost zapečaťuje jaskynný strop na kratšiu alebo dlhšiu períodu v závislosti od nadmorskej výšky a vzdialenosťi od zväčšujúcich sa ľadovcov. Druhým efektom prítomnosti permafrostu je, že uzavretie prívodných kanálov na presakovanie vody znamená prerušenie rastu speleotém. Je pravdepodobné, že mnoho jaskyň v centrálnej Európe bolo vyplnených ľadom takmer úplne alebo úplne. Kempe et al. (2009) opisujú tri vývojové fázy ľadu: a) fáza tvorby ľadu, b) fáza stagnácie počas trvania permafrostu a c) fáza topenia ľadu. Počas obdobia posledného glaciálneho maxima (LGM – Last Glacial Maximum) prebiehalo niekoľko krátkotrvajúcich oscilácií nazývaných Dansgaard/Oeschgerove cykly, počas ktorých došlo k rýchlym klimatickým epizódam oteplenia, zvyčajne trvajúcich niekoľko desiatok rokov. Počas poslednej ľadovej doby sa evidentne vystriedali 25-krát. V priebehu tvorby jaskynného ľadu a jeho topenia ľadové telesá môžu začať tieť pod vlastnou váhou alebo sa môžu šmykať na šikmom povrchu. Pohyb ľadu je dôležitým procesom, ktorý vysvetľuje v európskych jaskyniach mimoriadne rozšírenú deštrukciu sintrových speleotém, spojenú s prerušením ich rastu.

Podľa Kempeho (1989, 2004) medzi základné typy deštrukcie sintrových speleotém spôsobenej ľadom patria:

- neprítomnosť stropných speleotém starších generácií,
- odstrihnuté stalaktity a drapérie, depozitované navrchu podlahových speleotém,
- zlomené a následne depozitované (zasintrované) stalagmity,

- stalagmity odstrihnuté zo svojej bázy, ale stojace vzpriamene,
- popraskané kónické stalagmity,
- opreté a naklonené stalagmity,
- morénové haldy podlahových nátekov,
- náhodne umiestnené stropné formy.

Ďalšími stopami, ktoré ostávajú po deštrukcii speleotém jaskynným ľadom, sú: kryoturbované jaskynné sedimenty, soliflukčné sedimenty, transportované štrky bez dôkazov prítomnosti tečúcej vody, vysoký obsah kolagénu v sedimentovaných kostiach, nízky obsah uránu v sintrových speleotémach (strata vylúhovaním) či mechanické škrabance na jaskynných stenách. Najdôležitejšou evidenciou prítomnosti ľadu v jaskyni okrem výskytu CCC sú tzv. „ice-attachments“, *prilepky*, ktoré sú pripievané sintrom o šikmej jaskynné stene na miestach, kde ich pridŕžala ľadová výplň. Jaskynná ľadová výplň sa v tomto type jaskýň vždy začína tvoriť počas iniciálneho chladnutia postupujúceho glaciálu vplyvom prenikania studeného zimného vzduchu, ktorý ochladzuje jaskyňu zvnútra. Ľad sa akumuluje na miestach, kde kvapková voda vstupuje do jaskyne, napr. na miestach, kde rastú sintrové stalagmity. Jaskyňa nemusí byť naplnená ľadom úplne, ale ľad môže byť koncentrovaný na rozličných miestach, pod prívodnými kanálmi, kadiaľ je ešte presakujúcej vode umožnené vstupovať do jaskynných priestorov pred úplným zapchatím stropu vplyvom permafrostu. Ďalšie postupné ochladzovanie v priebehu postupu glaciálu k svojmu maximum môže zapríčiniť kontrakciu (zmrštenie) ľadovej masy. Ak podľa Kempeho (2004)

kubický koeficient expanzie ľadu je $\gamma = 3\alpha = 21,3 \times 10^{-5}/K$

lineárny expanzný koeficient $\alpha = 7,1 \times 10^{-5}/K$,

potom zmena teploty môže zmrštiť ľad až o $0,7\text{mm}^{\circ}/\text{C}$. Pre ľadové teleso dĺžky okolo 10 metrov platí, že ochladenie o $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ alebo oteplenie o $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ môže pohnúť ľadovou masou $3,5\text{ mm} (!)$. Sintrový stlp alebo stalagmit obalený v ľade môže byť vystavený dostatočnému tlaku na to, aby bol mechanicky odstrihnutý od jeho bázy. Okrem toho tvorba a topenie ľadu prebiehajú asymetricky – rýchlejšie pod miestom skvapu vody a pomalšie na suchom mieste. Výsledné nakopenie ľadovej výplne môže zapríčiniť pomalý pohyb, podobný horským ľadovcom. Pohyb je následkom rekryštalizácie ľadu na jeho báze spôsobenej tlakom nadložnej ľadovej masy. Sintrové speleotemy obalené v ľade sa ich vplyvom lámu a pohybujú s ľadovou masou „podzemného ľadovca“.

Na konci studenej períody sa opäť spúšťa proces presakovania povrchovej vody do podzemia a jaskynný ľad sa topí. Relatívne teplejšia voda prúdiaca po povrchu ľadovej masy spôsobuje vytápanie žliabkov, ktoré ju rozdelia, a tým zapríčinujú jej ďalšiu asymetriu. To opäť vedie k pomalému pohybu ľadu, čím sa v ľade uzavreté sintrové speleotemy odtrhajú od ich bázy a mierne presunú na báze, alebo celkom presúvajú bokom od ich pôvodného miesta. Ide o relatívne pomalý proces, v mnohom odlišný od rozkývania stalagmitov vplyvom zemetrasných vln. Sily pôsobiace prostredníctvom ľadu sú rôzne a závisia od dimenzií chodby, objemu ľadu a rýchlosťi zmien teploty. To vysvetľuje, prečo niektoré stalagmity nepodľahnú tlaku jaskynného ľadu, kým iné môžu byť značne deštruované (Kempe et al., 2009).

Na základe detailnej geochronologickej štúdie datovania sintrových speleotém z jaskyne Kents Cavern v Anglicku, založenej na skúmaní nátekov pred a po ich prasknutí, prezentujú Lundberg a McFarlane (2007) dôkaz, že čas deštrukcie sa prekrýva s glaciálnymi períoďami. Ak by sa chcel niekto potenciálne odvolávať na časovo zhodné epizódy tektonickej aktivity ako náhradné vysvetlenie, asi by nenašiel relevantné dôkazy. Lundberg a McFarlane (2012) ďalej prezentujú matematický model, ktorý demonštruje, že „mrazové vzdúvanie“ (angl. frost heaving) je veľmi pravdepodobným procesom prebiehajúcim

v horizontálnych jaskyniach studených a periglaciálnych prostredí, vyznačujúcich sa zreteľnou cirkuláciou vzduchu. Model „mrazového vzdúvania“ vyžaduje tieto podmienky: a) zimné prúdenie vzduchu v periglaciálnych podmienkach je dostatočné na odnos tepla zo sedimentov a zmrazenie sa dosiahne za obdobie kratšie ako rok, b) teplotná difúzia medzi jaskynným ovzduším a sedimentmi je v patričnej časovej lehote, aby podlahový vlnký sediment prekrytý sintrovými nátekmi dostatočne premrzol, c) expanzia zamrznutých sedimentov je dostatočná na prasknutie podlahových nátekov hrubých i viac než 50 cm. Praskliny v sintroch sú najvýraznejšie v strede chodieb aj preto, že expulzia pôrovej vody má najvyššie tlaky práve tu, a tiež preto, že sintrové náteky dosahujú najväčšiu hrúbku blízko stien a najtenšie bývajú v strede chodieb. Modelové parametre pre hlavnú chodbu v jaskyni Kents Cavern dokazujú, že za 1 až 6 mesiacov pri teplotách od –10 po –15 °C spôsobí vzdušný prúd veľmi miernej rýchlosťi (0,035 m/s) zamrznutie vlnkosťou nasýtenej sedimentárnej výplne do hĺbky 1 až 3 m. Výsledné mrazové vzlínanie vzrástá priamo-úmerne so šírkou chodby a hĺbkou zamrznutého sedimentu. Mrznutie trvajúce viac než jednu zimnú sezónu spôsobí v prípade 2 m hrubého sedimentu nachádzajúceho sa v 6 m širokej chodbe popraskanie podlahových sintrových nátekov hrbky až 13 – 23 cm. Kôry hrubé nad 23 cm môžu za týchto podmienok popraskať v chodbe širokej 12 m. Výsledky modelu z Kents Cavern sú porovnatelné s terénnymi pozorovaniami na Slovensku.

Trochu iný model vývoja ľadovej výplne bol uvažovaný pre jaskyne so statickou klímom alebo s miernou ventiláciou, teda jaskyne, ktoré nemajú veľké otvorené portály a veľkú cirkuláciu vzduchu. Ich typickým znakom je stabilná teplota jaskynného prostredia počas roka. V nich je teplota jaskynnej atmosféry určovaná hlavne teplotou skalného masívu. Takéto jaskyne sa počas ochladzovania povrchovej klímy, teda počas prechodov z interglaciálu do glaciálu alebo z interštadiálu do štadiálu, nemôžu ochlaďať rýchlejšie ako okolitý horninový masív. Ak dôjde k vývoju permafrostu smerom od povrchu, zastavia sa procesy infiltrácie a kvapkanie vôd. Vody z doposiaľ rozmrznutej jaskyne drenujú smerom dole a jaskyňa zostane počas fázy ochladzovania relatívne sučá a bez ľadovej výplne (model uvažovaný Pielstickerom 2000, prezentovaný súhrnné Žákom et al., 2012). Naopak, počas deštrukcie (topenia) permafrostu, keď je jaskyňa ešte v zóne reliktného permafrostu, ale na povrchu sa už otepilo a zväčšili sa zrážky, do jaskyne preniknú vody a tu postupne smerom od prechladeného dna dutiny a ich stien zamrznú. Toto prostredie je typické hlavne pre vznik hrubozrnných foriem CCC datovaných do glaciálu. Naopak pre veľmi silne ventilované jaskyne, ktoré sa pri nástupe chladnej povrhovej klímy podchladia oveľa rýchlejšie ako samotný horninový masív, je typický vznik jemnozrnných práškových foriem kryogénnych karbonátov, ktoré sa po topení ľadu väčšinou kvapkajúcimi vodami zmyjú a v jaskyni ich preto zvyčajne nenačádzame. Z hľadiska deštrukcie výzdoby zrejme nebudú medzi oboma mechanizmami premrznutia jaskyne a vzniku jaskynného ľadu podstatnejšie rozdiely.

LOKALITY S VÝSKYTOM DEŠTRUOVANÝCH SINTROVÝCH SPELEOTÉM

Na ilustráciu sme vybrali štyri jaskyne s výskytom CCC z územia Slovenska. Dve z nich reprezentujú lokality vysokohorského krasu, ktoré sú na sintrové speleotémy relatívne chudobné – Jaskyňa verných, Vysoké Tatry a Jaskyňa v Záskočí, Nízke Tatry. Ďalšie dve jaskyne pochádzajú z horského krasu situovaného v nižších nadmorských výškach a sú typické bohatou sintrovou výzdobou – Demänovská jaskyňa mieru (súčasť Demänovského jaskynného systému) a Jaskyňa zlomísk, obe Nízke Tatry.

Jaskyňa verných

Podzemné priestory jaskyne sa nachádzajú na východnom svahu Javorovej doliny vo Vysokých Tatrách, vo vápencovom masíve Úplazu (1784 m n. m.). Rozsiahly jaskynný systém (dĺžka 870 m, hĺbka 70 m) s prevažne strmo uklonenými chodbami prebieha masívom vo výške 1522 až 1592 m n. m. (Magdolen a Tencer, 1998) V terminálnych častiach stúpajúcich vysokých chodieb sa nachádza priestranná sieť s bohatou holocénnou sintrovou výzdobou. Vyskytujú sa v nej najmä nátekové kôry s hrúbkou do 20 cm. Na dne medzi sutinou a veľkými blokmi hornín sa nachádzajú tri drobné akumulácie CCC. Deštrukcia starších speleotém sa tu pozorovať nedá, pretože je pravdepodobne prekrytá hrubou vrstvou holocénnych nátekov. Zachovali sa tu však vzácne nálezy úlomkov hornín a sintrových kôr, pripevnených na vertikálnej stene vo výške 2 m nad súčasnou podlahou siene (obr. 1). Ich prítomnosť dokazuje, že ľadové prílepkы (angl. ice-attachments) boli v mieste svojho výskytu dočasne fixované prítomnosťou ľadovej výplne a po ich spevnení sintrom sa tam udržali aj po rozštopení ľadu. Mikroklima priestorov i celej jaskyne je pomerne dynamická. Priemerná ročná teplota v mieste nálezu CCC je 3 °C.

Jaskyňa v Záskočí

Nachádza sa na severnom svahu Nízkych Tatier v masíve Predných (1498 m n. m.), vypínajúcim sa nad dolinou Bielou. Predstavuje trojrozmerné komplikovaný systém (dĺžka 5034 m, hĺbka 284 m) rozsiahlych podzemných priestorov s hlbockými vertikálnymi úsekmi, horizontálnymi chodbami a mohutnými dómami. Jaskyňa je na výskyty CCC bohatá; doteraz tu poznáme osem nálezových miest. Má pomerne stabilnú priemernú ročnú teplotu, 4,6 °C, ale považuje sa za dynamickú jaskyňu (Hipman, 1989). Kryogénna deštrukcia sintrových speleotém sa výrazne prejavila v mieste s plošne najrozsiahlejším výskytom CCC v Chodbe nádejí, kde sa nachádza i bohatá, prevažne náteková výzdoba. Počas obdobia, keď v tomto priestore panovali nízke teploty, nastala prostredníctvom pôsobenia ľadovej výplne kryogénna deštrukcia sintrovej kôry vykryštalizovanej priamo na povrchu vá-



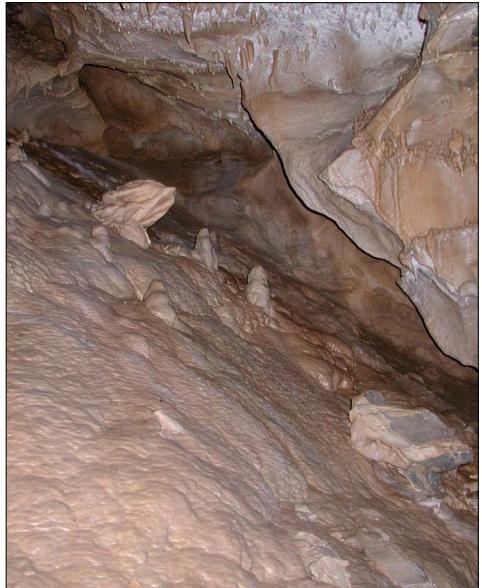
Obr. 1. Úlomky hornín a sintrových kôr pripevnených sintrom na vertikálnej jaskynnej stene – ľadové prílepkы, Jaskyňa verných, Vysoké Tatry. Foto: M. Filippi

Fig. 1. Broken pieces of limestone and flowstone, fixed to vertical cave wall – ice-attachments, Verných Cave, High Tatras Mts. Photo: M. Filippi



Obr. 2. Popraskaná sintrová kôra na vápencovom bloku v sieni v Chodbe nádeje, Jaskyňa v Záskočí, Nízke Tatry. Foto: M. Orvošová

Fig. 2. Cracked flowstone on limestones block in the hall in the Chodba nádeje Passage, V Záskočí Cave, Low Tatras Mts. Photo: M. Orvošová



Obr. 3. Skupinka stalaktítov pripojených sintrom na strmo uklonenej stene chodby, Jaskyňa v Záskočí, Nízke Tatry. Foto: M. Orvošová

Fig. 3. Sheared-off group of stalactites deposited on steep cave wall, V Záskočí Cave, Low Tatra Mts. Photo: M. Orvošová



Obr. 4. Popraskaná až 50 cm hrubá sintrová kôra ležiaca na balvanovom sutinovisku pri Dukelskom pomníku, Demänovská jaskyňa mieru, Nízke Tatry. Foto: L. Vlček

Fig. 4. Cracked flowstone with fractures ~50-cm thick, lying on the block waste floor near the Dukelský pamätník, Demänovská Cave of Peace, Low Tatra Mts. Photo: L. Vlček

centre priestrianného dómu, dosahujúceho výšku 15 a šírku 30 m, sa nachádza dominantný homoľovitý stalagmit s popraskanými prírastkovými vrstvami sintrovej kôry. Okolo neho sa vyskytujú až do 20 cm hrubé akumulácie CCC. Dno dómu pokrývajú nakopené balvany. Steny dómu sú charakteristické stopami po rútení. Len jeho západná stena je pokrytá sintrovými nátekmi, sintropádmi, záclonami s foliaciou, sintrovými jazierkami

pencového bloku. Keďže podložný gutensteinský vápenec sa miestami vyznačuje vysokou krehkosťou, fragmenty rozpraskanej kôry sa neoddelili od podložia, ale vrchná vrstva vápence sa stala ich súčasťou – bázou fragmentov (obr. 2). Pozoruhodným príkladom *ladových prílepkov* je aj skupinka stalaktítov prichytených na šikmú stenu chodby (obr. 3).

Demänovská jaskyňa mieru

Rozsiahly jaskynný systém obrovských dómov a menších siení, spojených širokými horizontálnymi chodbami, šíkmo uklonenými chodbami, vertikálnymi zlomovými chodbami alebo úzkymi prudko stúpajúcimi komínmi. Pomenovanie lokality sa týka strednej časti Demänovského jaskynného systému (dĺžka 35 358 m, hĺbka 196 m). Ten má výškové rozpätie medzi 771 až 966 m n. m. a generálne s. – j. priebeh. Súčasná priemerná ročná teplota v jaskyni je okolo 6 °C a je v priebehu roka stabilná. Už niekoľko sto metrov od vchodu do Jaskyne mieru v dolinke Vyvieranie, v blízkosti Dukelského pomníka (800 m n. m.), sa nachádza lokalita výskytu CCC. Kryštalické agregáty rôznych foriem CCC sú rozplavené aktívnym vodným skvapom a sú roztrúsené po povrchu vápencových balvanov. Nachádzame ich však najmä v škárah medzi horninovými blokmi v sutine na dne chodby. Iba niekoľko metrov od sutinoviska sa nachádzajú mohutné sintrové podlahové kôry s hrúbkou viac než 50 cm, popraskané do tvaru polygonálnych plátn. Platne ležia na sutine vytvorenjej z rozsýpavých, kryogénne rozrušených zvetraných balvanov (obr. 4). Nedaleko od tejto lokality sa v tej istej výškovej úrovni (800 m n. m.) nachádza *Vodopádový dóm* s druhým miestom výskytu CCC. V

a ojedinelými stalagmitmi, ktoré sú často na báze odstríhnuté. Tretie miesto výskytu deštruovaných sintrov sa nachádza na najvyššej úrovni jaskyne – v *Chodbe snehového jazierka* (848 – 860 m n. m.), v blízkosti bývalého vchodu do *Pavúcej jaskyne* (tzv. *Cecky*). V chodbe sú sienky s prejavmi silnej ľadovej destrukcie, vyskytujúcimi sa na všetkých typoch sintrových speleotém (obr. 5). Približne 70 % sintrových útvarov je popraskaných alebo zlomených. Kónické stalagmity sú zväčša odstríhnuté od bázy a bud' ostali na svojom pôvodnom mieste (A), fragmentovali sa na viacero častí, dnes opretých o stenu (B), alebo spadli a uložili sa na podlahe (C). Kryogénne odstríhnuté stalaktity a záclony v jednej úrovni (D) popadali na podlahe a sintrové speleotémy novej generácie odlišného sfarbenia pokračujú v tvorbe predchádzajúcich kvapľov, odstránených zo svojho miesta ľadovou výplňou. Odlomené stalagmity tu bývajú vo forme *ľadových prílepkov* pripevnené sintrom na kolmých stenách a na ich povrchu vznikajú stalagmity novej generácie (obr. 6). Je evidentné, že bez podpory prejavov existujúcej ľadovej výplne by sa vo visutej polohe nezachovali.

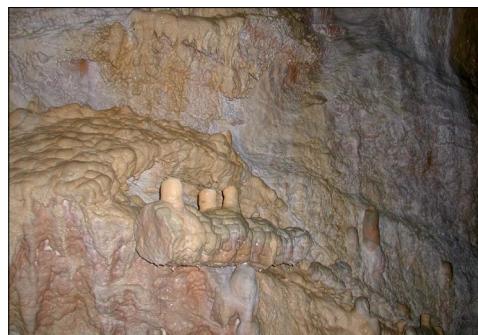
Jaskyňa zlomísk

Jaskyňa je vytvorená v ľavom svahu Jánskej doliny, v masíve vybiehajúcom na východ od kóty Prednie (1498 m n. m.). Pomerne zložitý labyrint riečne modelovaných chodieb striedajúci sa s rútivými priestormi je vyvinutý v niekoľkých výrazných horizontálnych úrovniach (dĺžka 11 018 m, hĺbka 147 m). Hlavný horizontálny ťah jaskynného systému sa nachádza v nadmorskej výške od 800 po 835 m. Najvýraznejšie prejavys destrukcie sintrových speleotém sa zistili v dómoch a sienach jaskyne – *Stanov odkaz*, *Závojová sieň*, *Pilierová sieň* a *Sieň večných prieakov*, ktoré sa nachádzajú na hlavnom horizontálnom ťahu jaskynného systému paralelnom so s. – j. priebehom Jánskej doliny. Striedanie vrstiev dolomitizovaných vápencov s charakteristickým ostrohranným oddrobovaním



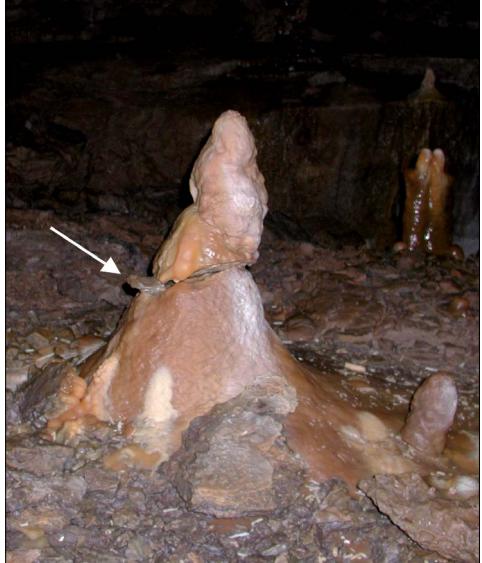
Obr. 5. Pole deštruovaných sintrových speleotém v sieni pri Chodbe snehového jazierka, Demänovská jaskyňa mieru, Nízke Tatry: (A) kónické stalagmity odstríhnuté od bázy, ktoré ostali na svojom mieste, (B) stalagmity prelomené na viac častí opreté o stenu alebo (C) padnuté na podlahe, (D) odstríhnuté stalaktity a záclony v jednej úrovni popadané na podlahe. Foto: M. Orvošová

Fig. 5. Field of damaged speleothems in the hall near to Chodba snehového jazierka Passage, Demänovská Cave of Peace, Low Tatra Mts.: (A) conical stalagmites sheared-off from their base but still standing upright, (B) doubly broken stalagmites and leaning to the wall, (C) or fallen on the floor, (D) sheared-off stalactites and draperies in the one level, deposited on the floor. Photo: M. Orvošová



Obr. 6. Odlomený stalagmit zachytený a zasintrovany na kolmej stene v sieni pri Chodbe snehového jazierka, Demänovská jaskyňa mieru, Nízke Tatry. Foto: M. Orvošová

Fig. 6. Precariously placed broken stalagmite in the hall near Chodba snehového jazierka passage, Demänovská Cave of Peace, Low Tatra Mts. Photo: M. Orvošová



Obr. 7. Prasknutý a posunutý stalagmit so zaschytým a zasintrovaným fragmentom horniny (šípka) na posunutej báze, Závojová sieň, Jaskyňa zlomísk, Nízke Tatry. Foto: M. Orvošová
 Fig. 7. Broken and shifted stalagmite with the fragment of rock (arrow) lying on its shifted base, Závojová Hall, Zlomísk Cave, Low Tatra Mts. Photo: M. Orvošová



Obr. 8. Odstrihnutý stalagmit od svojej bázy a padnutý medzi bloky sutiny, na jeho báze sa nachádzajú výskyty CCC (šípka), Pilierová sieň, Jaskyňa zlomísk, Nízke Tatry. Foto: M. Orvošová
 Fig. 8. Sheread-off stalagmite from its base and fallen between waste blocks, on the its base CCC occurrence is situated (arrow), Pilierová Hall, Zlomísk Cave, Low Tatra Mts. Photo: M. Orvošová

kryogénne kalcity nenašli, ale ich výskyt v minulosti je tu pravdepodobný. Vzhľadom na výmenu vzduchu patrí Jaskyňa zlomísk k dynamickým jaskyniam, v zimnom období

a masívneho gottensteinského vápenca, prípadne detailne lamelovaného dolomitického vápenca je tu veľmi časté. Dosiaľ sa v jaskyni preskúmali štyri lokality s 15 výskytmi akumulácií CCC. Dolomitičované vrstvy sú krehké a mechanicky menej stabilné než okolitý masívny vápenec, preto ľahšie podliehajú destrukcii spôsobenej tektonickou aktivitou či kryogénnymi procesmi. Kombinácia vhodnej litológie, štruktúrno-geologického porušenia hornín a kryogénnych procesov sa podpisala na charaktere priestorov, ktorý je v mnohých častiach rútitvý. Sú tu časté závaly a rozsiahle ostrohranné sutinoviská, od ktorých je odvodený i sám názov jaskyne. Na sintrových speleotémach, ktoré sú tu pomerne časté, možno pozorovať viaceré typy kryogénej destrukcie. Časté sú odstrihnuté a posunuté stalagmity. Vzácne sa vo fraktúrach stalagmitov zachytili fragmenty hornín a sintrov, odpadnutých na povrch ľadovej výplne ako súčasť kryogéneho odpadu zo stropu. V priebehu postupného topenia ľadu pomaly klesali a zachytili sa v otvorených fraktúrach v telese stalagmitu (obr. 7). Bežné sú pováľané stalagmity (obr. 8) alebo stalagmity odstrihnuté zo svojej bázy, ale ešte stále vzpriamene stojace. Vyskytujú sa aj prasknuté alebo komplikované rozfragmentované pôvodne masívne pagodovité stalagmity (obr. 9), na rôznorodom podklade sa nachádzajúce popraskané sintrové kôry rôznej hrúbky (obr. 10), odstrihnuté a od stropu poopadávané stalaktity či rozľahlé plochy podlahového sintra rozlámaného v pravidelnej polygonálnej sieti (obr. 11) alebo prevrátené sintrové dosky ležiace na nespevnenom sedimente (obr. 11). Prejavy destrukcie sintrových speleotém sa pozorovali v blízkosti alebo priamo na miestach výskytu CCC. Analogické poškodenia jaskynnej výzdy sú známe aj v častiach jaskýň, kde sa



Obr. 9. Dvakrát prelomený veľký stalagmit, obidva kusy (2 – stred a 3 – vrchná časť stĺpu) sú padnuté na svahu sutiňoviska Stanov odkaz, Jaskyňa zlomísk, Nízke Tatry. Foto: M. Orvošová
Fig. 9. Double broken big stalagmite, two pieces fallen on the cave floor, Stanov odkaz Hall, Zlomísk Cave, Low Tatra Mts. Photo: M. Orvošová



Obr. 10. Tenká popraskaná sintrová kôra na kryogénne deštrúovanom lamelovanom dolomitickom vápenci, Závojová sieň, Jaskyňa zlomísk, Nízke Tatry. Foto: M. Orvošová
Fig. 10. Thin cracked flowstone on lamellar dolomitic limestones, Závojová Hall, Zlomísk Cave, Low Tatra Mts. Photo: M. Orvošová



Obr. 11. Popraskaná podlahová sintrová kôra do pravidelných polygónov (A), detail popraskané kôry (B), Pilierová sieň, Jaskyňa zlomísk, Nízke Tatry. Foto: M. Orvošová
Fig. 11. Floor flowstone cracked to regular polygons (A), detail of cracked and overtilted flowstones (B), Pilierová Hall, Zlomísk Cave, Low Tatra Mts. Photo: M. Orvošová

vanie od spodného vchodu smerom do nových častí jaskyne a v letnom naopak. Priemer- ná teplota vzduchu je $5,8^{\circ}\text{C}$ (Hochmuth a Holubek, 2001).

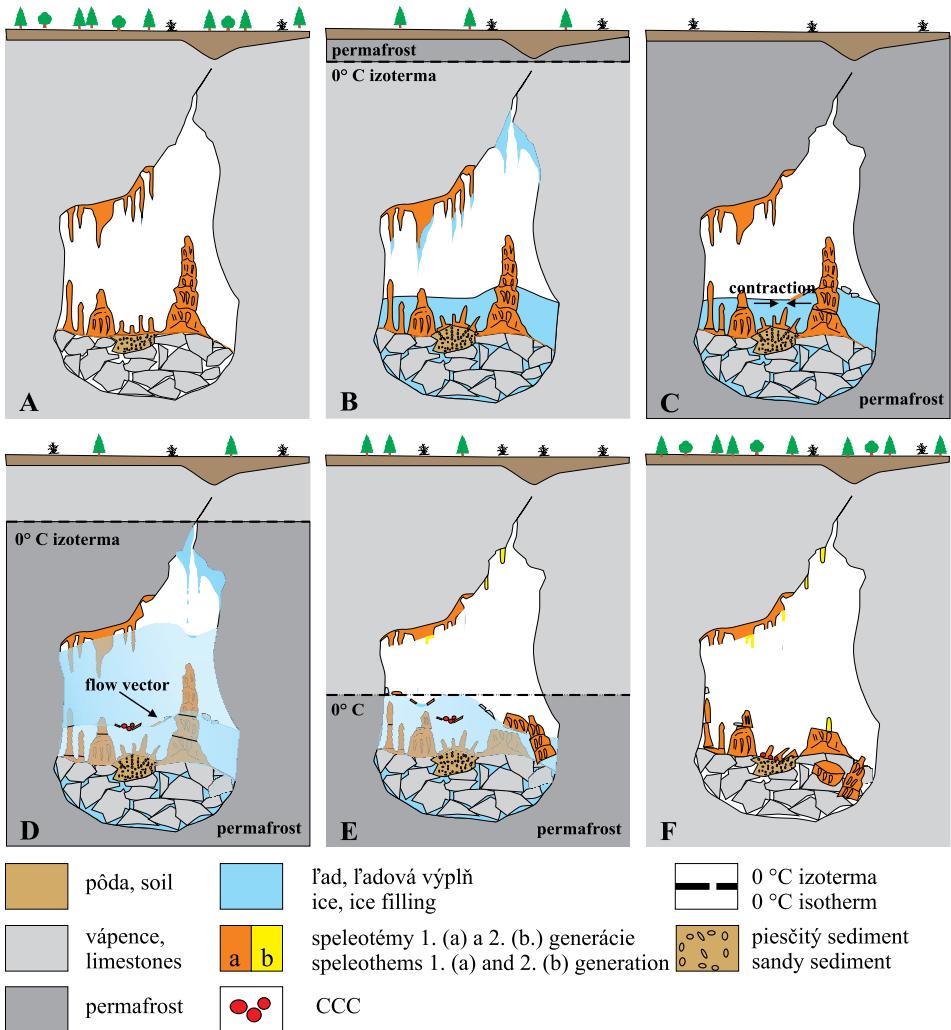
DISKUSIA A ZÁVER

Lokalizácia a výskum deštrúovaných sintrových speleotém ukázali, že tento fenomén je rozšírený v jaskyniach Západných Karpát podobne ako v iných pohoriach strednej Európy. Polámané sintrové speleotémy sa bežne opisovali v literatúre, ale len v prekvapivo malom počte prípadov ich výskyt možno dať jasne do súvisu so zemetraseniami. Forti (2001) a Panno et al. (2009) opisujú dosah zemetrasenia na sintrové speleotémy načastejšie nie ako pukliny, ale ako uhlový posun v raste alebo vplyv na zmenu v rýchlosťi ich rastu. V mnohých prípadoch môže zemetrasenie ovplyvniť a zmeniť intenzitu prítoku presakujucej vody, čo má nepriamy dosah na tvorbu sintrových speleotém. Kempe et al. (2009) podotkli, že následkom zemetrasení sú deštrúované krehké brčká a stalaktity, ako aj vysoké

palicové stalagmity, ktoré sú voči otrasmom spôsobeným zemetraseniami veľmi zraniteľné. V mnohých zo skúmaných jaskyň však prekvapivo nie sú deštrúované.

Naše terénnne pozorovania dokazujú, že väčšina poškodených sintrových speleotém v jaskyniach prezentovaných v príspevku bola zapríčinená pôsobením jaskynného ľadu. Skúmané jaskyne museli byť prinajmenšom lokálne vystavené teplotám pod bodom mrazu. V minulosti sa to mohlo stať i niekoľkokrát. Podľa Kempeho (2004) pôsobenie glaciálneho ľadu v podzemí patrí medzi procesy regionálneho vplyvu. Najnovšie výsledky datovania hrubozrnných kryogénnych karbonátov ukazujú, že ich vekové dátá spadajú do skupiny medzi 17,0- až 11,9-tisíc rokov, čo korešponduje s obdobím variabilnej klímy v poslednom glaciálnom maxime, keď tesne pred začínajúcim sa holocénym obdobím začal permafrost ustupovať (Žák et al., 2012). Podľa Richtera et al. (2010) a Žáka et al. (2012) podstatný objem ľadovej výplne statických jaskyň alebo jaskyň s obmedzenou ventiláciou vznikal nie počas nástupu glaciálu, ale v čase ústupu glaciálu do interglaciálu alebo štadiálu do interštadiálu. Týka sa to jaskyň, kde ventilácia vzduchu v podzemí nehrá až takú dôležitú úlohu. Na konci glaciálu nastáva oteplenie klímy. Teplotná hranica 0 °C izoterma medzi aktívou (roztopenou) zónou na povrchu a permafrostom v podzemí postupne dosiahne podzemné priestory jaskyne, čím sa uvoľnia zamrznuté prívodné kanály umožňujúce príliv vody. Voda pritekajúca do podchladenej jaskyne začne na jej podlahe premízať za vzniku ľadovej výplne. Nastupuje fáza, keď sa jaskyňa začína vyplňať ľadom. Vzniknuté vodné jazierka na ľadových monolitech postupne úplne zamrznu za kryštalizácie agregátov CCC.

Ochladzovať jaskyne napomáha aj ich geomorfologická situácia. Hlboké doliny v horských pásmach, ako je tomu u nás, sú prírodnými pascami snehu a studeného vzduchu. Slovenské jaskyne vybrané ako príkladové štúdie deštrukcie speleotém, oproti ostatným jaskyniam strednej Európy, ktoré nám poskytli bohaté poznatky zo štúdia tejto problematiky, sa nachádzajú v nižších nadmorských výškach v porovnaní s väčšinou alpských jaskyň; tie sú aj v súčasnosti podchladzované silnými prievanmi. Slovenské jaskyne sú zároveň situované vyššie než jaskyne v Nemecku a Čechách – z nich väčšina vznikla na územiaci pahorkatinového rázu, v krase pochovanom pod nánosmi zvetralinového plášťa, čo im zabezpečilo stabilnú jaskynnú mikroklimu bez výrazných prúdení vzduchu. V horských jaskyniach Slovenska s výskytom CCC vzduch sezónne viac či menej cirkuluje a môžeme ich pokladať za dynamické jaskyne (senzu Hipman, 1989), i keď niektoré hlboké a rozsiahle jaskynné systémy sa aj napriek výskytu viacerých vchodov vplyvom konfigurácie chodieb môžu javiť ako statické. Pokúsili sme sa vytvoriť zjednodušenú schému, ktorá ilustruje postupnosť udalostí vedúcich k deštrukcii speleotém vplyvom prítomnosti ľadu a mrazu v našich klimatických a geografických podmienkach (obr. 13). Nevylučujeme, že v počiatočných fázach príchodu chladnej glaciálnej/štadiálnej períody mohla v niektorých horských jaskyniach nastáť čiastočná tvorba ľadovej výplne (B) prenikaním studeného vzduchu do jaskyne, ako vyššie demonštrujú Kempe (2004), Kempe et al. (2009), alebo Lundberg a McFarlane (2007, 2012). Tento čiastočný ľadový monolit pri ďalšom vývoji glaciálnej klímy cez glaciálne maximum ostane celé studené obdobie glaciálu ako súčasť permafrostu. V tejto fáze jeho existencie dochádza k najväčšiemu podchladeniu (kontraktii) (C). Po ústupe studenej períody, keď sa začína fáza oteplenia (interglaciál/štadiál), prítomnosť počiatočnej ľadovej výplne zablokuje pôvodnú cirkuláciu vzduchu (jaskyňa sa správa ako statická) a ľadový monolit sa bude zväčšovať podľa vyššie uvedených poznatkov Richtera et al. (2010), Žáka et al. (2012), ktoré pochádzajú prevažne z nemeckých a českých jaskyň. To znamená, že po uvoľnení zamrznutých prívodných kanálov začne do podmrazenej jaskyne v zóne permafrostu pritekať voda, ktorá sa snaží vyplniť priestor ľadom a vodnými jazierkami, ktoré pri pomalom zamŕzaní precipitujú kryštalické agregáty



Obr. 12. Zjednodušená schéma deštrukcie speleotém vplyvom jaskynného ľadu v jaskyniach Slovenska. Pozri vysvetlenie v texte. A – 1. teplé obdobie, interglaciál; B – ochladenie, nástup glaciálu; C – najchladnejšie obdobie, glaciál/štadiál; D – začiatok otepľenia, nástup interglaciálu/interštadiálu kryštalizácia CCC; E – oteplenie, interglaciál/ interštadiál; F – 2. teplé obdobie, interglaciál
 Fig. 12. Simplified scheme of speleothem damage by cave ice in Slovak caves. See text for explanation. A – 1. warm period, interglacial; B – cooling, arrival glaciation period; C – coldest time, glacial/stadial; D – start warming of interglacial/interstadial period, CCC crystalization; E – warming, interglacial/interstadial period; F – 2. warm period, interglacial

CCC (D). Pri otepľovaní vonkajšej klímy sa 0°C izoterma postupne dostáva na dno jaskyne (E). Po úplnom rozopenení ľadu CCC volne klesnú na dno jaskyne (F).

Počas obdobia narastania ľadu a jeho topenia podľa teórie predglaciálneho zaľadnenia jaskyň s ventiláciou v horských jaskyniach alebo tvorby ľadovej výplne počas ústupu glaciálu v jaskyniach z nižších polôh bez ventilácie, alebo v našom prípade, keď predpokladáme

aj prvý aj druhý model spolu, vo všetkých prípadoch aktivita ľadu a mrazu spôsobuje významnú deštrukciu speleotém, ako aj deštrukciu okolitého jaskynného priestoru.

Kontrakciou ľadu (Kempe et al., 2009), mrazovým vzdúvaním (Lundberg a McFarlane, 2012) alebo pohybom ľadu (môže tieť alebo sa klzať) sa môžu poškodiť alebo aj odstrhnúť od stropu stalaktity či na báze odseknúť, prevrátiť alebo premiestniť stalagmity. Fragmenty sintrových speleotém uzavreté v pohybujúcim sa ľade môžu byť premiestnené a následne môžu zostať vo visutej pozícii vo forme ľadových prílepkov. Väčšina súčasných foriem ľadovej deštrukcie v jaskyniach je pomerne mladá, čo naznačuje, že teploty pod bodom mrazu tu prebiehali prevažne počas posledného glaciálu, keďže máme odtiaľ najviac evidencie.

Na zistenie, či vznik ľadovej výplne týchto jaskyň prebiehal v dobe ochladzovania klímy alebo v dobe povrchového oteplenia, zatiaľ nemáme dostatočne bohaté dátá. Iba presné štúdium stratigrafických záznamov deštruuovaných sintrových speleotém a datovania ich nátekových vrstiev by prispelo k zostaveniu chronológie kryogénnych procesov.

Všetky slovenské jaskyne sú situované južne od hranice posledného kontinentálneho ľadovca s južnou hranicou Hamburg – Berlín – Poznaň – Varšava – Minsk (Svendsen et al., 2004) a nachádzajú sa v jeho periglaciálnej zóne. Niektoré jaskyne majú až zarážajúco nízku nadmorskú výšku (napr. Hačova jaskyňa – len 690 m, Demänovská jaskyňa mieru – 812 m alebo Jaskyňa zlomísk – 854 m). I keď sa to môže zdať veľmi prekvapivé, napríklad aj priestory jaskyne Postojnska jama v Slovinsku, ktorá leží o niekoľko sto kilometrov južnejšie a jej hlavné pasáže sa nachádzajú v nadmorskej výške len 525 m, obsahujú množstvo príkladov deštrukcie speleotém, ktoré boli vysvetľované prítomnosťou jaskynného ľadu (Kempe, 2004). Dinársky kras bol počas posledného glaciálu pomerne suchý a celá oblasť bola vystavená chladnej kontinentálnej klíme (Kempe et al., 2009). Aj datovanie speleotém publikované Mihevcom (2001) v krasovej oblasti Divača ukazuje, že tvorba mrazových sutín a soliflukčných kužeľov sa skončila v jaskyniach až pred 16 000 rokmi a až neskôr sa začali formovať dnes neporušené holocénne nátekové sintre.

Deštrukčné formy sintrových speleotém opísané zo štyroch jaskyň Vysokých a Nízkych Tatier, ako aj analogické terénnne pozorovania v ďalších jaskyniach naznačujú, že glaciálny jaskynný ľad bol v minulosti veľmi rozšíreným fenoménom. Regionálne mapovanie deštrukcie sintrových speleotém, ich foriem a početnosti by mohlo priniesť dôležité informácie o distribúcii glaciálnych teplôt a pomohlo by vo výskume terestriálnej paleoklímy Západných Karpát.

LITERATÚRA

- BRIESTENSKÝ, M. – STEMBERK, J. 2007. Súčasné pohyby registrované vo vybraných jaskyniach Dobrovodského krasu. Slovenský kras, 45, 55–63.
- BRIESTENSKÝ, M. – STEMBERK, J. 2008. Monitoring mikropohybov v jaskyniach západného Slovenska. Slovenský kras, 46/2, 333–339.
- BRIESTENSKÝ, M. – KOŠTÁK, B. – STEMBERK, J. – PETRO, L. – VOZÁRAND, J. – FOJTÍKOVÁ, L. 2010. Active Tectonic Fault Microdisplacement Analyses: a comparison of results from surface and underground monitoring in western Slovakia. Acta Geodynamica et Geomaterialia, 7, 4 (160), 387–397.
- BRIESTENSKÝ, M. – STEMBERK, J. – MICHALÍK, J. – BELLA, P. – ROWBERRY, M. 2011. The Use of a Karstic Cave System in a Study of Active Tectonics: Fault Movements Recorded at Driny Cave, Malé Karpaty M (Slovakia). Journal of Cave and Karst Studies, 73, 2, 114–123.
- CLARK, P. U. – DYKE, A. S. – SHAKUN, J. D. – CARLSON, A. E. – CLARK, J. – WOHLFARTH, B. – MITROVICA, J. X. – HOSTETLER, S. W. – MC-CABE, A. M. 2009. The Last Glacial Maximum, Science, 325, 710–714. Höhlen und Karstforschung, 35, 87–90.
- FORTI, P. 2001. Seismotectonic and paleoseismic studies from speleothems: the state of the art. Geologica Belgica (vol. Karst&Tectonics), 4/3–4, 175–185.
- HIPMAN, P. 1989. Poznatky o proudení vzduchu v horských dynamických jeskyních. Československý kras, 40, 7–36.

- HOCHMUTH, Z. – HOLÚBEK, P. 2001. Geomorfologické pomery a topografia novoobjavených častí Jaskyne zlomísk v Jánskej doline v Nízkych Tatrách. Slovenský kras, 36, 59–80.
- HOLÚBEK, P. 2001. Neotektonické pohyby v Demänovskej jaskyni mieru a destrukcia jaskynnej výzdoby. Slovenský kras, 39, 55–57.
- KEMPE, S. 1989. Sinterschäden: Verursacht durch Permafrost oder Erdbeben? Mitt. Verb. dr. Höhlen und Karstforschung, 35, 87–90.
- KEMPE, S. 2004. Natural Speleothem damage in Postojna Jama, Slovenia, Caused by Glacial Cave Ice? A First Assessment. Acta carsologica, 33/1, 18, 265–289.
- KEMPE, S. – BAUER, I. – DIRKS, H. 2009. Glacial cave ice as the cause of widespread destruction of interglacial and interstadial speleothem generations in central Europe. In White, W. B. (Ed.): Proceedings of the 15th International Congress of Speleology, 2, 1026–1031.
- LALKOVIČ, M. – HATALA, J. 1983. Príspevok k bližšiemu poznaniu stabilných pomerov sprístupnených jaskýň na Slovensku, Slovenský kras, 21, 93–117.
- LUNDBERG, J. – MCFARLANE D. A. 2007. Pleistocene depositional history in a periglacial terrane: A 500 ka record from Kents Hole, Anstis Cove, Chudleigh, and Berry Head. Simpkin, Marshall, and Co., London, 78.
- LUNDBERG, J. – MCFARLANE D. A. 2012. Cryogenic fracturing of calcite flowstone in caves: theoretical considerations and field observations in Kents Cavern, Devon, UK. International Journal of Speleology, 42(2), 307–316.
- MAGDOLEN, P. – TENCER, J. 1998. Čiernochorský systém – donosené spojenie. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 29, 1, 15–20.
- MIHEVC, A. 2001. Speleogeneza Divaškego krasa. Založba ZRC, Ljubljana 180 s.
- ORVOŠOVÁ, M. – VLČEK, L. 2012. Nové nálezy kryogénnych jaskynných agregátov – čudesných kryštálikov z doby ľadovej. Spravodaj SSS, 1, 76–82.
- ORVOŠOVÁ, M. – BIROŇ, A. – VLČEK, L. 2012. Kryogénne jaskynné karbonáty z vybraných jaskýň Slovenska, predbežné výsledky. Príspevok z 1. Slovenskej mineralogickej konferencie, ESEMESTNÍK, Spravodajca Slovenskej mineralogickej spoločnosti, 1/2, 12–13.
- PANNO, S. V. – LUNDSTROM, C. C. – HACKLEY, K. C. – CURRY, B. B. – FOKE, B. W. – ZHANG, Z. 2009. Major earthquakes recorded by speleothems in Midwestern U.S. caves. Bulletin of the Seismological Society of America, 99 (4), 2147–2154.
- PIELSTICKER, K.-H. 2000. Höhlen und Permafrost – Thermophysikalische Prozesse von Höhlenvereisungen während des Quartärs. Bochumer Geol. u. Geotechn. Arb., 187–196.
- RICHTER, D. K. – NEUSER, R. D. – VOIGT, S. 2008. Kryogene Calciumpartikel aus der Heilenbecker Höhle in Ennepetal (NE Bergischer Land/Nordrhein-Westfalen) (Cryogenic calcite particles from the Heilenbecker Cave in Ennepetal, NE Bergisches Land/North-Rhine Westphalia). Die Höhle, 59, 37–47.
- RICHTER, D. K. – MEISSNER, P. – IMMENHAUSER, A. – ERLENMEYER, M. 2010. Cryogenic and non-cryogenic pool calcites indicating permafrost and non-permafrost periods: a case study from the Herbstlabyrinth-Advent Cave system (Germany). The Cryosphere, 4, 501–509. doi:10.5194/tc-4-501-2010.
- SVENDSEN, J. I. – ALEXANDERSON, H. – ASTAKHOV, V. I. – DEMIDOV, I. – DOWDESWELL, J. A. – FUNDER, S. – GATAULLIN, V. – HENRIKSEN, M. – HJORT, C. – HOUMARK-NIELSEN, M. – HUBBERTEN, H. W. – ING’OLFSSON, O’. – JAKOBSSON, M. – KJÆR, K. H. – LARSEN, E. – LOKRANTZ, H. – LUNKKA, J. P. – LYSÅ, A. – MANGERUD, J. – MATIOUCHKOV, A. – MURRAY, A. – MÖLLER, P. – NIESSEN, F. – NIKOLSKAYA, O. – POLYAK, L. – SAARNISTO, M. – SIEGERT, C. – SIEGERT, M. J. – SPIELHAGEN, R. F. – STEIN, R. 2004. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia, Quaternary Science Reviews, 23, 1229–1271.
- ŠMÍDA, B. 2010. Geomorfológia a genéza Plaveckého krasu ako modelového územia tzv. konkaktného krasu Západných Karpát s nižšou energiou reliéftvorby. Dizertačná práca, Prirodovedecká fakulta UK, Bratislava, 221 s.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne, Osveta, Martin, 464 s.
- TULIS, J. 1996. Destrukcia stalagmitov. In Lalkovič, M. (Ed.): Kras a jaskyne – Výskum, využívanie a ochrana, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 45–46.
- ŽÁK, K. – URBAN, J. – CÍLEK, V. – HERCMAN, H. 2004. Cryogenic cave calcite from several Central European caves: age, carbon and oxygen isotopes and a genetic model, Chemical Geology, 206, 119–136.

- ŽÁK, K. – HERCMAN, H. – ORVOŠOVÁ, M. – JAČKOVÁ, I. 2009. Cryogenic cave carbonates from the Cold Wind Cave, Nízke Tatry Mountains, Slovakia: Extending the age range of cryogenic cave carbonate formation to the Saalian, International Journal of Speleology, 38, 139–152.
- ŽÁK, K. – RICHTER, D. K. – FILIPPI, M. – ŽIVOR, R. – DEININGER, M. – MANGINI, A. – SCHOLZ, D. 2012. Cryogenic cave carbonate – a new tool for estimation of the Last Glacial permafrost depth of the Central Europe. Climate of the Past, 8, 1–17. doi:10.5194/cp-8-1-2012

FROST AND CAVE ICE ACTION AS A CAUSE OF SPELEOTHEM DESTRUCTION DURING GLACIAL: EXAMPLES FROM SELECTED CAVES IN SLOVAKIA

S u m m a r y

In the course of studies focused on cryogenic cave carbonates (CCC sensu Žák et al., 2008), we have often observed destruction of common types of speleothems at the CCC sites. Genesis of CCC is associated with freezing of cave water in residual water pools during slow progressive water freezing in caves. Within five years, we have visited dozens of caves in the Western Carpathians. This time, there are nine caves in the Western Carpathians with documented occurrences of CCC. For description in this study we have selected four caves with the occurrence of CCC from Slovakia. Two of them represent the locations in the alpine karst, very poor on flowstone speleothems – Verných Cave (“Cave of the Loyals) in the High Tatra Mts and the V Záskočí Cave in the the Low Tatra Mts. Another two caves come from the mountain karst, situated at lower altitudes, which are characterized by rich sinter decoration – Demänovská jaskyňa mieru (Demänovská Cave of Peace, part of the Demänová Cave System) and Zlomisk Cave, both in the the Low Tatra Mts. Speleothem destruction study has shown that this phenomenon is widespread in the caves of the Western Carpathians, as in the other mountain ranges of the Central Europe. Broken common speleothems are frequently described in the literature, but only a surprisingly small number of cases can be clearly associated with an earthquake. Presented field observations show that most of the damage on calcite speleothems in studied caves has been caused by the action of the cave ice. In the mountain caves of Slovakia with the occurrence of CCC there is recently seasonal air circulation and they can be regarded as dynamic or semi-dynamic caves (consensus Hipman, 1989). But some deep and extensive cave systems, despite of several entrances, appear static, because of the specific configuration of corridors. We tried to create a simplified diagram that illustrates the sequence of events, leading to the destruction of speleothems due to the presence of ice and frost under climatic and geographic conditions of Slovakia (Fig. 12). It cannot be excluded that in the early stages beginning of cold glacial or stadial period, partial formation of ice filling (B) could occur in some mountain caves by infiltration of cold air into the cave as demonstrated by Kempe (2004), Kempe et al. (2009), Pielsticker (2000) and Lundberg and McFarlane (2007, 2012). This partial ice monolith can stay through the whole glacial maximum as part of the permafrost. There is a large overcooling (contraction) (C) present at this stage of its existence. After the retreat of the cold period, when warming starts (interglacial or interstadial), the presence of ice filling blocks the air circulation (cave acts as static) and ice monolith will grow according to Richter et al. (2010) or Žák et al. (2012). These findings come mainly from German and Czech caves. This means, that after the frozen inlet channels clear of ice, water flows into the still freezed cave in the permafrost zone, which leads to its freezing and filling of the space with ice and crystallization of CCC (D). During the external climate warming, the isotherm of 0 °C gradually moves to the bottom of the cave. Calcite aggregates CCC (E) which are buried in ice, descend to the bottom of the cave, when ice fully melts (F). During periods of ice growth and melting, both in theory of preglacial ice formation in the mountain caves with ventilation or ice filling during glacial retreat in the caves of the lower elevations without ventilation (what is our case, where we assume the first and second model working together), in all these cases, ice and freeze causes significant damage of speleothems and overall destruction of the adjacent cave space. Regional mapping of destructed calcite speleothems, their forms and frequency of occurrence could provide important information about the distribution of glacial temperatures and to help in the research of terrestrial paleoclimate of the Western Carpathians.

KYSACKÁ JASKYŇA – ZAUJÍMAVÁ KRASOVÁ LOKALITA V DOLINE HORNÁDU

ZDENKO HOCHMUTH

Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 12 Košice, hochmuth@upjs.sk

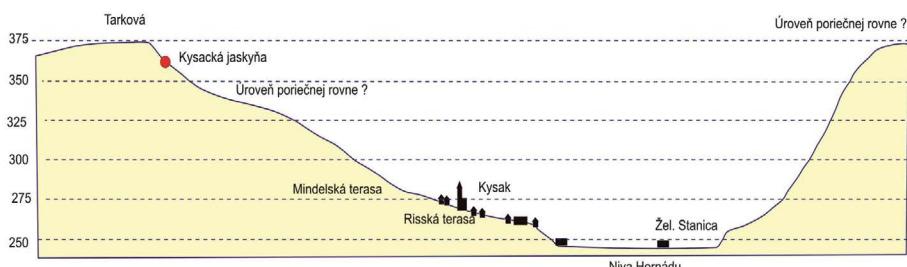
Z. Hochmuth: The Kysacká Cave – an interesting karst site in the valley of the Hornád River

Abstract: The Kysacká Cave in the valley of the Hornád river west of the Kysak village is interesting for its horizontal character, however, typical fluviokarstic forms have not been found yet. There are massive speleothem crusts, which attract attention. Similarly and interestingly, there are red clays found in the bottom level of some horizontal parts, which is not typical. It is likely that the palaeo-Hornád River in the Pre-Quaternary period was enough powerful in terms of erosion and corrosion to form a fluviokarst in its epigenetic-antecedent section between Margecany and Košice. Scree breccias cemented with a red terra-rossa cement were found inside the cave. Rejuvenation of the research after securing the cave entrance provided interesting results which is symbolic for the 100th anniversary of discovering the cave.

Key words: Kysacká Cave, Ružín Karst, palaeokarst, Pliocene, river terraces

ÚVOD

Jaskyne v dolinách významných slovenských riek vždy vzbudzovali pozornosť, pretože sa tu tradične naskytvala možnosť korelácie ich vývoja s prevažne zreteľne dokumentovaným vývojom fluviálnych foriem, hlavne riečnych terás. Treba však tiež povedať, že takéto jaskyne miestami otvárajú viac problémov ako jasných odpovedí, napríklad častá neexistencia štrkov v jaskyniach, nie vždy typický horizontálny priebeh, čo napokon vidíme i na prehodnocovaní genézy a chronológie niektorých klasických lokalít (Demänovská dolina). Kysacká jaskyňa, od ktorej objavu uplynulo vlane okrúhlych 100 rokov, je možno tiež takouto lokalitou, i keď jej prieskum pre obľažný vstup bol iba expedičný (Droppa, 1973). V predkladanom príspevku sumarizujeme všetky dostupné údaje o jaskyni.



Obr. 1. Profil širšieho okolia Kysackej jaskyne
Fig. 1. Profile of a broader area of the Kysack Cave

POLOHA JASKYNE A OKOLNOSTI OBJAVU

Vchod do jaskyne sa nachádza v podvrcholovej časti kóty 386 (Tarková) vo výške 348 m, priamo oproti železničnej stanici v Kysaku (obr. 1) v úpäti cca 10 m vysokej skalnej steny, ktorá predstavuje čelo bývalého lomu. Okolie jaskyne, hlavne nad ſiou, je poznamenané depresiami po zaniknutých lomoch a aj v širšom okolí nachádzame „vápenné jamy“ ako dôkazy tŕažby horniny na tieto účely v dnes tŕažko určiteľnom období, pretože v novšej dobe (20. storočie) sa už vápno páliло v peciach. Pozostatkom tejto činnosti sú historické pamiatky – jedna zachovaná vápenka v dolinke pod Širákovou asi 1 km od jaskyne smerom na J patrila p. Ondrejovi Gašovi a zanikla za veľkej hospodárskej krízy. Základy podobnej pece poznáme v lokalite „Na stadle“, vápenka napokon stála aj priamo v Kysaku na mieste dnešného závodu Prefa. Stopy po pálení vápna nachádzame aj v profile cesty vedúcej z Kysaku na spomínanú vrcholovú plošinu Tarkovej a inde. Inou zaujímavosťou (s jaskyňou už nesúvisiacou) sú nálezy predhistorického spracovania železnej rudy – spečenú trosku nachádzame v pomerne veľkých kusoch na plošine pod jaskyňou. Objav jaskyne v roku 1911 vyvolal zaujímavú odozvu v turistických kruhoch (pobočka UKS – Uhorského karpatského spolku v Prešove). Pre potreby ochrany a sprístupnenia boli zaangažované: Služobný úrad lemešanského obvodu, Obvodný notariát v Kysaku a tiež Uhorský kráľovský lesný úrad, ktorým sa aj podarilo obmedziť či zastaviť prácu v lome, nie však devastáciu najmä miestnym obyvateľstvom. Sintrové útvary z jaskyne sa dokonca použili na cintoríne v Kysaku ako výzdoba hrobu padlých legionárov v r. 1919 a tiež zemianskej rodiny Váčzy na samostatnom súkromnom cintoríne v Kysaku pod lesem. Je veľmi pravdepodobné, že okrem článku v Eperješi lapok existujú aj iné písomné pamiatky alebo fotografie, napríklad v nezvestnom archíve UKS z Prešova (možno dnes v Budapešti). Tiež údaje z merania – zaujímavý je publikovaný „presný“ údaj o dĺžke jaskyne 511 m, ktorý nezodpovedá dnešným poznatkom (136 m). Pátranie týmto smerom by bolo iste zaujímavé. Pravdepodobne pre vojnové udalosti 1. svetovej vojny jaskyňa upadla do zabudnutia. V súvise s oslobodzovacími bojmi v doline Hornádu zanechali v jaskyni vzácnu epigrafickú pamiatku českí legionári (Hochmuth, 2007).

Zaujímavý doklad o existencii jaskyne je dopytovanie sa Štátneho plánovacieho a štatistického úradu na Slovenskú speleologickú spoločnosť z r. 1950 (č. 1375/1950), kde je uvedená dĺžka 200 m a skutočnosť, že vchod je voľne prístupný.

Od tých čias boli návštevy jaskyne iba sporadickej, existovala sice v miestnom povedomí, ale jej prvú známu mapu vyhotobil až A. Droppa, i keď nevylučujeme, že výprava UKS mohla tiež mapu vyhotoviť. Je iba schematická, niektoré priestory nezachytáva. Zaujímavé sú fotografie z návštevy vtedy nového pracovníka Múzea slovenského krasu M. Lalkoviča v jaskyni (v archíve SMOPaJ pod inv. číslom 66-68/74, autor J. Knap, z r. 1974), cenné pre poznanie vtedajšieho stavu vchodu i interiéru jaskyne. Novšiu mapu jaskyne zrealizovali prešovskí skauti pod vedením J. Mikloša a J. Kovalika, bola publikovaná vo vyššie spomenutom príspevku P. Derfiňáka. V príspevku prezentujeme reambulovanú mapu so zanesením novej situácie v okolí vchodu.

Je zaujímavé a všimol si to aj Droppa (1973), že priestory jaskyne sa tiahnu iba cca 20 m pod povrhom vrcholovej plošiny, ktorá možno predstavuje úroveň vrchnopliocénneho dna kotliny. Okolnosti objavu opísal dávnejšie Derfiňák (2001). Tu iba poznamenávame, že dnes je tŕažko rekonštruovať pôvodný reliéf vzhľadom na pravdepodobne ešte dlhšie pokračujúcu tŕažbu, hlavne vo vyššie položených lomoch a kutacích jamách, pretože tŕažbou v nich sa okolie vchodu menilo zasýpaním na pálenie vápna neužitočnej horniny. Tiež



Obr. 1. Poloha jaskyne nad obcou Kysak. Foto: Z. Hochmuth

Fig. 1. Cave situation above Kysak village. Photo: Z. Hochmuth

sa nedá vylúčiť pokračujúca prírodná deštrukcia narušeného skalného masívu. Vďaka tomu bol pôvodný vchod zavalený a vstup do jaskyne možný iba preliezaním cez labilne umiestnené bloky s objemom aj viac ako 1 m^3 .

GEOLOGICKÉ PREDPOKLADY EXISTENCIE KRASOVÝCH ÚTVAROV

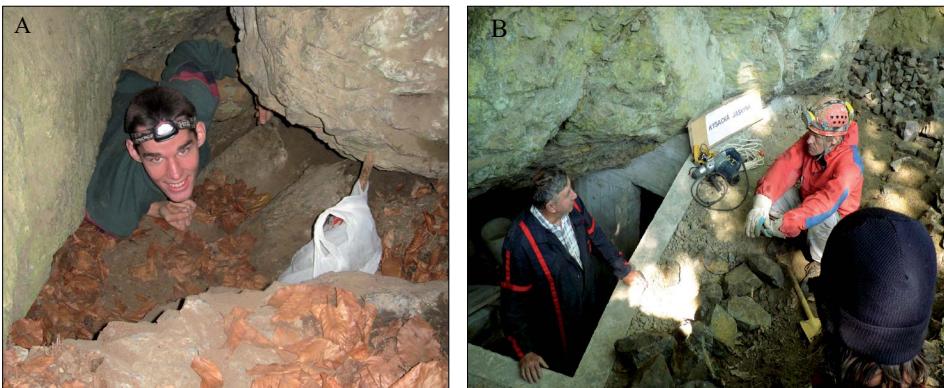
Okolie jaskyne, ako aj priľahlé územie Čiernej hory (podcelok Pokrivy) tvoria mezoziacké série veporika severne od „Margecianskej línie“. Podľa mapy Braniska a Čiernej hory v mierke 1 : 50 000 a vysvetliviek k nej (Polák, ed., 1997) je územie Tarkovej, teda bezprostredného okolia Kysackej jaskyne budované ramsauskými dolomitmi. V tomto súvrství, ako sa konštatuje napríklad z veporika Nízkych Tatier (Biel et al., 1992, s. 66), sa nachádzajú polohy pravdepodobne s vyšším obsahom CaCO_3 . Práve takéto polohy sa cenili pri výrobe vápna, a preto na mieste takýchto výstupov sa vyskytujú antropogénne zásahy – vápenné jamy a zaniknuté lomy. Takáto hornina môže byť aj podkladom pre zaujímavé krasovatenie. V okolí jaskyne nachádzame dolomitický štrk (odpad pri ťažbe), vo vlastnej jaskyni i lomovej stene so stopami po vŕtaní i horninu spomenutého habitu.

Tektonické línie. V jaskyni i lomovej stene môžeme sledovať aktívne tektonické prvky, v strope Dvorany (Kvapľovej siene) sledujeme výraznú poruchu smeru SV-JZ, podobné smery nachádzame aj v Sieni legionárov. Zaujímavé sú aj 2 poruchy smeru S-J v Ottovej sieni ako prepojka do Siene legionárov a tiež smerujúce ku Komínu, ktoré sú aktívne, o čom svedčí deštruovaná sintrová výzdoba.

OPIS JASKYNNÝCH PRIESTOROV

Vchod

Ako sme už spomenuli, vchod do jaskyne nie je pôvodný, avšak aj tak jeho pozícia je predmetom úvah. Úpätná stena (lomu) má totiž v značnej časti charakter previsu, ktorý nie je umelý, ako o tom svedčia zvyšky korodovaných sintrových kôr. Teda pravdepodobne je to už pôvodný jaskynný priestor, ktorý priepastne viedol do nižšie položených častí



Obr. 3. A – pôvodný vchod do jaskyne; B – súčasný stav vchodu. Foto: Z. Hochmuth
Fig. 3. A – original entrance of cave; B – current cave entrance. Photo: Z. Hochmuth

jaskyne. V ktorom mieste došlo k prieniku, sa dnes nedá zistiť, pretože následne do jaskyne napadalo množstvo sutiny. Jej vytažený objem pri zabezpečovaní vchodu bol asi 50 m^3 , podobné množstvo je však ešte stále v jaskyni, vytvárajúc sutinový kužeľ, ktorý čiastočne zakrýva aj sintrové útvary. Jeho vytaženie by zlepšilo estetiku priestoru nazvaného objaviteľmi Dvorana. Z ústneho podania (Ing. Lalkovič) sme sa dozvedeli, že pod týmto previsom bol pôvodne ešte jeden tesný vstup do jaskyne. Zaujímavosťou je malý stalagnát, ktorý nesie stopy po tom, že tu bolo uväzované lano – teda možno pôvodný vstup mal inú konfiguráciu a bol strmší. Za výšku vchodu považujeme bod č. 2 na priloženej mape, keďže prvý bod na balvane pri vchode zanikol pri rekonštrukčných práach.

Dnes je zabezpečenie vchodu vyriešené principiálne oporným železobetónovým múrom s rozmermi cca $2 \times 3\text{ m}$, ktorý je ukotvený v balvanoch dna, stene i strope vstupného previsu. Stavebný objekt má vlastnú betónovú podlahu a priečnu stenu vysokú $1,3\text{ m}$, tiež ukotvenú v hornine. Na tento objekt s dilatačnými škárami nadvádzajú 2 stupne, ktorými sa vyrovňáva výškový rozdiel a po schodoch sa vstupuje do jaskyne. Vchod je uzavretý oceľovými dverami s otvormi pre vlet netopierov. Uzáver vybudovala z vlastných prostriedkov pracovná skupina Východ komisie pre jaskynné potápanie SSS.

Dvorana a Ottova sieň

Tieto dva priestory, ktorých identitu ako samostatných zachytili už objavitelia, klesajú od vstupnej plošiny na JZ, resp. na S a pôsobia preto akoby šlo o samostatné priestory. Nie je to tak, oddelenie spôsobil sutinový kužeľ (možno tam bol už v čase objavu?) a po jeho čiastočnom odstránení sa priestory javia ako jednotná sieň rozmerov $8 \times 25\text{ m}$, s priemernou výškou okolo 4 m .

Prezentujeme tu však dnešný stav, keď sú priestory prepojené iba v stropnej časti. **Dvorana** (odporúčame používať tento pôvodný názov, A. Droppa oňom nevedel a vo svojom príspevku nazval tento priestor Kvapľová sieň) je priestor klesajúci v smere sutinového kužeľa. V strope badáme poruchu podmienujúcu vznik priestoru, stopy rútenia a mladšej sintrovej výzdoby. Stalaktity boli poväčšine polámané. Zaujímavé sú excentrické sintrové mikroformy. V dolnej časti sa údajne nachádzalo jazierko (dnes ešte stále pod sutinou). Úroveň tohto „dna“ je v hĺbke $-7,6\text{ m}$ pod úrovňou vchodu.

Západný koniec siene tvorí kvapľový vodopád. Jeho prevýšenie je cca 4 m , na hornom konci vedie nízka chodbička (na úrovni stropu) do priestoru Siene legionárov. Kvapľový vodopád mal zrejme výzdobu aj zo stalagmitov a stalagnátov, po ktorých sú dnes iba

torzá. Samotná hmota kvapľopádu však zalieva aj polámané sintrové útvary starších, určite predhistorických deštrukcií, ktoré mohli byť spôsobené buď aktívou tektonikou, alebo aj mrazovými procesmi (pravdepodobnejšie vzhľadom na podobne deštruované sintrové kopy na iných miestach).

Dolný koniec siene prekvapivo tesným otvorom a 1 m hlbokým stupňom ústi do nižej časti, ktorú objavitelia pomenovali **Divadlo** podľa relatívne zachovaného kvapľového tvaru s názvom Opona. Zaujímavejšie však je, že tento pomerne tesný priestor akoby pokračoval hlinenou upchávkou. Výkop zatial hlboký 0,8 m potvrdil existenciu červených hlín, v ktorých sú časté úlomky sintrovej výzdoby. Pravdepodobne ide o produkty rútenia v starších etapách vývoja jaskyne. Hlina nemá charakter náplavu, ale isté nakyprenie, ktoré je bežné ako produkt periglaciálnych podmienok a permafrostu. Prolongačné práce týmto smerom považujeme za perspektívne, avšak až po vyriešení transportu farebných hlín na povrch, inak by mohli devastať interiér jaskyne. Toto miesto je v súčasnosti aj najnižším miestom v jaskyni.

Ottova sieň. V pôvodnom podaní sa javí ako paralelná časť Dvorany. Objavitelia ju pomenovali podľa prof. Otta Ludmanna, ktorého identitu by bolo vhodné tiež overiť (profesor gymnázia). Dominantný kvapľový útvar nazvali Babylonská veža. Sieň vzhľadom na svoju bočnú polohu a čiastočné zasypanie sutinovým kužeľom do značnej miery unikla devastácii. Dnes je vstup do Ottovej siene možný prekovaným otvorom pod vstupnou betónovou platňou, šikmo klesá aj sutinový kužeľ. Zaujímavé je jej vodorovné dno, tvořené zas červenými hlinami, čiastočne prekryté sintrovými kôrami. Niektoré kvapľové útvary charakteru stalagnátov majú ľahové trhliny spôsobené poklesávaním podložných hlín pod gravitačným zaťažením sintrami.

Ottova sieň sa na severovýchodnom konci znižuje. Končí sa horizontálne (pri bode č. 8) sienkou nazvanou Kostnica. Počas našich výskumov sme tu žiadne kosti nenašli, aj keď sa to nedá vylúčiť, pretože jaskyňa sa týmto smerom približuje k dnešnému povrchu, kde by aj teoreticky mohol existovať pôvodný vstup (či výstup) vôd vytvárajúcich jej horizontálne priestory. Inou zaujímavou časťou je chodbička vedúca k stúpajúcemu komínovitému priestoru nejasnej genézy (Komín), ktorý dosahuje približne výšku povrchu pred vchodom do jaskyne.

Na opačnom, JZ konci Ottova sieň súvisí jednak s Dvoranou, jednak na tomto mieste existuje Prepojka, ktorou je možné uzavrieť okruh do vyšších častí jaskyne medzi bodmi 21 a 31.

Sieň legionárov

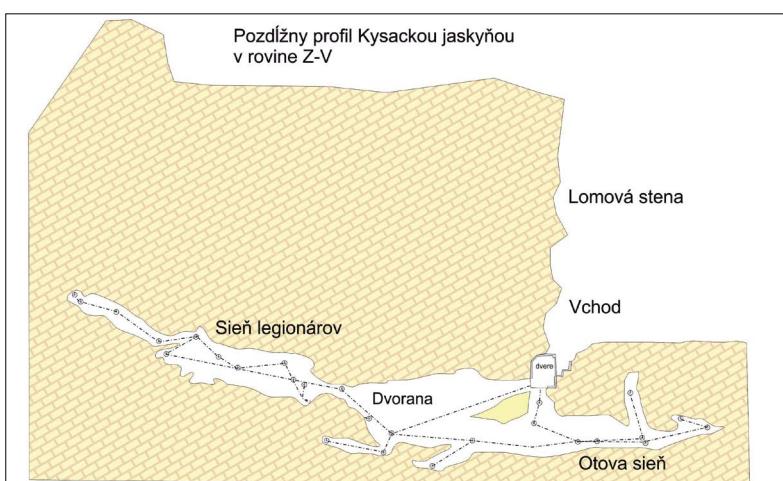
Strop tohto priestoru sa nachádza približne v podobnej výške ako strop Dvorany, v relatívnej výške asi 4,5 m nad dnom siene Dvorany. Priestor je nepravidelného tvaru, s výškou 1,5 – 2,2 m, priemerom asi 6 m s viacerými výbežkami a odbočkami, takže niekedy je problém pri spíatočnej ceste nájsť nízky prielez do Dvorany. V strede siene sa nachádza dominantná sintrová kopa, hrubé sintrové platne sú polámané čiastočne vandalmi, no primárne asi aj inými dávnejšími procesmi, najpravdepodobnejšie súvisiacimi s premízaním. Sintre na lome sú kompaktné, viaceré vrstvičky majú červené odtiene od splavovaných červených pôd. Najdlhšia odbočka smeruje na sever, jej dno klesá do lievokrívitej depresie. Tá komunikuje na 2 miestach (spodné je priechodné) s Ottovou sieňou ako vyššie opísaná Prepojka. Na strope a stenách siene badáme stopy po korózii v kombinácii s rútením, zachovala sa najmä drobnejšia výzdoba, kôry a závesy. Na jednej takejto platni je nápis „Sláva tatíčkovi Masarykovi“ od českých legionárov z roku 1919.



Obr. 4. Sieň legionárov. Foto: Z. Hochmuth
Fig. 4. The Legionar Hall. Photo: Z. Hochmuth

Najperspektívnejšie pokračovanie jaskyne je severným smerom, teda priamo do masívu Tarkovej. Týmto smerom sa Sieň legionárov zužuje a napokon ústi 2 tesnými otvormi do finálneho priestoru (ležiaceho v reze vyššie ako strop siene) smerujúceho na JZ. Dno týchto chodieb je pokryté okrem drobnejších ostrohranných sedimentov aj hlinou, takže v budúcnosti by aj tu bola možná prolongácia.

Všetky opísané priestory v jaskyni majú dĺžku (polygónový ľah) 126 m.



Obr. 5. Pozdĺžny profil Kysackou jaskyňou
v rovine Z-V
Fig. 5. Longitudinal section of the Kysacká Cave

STRATENÁ JASKYŇA V HORNOM LOME

Viacerí občania Kysaku v strednom a vyššom veku, ktorí nás pri jaskyni navštívili, nám spomínali, že v okolí by sa mala nachádzať ešte jedna jaskyňa. Informátori hovorili o potrebe použitia lana na vstup. Hovorí sa o možnom odstrieľaní všetkých priestorov, prípadne o jej zasypaní. V jednom z lomov, ktoré sa vyskytujú tesne pod okrajom vrcholovej plošiny Tarkovej, sa nachádza trhliana, z ktorej v zimných mesiacoch vychádza slabý prieval. V letných mesiacoch roku 2012, keď by trhliana mala vzduch nasávať, sme urobili pokus s dymovnicou, ale nasávanie nebolo príliš presvedčivé napriek značnému teplotnému gradientu (cca 20 °C) a ani v jaskyni sa dym či zápach neobjavil. Preto je potrebné predbežne jaskyňu zaradiť medzi zaniknuté.

ÚVAHA O GEOMORFOLOGICKOM VÝVOJI A PERSPEKTÍVY ĎALŠEJ PROLONGÁCIE JASKYNE

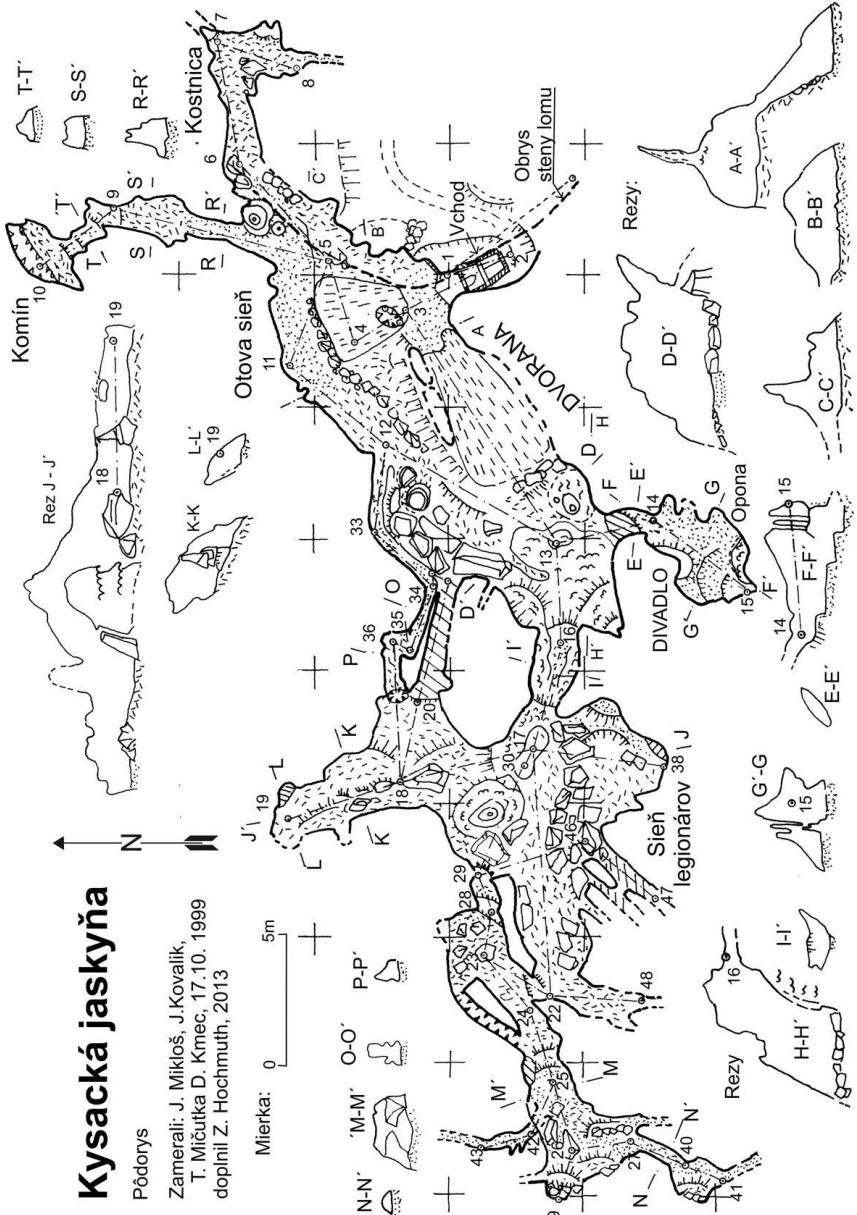
Bezprostredné okolie jaskyne je charakteristické vrcholovou plošinou vo výške 370 m. Jej pozícia v rel. výške asi 110 m nad nivou Hornádu naznačuje, že by mohlo ísť o poriečnu roveň (rozhranie pliocén – pleistocén). Avšak na tejto plošine sa dosiaľ nenašli ani štrky ani

Kysacká jaskyňa

Pôdorys

Zameraní: J. Mikloš, J. Kováčik,
T. Mičutka D. Kmec, 17.10. 1999
doplnil Z. Hochmuth, 2013

Mierka: 0 5m



Obr. 5. Pôdorys Kysackej jaskyne
Fig. 5. Ground plan of the Kysacká Cave

zaujíma vejšie paleopôdy. Zaujímavá je úpätná plošina tohto kopca vo výške 330 – 340 m s nálezmi kremenných okruhliakov a pôd s výrazným podielom červených hlín. Celý masív (obmedzený na severe dolinou Paldzinského potoka) je možné chápať ako veľký „paleomeander“ Hornádu, ktorého reliéf formovala táto rieka, a uvažovať aj o zmenách jeho toku najmä v predkvartérnom období. Poznamenávame, že zaujímavú pozíciu doliny s terasovým systémom Hornádu skúmal už J. Hromádka (1930).

Poloha jaskyne medzi týmito plošinami (348 m n. m.) je zaujímavá z hľadiska poskytnutia dôkazov jej genézy analýzou sedimentov, ale najmä morfológie. Je možné uvažovať, že jaskyňa predstavuje fragment akejsi podzemnej skratky paleomeandra Hornádu, ktorá sa vytvorila v počiatočnej fáze rozrušovania poriečnej rovne a vytvárania terasového systému. Tomu by aj zodpovedali redeponované červené pôdy splavené z poriečnej rovne a na druhej strane by okruhliaky z plošiny pod vchodom patrili už nejakej z najvyšších pleistocénnych terás. Viac svetla do tejto problematiky môže vnieť iba ďalšia prolongácia priestorov s hľadaním fluviaľných sedimentov sondážou alebo revíznym prieskumom morfológie.

ZÁVER

Existencia dobre prístupnej jaskyne s kvapľovými útvarmi v blízkosti veľkých miest Košíc a Prešova vyzýva na ochranu, ale aj na možnosti efektívneho vedeckého výskumu. Aj keď za krátky čas po vyriešení problematického vchodu nevieme dokonale odpovedať na otázky genézy, určite ostane objektom záujmu speleologickej komunity v týchto mestách. Je možné uvažovať aj o nejakej forme sprístupnenia verejnosti, samozrejme pri rešpektovaní všetkých zásad ochrany prírody.

Podákovanie: Za ozivenie záujmu o jaskynu treba podákovať prešovským skautom. Za aktívnej účasti hlavne Jozefa Mikloša (skautské meno Muži) a jeho priateľov skauti jaskynu sporadicky navštievovali pri rôznych aktivitách a jaskynu spolu s J. Kovalíkom a kol. zamerali v r. 1999. Miestny skaut z Kysaku Michal Novák zv. Číňan bol cenným informátorm vo veciach objavu a histórie osídlenia a činnosti lomov a vápeniek. Ďakujem aj členom skupiny, Jožovi Kovalíkovi, iniciátorovi zabezpečenia vchodu a hlavnému „stavbyvedúcemu“ Ferovi Chovancovi za perfektné betonárske dielo. Samozrejme i ostatným spolupracovníkom a študentom Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach.

LITERATÚRA

- BIELY, A. (Ed.) 1992. Geologická mapa Nízkych Tatier 1 : 50 000, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava.
- DERFIŇÁK, P. 2001. K 90. výročiu objavenia jaskyne v Kysaku. Spravodaj SSS, 32, 1, Slovenská speleologicálna spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 63–64.
- DERFIŇÁK, P. 2001. Ukradnuté kvaple. Prešovský večerník, roč. XII (16. 3. 2001), s. 63–64.
- DROPPA, A. 1973. Ružínsky kras v Slovenskom rudohorí. Československý kras, 25, 61–72.
- ERDŐS, M. 1979. Súpis krasových javov v okolí Košíc, Kavečian a Kysaku. Manuskrift, MSK, Liptovský Mikuláš – Košice.
- HOCHMUTH, Z. 2007. Historický nápis v Kysackej jaskyni. Spravodaj SSS, 38, 2, Slovenská speleologicálna spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 43.
- HROMÁDKA, J. 1930. Terasy Hornadu medzi Obyšovcami a Košicemi. Sborník čs. spol. zem.
- KOŠČO, M. 2003. Inventarizačný výskum jaskýň Čiernej hory. Diplomová práca. Univerzita P. J. Šafárika, Prírodovedecká fakulta, Košice, 76 s.
- POLÁK, M. (Ed.) 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Braniska a Čiernej hory 1 : 50 000. Vydavateľstvo D. Štúra, Bratislava, 201 s.

VÝSLEDKY MORFOLOGICKÉHO MAPOVANIA ZÁVRTOV NA JASOVSKEJ PLANINE V SLOVENSKOM KRASE

ALENA PETRVALSKÁ

Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, Košice 040 12; alena.petrvalská@upjs.sk

A. Petrvalská: Results of morphological mapping of dolines on the Jasovská Plateau in the Slovak Karst

Abstract: The area of the Jasovská Plateau is the eastmost plateau of the Slovak Karst. It belongs to typical areas of plateau karst, with endokarst and exokarst forms that differ from forms on other plateaus of the Slovak Karst. In terms of exokarst, there is a low density of dolines and their size and depth in the Jasovská Plateau. In the paper we seek to explain that dolines in the eastern part of the Slovak Karst region are different in many ways. Results of the research can help to solve the age and genesis of these forms in the Slovak Karst.

Key words: Jasovská Plateau, karst, dolines, dolines density

ÚVOD

Územie Slovenského krasu poskytuje dobrú možnosť sledovať a bližšie skúmať závrtky, aj keď genéza, vznik a vývoj závrtov (nielen v tejto oblasti) dosiaľ nie sú úplne vyjasnené. Rozdielna je tu nielen koncentrácia závrtov v rámci jednotlivých planín, ale aj ich základné veľkostné parametre. Podľa viacerých autorov (Jakál, 1975; Liška, 1994; Vlk et al., 2001; Hochmuth, 2004; Telbitz et al., 2009; Petrvalská, 2011 a ī.) sú hustota a absolútny počet závrtov na planinách Slovenského krasu pomerne rozdielne (tab. 1). Závrtom východnej časti Slovenského krasu (planiny Horný vrch, Borčianska, Zádielska a Jasovská) sa doteraz nevenovala dostatočná pozornosť a komplexné informácie o nich chýbajú. Aj z dôvodu absentujúcich alebo orientačných údajov o hustote alebo absolútnom počte závrtov na Jasovskej planine (resp. východnom okraji Slovenského krasu) nás výskum viedol k vypracovaniu tohto príspevku, ktorý by mal načrtnúť genetické typy závrtov, ich rozmery, hustotu a nerovnomernosť rozmiestnenia. Jasovská planina v tomto prípade predstavuje špecifikum. V porovnaní s inými planinami Slovenského krasu je hustota závrtov oveľa nižšia (okolo 6 závrtov na km²), hĺbka sa pohybuje medzi 3 – 20 m a ich priemer okolo 50 m. Závrtmi na území Jasovskej planiny sa autori bližšie nezaoberali, sú skôr iba súčasťou geomorfologických máp v menších mierkach (napr. Liška, 1994 v mierke 1 : 50 000). Preto sme sa počas geomorfologického mapovania vo veľkej mierke v rokoch 2007 – 2010 rozhodli, že okrem zakreslenia dovtedy nezmapovaných závrtov do geomorfologickej mapy väčšinu z nich podrobíme aj morfometrickej analýze. Získané výsledky sme štatisticky vyhodnotili a zovšeobecnilí.

Tab. 1. Porovnanie počtu, resp. hustoty závrtov na jednotlivých planinách Slovenského krasu podľa rôznych autorov
 Tab. 1. Comparison of number and dolines density of Slovak Karst plateaus according to various authors

Planina	Hustota závrtov (na km ²)			Počet závrtov	
	Liška (1994)	Hochmuth (2004)	Telbitz et al. (2011)	Telbitz (2009)	Petrvalská (2011)
Koniar	35	15			
Silická	20 – 30	55			
Plešivecká	20 – 30	45 – 50		730	
Dolný vrch		45			
Horný vrch	35		8,7	120	
Borčianska			1,2	4	
Zádielska	27		1,8	14	
Jasovská	5				204

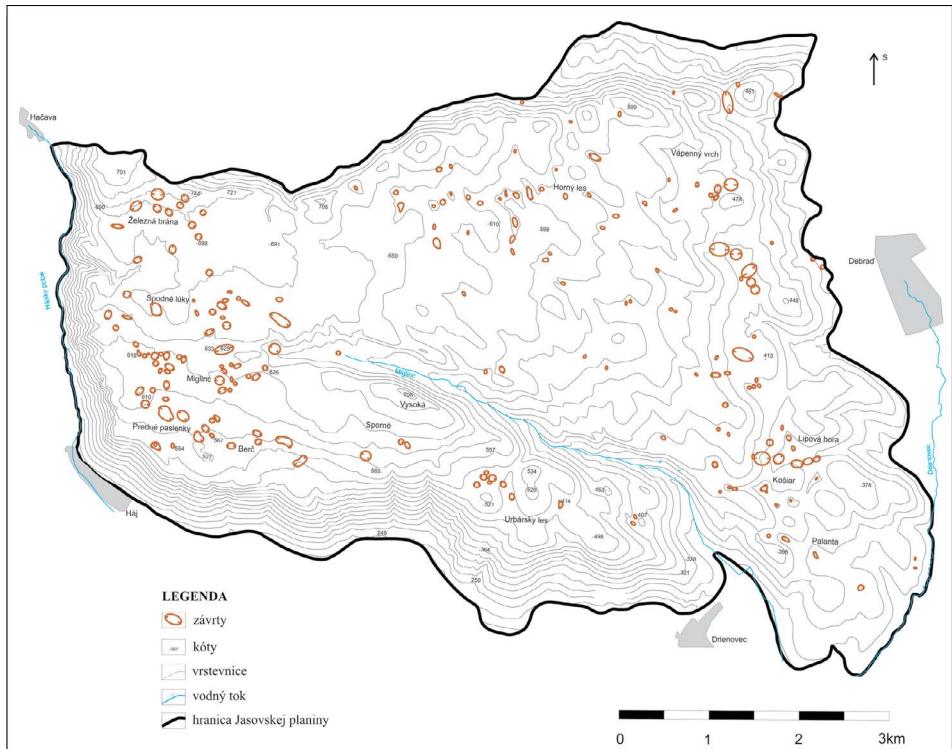
LOKALITY VÝSKYTU ZÁVRTOV NA JASOVSKEJ PLANINE

Z geologického hľadiska Jasovská planina podľa Mella et al. (1997) predstavuje komplex mezozoických hornín, z ktorých väčšinu územia tvoria wettersteinské vápence. Predmezozoické útvary, podobne ako aj v celom Slovenskom kraste, sa tu vyskytujú iba na juh od Hačavy a na severnom svahu planiny smerom k Jasovu a v doline Teplice. Hranicu medzi silicko-turnianskou (v južnej časti planiny) a hačavsko-jasovskou tektonickou jednotkou (v severnej časti) tvorí rožňavský hlbinný zlom, ktorý prebieha v smere SZ – JV a smeruje dolinou toku Migline severozápadne od obce Drienovec k Hájskej doline.

Na území Jasovskej planiny bolo dosiaľ identifikovaných spolu 204 väčších či menších závrtov, ktoré sú tu rozmiestnené nerovnomerne, ojedinele aj v skupinkách (obr. 1). Najväčšie zoskupenie závrtov sa nachádza na nerozčlenenom povrchu planiny v jeho západnej časti, kde je ich spolu (vo väčších či menších skupinkách) 77. Je to územie, ktoré má najlepšie predpoklady na vývoj povrchových krasových foriem nielen z hľadiska sklonitosti (do 5°), geologického podkladu pozostávajúceho prevažne z wettersteinských vápencov, ale aj vďaka činnosti človeka a odlesnenosti územia (zvýšený odtok vody a zvetralín z oblasti). Územie sa rozkladá v nadmorských výškach 720 metrov na severe až po 550 metrov na juhu.

Druhou výraznou koncentráciou sú závrtty na mierne sklonenom reliéfe smerujúcim k Medzevskej pahorkatine vo východnej časti územia, teda na hranici krasu a nekrasu. Územie leží v nadmorských výškach 405 až 280 m a dosahuje sklonitosť medzi 10 a 15°, pričom je tu lokalizovaných 47 závrtov.

Jedna menšia koncentrácia závrtov sa javí v severnej časti planiny, pri vyústení úvalín zo severných vrchov kužeľovitého tvaru na nerozčlenenú časť územia, pričom časť sú tu závrtty vklinené do svahov. Možno ich považovať za tzv. svahový typ závrtov. Nadmorská výška územia dosahuje od 650 do 580 m.



Obr. 1. Poloha závrtov na povrchu Jasovskej planiny
Fig. 1. Location of dolines on the Jasovská Plateau surface

Územie centrálnej časti plošiny Jasovskej planiny je rozčlenené dolinou toku Miglinc s pomerne strmými svahmi a svahmi vrcholu Vysoká (706 m) na dve časti – severnú a južnú. Južná časť vyzerá akoby bez závrtov, resp. iba s nerovnomerne rozptýlenými jedincami. Túto situáciu pozoroval už Homola (1951) a pripisuje to príliš úzkym rozmerom tejto časti planiny a jej ohraničeniu zlomami z viacerých strán. Podľa neho práve vďaka tomu voda „nestíha“ korodovať plošinu, ale je odvádzaná po svahoch planiny. Zároveň však tomuto procesu pripisuje zvýšené krasovatenie na svahoch, ktoré je tu dokázané (a predpokladá sa aj v doline Miglinc).

CHARAKTER ZÁVRTOV

Z genetického hľadiska ide o závrtky korózne, čiže vznikli rozpúšťaním geologického podkladu dažďovou vodou. Naproti tomu závrtky vzniknuté prepadnutím stropov podzemných priestorov, nazývané aj studňovité, sme tu nenašli (podľa Zacharova in verb. sa vyskytujú v južnej časti planiny). Tu vyskytujúce sa známe jaskynné chodby a priestory nie sú až také vysoké, aby podrezali povrch planiny. Otázna je existencia ďalších typov závrtov podľa genetického členenia, ktoré sa nachádzajú na dnach uvá a suchých dolín, alebo aj tzv. antropogénnych závrtov. Všetky sa však ďalej vyvýhajú ako korózne a pripomínajú ich aj tvarom. Často ide o vápenné jamy (nachádzajú sa tu v hojnom počte), ktoré je v niektorých prípadoch ťažko vizuálne odlišiť od prirodzených krasových depresií.

Pri analýze typu tvaru závrtov podľa morfometrickej metodiky Bondesana, Meneghele a Saura (1992) sa za základný sledovaný parameter považuje hĺbka (H) a priemer (D),

pričom za *misovitý* závrt podľa tejto metodiky možno zjednodušene a matematicky považovať ten, ktorý má index D/H menší ako 5 a väčší ako 2. Podľa Jakála (1975) majú tieto závrty relatívne malý sklon svahov ($12 - 15^\circ$), dno je silne zasedimentované, mnohokrát ploché, no je možné obnovenie odvodňovania.

Lievikovité aktívne formy (s indexom D/H menším ako 2) sa tu vyskytujú iba ojedinele. Medzi ne zaraďujeme závrty tvaru lievika, s vyšším sklonom svahov a málo výrazným dnom. Na dne sa niekedy vyskytuje menšia depresia alebo aktívny hltač (obr. 2).



Obr. 2. Typický lievikovitý závrt v oblasti Ladislavova vyvieračka

Fig. 2. Typical funnel-shaped doline in the Ladislavova vyvieračka area

Za ďalšiu kategóriu považujeme *tanierovité* závrty (s indexom D/H väčším ako 5). Sú to závrty podobné misovitým, plytké, rozložité, s rovným obvodom (okrajom) závrta, svahy majú najmenšiu sklonitosť. Často sem zahŕňame aj dvojzávrty, teda tie, ktorých centrom je hlbší závrt so sklonitejšími svahmi a okolie tvorí pomerne veľká rozložitá plocha s malou sklonitosťou.

Prevažná väčšina zárvrov Jasovskej planiny má charakter práve takýchto depresií (s veľmi plochým dnom a svahmi s nízkou sklonitosťou), čo môže z hľadiska vývoja naznačovať ich pomalý zánik. Tieto formy strácajú svoju funkciu (odvádzajú povrchové vody do podzemia), pretože sú silne zanesené a zasedimentované. Badateľných je niekoľko veľmi plytkých, slabo viditeľných priehlbín v severozápadnej časti planiny, ktoré by mohli predstavovať zanikajúce formy. Väčšina zárvrov Jasovskej planiny sa vyvinula vo wettersteinských vápencoch. Chemická čistota týchto vápencov podporuje krasovatenie, pričom vznikajú predovšetkým cirkulárne a symetrické závrty. Vo vzáľahu veľkosti zárvrov a pôdorysu je badateľná závislosť, závrty menšieho priemeru sú v prevažnej miere kruhové. Tie s väčšími rozmermi sa vyznačujú elipsovitým pôdorysom, často aj asymetrickým.

SVAHY ZÁVRTOV

Svahy závrtov (obr. 3) na planine sú pomerne silno zasedimentované a pod hrubým opadom lístia. Nie sú pre ne typické, tak ako na iných planinách s výskytom závrtov, svahy pokryté škrapami alebo skalnými stienkami (úzko to súvisí aj s malou hĺbkou závrtov). Tie sú pozorovateľné iba v závrtoch na rozčlenenom povrchu planiny, resp. v dobre vyvinutých západných častiach územia. Zovšeobecnene by sa dalo povedať,



Obr. 3. Svahy závrtu pokryté škrapami

Fig. 3. Doline slopes covered by karren

že menšie závrty majú svahy a chrbty medzi nimi pokryté škrapami, a teda sú pravdepodobne mladšie alebo následne odkryté vplyvom sekundárnych procesov. Nameraný sklon svahov závrtov je veľmi odlišný, hodnoty varírujú od 10° po cca 40° pri najhlbších z nich (do úvahy neberieme skalné steny).

Problematikou asymetrie svahov závrtov Slovenského krasu (najmä Silickej planiny) sa zaoberal aj Jakál (1975), pričom symetriu – asymetriu niektorých závrtov považuje za klimaticky podmienenú. J. resp. JV svahy závrtov sú korodované viac pre väčšie množstvo ležiaceho snehu počas zimy (sú exponované na sever) a následné topenie na jar. Podotýka však, že to nie je pravidlom. Tieto skutočnosti sme pozorovali aj na časti našej vzorky závrtov, kde svahy s orientáciou k severu majú vyššiu sklonitosť ako ostatné. Rozdiel v sklonitosti nie je veľmi markantný, ak sa prejavuje, pohybuje sa okolo hodnoty $10 - 15^{\circ}$.

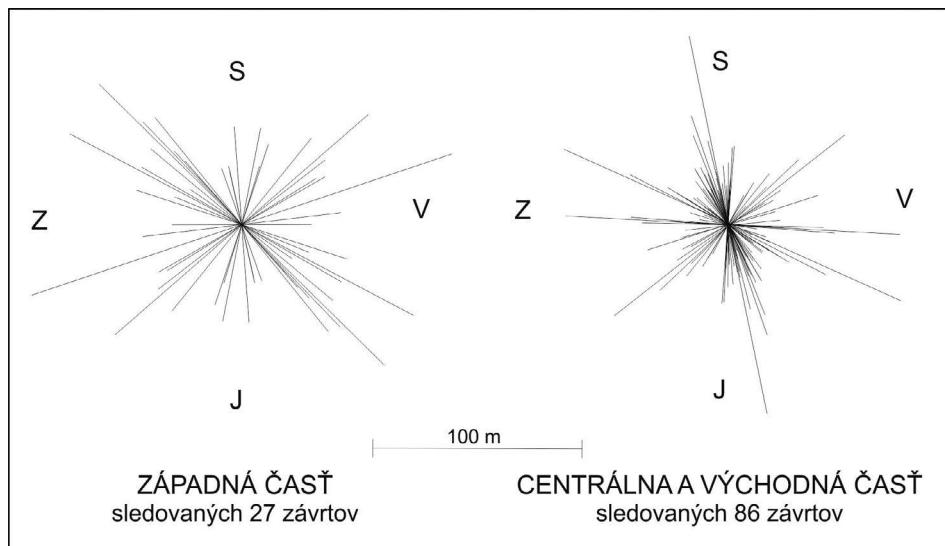
Okrem klimatickej podmienenosťi však treba prihliadať aj na ďalší charakter oblasti, sklon reliéfu a pod.

DNÁ ZÁVRTOV

Charakter dna závrtov závisí hlavne od ich veku a genézy. Lievikovité závrty majú dno málo výrazné. Keďže väčšina závrtov Jasovskej planiny má misovitý alebo tanierovitý charakter, ich dná sú silne zasedimentované, často rovné s výraznou hranou obvodu dna. Na dne sa v niekoľkých prípadoch nachádzajú napr. zvyšky po antropogennych formách (vápenné jamy), niekedy inaktívne ponory, v ktorých sa robil aj speleologický prieskum, neviadol však k prieniku do jaskynných chodieb. V niekoľkých závrtoch (na 6 lokalitách) je dno zamokrené (pravdepodobne sedimenty zabraňujú odvodneniu), väčšinou práve na dne inaktívneho ponoru alebo vápennej jamy. Aj tieto lokality sa nachádzajú na rozčlenenom povrchu, aj keď medzi týmto súvislost' nehľadáme. Dná závrtov boli a čiastočne sú antropogénne využívané, čo opisujeme nižšie.

LINEARITA ZÁVRTOV

Linearitu vnímame z dvoch hľadísk. Hovoríme o linearite ako o najdlhšej osi závrtu, ktorá má orientáciu na určitú svetovú stranu, na druhej strane hovoríme aj o priestorovom usporiadani závrtov do línii. Okrem toho sa tieto formy môžu vyskytovať aj na styku dvoch litologicky odlišných hornín. Línie kopírujú v tomto prípade dná suchých dolín, uváľ alebo tektonických porúch. Linearita najdlhších osí závrtov západnej časti planiny je zjavná, pri elipsovitych závrtcoch je smerovanie najdlhšej osi prevažne v smere SZ – JV, resp. S – J, čo súhlasí nielen s generálnym úklonom planiny, ale aj s priebehom suchých dolín na povrchu. Vo východnej časti a malej vzorke závrtov severnej časti Jasovskej planiny je čiastočne zhodný prevládajúci smer S – J, resp. SSZ – JJV. Ak znova korelujeme osi závrtov s orientáciou dolín v tejto časti planiny, tieto smery s nimi súhlasia. Najviac závrtov sa nachádza na ich dne. Závrty v severozápadnej časti Jasovskej planiny majú zároveň súhlasný charakter s líniou styku kras-nekras. Tieto tvrdenia potvrdzuje



Obr. 4. Usporiadanie najdlhších osí nekruhových závrtov vzhľadom na svetové strany na Jasovskej planine

Fig. 4. Arrangement of the longest axes of non-circular dolines in terms of cardinal points of the Jasovská Plateau

aj ružicový diagram (obr. 4), ktorý naznačuje prevládajúci smer osí, ale aj ich dĺžku (priemer). Je zostavený zo smerov najdlhších osí zárvrov (pri „nekruhovom“ tvare).

Podľa Homolu (1951) je genéza zárvrov zrejmá z ich usporiadania v osách terénnych depresií. Zrážkové vody tu vsakovali vertikálne do horninového masívu a vytvorili tak krasové narušenie zhruba vertikálnej zóny. Zárvty nachádzajúce sa v týchto lineárnych depresiach majú väčšiu hustotu rozšírenia, ale menší priemer ako tie na voľnom zarovnanom povrchu. Tento jav pozorujeme vo zvýšenej miere vo viac sklonenom reliéfe rozčleneného povrchu planiny v oblasti Palanty a Lipovej hory, ale aj v severovýchodnej časti oblasti Vápenný vrch (obr. 1).

VÝSLEDKY MORFOLOGICKEJ ANALÝZY ZÁVRTOV

Zárvty, ktoré sme zmapovali na Jasovskej planine, rozdeľujeme do logických celkov, a to hlavne z hľadiska ich polohy a s tým súvisiacej nadmorskej výšky, sklonitosti územia a charakteru územia, v ktorom sa nachádzajú.

Najpočetnejšie sú zárvty v západnej časti v oblastiach s lokálnymi názvami Spodné lúky, Berč, Miglinc a Železná brána (obr. 1, tab. 2). Tieto zárvty dosahujú priemernú veľkosť 47 m a hĺbku necelých 6 m. Viac ako polovica z celkového skúmaného počtu 77 zárvrov v tejto oblasti má skôr nepravidelný alebo elipsovity tvar, čo vyplýva z terénneho pozorovania. Tie-to zárvty, pri ktorých sa dá vytýčiť najdlhšia os (LAXI podľa Bondesana et al., 1992), majú prevažne SV – JZ alebo SZ – JV smer. Bližšie sledovaná bola aj skupina 13 zárvrov v južnej časti planiny, ktoré sú výrazne oddelené od najväčšieho zoskupenia západne od nich. S predchádzajúcou skupinou majú spoločných niekoľko parametrov. Veľkosť, hĺbka, tvar pôdorysu aj orientácia najdlhšej osi zárvtu pri nepravidelných závrtoch sú veľmi podobné.

V oblasti Lipová hora a Palanta 37 zárvrov má najväčšie rozmeru zo všetkých skúmaných na planine (obr. 1, tab. 2). Nachádzajú sa na dne širokých a hlbokých suchých dolín, ktoré majú smer približne V – Z (resp. SSZ – JJV) pri sklene svahu približne 15°. Zárvty tu dosahujú priemer okolo 100 – 110 m a majú skôr elipsovity alebo mierne asymetrický pôdorys. Vzhľadom na svoju veľkosť sa nevyznačujú veľkou hlbkou, tá sa pohybuje od 6 do 20 m. Preto by sme ich mohli považovať skôr za zárvty tanierového tvaru.

Väčších rozmerov je 18 zárvrov lokalizovaných v oblasti Vápenný vrch (obr. 1, tab. 2). Ich priemerná veľkosť dosahuje okolo 85 m a charakterom sú podobné zárvtom vyššie uvedenej oblasti Lipovej hory. Rovnako ako predchádzajúce sa vyskytujú najmä na dne suchých dolín. Lokalita Horný les sa nachádza západne od Vápenného vrchu. Spolu 26 identifikovaných zárvrov má podobné znaky ako zárvty na Vápennom vrchu. Okrem vyššie spomínaných zárvrov tu môžeme vyčleniť aj krasové depresie väčších rozmerov, s typickým krasovým odvodňovaním. V našom prípade ide o 3 uvaly. Všetky sa nachádzajú v severnej časti stredohorskej rovine (oblasť Horný les) a ich dná sú rozčlenené niekoľkými zárvami rôznej veľkosti. Sú hlboké asi 25 – 30 m (od ich okraja po dno najhlbšieho zárvtu) a dosahujú dĺžky asi 150 – 300 m. Za uvalu pokladali viacerí autori aj antiklinálou lokalizovanú nad dolinou toku Miglinc, ešte Lukniš (1964) v tomto území však opisoval bogaz. My však o tomto území ako o uvale neuvažujeme. V týchto oblastiach zároveň pozorujeme najväčší počet lievikovitých zárvrov v oblasti.

V ostatných oblastiach menovaných v tab. 2 sú koncentrácie zárvrov menej výrazné, resp. sú jednotlivo nerovnomerne rozptýlené. Možno konštatovať, že charakter zárvrov v oblastiach navzájom blízko ležiacich je podobný. Vidíme teda podobnosť medzi lokalitu Berč, Miglinc, Železná brána a oblasťou Sporné a Urbársky les. Rovnako medzi oblasťou Lipová hora, Palanta a Vápenný vrch, resp. Horný les.

Tab. 2. Charakter závrtov
Tab. 2. Character of dolines

Lokalita na Jasovskej planine	Počet závrtov	Priemerná veľkosť	Priemerná hĺbka	Tvar pôdorysu	Prevládajúci smer osi závrtu
Berč, Miglinc, Železná brána	77	47 m	6 m	kruhový, elipsovity	SV – JZ, SZ – JV
Lipová hora, Palanta	37	105 m	10 m	elipsovity, nepravidelný	V – Z, SSZ – JJV, SZ – JV
Vápenný vrch	18	85 m	9 m	elipsovity, nepravidelný	V – Z, SZ – JV
Sporné a Urbársky les	13	56 m	7 m	kruhový, elipsovity	SZ – JV, SV – JZ
Horný les	26	80 m	12 m	elipsovity, nepravidelný	SZ – JV, S – J
Ostatné	33	–	–	–	–
Spolu	204				

ZÁVER

Poznanie charakteru a vývoja závrtov Jasovskej planiny je dôležité pre poznanie vývoja celého územia Slovenského krasu a krasovatenia vôbec. Dá sa povedať, že nás výskum prebieha neustále a kontinuálne. Z charakteru závrtov na tejto planine možno dedukovať, že sú silne zahlinené, čo by mohlo naznačovať pomalý zánik týchto krasových foriem. Približne 1/10 tvoria formy lievikovitého tvaru, o ktorých viaceri autorov uvažuje ako o formách mladších a aktívnych. Iba pri veľmi malom počte z nich však pozorujeme na ich dne hlatače.

Analyzovali a zmapovali sme 204 závrtov, ktoré boli na Jasovskej planine dosiaľ identifikované. Nepokladáme to však pravdepodobne za konečný počet. Lidarové záznamy, s ktorými sme výsledky porovnávali, poukazujú ešte na niekoľko nejasných depresií, ktoré je však potrebné overiť terénnym mapovaním, pretože z takýchto záznamov sa nedá určiť, o aký typ formy depresie ide. I keď existujú iba nekompletné údaje o závrtoch na ďalších planinách Slovenského krasu, už teraz vieme nami namerané parametre porovnávať. Všeobecne by sa dalo povedať, že závrtu najvýchodnejšej planiny v území sú menšie a plytšie. Aj priamo na Jasovskej planine sú pomerne veľké rozdiely v priemere a hĺbke závrtov medzi južnou a východnou časťou územia. Závrtu na východe severnej časti sú dvojnásobne väčšie (čo do priemeru). Naskytá sa otázka, či je tento rozdiel spôsobený odlišným vývojom týchto častí alebo geomorfologickými vlastnosťami týchto území. Vo viacerých starších prácach (napr. Homola, 1951) sa uvažovalo a absencii, resp. menších rozmeroch z dôvodu úzkeho tvaru južnej časti planiny a ohrianičenia zlomami. Väčšie závrtu sa nachádzajú na sklonenom reliéfe k Medzevskej pahorkatine na hranici krasu a nekrasu, a preto o niektorých podľa Jakála (1975) možno uvažovať ako o okrajových krasových formách. Na vyslovenie konkrétnych záverov je potrebné zmapovať a spracovať ďalšie planiny Slovenského krasu, aby sa údaje dali porovnavať. Podľa možností by bolo vhodné urobiť aj palynologickú analýzu alebo iné konkrétnie datovanie sedimentov Jasovskej planiny, ktoré by nám azda napovedali viac o veku týchto sedimentov.

*Podakovanie: Tento príspevok bol vypracovaný s podporou grantu VEGA 1/1251/12
Osobitosti geomorfologického vývoja východnej časti Slovenského krasu.*

LITERATÚRA

- BONDESAN, A. – MENEGHEL, M. – SAURO, U. 1992. Morfometric analysis of dolines. International Journal of Speleology, 21, 1/4, 1–55.
- HOCHMUTH, Z. 2004. Rozdiely v intenzite povrchového skrasovatenia na jednotlivých planinách Slovenského krasu. Geomorphologia slovaca, 4, 2, Bratislava, 30–35.
- HOMOLA, V. 1951. Hydrogeologicá studie Drienovecké vyvieračky v Jihoslovenskom krasu. Českoslov. kras, 4, Praha, 3–8.
- JAKÁL, J. 1975. Kras Silickej planiny. Osveta, Martin, s. 152.
- LIŠKA, M. 1994. Povrch. In: Rozložník, M. – Karasová, E. (Ed.): Chránená krajinná oblasť – biosférická rezervácia Slovenský kras. Slovenská agentúra životného prostredia, pobočka Košice, Správa CHKO – biosférickej rezervácie Slovenský kras v Brzotíne, 9–11.
- LUKNIŠ, M. 1964. Pozostatky starších povrchov zarovnávania reliéfu v Československých Karpatoch. Geografický časopis, 16, 3, Bratislava, 289–299.
- MELLO, J. – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPKO, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. – GAÁL, L. – HANZEL, V. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – SLAVKAY, M. – STEINER, A. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu. GS SR, Bratislava, 255 s.
- PETRVALSKÁ, A. 2011. Geomorfológia a kras Jasovskej planiny. Dizertačná práca, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 171 s.
- TELBITZ, T. – DRAGUŠICA, H. – NAGY, B. 2009. Doline Morphometric Analysis and Karst Morphology of Biokovo Mt (Croatia) Based on Field Observations and Digital Terrain Analysis. Hrvatski geografski glasnik, 71, 2, Zagreb, 5–22.
- TELBITZ, T. – ÁDAM, E. 2011. A Felső-hegy, a Mészkkő-tető, a Barkai- és a Szádelőifennsík Dom-borzati és Töbör-morfometriai Elemzése térinformatikai eszközökkel. Karsztfejlődés, XVI., Szombathely, 87–102.
- VLK, L. (Ed.) – BAROŇ, I. – LEŠINSKÝ, G. – NOVOTNÁ, J. – NOVOTNÝ, M. – NYERGES, A. – NYERGES, M. – ZACHAROV, M. – ZÁVIŠKA, M. – ŽÁK, K. 2001. Dolný vrch. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 143 s.

RESULTS OF MORPHOLOGICAL MAPPING OF DOLINES ON THE JASOVSKÁ PLATEAU IN THE SLOVAK KARST

S u m m a r y

The goal of our research was to conduct the geomorphological mapping and complete the information about the dolines of the Jasovská Plateau. Some dolines were identified on topographical maps with scale 1 : 10 000, others were identified on the field work basis. Together there were 204 dolines of different size registered in the studied area. Their shape, size, and traits are to certain extent determined by their location. In the western part, the group of dolines are characterised by different size, however circular or oval shape on a compact relief (with the inclination to 5°). In the eastern part (on the edge with the Medzevská Hill land) are larger, some with 100 meter diameter). They are of various shapes and asymmetry and occur on the steeper slopes. In the northern part, southern slopes of conic shaped hills are asymmetric. Typical funnel-shaped dolines occur rarely, there is none collapsed. In general we can state that the bottom of dolines is sedimental, what may imply their ageing. The slopes have maximum 40° inclination, the ones oriented on the north are moderately steeper than the others. It may result from climate conditions. The dolines are arranged to lines on dry valleys and the direction of the longest one is, in many parts, aligned with the direction and inclination of this doline.

By comparison of dolines parameters between the southern and northern parts of the Jasovská Plateau we can generally assume that dolines on the east of the northern part are twice that big in diameter and in 2 – 5 m deeper. According to some older references (f.e. Homola, 1951) dimension and character of dolines in the southern part can be affected by small width of this part and limitation by geological fault. Water cannot erode a bedrock and quickly flows through these

faults into the underground. Further research will be aimed at mapping other plateaus to compare data and realize dating of sediments by palynological or other methods. It will lead to consider other plateaus from a comparative viewpoint.

SEZÓNNÍ DYNAMIKA TEPLIT VZDUCHU V KATEŘINSKÉ JESKYNÌ

TOMÁŠ STŘEDA – JAROSLAV ROŽNOVSKÝ – HANA STŘEDOVÁ

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno, tomas.streda@chmi.cz

T. Středa, J. Rožnovský, H. Středová: *Seasonal dynamics of air temperature in Kateřinská Cave*

Abstract: Sensors Hobo U23 Pro V2 were placed at chosen places in cave interior and exterior in 2010 for temperature and humidity monitoring. Determined interior sites with significantly different temperature regime were regularly monitored by infrared thermal camera. The closest relationship between internal and external temperature (correlation coefficient 0.819) was found when exterior data series shift of 28 days. Heat convection to the cave interior due to a rock massif was recognized at several places. Two zones with significantly seasonal course of temperature were found out. These parts will be in detail monitored in the next period. Daily amplitude of air temperature strongly depends on the number of visitors in the central part of the cave. The highest observed temperature fluctuation in individual day was 0.50 °C (913 visitors). Temperature in the cave was regenerated back into a stable mode within 5 – 6 hours even at this high attendance.

Key words: cryptoclimate, cave microclimate, cave management, attendance

ÚVOD

Znalost mikroklimatických poměrů jeskyní nachází uplatnění především pro stanovení optimálních podmínek jejich ochrany, vědecky podloženého managementu včetně využití pro speleoterapii, rozšíření a ochranu jeskynní bioty, specifikaci geneze krasových území apod. Z důvodu ochrany je zvlášť důležité sledování mikroklimatického režimu ve zpřístupněných jeskyních, soustavně ovlivňovaných návštěvností a v místech, kde je to žádoucí z důvodu bezpečnosti návštěvníků a pracovníků (např. plynující jeskyně).

Průměrná teplota vzduchu v jeskyni je velmi blízko k vnější průměrné roční teplotě, vyznačuje se velmi malými sezónními a denními amplitudami (Šebela a Turk, 2011 a další) a je v rovnováze s vnitřní teplotou skalního masivu a vody. Pro formování jeskynního mikroklimatu má zásadní význam advekce tepla a vlhkosti do a z jeskynního systému vlivem proudění vzduchu (de Freitas a Littlejohn, 1987). Fernandes-Cortes et al. (2006) popisují tzv. částečný termální gradient při nižších venkovních teplotách, kdy je cirkulace omezena na nejbližší okolí vstupních prostor jeskyně a totální termální gradient při velmi nízkých venkovních teplotách (mísení mas vzduchu i ze vzdálených prostor jeskyně). Ve zpřístupněných jeskyních mají vliv na energetický tok a teplotu prostředí návštěvníci vlivem vnosů tělesného tepla a přísun tepelné energie z osvětlení jeskyně (Huppert et al., 1993; Gillieson, 1996). Kermode (1979) připisuje 3,6 % teplotních změn v jeskyni Waitomo účinkům návštěvníků a osvětlení. Villar et al. (1984) provedli několik terénních hodnocení v jeskyni Altamira (Španělsko) a výsledky ukazují, že množství tepla uvolňovaného stojícím návštěvníkem je 82 až 116 W. Při chůzi návštěvník uvolní

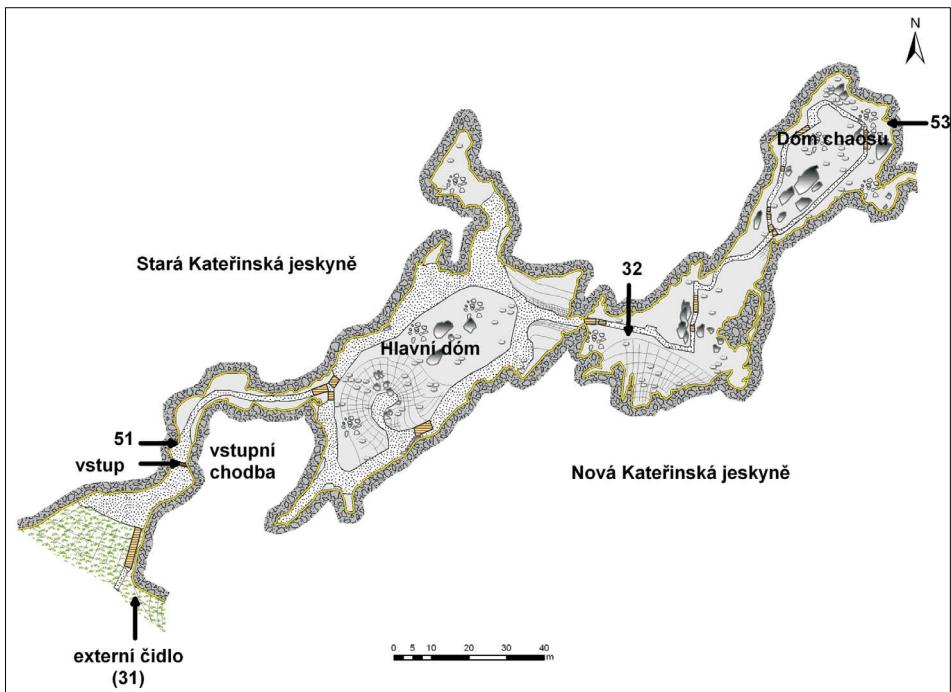
asi 170 W energie. Výsledky více autorů (Cigna a Forti, 1986; Song et al., 1999; Zhang et al., 1997 a další) ukazují, že teploty vzduchu a koncentrace CO₂ v interiéru jeskyně mají těsnou korelační závislost se vstupy návštěvníků. Po každém narušení homeostáze mikroklimatu má jeskynní systém tendenci k návratu do stabilního režimu. Při překročení únosnosti (carrying capacity), zejména v teplém období a během období s krátkými nocemi však hrozí riziko nedostatečné regenerace a nenávratných poškození prostředí, obzvlášť v těch případech, kdy nemá působící faktor lineární, ale kumulativní účinky. Calaforra et al. (2003) zjistili v Cueva del Agua de Iznalloz (Granada, Španělsko) změny teploty interiéru jeskyně již 2,5 min po vstupu návštěvníků. Teplotní paměťový efekt jeskyně při návštěvnosti 980 a 2088 návštěvníků za den uvádí 5 – 6 hod. Při permanentním zatížení 53 návštěvníků dochází v Cueva del Agua de Iznalloz ke stabilizaci teplotních podmínek po 4 – 5 hodinách.

MATERIÁL A METODY

Podle klasifikace „Klimatické oblasti ČSSR“ (Quitt, 1971) má severní část Moravského krasu, kde se nachází Kateřinská jeskyně, krátké, mírně až mírně chladné a suše až mírně suché léto. Přechodné období je zde normální až dlouhé s mírným jarem i podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá. Z pohledu mikroklimatického je monitorovaná Kateřinská jeskyně popisována (Hebelka, Piasecki, Sawiński, 2007) jako jeskyně dynamická s výměnou vzduchu přes vstupní část (dveře s průletem pro netopýry) a komíny v Hlavním dómu a Dómu chaosu mezi Suchým žlebem a náhorní rovinou „Chobot“. Jeskyně se skládá z více chodeb a třech prostorných horizontálních síní, ležících v JZ – SV směru. Celková délka všech známých chodeb dosahuje 950 metrů s denivelací přes 60 m. Prohlídkový okruh je dlouhý 430 metrů. Hlavní dóm má rozměry 96 × 25 × 15 m.

Na základě série ambulantních měření byly vymezeny zóny s největší dynamikou teplot a očekávaným nejvýraznějším vlivem návštěvníků na mikroklima Kateřinské jeskyně. Před vchodem do jeskyně, do přístupové chodby, na návštěvností nejvíce exponovaná místa v interiéru jeskyně na prohlídkové trase bylo umístěno osm vysoce přesných čidel HOBO U23 Pro V2 s dataloggerem. Podrobně hodnoceny jsou v článku výstupy z externího čidla (čidlo 31), čidla v přístupové chodbě (reprezentováno čidlem 51), čidla na návštěvností nejvíce exponovaném místě v interiéru jeskyně (čidlo 32) a čidla z nejzazšího místa jeskyně (čidlo 53) – obr. 1. K zachycení diferencí teplot vzduchu vlivem návštěvnosti registrují interiérová čidla teplotu vzduchu v minutovém kroku. Exteriérové čidlo registruje v patnáctiminutovém kroku. Hodnocené jsou patnáctiminutové průměrné hodnoty z období 1. 1. 2010 až 28. 9. 2011. Zachycena je tak stratifikace teplot vzduchu a jejich roční dynamika, včetně období s nejvyšší návštěvností.

Součástí hodnocení mikroklimatu interiéru jeskyně, zejména pro identifikaci kritických míst, je monitoring doplněn o měření povrchové teploty skalního masivu infračerveným termometrem a infračervenou termální kamerou. K měření teploty povrchu skalního masivu byl použit bezdotykový infračervený teploměr Raytek Raynger MX4 a termální kamera Fluke Ti55 IR s technologií „fusion“. Vývoj teploty vzduchu interiéru jeskyně v průběhu monitorovaného období a v závislosti na vzdálenosti od vstupu byl interpolován a znázorněn ve 2D projekci prostřednictvím programu SURFER ver. 8 (Golden Software, Inc.) – obr. 2. K interpolaci data byla použita metoda kriging. Těsnost vztahu mezi dynamikou vnitřního a vnějšího klimatu a časový posun dynamiky teplot v interiéru jeskyně ve srovnání s vývojem exteriérových teplot byly hodnoceny



Obr. 1. Poloha teplotních čidel Hobo v Kateřinské jeskyni
 Fig. 1. Position of temperature sensors Hobo in the Kateřinská Cave

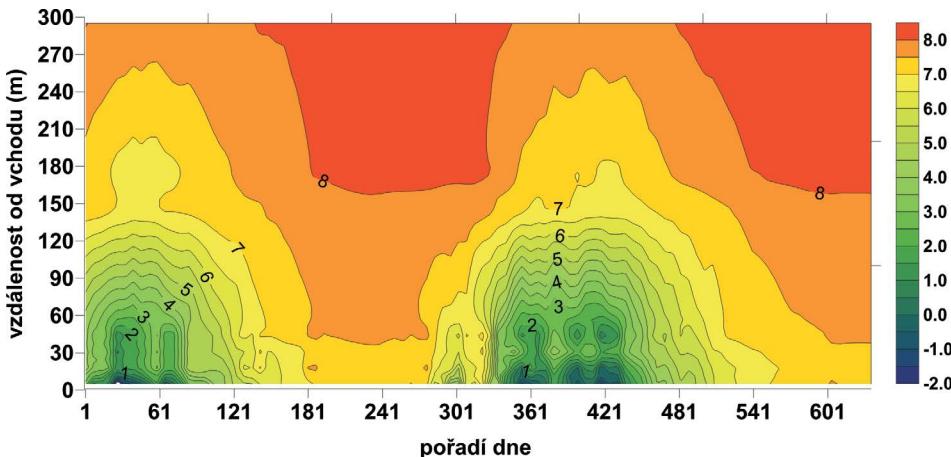
korelační analýzou a křížovou korelací v programu STATISTICA ver. 7. Grafické výstupy, histogramy četností kategorií teplot, regresní analýzy byly provedeny softwarem STATISTICA.

VÝSLEDKY

Horizontální distribuce teplot vzduchu v Kateřinské jeskyni

Teplotní dynamika interiéru Kateřinské jeskyně se pohybuje na úrovni desetin až několika stupňů Celsia. Průběh průměrné denní teploty vzduchu v celém profilu Kateřinské jeskyně během období 1. 1. 2010 – 28. 9. 2011 udává obr. 2. Pro zpracování 2 D profilu byla použita data z osmi instalovaných čidel Hobo.

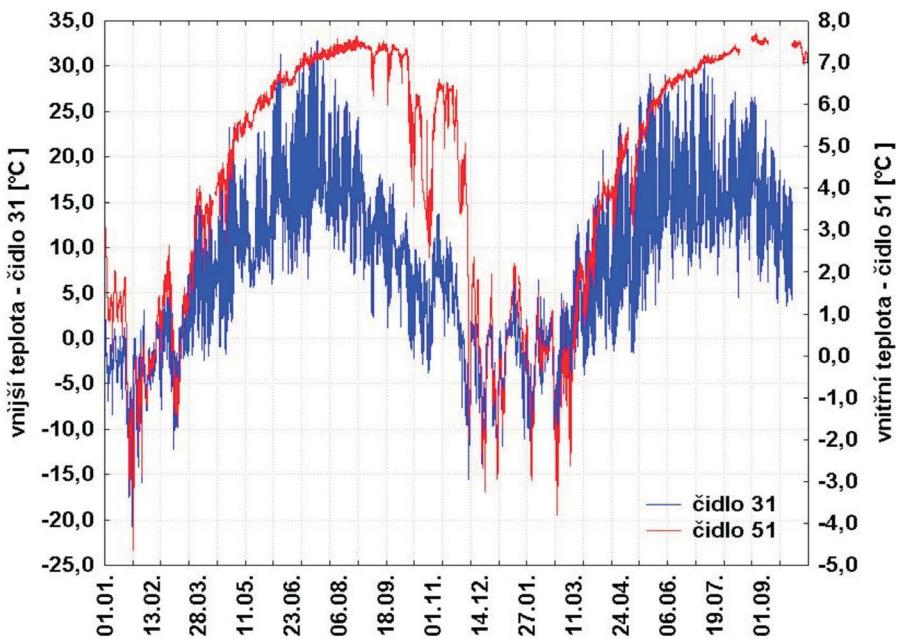
Ve vstupní chodbě, tj. do vzdálenosti cca 50 m od vstupního otvoru, je dynamika teplot nejvyšší a činí v průběhu roku v závislosti na vzdálenosti od vstupu v průměru 9°C . Ve vzdálenosti 5 m od vstupu do jeskyně (čidlo 51) byla zjištěna minimální teplota (T_{\min}) $-4,66^{\circ}\text{C}$ a maximální teplota (T_{\max} $7,69^{\circ}\text{C}$), tj. amplituda $12,35^{\circ}\text{C}$. Ve střední části vstupní chodby se projevuje vliv změny její horizontálního a vertikálního profilu. Změna rychlosti a částečně směru proudění vzduchu tak ovlivňuje stratifikaci teplot v této části jeskyně (viz. obr. 2 – leden až březen 2011, cca 30 m od vchodu). Výrazný efekt vnějšího klimatu se projevuje cca 130 metrů od vchodu. Směrem do nitra jeskyně teplotní amplituda výrazně slabne. Ve střední části Kateřinské jeskyně činí průměrná sezónní teplotní amplituda $1 - 2^{\circ}\text{C}$ (reprezentováno čidlem 32, umístěným 175 m od vchodu). T_{\max} tak v této části činí $8,57^{\circ}\text{C}$, $T_{\min} 6,56^{\circ}\text{C}$. Nejzazší část Kateřinské jeskyně (čidlo 53; 295 m od vchodu) vykazuje sezónní dynamiku max. cca $1,2^{\circ}\text{C}$ ($T_{\max} 8,81^{\circ}\text{C}$, $T_{\min} 7,59^{\circ}\text{C}$).



Obr. 2. Teplota vzduchu v Kateřinské jeskyni v závislosti na termínu a vzdálenosti od vchodu
Fig. 2. Air temperature in the Kateřinská Cave in connection with term and distance from the entrance

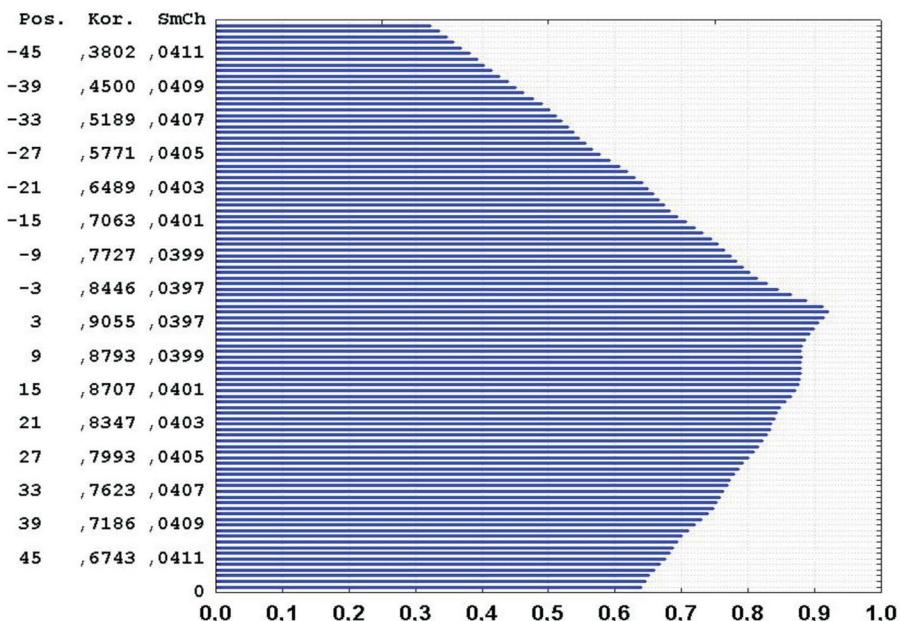
Kvantifikace vazby teploty v interiéru na vnější prostředí

Podrobný průběh teplot vzduchu ve všech hlavních částech jeskyně analyzovaný pomocí čidel HOBO je uveden na obrázcích a grafech níže. Obr. 3, 6 a 9 zachycují vždy průběh patnáctiminutových teplot monitorovaných konkrétním čidlem (51, 32 a 53), konfrontovaný s teplotou vně Kateřinské jeskyně (čidlo 31) v období od 1. 1. 2010 do 28. 9. 2011. Obr. 4, 7 a 10 znázorňují korelace mezi průměrnou denní teplotou monitorovanou konkrétním čidlem a čidlem vnějším. Graf konkrétně zachycuje korelační koeficienty tzv. křížové korelace, tj. s posunem časových řad v matici až o 50 pozic. U čidla v chodbě (tj. 51) je zřejmý silný vliv vnější teploty (vysoký korelační koeficient až 0,9). Optimální časový posun mezi vnitřní a vnější řadou teplot pro dosažení maximální těsnosti vztahu je v podstatě nulový. Směrem dovnitř Kateřinské jeskyně těsnost vazby s vnějším klimatem slabne a dochází k posunu teplotních řad až o cca 28 dnů. Nejsilnější závislost mezi vnitřní a vnější teplotou u čidla 53 (korelační koeficient 0,819 versus 0,718 bez posunu) je tak při posunu vnější řady o 28 dnů dozadu – tzn. Kateřinská jeskyně má setrvačnost v ohřívání vzduchu cca 28 dnů. Na obr. 5, 8 a 11 je nejlépe vystihující regresní funkci (polynomická kvintická funkce) a adekvátní regresní rovnici definován vztah mezi průběhem průměrných denních vnějších teplot a teplot monitorovaných patřičným čidlem. Pro čidlo 53 jsou do regresní rovnice použity jen hodnoty teplot od -7°C do $+19^{\circ}\text{C}$. Důvodem je zavádějící průběh při použití „extrémních“ hodnot mimo uvedené rozpětí. Na obr. 12 je zachycena konfrontace patnáctiminutových teplot vzduchu vně jeskyně a teplot čidla 53 po posunu řady o 28 dnů (nejvyšší shoda vnější a vnitřní teploty).



Obr. 3. Průběh patnáctiminutových teplot vzduchu vně jeskyně a teplot čidla 51

Fig. 3. Course of fifteen-minute air temperatures in front of the cave and temperatures of a sensor 51

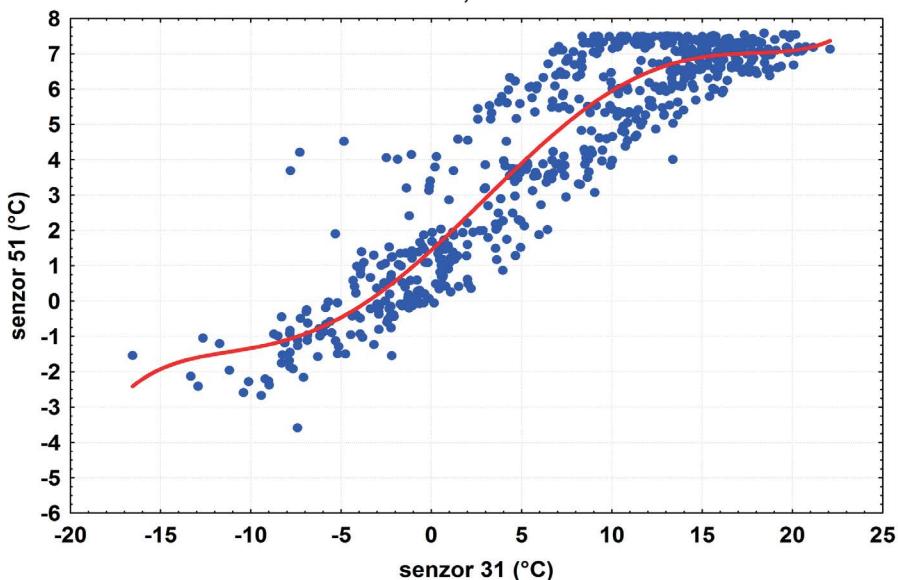


Obr. 4. Těsnost vztahu mezi vnější teplotou a teplotou čidla 51 vyjádřená křížovou korelací s posunem až o 50 pozic (dnů)

Fig. 4. Strength of relation between outer temperature and temperature of a sensor 51 expressed in cross correlation with shift of even 50 positions (days)

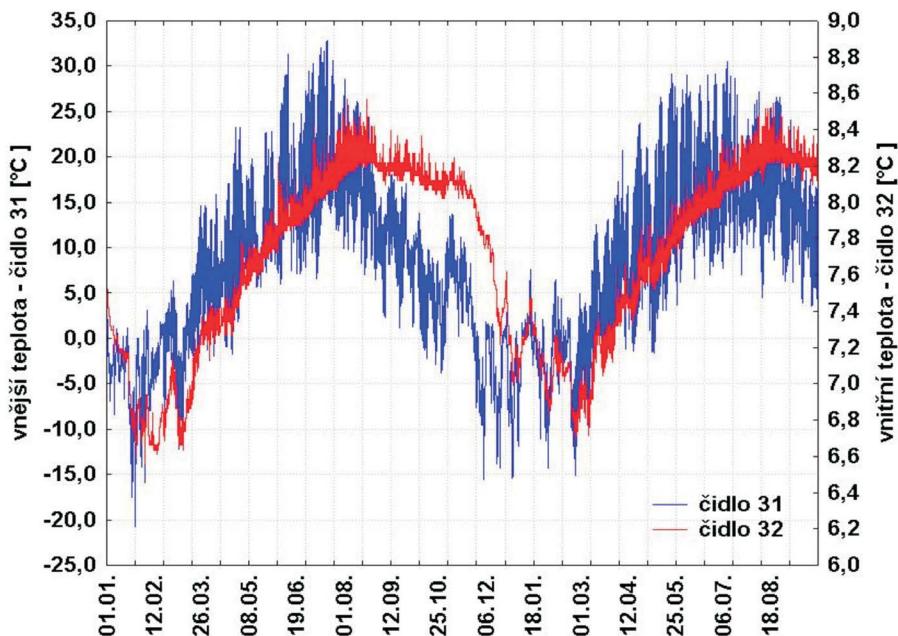
$$51 = 1,4403 + 0,465 \cdot x + 0,0119 \cdot x^2 - 0,0012 \cdot x^3 - 3,2101E-5 \cdot x^4 + 2,0015E-6 \cdot x^5$$

$$R^2 = 0,8694$$



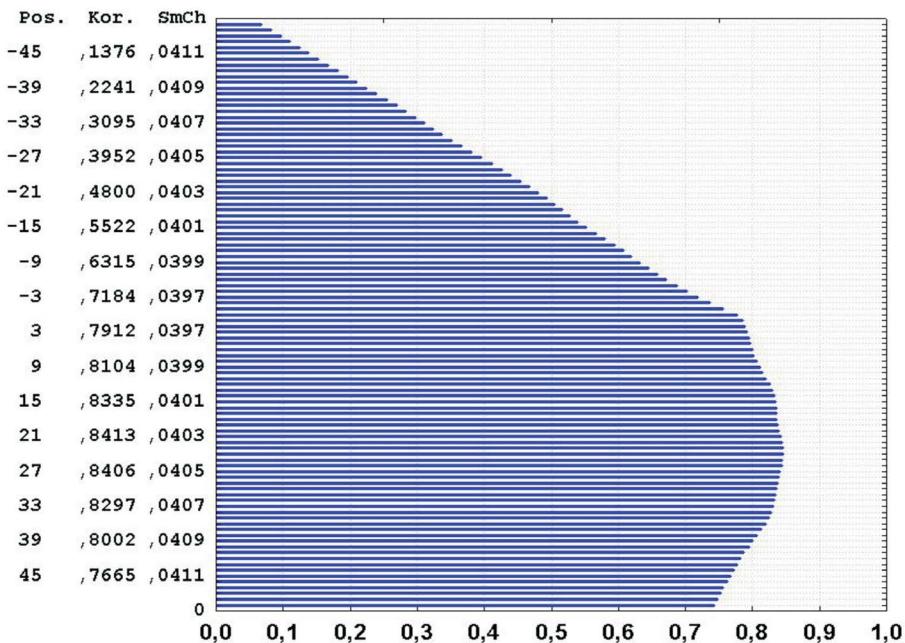
Obr. 5. Regrese vztahu mezi vnější teplotou a teplotou na čidle 51

Fig. 5. Regression of relation between outer temperature and temperature on a sensor 51



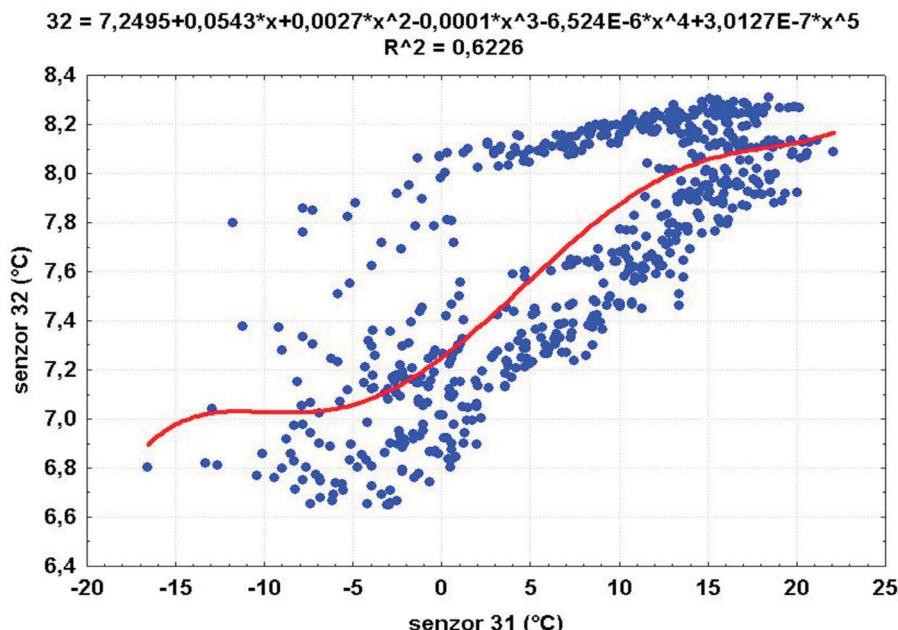
Obr. 6. Průběh patnáctiminutových teplot vzduchu vně jeskyně a teplot čidla 32

Fig. 6. Course of fifteen-minute air temperatures in front of the cave and temperatures of a sensor 32



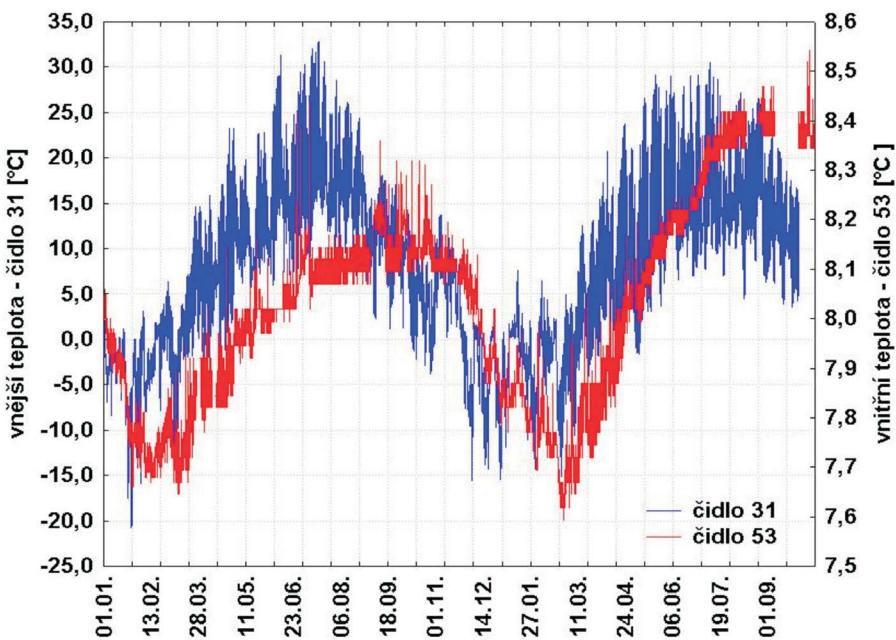
Obr. 7. Těsnost vztahu mezi vnější teplotou a teplotou čidla 32 vyjádřená křížovou korelací s posunem až o 50 pozic (dnů)

Fig. 7. Strength of relation between outer temperature and temperature of a sensor 32 expressed in cross correlation with shift of even 50 positions (days)



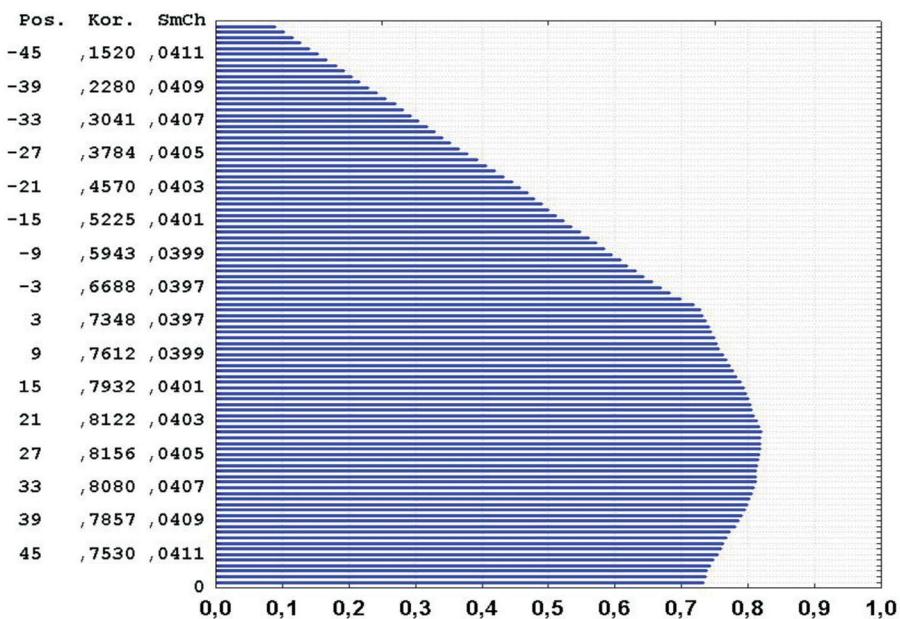
Obr. 8. Regrese vztahu mezi vnější teplotou a teplotou na čidle 32

Fig. 8. Regression of relation between outer temperature and temperature on a sensor 32



Obr. 9. Průběh patnáctiminutových teplot vzduchu vně jeskyně a teplot čidla 53

Fig. 9. Course of fifteen-minute air temperatures in front of the cave and temperatures of a sensor 53

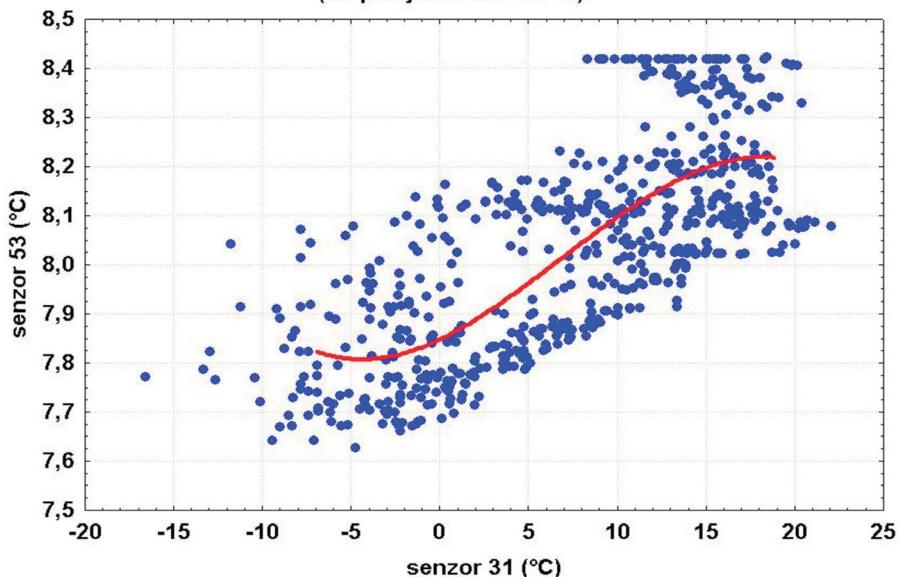


Obr. 10. Těsnost vztahu mezi vnější teplotou a teplotou čidla 53 vyjádřená křížovou korelací s posunem až o 50 pozic (dnů)

Fig. 10. Strength of relation between outer temperature and temperature of a sensor 53 expressed in cross correlation with shift of even 50 positions (days)

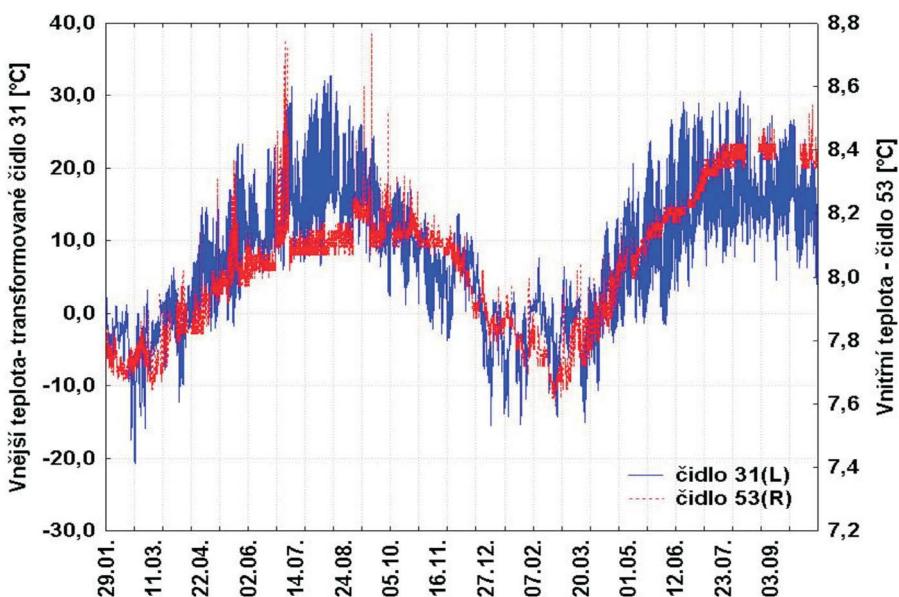
$$53 = 7,8479 + 0,0172 \cdot x + 0,0015 \cdot x^2 - 7,1824 \cdot 10^{-5} \cdot x^3$$

(rozpetí jen -7 až +19 °C)



Obr. 11. Regrese vztahu mezi vnější teplotou a teplotou na čidle 53 (vyjádřeno jen pro hodnoty v rozsahu $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Fig. 11. Regression of relation between outer temperature and temperature on a sensor 53 (expressed for temperatures in range from $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ till $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$ only)



Obr. 12. Průběh patnáctiminutových teplot vzduchu vně jeskyně a teplot čidla 53 po posunu o 28 dnů

Fig. 12. Course of fifteen-minute air temperatures in front of the cave and temperatures of a sensor 53 after shift of 28 days

Těsnost vztahu mezi teplotou měřenou jednotlivými čidly uvnitř jeskyně a čidlem vně jeskyně v jednotlivých měsících udává tab. 1. Korelována jsou všechna patnáctiminutová data v daném měsíci v období od 1. 1. 2010 do 28. 9. 2011. Zejména v zimních měsících lze změny teploty ve střední části Kateřinské jeskyně vlivem vnějších teplot vysvětlit až ze 43 % (např. březen na základě indexu determinace $r^2 = 0,430$). Zřejmá je vyšší těsnost vztahu u čidel 51 a 32 než u čidla 53. Důvodem je dislokace čidel 51 (u vchodu) a 32 v místech, kde jeskyně komunikuje s vnějším prostředím. V místě umístění čidla 32 ve střední části jeskyně (nad tzv. Kalvárií) byl tento fakt předběžně detekován termokamerou. Podrobné analýzy tohoto místa budou pokračovat.

Tab. 1. Tabulka korelačních koeficientů mezi teplotou vzduchu před Kateřinskou jeskyní a teplotou jednotlivých čidel

Tab. 1. A table of correlation coefficients between air temperature in front of the Kateřinská Cave and temperatures of individual sensors

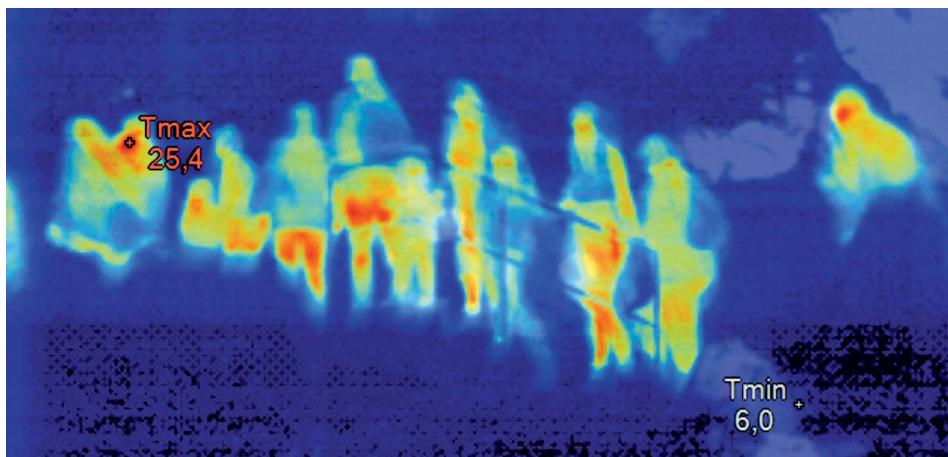
2010 – 2011	51	32	53
Leden	0,558	0,587	0,285
Únor	0,702	0,333	0,307
Březen	0,601	0,656	0,577
Duben	0,404	0,540	0,371
Květen	0,404	0,396	0,135
Červen	0,136	0,264	0,028
Červenec	0,269	0,174	0,019
Srpen	0,278	0,445	0,002
Září	0,553	0,577	0,157
Říjen	0,685	0,669	0,162
Listopad	0,698	0,840	0,097
Prosinec	0,321	0,142	0,134

Vazba teplot vzduchu v interiéru jeskyně na návštěvnost

Analýza vlivu vnější teploty vzduchu na teplotu vzduchu prokázala silnou vazbu mezi těmito veličinami. Současně však byly detekovány epizody, kdy došlo k náhlému krátkodobému vzestupu teplot. Tyto výkyvy jsou způsobeny především vlivem návštěvnosti (otevírání prostoru při vstupu návštěvníků, vnos tepla návštěvníky, ohřívání prostoru osvětlením). Vnos tepla návštěvníky je demonstrován na termovizním snímku na obr. 13.

Kateřinská jeskyně byla pro veřejnost otevřena v roce 1910. Pro návštěvníky je otevřena v období od května do září denně, od března do dubna a od října do listopadu denně mimo pondělí. Od dubna do října se provádí prohlídky po 20 minutách, maximální počet je 60 návštěvníků ve skupině. Doba běžné prohlídky je až 40 minut (podle počtu návštěvníků), a tak se při vstupech po 20 minutách mohou v jeskyních nacházet dvě skupiny návštěvníků zároveň. Od prosince do ledna je jeskyně z důvodů ochrany zimujících netopýrů pro veřejnost zcela uzavřená. Návštěvnost se od začátku roku postupně zvyšuje, graduje v měsíci srpnu, potom prudce klesá.

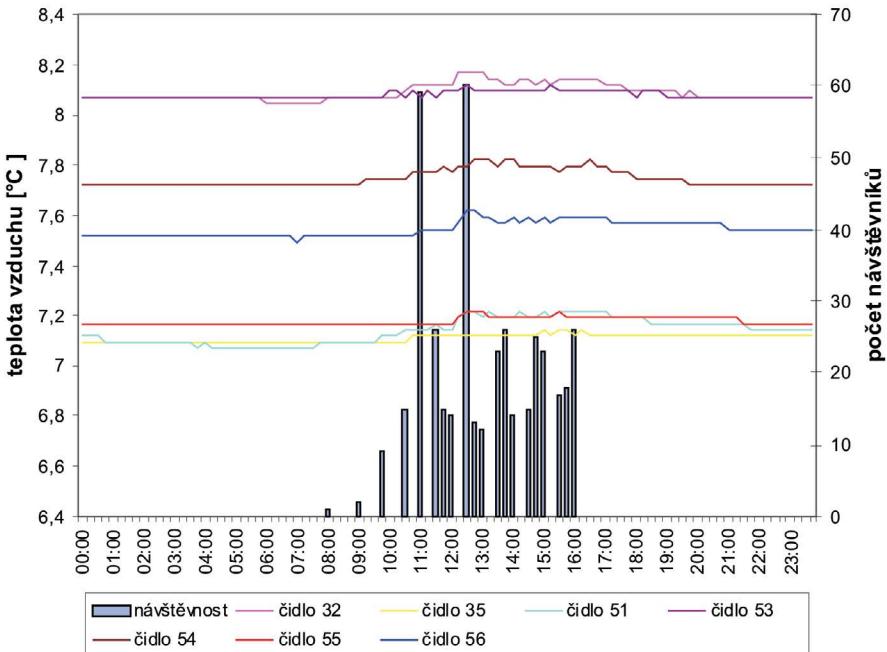
Pro kvantifikaci vlivu návštěvníků na teplotu interiéru (maximální denní amplitudu) je možno použít postup, kdy je teplotní výkyv zjištěn jako rozdíl mezi teplotou vzduchu naměřenou daným čidlem v 7:00 hodnoceného dne a teplotním maximem naměřeným stejným čidlem v následujících 24 hodinách. Předpokladem je, že do 7:00 (tj. před příchodem prvních návštěvníků) dojde v jeskyni ke stabilizaci teploty na teplotu „očištěnou“ od vlivu návštěvníků z předešlého dne. Zvýšení teploty v návštěvních hodinách porovnané z touto „základní teplotou“ umožnuje kvantifikaci vlivu návštěvníků na teplotu vzduchu v daný den. Nejvyšší takto zjištěný teplotní výkyv činil např. v roce 2010 v Kateřinské jeskyni $0,50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zjištěn byl u čidla 32 (střední část jeskyně) dne 3. 6. 2010, tj. v den s nejvyšší denní návštěvností za hodnocené období (913 návštěvníků). Je třeba také respektovat, že vliv návštěvníků se projevuje rozdílně dle výšky umístění čidla, jak ukázala analýza teplot ve vertikálním profilu měření.



Obr. 13. Termosnímek s návštěvníky v Kateřinské jeskyni
Fig. 13. A thermo-shot with visitors in the Kateřinská Cave

Vliv návštěvnosti na mikroklima Kateřinské jeskyně v roce 2011 byl vyhodnocen prostřednictvím monitoringu horizontálně umístěných čidel, která snímala teplotu vzduchu v jeskyni v minutových krocích. Jako příklad monitorování teploty vzduchu v přítomnosti návštěvníků je uveden den se střední návštěvností 16. červenec 2011 (413 návštěvníků ve 20 skupinách). Na obr. 14 a v tab. 2 je zachycen průběh teploty vzduchu na jednotlivých měřících stanovištích v Kateřinské jeskyni a návštěvnost v daný den. Návštěvnost je počet lidí ve skupině, která vstoupila do jeskyně v různý čas. Pro lepší názornost je návštěvnost zobrazena v čase vstupu do jeskyně. Teplota vzduchu na jednotlivých stanovištích na trase prohlídky vzrůstá vždy s příslušným zpožděním po začátku prohlídky podle toho, kde se právě skupina nachází.

Na základě grafického zpracování je průkazné, že teplota vzduchu v jeskyni je ovlivněna návštěvností, i když vzrostla pouze o několik desetin stupně. Podle míry změny teploty na obr. 14 je dobré patrné, kde se návštěvníci zdržovali dostatečně dlouhou dobu na to, aby dokázali předat tepelnou energii a zvýšit tak teplotu v jeskyni, a kde pouze prošli a tepelnou energii téměř nepředali. Teplota se vlivem návštěvníků nejvíce zvyšuje v blízkosti čidla 32 v „Bambusovém lesíku“, kde se návštěvníci zastavují během prohlídky dvakrát, jednou při cestě tam a následně při cestě zpět.



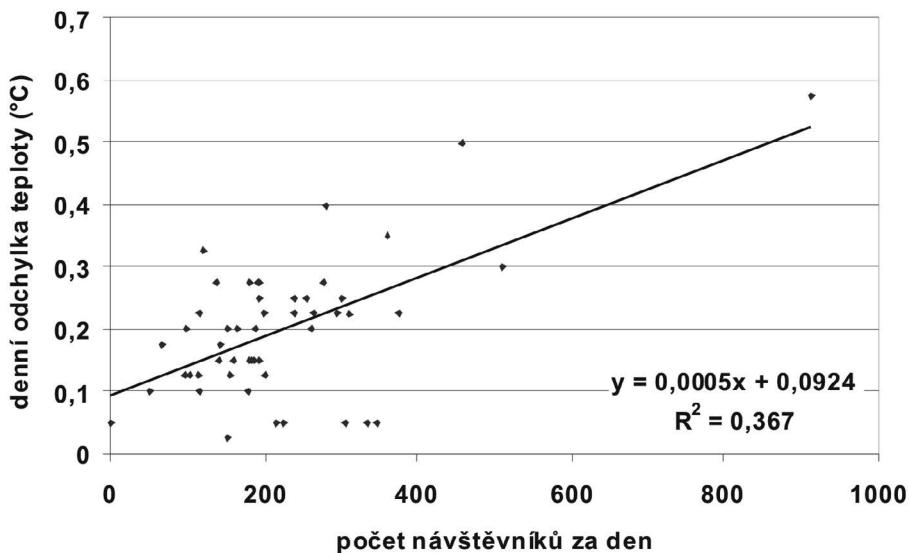
Obr. 14. Teplota vzduchu v Kateřinské jeskyni v návštěvní den (16. července 2011 – příklad)
Fig. 14. Air temperature in the Kateřinská Cave during a visit day (July 16, 2011 – example)

Tab. 2. Teplota vzduchu na měřicích stanovištích jeskyně (16. července 2011)

Tab. 2. Air temperature on measured cave locations (July 16, 2011)

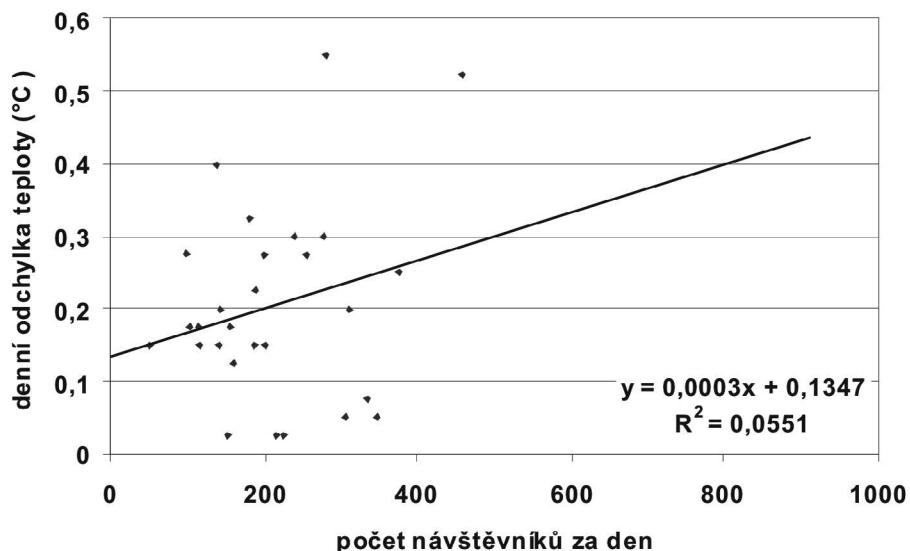
16. 7. 2011	Čid. 31	Čid. 32	Čid. 35	Čid. 51	Čid. 53	Čid. 54	Čid. 55	Čid. 56
Průměr	21,12	8,16	7,02	7,07	8,35	7,73	7,16	7,45
Min	11,17	8,09	6,99	7,02	8,32	7,67	7,09	7,39
Max	28,64	8,29	7,07	7,17	8,39	7,84	7,22	7,51
Max – min	17,47	0,19	0,08	0,15	0,08	0,17	0,13	0,12
Sm. odch.	4,80	0,05	0,02	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03

Z obr. 14 je také patrné, že v Kateřinské jeskyni se i při vysokém počtu návštěvníků (413) teploty po 5 až 6 hodinách vrátí zpět do stabilního režimu. Poslední návštěvníci opustili jeskyni v 16:30 hod a teplota vzduchu se po celé délce prohlídkové trasy ustálila do stabilního režimu kolem 22. hodiny. Časový rozestup mezi poslední prohlídkou a první prohlídkou následujícího dne je minimálně 15 hodin, což dostatečně postačí k teplotní regeneraci jeskyně.



Obr. 15. Vztah mezi počtem návštěvníků a denním výkyvem teploty ve výšce 2 m za období 25. 5. až 25. 7. 2010

Fig. 15. Relation between visitors' number and day temperature oscillation in the height of 2 m during the period from May 25 till July 27, 2010



Obr. 16. Vztah mezi počtem návštěvníků a denním výkyvem teploty ve výšce 5 m za období 25. 5. až 25. 7. 2010

Fig. 16. Relation between visitors' number and day temperature oscillation in the height of 5 m during the period from May 25 till July 27, 2010

Vliv návštěvnosti na teplotu vzduchu se odlišně projevuje v různých výškách jeskyně, což dokazuje měření teploty ve vertikálním profilu. Ani v jedné výšce však není porušena autoregulační schopnost návratu do původního teplotního stavu. Na ukázku je uvedena situace v letní turistické sezóně roku 2010. Hodnota denního výkyvu teploty v různých výškách v závislosti na počtu návštěvníků je demonstrována na obr. 15 a 16 a popsána pomocí regresních rovnic uvedených v grafech. Vliv návštěvníků se projevoval ve výšce 0,5 až 4 m. Ve větších výškách byl již zanedbatelný.

SOUHRN

Zásadní význam pro jeskynní mikroklima má advekce tepla a vlhkosti do a z jeskynního systému vlivem proudění vzduchu. Ve zpřístupněných jeskyních mají vliv na energetický tok a teplotu prostředí také návštěvníci vlivem vnosů tělesného tepla a přísun tepelné energie z osvětlení jeskyně. Na základě výsledků série ambulantních měření byly v Kateřinské jeskyni vymezeny zóny s očekávaným nejvýraznějším vlivem vnějšího klimatu a návštěvnosti na mikroklima Kateřinské jeskyně. Na vybraná místa v interiéru jeskyně a do exteriéru jeskyně byla v roce 2010 umístěna čidla HOBO U23 Pro V2 pro monitoring teploty a vlhkosti vzduchu. Čidla automaticky měří v minutovém kroku. Zachycena je tak stratifikace teploty a vlhkosti vzduchu a jejich dynamika v podrobném rozlišení. Formou ambulantních měření jsou prováděna také měření teploty povrchu skalního masívu infračerveným termometrem ve zpřístupněné části interiéru jeskyně. Pro identifikaci míst s výrazně odlišným teplotním režimem je interiér ambulantně monitorován infračervenou termokamerou. Je patrné, že průběh změn teploty vzduchu v Hlavním dómu, způsobený změnou venkovních meteorologických podmínek, je podstatně větší než změny, které jsou způsobeny návštěvností jeskyně. Ve střední části jeskyně je patrný vliv vnější teploty, způsobující teplotní změny uvnitř jeskyně až o cca 2 °C. V jedné zóně střední části jeskyně je patrné výraznější kolísání teplot. Důvodem je určitý kontakt s vnějším prostředím v tomto místě. Zjištěné výsledky potvrzují záběry z termokamery.

Teplotně nejdynamičtější část jeskyně – vstupní chodba s roční amplitudou přesahující až 12 °C (v průměru 9 °C) – vykazuje násobně vyšší dynamiku než zbývající části jeskyně. Poměrně malý prostor vstupní chodby vlivem vnějšího prostředí v zimě promrzá (minimální teplota interiéru až -4,66 °C) a v létě je výrazně ovlivňován přísunem teplého vzduchu vstupním otvorem (teplota až 7,69 °C). Nejjazší část Kateřinské jeskyně (čidlo 53, 295 m od vchodu) vykazuje sezónní dynamiku max. cca 1,2 °C (Tmax 8,81 °C, Tmin 7,59 °C). Nejsilnější závislost mezi vnitřní a vnější teplotou u čidla 53 (korelační koeficient 0,819 versus 0,718 bez posunu) byla zjištěna při posunu vnější řady o 28 dnů dozadu – tzn. Kateřinská jeskyně má setrvačnost v ohřívání vzduchu až 28 dnů.

Dále je prostor ovlivňován přísunem tepla návštěvníky a osvětlením. Statistikým hodnocením pomocí korelační analýzy byl zjištěn vysoce průkazný, resp. průkazný vztah mezi velikostí denní amplitudy vzduchu a počtem návštěvníků. Nejvyšší zjištěný teplotní výkyv během jednoho dne činil 0,50 °C. Zjištěn byl dne 3. 6. 2010, tj. v den s nejvyšší denní návštěvností za hodnocené období (913 návštěvníků). Ve stejný den byl zjištěn maximální denní výkyv i u dalších čidel (0,46 °C, 0,15 °C, 0,38 °C a 0,28 °C). Z grafů hodnotících vliv návštěvnosti na teplotní režim jeskyně je dobře patrné, že i při takto vysoké návštěvnosti se teplota Kateřinské jeskyně během 5 až 6 hodin regeneruje zpět do stabilního režimu.

Navzdory předpokladům o absenci ovlivnění teplotního režimu interiéru Kateřinské jeskyně kondukcí byly lokalizovány dvě zóny s výrazně sezonním průběhem teploty masivu. Tyto části jeskyně budou v následujícím období podrobeny podrobnému monitringu.

Poděkování: Práce vznikla za podpory projektu MŽP ČR č. SP/2D5/5/07 „Stanovení závislosti jeskynního mikroklimatu na vnějších klimatických podmínkách ve zpřístupněných jeskyních ČR“.

SEASONAL DYNAMICS OF AIR TEMPERATURE IN KATEŘINSKÁ CAVE

S u m m a r y

Sensors Hobo U23 Pro V2 were placed at chosen places in Kateřinská Cave interior and exterior in 2010 for temperature and humidity monitoring. The sensors measured in automatic mode in one minute step. Determined interior sites with significantly different temperature regime were regularly monitored by infrared thermal camera. Interior temperature changes due to changes of external temperature were more significant than that due to attendance influence. The influence of external weather condition is visible even in central part of the cave i.e. temperature shift of 2 °C. Probable reason is contact with external environment at this place. Those conclusions were confirmed by thermal images.

Entrance corridor with an annual air temperature amplitude up to 12 °C (9 °C in average) shows significantly higher dynamics than the rest of the cave. Relatively little space of the corridor is freezing in the winter (minimum interior temperature reached to -4.66 °C) and in the summer is significantly influenced by inflow of warm air (temperature up to 7.69 °C). Seasonal dynamics up about 1.2 °C ($T_{max} = 8.81^\circ\text{C}$, $T_{min} = 7.59^\circ\text{C}$) was observed in the furthest part of the cave (sensor 53, 295 m from the entrance). The closest relationship between internal and external temperature for the sensor 53 (correlation coefficient of 0.819 versus 0.718 without shift) was found when the external data series was shifted about 28 days back – i. e. temperature interior in Kateřinská Cave is up to 28 days.

Cave temperature regime is also influenced by heat supply from visitors' bodies and lighting. Correlation analysis found out significant relationship between the daily amplitude of air temperature and the number of visitors. The highest observed temperature fluctuation in individual day was 0.50 °C. It was detected on June 3rd, 2010, i.e. the day with the highest daily attendance (913 visitors). On the same day the maximum daily fluctuation of other sensors was also observed (0.46 °C, 0.15 °C, 0.38 °C and 0.28 °C). The graph clearly shows that temperature in the cave was regenerated back into a stable mode within 5 – 6 hours even at this high attendance. Heat convection to the cave interior due to a rock massif was recognized at two places. These parts will be in detail monitored in the next period.

LITERATURA

- CALAFORRA, J. M. – FERNÁNDEZ-CORTÉS, A. – SÁNCHEZ-MARTOS, F. – GIBERT, J. – PULIDO-BOSCH, A. 2003. Environmental control for determining human impact and permanent visitor capacity in a potential show cave before tourist use. *Environmental Conservation*, 30, 2, 160–167.
- CIGNA, A. A. – FORTI, P. 1986. The speleogenetic role of air flow caused by convection. 1st contribution. *International Journal of Speleology*, 15, 41–52.
- DE FREITAS, C. R. – LITTLEJOHN, R. N. 1987. Cave climate: assessment of heat and moisture exchange. *Journal of Climatology*, 7, 553–569.
- FERNANDES-CORTES, A. – CALAFORRA, J. M. – SÁNCHEZ-MARTOS, F. 2006. Spatiotemporal analysis of air conditions as a tool for the environmental management of a show cave (Cueva del Agua, Spain). *Atmospheric Environment*, 40, 7378–7394.
- GILLIESON, D. 1996. Caves: Processes, Development, Management. Blackwell, Oxford, 324 p.
- HEBELKA, J. – PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. 2007. Air exchange in the Kateřinská Cave. First contribution. *Aragonit*, 12, 136.
- HUPPERT, G. – BURRI, E. – FORTI, P. – CIGNA, A. 1993. Effects of tourist development on Caves and Karst. In Williams, P. W. (Ed.): *Karst Terrains: Environmental Changes and Human Impact*: Catena Suplement, 25, 251–268.

- KERMODE, L. O. 1979). Cave Corrosion by Tourists. *Cave Management in Australia 3. Proceedings of the 3rd Australian Conference on Cave Tourism and Management*, Mt. Gambier, South Australia, Australasian Cave and Karst Management Association, Carlton South, Victoria, 97–104.
- QUITT, E. 1982. Mikroklimatické poměry jeskyní Moravského krasu. *Československý kras*, 32, 53–65.
- SONG L. – YANG J. – LIN J. 1999. Experiment of recovering weathered speleotherm in Yaolin Cave, Tonglu, Zhejiang, China. *Geographical Research*, 6, 18, 199–205.
- ŠEBELA, S. – TURK, J. 2011. Local characteristics of Postojna Cave climate, air temperature, and pressure monitoring. *Theor Appl Climatol.*, on-line first.
- VILLAR, E.–BONET, A.–DIAZ-CANEJA, B.–FERNANDEZ, L.–GUTIERREZ, I.–QUINDOS S.–SOLANA, R. – SOTO, J. 1984. Ambient temperature variations in the hall of paintings of Altamira Cave due to the presence of visitors. *Cave Science*. 11, 2, 99–104.
- ZHANG, Q. – ZHAO, S. – ZHAO, X. 1997: CO₂ monitoring and assessment of Shihua Cave, Beijing. *Carsologica Sinica*, 12, 16, 325–331.

DYNAMIKA MIKROKLIMATU ROZSEDLINOVÝCH JESKYNÍ ČESKÉ ČÁSTI VNĚJŠÍCH ZÁPADNÍCH KARPAT (NA PŘÍKLADU VYBRANÝCH LOKALIT)

JAN LENART

Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita; Chittussiho 10, 710 00, Ostrava, Česká republika; honza.lenart@seznam.cz

J. Lenart: Dynamics of microclimate in the crevice-type caves of the northern part of Outer Western Carpathians (on the examples)

Abstract: The research of microclimate in the crevice-type caves of the northern part of Outer Western Carpathians was performed from 2007 to 2010. The main goal was to measure the temperature in chosen caves and to catch it's changes within the interaction with the surface conditions. The research relates to the forgone measurements (1977 – 1982 and 2002 – 2004) when some thermometers were placed in the caves. In the recent research we wanted to pick up an air temperature distribution in a very short time in various parts of the caves. First thermometer was placed just in the entrance part of each cave, than the last one just at the bottom. The results were compiled for the winter and summer period separately. The inside-cave temperature influences the soil temperature above the cave system, so we prepared also the exterior soil and air temperature measurement. According the results the winter inside-cave temperature establishes usually at 7 °C in the whole cave. In the summer there are much more differences. The surveyed caves belong to dynamic caves except the deepest parts which have much more static climate.

Key words: crevice-type caves, microclimate, Outer Western Carpathians, air temperature, soil temperature

ÚVOD

Pseudokrasové jeskyně patří v oblasti flyše české části Karpat k dnes již značně rozšířenému, avšak málo prozkoumanému fenoménu. Jeskyně jsou známý zejména z oblastí Lysé hory, Kněhyně, Čertova mlýna, Pusteven, Radhoště, Gírové, Velkého Stožku, Pulčína, Kopců a několika dalších lokalit. Nejdelší jeskyně Cyrilka, jejíž vchod se nachází na Pustevnách v Moravskoslezských Beskydech, dosahuje délky 520 m a je tak jednou z nejdelších pseudokrasových jeskyní v České republice (Lenart et al., 2011). Kněhyňská jeskyně se svou hloubkou 57,5 m (Wagner et al., 1990) je v současnosti jednou z nejhlubších pseudokrasových propastí České republiky a flyšových Karpat. Významnými systémy jsou Velká Ondrášova jeskyně, Jeskyně na Gírové I, Naděje, Salajka a nově také Jezevčí díra, ve které byly v roce 2009 objeveny nové prostory. Samotné jeskynní systémy jsou vázány na svahové pohyby v pískovcích karpatského flyše, zejména na tahové trhliny na hranách sesuvů a jejich nejbližším okolí. Počátek svahových pohybů je v české části flyšových Karpat dle provedených datování řazen do období raného holocénu, subboreálu a subatlantiku. (Hradecký et al., 2004) Předpokládalo se, že právě v těchto obdobích přetrvaly pro svahové pohyby vhodné klimatické podmínky, tzn. humidní prostředí s dostatkem srážkových událostí a zvýšená erozní aktivita vodních toků. Nová fakta ukazují spolu s měřením pohybu masívu terčovými měřidly v jeskyních Cyril-

ka a Kněhyňská jeskyně na pokračující recentní aktivitu svahových pohybů (Stemberk a Jánoš, 2002). Ukazuje se, že tyto pohyby a tím pádem také jeskyně, reflekují některé významné zlomy (Margielewski, 2006).

Dosavadní výzkumy se zabývaly pouze objevováním a mapováním nových prostor, historickou rešerší, sledováním populací letounů a měřením některých mikroklimatických charakteristik (Wagner et al., 1990).

Ukazuje se, že jeskyně jsou v české části flyše Karpat častějším jevem, než se původně čekalo. Z poslední doby je známo množství nově objevených či přehlížených ventarol, tavných ok a obecně míst, kde je vysoký potenciál proniknutí do podzemí. V naprosté většině převažují ve zkoumané oblasti pseudokrasové jeskyně epigenetické. Jde zejména o jeskyně rozsedlinové endogenní sesuvové, které jsou vázány na odlučné hrany recentních nebo fosilních sesuvů či na rozsedliny vznikající odsedáním svahů (Panoš, 2001). Dalšími méně častými typy jsou jeskyně suťové a vrstevní.

Mikroklima pseudokrasových jeskyní české části Vnějších Západních Karpat představuje pro tuto oblast specifický fenomén. Podzemní dutiny a průlezné jeskyně vytvářejí podmínky pro vývoj zvláštního mikroklimatického chodu, který se projevuje roční, sezónní a denní dynamikou. Tyto dynamické pochody se projevují jak v podzemí jeskyně, tak v její blízkosti na povrchu, tedy v podzemní i povrchové komponentě svahové deformace. V kontextu okolního reliéfu se vždy jedná o azonální stanoviště extrémního charakteru. Přítomnost jevu byla dokladována měřením mikroklimatických veličin, díky němuž tak můžeme usuzovat na charakter daného režimu.

Již v roce 1977, resp. 1978 započalo sledování mikroklimatu jeskyní v zájmové oblasti (Wagner et al., 1990). Ve vybraných jeskyních byly instalovány termografy pro dlouhodobé sledování teploty. Registrační přístroje byly umístěny ve významných částech největších jeskynních systémů: Kněhyňská jeskyně, jeskyně Cyrilka, Velká Ondrášova jeskyně. Výsledky ukázaly, že nejnižší teploty dosahují jeskyně na konci zimy, nejvyšší pak až na konci léta či na podzim. V zadních a nejhlbších částech některých jeskyní pravděpodobně k výměně tepla nedochází vůbec. Jsou to části jeskyní natolik vzdálené komunikaci s vnějším okolím, že ke kompenzaci teplot vůbec nedojde, neboť zpoždění je příliš velké. Jeskyně se tak nestihne v zimě před příchodem jara dostatečně ochladit, naopak v létě se nestihne před příchodem zimy dostatečně prohrát. Měření teplot v jeskyních na Kopcích u Lidečka a ve Vlčí díře a Pokladnici ve Vsetínských vrších prováděl také Baroň v letech 2002 – 2004 (Baroň et al., 2003). Registrační přístroje byly umístěny poblíž jeskynních vchodů, proto se projevuje v záznamu teploty kromě roční také sezónní a denní dynamika a teplota často klesá i pod 0°C. Je to však dáno také tím, že tyto sledované jeskyně nedosahují velkých rozměrů a tedy i teplotní dynamika v jejich jednotlivých částech je rozkolísanější a jeskyně je citlivější na vnější vývoj změn teploty. Také Baroňova měření ale potvrdila, že nejnižší teplota bývá v jeskyních na konci zimy a nejvyšší až na konci léta (Baroň et al., 2003). Poslední prací, která se zabývá mikroklimatem jediné paleodové jeskyně oblasti (Ledová jeskyně na Lukšinci), je Lenart, 2011.

Pro tři největší jeskyně (Cyrilka, Kněhyňská jeskyně, Velká Ondrášova jeskyně) a některé menší (Na Gírové I, Jezevčí díra, Ledová jeskyně) byly nyní nově vytvořeny mikroklimatické plány, vycházející z měření provedeného v rámci této práce. Samostatně tak vznikly plány letní a zimní. Účelem je ukázat teplotní variabilitu v jediný okamžik v rámci celého jeskynního systému. Prezentovaný výzkum tak přináší nové výsledky z oblasti sledování mikroklimatu vnitrojeskynního prostředí a povrchu nad

jeskyněmi (měření teploty vzduchu a teploty půdy). Mikroklimatické plány pouze ukažují existenci zvrstvení vzduchu, nesnaží se absolutizovat naměřené hodnoty.

Důležitou roli při cirkulaci vzduchu mezi jeskyní a půdou nad jeskynním prostorem hráje tzv. MSS – milieu souterrain superficiel – prostředí podzemních povrchů (Pokorný a Holec, 2009). Ve vertikální stratifikaci jde o vrstvu mezi půdním profilem a jeskyní samotnou, která je protkána sítí dutin, puklin a dalších drobných průduchů mezi klasty. Jde o prostředí člověku nedostupné, avšak pro proudění vzduchu a tedy dotaci tepla do půdního profilu hráje velmi důležitou roli (Pokorný a Holec, 2009).

LOKALITY A METODY

Jednotlivé výzkumné lokality reprezentují pseudokras flyše Západních Karpat. Snahou bylo vybrat lokality tak, aby postihly jednotlivé morfologicky výrazné případy pseudokrasu. Vybrána je tak vertikální Kněhyňská jeskyně ($D = 280$ m, $H = 57,5$ m) a horizontální Cyrilka ($D = 520$ m, $H = 16$ m). Kombinaci těchto dvou jeskyní představuje horizontálně-vertikální složitý systém Velké Ondrášovy jeskyně ($D = 217$, $H = 34,5$ m). Z biologického hlediska je velmi zajímavou lokalitou Jezevčí díra ($D = 51$ m, $H = 11$ m). Pětici doplňuje jeskyně Na Gírové I ($D = 46$ m), která nedosahuje větších rozměrů, avšak právě proto byla vybrána.

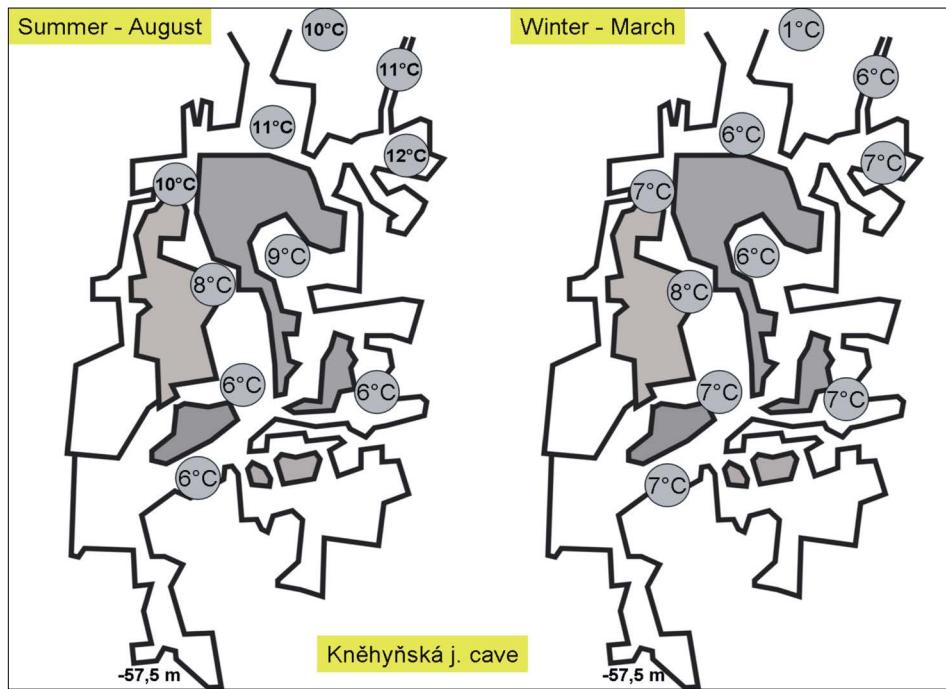
Teplota vzduchu byla měřena digitálním přístrojem Garni WS 8610 se třemi bezdrátovými čidly s odchylkou měření ± 1 °C. Teplotní čidla byla rozmištěna v různých částech jeskyně, ovšem tak, aby měření postihlo variabilitu měřené veličiny v rámci celého jeskynního systému v jediný okamžik. První čidlo bylo vždy umístěno v blízkosti vchodu, další pak v určitých vzdálenostech dále do nitra jeskyně. Poslední čidlo bylo umístěno pokud možno na dně jeskyně. Čidla byla také umisťována v rozlehлých dómech či propastňovitých prostorách, tak aby byla zastižena jejich teplotní charakteristika. Čidla byla umisťována na pevnou podložku skalního podloží, mimo dosah skapové vody.

V zimních měsících byla měřena v okolí mastných fleků a ventarol teplota půdy v různých vzdálenostech, ve standardní hloubce 5 cm (podle Tolasz, 2007). Použity byly půdní teploměry s náplní distribuované firmou Exatherm s. r. o. Po ustálení teploty byly hodnoty odečteny.

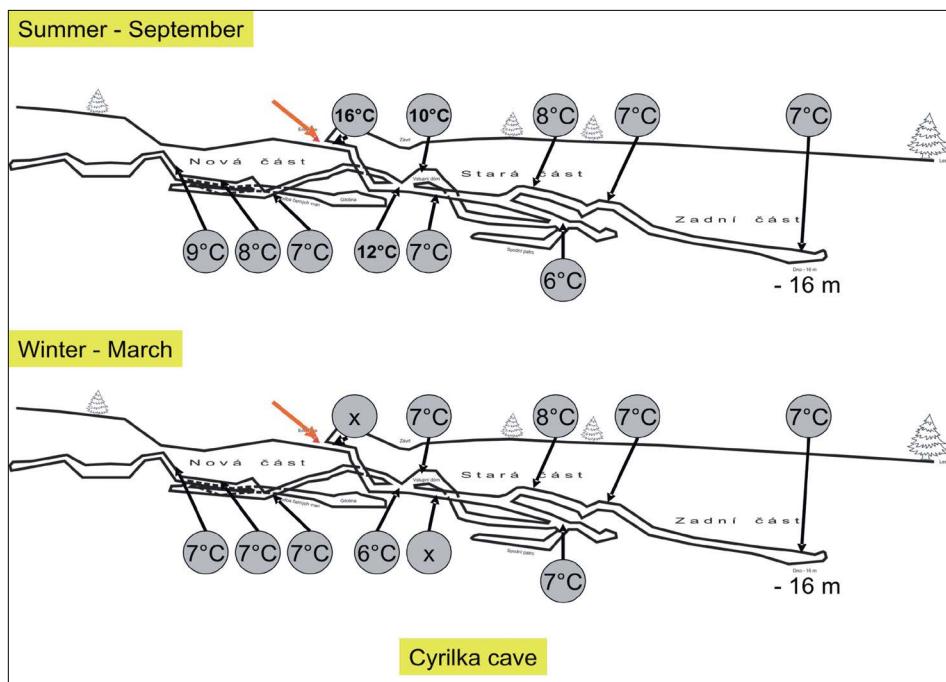
VÝSLEDKY

Na obrázku 1 jsou plány Kněhyňské jeskyně. Jde o výrazně vertikální propastňovitý rozsedlinový systém na prudkém jižním svahu v nadmořské výšce 1050 m. Jeskyně je otevřena v horní části sesuvného území a povrchově se projevuje její existence řadou zejících trhlin a skalnatým příkopem. Území nad jeskyní je kryto různověkým porostem *Fagus sylvatica*, který je doplněný mladými *Picea abies*. Ze srovnání letního a zimního měření charakteristik vyplývá typická dynamika pseudokrasového teplotního režimu. V létě je v jeskyni pozorováno typické rozložení teplot, tedy že s hloubkou teplota klezá. Rozvrstvení teploty není pozorovatelné pouze v nejníže položených částech, kde je pravděpodobné, že si jeskyně zachovává statický charakter.

Na obrázku 2 jsou plány jeskyně Cyrilka, která se nachází na mírném východním svahu v nadmořské výšce přibližně 1000 m n. m. Jde o typickou rozsedlinovou jeskyni, jejíž chodby vedou těsně pod povrchem, pouze v některých částech jsou průlezy do krátkých nižších pater, či menší propasti. Průběh jeskyně se výrazně projevuje i v povrchové morfologii vytvářením pseudozávrtů a příkopů. Jeskyně sleduje souběžně odlučnou



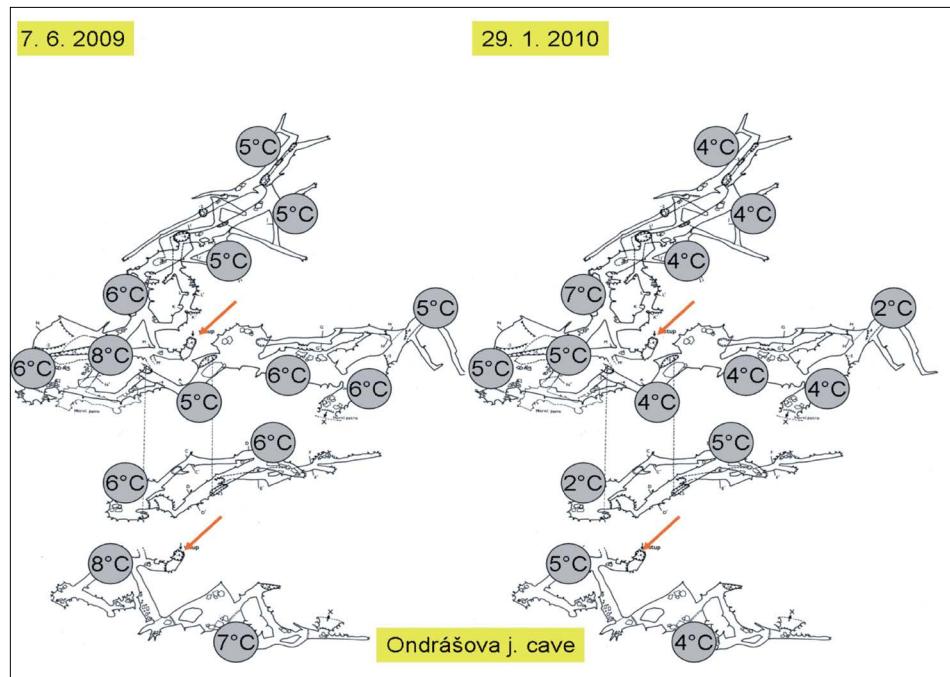
Obr. 1. Výsledky měření z Kněhyřské jeskyně
Fig. 1. Results of measurement from the Kněhyřská Cave



Obr. 2. Výsledky měření z jeskyně Cyrilka
Fig. 2. Results of measurement from the Cyrilka Cave

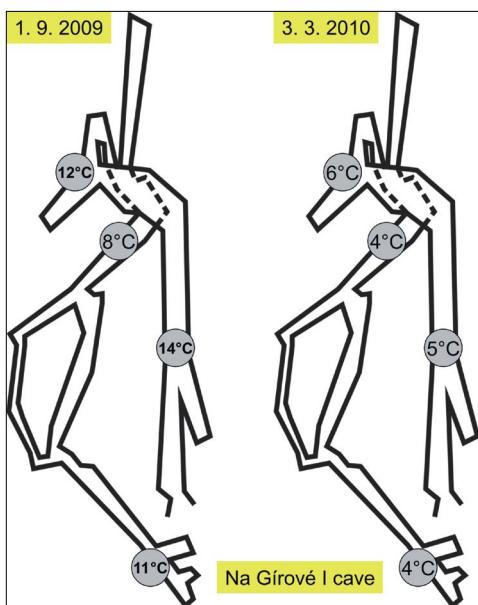
hranu sesuvu. Pokryv jeskyně tvoří smíšený rozvolněný porost, jehož kořeny dosahují na mnoha místech do vnitřních prostor jeskyně. V letním období je pozorován z jeskyně silný výstup vzduchu. Teplota je v tuto dobu v jeskyni velmi variabilní. Poblíž vchodu jsou teploty vyšší, pohybují se od 10 do 16 °C. Zadní části jeskyně mají teplotu o poznání nižší a vyrovnanější, letní variabilita zde byla pouze od 6 do 8 °C. Zajímavá teplotní stratifikace byla zachycena v Nové části Cyrilky, kde teplota rostla s přibližováním chodby k povrchu. V nejnižším místě se teplota udržovala pouze na 7 °C. V zimním období se teplota v jeskyni téměř zcela vyrovnává, proudění vzduchu ven z jeskyně ustává a teplota se v celém jeskynním prostoru pohybuje kolem 7 °C.

Na obrázku 3 jsou plány Velké Ondrášovy jeskyně. Tato jeskyně se nachází v nadmořské výšce 940 m na hřebeni Lukšinec. Vchod do jeskyně je otevřen v morfologicky velmi výrazném příkopu, který odděluje dvě skalnaté části zdvojeného hřbetu. Příkop je vyplněn sutí, ve které jsou neprůlezné dutiny a propojení se svrchním patrem jeskynního systému. Podle měření teplot je Velká Ondrášova jeskyně mezi sledovanými jeskyněmi nejchladnější jeskyní s klasickým mikroklimatickým režimem. Teploty (ač byly měřeny již v červnu) byly v létě nejvyšší právě ve svrchním patře jeskyně. Zde se pohybovaly ve Vstupním dómu kolem 8 °C. V horních patrech se teplota pohybovala ještě kolem 7 °C, avšak v propastech obou hlavních větví klesala až na 5 °C, kdy nejchladnější místo bylo zjištěno na dně levé větve: 4,8 °C. Zimní měření bylo prováděno koncem ledna a dle změřených hodnot v době, kdy ještě nedošlo v jeskyni k vyrovnání teploty. Ve svrchních patrech se teplota pohybovala kolem 5 °C, pouze ve spojovací chodbě do Pravé větve byla naměřena teplota 6,8 °C. Ve spodních patrech byla na většině stanovišť naměřena teplota 4 °C a na dvou nejnižše položených místech dokonce extrémní hodnoty 3,4 a 2 °C.



Obr. 3. Výsledky měření z Velké Ondrášovy jeskyně
Fig. 3. Results of measurement from the Velká Ondrášova Cave

Teplota půdy se ve ventarole nad jeskyní pohybují kolem 5°C , na místech menšího působení teplého vzduchu byly změny 4°C . Mimo vliv ventaroly pod sněhovou pokrývkou pak teplota půdy klesla na 0°C .



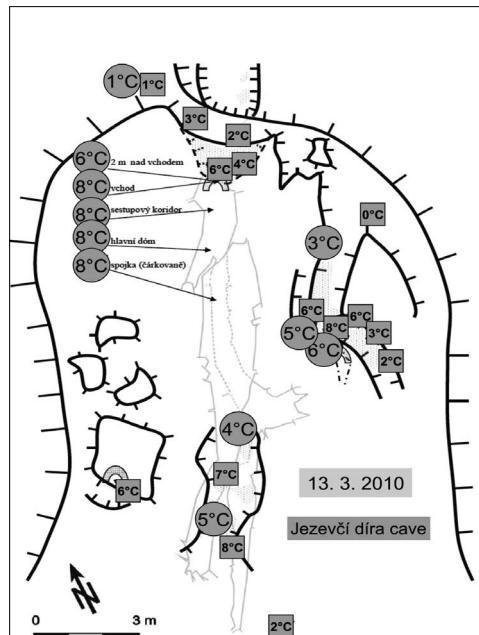
Obr. 4. Výsledky měření z jeskyně Na Gírové I
Fig. 4. Results of measurement from the Na Gírové I Cave

některé druhy živočichů, pozorovatelné ve vchodech a teplota zde v letním období dosáhla 11°C . V zimě se teploty v jeskynním profilu vyrovnávají, vnější prostředí ovlivňuje opět celou horní chodbu, proto se teplota pohybuje okolo 5°C . Spodní chodba však byla ještě chladnější, teplota zde byla naměřena $4,1^{\circ}\text{C}$ pod propastí a $3,7^{\circ}\text{C}$ v koncové části jeskyně.

Na obrázku 5 je plán jeskyně Jezevčí díra, která se nachází v severovýchodním svahu v oblasti mohutného a velmi komplikovaného sesuvu. Území je v místě jeskyně i v jeho okolí velmi rozmanité a nachází se zde spousta tvarů terénu, ať už příkopy, zející trhliny, skalní převisy, bloky, sutí apod. Oblast je cenná i výskytem rostlinných druhů. Pokryv nad jeskyní tvoří keřové a bylinné patro na sutích, v okolí roste *Abies alba*. Přímo nad jeskyní se nachází plochá skalní plošina, ve které se nachází několik propadů vyplněných sutí, kde se v zimě vytvářejí tavná oka. V pravé části plošiny je otevřená hluboká skalní trhlina s velmi silnou zimní ventarolou. Severovýchodní okraj plošiny tvoří mohutný skalní převis, pod kterým je otevřen vchod do jeskyně. Severovýchodně od převisu pak začíná již nechráněný zdvojený hřbet, jehož dno je vyplněno sutí. Zimní komplexní měření ukázalo celkovou provázanost podzemních a povrchových částí pseudokrasového geosystému. Dochází k silné komunikaci mezi podzemními a povrchovými částmi právě díky výměně vzduchových hmot. Měření teplot na konci zimy potvrdilo, že teploty jsou již v tomto středně dlouhém jeskynním systému vyrovnány. Teploměry naměřily v jeskyni teploty v rozmezí od $6,7$ do $6,9^{\circ}\text{C}$, což odpovídá časté teplotě 7°C ve sledova-

Na obrázku 4 jsou měření z jeskyně Na Gírové I. Její chodby se otevírají přímo ve skalní stěně jižní odlučné hrany mohutného sesuvu. Na povrchu je řada skalních útvarů a zřícených bloků pískovce. V okolí se nachází vchody do několika menších jeskyní. Porost tvoří mohutní jedinci *Fagus sylvatica*, jejichž kořenový systém proniká na několika místech do jeskyně. Byly zde pozorovány klínovitě zahnuté kořeny jako známka tlaku horniny na ně a tedy pohybu rozsedliny. Letní měření rozděluje jeskyni na dvě mikroklimaticky odlišná patra. Horní patro, které je z větší části osvětlené a v létě bývá suché, je ovlivňováno venkovním prostředím do značné míry. Teploty se pohybovaly ve výrazně kladných hodnotách v rozmezí od 12 do 14°C . Nejhladnějším místem je dno propasti, která vede do spodního patra. Zde byla naměřena teplota pouze $8,5^{\circ}\text{C}$. Závěr jeskyně komunikuje s vnějším prostředím, neboť se zde vyskytuje

ných jeskyních. Ve stanici Lysá hora byla ve stejnou dobu naměřena teplota $-5,4^{\circ}\text{C}$, venkovní podmínky byly tedy o poznání chladnější, což se potvrdilo již ve skalním převisu, kde již ve výšce 2 m nad vstupem byla teplota o 1 stupeň nižší, tedy $5,9^{\circ}\text{C}$. Zhruba 6 m od vchodu, mimo zjevné působení ventarol, byla naměřena teplota vzduchu pouhých $0,5^{\circ}\text{C}$. Tím by mohl výčet měření skončit, ale pseudokrasový systém působí také skrz průduchy a zejména trhliny na povrchu skalní plošiny. Zde byly v tavných okách naměřeny teploty $4,1$ a $5,1^{\circ}\text{C}$. Nejjazímatějším místem je ovšem skalní trhlina v pravé části skalní plošiny. Tato kolem 3 m hluboká rozsedlina ústí na dně do neprůlezné skalní dutiny, odkud v zimě vystupuje velmi teplý vzduch z Jezevčí díry. V mohutné ventrole jsou často pozorovány výstupy vodní páry. Také zde byla naměřena teplota $6,3^{\circ}\text{C}$. Již $0,5$ m vedle dutiny se teplota snížila na $4,9^{\circ}\text{C}$ a o dalších 5 m dále směrem do vyklínění trhliny se teplota snížila až na $1,3^{\circ}\text{C}$. Můžeme zde pozorovat gradient až 8°C na velmi krátké vzdálenosti, v době silných mrazů se gradient ještě zvětšuje. Systém výměny vzduchu ovlivňuje také půdu a půdní horizonty. Měření teploty půdy je na obrázku 5 vyznačeno čtverci. Zatímco zcela mimo sledované území byly naměřeny teploty půdy pod sněhovou pokrývkou $1,5^{\circ}\text{C}$, $0,5^{\circ}\text{C}$ a $0,0^{\circ}\text{C}$, v částech před vchodem jeskyně to bylo už $2,0$ a $2,5^{\circ}\text{C}$, pod skalním převisem pak $4,0$ a $5,5^{\circ}\text{C}$ a v místě tavných ok nad jeskyní, kde sněhová pokrývka zcela chyběla, se teplota půdy pohybovala od $7,0$ do $8,0^{\circ}\text{C}$. V místě skalní trhliny byly naměřeny zdaleka největší gradienty na pouhých několika metrech. Na dně trhliny byly naměřeny hodnoty $7,5$ a $6,0^{\circ}\text{C}$. V jižním vyklínění trhliny pak teplota půdy klesá s každým metrem v pořadí $5,5^{\circ}\text{C}$, $3,0^{\circ}\text{C}$ a 2°C . Gradient teploty půdy byl naměřen až 8°C na 7 délkových metrech.



Obr. 5. Výsledky měření z Jezevčí díry

Fig. 5. Results of measurement from the Jezevčí díra Cave

ZÁVĚR

Teplota ve sledovaných jeskyních je variabilní a v průběhu roku se mění. Mezi jednotlivými částmi jeskyní a jeskyní a vnějším okolím probíhají teplotní změny v závislosti na změnách teploty vnějšího prostředí. Byla zachycena část či spíše okamžik ročního teplotního cyklu v jeskynním profilu, kdy se v letním období jeskynní vzduch ohřívá od vchodu do hloubky, tedy od venkovního vzduchu. Na dnech jeskyní pak zůstávají jezera chladného vzduchu, které se jen obtížně a pomalu oteploví. Byla zachycena také část či spíše okamžik ročního teplotního cyklu v jeskynním profilu, kdy se v zimním období teplota v celém profilu jeskyně vyrovnává a ustahuje na hodnotě kolísající kolem 7°C . Pseudokrasový geosystém ovlivňuje prostřednictvím ventarol a tavných ok teplotu půdy a vzduchu nad jeskyní a v jejím bezprostředním okolí. Všechny

sledované jeskyně jsou jeskyněmi dynamickými. Výjimku mohou tvořit nejvzdálenější části Cyrilky a nejhlbší části Kněhyňské jeskyně.

DYNAMICS OF MICROCLIMATE IN THE CREVICE-TYPE CAVES OF THE NORTHERN PART OF OUTER WESTERN CARPATHIANS (ON THE EXAMPLES)

S u m m a r y

There were 5 caves microclimatally investigated. Digital thermometers were placed into the caves and the temperature was measured during a very short time. The results were compiled for the winter and summer period separately. The inside-cave temperature influences the soil temperature above the cave system, so we prepared also the exterior soil and air temperature measurement. According to the results the winter inside-cave temperature stabilizes usually at 7 °C in the whole cave. In the summer there are much more differences. The surveyed caves belong to dynamic caves except the deepest parts of Kněhyňská and Cyrilka cave which have much more static climate.

LITERATURA

- BAROŇ, I. – CÍLEK, V. – MELICHAR, R. 2003. Pseudokrasové jeskyně jako indikátory svahových pohybů. Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2002. Brno, 84–88.
- HRADECKÝ, J. – PÁNEK, T. – BRŽÍZOVÁ, E. 2004. Geomorfologie a stáří vybraných svahových deformací Slezských Beskyd a Jablunkovské brázdy. Geografie – Sborník České geografické společnosti, 4, 289–303.
- LENART, J. – PÁNEK, T. – TÁBOŘÍK, P. 2011. Geoelectric survey of Cyrilka cave site (Moravian-Silesian Beskydy Mts., Czech republic): electromagnetic methods (2+3D ERT, GPR) and direct inside-cave mapping comparison. Book of Abstracts: Carpatho-Balkan-Conference on Geomorphology. Ostrava: University of Ostrava, Faculty of Science, 39–40.
- LENART, J. 2011. Příspěvek k poznání mikroklimatu Ledové jeskyně na Lukšinci v Moravskoslezských Beskydech. Speleofórum, 30, 39–42.
- MARGIELEWSKI, W. 2006. Structural control and types of movements of rock mass in anisotropic rocks: Case studies in the Polish Flysh Carpathians. Geomorphology, 77, 47–68.
- PANOŠ, V. 2001. Karsologická a speleologická terminologie: Výkladový slovník s ekvivalenty ve slovenštině a jednacích jazycích Mezinárodní speleologické unie (UNESCO). Žilina, 355 s.
- POKORNÝ, R. – HOLEC, M. 2009. Jeskyně Ústeckého kraje: Nekrasové podzemní objekty ve třetihorních vulkanitech, jejich původ, charakteristiky a biota. Praha, 278 s.
- STEMBERK, J. – JÁNOŠ, V. 2002. Svahové deformace na Radhošťském hřebenu v Moravskoslezských Beskydech, mapové listy 25-23-09 a 25-23-10 v měřítku 1 : 10 000. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002. 104–106.
- TOLASZ, R. 2007. Atlas podnebí Česka. Praha: Český hydrometeorologický ústav; Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 255 s.
- WAGNER, J. – DEMEK, J. – STRÁNÍK, Z. 1990. Jeskyně Moravskoslezských Beskyd a okolí. Praha: Česká speleologická společnost, 131 s.

VÝSLEDKY MONITORINGU MIKROSKOPICKÝCH HUB VE ZPŘÍSTUPNĚNÝCH JESKYNÍCH ČESKÉ REPUBLIKY

ALENA NOVÁKOVÁ

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

A. Nováková: Results of the monitoring of microscopic fungi in show caves of the Czech Republic

Abstract: Monitoring was focused on microscopic fungi in cave air, sediments and other substrates in show caves of the Czech Republic. During these studies, differences in CFU counts were found among monitoring sites, caves, and years. Somewhat higher CFU counts were estimated in any monitoring sites, some of them were affected by tourist visits or other human activities in caves.

Key words: air-borne microfungi, show caves, Czech Republic

ÚVOD

Jeskyně představují velice unikátní a specifické prostředí co se týká klimatických poměrů, ale i osídlení jeskynních prostor mikroorganismy. Zpřístupněním jeskyní pro veřejnost dochází k velmi podstatným změnám a pravidelnými turistickými návštěvami může být jeskynní prostředí negativně ovlivňováno, změny klimatických podmínek mohou vést mapř. k postupnému narušování krápníkové výzdoby. Mikroskopické houby jsou velice významnou součástí jeskynní mikrobioty a vzhledem k jejich všudypřítomnosti i vazbě některých druhů na jeskynní prostředí i velice vhodným indikátorem změn jeskynního prostředí činností člověka. Cílem monitoringu mikroskopických hub bylo studium mikromycet v jeskynním ovzduší a sedimentech turisticky zpřístupněných jeskyní a zjištění vlivu turistických návštěv a dalších lidských aktivit v jeskyních na společenstvo mikroskopických hub.

V této práci jsou uvedeny hlavně výsledky týkající se kvantitativního zastoupení mikroskopických hub v ovzduší.

CHARAKTERISTIKA JESKYNÍ

V České republice je v současné době pro veřejnost zpřístupněno 14 jeskyní, přičemž s výjimkou dvou jeskyní (Punkvní jeskyně a jeskyně Výpustek) je provoz jeskyní v zimním období víceméně na několik měsíců omezen nebo uzavřen. Následující informace o jeskyních jsou čerpány z webových stránek Správy jeskyní ČR, z Ročenky Správy jeskyní ČR (Šimečková, 2010, 2011) a z publikace „Jeskyně České republiky“ (Zajíček, 2011).

Koněpruské jeskyně leží ve středních Čechách 7 km jižně od Berouna v chráněném území CHKO Český kras nedaleko hradů Křivoklát a Karlštejn. Objeveny byly v roce 1950 a pro veřejnost zpřístupněny roku 1959. Koněpruské jeskyně jsou nejdelším pod-

zemním krasovým systémem v Čechách (celková délka 2050 m, zpřístupněno 620 m, výškové rozpětí 70 m). Labyrint chodeb, dómu a propastí je tvořen pod vrchem Zlatý kůň ve třech patrech, přičemž střední a horní patro je zpřístupněno veřejnosti. Jeskyně jsou vytvořeny v suchomastných a koněpruských vápencích. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 94 258, teplota v jeskyni je 9 – 10,5 °C.

Bozkovské dolomitové jeskyně leží na severním okraji obce Bozkov ve svahu plošiny Na Vápenci. Jsou nejdelšími dolomitovými jeskyněmi v České republice (celková délka je 1060 m, zpřístupněno 350 m, výškové rozpětí 43 m). Vznikly silnou korozivní činností podzemní vody v čočkovitém tělese vápnitých dolomitů, metamorfovaných a místy silně prokřemenělých. Tvoří dva poměrně samostatné systémy jeskynních chodeb a síní, které byly při zpřístupňování propojeny průkopy a dlouhou štolou. V nejnižších částech jsou trvale zaplaveny vodou vytvářející podzemní jezera, největší v Čechách. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 73 977, teplota v jeskyni je 7,5 – 9 °C.

Chýnovská jeskyně je nejrozsáhlejším podzemním krasovým systémem jižních Čech (celková délka jeskyně je 1400 m, zpřístupněno 280 m, výškové rozpětí 74 m). Byla objevena roku 1863 při práci v lomu. Roku 1868 se po úpravách stala první turisticky zpřístupněnou jeskyní na území České republiky. Chýnovská jeskyně byla postupně vytvářena rozšiřováním puklin korozí, přičemž na charakteru chodeb se zároveň podílela proudící a výmolná činnost vod. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 37 966, teplota v jeskyni je 5 – 9 °C.

Zbrašovské aragonitové jeskyně jsou součástí Hranického krasu, leží v malebném údolí řeky Bečvy v lázních Teplicích nad Bečvou. Jde o jedinečný jeskynní systém evropského významu (celková délka je 1240 m, zpřístupněno 375 m, výškové rozpětí 55 m) vzniklý současným působením atmosférických vod a teplých minerálních vod vystupujících z velkých hloubek ve vápencích. Horní části jeskyní byly modelovány povrchovými vodami, spodní úrovňě nesou známky hydrotermálních krasových procesů. V neodvětrávaných částech jeskyní jsou stálá plynová jezera oxidu uhličitého. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 53 400, teplota v jeskyni je 14 °C.

Jeskyně Na Špičáku je nejstarší písemně doložená jeskyně ve střední Evropě, leží nedaleko obce Supíkovice a je vytvořena v krystalických vápencích (celková délka je 410 m, zpřístupněno 220 m, výškové rozpětí 10 m). Jeskynní chodby mají typický srdcovitý tvar. Jeskyně je významným zimovištěm netopýrů. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 16 128, teplota v jeskyni je 7 – 9 °C.

Jeskyně na Pomezí jsou největším zpřístupněným jeskynním systémem v České republice vzniklým rozpouštěním mramoru, tj. krystalického vápence (celková délka je 1320 m, zpřístupněno 410 m, výškové rozpětí 47 m). Vyznačují se úzkými, místy vysockými chodbami, které se v místech křížení rozšiřují v menší dómy. Pro tyto jeskyně jsou typické nátekové útvary vytvářející kaskády a mohutné členité krápníky. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 16 128, teplota v jeskyni je 7 – 9 °C.

Javoříčské jeskyně jsou součástí Javoříčského krasu, tvořeného devonskými vápenci. Podzemní systém Javoříčských jeskyní vytváří komplikovaný komplex chodeb, dómu a propastí, na jejich vývoji se podílel potok Špraněk (celková délka je 4000 m, zpřístupněno 790 m, výškové rozpětí 108 m). Podstatná část jeskyní byla objevena již v roce 1938. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 44 654, teplota v jeskyni je 7 – 8 °C.

Mladečské jeskyně se nacházejí v chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví. Složitý labyrint puklinových chodeb a dómů je vytvořen ve vápencovém vrchu Třesín (celková délka je 1250 m, zpřístupněno 330 m, výškové rozpětí 30 m), objeveny byly v roce 1826. Podzemní prostory jsou bohatě zdobeny krápníky a sintrovými náteky, známa je řada archeologických nálezů z jeskynních prostor svědčící o jejich osídlení. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 19 087, teplota v jeskyni je 7 – 9 °C.

Jeskyně Na Turoldu leží v přírodní rezervaci vrch Turold na okraji města Mikulova a spolu s jeskyní Liščí díra tvoří 2,5 km dlouhý labyrint chodeb. Na rozdíl od ostatních zpřístupněných jeskyní vznikla na zlomech a puklinách ve vápencích druhohorního stáří, postižených mladým alpínským vrásněním (celková délka je 2800 m, zpřístupněno 140 m, výškové rozpětí 74 m). Několikapatrový jeskynní systém je pravděpodobně pokračováním Turoldovy jeskyně, která byla zničena odtěžením v 1873 – 1934. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 24 998, teplota v jeskyni je 7 – 9 °C.

Punkevní jeskyně leží v severní části Moravského krasu v kaňonu Pustého žlebu, v národní přírodní rezervaci Vývěry Punkvy. Jeskyně patří mezi nejvíce navštěvované jeskyně České republiky (celková délka jeskyní je 4050 m, zpřístupněno 1290 m, výškové rozpětí 190 m). Suchá část byla zpřístupněna již v roce 1909 a v roce 1914 byla suchá část jeskyně s propastí Macochou. V roce 1933 byl zahájen provoz v dnešním rozsahu, tj. prohlídka v suché části jeskyně na dno Macochy a odtud po motorových člunech se zastávkou v Masarykově domu k vývěru Punkvy. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 207 702, teplota v jeskyni je 7 – 8 °C.

Kateřinská jeskyně se nachází nedaleko turistického centra na Skalním mlýně. Vchod do Kateřinské jeskyně se nachází v hlubokém kaňonu Suchého žlebu (celková délka je 950 m, zpřístupněno 420 m, výškové rozpětí 63 m). Jeskyně je významnou paleontologickou a archeologickou lokalitou. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 51 390, teplota v jeskyni je 7 – 8 °C.

Jeskyně Balcarka se nachází v malebném krasovém žlebu nedaleko obce Ostrov u Macochy v severní části Moravského krasu, otevřena pro veřejnost byla v 1925 (celková délka je 1150 m, zpřístupněno 650 m, výškové rozpětí 40 m). Podzemní bludiště chodeb, puklin a dómů je vytvořeno ve dvou patrech. Vstupní portál jeskyně je významnou paleontologickou a archeologickou lokalitou. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 32 227, teplota v jeskyni je 7 – 8 °C.

Sloupsko-šošůvské jeskyně ležící na severním okraji Moravského krasu u městečka Sloup tvoří rozsáhlý komplex domů, chodeb a podzemních propastí vytvořený ve dvou patrech (celková délka je 4890 m, zpřístupněno 1930 m, výškové rozpětí 98 m). Jeskyně jsou součástí nejdelší jeskynní soustavy v České republice, Amatérské jeskyně, se kterou jsou propojeny podzemním tokem Sloupského potoka. Jeskyně je významným nalezištěm kostér jeskynní fauny (medvědi, lvi, hyeny). Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 50 671, teplota v jeskyni je 7 – 8 °C.

Jeskyně Výpustek patří mezi nejvýznamnější jeskynní systémy Moravského krasu (celková délka je 2000 m, zpřístupněno 550 m, výškové rozpětí 55 m). Nachází se ve střední části Moravského krasu a byla vytvořena ponornou a erozní činností Křtinského potoka. Má bohatou a z velké části i smutnou historii. Těžili se zde fosfáty, ve 30. letech minulého století převzala jeskyni Československá armáda (muniční sklad), za druhé světové

války zde Němci zbudovali továrnu a během 60. let minulého století zde byl vybudován protiatomový kryt. Průměrná návštěvnost v 2006 – 2010 byla 23 256, teplota v jeskyni je 7 – 8 °C.

MATERIÁL A METODY

Monitoring mikroskopických hub ve zpřístupněných jeskyních byl zaměřen hlavně na studium kvantitativního zastoupení a druhového složení mikromycet v ovzduší a v jeskynním sedimentu, a dále na zjištění výskytu mikromycet v dalších substrátech, jako např. netopýřím guánu, exkrementech živočichů, na hmyzu apod. Cílem studia bylo zjistit případné rozdíly v zastoupení mikromycet v jeskynních prostorách s různou antropogenní zátěží. V každé jeskyni proto byla vybrána monitorovací místa přímo na trase, kterou pravidelně prochází turisté, a dále, pokud to bylo možné, srovnávací místa v nepřístupných prostorách jeskyní. Odběry byly prováděny vždy na jaře a na podzim v letech 2009 a 2010.

Mikromycety v ovzduší (air-borne fungi) byly izolovány pomocí sedimentační metody (Buttner and Stetzenbach, 1991). Doba expozice byla minimálně 20 minut, ve většině případů byla delší a odpovídala době pobytu v jeskyni – misky byly exponovány na vybraných stanovištích. Pro izolaci byly používány 9 cm plastové Petriho misky s DRBC (Dichloran rose Bengal chloramphenicol agar) (Atlas, 2010), vždy 3 Petriho misky pro každé odběrové místo. Kultivace probíhala za standardních podmínek (25 °C ve tmě) po dobu 10 dní. Poté byly všechny narostlé kolonie odečteny a vypočtené hodnoty CFU (colony forming units) byly přepočteny na m³ vzduchu (Řepová, 1986). Izolované kmeny byly uchovávány na sladinovém agaru ve zkumavkách při 4 °C. Pro porovnání byly studovány i mikromycety ve venkovním ovzduší.

Pokud to bylo možné, vzorky jeskynního sedimentu byly odebírány ze stejných monitorovacích míst a případně z dalších míst v jeskyních – a dále byl odebírán vzorek půdy v blízkosti jeskynního vchodu. Sediment i půda byly odebírány vždy z několika (3 – 5) míst každého stanoviště a promícháním byl vytvořen směsný vzorek, ze kterého byl odebírána vzorek pro izolaci. Izolace probíhala pomocí zředovací plotnové metody, ředění 10⁴ (Garrett, 1991), jako izolační média byly používány DRBC, zředěný sladinový agar s bengálskou červení a Sabouraudův agar s bengálskou červení (Atlas, 2010) – pro všechny agary byla použita 3 opakování. Kultivace probíhala 10 dní ve tmě při teplotě 25 °C. Narostlé kolonie byly odečteny a byly vypočteny počty CFU (colony forming units) v 1 g suchého substrátu a všechny odlišné kolonie odočkovány a uchovány v chladu pro determinaci. Dvě Petriho misky z každé varianty jeskynních sedimentů (1x DRBC, 1x sladinový agar) byly kultivovány po dobu 3 měsíců při teplotě 5 °C pro případnou izolaci *Geomycetes destructans* (původce WNS – white nouse syndrom, syndrom bílého nosu).

Ve všech jeskyních, pokud se na zvolených stanovištích či na dalších místech v jeskyni vyskytovaly netopýří exkrementy (dropinky) nebo netopýří guáno, byly odebírány i tyto vzorky, stejně tak i viditelné nárosty mikromycetů na sedimentu nebo na organickém materiálu – hlavně na exkrementech různých návštěvníků jeskyní (kuna, plch), hmyzu, pavoucích. Tyto vzorky byly zpracovávány také pomocí plotnové zředovací metody nebo pomocí přímé izolace odpíchnutím malého množství porostlého substrátu nebo přímo části kolonie na agarové médium do Petriho misky.

Na jaře 2010 byla zkušebně použita i izolace pomocí návnad (bait technique) ve dvou jeskyních Moravského krasu (Punkevní a Sloupsko-šošůvské jeskyně). Jako návnada

byly používány keratin (sterilní peří) a celulóza (sterilní buničina) a dále byly do jamek v jeskynním sedimentu ukládány agarové disky. Doba expozice v případě agarových disků byla 3 týdny, ostatní návnady byly odebírány až během podzimního odběru. Exponované agarové disky byly odebrány do sterilních Petriho misek a kultivovány dlouhodobě při teplotě 10 °C, průběžně byly pozorovány pod binokulární lupou a narostlé mikromycety byly determinovány podle mikromorfologických znaků.

Determinace všech izolovaných kmenů vláknitých mikroskopických hub byla prováděna na základě makro- a mikromorfologických znaků a za pomocí dostupné taxonomické literatury a speciálních živných médií (CYA, MEA, CREA, YES, PDA, CA, V8 agar, CzA – Atlas, 2010).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Získané výsledky studia mikroskopických hub v jeskynním ovzduší (tab. č. 1) ukazaly, že v roce 2009 byly zaznamenány počty spor v ovzduší vyšší při jarním odběru než na podzim pouze u dvou studovaných jeskyní (Jeskyně na Turoldu a Bozkovské dolomitové jeskyně), když vynecháme jeskyni Balcarku vzhledem k právě v to období probíhající rekonstrukci jeskyně. V Punkevních jeskyních a Sloupsko-šošůvkých jeskyních byly tyto hodnoty výrazně vyšší na jaře alespoň na některých sledovaných stanovištích. Ve většině případů byly hodnoty počtu spor v ovzduší zjištěny podle předpokladu vyšší ve venkovním ovzduší, ale v některých případech byly uvnitř jeskyní zaznamenány vyšší hodnoty než ve venkovním ovzduší – např. na jaře v Jeskyni na Turoldu (Stará síň, Pohádková síň a chodba k Bílé síni), v Přístavišti 1 v Punkevních jeskyních, v chodbě ke Spodnímu patrům v Jeskyni na Špičáku, v Jurikově dómu ve Zbrašovských aragonitových jeskyních, v Bozkovských dolomitových jeskyních (Křížovatka), v Koněpruských jeskyních (u Letošníkovy propasti) a v Chýnovské jeskyni (Žižkova střelba). V podzimním odběru byla podobná situace zjištěna ve Vstupní štolce ve Zbrašovských aragonitových jeskyních, v Dómu mrtvých v Mladečských jeskyních, v Jindřichově sálu v jeskyni Výpustek, v Krystalové síni (Punkevní jeskyně), v Dómu chaosu (Kateřinská jeskyně) a v Muzeu v jeskyni Balcarke. Obdobné výsledky, i když v jiných jeskyních nebo monitorovacích místech, byly získány i v roce 2010. V tomto roce nebylo možné na podzim odebírat v chodbě k Bílé síni v Jeskyni na Turoldu vzhledem k vysokému stavu vody (a také odběr v Jezerním dómě musel být uskutečněn kvůli vodě na jiném místě) a v Bezejmenné jeskyni ve Zbrašovských aragonitových jeskyních nebylo možné uskutečnit odběr kvůli vysoké koncentraci CO₂. Hodnoty počtu spor v ovzduší byly ve většině případů velice nízké a v některých případech (tab. 1) nebyly z ovzduší izolovány žádné kolonie vláknitých mikroskopických hub. To ovšem neznamená, že by v těchto prostorách vůbec žádné spory hub v ovzduší nebyly. Izolace je ovlivňována i dobou expozice Petriho misek a vzhledem k velkému počtu jeskyní a mnohdy k časově náročným přejezdům mezi jeskyněmi připadlo na jeden den několik odběrů a čas expozice Petriho misek musel být z časových důvodů zkrácen. Pokud srovnáme výsledky z jeskynního ovzduší s hodnotami ve vnitřním ovzduší budov a platnými normami, můžeme konstatovat, že většina sledovaných stanovišť splňuje tuto normu a velice často jsou hodnoty hluboko pod kritickými hodnotami (podle normy nesmí počet spor v ovzduší budov překročit hodnotu 500 spor/m³ vzduchu za předpokladu, že se nevyskytují patogenní druhy mikromycet). Tato hodnota byla např. překročena v podzimním odběru v Sále speleoterapie (Sloupsko-šošůvké jeskyně) a vyšší hodnota zde byla oproti ostatním prostorám zjištěna i v jarním odběru. Zde je však třeba vzít v úvahu komunikaci těchto prostor

s nadzemním systémem, což dokazuje i přítomnost celé řady živočichů v zadní části této prostory (pavouci, hmyz, hlemýždi) a exkrementů kuny. Získané výsledky ukazují, že hodnoty počtu spor v ovzduší jeskyní mnohdy přesáhly hodnoty ve venkovním ovzduší – např. jeskyně Balcarka, Sloupsko-šošůvské, Na Turoldu, Zbrašovské aragonitové a Koněpruské při jarním odběru, jeskyně Na Turoldu a Javoříčské při podzimním odběru 2010. Poměrně vysoká hodnota byla zaznamenána v obou odběrech v prostorách Macochy (expozice vedle chodníku u vyhlídkového místa pro turisty), v obou případech několikanásobně vyšší než ve venkovním prostředí (parkoviště před správní budovou). Naopak vůbec žádné kolonie mikromycet nebyly izolovány v podzimním odběru v Dómu chaosu v Kateřinské jeskyni a v Nízké chodbě ve Výpustku.

Výsledky ukazují (ve většině případů), že jakákoli činnost v jeskyních (úklid, úpravy v jeskyni) včetně turistických prohlídek zvyšuje počty spor hub v ovzduší těchto prostor – i když v některých prostorách turistické trasy nebyly naopak počty spor v ovzduší ovlivněny a některé získané výsledky jsou obtížně vysvětlitelné. Např. poměrně vysoká hodnota spor v ovzduší Krystalové síně (Punkevní jeskyně) na podzim 2009 – 7863,7 spor/m³ vzduchu, tj. mimo prohlídkovou trasu, představuje výskyt pouze jednoho druhu rodu *Penicillium*, kdy na Petriho miskách narostlo velké množství malých kolonií. Ovlivnění spor v ovzduší některých stanovišť zvýšeným „ruchem“ bylo zaznamenáno např. v Dómu mrtvých (Mladečské jeskyně) a ve Staré síni v Jeskyni na Turoldu (skupiny turistů tudy procházejí jak při vstupu, tak při výstupu z jeskyní) a v Bozkovských dolomitových jeskyních v místě zvaném Křížovatka, kudy turisté procházejí během prohlídky jeskyní několikrát. Zde ale při podzimním odběru žádný extrémní nárůst počtu spor nebyl zjištěn. Ovlivnění výskytu spor v ovzduší vlivem turistických prohlídek, ale i jinou činností v jeskyni bylo zaznamenáno např. v Kateřinské jeskyni během podzimního odběru 2009, kdy odběr probíhal během přítomnosti poměrně velké skupiny turistů a hlavně v této době v Dómu chaosu probíhalo pravidelné čištění chodníku pomocí vodní tlakové pistole, čemu odpovídá i skutečně vysoká hodnota počtu spor (1410,3 spor/m³). Extrémní hodnota počtu spor byla zjištěna v chodbě k Dómu chaosu v jeskyni Balcarka při jarním odběru 2009 (23 687,2 spor/m³). Tato hodnota ale byla ovlivněna pracemi na rekonstrukci jeskyně (betonování chodníku, sbíječky apod.).

Naopak v roce 2010 se výpravy turistů během expozice Petriho misek (např. v Kateřinské jeskyni, v Jeskyni na Špičáku, v Koněpruských jeskyních, v Javoříčských jeskyních v jeskyni Výpustek, v Punkevních jeskyních při podzimním odběru), stejně tak jako pracovní ruch v Medvědím sále (Výpustek) při jarním odběru, projevily zvýšenými hodnotami CFU (viz tab. 1).

Podobné výsledky uvádí také Borda a Borda (2004 – 2005) z jeskyně Uršilov v Rumunsku – v turisticky zpřístupněné části jeskyně se hodnoty CFU/m³ mikromycet blíží hodnotám venkovního ovzduší, zatímco v nepřístupné části byla zjištěna mnohem nižší hodnota, i když ve srovnání s některými našemi jeskyněmi nebo hodnotami CFU z vnitřního ovzduší budov dost vysoká (3196 ve venkovním ovzduší, turistická část jeskyně 3065 a v nepřístupné části jeskyně 1782 spor). Vysoké hodnoty počtů CFU hub jsou uváděny také ze slovenských jeskyní (Nováková, 2008) a z turisticky hojně navštěvované jeskyně Nerja ve Španělsku (Docampo a Trigo, 2010; Docampo et al., 2010, 2011), které však byly získány nekultivační metodou a zahrnují i spory makromycetů.

V rámci monitoringu dosud bylo ze získaných izolátů celkem identifikováno 159 taxonů, 94 z roku 2009 a 123 z roku 2010. Další druhy nebo rody byly zaznamenány izolací pomocí návnad, i když řada těchto hub byla determinována pouze na základě mikroskopických preparátů, protože izolace byla neúspěšná (např. *Myriodontium keratinophilum*

Tab. 1. Přehled získaných hodnot CFU (colony forming units) v m³ vzduchu (tučně jsou uvedena monitorovací místa v nepřístupných prostorách jeskyní)Tab. 1. Survey of obtained CFU data (colony forming units) in m³ of air (monitoring places in inaccessible cave spaces are marked thickly)

Jeskyně	monitorovací místo	2009		2010	
		jaro	podzim	jaro	podzim
Punkevní jeskyně	1 outdoor air	635,2	902,3	331,0	1918,2
	2 Přední dóm	23,0	227,5	276,5	242,7
	3 Reichenbachův dóm	84,2	89,2	439,2	98,4
	4 Krystalová síň	200,5	7 863,7	2 232,9	388,3
	5 U Anděla	64,6	970,4	296,6	145,6
	6 Macocha	1 031,2	675,0	6 492,4	6 255,2
	7 Přístavniště	1 092,2	126,3	60,7	599,6
	8 Masarykův dóm	—	273,0	242,7	202,3
	9 Zadní dóm	—	—	703,9	37,5
Kateřinská jeskyně	1 outdoor air	2 319,1	787,9	2 413,6	12 283,7
	2 vstupní chodba	135,5	203,3	538,8	1893,1
	3 Hlavní dóm	7,4	55,8	152,4	79,1
	4 Ledová chodba	8,1	156,0	323,6	149,4
	5 U Čarodějnice	128,5	181,8	60,7	158,3
	6 Dóm chaosu	116,2	1 410,3	546,1	0
Jeskyně Balcarka	1 outdoor air	150,8	677,9	884,2	3 114,7
	2 vstupní chodba	—	—	792,4	80,9
	3 Velký dóm	218,4	32,0	149,1	169,9
	4 Galerie	—	168,0	52,0	140,0
	5 Přírodní chodba	23 687,2	60,7	215,7	168,0
	6 Dóm zkázy	—	0	132,4	348,2
	7 Popeluška	—	873,7	879,8	1 304,6
	8 Muzeum	—	1 196,2	1 183,2	1 985,8
Sloupsko-šošůvské j.	1 outdoor air	2 512,0	424,1	890,7	2 461,4
	2 Stříbrná chodba	5,0	212,1	237,4	479,0
	3 chodba za Kaplí	1 860,7	527,5	1 112,4	922,3
	4 Brouškova síň	54,1	62,7	560,1	582,5
	5 Riegrova síň	—	—	—	318,6
	6 chodba k Průsvitným krápníkům	18,7	109,2	34,7	485,4
	7 speleoterapie	154,2	572,6	334,8	116,1
	8 Stupňovitá propast	48,1	11,3	1 013,0	194,2
	9 Eliščina jeskyně	22,2	30,0	536,9	124,3
	10 Nicová jeskyně	63,6	153,1	124,8	137,5
Jeskyně Výpustek	1 outdoor air	60,6	521,8	900,2	2 159,3
	2 Jindřichův sál	93,3	727,7	138,7	145,6
	3 Kotelna	198,6	149,0	280,1	511,2
	4 Medvědí sál	83,7	181,8	298,2	159,8
	5 Hlavní CH	0	234,0	378,6	27,0
	6 Nízká chodba	193,7	264,1	728,1	0
	7 výstupní štola	96,1	59,0	364,1	107,9

1. pokračování tab. 1.

1stcontinuation of Tab. 1.

Jeskyně Na Turoldu	1	outdoor air	936,2	830,4	1 004,8	1 557,8
	2	Stará síň	4 400,1	540,1	340,8	1 911,3
	3	Balvanitý dóm	998,4	462,1	1 314,2	2 762,6
	4	Kruhová síň	665,3	402,4	1 664,3	1 772,8
	5	Netopýří dóm	3 917,3	477,8	573,7	5 096,8
	6	Pohádková síň	97,0	195,0	942,3	4 065,3
	7	Jezerní dóm	1 989,2	242,3	442,1	151,7
	8	chodba k Bílé síni	474,9	519,6	2 366,4	—
Javoríčské jeskyně	1	outdoor air	177,3	745	2 103,5	446,8
	2	Sut'ový dóm	37,0	27,7	339,8	64,5
	3	Dóm Gigantů	9,2	86,7	226,0	970,8
	4	pod Dómem Gigantů	0	123,0	703,4	105,9
	5	U Záclony	0	141,7	121,4	160,2
	6	chodba k východu z M.okruhu	89,3	563,0	834,7	198,6
	7	chodba k Závrtovému dómu	0	0	524,3	75,3
	8	Závrtový dóm	0	48,1	546,1	121,4
	9	Výstupní štola	72,1	84,8	364,0	52,0
Mladečské jeskyně	1	outdoor air	144,0	544,2	2 224,8	1 065,2
	2	Dóm mrtvých	177,4	1 257,5	517,8	29,7
	3	Panenská jeskyně	36,0	16,4	0	28,0
	4	Nová jeskyně	0	76,5	22,1	0
	5	Modrá jeskyně	66,4	68,3	328,8	30,3
	6	Za čarodějnicí	113,3	22,5	145,6	80,9
Jeskyně Na Špičáku	1	outdoor air	137,6	2 496,4	1 589,7	5 725,7
	2	chodba k východu	125,0	306,4	10,4	189,9
	3	Dóm naděje	64,6	121,4	175,8	158,3
	4	Kalvárie	53,3	285,5	485,4	242,7
	5	chodba ke Spodním patrům	531,8	322,8	145,6	194,2
	6	Velký dóm	124,1	376,6	378,6	52,0
Jeskyně Na Pomezí	1	outdoor air	—	910,0	706,7	832,1
	2	Ledový dóm	0	248,9	94,0	262,9
	3	U vrby	0	76,5	40,5	39,4
	4	Bílý dóm	113,3	299,4	16,9	20,8
	5	boční chodba za Bílým domem	93,7	22,5	59,0	21,4
	6	Shromaždiště	39,0	70,5	0	57,5
	7	Chodba k Nouzovému východu	134,3	90,8	436,9	70,5
	8	Královský dóm - vrch	—	187,4	72,8	64,3
	9	Bahenní dóm	—	363,6	138,7	21,4
	10	výstupní štola	—	—	2 530,7	364,0

2. pokračování tab. 1.
2NDcontinuation of Tab. 1.

Zbrašovské aragonitové j.	1	outdoor air	216,9	962,9	924,2	2 225,6
	2	Vstupní chodba	48,1	29,4	242,7	323,6
	3	Můstek	0	140,9	95,0	424,7
	4	Gallašův dóm	24,0	100,0	582,5	281,8
	5	Turecký hřbitov	776,2	169,7	764,5	0
	6	Jurikův dóm	84,0	228,4	539,4	150,7
	7	Mramorová síň	25,7	139,4	764,5	1 432,8
	8	Bezejmenná jeskyně	145,0	1 511,6	458,4	—
	9	Spojovací štola	291,0	100,2	1188,0	0
	10	Výstupní štola	—	411,2	400,5	3470,7
Bozkovské dolomitové	1	outdoor air	2 695,6	1 198,2	2 085,6	782,5
	2	Půlnoční jeskyně	854,7	161,7	1 051,7	194,2
	3	Křížovatka	3 739,2	419,9	3 200,3	422,8
	4	Peklo	1 956,4	429,9	2 038,7	174,8
	5	Jezerní dóm	618,2	582,5	979,2	140,9
	6	Staré jeskyně	1 395,6	109,2	1 421,6	198,6
	7	chodba ke S.J. = Objevný vchod	128,5	72,1	1 165,0	132,4
Koněpruské jeskyně	1	outdoor air	118,7	2 772,6	169,9	921,1
	2	U varhan	48,5	282,1	29,1	203,2
	3	U Letošníkovy propasti	121,1	158,1	20,8	150,7
	4	Stará chodba	23,2	159,8	22,8	364,0
	5	Medvědí jeskyně	60,7	177,1	28,6	211,4
	6	Proškův dóm	0	202,1	16,9	83,2
	7	Horní patro	0	344,9	291,3	114,2
	8	Mincovna	0	520,1	436,9	84,0
Chýnovská jeskyně	1	outdoor air	280,0	3810	1 456,2	770,3
	2	Vstupní chodba	273,0	1 213,5	236,3	291,3
	3	U draka	276,5	840,1	227,5	655,3
	4	U Pyramidy	106,6	469,0	91,0	404,5
	5	Vojtěchova kaple	62,4	1 241,1	281,9	198,6
	6	Žižkova střelba	353,4	1 179,6	113,8	182,0
	7	chodba za drakem	48,0	1 092,2	260,0	509,7
	8	výstupní štola	—	—	104,0	213,1

a *Arthrobotrys oligospora* z Punkevních jeskyní). Návnady keratinu byly nalezeny po několika měsíci expozici bez viditelných nárostů mikromycet a a ani následnou izolaci části exponovaného materiálu se nepodařilo žádné keratinofilní druhy izolovat. Neúspěšný byl i pokus o izolaci *Geomycetes destructans* z jeskynních sedimentů. V tomto případě však není možné uzavřít tento negativní výsledek s tím, že tato houba se v sedimentech našich jeskyní nevyskytuje, protože kultivace probíhala jen při jedné teplotě a na malém množství Petriho misek a izolačních médií.

ZÁVĚR

Ze zpřístupněných jeskyní ČR bylo izolováno široké spektrum mikroskopických hub včetně některých zajímavých nálezů. Získané výsledky ukazují, že jeskyně jsou mikroskopickými houbami hojně osídleny, řada druhů je vázána na určitý substrát, některé druhy se naopak vyskytují v několika různých substrátech. Výsledky kvantitativního zastoupení ukázaly rozdíly mezi jednotlivými jeskyněmi i v rámci jednotlivých jeskyní a rozdíly mezi jednotlivými odběry i roky. V některých případech bylo zaznamenáno ovlivnění turistickými návštěvami či pracovní aktivitou v jeskyních, ale ne všechny výsledky byly jednoznačné – v některých případech naopak zvýšená aktivita v monitrovacím místě neovlivnila kvantitativní zastoupení spor v ovzduší.

Poděkování: Studie byla finančně podpořena Správou jeskyní České republiky. Poděkování patří Romanu Mlejnkovi, Petru Zajičkovi (SJ ČR) a Josefmu Jerhotovi (ÚPB BC AV ČR, v.v.i.) za pomoc při odběrech v jeskyních a Lauře Dymáčkové a Kláře Kochtové za pomoc při laboratorním zpracování odebraných vzorků.

LITERATURA

- ANONYMUS, 2011. Správa jeskyní České republiky. In <http://www.caves.cz/>.
- ATLAS, R. M. 2010. Handbook of Microbiological Media. 4th ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- BORDA, C. – BORDA, D. 2004 – 2005. Airborne microorganisms in show caves from Romania. Trav. Inst. Speol. „Émil Racovitza“ XLIII-XLIV, 65–73.
- BUTTNER, M. P. – STETZENBACH, L. D. 1991. Evaluation of Four Aerobiological Sampling Methods for the Retrieval of Aerosolized *Pseudomonas syringae*. Appl. Environ. Microbiol. 57, 1268–1270.
- DOCAMPO, S – TRIGO, M. M. 2010. Anthropogenic activity and its influence on a natural cavity: Effects on fungal spore level in the air of the cave of Nerja. Coalition 20, 2–7.
- DOCAMPO, S. – TRIGO, M. M. – RECIO, M. – MELGAR, M. – GARCÍA-SANCHÉZ, J. – CALDERÓN-EZQUERO, M. C. – CABEZODO, B. 2010. High incidence of *Aspergillus* and *Penicillium* spores in the atmosphere of the cave of Nerja (Malaga, southern Spain). Aerobiologia 26, 89–98.
- DOCAMPO, S. – TRIGO, M. M. – RECIO, M. – MELGAR, M. – CABEZODO, B. 2011. Fungal spore content of the atmosphere of the Cave of Nerja (southern Spain): Diversity and origin. Sci. Total Environ. 409, 835–843.
- GARRETT, S. D. 1991. Soil fungi and soil fertility. 2nd Ed., Pergamon Press, Oxford etc., 150 p.
- NOVÁKOVÁ, A. 2008. Mikroskopické houby v jeskyních České republiky a Slovenska. Acta Carso-logicia Slovaca 46, 409–418.
- ŘEPOVÁ, A. 1986. Výskyt mikroskopických hub v ovzduší budovy ČSAV v Českých Budějovicích. Čes. Mykol. 40 (1), 19–29.
- ŠIMEČKOVÁ, B. (Ed.) 2010. Zpřístupněné jeskyně 2009. Ročenka Správy jeskyní České republiky. Správa jeskyní České republiky, Průhonice.
- ŠIMEČKOVÁ, B. (Ed.) 2011. Zpřístupněné jeskyně 2010. Ročenka Správy jeskyní České republiky. Správa jeskyní České republiky, Průhonice.
- ZAJÍČEK, P. 2011. Jeskyně České republiky. Academia, Praha.

JESKYNĚ, ČLOVĚK A KRAJINA NA PŘÍKLADU NEOLITU A STARŠÍHO ENEOLITU ZÁPADNÍCH KARPAT

VLADIMÍR PEŠA

Vlastivědné muzeum a galerie v České Lípě, 470 34 Česká Lípa, nám. Osvobození 297; pesa@muzeumcl.cz

V. Peša: Caves, man and landscape – a case study on the Neolithic and Early Eneolithic of Western Carpathian

Abstract: Interpretive models of the function and significance of caves in prehistoric society are closely linked to the development of the field of archaeology and changes in thinking during the 19th century and the beginning of the 20th century, which continues to have a strong influence on them to this day in Central and Southeast Europe. Using the example of the period from the Neolithic up to the Early Eneolithic, the paper tests the relationship between archaeological finds, the nature of caves and the basic functional models of their use (settlements, pastoralism, cult practices). The most important archaeological sites are connected with mostly dark or semi-dark caves and primarily document cult activities. At the same time, the main phases of cave visitation correspond to periods of marked climatic changes with dry fluctuations. It appears that the cult activities in these periods of climatic disruptions occurred only in traditional societies, whereas cultures that were more advanced from a civilisation perspective avoided caves. The underground belongs in the general cosmology to the nonhuman world and, like the heavens, is reserved for the gods. As a natural archetype in human society, caves were a space for communication with the gods and, along with archaeological finds from the tops of hills, could express knowledge of the mythological *axis mundi* as early as the Neolithic and Eneolithic.

Key words: dark and light caves, cult, climatic changes, cave symbolism, Neolithic, Early Eneolithic

„Svět tam nahoře je nádherný, pestrý, plný vůní... Den za dnem se opakuje stejný příběh. Opakuje se, protože dění na povrchu je chyceno do pasti času... Svět dole je odlišný. Zde se rozprostírá klidná hladina přítomnosti, ve které se čas rozpustil do ticha.“

(Roman Mlejnek, 2011)

1. INTERPRETACE JESKYNĚ JAKO SOCIOKULTURNÍ JEV

Jeskyně jako archeologická lokalita je díky své snadné definovatelnosti v krajině úzce spojena s vývojem oboru archeologie a v jeho počátcích sehrála řadu klíčových rolí při sestavování chronologie pravěkých dějin nejen Evropy. Cíle archeologických výzkumu jeskyní a interpretování získaných poznatků byly proto od samých začátků bádání předurčovány celkovým společenským pohledem na lidské dějiny a jejich dobovým výkladem, ovlivňovaným kulturně i politicky. Tento bezmála 150 let trvající vývoj vtisknul jeskyni určitý zobecňující obraz, jehož hlavní rysy se ustálily v době nejintenzivnějších výzkumů mnoha krasových oblastí střední i jihovýchodní Evropy v první třetině 20. století. Hlavním a často i jediným předmětem zájmu bylo hledání co možná nejstarších dokladů existence člověka a přes takto nasazené „paleolitické brýle“ pohled zpravidla končil neolitickými památkami, které se navíc jen výjimečně dočkaly další pozornos-

ti. Kromě praktických důsledků v podobě zničení méně výrazných nálezových situací postpaleolitických kultur hrubými výzkumnými metodami (o problematice mezolitu ani nemluvě) či prostým nezájmem výzkumníků měla tato skutečnost i dopad teoretický. Mocné pleistocenní vrstvy s paleolitickými nálezy byly obecně spojovány s obydlím člověka a tento pravděpodobně správný výklad byl romantizujícím způsobem aplikován i na situace mladší, méně zřetelné a kvantitativně spíše chudší, což vyvolalo pouze určitou redukci představy na sezonalitu této jeskynní „obydlí“. Tento pohled byl současně ovlivňován evolucionistickou představou vývoje tzv. primitivních společností k moderní euroamerické civilizaci, takže úvahy o vhodnosti či nevhodnosti konkrétní jeskyně k obytným účelům byly zcela irrelevantní. Ba naopak, v obtížně využitelných jeskyních často býval spatřován důkaz o primitivnosti jejich obyvatel.

Dalším důležitým aspektem, který se od samých počátků výzkumu jeskyní promítal do jejich interpretace, je kontinuita historického vědomí a národní historie. Pomineme-li lokální vliv přírodních procesů, je jeskyně jako přírodní objekt v zásadě neměnná a přetravá po tisíciletí v setrvalé podobě, zatímco lidská společnost prochází soustavným vývojem a spolu s ním se mohl měnit – a podle všeho i měnil – vztah k jeskyni a jejímu významu či nevýznamu pro konkrétní dobu. Jeskyně představovala pro novověkého člověka střední Evropy především úkryt – at' se už jednalo o válečné refugium, osoby na okraji společnosti, nebo o mimosídliště hospodářské aktivity. Sakrálně spojené především s jeskynními poustevnami vymizelo s odeznením barokní éry a zůstalo pouze v lidové tradici v podobě různých démonických obyvatel jeskyní, čemuž již v 19. století nebyl všeobecně přikládán valný význam. Rodící se archeologie tedy zastihla jeskyni jako soudobou, v zásadě nevýznamnou profánní lokalitu, a nebyl proto ani důvod připouštět jiné možnosti výkladu. Pouze zcela mimořádné a nepřehlédnutelné nálezové situace byly označeny jako svatyně či obětiště, ale i v této případě sváděly dlouhý boj o své uznání po odstranění romantizujícího závoje (k jeskyním v novověku Peša, 2002, 2012). Za názorný příklad poslouží lidské kosti z jeskynního pohřebiště mladší doby bronzové v Baradle u Aggteleku, které byly v první polovině 19. století se samozřejmostí pokládány za pohřby obětí nedávných epidemií či válek, kterých proběhla v uplynulých několika stoletích – tedy v dosahu kolektivní paměti – celá řada (Prikryl, 1985, 43, 51).

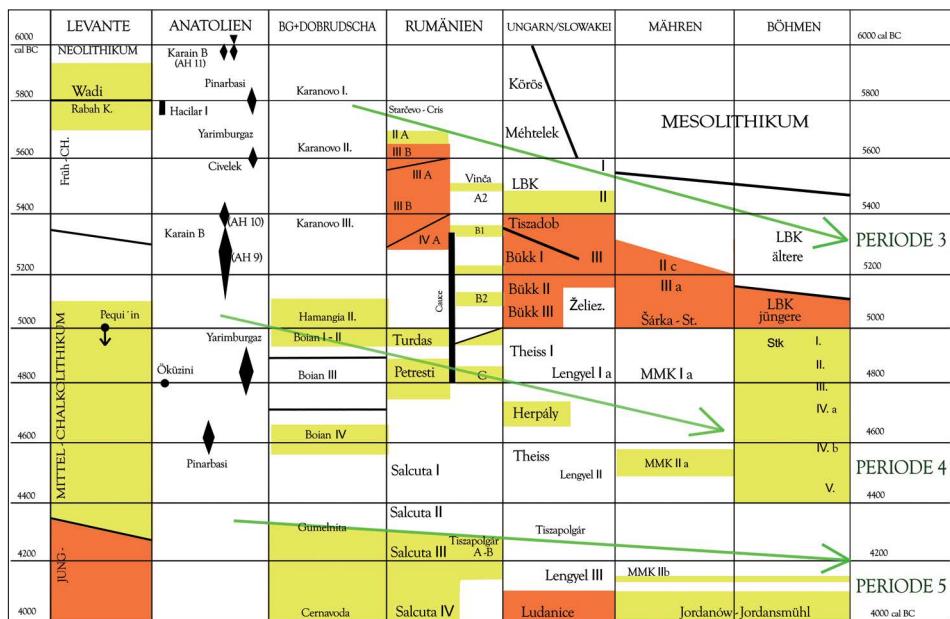
Tento uzavřený kruh příčin a následků se teprve v průběhu druhé třetiny 20. století pozvolna rozevíral díky celkovému vývoji oboru, přijímáním nových směrů a publikováním nových lokalit. Ve střední Evropě se však výraznější vlna zájmu o postmezolitické nálezy z jeskyní objevila až v osmdesátých letech v podobě monografického zpracování starých sbírkových fondů z menších krasových regionů ve střední Evropě (Peša, 2006 s lit.). I přes chronologické zpřesnění etap osídlení krasových oblastí však torzovitě dochované soubory i dokumentace závažnější informace k funkci jeskyní nepřinášejí a zůstávají v obecně uznávaných multifunkčních modelech v podstatě univerzální aplikovatelnosti, jejichž původ – jak jsem naznačil – lze hledat v myšlenkových schématech 19. století. Následoval proto pokus aplikovat základní uvažované funkční modely využívání jeskyní na větší území s využitím dalších, souhrnně nepublikovaných krasových regionů (Peša, 2006) a zároveň zohlednit přírodní charakteristiku jeskyně jako mnohotvárné archeologické lokality, jak bylo testováno již dříve (Stoll-Tucker, 1997; Peša, 1997). V případě mladší doby bronzové a halštatské se tak podařilo přesněji charakterizovat jednotlivé funkční kategorie uvažovaných aktivit v jeskyních (Peša, 2006).

2. VYUŽÍVÁNÍ JESKYNÍ V KRASOVÝCH OBLASTECH SLOVENSKA A MAĎARSKA

V tomto příspěvku se věnuji pouze jeskynní problematice v regionu západních Karpat a shrnuji závěrečné teze o funkci a symbolice jeskyní v širším období neolitu mezi Předním východem a střední Evropou, které jsou rozpracovány na jiném místě (Peša, 2011, v tisku).

2.1. OBDOBÍ NEOLITU

Největší rozmach využívání jeskyní v této oblasti spadá do období středního neolitu, ale je omezen pouze na kulturní prostor východní lineární keramiky (LNK) (obr. 1 – LBK). Nejstarší nálezy z jeskyní se objevují spolu s výšinnými lokalitami od počátku mladší LNK a spadají do období „vnitřní kolonizace“ podle S. Šišky (Šiška, 1989, 35 ad.). V mladším a pozdním stupni východní LNK stoupá intenzita využívání jeskyní a koresponduje s rozšířením Tiszadobské skupiny (kolem 5300 cal BC = př. n. l.). V dalším vývoji dosahuje svého vrcholu v přechodné fázi do prvního stupně bukovohorské kultury (Bükk – obr. 1), která v oblasti rozšíření skupiny Tiszadob navazuje na starší osídlení. Jeskynní lokality však vykazují místní odlišnosti k tiszadobské keramice a naznačují spojení s vlastní východní LNK v Potisí. S obdobím zvýšeného zájmu souvisejí také nálezy „importů“ keramiky sousedních kultur – především kultury Szakálhát, jejichž mechanismus šíření však jeskynní lokality neumožňují přiblížit. Pozdní stupeň bukovohorské kultury představuje období zániku nejen v případě využívání jeskyní, ale i celé



Obr. 1. Přehled chronologicko-prostorových vztahů ve využívání jeskyní mezi Předním východem a střední Evropou. Jeskynní fenomén se šířil pravděpodobně ve třech hlavních vlnách z Balkánu příp. až z Anatolie / Levanty? do Karpatské kotliny – periody 3 až 5. Červeně: kultury se zvlášť intenzivním zájmem o jeskyně

Fig. 1. Summary of the chronological-spatial relationships in the use of caves between the Near East and Central Europe. The cave phenomenon probably expanded in three main waves from the Balkans from Anatolia/the Levant? to the Carpathian basin – periods 3 to 5. Red symbols: archaeological cultures that used caves most intensively

kultury (kolem 5000 – 4900 cal BC); jeskynní aktivity přetrvaly až do samého konce existence kultury pouze v několika nejvýznamnějších (ve smyslu od počátku středního neolitu nejdéle využívaných) lokalit jako Baradla, Domica, nebo Büdöspest. Zatímco jeskyně Baradla a Domica leží v hlavní krasové oblasti slovensko-maďarského pomezí, Büdöspest zastupuje jeskyně Bukových hor, a k nim lze ještě připočít Velkou Jasovskou jeskyni ve východní části Jihoslovenského krasu. Z toho vyplývá zajímavé zjištění, že v každé geografické oblasti existovala přinejmenším jedna ústřední jeskyně, která byla využívána více méně po celé období zvýšeného zájmu o jeskyně (tedy kolem 300 let, tj. asi 12 generací) a jejíž význam přetrval až do závěrečného stádia bukovohorské kultury. Paradoxní situace se objevuje v želiezovské skupině, současné s bukovohorskou kulturou: Na jejím sídelním území jak v okrajových pohořích jihozápadního Slovenska, tak v krasových oblastech západně od Dunaje zůstaly jeskyně zcela bez povšimnutí, přestože se želiezovská keramika v podobě jednotlivých nálezů vyskytuje v mnoha jeskyních sousedních kultur (jeskyně Büdöspest v Bukových horách, Ardovo a Domica ve Slovenském krasu, 3 jeskyně na Spiši, jeskyně Turol na jižní Moravě – Lichardus, 1967, 1974; Soják, 2007a; Koštuřík a Stuchlíková, 1982).

Klimatické změny

Ve střední Evropě jsou jeskyně v období atlantiku rekonstruovány s ohledem na klimatické podmínky jako vlhké prostory s výraznou tvorbou jeskynních sintrů a tedy jako prostory nevhodné pro osídlení. Právě střední neolit – charakteristický zvýšeným zájmem o jeskyně v mnoha regionech střední Evropy i Balkánu – je spojován s nástupem nového klimatického období epiatlantiku, který je Vojenem Ložkem definován teplým, vlhkým klimatem s krátkými suchými výkyvy a velkým kolísáním teplot (Ložek, 1973). Změny v sídelní struktuře ve vztahu k nadmořské výšce a bonitě půd jsou pozorovány ve středním neolitu severní části Karpatské kotliny např. v prostředí klasické želiezovské kultury a nápadným horizontem zániku kultur na konci této periody (např. Pavúk a Bátorá, 1995, 126 ad.). Nevyrovnané podnebí se zvýšenými erozními procesy je doloženo také paleoklimatickými výzkumy v prostoru mezi Bukovými horami a Aggteleckým krasem – tedy přímo z nejvýznamnějšího středoevropského jeskynního regionu tohoto období. Jsou zde pozorována dvě klimaticky nestabilní období, z nichž první kolem 5300 cal BC nápadně koreluje s velkým vzestupem zájmu o jeskyně v mladší lineární keramice a její tiszdabské skupině, a druhé kolem 5000 / 4900 cal BC odpovídá předpokládanému zániku bukovohorské kultury. S nastupujícím mladým neolitem se klimatické poměry opět vyrovnaly (Juhász in Gál – Juhász – Sümegi, Eds., 2005, 43 Tab. 2, 50) a jeskyně zůstaly opět opuštěny.

Charakter jeskyní

Nejstarší nálezy spadající ještě do střední fáze východní LNK byly zjištěny zatím jen v Domici (Šiška, 1989, 127) a prostorově pravděpodobně korespondují s výskytem nástenných uhlových kreseb v zadních prostorách využívaných částí jeskyně (Lichardus, 1965). Na základě dvou nezávislých radiometrických datování uhlíkatých stop (U/Th a ^{14}C) mohly být tyto jeskynní části vyhledávány již na konci paleolitu (Gradziński, et al. 2002; Svoboda a Van der Plicht, 2007), a neolické nálezy by potom odrážely nějaký vztah k viditelným pozůstatkům této dávné přítomnosti lidí v podzemí. V průběhu mladší východní LNK byly navštěvovány v jihoslovensko-maďarském krasu především

aktivní krasové systémy nebo krápníkové jeskyně, zatímco převisy, skalní výklenky nebo světlé chodbovitě jeskyně příhodné k osídlení jsou zastoupeny jen sporadicky a malými soubory zlomků keramiky (přehledy např. Lichardus, 1974; Soják 2007b). Tento jev je zvýrazněn také výskytem obličejoých zobrazení na nádobách, neboť tyto mimořádné nálezy se zřejmým symbolickým významem pocházejí často právě z největších jeskynních labyrintů Baradel a Domici (19 kusů z celkových 55 známých nálezů! – Kálicz a Makkay, 1977, 63; Kálicz a Koós, 2000). V Bukových horách nebyl žádny typ jeskyně výrazněji preferován, i když prostorné jeskyně se světlými a tmavými nebo pološerými částmi se zdají zaujímat významnější místo mezi ostatními lokalitami. Toto pozorování platí i pro následující bukovohorskou kulturu: právě tyto jeskyně přinesly nejbohatší náleزوře situace (Büdöspeszt, Istállóskő, j. Hermana Ottó, Szeleta), řadu zajímavých nálezů včetně lidských kostí (Büdöspeszt, Istállóskő), ale i pravděpodobné osamocené pohřby (Büdöspeszt, Hillebrandova j. / Kolyuk II).¹ Malé světlé jeskyně jsou obecně na nálezy chudé a větší krasové systémy byly v Bukových horách vyhledávány jen výjimečně (Kolyuk I). Zdálo by se, že byly upřednostňovány jeskyně s dostatečným místem pro větší skupinu lidí a případně s kombinací světlých a (polo)tmavých prostor, přičemž aktivity byly prováděny ve světlých vstupních částech těchto jeskyní. Existují samozřejmě i výjimky – zcela tmavý „Neolitický sál“ s opakovaně obnovovanými dřevěnými konstrukcemi hluboko v podzemí Hillebrandovy jeskyně, nebo naopak bohaté nálezy ze skalního výklenku Puskaporos u jeskyně Hermana Ottó.

Jeskyně jako sídliště

Všeobecně rozšířená představa o funkci těchto nále佐vě bohatých jeskyní jako zimních sídlišť má podle mého názoru některé nesrovnalosti. Z pohledu jeskynních klimatických podmínek jsou skutečně některé lokality v letním období neobyvatelné nebo bez možnosti rozdělání ohně, jak bylo pozorováno v případě jeskyní Szeleta a Baradla (Mottl, 1945, 1554, Droppa, 1961, 109 ad.). V žádné dosud prozkoumané jeskyni, které přitom výzkumy často postihly v celé jejich ploše, nebyly odkryty půdorysy chat nebo jiné doklady obydlí, přestože právě velké jeskyně se silnou vlhkostí vzduchu (i v zimním období) takové konstrukce k obývání vyžadují a teoreticky je s nimi počítáno. Jsou-li doklady dřevěných konstrukcí doloženy, nevytvářejí obrysy staveb obytných rozměrů, ale spíše ukazují na rozčlenění prostory a speciální funkční konstrukce (177 kůlových jamek z Hillebrandovy jeskyně – Korek, 1958, nepravidelné řady před oběma vstupy „Posvátné chodby“ v Domici – Lichardus, 1974, 2 kůlové jamky z malé sondy v jeskyni Leontína – Soják, 2008). Samostatné stavby byly prokázány pouze v Aggteleku na prostranství před vchodem jeskyně Baradla, z nichž jeden dům s pohřby a z části kompletně dochovanými nádobami byl celý prozkoumán (Korek, 1970). Jeho dvě stavební etapy na tomtéž místě dokládají kontinuitu v průběhu dvou kultur (LNK a bukovohorská), ale náleزوře situace mluví spíše ve prospěch přerušovaného využívání objektu po dlouhou dobu napříč kulturami, než o představě dlouhodobějšího obydlí. Jeho souvislost s aktivitami uvnitř jeskyně je přitom zřejmá s ohledem na dataci obou lokalit. Krasové aktivní jeskyně jsou k dlouhodobějšímu obývání ještě z jednoho důvodu nevhodné a také nebezpečné.

1 Všechny jeskyně jsou podrobně popsány a diskutovány v autorově zatím nepublikované disertační práci (Peša, 2011). Základní literatura k jeskyním Bukových hor: obecné přehledy (Tompa, 1929; Korek – Patay, 1958; Kálicz – Makkay, 1977), Büdöspeszt (Bártucz, 1916; Kadić, 1934), Istállóskő (Saád, 1929, 1930; Mottl, 1945; Korek, 1955), j. Hermana Ottó (Kadić, 1917), Hillebrandova / Kolyuk II (Korek, 1958; Vértes, 1960), Szeleta (Kadić, 1915 – 1916; Mester, 2002), Puskaporos (Kadić, 1934).

Takové osídlení je totiž ohrožováno náhlými záplavami z přívalových dešťů nebo tání sněhu, které je v krasové krajině s podzemní sítí vodních toků dodnes nepředvídatelné a může se projevovat v jeskyních i několik kilometrů od povrchového místa události v krátké době. Povodně byly ve 20. století pozorovány v jeskyních Domica, Baradla i Ardovo, tedy v archeologicky nejbohatších a nejvýznamnějších jeskyních, a podobnou situaci lze v nějaké míře předpokládat i v rozkolísaném přechodu atlantik/epiatlantik. Pokud by byl model zimních jeskynních sídlišť i přes zvýšenou vlhkost, věčnou tmu osvětlovanou jen ohni a ohrožení povodněmi akceptovatelný a v budoucnosti eventuelně i doložitelný obytnými objekty, platil by pouze pro oblast jihoslovensko-gemerského krasu, neboť jeskyně Bukových hor podobné podmínky vzhledem k jejich menším rozměrům nesplňují.

Jeskyně a pastevci

Uvažovaná větší jeskynní sídliště byla úzce spojována s pastevectvím a ustájením zvířat přes zimní období (např. Lichardus, 1968, 78 ad., 1974, 117). Tento předpoklad se mi zdá sporný z více důvodů: 1) Kosti domácích zvířat včetně ovce/kozy tvoří v Domici i Arduvě jen 20 – 30 % z celkového množství osteologického souboru (Lichardus, 1974, 52, 116), kde jednoznačně převažují divoce žijící druhy savců. Hlavní předmět zájmu tedy představovala lovná zvěř. Tento výsledek dobrě zapadá do širšího rámce bukovohorské kultury podobně jako období následujícího mladšího neolitu a ukazuje na globálnější společenský jev, a nikoliv na místní využívání krasové krajiny pastevci. 2) V archeologicky komplexně prozkoumaných jeskyních zcela chybí vrstvy trusu domácích zvířat po jejich předpokládaném několikaměsíčním zimním ustájení, přestože jiné nálezové situace i stratigrafie vrstev jsou zachovány a například zbytky obilí dokládají dochování také organických materiálů. Vrstvy trusu jsou nedílnou součástí podobných lokalit s ustájením zvířat a jsou doloženy z řady jeskyní ve Středomoří. 3) Model zimních jeskynních sídlišť a letních lokalit pod širým nebem v jihoslovenském krasu není v souladu se systémem transhumance, který je popsán z jihovýchodní Evropy nebo Blízkého východu (Tellenbach, 1983, 122; Henrickson, 1985; Solecki, 1998). Transhumance představuje zimní sídliště v údolích nebo pod horami a horské tábory pro letní pastvu, které jsou často umísťovány pod převisy nebo do světlých jeskyní. V jihoslovensko-gemerském krasu dosud chybí větší zemědělská sídliště, a existující jeskynní lokality postrádají vertikální geografické členění, v němž by transhumance měla smysl. Zázemí jeskynního využívání by tak mohla zajišťovat také vzdálenější sídliště v přilehlých nížinách, nemohlo by se ovšem potom jednat o zimní jeskynní sídliště. 4) Tvary tzv. mléčné keramiky – nádoby s výlevkou, síta či cedníky – mohou nést více významů a nejsou bezpečným dokladem zpracování mléčných produktů a tím nepřímým dokladem pastevectví. Kromě problematiky „mléčných nádob“ z hrobů na Předním východě (Epstein, 2001) mohou tyto tvary poukazovat také na dětskou symboliku (Čermáková, 2002), samotné zpracování mléčných produktů je navíc dokladováno až od období eneolitu (Nevizánsky, 1990). Jakkoliv se spojení pastevectví s nejvýznamnějšími jeskynními lokalitami nezdá být na základě uvedených argumentů pravděpodobné, v žádném případě tím nechci popřít předpokládanou pastevckou složku bukovohorské společnosti, kterou naopak podporují paleoklimatické výzkumy (Juhász in Gál – Juhász – Sümegi, Eds., 2005, 50). Zvířecí stáda však ve velkých krasových jeskyních podle všeho nebyla.

Jeskyně a kult

V posledním diskusním bodu je třeba ještě zvážit kultovní aktivity ve spojení s jeskyněmi středního neolitu. Nálezová situace pokládaná všeobecně za kultovní byla odkryta v síni „Kostnice“ jeskyně Baradla (Tompa, 1934/1935, 34 ad.), a kultovní význam je připisován také „Posvátné chodbě“ v Domici (Böhm, 1933; Vrba, 1947; Lichardus, 1968, 74 ad., 1974, 53 ad.). S rituálním chováním pravděpodobně souvisejí nálezy lidských kostí z kulturních vrstev dokládajících přítomnost ohnišť v jeskyních Büdöspet a Istállóskö. V případě hromadného nálezu lidských kostí v jámě jeskyně Istállóskö byl již od počátku 20. stol. spatřován doklad kanibalismu (Saád, 1930; Korek, 1955; Lichardus, 1974, 51), ale bez moderní revize případných dochovaných nálezů se k této interpretaci lze přiklonit jen s výhradami. Původně snad povrchové uložení pohřbu ženy pod mladšími neolitickými ohništi v jeskyni Büdöspet (Bártucz, 1916) má rovněž blíž ke kultovní sféře než k sídlištní situaci. Další svědectví kultovních činností mohou dokládat samotré nálezy a mimořádné artefakty. Ztvárnění lidských motivů na keramice s jejich předpokládaným symbolickým významem se v bukovohorské kultuře objevuje v krasových systémech Domici a Jasova (Lichardus, 1974, 58). V Domici je podíl zdobené jemné keramiky o 15 % větší než na soudobých rovinnatých osadách východního Slovenska a ukazuje na cílený výběr zboží určeného pro jeskynní aktivity. Kultovní problematiky se mohou týkat také nálezy v celku dochovaných nádob, které byly s jejich nedochovanými obsahy záměrně ukládány – zejména do obtížně přístupných nebo člověkem málo využitelných jeskynních prostor (obr. 2). Porovnání nálezových kategorií mimo kera-



Obr. 2. Jeskyně Domica – Sieň odvahy. Nádoba bukovohorské kultury uložená mezi sintrové útvary daleko od jeskynního vchodu představuje charakteristický typ nálezů, spojovaných nejčastěji s votivním významem. Deponování nádob se objevuje napříč celým pravěkem v Evropě i mimo ni. Často jsou nalézány v obtížně přístupných místech a dokládají záměrné, konečné uložení v jeskyni v souvislosti s rituály či kultovními obrady. Foto: V. Peša, 2004

Fig. 2. Domica Cave – “Hall of Courage.” A Bükk culture vessel deposited between sinter formations far from the cave entrance represents a characteristic type of find often linked to a votive purpose. The deposition of vessels appears throughout the entire prehistoric period in Europe and beyond. They are often found in locations difficult to access and document the intentional, final deposition in caves in connection with rituals or cult ceremonies. Photo: V. Peša, 2004

miku doložilo spojení předmětů z kamene, kosti, mušlí (tj. nástrojů, šperků, talismanů atd.) a často i souborů zvířecích kostí především s jeskynními labirynty nebo s velkými jeskyněmi chodbovitých nebo síňového charakteru, zatímco malé světlé jeskyně vhodné pro malou skupinu několika jedinců (např. rodina) jsou naproti tomu nálezově chudé. To by naznačovalo preferování lokalit s dostatečně velkým prostorem pro aktivity, kterých se účastní větší množství lidí. Samotné artefakty však o své funkci mnoho nevypovídají a jen v některých případech umožňují na základě zvláštních nálezových okolností spojení se záměrným deponováním v nepraktické rovině. Příkladem jsou jednotlivé artefakty z propasti jihoslovenského krasu, a v úvahu přichází také jeskyně s vertikálním vstupem, mezi nimiž Silická ľadnica poskytla kromě nečetných keramických nálezů také doklady těžby jeskynní hlíny, podobně jako v Domici (obr. 3). Právě na základě nepřímých indicií (těžba hlíny, vypálené keramické pásy z Domice) bývá výroba jemné bukovohorské keramiky spojována zejména s jeskyní Domica, ale nepodařilo se ji ani přes rozsáhlý plošný výzkum potvrdit nálezem hrnčířské pece či jiného výrobního zařízení. Do jaké míry by mohla bohatá symbolická výzdoba bukovohorské keramiky odrážet jeskynní svět ztělesňující víru v podsvěti, ženskou část podstaty světa, Matku Zemi a další duchovní téma neolitické společnosti, zůstává dosud neprozkomouáno. V této souvislosti si nelze nevšimnout častého výzdobného motivu několikanásobného oblouku



Obr. 3. Jeskyně Silická ľadnica. Prostorné a často tmavé jeskyně s bohatou výzdobou speleotém patří v JV a střední Evropě k nejbohatším speleoarcheologickým lokalitám v kontrastu s nálezově chudými jeskyněmi světlými, suchými a svou menší velikostí vhodnými např. k táboření. Foto: V. Peša, 2004

Fig. 3. Silická ľadnica Cave. The large and often dark cave with spectacular speleothems is one of the richest speleo-archaeological sites in Southeast and Central Europe and is a stark contrast to light and dry caves with a low number of finds, the small size of which is suitable, for example, for camping. Photo: V. Peša, 2004

(Kraskovská, 1933; Lichardus, 1968, obr. 11), který připomíná perspektivní zobrazení jeskynních vchodů – vstupů do podzemního světa.

Kultovní chování společnosti středního neolitu lze tedy alespoň na některých lokalitách doložit. Z toho vyplývá otázka: Představovaly jeskyně jako celek symbolické vyjádření specifického přírodního světa a s ním spojených religiózních aspektů, anebo se kultovní zájem soustřeďoval jen na některé lokality, či dokonce na některé části v rámci větších jeskyní, jak bývá např. u jeskyní Baradla a Domica prezentováno? Toto téma otvírá pozornost také směrem k výšinným lokalitám, které se podobně jako jeskyně objevují na východě Karpatské kotliny ve větším počtu právě ve středním neolitu (Šiška, 1999). Nabízejí totiž spojení obou typů lokalit v podobě vertikálního členění krajiny na dvě polarity, které má dobře prokázanou paralelu v závěru doby bronzové (Matoušek, 1999; Peša, 2006). Právě v období subboreálu docházelo k úzkému symbolickému propojení „dolního světa“ jeskyní s „horním světem“ vrcholů kopců a skal, a nápadné zvýšení kultovních aktivit v obou sférách – velmi názorně dokumentované ukládáním bronzových obětin a přítomností lidských kostí v jeskyních – je spojováno s extrémními klimatickými výkyvy. Podobná nápadná souvislost mezi intenzivním navštěvováním jeskyní s řadou kultovních odkazů a množstvím opevněných či ohrazených lokalit na vrcholech kopců je pozorována na Slovensku v případě badenské kultury středního eneolitu a podle M. Sojáka (2007) by mohla vypovídat o složité společenské diferenciaci a společenských poměrech. Příkladem členění duchovního světa do tří úrovní s kultovními aktivitami v obou hraničních oblastech je také rovinné sídliště s telem tiské kultury v Polgár-Csószhalom (Raczky a Anders, 2008). Zdálo by se tedy, že společnost středního neolitu stála před obdobnou globální krizí (či krizemi) a mohla se ji snažit řešit podobnými prostředky – zvýšenými kultovními aktivitami v obou hraničních sférách světa – *dole i nahoře*. V případě nástupu suchých klimatických výkyvů v průběhu středního neolitu mohly potom některé jeskyně bohaté na vodu zaujmít mimořádný význam a lze si je dobré představit jako významné podzemní svatyně, v nichž se odehrávaly náboženské obřady a komunikace s božstvy. Také z tohoto pohledu se nedomnívám, že by takové jeskyně mohly sloužit jako běžná profánní sídliště nebo úkryty atď lidí, či domácích zvířat. Podobně i pozdější proslulé středomořské jeskynní svatyně v sobě nikdy propojení sakrálního prostoru s obytnou profánní funkcí neobsahovaly (např. Rutkowski, 1986). Souhrnně řečeno, pokládám jeskyně s výskytem podzemní vody, zvláštních sintrových útvarů a využívanými tmavými částmi za kultovní místa, která vznikla jako reakce společnosti středního neolitu na nepříznivé klimatické změny a nástup suchých období. V Bukových horách plnily tuto úlohu pravděpodobně prostorné jeskyně, snad s ohledem na nedostatek aktivních krasových jeskyní s vodními zdroji. V případě malých, světlých lokalit je možné alternativně předpokládat také jiné možnosti využívání, které ovšem archeologické metody neumožňují zviditelnit.

2.2. OBDOBÍ STARŠÍHO ENEOLITU

Po středním neolitu se člověk v jeskyních západních Karpat znovu objevil na začátku eneolitu v období Lusanické skupiny (kulturny) IV. stupně lengyelského kulturního komplexu (před nebo kolem 4000 cal BC), k níž jsou v případě využívání jeskyní shledávány paralely s kulturou Balaton-Lasinja v jihozápadní části Karpatské kotliny a naznačují tak globálnější fenomén ve vztahu člověka k jeskyni (obr. 1). Podle skrovních nálezů z revidovaných lokalit západního Slovenska spadají počátky této etapy zájmu o jeskyně snad již do stupně Lengyel III (Farkaš, 2005), ale až v následujícím

stupni dosáhla masových rozměrů. Přestože nálezové soubory z jeskyní zpravidla neumožňují jemnější chronologické třídění v rámci stupňů ludanické skupiny, novější revizní výzkumy dvou lokalit poukazují na delší trvání zájmu o jeskyně, které začalo ve starším či středním stupni (Dzeravá skala – Farkaš, 2005; Farkaš a Witgrüber, 2007) a v horských okrajových oblastech ludanického kulturního prostoru vrcholilo v mladší či pozdní fázi (Šiška, 2002; Liskovská jaskyňa – Struhár, 1998, 1999; Struhár a Soják, 2009). Nejmladší období existence ludanické skupiny již náleží počátkům středního eneolitu a koresponduje s využíváním jeskyní také na jihovýchodním okraji Karpatské kotliny ve stupních III – IV kultury Sálcuťa.

Ve starším eneolitu se charakter navštěvovaných jeskyní vyznačuje velkou variabilností jak u nálezově bohatých lokalit, tak i u ostatních jeskyní s malými soubory fragmentů nádob a slabou kulturní vrstvou. Nálezové situace s četnými ohništi různých forem a z nich vznikající kulturní uhlíkaté vrstvy ukazují na značný význam ohně. Ty jsou doprovázeny množstvím nálezů různorodých kategorií včetně drobného měděného šperku a lidských kosterních pozůstatků. Nejlépe prozkoumaná jeskyně Dzeravá skala (obr. 4) kromě mnoha neuspořádaných kúlových jamek po vícefázových konstrukcích a několika jam (Prošek, 1957) obsahovala také komplikovanější nálezovou situaci v tmavším koutě vedle vchodu, kterou lze pokládat za kultovní prostor (Farkaš a Witgrüber, 2007). Naproti tomu se dosud v žádné jeskyni ludanické skupiny nepodařilo objevit doklad nějakého obydlí nebo domu. Dvě ze čtyř jeskyní s výskytem lidských kostí pokládám na základě množství kosterních pozůstatků a charakteru nálezové situace za pohřební jeskyně (Dúpna diera – Bárta, 1983, Liskovská jaskyňa). Obě lokality obsahovaly prostory s povrchově uloženými pohřby (atž už v primárním, nebo sekundárním uložení) a blíže u vchodu místa provádění hlavních aktivit, které poskytly bohaté soubory nálezů různých skupin a pravděpodobně souvisejí s kultovními nebo pohřebními rituály. V Liskovské jeskyni byly objeveny sekundární pohřby bezprostředně v souvislosti s kultovními aktivitami. Obě lokality nabízejí ještě jeden znak pohřebních jeskyní – umělé uzavření vchodu do přírodní hrobky (srov. Peša, 2006), v případě Dúpne diery doložené kameným zátarasem a u Liskovské jeskyně přinejmenším u horního vchodu předpokládané s ohledem na jeho znovuobjevení až ve 40. letech 20. století. Liskovská jaskyňa (obr. 5) umožňuje také asociaci s některými charakteristikami mimoevropských kultovních jeskyní. Vstupní ochoz připomíná jeviště a rovina před jeskyní shromaždiště obecenstva při uvažovaných rituálních obřadech. Průchod chodbou k oknu mohl zajistovat nezbytné duchovní očištění před výkonem obřadu, a vnitřní tmavý labyrinth s pohřebištěm představoval vlastní svatyní, přístupnou pouze zasvěceným vykonavatelům rituálů (šamani, náboženská elita) (srov. Whitehouse, E 1992; Gorjunova – Filippov – Vetrov – Berdnicová, 1996; Brady – Prufer Eds., 2005; Lewis-Williams, 2007).

K zvláštnostem jeskynních lokalit mohou patřit také různé přírodní jevy, které svými tvary evokují lidskou fantazii a vyvolávají iracionální představy a dojmy. Platí to především pro nejrůznější antropomorfní tvary skal, sintrové výzdoby nebo podoby vchodu (příkladem je Šarkania diera u Súľova – Pauk, 1946; Janáčik, 1963), ale do této „zážitkové“ kategorie řadíme i výskyt pleistocenních kostí velkých vyhynulých zvířat, které se z různorodých příčin mohly na jeskynním povrchu nacházet již v zemědělském pravěku a tehdejší lidé k nim nepochyběně zaujali nějaký postoj (např. zmíněná Šarkania diera, jejíž lidový název zde připomíná dřívější nálezy kostí „šarkanů – draků“ čili jeskynního medvěda). Výskyt pleistocenních kostí v jeskyních s neolitickými nebo eneolitickými nálezů je přitom poměrně častý v různých krasových oblastech Evropy a mohl tak i vý-



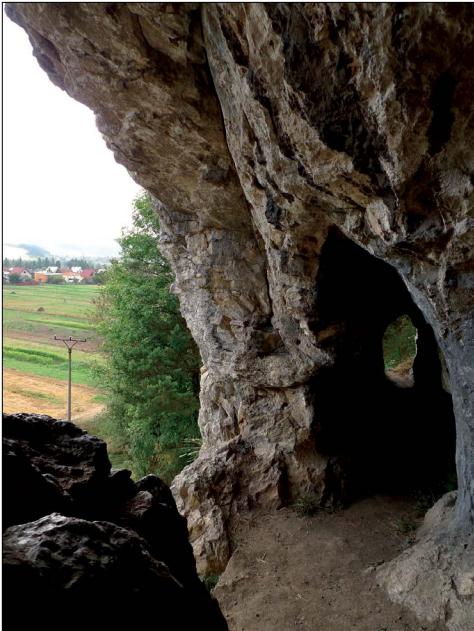
Obr. 4. Dzeravá skala – nejvýznamnější speleoarcheologická lokalita Malých Karpat s nejintenzivnějším využíváním v období staršího eneolitu. Prostorná, světlá a suchá dutina má protiklad v podobě blízké jeskyně Tmavé skaly, rovněž s doklady soudobého využívání. Existovala snad mezi oběma jeskyněmi v pravěku ideová souvislost – protiklady vytvářející jednotu světa?

Foto: V. Peša, 2002

Fig. 4. Dzeravá skala Cave – the most important speleo-archaeological site in the Little Carpathians, with the most intensive use dating to the Early Eneolithic. The converse of this spacious, light and dry cavity can be found in the nearby Tmavá skala Cave, likewise with evidence of simultaneous use. It is thought that a certain ideological connection existed between the two caves in prehistoric times, perhaps as opposites forming a single world. Photo: V. Peša, 2002

znamněji přispět k formování vztahu člověka k jeskyni – v tomto ohledu především v symbolické rovině významů.

Ve dvou zatím nejlépe prozkoumaných oblastech s ludanickými jeskynními lokalitami je možné pozorovat kumulaci jeskyní různorodých podob (v Malých Karpatech Dzeravá skala a Tmavá skala (obr. 4), v regionu Budapešti jeskyně dolní Mariánská poustevna /Máriaremete/ a Horní poustevna /Remete felső/ v údolí Remete – Gábori, 1958; Gábori-Csánk, 1983; Virág, 2002), které z pohledu symboliky vystupují jako protiklady v rámci jednoty celku (jeskyně malá – velká, světlá – tmavá, poloha na dně údolí – vysoko ve svahu, a přinejmenším u slovenské dvojice i suchá – vlhká). V Poustevnickém údolí se kromě toho u „Čertovy brázdy“ ještě objevuje propast s nálezy keramiky (Virág, 2002), která připomíná uměle vyhloubenou tzv. obětní šachtu na sídlišti Füzesabony (podle Pavúk a Bátora, 1995, 130) a podporovala by tak úvahu o kultovním významu a využívání jeskyní v údolí Remete. Hlavní jeskynní lokality obou oblastí – Dzeravá skala a Máriaremete – shodně vykazují v souboru zvířecích kostí nápadné zastoupení jelena, který se jinak na sídlištích objevuje zřídka a nepatřil k běžné lovné zvěři. Vyšší podíl divoké zvěře nad domácími druhy se objevuje i v některých jiných souborech a spolu s dalšími pozorováními mluví v neprospečných úvah o pasteveckém využívání nálezově bohatých jeskyní. Přírodovědné analýzy pylových profilů v Maďarsku charak-



Obr. 5. Liskovská jaskyňa na Liptově. Pravěká jeskynní svatyně s pohřby z období staršího eneolitu (ludanická kultura) v rozsáhlém tmavém labyrintu chodeb za vstupním ochozem. Kultovní *genius loci* místa znova ožil ve 20. století zřízením křížové cesty s kaplí na vrcholu skály nad jeskyní. Foto: V. Peša, 2011
Fig. 5. Liskovská Cave in Liptov. A prehistoric cave shrine with burials from the Early Eneolithic (Ludanice culture) in a vast, dark labyrinth of corridors beyond the entrance gallery. The cult *genius loci* of the site was revived in the 20th century with the establishment of the stations of the cross and a chapel at the peak of the rock above the cave. Photo: V. Peša, 2011

terizují období časného až staršího eneolitu jako nestabilní a s několika klimatickými výkyvy, které byly podobně jako ve středním neolitu kromě změn vegetace doprovázeny erozními procesy v krajině (Gál, Juhász a Sümegi, Eds., 2005). Souvislost těchto přírodních událostí s novou vlnou zájmu o jeskyně a jejich přinejmenším částečným kultovním využíváním je tedy nápadná. Ludanické jeskynní lokality ovšem neumožňují, tak jako v případě středního neolitu, prověřit vztah suchých klimatických výkyvů se zdroji podzemní vody, protože na území výskytu Ludanické skupiny (s výjimkou vysokohorských regionů Tater) se aktivní krasové jeskyně nevyskytují.

Výše uvedené skutečnosti mě vedou k názoru, že i současné významné archeologické jeskynní lokality ludanické skupiny (kultury) s největší pravděpodobností představují kultovní místa, která byla využívána eneolitickým člověkem v souvislosti s globálními změnami klimatu. Otázka funkce archeologicky chudých jeskyní s ohledem na chybějící argumenty zůstává nezodpovězená a nabízí dvě modelová řešení, podobně jako v případě středního neolitu i dalších období: Jejich využívání mohlo vycházet buď z různorodých potřeb společnosti, které tradičně bývají s jeskyněmi spojovány (úkryt lidí a zvířat, přechodné táboriště, kultovní místo, útočiště atd.), anebo z univerzálnější příčiny, spojující všechny jeskyně jako typ přírodní lokality bez ohledu na jejich podobu do stejněho ideového komplexu, který nejpravděpodobněji mohl souviset s měnícími se, resp. zhoršujícími se klimatickými podmínkami. Od významných jeskyní by se lišily pouze mírou intenzity zde prováděných aktivit (např. ústřední svatyně X místa individuálního kultu).

3. JESKYNĚ JAKO ARCHETYP PŘÍRODY V LIDSKEJ KULTUŘE?

Jak v případě západokarpatských speleoarcheologických lokalit, tak z širšího přehledu o funkci jeskyní (Peša v tisku) na základě výpovědí archeologických pramenů vyplývá, že informace o různých formách kultovního chování počínaje obdobím neolitu výrazně převažují nad většinou nejistými doklady sídlištního, ekonomického či hospo-

dářského charakteru. Sídlištní aktivity nebo úkryty mimo stálé sídelní struktury souvisejí s ekonomickým a sociálním vývojem společnosti (resp. archeologické kultury) a mohou být v rovině lidského života značně proměnlivé. Vezmeme-li už v úvahu období posledních 400 let, zažila prakticky každá generace lidí nějakou válku nebo neklidnou dobu, která je vyhnala z domovů nebo k tomu alespoň mohla vybízet. Podle archeologických svědectví se ale přesto tyto události v jeskyních zapsaly jen neznatelně (Peša, 2002, 2012). Podobná situace se týká ve střední Evropě i dále na východ také novověkého pastevectví, které rovněž zanechalo výrazně odlišné a méně nápadné stopy, než většina významných neolitických jeskynních lokalit. Tato úvaha je výše uvedenými poznatkami o neolitických lokalitách podpořena také jejich charakterem nevhodným pro pobyt lidí či domácích zvířat, podobně jako neúplnými doklady každodenních aktivit v archeologických souborech.

Nápadné střídání období intenzivního využívání jeskyní s obdobími bez jakéhokoliv archeologicky doloženého zájmu bylo badateli vícekrát diskutováno (např. Matoušek, 1996), ovšem s nejistými nebo pesimistickými závěry. Střídání několik staletí trvajících hiátů s další řadou staletí více méně kontinuálního využívání ukazuje spíše na globální příčiny, které přesahují konkrétní nebo lokální problémy společnosti. Jestliže většina významných neolitických jeskyní přinesla doklady kultovního nebo rituálního chování, znamenalo by to, že období zájmu o jeskyně souvisely s religiózními tématy doby a dlouhodobě aktuální potřebou komunikace s duchovní sférou. Lidskou kulturu mohou ohrožovat jednak velké válečné konflikty, jednak globální klimatické změny, přičemž obě příčiny v minulosti působily a koneckonců i v současné době stále působí katastrofálně především na ekonomický a zemědělský potenciál společnosti. Zatímco o archeologických dokladech velkých válečných konfliktů v pravěku se stále vedou diskuse spíše v úrovni teorie, klimatické změny jsou kromě nepřímých svědectví proměny sídelních struktur stále více dokladovány a upřesňovány konkrétními paleoklimatickými výzkumy. Úzké vazby mezi nestabilními klimatickými výkyvy a zvýšenými kultovními praktikami nejen v jeskyních, ale i v případě dalších přírodních objektů potvrzují události mladší a pozdní doby bronzové a mohly by nabízet vysvětlení i pro situaci v neolitu a eneolitu.

Na otázku „Proč nebyly jeskyně ve stejném období využívány všemi současnými archeologickými kulturami, jestliže všechny musely být pod stejným tlakem přírodního prostředí?“ nabízíme hypotézu: Kulturní společenství vyjadřuje svou identitu prostřednictvím kulturních norm, kterými vymezuje svůj vztah i k jevům mimo vlastní kulturu, kam podle kulturologických definicí patří vše biologické a přírodní (Matějů a Soukup in Kolektív, 1993, 65 ad.). Čím silnější bylo sociokulturní cítění společnosti a čím hlubší byla víra ve vlastní mechanismy kulturního rozvoje, tím se snižovala potřeba obracet se na kulturně nedefinovatelnou a neuchopitelnou přírodu a její síly. Jak je z přehledu jeskynního fenoménu zřetelné (Peša, 2011a; Peša, v tisku), nejcivilizovanější společnosti ve smyslu nejpokořilejších projevů materiální kultury a společenské resp. mocenské hierarchie – tedy obyvatelé velkých sídel, telů nebo aglomerací – vykazují jen nepatrny nebo častěji žádny zájem o jeskyně v protikladu k obyvatelstvu zemědělsky méně úrodných oblastí s nižší sociálně mocenskou hierarchií. Pro tyto tradiční společnosti mohla jeskyně představovat v čase neměnný archetyp přírodní síly, která právě při změnách životního prostředí nabývala na aktuálnosti. Jeskynní lokality by tak mohly vypovídat nejen o problematice svého využívání, ale i o širších otázkách týkajících se neolitické společnosti, její kultury a duchovního světa.

Globální změny klimatu se suchými výkyvy v prvé řadě postihovaly krajinu s citlivým ekosystémem – tedy právě kras a jeho jeskyně. Zatímco ekonomický potenciál

krajiny upadal, o to nápadněji muselo vystupovat podzemí s vlhkými prostorami a výjimečně i s tekoucí podzemní vodou. Úvahy o praktickém významu takových jeskyní jako prostého zdroje vody nejsou na místě, nehledě na to, že většina jeskyní i přes jejich vlhký charakter by jako rovnocenný vodní pramen stěží stačila. Podle obecné kosmologie vyčleňující tři roviny světa (nebe – sídlo bohů, země – prostor lidí, podzemí – sídlo bohů) jeskyně patří do mimolidské sféry a potvrzuji to i kulturně antropologická pozorování z různých částí světa (Eliade, 1993; Nicholson, Ed., 1994; Brady a Pruffer, Eds., 2005 aj.). Podzemí se svými typickými atributy (trvalá tma, prostor s absencí vjemů) se od přirozeného životního prostředí člověka výrazně odlišuje a je v mytologiích mimoevropských národů obýváno pouze božskými nebo polobozskými bytostmi, které ovládají přírodní síly zejména ve spojení s vláhou a úrodou. Podzemí vystupuje v obecném mytologickém významu jako potenciální zdroj všech potoků a řek, které ze země pramení, a všechno rostlinstva, které z ní roste. Podobně jako sakrální symboly – na příkladu etnoarcheologických analogií – v sobě i jeskyně zahrnuje mnohoznačnost významů či různorodé části komplexního myšlenkového systému a ve spojení s asociací vagíny nebo zemského luna a plodnosti může představovat místa přechodů mezi různými stavami bytí (Sandstrom, 2005, 47). Podle antropologa D. Lewis-Williamse představuje jeskynní stěna „membránu“ s energetickým potenciálem, která spolu s „mentálním vírem“ jeskynní podstaty umožňuje komunikaci mezi lidmi a podzemním světem bytostí mimolidské sféry (Lewis-Williams, 2007, 178, 264 aj.). Navíc častá poloha jeskyní v horách či úbočí kopců vytváří pomyslnou Osu světa – Axis Mundi, propojující podzemí s nebeskou sférou. Snad právě toto spojení přikládá jeskyním i schopnost ovlivňovat počasí a jeskynní průvan evokuje místo vzniku větrů právě v podzemí (pro Mezoameriku např. Heyden, 2005, pro střední Evropu v novověku Peša, 2002, 2012). Vertikální vnímání světa bylo přitom ještě v nedávné minulosti přirozenou, univerzálně platnou a respektovanou součástí vědomí lidské existence (např. Eliade, 1993, 14 ad.; Peters, 1994, 22). Archeologicky uchopitelným svědectvím této Osy světa mohou být právě časově synchronní projekty kultovního chování jak v jeskyních, tak na vrcholcích skal a kopců, které jsou dobře zdokumentovány pro závěr doby bronzové, a snad je lze vztáhnout i na starší období (obr. 6).

Zdá se mi pravděpodobné, že jeskyně jako člověku přístupný přírodní objekt z podzemní sféry univerzálního kosmologického modelu světa představovala především komunikační místo mezi člověkem a příslušnými božstvy, které ovládaly přírodní živly podle mytologie jednotlivých kultur. Nejen skutečné zdroje podzemní vody, ale možná i většina ostatních jeskyní obecně se tak v obdobích klimatického tlaku na lidskou společnost stávaly místem uctívání a kultovních obřadů. Tento globálními událostmi vynucený návrat člověka k přírodním hodnotám mohl ovšem probíhat v těch společnostech a kulturách, kde zůstalo vědomí sounáležitosti člověka s přírodou alespoň částečně zachováno. Podle obrazu jeskyní to tedy většinou nebyl případ vysoce rozvinutých společností s výraznou sociální hierarchií a organizací, alespoň na sledovaném území v obdobích neolitu až časného eneolitu. I přes předpokládanou univerzální platnost předložené interpretace to však neznamená, že všechny jeskyně musely být bezpodmínečně využívány pouze jako kultovní nebo obětní místa. Svoji roli jistě v řadě případů sehrály specifické regionální nebo společenské zvyky či kulturní tradice.

Jeskyně jako kultovní či religiozně významná místa zapadají do konceptů sakrální (resp. sakralizované) krajiny, jejichž univerzální platnost dokládají geograficky vzdálené analogie. Takové pojetí krajiny, „v níž domácí obyvatelstvo přikládá geografickým objektům zvláštní význam, stálo ve středu pozornosti mezoamerických kultur od nej-



Obr. 6. Jeskyně jako živá bytost na kombinované dětské kresbě „Jeskyněka kamarádka“ z výtvarné soutěže Správy jeskyní ČR „Tajuplný život v jeskyních“ (kolektiv 5 – 6 let, MŠ Palackého Chomutov v r. 2010). Personifikace jeskyně s nehmotnými silami přírody je dodnes součástí kulturního vědomí např. mezoamerických nebo sibiřských národů a trosky tohoto obrazu světa zůstaly dochovány také ve středoevropském prostředí

Fig. 6. Cave as living being in the children's drawing (combined technique) entitled "Cave Friend" from the "Mysterious Life in Caves" art competition sponsored by the Czech Cave Administration (collective, aged 5-6 years, 2010). The personification of caves with the intangible powers of nature remains part of the cultural consciousness of Mesoamerican and Siberian tribes, and the remains of this image of the world are also preserved in Central Europe

starších dob. Hory, velké skály, jeskyně, prameny, řeky, stromy, cesty, přírodní objekty podél pobřeží nebo s neobvyklými či nápadnými rysy byly ztotožňovány s mytologickými událostmi ve vzdálené minulosti, se stvořením světa a vznikem lidí, s hrdinskými činy předků, nebo s místy obývanými mocnými duchy a božstvy" (Aguilar, et al. 2005, 69, překl. V.P.). Tato rekonstrukce sakrální krajiny, opřená v americkém prostředí o řadu spolehlivých etnologických poznatků z různých regionů, je svou koncepcí překvapivě blízká tradičnímu vnímání středoevropské krajiny středověku a novověku, které dosud torzovitě vystupuje z mozaiky historických svědectví, místních názvů, folklóru či lidových obyčejů. Univerzální vnímání člověka jako nedílné součásti krajiny se zdá být všeobecně zapomenuto teprve v docela nedávné době.

LITERATURA

- AGUILAR, M. – JAEN, M. M. – TUCKER, T. M. – BRADY, J. E. 2005. Constructing Mythic Space: The Significance of a Chicomoztoc Complex at Acatzingo Viejo. In Brady, J. – Prufer, K. (Eds.): In the Maw of the Earth Monster. Mesoamerican Ritual Cave Use. University of Texas Press, Austin, 69–87.
- BÁRTA, J. 1983. Pohrebisko a pravéke sídlisko v jaskyni Dúpna diera pri Slatinke nad Bebravou. Študijné zvesti Archeologického ústavu Slovenskej akadémie ved, 20, 15–35.

- BARTUCZ, L. 1916. Das in der Höhle Büdöspest gefundene neolithische Menschenskelett. Barlangkutatás, 4, 167–183.
- BÖHM, J. 1933. Slovenský kras v pravku. Sborník Československé společnosti zeměpisné, 39, 90–95.
- BRADY, J. – PRUFER, K. (Eds.) 2005. In the Maw of the Earth Monster. Mesoamerican Ritual Cave Use. University of Texas Press, Austin.
- ČERMÁKOVÁ, E. 2002. Problémy děství v neolitu střední Evropy. Pravěk NŘ, 12, 7–45.
- DROPPA, A. 1961. Domica – Baradla, jaskyne predhistorického pračloveka. Bratislava.
- ELIADE, M. 1993. Mýtus o věčném návratu. Praha.
- EPSTEIN, C. 2001. The Significance of Ceramic Assemblages in Chalkolithic Burial Contexts in Israel and Neighboring Regions in the Southern Levant. Levant, 33, 81–94.
- FARKAŠ, Z. 2005. Postpaleolitické osídlenie jaskyne Dzeravá skala pri Plaveckom Mikuláši. In Otázky neolitu a eneolitu našich krajín – 2004, Nitra, 49–90.
- FARKAŠ, Z. – WITGRÚBER, P. 2007. Záchranný výskum v jaskyni Dzeravá skala pri Plaveckom Mikuláši. Archeologické výskumy a nálezy na Slovensku za r. 2005, 71–73 a 223–224.
- GÁBORI, M. 1958. A Remete-barlang ásatásának eredménye (Res. – Rezultaty raskopok v peščere Remete). Budapest Régiségei, 18, 9–52.
- GÁBORI-CSÁNK, V. 1983. La grotte Remete „Felsö” (supérieure) et le „Szeletien de Transdanubie”. Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungariae, 35, 249–285.
- GÁL, E. – JUHÁSZ, I. – SÜMEGI, P. (Eds.) 2005. Environmental archaeology in North-Eastern Hungary. Varia archaeologica hungarica, XIX, Budapest.
- GORJUNOVA, O. I. – FILIPPOV, A. G. – VETROV, V. M. – BERDBNIKOVA, N. E. 1996. Peščery Pribajkaľskogo nacionaľnogo parka. Archeologičeskoe nasledie bajkalskoj Sibiri 1, Irkutsk, 101–110.
- GRADZIŃSKI, M. – HERCMAN, H. – BELLA, P. – DEBAENE, G. – NOWICKI, T. 2002. Tmavé laminácie v sintrových nátekoch jaskyne Domica ako indikátor aktivít pravekých ľudí. Slovenský kras, 40, 41–48.
- HENRICKSON, E. 1985. The Early Development of Pastoralism in the Central Zagros Highlands (Luristan). Iranica Antiqua, 20, 1–42.
- HEYDEN, D. 2005. Rites of Passage and Other Ceremonies in Caves. In Brady, J. – Prufér, K. (Eds.): In the Maw of the Earth Monster. Mesoamerican Ritual Cave Use. University of Texas Press, Austin, 21–34.
- JANÁČIK, P. 1963. Príspevok k poznaniu krasu Strážovskej hornatiny so zvláštnym zreteľom na Mojtínsku krasovú oblasť. Slovenský kras, 4 (1961 – 1962), 3–33.
- KADIĆ, O. 1915–1916. Ergebnisse der Erforschung der Szeletahöhle. Mitteilungen aus der Jahrbüche der kgl. Ungarischen geologischen Reichsanstalt, 23, Heft 4, 156–299.
- KADIĆ, O. 1917. Bericht über meine Ausgrabungen im Jahre 1915 (I). Jahresbericht der k. ungarischen geologischen Reichsanstalt für 1915, 610–615.
- KADIĆ, O. 1934. Der Mensch zur Eiszeit in Ungarn. Mitteilungen aus dem Jahrbuch der kgl. ungar. geolog. Anstalt (A Magyar királyi földtani intézet évkönyve), 30, Heft 1.
- KÁLICZ, N. – KOÓS, J. S. 2000. Újkőkori arcus edények a kárpát-medence északkeleti részéből (Neolithische Gesichtsgefäße im Nordosten des Karpatenbeckens, Auszug). A Herman Ottó Múzeum Évkönyve, 39, 15–44.
- KÁLICZ, N. – MAKKAY, J. 1977. Die Linienbandkeramik in der Großen ungarischen Tiefebene. Studia archaeologica VII, Budapest.
- KOLEKTÍV 1993. Sociální a kulturní antropologie. Sociologické pojmosloví, sv. 3. Praha.
- KOREK, J. 1955. Das neolithische Fundmaterial der Höhle von Istállósök. Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungariae, 5, 141–143.
- KOREK, J. 1958. A settlement of the Bükk Culture in the Hillebrand Cave (Res.). Folia Archaeologica, 10, 17–28.
- KOREK, J. 1970. Eine Freilandsiedlung und Gräber der Bükk-Kultur in Aggtelek (Auszug). Archaeologai Értesítő, 97, 3–22.
- KOREK, J. – PATAY, P. 1958. A Bükk kultura elterjedése Magyarországon. Régészeti füzetek, II/2, Budapest.
- KOŠTÚRK, P. – STUCHLÍKOVÁ, J. 1982. Neolitické a eneolitické nálezy z jeskyně Turold u Mikulova, okr. Břeclav. Sborník prací Filozofické fakulty Brněnské univerzity (SPFFBU), E 27, 75–90.
- KRASKOVSKÁ, L. 1933. Památky bukovohorské kultury ve sbírkách Vlastivědného musea v Bratislavě. Památky archeologické, 39, 46–49.

- LEWIS-WILLIAMS, D. 2007. *Mysl v jeskyni: vědomí a původ umění*. Academia, Praha (Mind in the cave, Thames and Hudson Ltd, London 2002).
- LICHARDUS, J. 1965. Domica – jaskyňa pravekých tajov. Svet vedy, 12, 24–29. Bratislava.
- LICHARDUS, J. 1967. Vertikálna stratigrafia bukovohorskej kultúry v jaskyni Ardovo, Sv. I – Text. Disertačná práca, Nitra.
- LICHARDUS, J. 1968. Jaskyňa Domica – nejvýznačnejšie sídlisko ľudu bukovohorskej kultúry. Bratislava.
- LICHARDUS, J. 1974. Studien zur Bükker Kultur. Saarbrücker Beiträge zu Altertumskunde, 12, Bonn.
- LOŽEK, V. 1973. Příroda ve čtvrtohorách. Academia, Praha.
- MATOUŠEK, V. 1996. Archeologické nálezy z jeskyni Českého krasu 3x jinak. Archeologické rozhledy, 48, 16–28.
- MATOUŠEK, V. 1999. Hora a jeskyně. Příspěvek ke studiu vývoje vztahu člověka a jeho přírodního prostředí ve střední Evropě od neolitu do raného středověku. Archeologické rozhledy, 51, 441–456.
- MESTER, Z. 2002. Excavations at Szeleta Cave before 1999: Methodology and Overview. Praehistoria, 3, Archaeolingua, Miskolc, 57–78.
- MLEJNEK, R. 2011. Cesta slepých brouků. Vyd. vlastním nakladem.
- MOTTL, M. 1945. Bericht über die Ergebnisse der Grabungen der Jahren 1936/38, sowie über die Tätigkeit der Vertebraten-Abteilung der kgl. ung. geol. Anstalt. Jahresberichte der ung. geologischen Anstalt über die Jahre 1936 – 1938 (MKFIÉJ), Bd. IV., 1553–1585.
- NEVIZÁNSKY, G. 1990. K problematike pastierstva v eneolite. Študijné zvesti Archeologického ústavu Slovenskej akadémie ved, 26 (1), 71–77.
- NICHOLSON, Sh. (Ed.) 1994. Šamanismus II. Rozšírená vize reality. Bratislava.
- PAUK, F. 1946. O dislokační jeskyni v Súľovských skalách na Slovensku. Věstník státního geologického ústavu republiky Československé, 21, 255–261.
- PAVÚK, J. – BÁTORA, J. 1995. Siedlung und Gräber der Ladanice-Gruppe in Jelšovce. Nitra.
- PEŠA, V. 1997. Jeskyně Českého krasu v mladší době bronzové až halštatské. In Cílek, V. (Ed.): Archeologie a jeskyně, Knihovna České speleologické společnosti 29, Praha, 111–132.
- PEŠA, V. 2002. Člověk a jeskyně v novověku (1500 – 2000). O historii, archeologii a speleoantropologii. Kuděj, 4, Praha, č. 1, 3–19; č. 2, 3–19.
- PEŠA, V. 2006. Využívání jeskyní v mladší době bronzové až halštatské ve vybraných oblastech střední Evropy. Památky archeologické, 97, 47–132.
- PEŠA, V. 2011. Mensch und Höhle im Neolithikum. Disertační práce, Ústav pro pravěk a ranou dobu dějinou, FFUK Praha.
- PEŠA, V. 2011a. Jeskyně v neolitu a časném eneolitu: pohled z Předního východu. Prachistorica, 29, 275–296.
- PEŠA, V. 2012. Der neuzeitliche Mensch in der Höhle: Die Speläoanthropologie als archäologische Quelle. Památky archeologické 103, v tisku.
- PEŠA, V. v tisku. Jeskyně v neolitu a časném eneolitu mezi Předním východem a střední Evropou – chronologie, funkce a symbolika. Pravěk, Brno.
- PETERS, L. G. 1994. Šamanismus Tamangu v Nepálu. In Nicholson, Sh. (Ed.): Šamanismus II. Rozšírená vize reality, Bratislava, 13–27.
- PRIKYL, L. V. 1985. Dejiny speleologie na Slovensku. Bratislava.
- PROŠEK, F. 1957. Výzkum jeskyně Dzeravé skály v r. 1950. In Referáty o pracovních výsledcích československých archeologů za rok 1956, Liblice, část I, 21–29.
- RACZKY, P. – ANDERS, A. 2008. Late Neolithic spatial differentiation at Polgár-Csöszhalom, eastern Hungary. In Bailey, D – Whittle, A. – Hofmann, D. (Eds.): Living well Together? Settlement and Materiality in the Neolithic of South-East and Central Europe, Oxbow Books, Oxford, 35–53.
- RUTKOWSKI, B. 1986. The Cult Places of the Aegean. Yale University Press, New Haven & London.
- SAÁD, A. 1929: Über die Resultate der neueren Ausgrabungen im Bükkgebirge (Auszug). Archaeologiai Értesítő, 43, S. 375, Abb. 95–99.
- SAÁD, A. 1930. Ein Fall von Kannibalismus aus der Neolithzeit in der Istállókőer Höhle (Ungarn, Bükk-Gebirge). Eiszeit und Urgeschichte, 7, 107–110.
- SANDSTROM, M. 2005. The Cave-Pyramid Complex among the Contemporary Nahua of Northern Veracruz. In Brady, J. – Prufer, K. (Eds.): In the Maw of the Earth Monster. Mesoamerican Ritual Cave Use. University of Texas Press, Austin, 35–68.

- SOJÁK, M. 2007. Výskumy na východnom Slovensku. AVANS za r. 2005, 177–183.
- SOJÁK, M. 2007a. Osídlenie spišských jaskyň od praveku po novovek. *Archaeologica Slovaca Monographiae – Studia*, X, Nitra.
- SOJÁK, M. 2007b. Osídlenie blízkeho okolia Moldavy nad Bodvou, In Soják, M. – Terray, M. (Eds.): Moldavská jaskyňa v zrkadle dejín / A Szepsi-barlang a történelem tükrében. Moldava nad Bodvou, 50–72.
- SOJÁK, M. 2008. Osídlenie jaskyne Leontína v Gombaseckom kameňolome. *Gemer-Malohont: zborník Gemersko-malohontského múzea*, 4, 139–145 a 177–183.
- SOLECKI, R. S. 1998. Archaeological Survey of Caves in Northern Iraq. *The international journal of Kurdish studies*, 12, 1–70.
- STOLL-TUCKER, B. 1997. Nacheiszeitliche Höhlennutzung am Beispiel des oberen Pegnitztales (Nördliche Frankenalb). *Arbeiten zur Archäologie Süddeutschlands*, 4, Büchenbach.
- STRUHÁR, V. 1998. Záchranný archeologický výskum a objav kultového objektu v Liskovskej jaskyni. *Slovenský kras*, 36, 173–178.
- STRUHÁR, V. 1999. Eneolitický kolektívny hrob z jaskyne pri Liskovej, okr. Ružomberok. In *Otázky neolitu a eneolitu našich krajín 1998*, Nitra, 203–216.
- STRUHÁR, V. – SOJÁK, M. 2009. Liskovská jaskyňa – prehistorické sanktuárium v Chočkom pohorí. *Aragonit*, 14, 1, 45–50.
- SVOBODA, J. A. – VAN DER PLICHT, J. 2007. Býcí skála and other caves in the Middle Danube region: Dating rock art. In *Rock art in the frame of the Cultural Heritage of Humankind. XXII Valcamonica Symposium 2007*, 467–472.
- ŠÍSKA, S. 1989. Kultúra s východnou lineárной keramikou na Slovensku. Bratislava.
- ŠÍSKA, S. 1999. Výšinná sidliská bukovohorskéj kultúry na Slovensku. *Sborník prací Filozofické fakulty Brněnské univerzity (SPFFBU)*, M 4, 47–60.
- ŠÍSKA, S. 2002. Náčrt neolitickej a eneolitickej osídlenia severozápadného Slovenska. *Slovenská archeológia*, 50, 69–78.
- TELENBACH, M. 1983. Materialien zum Präkeramischen Neolithikum in Süd-Ost-Europa. *Typologisch-stratigraphische Untersuchungen zu lithischen Gerätschaften*. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission, 64, 23–123.
- TOMPA, F. 1929. Die Bandkeramik in Ungarn. Budapest.
- TOMPA, F. 1934–1935. 25 Jahre Urgeschichtsforschung in Ungarn 1912 – 1936. Bericht der Römisch-germanischen Kommission, 24/25, 27–127.
- VÉRTES, L. 1960. Die Wandgravierungen in der Hillebrand-Jenő-Höhle. *Folia Archaeologica*, 12, 3–11.
- VIRÁG, Zs. 2002. Data on the Middle Copper Age archaeological topography of Budapest environs (sites of the Ludanice Culture). *Budapest Régiségei*, 36, 93–113.
- VRBA, J. 1947. Domica: dílo věčnosti a pravěku. *Sebrané spisy Jana Vrby LXXIII*, Praha.
- WHITEHOUSE, R. D. 1992. *Underground Religion. Cult and Culture in Prehistoric Italy*. Specialist Studies on Italy, 1, University of London.

DEMÄNOVSKÁ ĽADOVÁ JASKYŇA PO ROKU 1918

MARCEL LALKOVIČ

M. R. Štefánika 4, 034 01 Ružomberok; m.lalkovic@gmail.com

M. Lalkovič: The Demänovská Ice Cave after 1918

Abstract: Under the influence of opening the Demänovská Cave of Liberty to public in 1924 the interest in the Demänovská Ice Cave gradually fell off. After 1918 it was particularly researched by F. Vításek. In 1926 A. Král a V. Benický discovered the highest situated spaces of it. At the turn of 1944 – 1945 the cave was measured by V. Benický. On initiative of the Slovak Speleological Society it was repeatedly opened to public in 1952. In making the cave accessible man-made preparations negatively influenced temperature conditions in the cave. In 1953 the commission of experts suggested precautions for its preservation, and control microclimatic measurements started here. After 1970 the Slovak Caves Administration provided reconstruction of a show route that was enlarged by the Gravel Dome. At this period, besides microclimatic measurements, space changes were observed on ice forms in the Kmeť Dome. An educative path was made along the access path to the cave in 1998. At that time there was also unveiled a memorial tablet to G. Buchholtz that researched and measured the cave in 1719.

Key words: history of speleology, ice cave, opening to public, expert interest, microclimatic problems, Demänovská Valley, Liptov, Slovakia

ÚVOD

V podmienkach nového štátu sa záujem o jaskyňu zo začiatku niesol v znamení dovtedajších tendencií, azda iba s jednou výnimkou. Vznikom Československej republiky sa zmenila štruktúra turistiky na Slovensku. Od marca 1919 sa tu udomáčňoval slovenský prvok – Tatranský spolok turistický, ktorý sa v máji 1920 zlúčil s Klubom československých turistov. Uhorský karpatský spolok stratil výsadné postavenie a musel sa prispôsobiť novým štátnym pomerom. Aj keď si ponechal pôvodnú organizačnú štruktúru a pretvoril sa na nemeckú národnostnú turistickú organizáciu Karpathenverein (Karpatský spolok), už sa neobnovila jeho Liptovská sekcia. Tá po svojom vzniku v roku 1884 viac-menej dohliadala na náležitosti týkajúce sa jaskyne, či už išlo o úpravu jej priestorov, prevádzku alebo inak sa usilovala o rozvoj turistiky, a tak živila záujem o jej návštěvu. Tým jaskyňa akoby stratila svojho gazdu.

ZMIENKY V LITERATÚRE PO ROKU 1918

Myšlienka priblížiť Slovensko ostatným časťiam novej republiky už od začiatku náhľadzala výraz v nemalom počte publikácií, ktoré sa po roku 1918 objavili na knižnom trhu. Už roku 1919 vydal S. Klíma, český učiteľ a spisovateľ publikáciu *Slovensko, obraz jeho minulosti a prítomnosti*, kde sa o. i. zaoberal zemepisným prehľadom Slovenska. Zmienil sa tu aj o existencii niektorých tunajších jaskyň a nezabudol ani na známu vápencovú a ľadovú jaskyňu v údoli Demänovské v Liptově. Pri opise Liptovskej župy sa roku 1920 v zemepise Republiky československej o jej existencii zmienil aj F. Kulhánek,

český publicista a učiteľ. Informácie o nej nachádzame aj v ďalšej publikácii S. Klímu *Slovenská vlast* z roku 1921. V súvislosti s Liptovskou župou tu pri zmienke o obci Demänová uviedol, že sa v jej blízkosti nachádza *Demänovská jaskyňa ľadová a kvapľová, v ktorej môžeme vyše hodiny pod zemou chodiť a zriedkavej krásę ľadových a vápencových útvarov sa podivovať*. Zmienil sa aj o Žuffovom objave novej časti z roku 1909.

O Demänovskej ľadovej jaskyni sa roku 1921 vo fyzikálnom zemepise zmieňoval F. Koláček. V súvislosti so stavbou *Nižných Tatier* konštatoval, že vápenec severne od Ďumbiera je skrasovatený. Zároveň spomenul ponorný potok *Demanovský*, v ktorého údoli je niekoľko jaskýň. Steny najznámejšej – ľadovej jaskyne pokrýval ľad. Ľadové kvaple tu viseli zo stropu a miestami ľadové stípy spájali podlahu so stropom. Z nich vynikal 12 m vysoký a 5 m široký ľadový vodopád. Okrem ľadovej v jaskyni existovala i kvapľová výzdoba. Zásluhou J. Volku sa údaje o jaskyni zjavili aj v čítanke A. Pražáka z roku 1921. V článku o Veľkej jaskyni v Okne tu spomenul aj *ľadovo kvapelnú jaskyňu Demänovskú* v brale *Dračom*, ktorá pozostávala z troch poschodí. V prostrednom sa vyskytoval *ľad a v nižnom a vo vyšnom útvare kvapľa*, ktoré opísal detailnejšie. V príručke orientovanej na čítanie mapy a vlastivedné cestovanie z roku 1922 sa o jaskyni krátko zmieňovala aj K. Spalová.

V rokoch 1921 – 1922 vydal K. V. Adámek publikáciu o Slovensku. Mala byť príspievkom k poznaniu tunajších prírodných krás i jeho minulosti a súčasnosti. Pozostávala z opisu slovenských žúp, kde si popri charaktere a historii ich miest a obcí všimal tunajšie prírodné pomery. Pri zmienke o *Liptovských Holiach* a vychádzkach do okolia spomenul aj Demänovskú čiernu jaskyňu ľadovú v Demänovskej doline, vzdialenosť asi dve hodiny od Liptovského Sv. Mikuláša. Klúče od nej sa nachádzali v prvej hájovni, vzdialej asi štvrt' hodiny od nej. V jaskyni sa z vysokej predsiene zostupovalo dolu, kde z ľadových útvarov vynikal vodopád a v ďalších častiach sa vyskytovala kvapľová výzdoba.

Zásluhou F. Bílého a S. Klímu sa roku 1920 objavil ďalší ilustrovaný sprievodca po Slovensku. Jeho druhé, prepracované vydanie malo plniť funkciu spoľahlivého sprievodcu pri putovaní slovenskou krajinou. Údaje o Demänovskej ľadovej jaskyni, uvádzané v ňom, však nevybočili z rámca ich sprievodcu z roku 1911. V roku 1921 sa zmienka o Demänovskej ľadovej jaskyni objavila aj v študentskom sprievodcovi po Slovensku od A. Štanglera, predsedu odboru KČST v Košiciach. Pri opise Liptovského Sv. Mikuláša tu upozorňoval na možnosť jej návštevy, ale podmieňoval ju vzatím si svietidiel so sebou. Klúče od jaskyne sa nachádzali v horárni na začiatku doliny, odkiaľ sa po vyše hodiny a pol dalo dostať cez potok k novej útulni. Prehliadka trvala asi hodinu a okrem ľadovej sa tu vyskytovala aj kvapľová výzdoba. S obsahovo podobnou zmienkou (o jaskyni, ktorou sprevádzal hájnik z hájovní na začiatku doliny) sa stretávame aj v sprievodcovi po slovenských horách od K. Petroviča z roku 1921. Krátku informáciu o *ledové a krápnikové jeskyni Demänovské*, nachádzajúcej sa asi 2,5 hodiny južne od Liptovského Mikuláša, zahrnul do sprievodcu po Vysokých Tatrách aj J. Všetečka.

Informácie o Demänovskej ľadovej jaskyni obsahoval aj sprievodca A. Krála po Demänovskej a Svätojánskej doline z roku 1922. Pri opise Liptovského krasu spomenul Demänovskú dolinu, kde sa nedaleko útulne bývalého Karpatského turistického spolku nachádzala jedna z *nejpřednejších znamenitostí Demenovské doliny, ledová jeskyně, prostírající se v ohromném sklaním bloku, jehož čelní stěna tvoří svislé srázy a ční do doliny v sousedství krápnikové jeskyně Okna ohromnou „Baštou“*¹.

1 Král, A. 1922. Slovenský kras, průvodce po dolině Demenovské a Svatojanské, s. 13

TURISTICKÝ ZÁUJEM O JASKYŇU

V kontexte turistickej verejnosti záujem o jaskyňu po roku 1918 pretrvával nadalej. Zmenilo sa však zloženie jej návštevníkov, i keď o intenzite vtedajšej návštevnosti zatial' niet bližších informácií. Aj v tomto období systém návštevy fungoval podľa dávno zaužívaných pravidiel a pod egidou Lesného komposesorátu v Demänovej. Na jeho pozemkoch sa nachádzala nielen jaskyňa, ale aj pod ňou postavená útulňa. Každý, kto mal záujem o jej návštevu, musel sa zastaviť v tunajšej horární, kde si zakúpil vstupenku a vyzdvihol kľúče, alebo ju absolvoval s hájnikom – sprievodcom. Podľa A. Mišuru sa v horári 2. augusta 1921 zastavil aj Alois Král (1877 – 1972) a požiadal o vstupenku i sprievodcu do jaskyne. Roku 1923 F. Vításek uviedol, že v čase výskumov, ktoré v rokoch 1919 – 1922 realizoval v Demänovskej doline, taborili tu aj pražskí skauti Psohlavci. Zaujímali sa o existenciu ľadovej jaskyne a preskúmali takmer všetky jej známe priestory. Ochotne mu vypomáhali pri poznávaní Demänovskej ľadovej jaskyne a zameriavaní jej priestorov. Do jaskyne často sprevádzali aj jej návštevníkov a počas pobytu v Demänovskej doline sami využívali jej priestory na uskladnenie mäsa, z ktorého si každý večer pripravovali gulás. Útulňu pod jaskyňou pri svojich objavných prácach využíval aj A. Král, ktorý ju dal opraviť za finančné prostriedky, získané od Tatra banky v Liptovskom Sv. Mikuláši.

Záujem o jaskyňu začal upadať potom, ako v auguste 1924 sprístupnili Demänovskú jaskyňu slobody. Takýto trend nesúvisel len so sprístupnením novej jaskyne. Aj keď sa do istej miery stávala veľkým konkurentom, pod úpadok návštevnosti sa podpisali aj niektoré iné okolnosti. Spomedzi vtedy sprístupnených jaskyň na Slovensku Demänovská ľadová jaskyňa bola jedinou, ktorá nemala elektrické osvetlenie. Svoju úlohu zohralo aj vlastníctvo jaskyne. Lesný komposesorát v Demänovej nedomyslel niektoré skutočnosti, ktoré vyplynuli zo sprístupnenia Demänovskej jaskyne slobody. Nadalej zotrvaival na režime jej prevádzky, ktorú zabezpečoval prostredníctvom sprievodcu, čo býval v neďalekej horári. Musel teda počítať s tým, že po čase určitá časť jej potenciálnych návštevníkov presmeruje svoj záujem na inú, z turistického hľadiska v tom čase už oveľa zaujímavejšiu lokalitu.

S úpadkom návštevnosti súvisel aj nevyhovujúci stav vstupného schodišťa a ostatných drevených častí. Z hľadiska prehliadkovej trasy ich vybudovali ešte koncom 19. a začiatkom 20. storočia. Po objave Demänovskej jaskyne slobody vstupné schodište ešte ako-tak obnovili. Kedže sa nik nestaral o jaskyňu, pomerne rýchlo sa tu obnovila plešeň a ľad, takže zostup do spodných častí bol značne nebezpečný. Ani prehliadka jaskyne za prítomnosti sprievodcu – tunajšieho horára nefungovala tak, ako by sa žiadalo. V nejednom prípade požičal návštevníkom kľúče či poskytol sviece, ale prehliadku jaskyne ponechal na nich samých (obr. 1).

Tieto okolnosti spôsobili, že sa časom utlmil záujem o návštevu jej priestorov. Lesný komposesorát v Demänovej, ktorý si ako majiteľ nič z toho neuvedomoval, sa o jaskyňu nestaral vôbec. Nemožno sa preto diviť, ak v roku 1923 aj Pamiatkový úrad dospel k názoru, že jaskyňu treba ponechať svojmu osudu, resp. jej majiteľom, ktorí aj tak dovršia dielo jej skazy.² Aj turistické sprístupnenie Demänovskej jaskyne Okno v jej blízkom okolí neskôr plne ukázalo, že takto chápaná prevádzka jaskyne už nemala reálnu šancu presadiť sa vo verejnosti.

Na takto vznikajúci stav už nemali vplyv ani informácie, ktoré sa o Demänovskej ľadovej jaskyni dostali do druhého vydania Slovenskej čítanky zostavenej J. Kabelíkom

² Těsnohlídek, R. 1926. Demänová, s. 128



Obr. 1. Starý vchod do Demänovskej ľadovej jaskyne. Foto: V. Benický, Archív SMOPaJ

Fig. 1. An old entrance to the Demänovská Ice Cave. Photo: V. Benický, Archive of SMOPaJ

aj časť o Demänovských jaskyniach. V nej sice prevažujú informácie o Demänovskej jaskyni slobody, ale nachádzame tu aj opis turistickej trasy do Demänovskej doliny a v jeho rámci aj údaje o starej ľadovej a kvapľovej jaskyni. Popri výške vstupného (4 Kč) je to informácia o kľúčoch do jaskyne, polohe vchodu a zmienka o ľadovej časti, *kde se stále udržuje led* tím, že *teplejší vzduch venkovský není s to vypudit z hluboké jeskyně studený vzduch její*. Podobné informácie uviedol v roku 1928 J. Všetečka aj vo štvrtom vydaní svojho sprievodcu.

Stručné informácie obsahoval aj Všetečkov turistický sprievodca *Demänovské jeskyně*. Popri zmienke o jaskynnom vchode v blízkosti útulne jeho autor na adresu *Ledové a krápnikové jeskyně* uviedol, že *širší vrstvy se v poslední době do téchto jeskyň nevodí*. Zajímavá je *zvláště ledová jeskyně, kde se stále udržuje led* tím, že *teplejší vzduch venkovský není s to vypudit z hluboké jeskyně studený vzduch její*. Jeskyně má 5 patier, strední patro je jeskyní ledovou. V ní 3 sály, z nichž zvláště ve tretím krásné ledové sloupy a záclony. O Demänovskej ľadovej jaskyni sa i v roku 1932 vo svojom sprievodcovi zmieňoval A. Král. V súvislosti s návštevou Demänovskej doliny, kam viedla novozriadená cesta postavená v rokoch 1926 – 1929, spomenul aj existenciu *ledové čili Dračí jeskyně, od r. 1723 známé a dosud primitívne zprístupnené*, čo sa nachádzala v blízkosti chaty demänovského komposesorátu. Zároveň odporúčal jej návštevu všetkým, ktorí *zatouží mítí ucelený pohľad o povrchových i podzemných pôvaboch Demänovskej doliny*.

v roku 1925. V časti o prírodných krásach Slovenska sa tu K. Matoušek zmieňoval o Nízkych Tatrách a v súvislosti s jaskynou konštatoval, že *Demänovská dolina překypuje krasovými zjevy a již před válkou těšila se ze slušné návštěvy veliká Demänovská jeskyně (1 ½ hodiny pěšky z Mikuláše)*, zajímavá tím, že ke krápnikovým tvarům přistupují i ledové. Ale o krápnikové půvaby byla dravými návštěvníky bohužel oloupena, jako se stalo i v ostatních slovenských jeskyních, pokud nebyly rádně střeženy.³

Napriek tomu sa zmienky o nej ešte nejaký čas objavovali v turistických bedekroch, ktoré sa orientovali na oblasť Vysokých Tatier či návštěvu Demänovskej doliny. Pri opise vychádzok a výletov na ceste do Tatier v sprievodcovi po Vysokých Tatrách ju roku 1924 spomenul K. Petrovič, i keď z turistického hľadiska neuviedol o nej bližšie údaje. Naproti tomu J. Všetečka do tretieho vydania turistického sprievodcu po Vysokých Tatrách z roku 1925 zaradil

3 Matoušek, K. 1925. Přírodní krásy Slovenska, Slovenská čítanka, uspořádal J. Kabelík, s. 32

CHARAKTER ODBORNÉHO ZÁUJMU

Dolinu Demänovky v rokoch 1919 – 1922 preskúmal František Vitásek (1890 – 1973), český geograf a pedagóg, ktorý sa zaoberal glaciológiou a štúdiom jej morfологии. Pretože v rokoch 1920 – 1921 tu táborigli pražskí skauti Psihlavci, využil ich prítomnosť na poznanie Demänovskej ľadovej jaskyne. V auguste 1920 jaskyňu preskúmal, najmä jej ľadové časti a spodné časti objavené A. Žuffom v roku 1909, a zároveň orientačne zameral jej priestory. Na mnohých miestach jaskyne meral teplotu a robil výškové merania. Niveláciou určil výšku päty hlavného schodišťa vo Veľkom dóme, výšku vstupu do Kmet'ovho domu, výšku vyústenia spojovacej chodby vedúcej z Kmet'ovho domu do spodných častí a niektorých ďalších bodov. Za základ merania použil výšku vchodu do jaskyne, ktorej hodnotu stanobil opakoványm barometrickým meraním. Situáciu jaskyne zobrazil značne zjednodušeným pôdorysom. Okrem začadnenia vyznačil v ňom aj niektoré iné náležitosti a ich význam rozviedol v príspevku z roku 1923. Pokúsil sa v ňom o vysvetlenie genézy jaskyne stanovením troch poschodí, ktoré kládol do súvisu s terasami Demänovky na povrchu (obr. 2).

Záujem o Demänovskú ľadovú jaskyňu prejavil aj Odbor Klubu československých turistov v Liptovskom Sv. Mikuláši. Na jeho valnom zhromaždení 6. februára 1921 Ivan Stodola *odporúčal, aby opravený bol vchod do jaskyne demenovskej a do jej druhej čiastky takzvanej Žuffovky, ďalej, aby riešená bola otázka demenovskej útlne.*⁴ Valné zhromaždenie v tejto súvislosti poverilo niektorých svojich členov, aby si zadovážili potrebné informácie a najbližšiemu výboru o provedení tejto otázky podrobnyj návrh predostreli.⁵

V roku 1921 sa o Demänovskej jaskyni ľadovej a kvapľovej podrobnejšie zmieňoval Miloš Janoška (1884 – 1963), školský inšpektor v Liptovskom Sv. Mikuláši. Na stránkach Krás Slovenska uviedol, že patrí k najstarším známym na Slovensku. Opísal ju už G. Buchholtz ml., spomínal M. Bel a zaujímal sa o ňu aj ďalší. Jaskynný otvor sa nachádzal vo vzdialenosťi 10,75 km od Liptovského Sv. Mikuláša. Cez Vrbicu a Ploštín sa táto vzdialenosť dala skrátiť o 2 km. Sprievodca býval v prvej horárni v doline. Dračia diera, ako ju ľudovo nazývali, mala dva prirodzené vchody a jeden umelý. Zamurovali ho asi pred 16 rokmi a upravili pravý prirodzený vchod, odkiaľ viedlo strmé schodište dovnútra jaskyne. Jaskyňu opísal a pozastavoval sa nad správaním návštevníkov, ktorí v dávnejšej minulosti ničili jej kvapľovú výzdobu a i teraz si nosili odtiaľ rôzne ulomené kúsky. Takisto opísal charakter objavu A. Žuffu z roku 1909. Navrhoval upraviť vstup do týchto častí a urobiť ich prístupnými šírsiu obecenstvu. Zmienil sa aj o objave úzkej kľukatej, bohatu vyzdobenej chodbičky z roku 1913 v stene na spodku vstupnej chodby a vyslovil predpoklad objavu ďalších častí prípadným podrobným výskumom.

Komisia pre verejnenie Demänovských jaskyň zabezpečila v roku 1923 vydanie samostatnej publikácie *Liptovský kras, jaskyne Demänovského údolia*. Popri tom, čo súviselo s Demänovskou jaskyňou slobody, niektorí autori sa v príspevkoch vo väčšom čí-

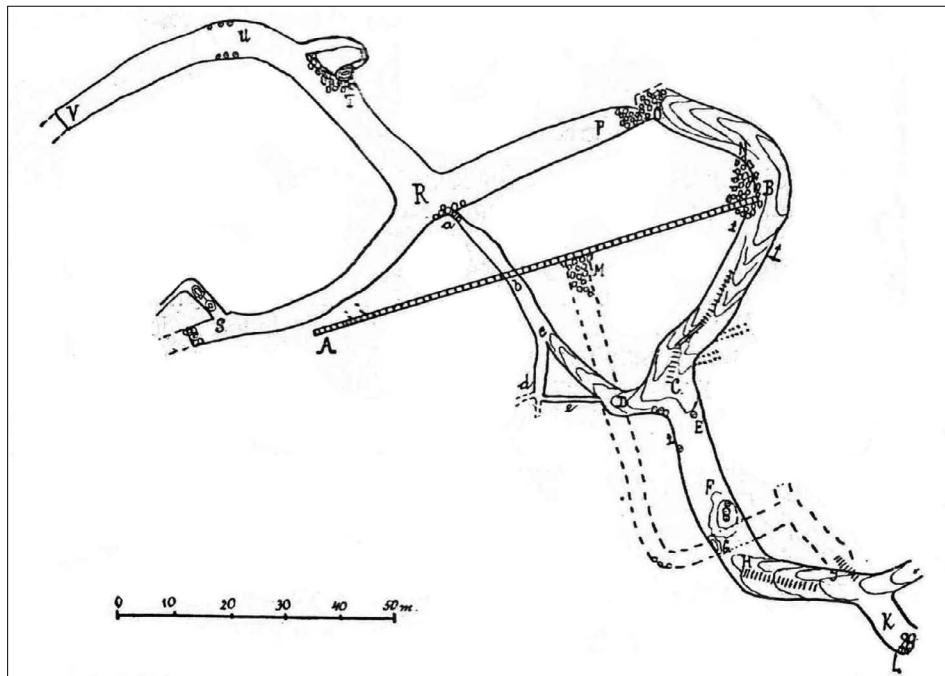


Obr. 2. F. Vitásek (1890 – 1973).
Archív MU Brno
Fig. 2. F. Vitásek (1890 – 1973).
Archive of MU Brno

4 Anonymus 1921. Výroční zprávy z odborů, Lipt. Sv. Mikuláš, Časopis turistů, roč. XXXIII, s. 77

5 Tamže, s. 77

menšom rozsahu zmieňovali aj o Demänovskej ľadovej jaskyni. V súvislosti s charakterizovaním zemepisného obrazu Demänovskej doliny F. Vitásek na podklade svojich predchádzajúcich výskumov opisoval charakter jej priestorov a s ohľadom na existenciu troch tunajších poschodí sa zamýšľal nad genézou jaskyne. Pri charakterizovaní demänovskej časti tzv. Liptovského krasu V. Holeček sa zamýšľal nad pôvodom ľadových jaskýň, stručne opísal ľadovú výzdobu jaskyne a usiloval sa objasniť genézu tunajšieho ľadu. V časti, kde sa zaoberal terasami Demänovky, sa o Ľadovo-kvapeľnej či Dračej jaskyni zmienil aj J. Volko-Starohorský. Uvedol, že *za novou horárnou, nad jaskynným domkom asi v 80 m výške dviha sa strmé, šedé bralo; v ňom stará puklina a chodba, vyrytá niekdajšou, tak vysoko tečúcou Demänovkou. Je to stará „Ľadovo-kvapeľná“ či „Dračia jaskyňa“, už od nepamäti známa tak idealistom, ako i materialistom...* Zároveň konštatoval, že sa tu pred rokmi v jej otvore našla lebka jaskynného medveďa, ktorá sa mala údajne nachádzať v Petrohradskom múzeu v Rusku (obr. 3).



Obr. 3. Schematické znázornenie priestorov jaskyne podľa F. Vitáska
Fig. 3. Schematic illustration of the cave spaces according to F. Vitásek

Po objave Demänovskej jaskyne slobody sa o ľadovú jaskyňu zaujímal aj A. Král, ktorý ju vnímal ako lokalitu, kde sa dali objaviť nové časti. Už v roku 1913 predpokladal, že sa sem vráti a podrobne preskúma jej priestory. Veci sa však vyvinuli inak. Až roku 1926, keď pátral po druhom vchode do Demänovskej jaskyne slobody a skúmal vzájomnú súvislosť podzemných bludísk vo východných svahoch doliny, prišiel rad aj na ľadovú jaskyňu. Pri prehliadke jej priestorov dospel k názoru, že v najspodnejšej časti existuje aktívne riečisko vôd, ktoré pravdepodobne prichádzali z bočnej Čiernej dolinky. Komíny a tesné chodby, ktoré zaregistroval v strednom poschodí, ho zase lákali k postupu do vyšších častí. Začiatkom marca 1926 sa s V. Benickým podujal na prieskum spomínaných partií. Spolu prekutávali všetky otvory, kadiaľ sa dalo prepchať.

Král si zobraľ na starosť pravú stranu jaskyne, Benický ľavú. Takto sa v Dóme pagod dostali k miestu – neskoršiemu východisku do nových horných častí, kde Benického upútala komínovitá strmina, pod ktorou stál murovaný podstavec zo skál. Zanechali ho tu návštěvníci, keď sa v minulosti márne pokúšali preniknúť do najvyšších častí jaskyne. Jeho prostredníctvom sa potom aj oni neúspešne pokúšali dostať do komína. Benický však našiel malý otvor, cez ktorý sa s ťažkostami pretiahol, a pomocou vhodných záhytov sa vyšplhal do najvyššej časti jaskyne. Tvorili ju štyri domy s jazierkami, náleziskom kostí pravekých zvierat a peknou kvapľovou výzdobou.

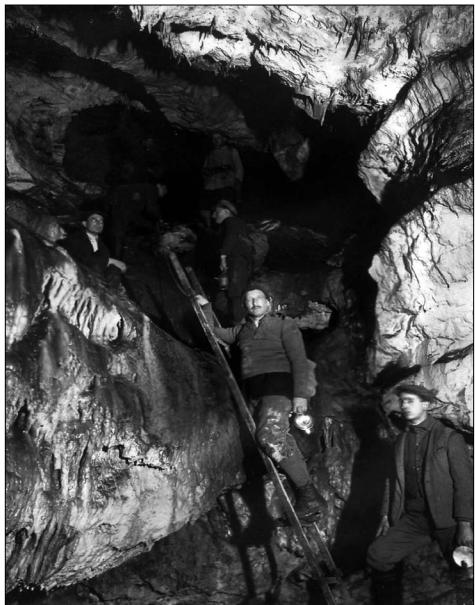
Ako v roku 1926 uviedol R. Těsnohlídek, z obavy, aby niekto nepovolaný nevnikol do nových častí, A. Král sa rozhodol objav zatajíť. Mal ho zverejniť až po štrnástich dňoch, potom, ako zorganizoval do nových častí výskumnú výpravu. Toto jeho tvrdenie do istej miery spochybňuje list z 13. marca 1926, v ktorom oznamoval Demänovskému komposesorátu, že pri štúdiu a detailnejšom výskume Ľadovej jaskyne podarilo sa mu objaviť dvä horní patra, ktorá odbočují z hlavnej chodby a svou krápnikovou, zcela neporušenou klasickou prímo nádherou. Jsou značnou, prímo velečennou náhradou za partie zničené a stanou se při zlepšené upravě s Ledovou novým zdrojem príjmu. Ako ďalej uviedol, svoj objav hlásil aj úradom a žiadal, aby podnikli kroky na ochranu a užatvorenie této nové perly Demänovskej doliny. Žiadal aj Okresný úrad v Liptovskom Mikuláši, aby k zjištění a posudku ceny a významu objevu svolal komisi ze zástupců Demänovského komposesorátu, obce Demänová a Družstva Demänovských jaskýň. V závere listu vyjadril presvedčenie, že účastníci komisie schvália jeho hlavný cieľ a ako predpokladal, aj cieľ majiteľov ochrániť jí pro budoucí zpřístupnení a dokumentovati tak kultúrní vyspělosť pred slovenskou, českou a zahraniční inteligencí a vedeckými kruhy.

Výskumná výprava sa uskutočnila 27. marca 1926. Po starostlivej príprave, ktorá výprave predchádzala, a zadovážení výstroja jej osem účastníkov (A. Král, R. Těsnohlídek, dva novinári, maliar L. Trávník, jeden študent a dva skúsení sprievodcovia – V. Benický a A. Lutonský) v prvý deň preskúmalo všetky dovtedy známe časti Ľadovej jaskyne. Nasledujúci deň pod vedením A. Krála preskúmali aj novoobjavené horné časti, kde zotrvali asi sedem hodín. Roku 1927 sa A. Král v prednáške na II. zjazde slovanských geografov a etnografov v Poľsku zmienil aj od nepamäti známej Ľadovej jaskyni, v ktorej nad jej spodným zpustošeným patrom objevil horní krápniková patra s pravékou kostnicí (obr. 4).

Na základe Královo vyrozumenia a po komisionálnej obhliadke nových častí, ktorá sa uskutočnila 7. apríla 1926, Okresný úrad v Liptovskom Sv. Mikuláši nariadił, aby znova objavené priestory v Ľadovej jaskyni boli uzavreté železnou bránou a kľúč od tejto brány odovzdaný na uschovanie tunajšiemu úradu. Nariadił tiež upraviť bránu pri vchode do starej Ľadovej jaskyne tak, aby sa ľuďom dalo prechádzať a aby na druhej strane sa nachádzajúci voľný vchod do jaskyne bol zatarasený alebo ináčej uzavretý.⁶

O Demänovskú Ľadovú jaskyniu sa zaujímal aj R. Těsnohlídek, český novinár. Jaskyňu v sprievode A. Krála navštívil viackrát. Prvýkrát v máji 1923, potom v júli 1923 a posledný raz koncom marca 1926, keď sa zúčastnil na spomínamej výskumnej výprave. Poznatky a dojmy z návštavy jaskyne zaradil potom do svojej publikácie Demänová z roku 1926, kde uviedol, že je známa odpradávna. Stručne sa zmienil o činnosti G. Buchholtza a publikácií M. Bela z roku 1723. Opísal charakter vstupnej časti a ostatných navštívených priestorov, kde si podrobnejšie všímal nápisov, ktoré tu v minulosti zanechali návštěvníci, a zmienil sa i o priebehu výskumnej výpravy, ktorej bol členom.

6 Okresný úrad v Lipt. Sv. Mikuláši, uzavretie č. 4886 zo dňa 16. apríla 1926 zaslané Štátному referátu na ochranu pamiatok na Slovensku, Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš



Obr. 4. Členovia výskumnej výpravy A. Krála do nových častí jaskyne z konca marca 1926. Archív SMOPaJ

Fig. 4. Members of A. Král's research expedition in new parts of the cave from the end of March 1926. Archive of SMOPaJ

Po určitých ťažkostiah sa komisia zišla začiatkom novembra 1927. Okrem zástupcu technického oddelenia Župného úradu v Liptovskom Sv. Mikuláši pozostávala z predsedu Demänovského komposesorátu J. Kubinyho, zástupcu notárskeho úradu v Palúdzke J. Povolného a konzervátora A. Krála. Jej členovia si prezreli príslušnú časť jaskyne a protokolárne určili podmienky, ktoré sa mali zachovať, aby sa sprístupňovacími prácamи nepoškodili kostné brekcie a ostatné vzácné časti. Napriek tomu A. Král už 9. novembra 1927 upozorňoval Štátny referát v Bratislave, že pri nedbalosti dozoru zo strany sprivedcu A. Mišuru *budou jednotlivé brekcie poškozeny a do Pešti dopraveny*. Žiadal preto, aby za sprivedodcu bol určený podstatne spoloahlivejší človek, neboť *za vodcovství členů jeho rodiny byla krap. výzdoba v pôsobivých chodbách za ledovou jeskyní zničena*. Navrhoval tiež, aby odborník, ktorého už v roku 1923 vyžiadalo ministerstvo školstva a národnej osvety z archeologického ústavu (J. F. Babor), určil lebku a ostatné časti kostry nachádzajúce sa na dne obrieho hrnca a pravdepodobne patrili mačkovitej šelme.⁹ To sa však už nestalo. Napriek pokynu Štátneho referátu A. Král sa v navrhovanom termíne s J. F. Baborom neskontaktoval, keďže ten bol zaneprázdnenny úplne inými povinnosťami.

- 7 Žádost komposesorátu o svolení k zpřístupnění horních krap. pater jeskyně Ledové, list A. Krála Štátneho referátu na ochranu pamiatok na Slovensku z 2. apríla 1927, Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš
- 8 Demänovské jaskyne, zpřístupnění horných ladových jaskyň, list č. 838/27 Štátneho referátu na ochranu pamiatok na Slovensku Okresnému úradu Lipt. Sv. Mikuláš z 8. června 1927, Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš
- 9 Komise za účelem zpřístupnění krap. pater ledové jeskyně demän., zajištění a ochrana vzácných kostních brekcií, list A. Krála č. 68/1927 z 9. novembra 1927 Štátnemu referátu na ochranu pamiatok v Bratislavě, Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš

Začiatkom apríla 1927 A. Král upozornil Štátny referát na ochranu pamiatok na Slovensku, že Demänovský komposesorát sa usiluje o sprístupnenie nových horných častí jaskyne. Vyplynulo to zo žiadosti, ktorú Okresnému úradu v Liptovskom Sv. Mikuláši predložil právny zástupca komposesorátu.⁷ Okresný úrad preto požiadal o odborné stanovisko A. Krála, ktorý sa k myšlienke sprístupnenia postavil odmietavo. Upozornil na možné technické ťažkosti a konštaoval, že by sa mohli poškodiť alebo úplne zničiť *vzácne kostní brekcie, pôsobivé v kostnici za Šafarík. domy, kdež je inkrustovaná kostra kočkovité šelmy*. Zdôraznil, že komposesorát by sa mal najprv postarať o opravu vstupného schodišťa, ktoré nezodpovedalo bezpečnostným predpisom, a o úpravu ďalších sprístupnených častí. Štátny referát odporučil preto okresnému úradu, aby zvolal zasadnutie komisie, na ktorom by odborníci z odboru paleontológie protokolárne stanovili požiadavky, potrebné na zabezpečenie vedecky dôležitých nálezov a útvarov.⁸

V súvislosti s jaskyňou Okno J. Povolný sa v liste generálnemu tajomníkovi Karpathenvereinu J. A. Heftymu z 28. marca 1928 zamýšľal nad otázkami, ktoré sa týkali Demänovskej ľadovej jaskyne.¹⁰ Konštatoval, že sa v okolí *Ľadovokrápnikovej jaskyne nenachádza žiadny ponor, ba ani vyvieranie. S povrchom ju spojuje jedno strmé, pravdepodobne niekdajšie pramenisko. Toto je v blízkosti výstupu. Odtiaľto vedú krivočaké chodby, ktoré ale v hlavnej priamke smerujú k Oknu.* V jarných mesiacoch chcel zameriť jej priestory, keďže ho zaujímala vzájomná súvislosť jaskyne Okno s Ľadovou jaskyňou. Domnieval sa, že koniec jaskyne, čiže miesto, *kde sa klenba spájala s pôdou a ďalší postup bol znemožnený, sotva bude viac vzdialenosť od vchodu do Okna ako na 100 až 200 metrov.* Predpokladal, že zniženie klenby v Ľadovej jaskyni ešte nemusí znamenať, že ide o jej skutočný koniec. Počítal s tým, že *o niekoľko metrov ďalej sa môže táto klenba znova zvýšiť*, čo by znamenalo, že ide o sifón. Výškový rozdiel medzi oboma jaskyňami ho viedol k záveru, že *pokračovanie jaskynných dutín za sifónom povedie niekde pod Okno.* Svoju hypotézu opíral o poznatok, že pod Oknom vo výške asi *Ľadovokvapeľnej jaskyne viedlo viacero dutín do úbočia. Jedna takáto dutina mala zvlášť impozantné rozmery a viedla cez ňu serpentinná cestička do Okna.* V okolí existovali aj ďalšie. Klenba ďalej, asi 25 m dlhej a na konci zasutinej balvanmi, kadiaľ prúdil prieval, smerovala nahor, takže ľad utvorený v zime pri vchode ostával nerozopený po celé leto. To ho viedlo k záveru, že tu ide o súvislosť s Ľadovou jaskyňou, aj keď pripúšťal, že *bez dostatočných odborných znalostí je takáto kombinácia prismelá.*

Demänovskú ľadovú jaskyňu spomína aj E. Paloncy, ktorý sa v rokoch 1928 – 1929 zaoberal vytýčením nového vchodu do Demänovskej jaskyne slobody a zameraním jej priestorov. V kontexte opisu svojej meračskej činnosti zmienil sa v roku 1931 aj o ľadovej jaskyni *ve vzdálenosti asi 2 km severne od objevné chodby Královu do „Chrámu svobody“.* Uviedol, že bola známa už v 17. storočí a skladá sa z troch poschodí, pričom prostredné a spodné poschodie je ľadové. Kvapľová výzdoba týchto poschodí, pokiaľ tu niekedy existovala, je zničená, pretože sa do jaskyne chodilo voľne. Horné poschodie, ktoré objavili v roku 1926, je uzavorené, a preto sa tu kvapľová výzdoba zachovala. Početné nápisy na stenách svedčili o množstve návštevníkov, ktorí sem prichádzali v minulosti. Spomenul tiež, že podľa ústneho podania koncom 19. storočia sa z jaskyne vyvážal ľad do Budapešti. V jaskyni ľadová výzdoba zostávala po celý rok a v súčasnosti nebola upravená pre návštevníkov.

V kontexte ľadových jaskýň sa v roku 1935 J. Volko-Starohorský zmienil aj o niektorých náležitostiach, ktoré súviseli s Demänovskou ľadovou jaskyňou. Z hľadiska tvorby jej ľadu konštatoval, že otvor do jaskyne smeruje na západ a *ľadom je naplnená preto, že má vakovitý tvar.* V jej prípade musel návštevník *zísť hodne dolu po schodoch do vnútra jaskyne, aby tu uvidel ľadové vodopády a kvaple.* Túto značnú vertikálnu rozlohu považoval za veľmi výhodnú, keďže v jej spodných častiach sa usadzoval studený vzduch, čím sa tunajšia teplota pohybovala okolo bodu mrazu. Za pozitívum považoval aj zalesnený povrch jaskyne. Navrhoval, aby sa spodné otvory (popriprade bočné) tak upravili, aby ešte viac ľadu sa tvorilo. Podľa neho jaskyňa patrila k typu *ľadovokvapeľných jaskýň a v predprevratových rokoch bola veľmi poškodzovaná. Kvapľovú výzdobu jaskyne vylámali a ľad pre ľadovne vysekali. Ľad sice narastol (to je dobrá stránka ľadový jaskyň), ale kvaple, ktoré rastú veľmi pomaly a nie tak rýchle ako ľadové cencúle, už viac nenarastli. Preto prechádzame sa chodbami, ktoré sú pusté, neozdobené, lebo tej nádhernej ozdoby boli nešetrnosťou, nevedomosťou ľudskou rukou pozbavené*

10 Mélyen tisztelet Főtitkár úr, list J. Povolného z 28. marca 1928, súkromný archív autora príspevku

a tak kvaple zčiastky zúmyselne, zčiastky nevedomky zničené.¹¹ J. Volko-Starohorský Demänovskú ľadovú jaskyňu spomenul aj na III. zjazde československých geografov v Plzni roku 1935. Charakterizoval tu jaskynné územia Liptova a v kontexte jaskyň Demänovskej doliny uviedol, že je tu veľmi dávno známa komposesorátska „Ľadová jaskyňa“ i „Dračou“ menovaná, do ktorej sme s faklami alebo i len so sviečkou chodievali už v našom najútlejšom veku. Ako uviedol, on sám o nej niekoľkokrát písal a zmieňoval sa o nej okrem iných významných bádateľov Liptova aj F. Vitásek a po ňom tu bádal aj náš významný cestovateľ, vedátor, geomorfológ prof. Dr. J. V. Daneš.

Roku 1937 V. Benický počas jednej zo svojich návštěv ľadovej jaskyne podrobne pre-skúmal jej ľadovú časť a zistil, že pôvodne nebola ľadovou, ale len obyčajnou kvapľovou. V Kmeťovom dôme sa mu podarilo preniknúť cez úzky kanál pozdĺž vápencovej steny až na podložie ľadovej vrstvy. Tam našiel v ľade zrastené zvyšky dreva z prvotných komunikácií do jaskyne pred niekoľkými storočiami. Na priereze asi poldruha metra hrubej vrstvy tu pozoroval prírastky ľadu za posledných cca sto rokov, na základe čoho a ďalších úkazov usúdil, že začadnenie jaskyne nie je staršie ako 400 – 500 rokov. Za tzv. Jazierkom našiel aj typickú klenbu opusteného sifónu ako pokračovanie Hlavnej chodby, ktorú nepreniknutelne uzatvoril rýchle sa tvoriaci sinter až po strop. Z toho usúdil, že začadnenie jaskyne sa pravdepodobne datuje od zanesenia sifónu (obr. 5).

V marci 1938 konzervátor A. Král oznánil Okresnému úradu v Liptovskom Sv. Mikuláši, že objevil k dosud známym 3 vchodům do ledové jeskyně vchod čtvrtý, tak výhodně položený, že odpadne po jeho otevření namáhavý výstup k vchodu dnešnímu a dvěma vedlejším a stejně odpadne namáhavý sestup a výstup dosavadním obrovským schodištěm, čítajícím přes 200 schodů. Vyústoval do bludiska ľadovej jaskyne v priestornej chodbe spodného poschodia. Prekopanie sutiny, ktorá zatarasovala vchod, nebolo finančne náročné. Žiadal preto, aby sa začiatkom júla 1938 uskutočnilo komisionálne

rokovanie so zástupcami Okresného úradu, majiteľom jaskyne J. Kubinym, Družstvom demänovských jaskýň a vrbickým komposesorátom. S úradnou pomocou chcel tu so synom, študentom gymnázia, pokračovať v ďalších práciach. Okresný úrad vo vedomí, že majiteľom doterajších vchodov je Družstvo Demänovských jaskýň, požiadal o jeho vyjadrenie, či treba otvárať nový vstup do jaskyň. Zo stanoviska Družstva z 11. mája 1938 vyplynulo, že majiteľom celého komplexu Ľadovej jaskyne je Demänovský komposesorát. Podiel Družstva tu bol o niečo vyšší ako $\frac{3}{8}$. Družstvo sa k celému problému postavilo diplomaticky, o čom svedčí ďalšia časť jeho vyjadrenia: ...a tým samozrejme nemáme ani záujem na tom, aby sme do Ľadovej jaskyne investovali ďalší kapitál. Nakol'ko dífame, že v dohľadnej dobe získame celý komplex do svojho vlastníctva, odporúčame do tej doby vyčkať s komisiónenlým jednaním.



Obr. 5. Vojtech Benický (1907 – 1971).
Archív SMOPaJ

Fig. 5. Vojtech Benický (1907 – 1971).
Archive of SMOPaJ

11 Volko-Starohorský, J. 1935. Speleologia či jaskyňoveda vzhľadom na Slovensko, s. 86

JASKYŇA V ROKOCH 1939 – 1945

Na prípadný záujem o jaskyňu vplývali vtedy viaceré okolnosti. Sporadický turistický záujem značne ovplyvňoval nevyhovujúci stav vstupných schodov. Demänovský komposesorát ako vtedajší majiteľ po sprístupnení Demänovskej jaskyne slobody v roku 1924 úplne rezignoval na akúkoľvek úpravu jej prehliadkového chodníka a jaskyňu ponechal svojmu osudu. Vplyvom vojnových pomeroval sa výrazne utlma aj činnosť Družstva Demänovských jaskyň. Prejavilo sa to nielen v podstatnom poklesе návštevy Demänovskej jaskyne slobody, ale aj v obmedzení jej prevádzky a neskôr i v obmedzení dovedajnej autobusovej dopravy do Demänovskej doliny.

Za týchto okolností azda iba V. Benický prejavoval sporadický záujem o priestory Demänovskej ľadovej jaskyne. V intenciach svojej dovedajnej činnosti potom, ako roku 1940 začal pôsobiť v Ústrednej kancelárii KSTL v Liptovskom Sv. Mikuláši, našiel si občas čas, aby navštívil jej priestory. Tak tomu bolo i v lete roku 1942, keď koncom júna zostúpil po zhnitých vstupných schodoch do jaskyne a s karbičkou v ruke sa tu túlal celé hodiny opustenými priestormi.

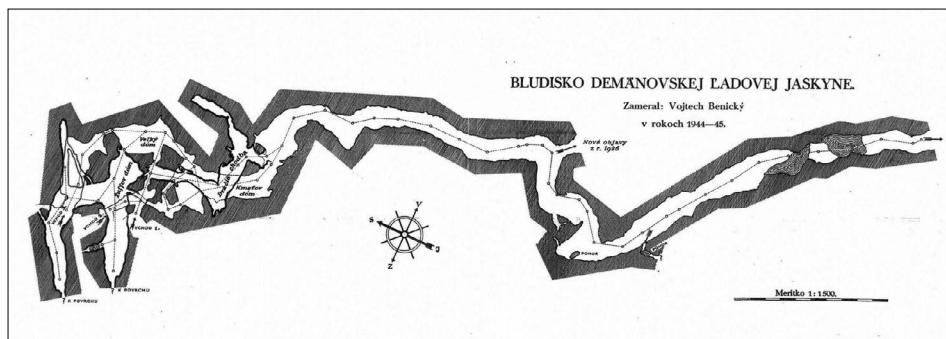


Obr. 6. J. Hajduch, P. Droppa, J. Halaša a V. Benický pred vstupom do jaskyne – fotovýprava Jaskyniarskeho zboru KSTL z konca mája 1944. Archív SMOPaJ

Fig. 6. J. Hajduch, P. Droppa, J. Halaša a V. Benický in front of the cave entrance – a photo expedition of the Speleological Corporation of KSTL from May 1944. Archive of SMOPaJ

Jaskyniarsky zbor KSTL krátko po svojom vzniku roku 1944 usporiadal v dňoch 27. – 29. mája 1944 prvú fotografickú výpravu do Demänovských jaskyň. Patrila k nej aj návšteva Demänovskej ľadovej jaskyne. Počas nej tu J. Halaša, J. Hajduch a V. Benický vyhotovili množstvo záberov zachytávajúcich stav ľadovej výzdoby či celkový charakter jej priestorov. V druhej polovici júla 1944 sa na výskum priestorov jaskyne podujal historik a redaktor F. Bokes, člen Jaskyniarskeho zboru KSTL (obr. 6).

Potom, ako sa v auguste 1944 V. Benický zapojil do povstania, nasadili jeho jednotku do bojovej línie v úseku Biely Potok – Podsuchá. Po ústupe do hôr dostať sa v novembri 1944 cez Prašivú a Chabenec domov do Pavčinej Lehote. Ako účastník povstania nemohol sa veľmi ukazovať na verejnosti. Pravdepodobne toto rozhodlo, že sa aj s manželkou pustil na prelome rokov 1944 – 1945 do zameriavania Demänovskej ľadovej jaskyne. Jeho zásluhou tak vznikol prvý pôdorysný plán jaskyne. Rozsah zobrazených častí naznačuje, že mu venoval viac času. Plán neobsahuje výškové údaje, čo sa dá vysvetliť Benického vtedajšou situáciou, a i z obsahového hľadiska je značne chudobný. Okrem zákresu jazierok, pomenovania niektorých častí a označenia vchodov nenachádzame v ním nič iné, čo by objasňovalo vtedajší charakter jaskyne. Význam práce V. Benického nie je v tom, že sa aj Demänovská ľadová jaskyňa dočkala svojho reálneho pôdorysného zobrazenia. Precízne zachytené obrys jaskynných chodieb umožnili neskôr poodhalit' nejasnosti okolo tzv. Menšej Čiernej jaskyne v nákrese G. Buchholtza ml. z roku 1719, ktorý sa objavil v Belovom Prodrome z roku 1723 (obr. 7).



Obr. 7. Plán jaskyne podľa merania V. Benického v rokoch 1944 – 1945

Fig. 7. A plan of the cave according to V. Benický's measurement in 1944 – 1945

OBDOBIE PO ROKU 1945

So súhlasom Demänovského komposesorátu sa Jaskyniarsky zbor KSTL 2. mája 1946 rozhodol pomenovať dva najkrajšie dómy Demänovskej ľadovej jaskyne po slovenských národných dejateľoch – Andrejovi Kmeťovi a Andrejovi Halašovi, tvorcoch Slovenského národného múzea v Martine. Pri poslednej návštive Demänovskej doliny 20. apríla 1946 Jaskyniarsky zbor KSTL zistil, že Demänovská ľadová jaskyňa je *nezatvorená a nikym nechránená*. Svojim listom z 26. mája 1946 vyzval preto Demänovský komposesorát, aby sa ako vlastník jaskyne postaral o potrebnú nápravu. Podľa Jaskyniarskeho zboru v jaskyni vznikali škody na jej výzdobe a v záujme ochrany popri bezpečnom uzavorení treba ju vyčistiť aj od zhniatého dreva.¹² Zbor v tom istom roku zabezpečil aj vydanie plánu Demänovskej ľadovej jaskyne V. Benického v náklade 3000 výtlačkov. Jaskyňu v tomto čase pomerne často navštevovali niektorí mikulášski členovia Jaskyniarskeho zboru KSTL.

V júli a augASTE 1949 účastníci speleologického kurzu IV. oddelenia Geografického ústavu Karlovej univerzity pod vedením Josefa Kunského preskúmali horné poschodie Demänovskej ľadovej jaskyne, kde objavili sieň s bohatou kvapľovou výzdobou. Skupina vysokoškolákov vedená J. Dosedlom celé horné poschodie zmapovala a ich plán vyho-

¹² Demänovská Ľadová jaskyňa – ochrana krás a pamiatok, list JS KSTL zo dňa 26. mája 1946 Demänovskému komposesorátu v Demänovej, Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš

tovil J. Sekyra. I keď v pláne chýbajú výškové údaje, prehľadne je v ňom zachytená celková konfigurácia týchto priestorov. Plán je vďaka vhodne zvoleným značkám, ktorými autor vyznačil členitosť jaskynného dna a iné náležitosti, dobre čitateľný a prehľadný. Značné množstvo priečnych rezov ako súčasť plánu dotvára predstavu o celom hornom poschodi jaskyne. Názvoslovie jednotlivých častí pochádza od R. Těsnohlídka, ktorý už v roku 1926 pomenoval tieto priestory podľa slovenských národnovecov.

Od roku 1949 ďalší záujem o Demänovskú ľadovú jaskyňu súvisel so snahami o jej opäťovné sprístupnenie. Z podnetu Slovenskej speleologickej spoločnosti Národná správa Demänovských jaskýň, družstva s r. o., začala upravovať vchod do jaskyne. Ešte v novembri 1949 zvolala komisionálnu pochôdzku, kde sa zisťovali predpoklady sprístupnenia jaskyne a mal sa určiť aj spôsob jeho realizácie.¹³ V. Benický vypracoval návrh sprístupnenia jej priestorov pre verejnosť a Poverenictvo priemyslu poskytlo na jeho základe potrebné finančné prostriedky. Začiatkom marca 1950 sa uskutočnila ďalšia komisionálna obhliadka jaskyne, ktorej členovia schválili spôsob sprístupňovacích prác.¹⁴ Národná správa Demänovských jaskýň, družstva s r. o., v jaskyni následne vybudovala schodištia a chodníky, vybavila ju elektrickým osvetlením. Roku 1951 pôvodný lievikovitý hlavný vchod začala upravovať odkopaním zeminy a osadila v ňom kovovú mrežovú bránu, ktorú roku 1952 zasklili. Dňom 1. januára 1952 Riadiťstvo pre cestovný ruch, ktoré podľa výnosu Poverenictva obchodu z októbra 1951 začalo zabezpečovať starostlivosť o jaskyne na Slovensku, prevzalo Demänovskú ľadovú jaskyňu. Začiatkom apríla 1952, po skončení všetkých potrebných prác, ju odovzdalo širšej verejnosti. Jej vedúcim a sprievodcom sa stal Pavol Staroň, dlhorčný pracovník Demänovskej jaskyne slobody (obr. 8).

V kontexte sprístupňovacích prác sa zamestnanci Demänovských jaskýň P. Revaj, P. Droppa, S. Šrol a V. Lenko orientovali aj na prieskum jaskynných priestorov. Na jar 1950 prekopali otvor do Žuffovho domu, čím sa odchýlili od pôvodného plánu na sprístupnenie jaskyne. Nový otvor mal slúžiť za východ z jaskyne a priestory Žuffovho domu sa mali umele vychladzovať. V záujme začadenia jaskyne prekopali aj tzv. vetrací otvor pod Baštou, ktorý mal vtekať studený vzduch do jaskyne. Začiatkom roku 1952 P. Revaj, P. Droppa a S. Šrol obrátili svoju pozornosť na sifón za Jazierkom na konci Hlavnej chodby. V sintrovom jazierku nebolo takmer vody, a preto sa pustili do jeho prekopávania. Predpokladali totiž,



Obr. 8. Vchod do jaskyne po úprave z roku 1951, zľava D. Zaťko, P. Revaj a P. Staroň.
Foto: V. Benický, Archív SMOPaJ
Fig. 8. A cave entrance after adaptation from 1951.
From the left D. Zat'ko, P. Revaj and P. Staroň.
Photo: V. Benický, Archive of SMOPaJ

¹³ Zápisnica o komisionálnej pochôdzke ohľadom sprístupnenia Demänovskej ľadovej jaskyne, ktorá bola vo štvrtok 17. novembra 1949, 2 s., súkromný archív autora príspevku

¹⁴ Pozvanie na komisiu, list Demänovských jaskýň, družstva s r. o. pod národnou správou z 3. marca 1950, Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš

že po prekopaní sa dostanú na povrch pod Baštu v dolinke Beníková. Po niekoľkých dňoch úmornej práce podarilo sa im 26. januára 1952 prekopáť sintrom zanesený sifón a prenikli do nových priestorov – dnešnej Demänovskej jaskyne mieru.

V septembri 1952 A. Droppa spolu so S. Šrohom a L. Hrnčiarom zameral Demänovskú ľadovú jaskyňu a vyhotobil pôdorys a pozdĺžny rez jej priestorov. Výsledky svojho geomorfologického výskumu jaskyne publikoval roku 1956. Popri tektonike jaskyne a opise jej priestorov sa zaoberal jej genézou a kriticky sa zmienil o činnostiach, ktoré spôsobili, že v Kmetovom dóme prakticky zmizla veľkolepá ľadová výzdoba. Ako konštatoval, jej zmiznutie zapríčinila správa Demänovských jaskýň, keď v rokoch 1950 – 1951 neodborne viedla sprístupňovanie práce. Roku 1957 vyšlo súborné dielo A. Droppu *Demänovské jaskyne – krasové zjavy Demänovskej doliny*. Jeho autor tu v samostatnej kapitole publikoval poznatky z výskumu Demänovskej ľadovej jaskyne, pričom jednu z grafických príloh práce tvorí plán jaskyne na podklade zamerania jej priestorov v roku 1952.

V zimných obdobiach rokov 1955 – 1959 J. Vachold preskúmal pomery hibernácie netopierov vo viacerých jaskyniach Demänovskej doliny a zistil, že aj Demänovská ľadová jaskyňa patrí k lokalitám, ktoré vyhľadávajú na prezimovanie. V uvedených rokoch sa v jaskyni v zimných obdobiach nachádzalo priemerne 31 zimujúcich netopierov ročne, pričom z piatich tu zimujúcich druhov bol najpočetnejší druh *Myotis myotis*.

Po zániku Riaditeľstva pre cestovný ruch sa jaskyňa od 1. januára 1953 dostala pod pôsobnosť Cestovného ruchu, n. p. Po ďalšej reorganizácii prešla od 1. februára 1954 pod pôsobnosť Turistu, n. p., v Bratislave a roku 1963, po zániku Turistu, sa dostala pod správu Stredoslovenských hotelov, n. p., so sídlom v Ružomberku. V tomto období sa v jaskyni realizovali len niektoré údržbárske práce a roku 1958 sa dokončila umelecká výzdoba vstupnej brány.

Potom, ako na základe uznesenia Predsedníctva SNR z 24. júna 1965 prešlo riadenie, ochrana a prevádzka jaskýň na Slovensku do pôsobnosti Povereníctva SNR pre školstvo a kultúru, jaskyňu od 1. januára 1956 prevzalo Múzeum slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši. Múzeum v tomto období zabezpečilo opravu drevených schodov, zábradlia a výmennu žiarivkového osvetlenia za výbojkové. Upravil sa i prístupový chodník k jaskyni a vybudoval gravitačný vodovod z Čiernej dolinky. Priebežne sa vykonávali opatrenia zamerané na obnovu pôvodnej ľadovej výzdoby. Zlepšili sa aj pracovné podmienky zamestnancov jaskyne vybudovaním útulne pre sprievodcov.

Po sprístupnení jaskyne sa obsahom rôzne informácie o nej objavili v niektorých turisticky orientovaných publikáciách. Už roku 1953 v turistickom sprievodcovi po Demänovských jaskyniach A. Droppa prvýkrát podrobnejšie opísal jej priestory a zamýšľal sa nad vtedy používaným názvom Dračia jaskyňa. Priebeh jej priestorov vyznačil v schematickom situačnom pláne Demänovských jaskýň, ktorý je prílohou publikácie. Stručné zmienky o Starej ľadovej jaskyni v Demänovskej doline obsahoval aj turistický sprievodca M. Janošku a Z. Hochmutha z roku 1957. Podstatnejšie penzum informácií o Demänovskej ľadovej jaskyni priniesol sprievodca A. Droppu z roku 1959. Komplexne sa zaoberal jaskyňami Demänovskej doliny a z pohľadu turistického záujimu si všímal aj krasové javy Svätojánskej doliny a ďalšie náležitosti. V kontexte turistických zaujímavostí ČSSR J. Rubín a F. Skřivánek sa v prípade jaskyne roku 1963 zmienili o jej polohe, objave a sprístupnení. V ďalšej časti kapitoly charakterizovali jej hlavné časti, formu prevádzky a prístup k jaskyni z rýchlikovej stanice Liptovský Mikuláš.

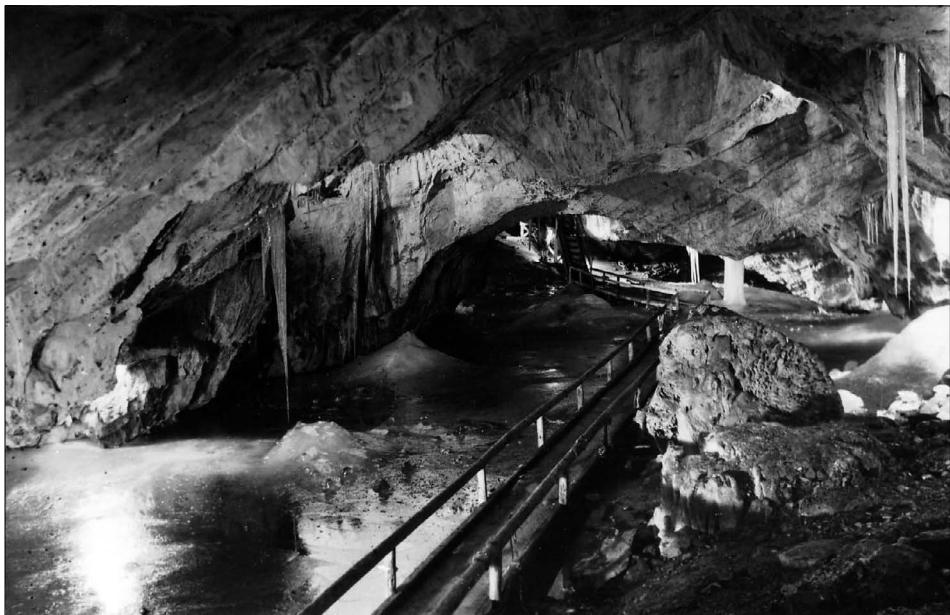
V kontexte dejín sprístupnenia Demänovských jaskýň V. Benický roku 1965 publikoval niektoré poznatky, ktoré sa týkali prvého sprístupnenia Demänovskej ľadovej jaskyne v 19. storočí. Uviedol, že prví prevádzkovatelia vybudovali v jaskyni drevené schody

a zábradlia a jej prehliadku zabezpečovali fakľami a sviecami. Ďalší prevádzkovatelia, čiže národná správa Družstva Demänovských jaskýň a Cestovný ruch v Bratislave, v rokoch 1950 – 1953 vymenili staré schody, vybudovali chodníky a zaviedli do jaskyne elektrické osvetlenie.

Zásluhou L. Blahu sa roku 1969 v literatúre publikoval preklad článku o Demänovskej ľadovej jaskyni z práce A. W. Sydowa z roku 1830. L. Blaha sa tu zamýšľal aj nad názvom Demänovská dračia ľadová jaskyňa, ktorý považoval za pôvodný, pretože tak ju už v roku 1830 nazval A. W. Sydow. Iný názor zastával A. Droppa, ktorý za pôvodný považoval názov Čierna jaskyňa. Takto ju v Prodrome z roku 1723 nazval M. Bel a v pláne z roku 1719 ju pod týmto názvom uviedol G. Buchholtz.

PROBLÉMY MIKROKLÍMY JASKYNE

Niekteré umelé úpravy, ktoré sa vykonali v procese sprístupňovania a prieskumu jaskyne, spôsobili, že v rokoch 1950 – 1952 sa narušil jej teplotný režim. Negatívne ho ovplyvnilo najmä prekopanie otvoru do Žuffovho dómu. Úpravou pôvodného lievokvititého hlavného vchodu odkopaním zeminy v roku 1951 sa dosiahlo jeho zníženie asi o 4 m a rozšírenie asi na trojnásobok. Tým sa narušil jeho tvar, výhodný pre natekanie chladného vzduchu do jaskyne. Vchod sa z veľkej časti zastaval mrežovanou bránon, čím sa zamedzilo vtekaniu studeného vzduchu v zimnom období. V letnom období zase brána umožňovala prenikanie tepla do hĺbky v chodbe vedúcej od hlavného vchodu do Veľkého domu. Prekopaním Objavného kanála medzi Demänovskou ľadovou jaskyňou a Demänovskou jaskyňou mieru začiatkom roku 1952 vznikla výmena tepla prúdením vzduchu medzi oboma jaskyňami. Týmito zmenami sa dovedy statická ľadová jaskyňa zmenila na dynamickú a porušená letná stagnácia vzduchu zapríčinila skoro úplné roztopenie ľadovej výzdoby, ktorej niektoré časti sa vytvárali niekoľko storočí (obr. 9).



Obr. 9. Ľadová výzdoba v Kmetovom dome, stav z roku 1953. Foto: V. Benický, Archív SMOPaJ
Fig. 9. Ice decoration in the Kmet's Dome from 1953. Photo: V. Benický, Archive of SMOPaJ

Aby sa zabránilo ubúdaniu ľadovej výzdoby, Hlavná správa Cestovného ruchu na Slovensku zvolala v máji 1953 odbornú komisiu. Skladala sa zo zástupcov Ústavu pre meteorológiu a klimatológiu SAV, Štátneho meteorologického ústavu, Speleologickej oddelenia CR, kustódov Múzea slovenského krasu i Važeckej jaskyne a ďalších odborníkov. Komisia si prezrela priestory jaskyne a konštatovala, že sa tu za posledné roky vplyvom miernej zimy zmenili mikroklimatické pomery, pod ktoré sa podpísali aj nevhodne volené sprístupňovacie práce. Vypracovala preto návrh opatrení, ktoré mali zabrániť ďalšiemu zhoršovaniu stavu jaskyne a po čase viest' k obnove jej pôvodnej ľadovej výzdoby. Začiatkom decembra 1953 sa opäť uskutočnila komisionálna prehliadka, pričom komisia rozhodla o ďalších ochranných opatreniach. Týkali sa vonkajšej ochrany, čiže úpravy vchodu do jaskyne a zalesnenia jeho najbližšieho okolia. Súviseli s ochranou vnútornou – uzavorením otvoru pod Baštou a prieskumom. Počas zimnej sezóny sa mal vykonať prieskum rozdelenia teploty a prúdenia v jaskyni.¹⁵

Zasklenie hlavného vchodu sa odstránilo v roku 1954. Otvor pod Baštou bol otvorený cez chladné obdobie a zatvorený cez teplé obdobie roka. Prekopaný otvor do Žuffovho dómu sa nepriedušne zamuroval a vzduchotesne ho uzatvárali trojité drevené dvere. V prvom štvrtroku 1954 bol pred Závrтовým dómom postavený múr, opatrený dvojitymi dverami, ktorý oddelil chladné časti jaskyne od ďalších, podstatne teplejších priestorov. V jeseni 1954 okolo plošiny pred hlavným vchodom postavili 80 až 100 cm vysoký műrik a na ľom 220 až 250 cm vysoký drevený latkový plot, aby sa podporilo vtekanie studeného vzduchu do jaskyne hlavným vchodom cez zimné obdobie.

V jaskyni sa od leta 1953 začali robiť kontrolné mikroklimatické pozorovania a merania. Začiatkom leta 1953 Hydrometeorologický ústav v Bratislave zriadil v Kmeťovom dome meteorologickú staničku, vybavenú staničným a minimálnym liehovým teplomerom. Na jar 1955 osadili do skalnej bočnej steny v hĺbke 60 cm teplomer na meranie teploty steny a druhý teplomer do bočnej steny v hĺbke 50 cm v Medvedej chodbe. Ústav pre meteorológiu a klimatológiu Prírodovedeckej fakulty UK a od roku 1956 oddelenie klimatológie Zemepisného ústavu SAV v spolupráci s týmto ústavom vykonali viackrát niekoľkodenné podrobne meranie teploty vzduchu vo vybraných priestoroch jaskyne.

Koncom apríla 1961 J. Otruba a F. Smolen vykonali v jaskyni kontrolné meteorologické merania a zisťovali skutkový stav. Dospeli k názoru, že jaskyňa nemá najpriaznivejšie podmienky na zaľadňovanie a jej zaľadnenie v pôvodnom rozsahu potrvá niekoľko desaťročí.¹⁶ V júli 1961 J. Otruba navrhol upraviť sklon plošiny pred hlavným vchodom, aby v zimnom období chladný vzduch ľahšie prenikal do jaskyne. Ďalší návrh sa týkal vstupnej brány, aby sa zamedzilo prenikaniu slnečného žiarenia do jaskyne. Vonkajší spodný otvor do Žuffovho domu sa mal uzavrotiť kamením a hlinou, tiež priechod z Veľkého domu do Žuffovho domu a otvor z Veľkého domu do Kvapľovej pivnice. V okolí hlavného vchodu odporúčal vysadiť vhodné dreviny ako ochranu pred priamym slnečným žiareniom. Do jaskyne sa mal zaviesť gravitačný vodovod z Čiernej dolinky, aby sa mohla v zimnom období umele zaľadňovať. Od konca októbra do konca apríla mala byť pre verejnosť zatvorená. Až pri jej dostatočnom zaľadnení (o niekoľko rokov) mohla byť prístupná pre verejnosť po celý rok.¹⁷

Vo februári 1963 sa uskutočnila komisionálna prehliadka Demänovskej ľadovej jaskyne za účasti pracoviska SAV v Liptovskom Mikuláši, múzea a správy jaskyne. Tu sa

15 Zpráva o prehliadke ľadovej jaskyne z 3. decembra 1953, Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš

16 Otruba, J.: Úpravy v Demänovskej ľadovej jaskyni, list z 13. júla 1961, 3 s., Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš

17 Tamže

konštatovalo, že od minuloročného uzavorenia jaskyne pre návštevníkov sa na zaľadnení nič nepodniklo a je obava, že k trvalému zaľadneniu nikdy nedojde. Pre nedostatok vody je zaľadnenie oproti predchádzajúcim rokom veľmi slabé. Prechladenie jaskyne sa dialo iba cez Štrkový dóm a hlavným vchodom pravdepodobne von vychádzal teplý vzduch. Z toho vyplynulo, že do jaskynných priestorov treba priviesť vodu a hermeticky oddeliť Kmeťov dóm od Dómu trosiek. Komisia odporúčala, aby sa hlavný vchod upravil ako otvor na prechladzovanie jaskyne a ako vstup pre návštevníkov sa otvoril starý vchod.¹⁸

V polovici decembra 1963 Stredisko pre prevádzku jaskýň v Bratislave uskutočnilo kolaudáciu prác, ktoré zabezpečovali pracovníci Demänovskej jaskyne slobody s cieľom zlepšiť mikroklimatické podmienky Demänovskej ľadovej jaskyne. Išlo o práce v jaskyni i z vonkajšej strany vchodu do Žuffovho dómu a na plošine pred hlavným vchodom. Konštatovalo sa, že do začiatia turistickej sezóny treba zabezpečiť výmenu zhnitých schodov a zábradlia a vykonať bezpečnostné opatrenia na chodníku z Kmeťovho k Halašovmu dómu. V týchto miestach sa vytvárala námraza a podobne sa mal riešiť aj chodník okolo Jánošíkova stola.¹⁹

CENTRALIZÁCIA SLOVENSKÉHO JASKYNIARSTVA

Po schválení návrhu na organizačné usporiadanie a riadenie jaskyniarstva na Slovensku kolégiom ministra kultúry dňom 1. 1. 1970 vznikla v Liptovskom Mikuláši Správa slovenských jaskýň. Pod jej pôsobnosť spadala aj Demänovská ľadová jaskyňa.

Na základe dohody medzi Múzeom slovenského krasu a Ústavom meteorológie a klimatológie SAV sa ešte koncom roku 1969 vo vybraných priestoroch Demänovskej ľadovej jaskyne začali robiť merania teploty vzduchu. V jaskyni sa inštalovali ortuťové staničné a maximálne teplomery a minimálne liehové teplomery. Výsledky meraní za obdobie od decembra 1969 do novembra 1972 umožnili posúdiť, do akej miery celkový teplotný režim jaskyne a stabilita jej ľadovej výzdoby závisia od jej zimného prechladzovania. Pri komisionálnej prehliadke koncom septembra 1972 sa zistilo, že sa vytvorila pomerne pekná výzdoba vo Veľkom a najmä Kmeťovom dome. Vznikla aj napriek tomu, že predchádzajúce dve zimy boli veľmi mierne. Veľký podiel na vytváraní ľadovej výzdoby mal správne regulovaný hydrologický režim pri prechladzovaní jaskyne v zimnom období. Konštatovalo sa tiež, že južne od Kmeťovho domu celkový rozsah jaskyne neumožní tvorbu trvalej ľadovej výzdoby. Komisia na objektívne sledovanie zmien podlahového ľadu vo Veľkom a Kmeťovom dome odporúčala, aby sa tu občas merala hrúbka ľadu vo vybranej lokalite oboch dómov.²⁰

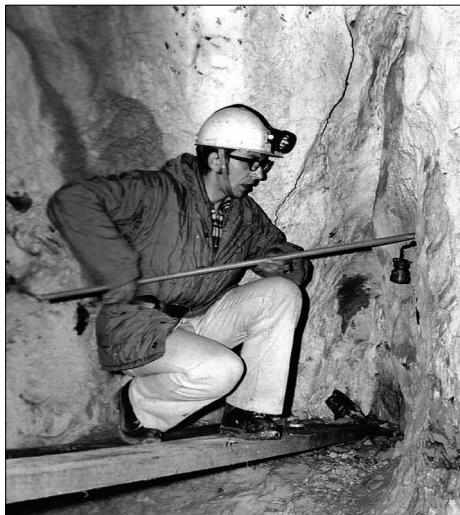
Po vzniku SSJ časť odborných úloh v kontexte Demänovskej ľadovej jaskyne zabezpečovali pracovníci Múzea slovenského krasu. Už roku 1972 M. Lalkovič so spolupracovníkmi zameral časť priestorov jaskyne, okolie prístupového chodníka a vstupného areálu a vyhotobil základnú mapu jaskyne i mapu povrchovej situácie. V roku 1974 sa na podklade zamerania určilo prevýšenie vodovodu Čierna dolinka – Demänovská ľadová jaskyňa (obr. 10).

Múzeum pri sledovaní mikroklimatických a klimatických pomerov jaskyne spolu-pracovalo s viacerými inštitúciami. Na pozorovacích miestach v jaskyni a pri jej vcho-

18 Záznam z komisionálnej prehliadky Demänovskej ľadovej jaskyne v Demänovskej doline dňa 23. februára 1963, 2 s., Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš

19 Zápisnica napísaná z príležitosti kolaudácie prác na zlepšenie mikroklimatických podmienok v Dračej ľadovej jaskyni dňa 17. 12. 1963, 1 s., Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš

20 Otruba, J. : Správa o výsledkoch meteorologického prieskumu v Demänovskej ľadovej jaskyni v období XII. 1969 – XI. 1972, 10 s., Archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš



Obr. 10. Inštalácia meracej sondy teploty horninového plášťa v Štrkovom dome; L. Slíva, pracovník VVUÚ Ostrava-Radvanice

Fig. 10. Installation of a temperature measuring probe in the rock in the Gravel Dome, L. Slíva, a worker of VVUÚ Ostrava-Radvanice

de sa merala teplota a výsledky sa posielali na vyhodnotenie Geofyzikálnemu ústavu SAV. Roku 1975 sa sledovanie mikroklimatických pomerov rozšírilo o spoluprácu s Baníckou fakultou VŠT v Košiciach. O rok neskôr tu niekoľko ambulantných meraní mikroklimatických pomerov uskutočnili pracovníci HMÚ v Bratislave. V spolupráci s VVUÚ Ostrava-Radvanice od roku 1976 sa automatickým regisračným zariadením pravidelne merali teploty vzduchu v jaskyni a pri vchode do nej. Zmeny teploty horninového plášťa sa začali sledovať od roku 1977. V polovici augusta 1978 pravidelné meranie narušil požiar, ktorý zničil vstupný objekt pri jaskyni a v ňom inštalované meracie prístroje. V rokoch 1976 – 1980 pracovníci Katedry meračstva a geofyziky Baníckej fakulty v Košiciach metódou pozemnej stereofotogrametrie zabezpečovali pravidelné pozorovanie priestorových zmien na ľadových útvaroch v Kmeťovom dome.

Správa slovenských jaskýň v roku 1973 zabezpečila vypracovanie projektovej dokumentácie na rekonštrukciu prehliadkovej trasy Demänovskej ľadovej jaskyne. V rámci rekonštrukčných prác sa v rokoch 1974 – 1976 vymenilo osvetlenie jaskyne, upravila prehliadková trasa vrátane výmeny drevených schodov, realizovala prístavba sociálnych zariadení a prípojka vodovodu. Do jaskyne sa urobil nový vstup a prehliadkový okruh sa rozšíril o výstup cez Štrkový dóm. Ďalšie úpravy sa týkali prístupového chodníka, kde sa v roku 1978 zabezpečila sanácia skalného portálu. Požiar pri jaskyni z augusta 1978 si vyžiadal výstavbu nového vstupného objektu. V roku 1979 sa najprv zabezpečil provizórny prevádzkový objekt a nový začali stavať roku 1980. Ukončenie stavebných prác so značným predstihom umožnilo jeho využitie už v letnej turistickej sezóne 1981 (obr. 11).

Od júla 1981 jaskynu, podobne ako ostatné sprístupnené jaskyne na Slovensku, spravovalo Ústredie štátnej ochrany prírody v Liptovskom Mikuláši. Za jeho existencie v roku 1983 jaskyniari z oblastnej skupiny SSS Demänovská Dolina J. Šmoll a P. Staroň objavili više 100 m nových priestorov nad Kmeťovým domom. Roku 1985 sa uskutočnila rekonštrukcia nevyhovujúceho stavu schodišťa v Kmeťovom dome.

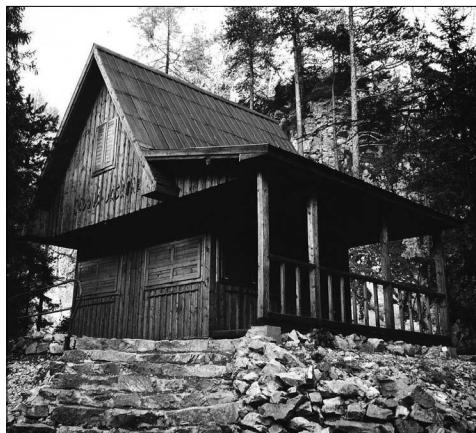
PO ROKU 1990

Vplyvom zmien, ktoré nastali po roku 1989, sa Demänovská ľadová jaskyňa od 1. 7. 1990 dostala opäť pod pôsobnosť novovytvorenej Správy slovenských jaskýň. V tomto období si v októbri 1994 priestory jaskyne prezreli účastníci medzinárodného sympózia Caves and Man, ktoré sa uskutočnilo v Demänovskej doline. V roku 1997 sa v jaskyni odstraňovali zárodky nežiaducej vegetácie vplyvom osvetlenia jej priestorov. V spolupráci s niektorými poľskými inštitúciami a Geologickým ústavom Univerzi-

ty v Bergene sa v tom istom roku ukončilo rádioizotopové datovanie vzoriek sintrov a paleomagnetecká analýza sedimentov z Demänovskej ľadovej jaskyne.

V druhej polovici mája 1998 Správa slovenských jaskyň na prístupovom chodníku k jaskyni zriadila v spolupráci so Správou NAPANT náučný chodník. Na chodníku s dĺžkou 450 m inštalovala 6 náučných panelov, ktoré prinášali informácie o NPR Demänovská dolina. Priestory Demänovskej ľadovej jaskyne si koncom mája 1998 prezreli účastníci medzinárodného sympózia o dejinách speleológie a výskumu krasu v Alpách, Karpatoch a Dinaridoch (ALCAD). Zároveň sa pred vstupom do jaskyne uskutočnil akt odhalenia pamätej tabule G. Buchholtzovi, ktorý v roku 1719 ako prvý preskúmal a zameral jej priestory (obr. 12).

V decembri 1999 pracovníci Robstavu v Liptovskom Mikuláši vykonali nevyhnutné úpravy prehliadkovej trasy v oblasti Kmeťovho dómu, kde sa vplyvom deformácie prehliadkového chodníka jeho celá konštrukcia vychýlila smerovo a výškovo o asi 20 cm. V máji a septembri 2000 sa realizoval biospeleologický výskum Demänovského jaskynného systému, pričom sa stanovištia na prieskum terestrickej fauny lokalizovali i v Demänovskej ľadovej jaskyni. Konkrétnie išlo Jazernú chodbu, Zárvtový dóm, Medvediu chodbu, Kmeťov a Štrkový dóm. Výskumom sa zistilo, že faunu Demänovských jaskyň dokresľujú aj dvaja zástupcovia troglofilného hmyzu, obyvatelia Kmeťovho dómu Demänovskej ľadovej jaskyne.



Obr. 11. Vstupný objekt jaskyne, ktorý zhorel v auguste 1978. Foto: P. Mitter, Archív SMOPaJ
Fig. 11 An entrance object of the cave that burnt up in August 1978. Photo: P. Mitter, Archive of SMOPaJ



Obr. 12. Odhalenie pamätej tabule G. Buchholtzovi v máji 1998, zľava M. Lalkovič, K. Mais, predseda komisie UIS pre história speleológie. Foto: J. Sýkora, Archív SMOPaJ
Fig. 12 Unveiling of a memorial tablet to G. Buchholtz in May 1998. From the left M. Lalkovič, K. Mais, a chairman of UIS Commission for history of speleology. Photo: J. Sýkora, Archive of SMOPaJ

LITERATÚRA

- ADÁMEK, K. V. 1922. Slovenskem, díl II., 362 s.
ANONYMUS, 1942. Nové jaskyne v Demänovej, Gardista, roč. IV, č. 148, 3. júla 1942.
ANONYMUS, 1945. Fotografická výprava do nesprístupnených čiastok Demänovských jaskyň, Krásy Slovenska, roč. XXIII, s. 46.
ANONYMUS, 1945. Zpráva o činnosti jaskyniarskeho sboru KSTL. Krásy Slovenska, roč. XXIII, s. 70.
ANONYMUS, 1946. Pamiatke slovenských národných dejateľov, Krásy Slovenska, roč. XXIII, s. 221.

- ANONYMUS 1947. Zpráva o činnosti Jaskyniarskeho sboru KSTL za rok 1946, Klub slovenských turistov a lyžiarov v r. 1946, 18–20.
- BELLA, P. 1998. Činnosť Správy slovenských jaskyň v roku 1997, Sinter 6, 18–19.
- BELLA, P. 1999. Činnosť Správy slovenských jaskyň v roku 1998, Sinter 7, 15–16.
- BENICKÝ, V. 1938. Kto objavil horné časti starej ľadovej Demänovskej jaskyne?, Krásy Slovenska, roč. XVII, 187–188.
- BENICKÝ, V. 1938. Stará ľadová Demänovská jaskyňa, Krásy Slovenska, roč. XVII., 188–189.
- BENICKÝ, V. 1942. Demänovská ľadová jaskyňa, Nový svet, roč. 17.
- BENICKÝ, V. 1958. Príspevok k dejinám Demänovskej ľadovej jaskyne a k objaveniu jaskyne Mieru, Slovenský kras 1, 29–35.
- BENICKÝ, V. 1965. Príspevok k dejinám sprístupnenia Demänovských jaskyň, Slovenský kras, 5, 110–112.
- BÍLÝ, F. – KLÍMA, S. 1920. Ilustrovaný průvodce po Slovensku s mapou Slovenska a Tater, 142 s.
- BLAHA, L. 1969. Demänovská Dračia jaskyňa, Slovenský kras, 7, 117–122.
- DOSEDLA, J. 1949. Horní patra Ledové jeskyně Demänovské, Sborník Československé společnosti zeměpisné, svazek LIV, 171–178.
- DROPPA, A. 1953. Demänovské jaskyne, 66 s.
- DROPPA, A. 1956. Demänovská ľadová jaskyňa, Československý kras, ročník VIII a IX, 92–108.
- DROPPA, A. 1957. Demänovské jaskyne, krasové zjavy Demänovskej doliny, 287 s.
- DROPPA, A. 1959. Demänovské jaskyne a zaujímavosti krasu v okolí, 147 s.
- DROPPA, A. 1972. Historiografia Demänovských jaskyň, Slovenský kras, 10, 94–101.
- HALAŠ, J. 1984. Demänovská ľadová jaskyňa – niektoré poznatky a výsledky merania teploty vzduchu za obdobie 1970 – 1982
- HOLEČEK, V. 1923. O demänovské časti Liptovského Krasu (Předběžná studie), Liptovský kras, jaskyne Demänovského údolia, zvláštny otisk z „Průdov“, 35–64.
- CHOVAN, A. 1977. Správa o činnosti Múzea slovenského krasu za obdobie 5. 5RP, Slovenský kras 15, 145–152.
- CHOVAN, A. 1981. Múzeum slovenského krasu a sprístupnené jaskyne, 101–107.
- JANOŠKA, M. – HOCHMUTH, Z. 1957. Krásy Liptova, sprievodca po liptovskej časti Chočského pohoria, Liptovských holí, Nízkych Tatier a Veľkej Fatry, 316 s.
- KAIFER, J. 1983. Aplikácia niektorých fotogrametrických metód v speleológii, Spravodaj SSS, 2, 23–27.
- KLÍMA, S. 1919. SLOVENSKO, obraz jeho minulosti a přítomnosti, 130 s.
- KLÍMA, S. 1921. Slovenská vlast, 265 s.
- KNAP, J. 2000. Deformácia prehliadkového chodníka v zaľadnenej časti Demänovskej ľadovej jaskyne, Aragonit, 5, 26–27.
- KOLÁČEK, F. 1921. Fysikální zeměpis karpatské části Československé republiky, 130 s.
- KOVÁČ, Ľ. – HUDEC, I – ĽUPTÁČIK, P. – MOCK, A. Demänovské jaskyne – biospeleologická lokalita európskeho významu, Aragonit, 6, 25–28.
- KRÁL, A. 1922. Slovenský kras, průvodce po dolině Demenovské a Svatojanské, 47 s.
- KRÁL, A. 1927. Liptovský kras, In: II. Zjazd słowiańskich geografów i etnografów w Polsce 1927, Sekcja II.
- KRÁL, A. 1932. Demänovské jeskyně „Chrám Svobody“ (Průvodce), 56 s.
- KULHÁNEK, F. 1920. Republika československá, popis Čiech, Moravy, Sliezska, Slovenska a Podkarpatskej Rusi s vyobrazeniami a mapami, 155 s.
- LALKOVIČ, M. 1983. Výsledky a organizácia speleologicko-meračskej služby v podmienkach centrálnej organizácie jaskyniarstva na Slovensku. Slovenský kras, 21, 233–251.
- LUCINKIEWICZ, A. 1998. Náučný chodník k Demänovskej ľadovej jaskyni. Aragonit, 3, 28–29.
- MATOUŠEK, K. 1925. Přírodní krásy Slovenska. Slovenská čítanka, druhé, zcela přepracované vydání, uspořádal J. Kabelík, 15–57.
- OTRUBA, J. 1958. Problém mikroklimy a znovaúľadnenia Demänovskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 1, 36–58.
- OTRUBA, J. 1971. Meteorologické podmienky a zaľadnenie v Demänovskej ľadovej jaskyni. Slovenský kras, 9, 193–202.
- PALONCY, E. 1931. Demänovské jeskyně, Sborník Přírodovědecké společnosti v Mor. Ostravě, roč. 1930 – 1931, 299–320.
- PETROVIČ, K. 1921. Slovenské hory a jejich údolní stanice, mimo Vysoké Tatry, 92 s.

- PETROVIČ, K. 1924. Průvodce po Vysokých Tatrách, 78 s.
- RUBÍN, J. – SKŘIVÁNEK, F. 1963. Československé jeskyně, turistické zajímavosti ČSSR, 106 s.
- SÁSIK, C. 1953. Pre záchrannu Dračej ľadovej jaskyne v Demänovej, Cestovný ruch, roč. I., č. 9–10, s. 2.
- SÁSIK, C. 1953. Pre záchrannu krás Dračej ľadovej jaskyne v Demänovej, Krásy Slovenska, roč. XXX, príloha 7, 3–4.
- SPALOVÁ, K. 1922. Republika československá na podkladě kultúrně zeměpisném, Krajem Jánošíkovým a Hviezdoslavovým, 209–211.
- ŠTANGLER, A. 1921. Studentský průvodce Slovenskem, 71 s.
- TARNÓCY, L. 1970. Za Pavlom Staroňom, Slovenský kras, 8, s. 149.
- TĚSNOHLÍDEK, R. 1926. Demänová, 194 s.
- VACHOLD, J. 1961. K pomerom hibernácie netopierov v jaskyniach Demänovského krasu, Slovenský kras, 3, 59–67.
- VITÁSEK, F. 1923. Demänovská ledová jeskyně, Časopis turistů, roč. XXXV, 161–166, 193–200.
- VITÁSEK, F. 1923. Zeměpisný obraz Demänovské doliny, Liptovský kras, jaskyne Demänovského údolia, zvláštny otisk z „Prúdov“, 14–23.
- VOLEK, L. 1953. Prieskum v Dračej ľadovej jaskyni, Krásy Slovenska, roč. XXX, príloha 3, 3–4.
- VOLKO, J. 1921. Veľká jaskyňa v Ókne, Čítanka pre druhú triedu slovenských stredných škôl, diel II., sostavil A. Pražák, 232–235.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1923. Pod Surovinami (Demänovská dolina), Liptovský kras, jaskyne Demänovského údolia, zvláštny otisk z „Prúdov“, 67–75.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1935. Speleológia či jaskyňoveda vzhľadom na Slovensko, 156 s.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1936. Jaskynné územia krasu Liptova, Sborník III. sjezdu československých geografů v Plzni 1935. Comptes rendus du III^e congrès de géographes tchécoslovaques, Plzeň 1935, 100–102.
- VŠETEČKA, J. 1922. Průvodce po Vysokých Tatrách, s. 13.
- VŠETEČKA, J. 1925. Vysoké Tatry a Demänovské jeskyně, turistický průvodce s obrázky, panorama a mapkou, III., opravené vydání, s. 16.
- VŠETEČKA, J. 1928. Vysoké Tatry a Demänovské jeskyně, turistický průvodce s obrázky, panorama a mapkou, IV. vydání, s. 18.
- VŠETEČKA, J. 1931. Demänovské jeskyně, turistický průvodce, 16 s.

THE DEMÄNOVSKÁ ICE CAVE AFTER 1918

S u m m a r y

After 1918 mentions about the cave firstly appeared in literature that should bring Slovakia closer to other parts of the new republic. Previous tourist interest in the cave started to fall off after 1924 when the Demänovská Cave of Liberty was opened to public. It was mainly caused by a deteriorated wood stairway, unsuitable lighting of its spaces, and the fact that nobody looked after it. However, in spite of this situation, information about it still appeared in tourist guides for a time.

In 1919 – 1922 F. Vitásek who was interested in the Demänovská Valley also researched the Demänovská Ice Cave and measured its spaces. For some time in Liptovský St. Mikuláš the Department of Czech-Slovak Tourists Club was interested in the cave as well. The cave was more particularly described by M. Janoška and others. In 1926 A. Král together with V. Benický discovered the highest located spaces of it. Later they were probably researched by Král's researched expedition. J. Povolný, an owner of the Window Cave was interested in it as well. He thought about its measurement because of his assumption that some connection with the Window Cave exists. J. Volkó-Starohorský wrote about it in context of ice caves. In 1937 an ice part of the cave was researched by V. Benický who found out that the cave was originally a dripstone one. He estimated the period of its glaciation to 400 – 500 years.

In 1939 – 1945 the war period caused total fall of tourist interest in the Demänovská Valley. The cave was occasionally visited by V. Benický who only measured its spaces and made its ground-plan. Some members of the Speleological Corporation of KSTL were also interested in the cave. They photographed and researched its spaces.

After 1945 the Speleological Corporation of KSTL renamed two most beautiful domes of the cave after two Slovak personalities, founders of the Slovak National Museum. In summer 1949 participants of a speleological course of the Geographical Institute of the Charles University researched and measured upper spaces of the cave. On initiative of the Slovak Speleological Society, the national administration of the Demänovské Caves started to develop the cave in 1950. It was officially opened to public at the beginning of April 1952. Within the ambit of development works employees of the Demänovské Caves researched the cave as well as dug up a siphon in the Lake Passage, and at the end of January 1952 they discovered the Demänovská Cave of Peace by this way. In September 1952 the cave was researched and measured by A. Droppa who published his knowledge in 1956 – 1957. The Slovak Karst Museum administered the cave during 1966 – 1969, provided some preparations in the cave, and a gravitational aqueduct from the Black Vale.

During cave development man-made preparations negatively influenced temperature conditions in the cave. Originally static cave transformed in a dynamic one and its ice decoration almost got lost. Therefore in 1953 the expert commission suggested precautions that should prevent next making things worse. Besides preparing the entrance and closing the hole under the Bašta as well as holes into the lowest parts of the cave, control microclimatic measurements started in the cave. Closing the cave to the public in the winter and man-made cooling the cave belonged to the next precautions later.

From 1970 after centralizing the speleology the Slovak Caves Administration in Liptovský Mikuláš provided measurement of cave spaces. In 1974 – 1976 it provided reconstruction of a show route that was enlarged by the Gravel Dome. Further control microclimatic measurements were made in the cave. In 1977 they were interrupted by burning of the entrance object. In 1976 – 1980 observation of space changes on ice forms of the Kmet's Dome was provided by the Mining Faculty from Košice. A new entrance object was built in 1981. In 1983 voluntary speleologists discovered next spaces above the Kmet's Dome. After 1990 the Slovak Caves Administration made an educative path on the access path to the cave. During the international scientific conference ALCADI 1998 a memorial tablet was unveiled to G. Buchholz who researched the cave in 1719. In 2000 two representatives of troglophilic insects were found out by biospeleological research in the Kmet's Dome.

DEMÄNOVSKÁ JASKYŇA SLOBODY V POĽSKEJ TURISTICKEJ LITERATÚRE

ŁUKASZ LEWKOWICZ

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Pl. M. Curie-Skłodowskiej 5, 20-031 Lublin, Polska;
lewkowicz83@gmail.com

L. Lewkowicz: Demänovská Cave of Liberty in Polish tourist literature

Abstract: The article aims to provide an overview of the most significant publications concerning Demänovská Cave of Liberty, which have appeared in Polish tourist literature. The cave is one of the best-known and most visited tourist caves in Europe. For last 90 years, it has been an important tourist attraction of northern Slovakia. Due to a convenient geographic location, it has always been a very popular place among Polish tourists. Until nowadays there have been many publication in Polish tourist literature which mentioned Demänovská Cave of Liberty. The analysis done in the work clearly demonstrates that the cave is undoubtedly seen in Poland as the most popular foreign tourist cave.

Key words: Demänovská Cave of Liberty, cave tourism, history of speleology, tourist literature

ÚVOD

Jednou z najdôležitejších foriem využitia jaskyň v prvej dekáde 21. storočia je ich sprístupňovanie pre široký turistický ruch. Medzi najznámejšie a najčastejšie navštevované jaskyne v Európe patrí bezpochyby Demänovská jaskyňa slobody. Už takmer 90 rokov je turistickou atrakciou severnej časti Slovenska a navštívi ju ročne priemerne 100-tisíc návštěvníkov. S ohľadom na geografickú vzdialenosť a dostupnosť je táto jaskyňa od svojho otvorenia pre verejnosť v roku 1924 dodnes populárna a obľúbená medzi poľskými turistami. Cieľom tohto článku je prehľad najdôležitejších poľských publikácií týkajúcich sa práve tejto jaskyne.

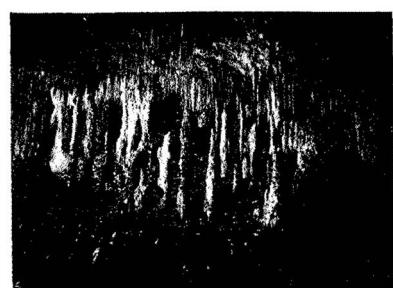
MEDZIVOJNOVÉ OBDOBIE

Prvá zmienka o Demänovskej jaskyni slobody sa objavila v roku 1924 vo vlastivednom mesačníku *Orli Lot* v článku *Jaskinia Demenowska* od známeho krakovského geografa Mariana Gotkiewicza. Prvú časť venoval autor opisu okolia jaskyne, Nízkych Tatier a Demänovskej doliny. Ďalej predstavil krátku charakteristiku jaskyne: *Najväčšou zaujímavosťou Demänovskej doliny je nádherná Demänovská jaskyňa s dĺžkou 1839 metrov*. Písal, že bola sprístupnená 10. augusta 1924 vďaka materiálnej pomoci spoločnosti a vlády Československa. Zmieňuje sa aj o turistickej infraštruktúre: *Cez hlavnú chodbu je urobené drevené premostenie opatrené zábradlím, popri ktorom sú umiestnené elektrické lampy*. Zvyšok textu je venovaný poetickému opisu podzemnej turistickej prehliadkovej trasy. Vymenoval najzaujímavejšie miesta, ktoré sa po trase nachádzajú, o. i. *Masarykov a Hviezdoslavov dóm*. Upozornil na zvláštne krasové

formy nového objektu, ako sú *stalagmitová soška N. Panny Márie s dieťatkom v náručí, vytvarovaná majstrovským dlátom prírody*. Porovnal vnútropis jaskyne so *zakiatym rozprávkovým palácom*. Celý článok zakončil slovami: *Po hodinovom pobytu v čarovnej jaskyni vychádzame z jej studeného súmraku na pravé poludnie na slnečné svetlo.*

Veľkú úlohu v popularizácii Demänovskej jaskyne slobody v medzivojnovej období zohrali publikácie bratov Tadeusza a Stefana Zwolińskych zo Zakopaného. V spoločne vydanom *Przewodniku po Tatrach i Zakopanem* z roku 1930 sa nachádza aj ponuka výletu okolo Tatier, ktorá zahŕňa aj Demänovské jaskyne. V úvode autori konštatujú, že jaskyňa bola jednou z najväčších zaujímavostí nielen v podtatranskej oblasti a na Slovensku, ale aj v celej Európe. Informovali o možnostiach spojov priamo k objektu: v letnej sezóne to bol autobusový spoj z Liptovského Mikuláša a zo Štrbského Plesa, okrem toho sa dalo využiť aj taxík. Ďalej informujú o dostupnosti pre turistov: *jaskyňu možno navštievoovať v letnom období niekol'kokrát denne, vstupné bolo 16 korún, ale členovia Poľskej tatranskej spoločnosti platili 12 korún*. Ako napísali, turistický návštevný okruh mal 2 km a trval so sprievodcom približne 2 hodiny. Vnútražok jaskyne bol osvetlený elektrickými lampami a bol opatrený betónovým chodníkom. Autori tiež spomenuli bohatú krasovú výzdobu: *Vyššie poschodia sú staršie a čoraz krajšie vďaka nádherným útvaram stalaktitov, stalagmitov, nátekov v najfantastickejších formách*. Odporučili aj najzaujímavejšie miesta, ktoré by bolo vhodné navštíviť: *Rázcestie, Veľký dóm, Zlaté jazierko a Hviezdoslavov dóm*. Ako majiteľ *Svätyne Slobody* – autori ju tak nazývajú v sprievodcovi – je uvedené Družstvo demänovských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. Bratia Zwolińscy zdôraznili, že v Demänovskej doline sa nachádzajú aj iné jaskyne prístupné pre turistov: *Ladová jaskyňa, Okno, Masarykove sály*. Na konci sprievodcu je umiestnená reklama propagujúca návštevu Demänovských jaskýň (obr. 1a, 1b).

O tri roky neskôr, v roku 1933, sa v ročenke Poľského turistického zväzu *Wierchy* objavila zaujímavá zmienka Tadeusza Zwolińskiego zo slávnostrného otvorenia nových časťí Demänovskej jaskyne slobody. V úvodnej časti je kritická úvaha o turistickej základni v bezprostrednej blízkosti jaskyne, hlavne krčiem, hotelov a predajných stánkov so suvenírmi. Konštatuje, že to celé *veselé mestečko v nádhernej divokej doline* vyzerá *neatraktívne a kazí prvý dojem návštevníka*. Na druhej strane však pochválil turistickú infraštruktúru v samotnej jaskyni. Podľa jeho mienky je vnútropis jaskyne sprístupnené ukážkovo: *Betónové chodníky, mostíky a schodíky pre turistov sú urobené vkusne a nepôsobia rušivo, elektrické osvetlenie je zabezpečené káblami, ktoré sú diskrétnie zamaskované*. Zwoliński zdôraznil, že ako delegát Poľského tatranského spolku bol jediným cudzincom na týchto slávnostrňach, čo veľmi pozitívne hodnotili predstavitelia Družstva demänovských jaskýň. Dodal tiež, že medzi hostami boli aj delegáti Klubu českých turistov, Karpatenvereinu, predstavitelia miestnych samospráv Liptova a redaktori Československej tlačovej agentúry. V ďalšej časti opisuje výlet všetkých zúčastnených do jaskyne. V úvode spomenul akt „krstu“ jednej zo sál s bielymi a červenými stalaktitmi na *Poľský dóm* (dnes *Jánošíkov dóm*) (obr. 2). Tento akt predniesol v poľskom jazyku predseda Družstva demänovských jaskýň, súčasný starosta mesta Liptovský Mikuláš. Autor pozitívne ocenil túto udalosť: *Vyjadril som menom P. T. A. srdečnú vďaku za prekrásne zvečnenie Poľska v tomto podzemnom Chráme Slobody – ako bratia Slováci volajú Demänovské jaskyne Poprial organizátorom tejto slávnosti úspešný rozvoj ich jaskyniariských aktivít a vzájomnej turistickej spolupráce*. Opísal aj iné zaujímavé miesta navštievované turistami, medzi inými *Hviezdoslavov dóm, Benešov dóm, Dóm Tomáša Baťu, Pribinov Biely dóm a Sálu prezidenta Masaryka*. Podčiarkol,



DEMANOWSKIE JASKINIE

w Niżnych Tatrach
w pobliżu miasta

Liptowski Św. Mikułasz

zwiedzić powinien każdy, będąc na
południowej stronie Tatr.

Piękne i rozległe Jaskinie Demänowskie
zyskały sławę europejską dzięki cudow-
nemu, barwnym i fantastycznym utworom
naciekowym. (Patrz str. następującą)

Do Jaskiń Demanowskich

Stacja kolejowa

Liptowski Św. Mikułasz

jedzie się 1 godz. pociągiem ze
SZCZYRBSKIEGO JEZIORA

W sezonie od 1 maja do 30 września
kilka razy dziennie połączenia auto-
busowe z Lipt. Św. Mikułasza
do jaskiń



Informacji
szczegółowych
udziela i
prospekty
wysyła

„DRUŽSTVO
DEMĀNOVSKÝCH

JASKÝŇ“

Liptovský
Svatý Mikuláš
telefon 102

C. S. R.

Obr. 1a, b. Reklama Demänovskej jaskyne slobody v *Przewodniku po Tatrach i Zakopanem* autorov Tadeusza a Štefana Zwolińskych z roku 1930

Fig. 1a, b. An advertising of Demänovská Cave of Liberty in the *Przewodnik po Tatrach i Zakopanem* by Tadeusz and Stefan Zwoliński published in 1930



Obr. 2. Poľský dóm (Jánošíkov dóm) v Demänovskej jaskyni slobody, pohľadnica z roku 1934

Fig. 2. Polish Dome (Jánošík's Dome) in Demänovská Cave of Liberty, a postcard from 1934

že celá sprístupnená trasa meria okolo 2 km a je často navštevovaná poľskými turistami a podobne ako novoobjavené *Hosúsovské jaskyne* (*Domica*) si zaslúži podrobnejší opis. Sám prisľúbil napísat' dlhší článok do ďalšieho ročníka *Wierchów*, ale bohužiaľ tento svoj sľub nedodržal.

Krátka zmienka o tejto slávnosti sa zjavila v tom istom roku i v *Przeglądzie Turystycznym*. V tom istom číslе časopisu bol zverejnený aj krátky článok o frekvencii turistov v slovenských jaskyniach. Píše sa v ňom, že roku 1931 navštívilo Demänovskú jaskyňu slobody 10 149 osôb a v nasledujúcom roku už 12 056 osôb. Roku 1934 boli v článku Juliana Krzyżanowského *Na szlakach tatrzanskich poszukiwaczy skarbów* v časopise *Wierchy* publikované dve fotografie z Jaskyne slobody.

Roku 1931 bola publikovaná práca Jozefa Iwińského z Varšavskej univerzity *Stalaktytowe Jaskinie Demenowskie w Czechosłowacji*. Išlo o správu z výletu Poľského geologického spolku do Demänovskej doliny v roku 1930. Prvá časť článku je venovaná vysvetleniu krasových javov, v ďalšej časti autor charakterizoval najzaujímavejšie úseky jaskyne: *Väčšina sál alebo ich časti a fragmenty tu majú svoje, niekedy veľmi výstižné názvy, ako napríklad Palmový háj, výzdoba v Prízemí, zo Snežného dómu, strop v Ružovom dome, Čarowná chodba*. Spomenul aj najoriginálnejšie formy sintrových útvarov: *Kaktus v Čarovnej chodbe, Zvonivé jazierko, Achillov štit*. V tretej časti autor opísal turistickú infraštruktúru v jaskyni. Skonštatoval, že chodníky v jaskyni sú šikovne využité a prispôsobené prirodzeným podmienkam a dávajú možnosť pohodlného pohybu po jaskyni. Dodal, že jaskyne majú elektrické osvetlenie a vhodne rozmiestnené lampy, niekedy aj na prvý pohľad neviditeľné, veľmi jasne osvetľujú vnútro jaskyne a poskytujú návštevníkom nádherné svetelné efekty. Spomína aj zabezpečenie kvapľov pred niekedy barbariskými turistami. Napísal, že jaskyne objavil náhodne v auguste 1921 konzervátor neživej prírody Alois Král z Prahy (autor sa tu dopustil omylu, keďže A. Král v tom čase nebol konzervátorom neživej prírody, nepochádzal z Prahy, ale pôsobil ako učiteľ v Uherskom Brode). Autor uvádza, že jaskyne nazvali Chrám Slobody a boli sprístupnené verejnosti v roku 1924. V závere autor zaradil demänovské jaskyne medzi *najkrajšie, najzaujímavejšie a najdostupnejšie pamätníky neživej prírody*. Nadviazal tak na existujúcu spoluprácu poľsko-československých turistických spolkov v medzivojnovom období. Celý článok dopĺňajú fotografie sintrových útvarov, ktoré autorovi poskytlo Družstvo demänovských jaskýň.

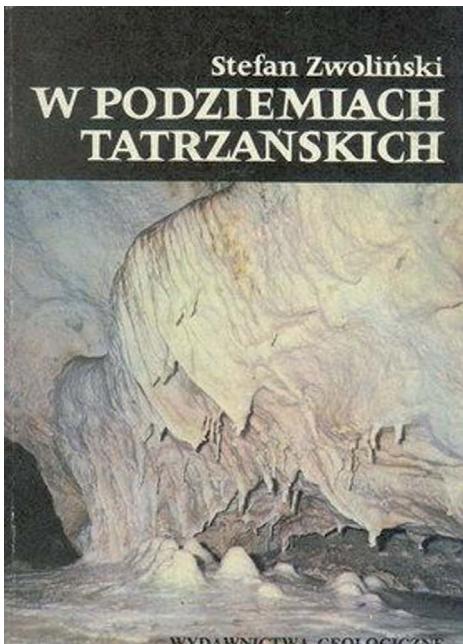
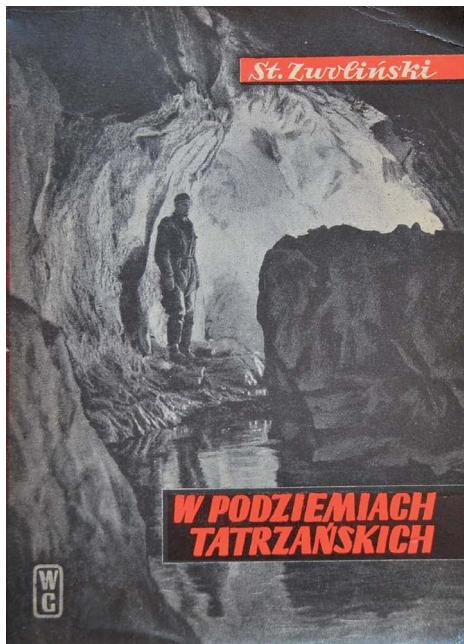
Tesne pred začiatím vojny v roku 1937 vyšiel vo Varšave *Przewodnik po Podhalu, Spiszu, Orawie i północnej Słowacji* od významného znalca slovenských pomerov Jana Reychmana. V sprievodcovi je zaujímavý opis výletu z Liptovského Mikuláša do demänovských jaskýň. Podobne ako predchádzajúci autori menuje štyri turistické jaskyne v Demänovskej doline: *Ladovú jaskyňu, Okno, Chrám slobody a Sieň prezidenta Masaryka*. V opise Chrámu slobody zdôraznil, že je *najčastejším cielom a najväčšou atrakciou liptovského krasu*, osvetlená elektrickým svetlom a vybavená zábradlím a schodíkmi. Dodáva, že veľkosť sál a chodieb, podzemná riečka Lúčanka a bohatá, rôznofarebná výzdoba robia na návštevníka obrovský a nezabudnuteľný dojem. V ďalšej časti textu sú vymenované najzaujímavejšie časti jaskyne, cez ktoré sa prechádza so sprievodcom, o. i. Štefánikova dóm, Biely vodopád, Nebeské jazierko, Dvanásť apoštолов, Cyprusový háj, Ružová sieň, Kútik čarodejov, Kamenný dážď a Poľský dóm s bielo-červenou výzdobou. Podľa sprievodcu trvala návšteva jaskyne dve hodiny a jaskyňa je prístupná turistom iba v letnej sezóne. Vstupné do jaskyne je 15 korún, pri vstupe sa nachádza bufet a turistický dom P. Maliarika. Na konci Reychman spomína Masarykovu sieň, ktorá podľa neho bola prepojená podzemnou chodbou s Jaskyňou slobody.

Stručná poznámka o demänovských jaskyniach sa objavila ešte v prvom diele práce známeho historika Wladyslawa Semkowicza *Słowacja i Slowacy. Kraj i lud* z roku 1937. V článku venovanom oblasti Liptova a Nízkych Tatier píše M. Gotkiewicz o *podzemných chodbách a komnatách Demänovských jaskyň, ktoré sú medzi turistami populárne*. Ďalej opisuje veľmi poeticky vnútro jaskyne, krasovú výzdobu, ale aj ničivú silu podzemných vôd. Článok zakončil slovami: *Šum tečúcej vody a padajúcich kvapiek, to je hlas života jaskyne, ktorý je dôkazom jej mladosti a aktuálneho štátia vývoja.*

POVOJNOVÉ OBDOBIE

Oveľa viacej miesta venovala Demänovskej jaskyni slobody poľská literatúra po 2. svetovej vojne, čo súvisí s nadviazaním poľsko-československej turistickej spolupráce v päťdesiatych rokoch a s liberalizáciou hraničných predpisov. Dôležitú úlohu v popularizácii speleológie a jaskyniarskej turistiky zohrali cestopisy Przemysława Burcharda. Osobitnú pozornosť si vyslúžila publikácia *Na dno świata* z roku 1961, v ktorej autor podrobne opísal o. i. prvú poľskú zahraničnú speleologickú výpravu do slovenskej podtatranskej oblasti. Jej účastníci okrem Belianskej jaskyne, ktorá bola hlavným cieľom výpravy, navštívili aj jaskyne Demänovskej doliny. Demänovskú jaskyňu slobody vďaka je bohatej a rôznofarebnej jaskynnej výzdobe zaradil medzi *unikáty svetového charakteru*. Zdôvodnil to takto: *Poznáme neveľa jaskyň, ktoré by sa mohli rovnat' Jaskyni slobody so zreteľom na množstvo a rôznorodosť vnitornej výzdoby. Môžeme tu nájsť všetky možné farebné odťiene*. Podčiarkol, že krásu jaskyne znásobuje podzemná riečka, v ktorej sa zrkadlí celá nádherná výzdoba, čo pripomína *rozprávkové ilustrácie alebo romány science-fiction*. Konštatuje, že systém osvetlenia a sprístupnenia jaskyne bol vypracovaný až do perfekcionizmu. Opisuje plány prevádzkovania elektrických trajektov prevážajúcich turistov po podzemnej riečke Demänovke: *Ked' sme tu boli pred piatimi rokmi, správa jaskyne pripravila novú atrakciu. Bol prekopaný druhý východ, na zdvihnutom toku riečky bolo plánované sprevádzkovať elektrické trajekty, ktoré by prevážali návštevníkov medzi obrovskými dómami, chodbami a komorami*. Zmieňuje sa aj o novoobjavenej Jaskyni mieru, ktorá podľa jeho názoru prekonáva svojou výzdobou Jaskyňu slobody.

Veľa priestoru venoval Demänovskej jaskyni slobody vo svojej najdôležitejšej publikácii *W podziemiach tatrzanskich* (1. vyd. 1961, 2., doplnené vyd. 1987; obr. 3a, 3b) nestor poľskej speleológie Stefan Zwoliński. V úvode o slovenských jaskyniach opísal história poznania Demänovskej jaskyne slobody. Píše o finančných problémoch na začiatku sprístupňovania jaskyne. V texte sú vymenované najdôležitejšie udalosti prvých rokov turistického využívania objektu: otvorenie ľahšie prístupných častí jaskyne v roku 1924, prekopanie nového vstupu do jaskyne v roku 1930, ukončenie prác pri sprístupňovaní ďalších častí jaskyne a zokruhovanie jej návštevnej trasy v roku 1934. Podľa Zwolińskiego môže byť Jaskyňa slobody príkladom, *ako je potrebné zosúladit často protichodné zákony ochrany prírody s potrebou sprístupnenia niektorých jaskyň na turistické účely*. Autor podrobne opisuje aj bohatú jaskynnú výzdobu. Zvláštnu pozornosť venuje vodopádom, jaskynným perlám v plytkých jazierkach a excentrickým stalaktitom v nedostupných častiach jaskyne. Zdôraznil, že výskyt celej farebnej škály výzdoby v jednom objekte je svetovým unikátom. Medzi ozdoby rátal aj mnohé jazierka. Podľa neho jaskyňu *je potrebné navštíviť niekoľkokrát, pretože počas jednej návštevy človek nie je schopný vidieť všetky podrobnosti, ktoré tvoria mozaiku čarobných obrazov rozľahlej, niekoľkoposchodovej jaskyne*. Veľmi presne poznamenal, že okrem



Obr. 3a, b. Titulná strana Zvolińskeho knihy z roku 1961 a 1987

Fig. 3a, b. Title page of S. Zwoliński's book from 1961 and 1987

vzniku turisticko-rekreačného strediska Jasná v povojnovom období sa turistický ruch v Demänovskej doline prísne viaže na sprístupnenie jaskýň, preto sú tieto najväčšou atrakciou pre turistov v tomto regióne. V knihe sa nachádzajú fotografie jaskýň z archívu Družstva demänovských jaskýň, ako aj mapy Demänovských jaskýň z publikácie Antona Dropu.

Roku 1978 sa vo *Wierchach* objavil článok *Jaskinie w ruchu turystycznym Czechosłowacji*, v ktorom je krátka informácia o Demänovskej jaskyni slobody. Autor článku Antoní Wrzosek píše o sprístupnení ďalších jaskýň v Demänovskej doline pre turistov, hlavne Jaskyne mieru a Okno. Efektom tohto procesu by bol vznik dlhej turistickej trasy, ktorá by spájala tieto jaskyne s Demänovskou jaskyniou slobody a Ľadovou jaskyniou. Podľa Wrzoska plánovala slovenská strana vybudovanie elektrického vláčika, pretože nová trasa, ktorá meria vyše 6 km, by bola príliš namáhavá a únavná a mohla by spôsobovať časte zápchy na trase. Autor umiestnil v článku aj tabuľku zobrazujúcu maximálnu frekvenciu turistov v jaskyniach Československa. Podľa nej Demänovskú jaskyniu slobody navštívilo roku 1962 až 277 313 turistov, čo ju zaradilo na druhé miesto po Punkvejnej jaskyni v Moravskom kraji.

Dôležitou položkou v poľskej speleologickej literatúre je sprievodca Christiana Parma a Apoloniusza Rajwu *Turystyczne jaskinie Tatr* (1. vyd. 1978, 2., dopl. vyd. 1989; obr. 4), ktorý obsahuje opisy trás v sprístupnených jaskyniach Tatier a slovenskej podtatranskej oblasti. V úvode článku vzťahujúceho sa na Demänovskú jaskyniu slobody sa nachádza opis história jej objavovania. Píše sa, že jaskyniu objavil 3. augusta 1921 Alojz Král z Uherského Brodu. V nasledujúcich týždňoch odkryl spolu so svojimi priateľmi niekoľko kilometrov chodieb a v auguste 1924 bola jaskyňa sprístupnená turistom. Autori vysvetľujú, že jaskyňa dostala meno Jaskyňa slobody v súvislosti so vznikom Československa v roku 1918. Uvádzajú jej dĺžku 6450 m a dĺžku turistickej trasy 1887 m,

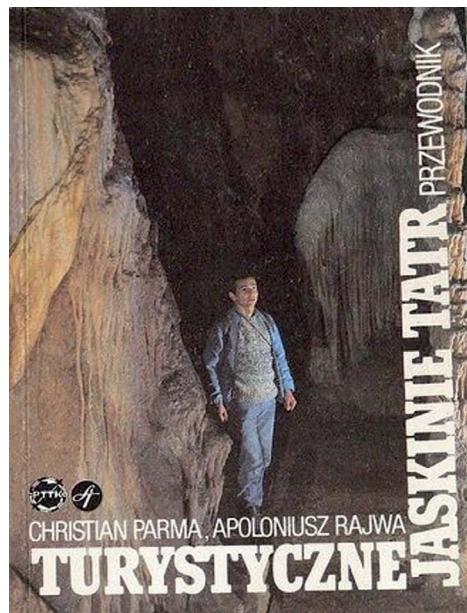
polohu jaskyne, dostupnosť jaskyne spojmi a opis chodníka k jaskyni, pričom spresňujú, že v osemdesiatych rokoch bola možnosť dostať sa k jaskyni lanovkou. Jaskyňa bola prístupná počas celého roka každý deň okrem pondelkov. Prehliadka jaskyne po jednom okruhu so sprievodcom trvala okolo 1,5 h, vstupné pre dospelých bolo 8 korún a pre deti, študentov a dôchodcov 4 koruny. Uvádzia sa, že v 80. rokoch navštevovalo jaskyňu okolo štvrti milióna turistov ročne.

Podstatná časť článku sa venuje návštěve jaskyne. Parma a Rajwa začali opisom turistickej trasy od Hlbokej sály a skončili na Chodbe jaskynného medveda. Jedným zo zaujímavých miest opisaných v texte bola Dóm Leoša Janáčka, nazvaná na počest českého skladateľa pri príležitosti jeho návštavy v roku 1922. Ďalším bodom na turistickej trase bola Králova chodba, pomenovaná podľa objaviteľa jaskyne, kde môžu turisti vidieť Štit večnej túžby a Zlaté jazierko. Opisuje sa tam i Ružová sieň preslávená rôznorodými kvapľovými útvarmi, o. i. ihlanovité stalagmity Rokokových bábik, a Jánošíkov dóm s kvapľami sfarbenými železitými solami dočervena. Posledným zaujímavým miestom na trase, ktorému sa autori v texte venujú, je Biely dóm s bielou farbou sintrových útvarov. Rovnako ako v sprievodcovi z roku 1989 sa aj tu nachádzajú údaje o tom, že v Demänovskej doline je známych 28 jaskyň a ich spoločná dĺžka je okolo 21 km. Publikáciu obohatili plány jaskyne a celého jaskynného systému Demänovských jaskyň podľa Antona Droppu a fotografie. Zaujímavosťou je skutočnosť, že v prvom vydaní sprievodcu sa objavila tlačová chyba a článok o jaskyni bol na dvoch rôznych miestach v knihe.

Informácie o jaskyni sa objavili aj v iných publikáciach Ch. Parmu, o. i. v knihe *Jaskinie – wszystko o...* vydanej roku 1980 a vo fotografickom alume *W jaskiniach* (1990), ktorý bol poľskou edíciou slovenského fotoalbumu Jozefa Jakála a Bohuslava Kortmana *Jaskyne a jaskyniari* z roku 1987. V obidvoch publikáciách sú vlastne zopakované informácie z predchádzajúceho Sprievodcu po tatranských jaskyniach. V druhej publikácii sa zjavila informácia, že do roku 1990 navštívilo Jaskyňu slobody 8 miliónov turistov.

SÚČASNÉ PUBLIKÁCIE

Roku 2007 Apolonusz Rajwa publikoval článok *Jaskinia Demianowska Wolności* vo štvorročnom turistickom časopise *W górah*. Sú v ňom zaktualizované a rozšírené informácie zo sprievodcu z roku 1989, vydaného spoločne s Ch. Parmom. Autor informuje, že vyše 35-kilometrový systém Demänovských jaskyň, najdlhší na Slovensku, sa nachádza na 85. mieste najdlhších jaskyň sveta a na 40. mieste v Európe. Samotná Demänovská jaskyňa slobody má podľa neho dĺžku 8336 m a deniveláciu 120 m.

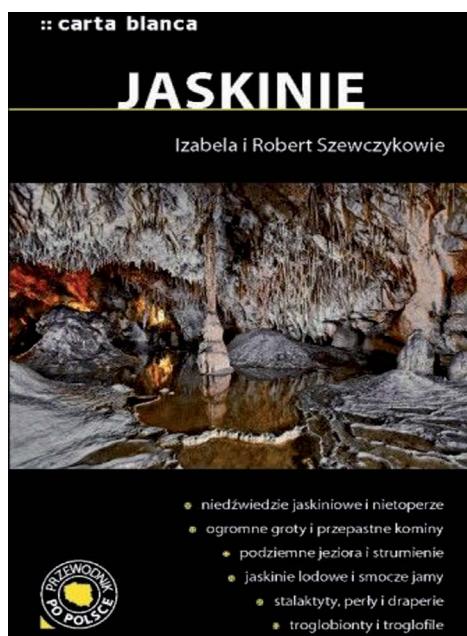


Obr. 4. Titulná strana knihy Ch. Parmu a A. Rajwu z roku 1989

Fig. 4. Title page book of Ch. Parma's and A. Rajwa's book from 1989

Podrobne opisuje 62-kilometrový kras Demänovskej doliny a celý systém demänovských jaskyň. V časti týkajúcej sa samotnej jaskyne Rajwa zdôrazňuje bohatstvo sintrových foriem: *Mimoriadne efektná je v tejto jaskyni bohatá kvapľová výzdoba, a to pokial' ide o tvary uhličitanových foriem, ako aj ich koloristiku. Obdivujú ju všetci turisti, ktorí navštívia jaskyňu. Nie bezdôvodne sa preto uvádzajú medzi najkrajšimi jaskyňami Európy.* Ďalej opisuje história objavenia a využívania jaskyne. Zdôrazňuje, že v Jaskyni slobody sú 2 prehliadkové trasy: populárna kratšia, ktorá meria 1145 m, a druhá, dlhšia a atraktívnejšia, ktorá má dĺžku 2150 m a zavedie návštevníka do najkrajšej časti jaskyne – *Ružovej siene*. Informuje, že za vstupenky na populárnu prehliadkovú trasu zaplatia dospelí 180 Sk, študenti a dôchodcovia 160 Sk a deti od 6 do 15 rokov 90 Sk. Ceny vstupeniek na dlhšiu trasu sú: 390, 340, 240 Sk. Návštevníci sa pohybujú v skupinách so sprievodcom. Jaskyňa je zavretá v pondelky, počas vianočných sviatkov a v novembri. Na záver vysvetľuje, že do Demänovskej doliny je možné cestovať cez hraničný prieschod v Chyžnom alebo v Suchej hore cez Zuberec a Liptovský Mikuláš – to je okolo 80 km, alebo dlhší variant od Lysej Poľany cez Poprad a Liptovský Mikuláš.

Poslednou dôležitou publikáciou, ktorá informuje o Demänovskej jaskyni slobody, je v roku 2009 vydaný turistický sprievodca *Jaskinie. Polska, Czechy, Slowacja*, autori Izabela a Robert Szewczykovi (obr. 5). V úvode publikácie ponúkajú čitateľom subjektívnu „zlatú päťku“ najkrajších jaskyň, ktoré sú opísané v tomto sprievodcovi. Zoznam otvára Demänovská jaskyňa slobody. V časti venovanej jaskyni je podrobný opis história poznania tohto objektu. Okrem základných informácií o objavoch a modernizácii podzemnej turistickej trasy v medzivojnovom období sa autori zmieňujú aj o neskorších speleologických práciach, o. i. o spojení s Jaskyňou mieru v roku 1987. Píšu, že v roku 2008 mal Systém demänovských jaskyň dĺžku 35,2 km, bol najdlhšou a zároveň 11.



Obr. 5. Titulná strana knihy I. a R. Szewczykovicov z roku 2009

Fig. 5. Title page of I. and R. Szewczyk's book from 2009

najhlbšou (211 m) jaskyňou na Slovensku. Ďalej sa v texte nachádza opis samotnej jaskyne, sú spomenuté najzaujímavejšie turistické miesta (*Ružová sieň, Klenotnica, Kamenný vinohrad, Čarovná chodba*) a aj najzaujímavejšie názvy kvapľov (*Strom života, Rokokové bábiky, Lekná*). Píšu aj o otvorení náučného chodníka vedúceho k vstupu do jaskyne v roku 1999. Podobne ako v predchádzajúcim diele aj tu sa píše o dvoch alternatívnych návštevných okruhoch: kratšom (1150 m, rozdiel úrovni 86 m, 913 schodov) a dlhšom, exkluzívnom, do ktorého začlenili *Veľký dóm, Ružovú sieň a Kráľovu galériu*. Na konci sa nachádzajú praktické informácie pre turistov o možnostiach cestovania k jaskyni, spôsoboch a užitočných adresách. Celok dopĺňa plán jaskyne s návštevnými okruhmi a farebnými fotografiemi.

Zmienky týkajúce sa Demänovskej jaskyne slobody sa zjavili aj v iných populárnych sprievodcoch o Slovensku. Medzi najdôležitejšie môžeme zaradiť publikácie

vydavateľstva Bezdroža: *Slowacja – 1001 pomysłów na weekend* autora Krzysztofa Mągnowskiego; *Orawa i Liptów: po słonecznej stronie Tatr* autorov Marty Duda a Magdaleny Michniewskiej; *Slowacja Zielony przewodnik Michelin*; sprievodcovia Pascala: *Slowacja a Slowacja na weekend* Wiesławy Rusin a práca Macieja Pinkwarta: *Północna Słowacja. Przewodnik krajoznawczy dla zmotoryzowanych*. Iné zaujímavé publikácie sprievodcovského charakteru sú: *Niżne Tatry* od Slawomira Adamczaka. *Tatry, Wielka Fatra, Niżne Tatry, Slowacki Raj* od Beaty Konopskej a Michala Starzewského. V populárno-vedeckej literatúre si pozornosť zaslúži kniha Waldemara Oszczebu *Slowacja trochę bliżej, czyli ciekawostki słowackie*.

NÁZVY JASKÝŇ

Analýzou poľskej turistickej literatúry sa zistilo, že sa v nej uvádzajú 13 rôznych názvov Demänovskej jaskyne slobody. V publikáciach z medzivojnového obdobia používajú poľskí autori názvy: *Demänovské jaskyne*, *Svätyňa slobody*, *Chrám slobody*. V článku J. Krzyżanovského je použitý názov *Jaskyne demänovské*, v knihe W. Semkowicza *Jaskyne Demänovej* a *Demänovské jaskyne*. Po 2. svetovej vojne sa Demänovská jaskyňa slobody nazýva tiež rôzne: v knihe P. Burcharda bol použitý názov *Jaskyňa slobody*, S. Zwoliński píše o *Jaskyni slobody*, *Jaskyni demänovskej*, v článku A. Wrzoska je zasa *Demänovská jaskyňa slobody*. Od čias vydania sprievodcu Ch. Parmu a A. Rajwu z roku 1978 sa už používa oficiálne názov *Demänovská jaskyňa slobody*.

ZÁVER

Cieľom príspevku je predložiť ucelený prehľad najdôležitejších publikácií týkajúcich sa Demänovskej jaskyne slobody, dostupných v poľskej turistickej literatúre (v poľštine *Jaskini Demianowskiej Wolności*). Jaskyňa patrí medzi najznámejšie a najčastejšie navštievované sprístupnené jaskyne Európy. Už takmer 90 rokov predstavuje významnú turistickú atrakciu severnej časti Slovenska. Vzhľadom na svoju vhodnú geografickú pozíciu sa oddávna teší aj popularite poľských turistov. Dodnes sa v poľskej turistickej literatúre bohatso prezentovala mnohými publikáciami. Prvý článok o jaskyni bol publikovaný v časopise *Orli Lot* v roku 1924. V medzivojnovom období písali o jaskyni T. Zwoliński, J. Reychman, J. Iwiński, M. Gotkiewicz. Po 2. svetovej vojne boli najzaujmavejšími publikáciami dotýkajúcimi sa jaskyne: kniha S. Zwolińskiego *W podziemiach tatrzanskich a Turystyczne jaskinie Tatr* Ch. Parmu a A. Rajwu. Zvýšenú pozornosť si zaslhuje turistický sprievodca *Jaskinie. Polska, Czechy, Słowacja I.* a R. Szewczykovicov, ako aj článok A. Rajwu *Jaskinia Demianowska Wolnośći*. Predkladaná analytická práca ukazuje, že Demänovská jaskyňa slobody je v Poľsku najpopulárnejšou zahraničnou jaskyniou.

DEMÄNOVSKÁ CAVE OF LIBERTY IN POLISH TOURIST LITERATURE

S u m m a r y

Nearly 125 years ago, while summing explored Tatra caves, Jan Gwalbert Pawlikowski stated that *there will be more than one, and maybe only one, at which the previously known ones will just fade away* (Pawlikowski, 1887). And in fact, 35 years later, such cave was discovered on the southern side of the border in the Low Tatras. Due to its favorable geographical location, the Demänovská Cave of Liberty quickly became popular among Polish tourists. To this day, there were numerous publications in Polish tourist literature about this particular cave. The analysis made of this work show undoubtedly that Demänovská Cave of Liberty is the most popular foreign cave in Poland.

Despite comprehensive literature, still it seems to be necessary to develop a new, updated guidebook both by Polish and Slovak side, describing caves in the common borderland, including the Demänovská Cave of Liberty. It should be bilingual and widely distributed on both sides of the border. It should also refer substantively and aesthetically to *Turystyczne jaskinie Tatr* guidebook, mentioned above in the text. Such a publication could be prepared thanks to the EU funds which are devoted to the Polish-Slovak transfrontier cooperation.

LITERATÚRA

- ADAMCZAK, S. 2003. Niżne Tatry, Warszawa, 82–83.
- ANONYMOUS, 1933. Frekwencja turystów w jaskiniach słowackich. *Przegląd Turystyczny*, Kraków, 2, 15.
- ANONYMOUS, 1933. Uroczystość w Jaskiniach Demenowskich. *Przegląd Turystyczny*, Kraków, 3, 10.
- ANONYMOUS, 2011. Słowacja. Zielony Przewodnik Michelin, Kraków, 177.
- BURCHARD, P. 1961. Na dno świata. Warszawa, 36–38.
- DUDA, M. – MICHNIEWSKA, M. 2005. Orava i Liptów: po słonecznej stronie Tatr. Kraków, 161–162.
- GOTKIEWICZ, M. 1924. Jaskinia Demenowska. *Orli Lot*, Kraków, 5, 126–128.
- GOTKIEWICZ, M. 1937. Od Dunaju po Tatry (z wędrówką po kraju). In W. Semkowicz (zost.), Słowacja i Słowacy. Kraj i lud, Kraków, 142.
- IWIŃSKI, J. 1931. Stalaktytowe Jaskinie Demenowskie w Czechosłowacji. Łódź, 1–11.
- KONOPSKA, B. – STARZEWSKI, M. 2006. Tatry. Wielka Fatra, Niżne Tatry, Słowacki Raj. Warszawa, 101–103.
- KORTMAN, B. – PARMA, Ch. 1990. W jaskiniach. Warszawa-Martin, 150–153.
- KRZYŻANOWSKI, J. 1934. Na szlakach tatrzanskich poszukiwaczy skarbów. Wierchy, Kraków, 12, 80–83.
- MAGNOWSKI, K. 2010. Słowacja – 1001 pomysłów na weekend, Kraków, 115–117.
- OSZCZĘDA, W. 1999. Słowacja trochę bliżej, czyli ciekawostki słowackie. Staszów, 45–50.
- PARMA, CH. 1980. Jaskinie – wszystko o.... Warszawa, 119–120.
- PARMA, CH. – RAJWA, A. 1978. Turystyczne jaskinie Tatr. Warszawa, 109–115.
- PARMA, CH. – RAJWA, A. 1989. Turystyczne jaskinie Tatr. Warszawa, 113–118.
- PAWLIKOWSKI, J. G. 1887. Podziemne Kościeliska, Pamiętnik Towarzystwa Tatrzankiego. Kraków, 11, 46.
- PINKWART, M. 1996. Północna Słowacja. Przewodnik krajoznawczy dla zmotoryzowanych, Zakopane-Łódź, 141–142.
- PINKWART, M. 2001. Północna Słowacja. Przewodnik dla zmotoryzowanych, Zakopane, 141.
- RAJWA, A. 2007. Jaskinia Demianowska Wolności. W górach, Wadowice, 2, 4–9.
- REYCHMAN, J. 1937. Przewodnik po Podhalu, Spiszu, Orawie i północnej Słowacji. Warszawa, 154–156.
- RUSIN, W. 2010. Słowacja. Bielsko-Biała, 343.
- RUSIN, W. 2004. Słowacja na weekend. Bielsko-Biała, 117–118.
- SZEWczyk, I. – SZEWczyk, R. 2009. Jaskinie. Polska, Czechy, Słowacja. Warszawa, 189–193.
- WRZOSEK, A. 1978. Jaskinie w ruchu turystycznym Czechosłowacji, Wierchy. Warszawa-Kraków, 47, 120–125.
- ZWOLIŃSKI, S. 1961. W podziemiach tatrzanskich. Warszawa, 227–234.
- ZWOLIŃSKI, S. 1987. W podziemiach tatrzanskich. Warszawa, 237–244.
- ZWOLIŃSKI, T. 1933. Z jaskiń Demenowskich. Wierchy, Kraków, 11, 211–212.
- ZWOLIŃSKI, T. – ZWOLIŃSKI, S. 1930. Przewodnik po Tatrach i Zakopanem. Zakopane, 320–322.

RECENZIE – REVIEWS

V. KOŠEL: SUBTERRANEAN FAUNA OF THE WESTERN CARPATHIANS

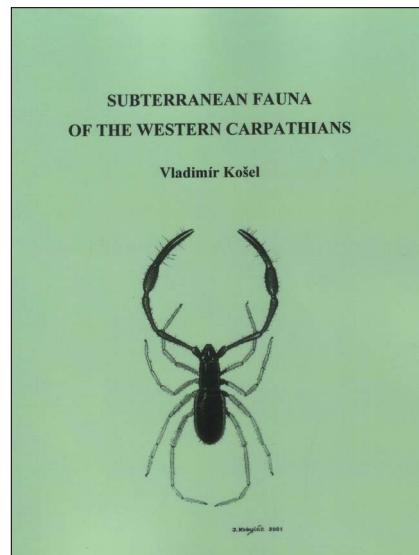
Tribun EU, Brno 2012, 210 strán. ISBN 978-80-263-0254-4

Výskum všetkých foriem fauny podzemia (krasových vyvieračiek, podkorytových tokov riek, prameňov a samozrejme i jaskyň), stavia pred výskumníkov rad nesmierne dôležitých problémov, riešenie ktorých nepochybne pomáha riešiť mnohé sporné otázky všeobecnej biológie a makrosystematiky. Monografia V. Košela, známeho európskeho biospeleológa, sa v tomto zmysle javí závažným príspevkom k poznaniu pôvodu i evolúcie podzemných spoločenstiev krasových regiónov sveta.

Publikácia predstavuje prvý komplexný výskum Západných Karpát, z faunistickej stránky bohatého a zaujímavého regiónu. Začína sa predstavou, v ktorom autor zdôvodňuje nevyhnutnosť takého výskumu, a úvodom, kde autor poukazuje na štruktúru knihy a obracia pozornosť na nový prístup a jej originalitu. Nasledujú štyri veľké časti a záver knihy. Rozsiahly zoznam literatúry obsahuje okolo 755 citácií v rozmedzí rokov 1681 – 2011.

Prvá časť knihy sa zameriava na históriu výskumu regiónu od roku 1841 do 2010 a autor ju rozdelil na tri obdobia. Nasledujúca najrozsiahlejšia časť predstavuje systematickú časť práce, založenú na predchádzajúcich významných výskumoch autora, ako aj na jeho vlastných nepublikovaných údajoch. Faunistický zoznam obsahuje nasledujúce skupiny živočíchov: Protozoa (3 species), Turbellaria (2), Rotatoria (4), Nematoda (4), Mollusca (2), Annelida (5), Arthropoda plus Arachnida (30), Crustacea (47), Myriapoda (3) a Insecta (30). Rozšírenie dôležitých druhov je doložené mapou z Databázy slovenskej fauny, čo je veľmi dôležité na určenie geografických koordinátov. Je pozoruhodné, že autor okrem historicko-taxonomických údajov pre rad taxónov tu uvádzá niektoré ekologické údaje (napríklad teplotné preferencie). Prínosom je na konci knihy zaradený zoznam druhov s prehľadom štátov, kde bol druh zaznamenaný. Také členenie knihy prináša zrejmý historicko-kultúrny, ale aj naturalisticko-osvetový efekt. Dve záverečné kapitoly *Regionalizácia jaskynnej a krasovej fauny Západných Karpát a Pôvod podzemnej fauny v Západných Karpatoch* predstavujú analýzu a logické zakončenie práce. Autor tu uskutoční zoogeografické rozdelenie regiónu, pre Západné Karpaty vyčlenil 4 supraregióny (+ Panonikum). Toto rozdelenie supraregiónov sa zakladá na kompozično-faunistickej endemicnosti s nadväznosťou na orografické členenie. Vo svetle paleogeografických údajov autor analyzuje pôvod podzemnej fauny Západných Karpát, prisudzuje jej väčšinou alochtonný pôvod, uvažuje, že hlavnými donormi boli susedné, geologicke staršie regióny, ako Alpy, Dinaridy, Český masív, Južné a Východné Karpaty a Balkán. Ako dôkaz autor prikladá prehľadný ilustračný materiál predstavujúci farebné prílohy paleogeografických máp regiónu.

Napriek pomerne nevelkému rozsahu knihy sa autorovi podarilo v plnej miere zodpovedať položené otázky a objasniť problematiku, ktorou sa zaoberá. Kniha V. Košela *Subterranean fauna*



of the Western Carpathians je zaujímavým súhrnom výsledkov výskumov, má vedecký charakter, pričom problémy, ktoré nastoluje a rieši, sa javia dôležitými pre podzemnú biológiu a vyzývajú na nutnosť nového pohľadu na evolúciu fauny Západných Karpát.

The study of the variety of subterranean fauna dwells in karstic springs, underflow river streams, caves and etc. puts a number of significant issues for researcher the resolution of which will undoubtedly help clarify many controversial questions of the general biology and macrosystematics. Monograph of V. Košel – famous European biospeleologists in this sense is a major contribution to the knowledge of the origin and evolution of underground communities in karst regions of the world.

Publication is the first comprehensive study of the rich and interesting region in its faunistic composition – Western Carpathians. The book consists of the preface – in which the necessity of the study is given, introduction – where the author states the book's structure and draws an attention to the novelty and originality, and contains four major sections and summary. Extensive bibliography contains over 755 citations dating from 1681 to 2011.

The first section is devoted to the history of research in the region covering the period from 1841 to 2010 and divided by the author into three distinct periods. The next most spacious section is systematic part of the work based on both previous significant investigations of author and his own unpublished data. The section deals with the following groups of animals: Protozoa (3 species), Turbellaria (2), Rotatoria (4), Nematoda (4), Mollusca (2), Annelida (5), Arthropoda plus Arachnida (30), Crustacea (47) Myriapoda (3) and Insecta (30). Distribution of some important species are provided with a map of Databanka of Slovak Fauna (DFS) which is very convenient for determining the geographic coordinates. It is noteworthy that the author except historical and taxonomic notes for some taxa here presents data on ecology. For convenience at the end of the book the check list is provided indicating the country in which species was recorded. It is also important that this section of the book brings a vivid historic-cultural and naturalistic and educational effect.

Two final section – «Regionalization of cave and karst fauna in the Western Carpathians» and «Origin of subterranean fauna in the Western Carpathians» provides analysis and logical conclusion of work. Here author realized zoogeographical division of the region allocating 4 Supraregions (plus Pannonicum). An advanced division of the proposed Supraregions are based on the faunal complexity and endemicity with orographic binding. In the light of paleogeographic data author analyzes the origin of subterranean fauna of the Western Carpathians prescribing it mostly allochthonous origin assuming that the major "donors" were the neighboring geologically older regions as Alps, Dinarides, Czech Massif, S and E Carpathians, and Balkans. As proof of these idea author gives illustrative color insets representing the paleogeographic reconstruction of the region stretching Late Oligocene (29–24 Ma) to Late Pliocene (3.4 – 1.9 Ma).

At relatively not high size of the book (210 pages) the author managed to fully illuminate a large set of problems discussed. In general, the book of V. Košel. «Subterranean fauna of the Western Carpathians» is an interesting complex research and purely scientific in nature, the issues that are raised and decided are important for subterranean biology and cause a necessity to refreshing the view of the evolution of the Western Carpathian fauna.

Dmitry Sidorov

Slovenský kras, ročník 50, číslo 2

Acta Carsologica Slovaca

Rok vydania:

2012

Vydavateľ:

Štátnej ochrany prírody Slovenskej republiky – Správa slovenských jaskýň a Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš

Evidenčné číslo:

EV 3878/09

Adresa redakcie:

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva
Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš

Jazyková korektúra:

Mgr. Bohuslav Kortman (slovenský jazyk)

Ing. Peter Gažík (anglický jazyk)

Autori príspevkov

Anglické preklady:
Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva

Juraj Štefuň – GEORG, Žilina

Grafika:

Autori príspevkov

Tlač:

Juraj Štefuň – GEORG, Žilina

Náklad:

400 ks

Obálka:

Jasovská jaskyňa, sintrová výzdoba vo Veľkom dóme

Foto: V. Benický, 1933