

SLOVENSKÝ KRAS

ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

ROČNÍK 47
ČÍSLO 1



2009

Liptovský Mikuláš

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

Vedecký karsologický a speleologický časopis

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3878/09

ISSN 0560-3137

Editor / Editor

doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc.

Výkonný redaktor / Executive Editor

Ing. Peter Holúbek

Redakčná rada / Editorial Board

Predseda / Chairman

doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc.

Členovia / Members

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

Recenzenti / Reviewers

RNDr. Václav Cílek, CSc., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc.,
Ing. Václav Krišťufek, CSc., Ing. Marcel Lalkovič, CSc., RNDr. Peter Malík, CSc.,
doc. RNDr. Miloš Stankoviánsky, CSc., Ing. Ladislav Tometz, PhD.

OBSAH – CONTENTS

ŠTÚDIE – STUDIES

<i>Pavel Bella</i> Geomorfologické procesy v jaskyniach <i>Geomorphological processes in caves</i>	5
<i>Michal Zacharov</i> Disjunktívne štruktúry južného okraja Jasovskej planiny a ich vplyv na vznik a vývoj endokrasu <i>Disjunctive structures of the Jasov plateau south border and their influence on the endokarst formation and development</i>	41
<i>Miloš Gregor – Peter Malík</i> Využitie výtokových čiar prameňov pri hodnotení stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti podzemných vôd v horninách s krasovo-puklinovou priepustnosťou – príklad oblasti Strážovských vrchov <i>Utilization of springs recession curves for assessment of karstification degree and groundwater vulnerability in rocks with karst-fissure permeability – example from the Strážovské vrchy Mts.</i>	57
<i>Ladislav Tometz – Marta Prekopová</i> Osobitosti ochrany krasovo-puklinových vôd na Silickej planine v Slovenskom krase <i>Peculiarities of karst-fissure groundwater protection on Silica Plateau in Slovak Karst</i>	79
<i>Milan Seman – Ľudovít Gaál – Ivo Sedláček – Monika Laichmanová – Stanislav Jeleň</i> Mikroflóra mäkkého sintra zo slovenských jaskýň <i>Microflora of moonmilk from Slovak caves</i>	99
<i>Marcel Lalkovič</i> Český záujem o jaskyne na Slovensku do roku 1918 <i>Czech Interest in Caves of Slovakia till 1918</i>	113
<i>Pavol Horváth</i> Jaskyniarstvo pri Baníckom múzeu v Rožňave <i>Caving at the Mining Museum in Rožňava</i>	141

SPOLOČENSKÁ KRONIKA – SOCIAL CHRONICLE

<i>Jozef Jakál</i> Spomienka na Antona Porubského <i>Reminiscence of Anton Porubský</i>	159
<i>Ryszard Gradziński</i> Jerzy Głazek 10. 7. 1936 – 3. 7. 2009	161

RECENZIE – REVIEWS

<i>Pavel Bella</i> B. R. Mavljudov: Oledenie pešcer	163
<i>Peter Holúbek</i> E. G. Maksimovič, N. G. Maksimovič, V. N. Kataev: Georgij Aleksejevič Maksimovič	166
Errata	168

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	5 – 39	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	--------	------------------------

Š T Ú D I E – S T U D I E S

GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY V JASKYNIACH

PAVEL BELLA

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; bella@ssj.sk
Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok

P. Bella: Geomorphological processes in caves

Abstract: Origin and development of caves are resulted by various endogenous, endo-exogenous and exogenous geodynamic processes. Knowledge of these past and recent natural processes belongs to the fundamental and most important data related to caves. The paper presents basic classification of geomorphological processes in caves associated with the formation of speleogen and speleothem surfaces of cave morphology, specific monogenetic and polygenetic formation of cave georelief segments, as well as genetic varieties and succession developmental phases of cave georelief. The influence of geomorphological processes on the spatial diversity of cave geosystems and the action of geomorphological processes within the framework of functional and time variability of cave geosystems are summarized. Several geomorphological processes in caves are influenced or accelerated by human impacts. Extreme geodynamic processes present potential threats of environmental hazards for exploitation of caves.

Key words: geomorphology, speleology, cave, geomorphological processes, speleogenesis, polygenesis, genetic variety, spatial diversity, time variability, accelerated and extreme geodynamic processes

ÚVOD

Poznanie bývalých i súčasných geodynamických, resp. geomorfologických procesov vzniku a vývoja jaskýň patrí medzi dôležité úlohy speleogeomorfológie, ako aj geoekologického výskumu jaskýň. V rámci komplexného speleogeomorfologického výskumu sa treba zaoberať nielen morfometrickými, morfogenetickými a morfochronologickými prístupmi skúmania jaskynného georeliéfu, ale aj morfodynamickými prístupmi zameranými na druh, frekvenciu a intenzitu súčasných dominujúcich a podružných geomorfologických procesov (Bella, 2006).

Predložený príspevok podáva základný prehľad o geomorfologických procesoch v jaskyniach z hľadiska vzniku a vývoja podzemných dutín, ako aj bývalej i súčasnej modelácie skalných povrchov materských hornín i akumulčných výplní vytvárajúcich sa v podzemných priestoroch. Keďže touto problematikou sa zatiaľ súborne nezaoberajú samostatné štúdie, priložený zoznam literatúry obsahuje množstvo príspevkov s poznatkami o čiastkových geomorfologických procesoch v jaskyniach a poskytuje odkazy na detailnejšie štúdium.

ZÁKLADNÝ PREHLAD A METODOLOGICKÉ PRÍSTUPY KU KLASIFIKÁCIÍ GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESOV

Na modelácii tvarov georeliéfu sa podieľajú endogénne (vnútorné) a exogénne (vonkajšie) geodynamické, resp. geomorfologické procesy. Zdrojom primárnej energie endogénnych procesov je rádioaktívny rozpad prvkov s uvoľňovaním tepelnej energie a gravitačná diferenciácia látok. Geotermálna energia endogénneho pôvodu vystupuje k zemskému povrchu vo forme tepelného toku a ovplyvňuje geodynamické procesy v litosfére, vrátane hornej časti zemskej kôry tesne pod zemským povrchom i na jeho úrovni. Medzi endogénne procesy tradične patrí intruzívny magmatizmus (plutonizmus), extruzívny magmatizmus (vulkanizmus), tektonické pohyby, zemetrasenie, ako aj procesy metamorfizmu hornín. V súčinnosti s vulkanizmom sa na zemský povrch dostávajú aj vulkanické plynné exhaláty a ohriate podzemné vody. V zemskej kôre mimo oblastí aktívneho magmatizmu sa podzemné vody hlbinného obehu zahrievajú podľa geotermického stupňa. V podzemných vodách sa zistili výrony plynov hlbinného pôvodu, napr. CO₂ alebo dokonca H₂S z ložísk ropy, ktoré zvyšujú agresivitu a rozpúšťaciu schopnosť vody. Tieto geotermálne a geochemické procesy sa podieľajú na vzniku a vývoji mnohých prirodzených podzemných dutín v zemskej kôre.

Zdrojom primárnej energie exogénnych procesov je slnečná rádiácia. Exogénne geomorfologické procesy, ktorých chod sa riadi zemskou gravitáciou, modelujú georeliéf pôsobením zvetrávania hornín, erózie, transportu a akumulácie sedimentov, ako aj gravitačnými deformáciami svahov a procesmi svahovej modelácie. Erózia je prírodný proces rozrušovania a odstraňovania časti zemského povrchu účinkom exogénnych činiteľov. Na rozdiel od zvetrávania, ktoré spôsobuje rozrušovanie hornín, erózia sa hlavne vzťahuje na odnos zvetraliny a obrusovanie hornín unášanými sedimentmi vplyvom prúdiacej alebo vlniacej sa vody, pohybu ľadu a snehu alebo prúdiacim vzduchom. Denudáciou sa vo všeobecnosti rozumie obnažovanie zemského povrchu pôsobením exogénnych geomorfologických procesov. Viaceré z uvedených exogénnych procesov však pôsobia aj pod zemským povrchom vrátane podzemných dutín, resp. jaskynných priestorov. Navyše v podpovrchovej časti zemskej kôry miestami prebieha sufózia – mechanické odplavovanie drobných a jemných častíc hornín, resp. tzv. subrózia – proces podzemného rozpúšťania hornín doplnený sufóziou, často sprevádzaný poklesávaním nadložných súvrství.

Endogénne a exogénne procesy, t. j. dve základné skupiny geomorfologických procesov, určené na základe prostredia vzniku geomorfologického činiteľa, sa ďalej členia podľa druhu látky geomorfologického činiteľa a mechanizmu reliéfotvorných procesov. Míнар (1996) delí endogénne procesy na tektonické (hlbinné, kôrové a podpovrchové) a magmatické (podpovrchové, vulkanické), exogénne procesy na litogénne (hlbkové a povrchové), hydro-litogénne, hydrogénne (mechanické a chemické), hydro-kryogénne (glacifluviálne), kryogénne (mrazové, glaciálne a nivačné), atmogénne (mechanické a chemické), biogénne (zoogénne a vegetačné) a antropogénne (ťažobné, sídelné, dopravné a vojenské).

Zjednodušenú klasifikáciu exogénnych geomorfologických procesov vo vzťahu k bývalej a súčasnej modelácii georeliéfu na území Slovenska predkladá Stankovianský (2008). Rozlišuje gravitačné procesy, vodou indukované procesy (ronové procesy, fluvialne procesy, procesy podpovrchových vôd vrátane krasových procesov, procesy limnické a procesy morské), glaciálne, termoerózne, kryogénne, niválne, eolické, organogénne a antropogénne procesy. Povrchové denudačné formy krasového georeliéfu vznikajú

koróziou obnažených rozpustných hornín na zemskom povrchu, akumulačné formy vy-
zrážaním sedimentárnych hornín z vodných roztokov, najmä s tvorbou travertínových
útvarov. V jaskyniach precipitáciou z kalcimorfných roztokov vzniká sintrová výplň,
ktorá často vytvára mohutné akumulačné útvary.

Vzhľadom na geoekologické vymedzenie krajinej sféry, ktorej dolná hranica je na
spodnom okraji zóny hypergenézy, endogénne procesy vznikajú vo vnútornom okolí
krajinej sféry a pôsobia aj v krajinej sfére. Exogénne procesy vznikajú a pôsobia
vnútri krajinej sféry. Kozmogénne procesy vznikajú vo vonkajšom okolí krajinej sféry
a pôsobia aj v krajinej sfére. Vzhľadom na uvedené kombinácie pôsobenia endogénnych,
exogénnych a kozmogénnych procesov v krajinej sfére Minár (1996) vyčleňuje skupiny
endo-exogénnych, endo-kozmogénnych a exo-kozmogénnych procesov.

Na základe uvedených prístupov klasifikácie geomorfologických procesov predložený
príspevok poukazuje na rôznorodosť geomorfologických procesov v jaskyniach, ktoré
sa podieľali na genéze a remodelácii ich podzemných priestorov.

GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY A SPELEOGENÉZA JASKÝŇ

Jaskyne sa vytvárajú rozličnými endogénnymi a exogénnymi geodynamickými, resp.
geomorfologickými procesmi v rozpustných i nerozpustných horninách. Mnohé jaskyne
sa vytvorili procesmi, ktoré v súčasnosti už nepôsobia. Staršie, pôvodné tvary podzem-
ných priestorov sa remodelujú mladšími geomorfologickými procesmi, najmä po zmene
hydrografických podmienok. Pôvodné freatické či epifreatické tvary sa vo vadóznych
podmienkach remodelujú až deštruuju geomorfologickými procesmi odlišnými od bý-
valých procesov, ktorými sa vytvorili dominujúce tvary jaskynných chodieb či siení.
Intenzívna vadózna remodelácia jaskýň je najmä v ich senilnom štádiu vývoja. Súčasné
geomorfologické procesy fungujú v rámci dlhodobého geologického, resp. geomorfologic-
kého vývoja, sukcesívnej dynamiky alebo sezónnej rytmiky či etocyklov jaskynných
geosystémov (Bella, 2008).

ENDOGÉNNE A EXOGÉNNE GEODYNAMICKÉ PROCESY VZNIKU A GEOMORFOLOGICKÉHO VÝVOJA JASKÝŇ

Na základe súčasných poznatkov o speleogenéze je zrejme, že na vzniku a vývoji
jaskýň sa podieľajú nielen exogénne geomorfologické procesy (pôsobenie presakujúcej
alebo tečúcej vody, svahové gravitačné pohyby, mechanické zvetrávanie, sufózia a pod.),
ale aj endogénne geodynamické procesy (vulkanizmus, tektonické pohyby). Najmä v po-
slednom štvrtstoročí sa spracovali viaceré štúdie o hydrotermálnych jaskyniach, ktoré
vznikajú hlbinnými hydrotermálnymi vodami (Dublyansky, 1980; Collignon, 1983; Ba-
kalowicz et al., 1987; Dubljanskij, 1990 a iní) alebo vodami obsahujúcimi H_2S či vyššiu
koncentráciu CO_2 z hlbinných zdrojov (Hill, 1986, 2000; Pisarowicz, 1994; Galdenzi
a Menichetti, 1995; Worthington a Ford, 1995 a iní), ako aj o jaskyniach vznikajúcich
v artézskych podmienkach prúdenia podzemnej vody (Palmer, 1991, 2007; Klimchouk,
2000b, 2007, 2009a,b). V rámci genetických klasifikácií sa endogénne a exogénne jasky-
ne rozlišujú v nadväznosti na prostredie vzniku geomorfologického činiteľa, t. j. látko-
vého a energetického nositeľa geomorfologického procesu spôsobujúceho speleogenézu
(Bögli, 1980; Kiernan, 1982; Andrejčuk, 1985; Sjöberg, 1986; Dubljanskij a Andrejčuk,
1989; Bella, 2002).

Okrem jaskýň vulkanického a tektonického pôvodu (s výnimkou rozsadlinových
jaskýň vytvorených gravitačnými pohybmi na svahoch), resp. jaskýň, ktorých genézu

ovplyvnila vulkanická činnosť medzi endokrasové jaskyne patria aj jaskyne vytvorené činnosťou vody v hlbinných podmienkach. Podľa hydro- a litostatických podmienok a pôvodu energie procesov Ežov et al. (1992) a Andreychouk et al. (2009) v rámci vertikálnej zonálnosti krasu vyčleňujú exokrasovú a endokrasovú časť tzv. karstosféry, t. j. *podzemný kras* zahŕňa endokrasové i exokrasové podzemné priestory. Z tohto hľadiska *exokras* nie je synonymom pojmu *povrchový kras*, pretože zahŕňa aj podzemné priestory pod zemským povrchom nachádzajúce sa v zóne hypergenézy. Potom synonymom pojmu *endokras* je *hlbinný kras*. V doterajšej speleologickej literatúre sa však pod pojem *endokras* väčšinou zahrnujú všetky jaskyne, resp. krasové javy a skrasovatené hydrogeologické štruktúry nielen v hlbších častiach litosféry, ale aj bližšie pod zemským povrchom. Označovanie všetkých jaskýň za endokrasové na základe ich polohy pod zemským povrchom (Băcăuanu et al., 1974 a iní) nezodpovedá komplexnejšiemu morfogenetickému prístupu k typológii krasu. Spolupôsobením endogénnych a exogénnych procesov vzniká *heterogénny kras*, napr. hydrotermálny kras v kombinovaných podmienkach atmosférického a hydrostatického tlaku (Andreychouk et al., 2009).

Hypogénne jaskyne, ktoré vznikajú hlbinnými, spravidla termálnymi vodami obohatenými o CO_2 (hydrotermálne jaskyne, podzemné dutiny vytvorené kondenzačnou koróziou nad hladinou termálnej vody) alebo H_2S (tzv. jaskyne carlsbadského typu, ktorých vývoj sa zintenzívňuje pôsobením kyseliny sírovej konvertovanej z H_2S biotickými a abiotickými procesmi v blízkosti vodnej hladiny) sú súčasťou najmä endokrasu alebo heterogénneho krasu. Chemická agresivnosť vôd, ktoré vytvárajú hypogénne jaskyne, nezávisí od prírodných podmienok a procesov na zemskom povrchu (Palmer, 2007; Palmer a Palmer, 2009). Niektorí autori za hypogénne považujú aj jaskyne, ktoré vznikli normálnymi vodami atmosférického pôvodu, ktorých cirkuláciu v krasových horninách obmedzujú nadložné, prípadne aj podložné nepriepustné alebo menej priepustné horniny (artézske podmienky) a nedoplňujú sa z nadložných alebo bezprostredne priľahlých miest na zemskom povrchu (Ford a Williams, 1989, 2007; Klimchouk, 2000b, 2007, 2009a, b). Palmer (2007) medzi hypogénne jaskyne zaraďuje aj jaskyne vytvorené v pobrežnej zóne miešania vôd, ktoré však nemajú hlbinný pôvod. Jaskyne, ktoré vznikli endogénnymi procesmi alebo v súčinnosti endogénnych a exogénnych procesov sú známe aj v exokrasovej časti karsosféry, napr. niektoré hydrotermálne jaskyne v plytkom krase (Dublyansky, 2000; Andreychouk et al., 2009).

Hypergénne jaskyne sa vytvárajú normálnymi atmosférickými vodami, najmä v podmienkach ich neobmedzenej cirkulácie v krasových horninách (Ford a Williams, 1989, 2007), t. j. patria medzi jaskyne exogénneho pôvodu. Môžu ich vytvárať aj vystupujúce vody, ktoré nie sú obohatené o CO_2 alebo H_2S z hlbinných zdrojov (Palmer, 2007). Poukazujúc na kontrastné znaky s hypogénnou speleogenézou Palmer (1991, 2007) a Klimchouk (2009a) definujú a charakterizujú tzv. epigenickú speleogenézu, ktorá je dominantná v plytkých systémoch podzemných vôd dotovaných z nadložných alebo bezprostredne priľahlých území so vznikom tzv. epigenických jaskýň. Andreychouk et al. (2009) uprednostňujú pojem hypergénne jaskyne, pretože pojem epigenéza sa v geologickej literatúre všeobecne používa na vyjadrenie zmien mineralogického zloženia hornín po ich vytvorení (epigenetická mineralizácia = sekundárna mineralizácia). Termín hypergénne jaskyne je vhodnejší aj vzhľadom na termín epikras, ktorým sa označuje intenzívne skrasovatená podpovrchová časť vadóznej zóny do hĺbky niekoľkých metrov (pozri Klimchouk, 2004 a iní).

Medzi exogénne jaskyne sa radia aj pobrežné jaskyne vytvorené brakickou vodou, t. j. v miestach miešania morskej a sladkej vody. Hybridné jaskyne sa skladajú z podzemných priestorov, ktoré vznikli v postupných vývojových sekvenciách a obsahujú časti vytvorené obohatenými hlbinnými vodami a normálnymi atmosférickými vodami alebo brakickými a normálnymi atmosférickými vodami (Ford a Williams, 1989, 2007), prípadne aj brakickými, normálnymi atmosférickými i obohatenými hlbinnými vodami (Gínes et al., 2009).

REMODELÁCIA JASKÝŇ GEOMORFOLOGICKÝMI PROCESMI V MLADŠÍCH VÝVOJOVÝCH FÁZACH

Speleogenetickými procesmi vznikajú podzemné dutiny a rozličné skalné formy na denudovanom povrchu materskej horniny, tzv. speleogénne tvary (Lange, 1959). Vznikajú odstraňovaním horninovej hmoty, čím sa zväčšuje objem podzemných priestorov. Okrem denudačných, resp. erózných tvarov sa v jaskyniach vyskytujú aj denudačno-akumulačné, resp. eróžno-akumulačné a akumuláčnne tvary. Akumuláciou fluviálnych alebo iných sedimentov vrátane sintrovej výplne sa znižuje objem podzemných priestorov. Na povrch akumuláčnych útvarov sa vzťahujú tzv. speleotémne tvary (Lange, 1959).

Po poklese hladiny podzemných vôd v nadväznosti na zníženie eróznej bázy po zahĺbení doliny či kotliny nastáva vadózna remodelácia jaskynných priestorov, ktoré sa vytvorili vo freatickej zóne. V epifreatickej zóne sa pôvodné freatické dutiny pozdĺž voľnej hladiny podzemných vôd dotvárajú hladinovými zárezmi až zarovnanými stropmi, v riečiskách bočnými korytami alebo meandrovitými zárezmi. Vo vadóznych podmienkach sa uplatňuje najmä korózia spôsobená presakujúcimi zrážkovými vodami, splavovanie jemných sedimentov z povrchu krajiny, odvažovanie a rútenie častí hornín zo stropov, v pokročilom stupni skrasovatenia aj kolapsy častí skalných stropov so vznikom otvorov na povrchu typu „light hole“.

V plytších freatických a najmä vo vadóznych podmienkach v exokrasovej časti karsosféry sa remodelujú aj pôvodné tvary jaskýň, ktoré vznikli v dôsledku endogénnych procesov alebo v súčinnosti endogénnych a exogénnych procesov.

ZÁKLADNÉ TYPY GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESOV V JASKYNIACH

Vzhľadom na viaceré odlišnosti výskytu a mechanizmu sa v tomto príspevku osobitne charakterizujú geomorfologické procesy, ktoré v jaskyniach vytvárajú a modelujú speleogénne skalné povrchy materských hornín a speleotémne akumulácie výplní. Predložený prehľad, založený na horeuvedených klasifikačných princípoch, poukazuje na množstvo a rôznorodosť geomorfologických procesov, ktoré sa podieľali a podieľajú na vzniku a modelácii jaskýň.

GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY VYTVÁRAJÚCE A MODELUJÚCE PODZEMNÉ DUTINY A SKALNÉ POVRCHY MATERSKÝCH HORNÍN V JASKYNIACH

ENDOGÉNNE PROCESY

Z endogénnych procesov sa na vzniku a vývoji epigenetických i syngenetických jaskýň podieľajú tektonické pohyby a zemetrasenia, magmatické, resp. vulkanické procesy, geotermálne postvulkanické exhalácie plynov, ako aj geotermálne hydrogénne a atmo-hydrogénne procesy.

Tektonické pohyby a zemetrasenie

Zlomové pohyby

Disjunktívne pohyby – roztáhovanie, resp. roztvorenie zlomových plôch s oddiaľovaním horninových blokov vplyvom tektonických pohybov, pričom vzniká zlomová disjunktívna jaskyňa (Kiernan, 1982; Dubljanskij a Andrejčuk, 1989 a iní). Následkom zemetrasenia najmä v tektonicky nestabilných oblastiach vznikajú jaskyne trhlinovitého charakteru, napr. vo východoafrickej riftovej zóne (Davis, 1998).

Kontrakčné pohyby – tektonické pohyby spôsobujúce sťahovanie, resp. skracovanie horninového komplexu s deformáciami prvotne tektonicky narušených geologických štruktúr, následkom ktorých pri pohyboch horninových blokov vzniká zlomová kontrakčná jaskyňa (Dubljanskij a Andrejčuk, 1989 a iní).

Vrásnenie – tektonicky spôsobeným ohýbaním vrstiev hornín pri vrásnení môže vzniknúť antiklinálna dutina, tzv. „teppe cave“ (Choppy, 1993); Kiernan (1982) rozlišuje aj vrásové jaskyne.



Obr. 1. Dilatometer TM-71 na zaznamenávanie tektonických pohybov, Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Bella

Fig. 1. The TM-71 extensometric gauge for monitoring tectonic displacements, Demänovská Cave of Liberty, Slovakia. Photo: P. Bella



Obr. 2. Podlaha lávovej tunelovej jaskyne, Komori-ana, Japonsko. Foto: P. Bella

Fig. 2. Floor of lava tube cave, Komori-ana, Japan. Photo: P. Bella

Magmatické procesy

Procesy intruzívneho magmatizmu

– chladnutím a kryštalizáciou magmy v zemskej kôre vznikajú syngenetické kryštalizačné dutiny, najčastejšie v gabre, granite a diorite (Dubljanskij a Andrejčuk, 1989 a iní).

Procesy extruzívneho magmatizmu

– vulkanické procesy

Vytečenie lávy z efuzívnej lávovej formácie – odtečením tekutej lávy spod hornej stuhnutej kôry lávových čadičových prúdov vznikajú syngenetické lávové prúdové jaskyne tunelovitého tvaru (MacDonald, 1967; Wood, 1976; Ogawa, 1986; Allred a Allred, 1997 a iní); podobné jaskyne, avšak zväčša s rovným stropom, vznikajú v rámci plochých pokrovových výlevov lávy (Halliday, 1998b). Tečúca láva prehĺbuje podlahu chodby tzv. termálnou eróziou – čiastočným pretavením podložnej horniny, vytrhávaním a presunom jej neroztavených častí (Wood, 1981; Greely et al., 1998; Coombs a Rowland, 1994; Kempe, 1997; Williams et al., 2004 a iní).

Pokles lávy v prírodných cestách na povrch – poklesom lávy drenujúcej cez dajky predurčené eruptívnymi puklinami (Socorro a Martín, 1992; Grimes, 2006) alebo v kráteroch (Stefánson, 1992; Halliday, 1997, 1998c a iní) vznikajú vertikálne dutiny alebo studne.

Uvoľňovanie a únik vulkanických exhalačných plynov – únikom a explozíciami vulkanických exhalátov sa v tuhnucej láve vytvárajú komínovité syngenetické lávové exhalačné, resp. explozívne jaskyne (Gaál a Bella, 1994 a iní); pneumatikou expanziou plynov, ktoré nemohli prekonať litostatický tlak konsolidujúcej sa lávy, vzniká syngenetická bublinová jaskyňa, resp. geódová dutina so stenami pokrytými kryštalickými útvarmi (Trimmel, 1968; Bleahu, 1982 a iní); akumuláciu plynu pod viskózo-elastickou kôrou bazaltovej lávy sa vytvárajú pľuzgierovité jaskyne (Gibson, 1974; Gadányi, 2008 a iní).

Injektáže lávy a deformácie nerovnomerne tuhnučích lávových pokrovov – vyzdvihovaním tuhnucej a polostuhnutej kôry bazaltového lávového prúdu vystupujúcou lávou vznikajú tzv. lávové stúpajúce jaskyne, pozdĺžne hrebeňové jaskyne po okrajoch lávového prúdu, priečne tlakové hrebeňové jaskyne a tumulusovité jaskyne (Halliday, 1997, 1998a; Gadányi, 2008). Podobný charakter majú aj tzv. laterálne kontaktno-dynamické syngenetické lávové dutiny pod klenbou antiklinálnej štruktúry vytvorenej pri nerovnomernom tvrdnutí povrchu tečúcej lávy, keď vplyvom odporu nepohyblivých viac-menej stvrdnutých častí lávy dochádza k jej postupnému nakopeniu, až sa vplyvom zvýšeného tlaku naruší pevnosť stvrdnutých fragmentov lávy a v dôsledku jej rozdielnej plasticity nastanú kompenzačné pohyby (Azizbekjan et al., 1987).

Odkvapávanie a stekanie lávy po stenách z tuhnucej lávy – z tuhnucej lávy, ktorá dosahuje teplotu 1070 až 1000 °C, sa v lávových tunelových jaskyniach alebo pyrogénnych jaskyniach typu „tree mould“ vytvárajú stalaktitové a iné visiace útvary (tzv. lavatity), ako aj stalagmitové, rebrovité či žliabkovité útvary (Allred a Allred, 1997, 1998; Bella a Gaál, 2007 a iní). Predpoklady o pretavení povrchu podzemných dutín v uvedených typoch lávových jaskýň vplyvom horiacich plynov a tepelnej žiary sú diskutabilné a zatiaľ sa nepotvrdili (Allred, 1998).

Seizmické otrasy a deformácie hornín pri vulkanických explóziách – vytváranie puklinovitých dutín pri vulkanických explóziách otrasmi hornín, údajne i tlakom vulkanických exhalačných plynov; v puklinovitých dutinách bývajú stopy po prúdiacej láve (Ogawa, 1992; Leotta a Liuzzo, 1998).

Geotermálne exhalačné procesy

Ablácia ľadu vulkanickými exhalátmi – topenie firnu a ľadu, ktorý pokrýva a vyplňa krátery sopiek, výronmi vulkanicko-exhalačných plynov so vznikom geotermálnych ablačných ľadovcových jaskýň (Giggenbach, 1976; White, 1988). Pod ľadovcovou výplňou vrcholu vulkanických kráterov v oblasti Mount Reiner, Cascade Mountains (Washington, USA) sa ich výskyt viaže na podľadovcové fumaroly a výrony teplého vzduchu (Kiver a Steele, 1975). Geotermálne ablačné jaskyne s endogénne podmieneným vznikom a vývojom sa odlišujú od exogénnych atmogénnych ablačných jaskýň (pozri ďalej).

Geotermálne hydrogéne procesy

Korózia rozpustných hornín hydrotermálnymi vodami hlbinného pôvodu – pôsobením hlbinných hydrotermálnych vôd vznikajú hydrotermálne jaskyne, ktorých indikačnými znakmi sú sférické vyhlbeniny a kupoly (Dublyansky, 1980, 2000; Szunyogh, 1989; Dubljanskij, 1990; Forti, 1996 a iní). Výrony hlbinného H₂S a CO₂ zvyšujú schopnosť hlbinných vôd rozpúšťať horninu (Hill, 1986, 2000; Worthington a Ford, 1995 a iní). Vo freatických podmienkach vznikajú korózne izolované geódovité dutiny, trojdimezi-onálne viacposchodové jaskyne, dvojdimenzionálne labyrintové jaskyne alebo hlboké freatické šachty; pozdĺž hladiny podzemnej vody úrovňové, zväčša labyrintové sulfu-rické jaskyne (Audra et al., 2009).

Ablácia ľadu geotermálnou vodou – topenie spodnej časti ľadovca prúdom geotermálnej vody so vznikom subglaciálnej ablačnej jaskyne (Favre, 1985; Pulina et al., 2003).

Geotermálne atmo-hydrogénne procesy

Geotermálne podmienená kondenzačná korózia – nad hladinou geotermálnej vody v subaerickej zóne hydrotermálneho krasu (Ežov et al., 1992; Andreychouk et al., 2009) nastáva na styku s chladnejšími horninami intenzívna kondenzácia vody, ktorej korózna agresivita narastá zvýšeným obsahom CO_2 a H_2S uvoľneným z geotermálnej vody. Nad hladinou geotermálnej vody vznikajú nahor stúpajúce dendritické jaskyne alebo izolované dómy (Szunyogh, 1989; Audra et al., 2007, 2009).

ENDOGENNO-EXOGENNE PROCESY

Vznik mnohých hlbinných korózných epigenetických jaskýň je výsledkom spolupôsobenia endogénnych i exogénnych hydrogénnych procesov. V hydrodynamickej zóne vzájomného prieniku endogénnych a exogénnych procesov sa formuje heterogénny kras (Ežov et al., 1992; Andreychouk et al., 2009). Má znaky hypogénnej speleogenézy, ktorá predstavuje vytváranie rozličných skrasovatených štruktúr priepustných dutín, ktoré sa zväčšujú rozpúšťaním horniny vplyvom vôd vystupujúcich z nižších hydraulicky obmedzených častí horninových komplexov k „jaskyňotvornej“ zóne, kde hlbšie podzemné vody z regionálnych alebo prechodných cirkulačných systémov interagujú s plytšími a viac lokálnymi systémami prúdenia podzemných vôd (Klimchouk, 2009a, b). Vo vertikálach otvorených na povrch, ktoré sa nachádzajú nad termálnymi akviférmi, pôsobia atmo-hydrogénne procesy. Ojedinelý je výskyt pozoruhodných vulkanických jaskýň v karbonatitoch, ktoré vznikli v súčinnosti endogénnych a exogénnych procesov.

Hydrogénne procesy

Zmiešaná korózia vôd hlbinného hydrotermálneho a atmosférického pôvodu – zmiešaním dvoch nasýtených krasových vôd s rôznou koncentráciou hydrogéndiuhličitanu vzniká nenасыtená zmes s rozpúšťacou schopnosťou (zmiešaná korózia – pozri ďalej); korózna schopnosť teplej vody v hydrotermálnom krase podstatne vzrastá s mierou jej ochladenia. Zmiešanou koróziou vôd hlbinného hydrotermálneho a atmosférického pôvodu vznikajú intrakrasové korózne jaskyne, ich typickým znakom sú kupoly vytvorené konvekciou vody. Na vývoj hlbkej fretatickej šachty Sistema Zacatón (–329 m, z toho 100 m pod hladinou mora) v Mexiku vplývali vulkanické exhaláty obsahujúce CO_2 a H_2S , ktoré zvýšili rozpúšťanie karbonátov (Gary a Sharp, 2006).



Obr. 3. Korózna kupola vytvorená vystupujúcimi vodami, jaskyňa Cathedral Cave, Wellington Caves, Austrália. Foto: P. Bella

Fig. 3. Corrosion cupola originated by rising waters, Cathedral Cave, Wellington Caves, Australia. Photo: P. Bella

Atmo-hydrogénne procesy

Kondenzačná korózia spôsobená geotermálnymi vodami – rozpúšťanie hornín kondenzačnou vodou vo vadóznych vertikálnych dutinách nad termálnymi akvifér-

mi (materské horniny sa ohrievajú geotermálnym gradientom) a otvorených na zemský povrch. V zime sa do vertikálnych dutín dostáva studený vzduch a spôsobuje kondenzáciu vody i výstup teplejšieho vzduchu na povrch – tzv. „dymiace“ šachty. V závislosti od prúdenia vzduchu v miestach, kde nastáva intenzívnejšia kondenzácia vody, sa kondenzačnou koróziou vytvárajú stropné kupoly a kanály – treba ich odlišovať od podobných tvarov freatickej genézy (Audra et al., 2009).

Magma-hydrogénné procesy

Z lávového jazera v kráteri sopky Oldoinyo Langai v severnej Tanzánii sa vyprskávaním nátriumkarbonatitovej lávy, zloženej z Na – K – Ca uhličitanov, pri úniku vulkanických plynov vytvoril kužeľ, pod ktorým po poklesnutí lávy vznikol dutý priestor. Po opätovnom aktivovaní vulkanickej činnosti sa nadložné karbonatity rozrušujú termálnou eróziou, neskôr aj rozpúšťaním účinkom presakujúcej zrážkovej vody a endogénnych kondenzátov (karbonatity obsahujú viac ako 50 % uhličitanov) – tzv. „polygenetic spatter cone cave“ (McFarlane et al., 2004). Otvory do jaskýň sú v miestach zrútenia stenčných a narušených nadložných karbonatitov (Davies, 1988).

EXOGENÉNE PROCESY

Z exogénnych procesov sa na vzniku a vývoji epigenetických i syngenetických jaskýň podieľajú litogénne, hydro-litogénne, hydrogénné, hydro-glaciálne, kryogénne, atmogénne, hydro-atmogénne, pyrogénne, biogénne a antropogénne procesy.

Litogénne procesy

Pripovrchové litogénne procesy

Vyvetranie hornín – selektívne vyvetrávanie hornín následkom rozdielneho zahrievania a vychladzovania ich častíc, kryštalizáciou solí spôsobujúcou nárast tlaku medzi zrnami alebo inými časticami hornín a ďalšie podobné mechanické procesy dezintegrácie hornín, resp. tafonizácie (Dragovisch, 1969; Bradley et al., 1978; Martini, 1978; Young, 1987; McBrige a Picard, 2000; Gaál, 2005 a iní) vrátane vyvetrania zasypaných a fosilizovaných kmeňov stromov (Bella a Gaál, 2007).

Vyrútenie časti hornín – uvoľnenie a vypadnutie dezintegrovaných horninových blokov zo skalnej steny, v ktorej zostala vyrútená dutina (Striebel, 1999).

Exfoliácia – makroexfoliačná dezintegrácia klenby granitov, kryštalických bridlíc a pod. podľa odľučnosti hornín, často spojená s vyvetrávaním hornín a transportom zvetralín na povrch procesmi svahovej modelácie, pričom vzniká podzemná dutina (Migoń, 2000).

Skalné rútenie – postupné opadávanie alebo náhle zrútenie hornín z okraja skalnej steny alebo strmého svahu so vznikom kamenných morí a medziblokových sutinových



Obr. 4. Rozsadlinová jaskyňa, Český raj, Maloskalsko.
Foto: P. Bella
Fig. 4. Crevasse cave, Czech Paradise, Maloskalsko.
Photo: P. Bella

vých jaskýň (Vítek, 1981; Kiernan, 1982; Gaál a Gaál, 1995; Striebel, 1999; Halliday, 2004 a iní).

Hlbšie podpovrchové litogénne procesy

Svahovogravitačné procesy – gravitačné deformácie svahov rozpustnými i nerozpustnými horninami, najmä posunmi skalných blokov po plastickejšom podloží, pričom sa vytvárajú rozsadlinové jaskyne (Vítek, 1981; Mitter, 1989; Gaál a Gaál, 1995; Striebel, 1999; Filippov, 1997; Margielewski a Urban, 2003 a iní). V niektorých rozsadlinových jaskyniach sa pozoruje gravitačné vrásnenie plastických hornín, po ktorých sa zosúvajú skalné bloky (Margielewski et al., 2007).

Vztlak spôsobený evaporitovým diapirizmom – trhlinová dezintegrácia hornín, ktoré obklopujú narastajúce a nahor vystupujúce diapíry evaporitov, napr. podpovrchové solné pne alebo hydratované polohy anhydritu pokryté nadložnými horninami; diapírové dutiny vznikajú pôsobením atektonického tlaku (Panoš, 2001).

Dekompresné pohyby hornín – vznik prasklín a dilatčných jaskýň v skalnom masíve následkom tlakovej dekompresie po úbytku horninovej hmoty, roztopení ľadovca a pod. V čase rýchlej deglaciace pred 9- až 11-tisíc rokmi izostatický klenbovitý výzdvih územia v centrálnej časti Švédska spôsobil seizmické otrasy, ktoré rozrušili a rozlámali granitový masív so vznikom rozsiahlych polí obrovských skalných blokov; v závislosti od vertikálne diferencovanej blokovej dezintegrácie horninového masívu sa medzi blokmi vyskytujú dutiny a jaskyne (Sjöber, 1989; Mörner, 2003).

Litogénne procesy v podzemných priestoroch

Rútenie hornín – prepadové rútenie, odvalové blokové alebo platňové rútenie, opadávanie úlomkov materskej horniny v jaskynných priestoroch v závislosti od stupňa jej tektonického narušenia, miery skrasovatenia či premrznania nadložných hornín (White a White, 1988 a iní). Odvalovanie, resp. rútenie fragmentov stuhnutej lávy zo stropu a previsnutých stien v jaskyniach lávových prúdov pravdepodobne spôsobujú teplotné zmeny pri zahrievaní a ochladzovaní horniny (Allred a Allred, 1997).

Hydro-litogénne procesy

Absorpčné procesy – pohlcovanie vody/vodného roztoku horninami.

Hydratácia – zvýšenie objemu sadrovca prijímaním vody a následné vzdutie nadložných vrstiev so vznikom hydratačnej, resp. vydutej jaskyne (Verber a Stansbery, 1953; Gorbunova, 1978; Völker a Völker, 1988; Panoš, 2001).

Solvatácia – vniknutie rozpúšťadla do ryolitových tufov, konglomerátov a iných podobných hornín, jeho pôsobením sa úplne alebo čiastočne rozruší kompaktnosť litologických častíc, čo vedie k vytváraniu solvačnej jaskyne (Eszterhás, 1993b).

Hydrogénne procesy

Mechanické procesy

Splach – plošné stekanie vody, resp. vodného povlaku z presakujúcich zrážok po skalných stenách na nerozpustných horninách, na strmých plochách s vytváraním drobných žliabkov.

Fluviálne procesy – mechanická erózia pôsobením vodného toku (korázia – obrusovanie skalných stien a riečiska splavovaným pieskom a štrkom, evorzia – vymieľanie riečiska vírivým pohybom vody a rotujúcimi hrubšími sedimentmi). Vytváranie erózných jaskýň v nerozpustných horninách, napr. menšie brehové a podvodopádové jaskyne (Vítek, 1981; Striebel, 1999 a iní), alebo zahĺbených podlahových častí jaskynných chodieb na kontakte rozpustných a podložných nerozpustných hornín (Audra a Bigot, 2005 a iní).

Na Havajských ostrovoch preskúmali asi 1000 m dlhú jaskyňu Kuka'iau vytvorenú vodnou eróziou vo vulkanických horninách (Kempe a Werner, 2003), ako aj syngenetickú lávovú tunelovú jaskyňu Pa'auhau Civil Defence Cave remodelovanú podzemným vodným tokom (Kempe et al., 2003).

Sufózia – vyplavovanie jemných častíc klastických hornín prúdiacou podzemnou vodou so vznikom sufózných jaskýň (Clausen, 1970; Cílek, 1997; Halliday, 2004; Bella et al., 2005 a iní).

Príbojová abrázia – vytváranie pobrežnej príbojovej jaskyne v nerozpuštených horninách nárazmi vodných vln s rozrušovaním a vyplavovaním uvoľnených častíc hornín (Moore, 1954; Bunnell, 2004; Szentes, 2007 a iní).

Chemické procesy

Korózia – v rámci hypergénnej speleogenézy rozpúšťanie hornín pôsobením vody autochtónneho alebo alochtónneho pôvodu, ktorá sa v jaskyniach vyskytuje v podobe priesakov zrážkových vôd, kondenzačnej vody, podzemných vodných tokov vo vadóznej zóne, podzemných jazier, vody vsiaknutej v pórovitých fluviálnych sedimentoch, ako aj vody vyplňujúcej dutiny vo freatickej zóne v podmienkach cirkulácie neobmedzenej nadložnými nepriepustnými horninami.

V závislosti od hydrografických podmienok účinkuje plošná korózia spôsobená vodným povlakom (plošná denudácia skalnej steny s menej výraznými žliabkami), lineárna korózia tečúcim vodným prúdom (hlbšie korózne žliabky, lastúrovité jamky a pod.), hladinová korózia (korózný hladinový zárez po obvode jazera, plochý strop zarovnaný pozdĺž vodnej hladiny) a podhladinová korózia (freatická stropná kupola a rozličné špongiovité vyhlbeniny), ako aj podsedimentová korózia (nepravidelné jamky vytvorené na styku priepustného sedimentu s materskou horninou). Vo freatických podmienkach diferencované rozpúšťanie hornín spôsobuje konvekcia vody, ktorá vzniká následkom jej gravitačnej separácie spôsobenej hustotnými gradientmi (rozpúšťaním horniny



Obr. 5. Sufózna jaskyňa, dolina Nagatani pri Kagošime, Japonsko. Foto: P. Bella

Fig. 5. Suffosion cave, Nagatani Valley near Kagoshima, Japan. Photo: P. Bella



Obr. 6. Korózne lastúrovité jamky vytvorené prúdiacou vodou, jaskyňa Fig Tree Cave, Wombeyan Caves, Austrália. Foto: P. Bella

Fig. 6. Corrosion scallops originated by flowing water, Fig Tree Cave, Wombeyan Caves, Australia. Photo: P. Bella

sa zväčšuje hustota vodného roztoku) a teplotnými anomáliami (Curl, 1966a; Kempe, 1976; Rudnicki, 1978; Klimchouk, 1997 a iní). V podmienkach pomaly prúdiacej až stagnujúcej vody akumulácia nerozpustných zvyškov hornín prekáža koróznemu rozširovaniu dna a šikmých stien (približne so sklonom 45° a menším) v zaplavenej časti jaskynných priestorov (Lange, 1963; Lukin, 1967 in Andrejčuk, 1992). Kondenzačná korózia predstavuje atmo-hydrogénnny proces (pozri ďalej). Podsedimentovou koróziou sa označuje rozpúšťanie horniny pod pokrývkou zvlhčených až zvodnených sedimentov, najmä štrkovitých a piesčitých usadenín (Slabe, 1995).

Poklesom teploty vody, ktorá je v geochemickom rovnovážnom stave, sa zvyšuje jej schopnosť viazať CO_2 , čím sa voda stáva agresívnejšou. Ak sa vody s rozdielnou koncentráciou rozpusteného CaCO_3 v rovnovážnom stave zmiešajú, pôsobením nadbytočného CO_2 sa môže rozpúšťať ďalší uhličitan vápenatý – zmiešaná korózia (Bögli, 1971, 1980; Dreybrodt, 1981; Cser a Szenthe, 1986). Zdroj vyššieho obsahu CO_2 môže byť aj zvetrávanie sideritu (Kempe, 1998). Následkom zvýšenej korózie v dôsledku miešania slanej a sladkej vody v kontinentálnej oblasti zaplavovanej morskou vodou (nenасыtená zóna medzi sladkou vodou, ktorá je v rovnováhe s kalcitom, a morskou vodou presýtenou kalcitom) vzniká haloklinálna jaskyňa s brakickou vodou (Mylroie a Carew, 2000; Mylroie a Mylroie, 2007 a iní). Schwabe et al. (2008) predpokladajú, že rozpúšťanie karbonátov vadóznou vodou primárne podmieňuje CO_2 produkovaný heterotrofnými baktériami žijúcimi v póroch eolických kalkarenitov.

Na rozdiel od chemického rozpúšťania uhličitanových hornín fyzikálne rozpúšťanie evaporitov (sadrovec, anhydrit, halit) je rýchlejší a jednoduchší proces bez účasti CO_2 (Cigna, 1986, 2009; Frumkin, 2000; Klimchouk, 2000a a iní). V oblastiach silikátových hornín s výskytom geomorfologických tvarov podobných krasovým formám sa preukázateľne zistilo rozpúšťanie kremeňa (Wray, 1997; Martini, 2000, 2004). Iniciálne rozpúšťanie silikátového tmelu ortokvarcitov môžu podporovať aj mikrobiálne metabolické procesy, ktoré narušujú štruktúrnú integritu týchto hornín, čím vzrastá ich poróznoť potrebná na vnikanie humózných kyslých vôd z povrchu (Barton et al., 2009).

Z hľadiska litologického zloženia hornín a spôsobu ich rozpúšťania Maximovič (1975) a Cigna (1978, 1986) rozlišujú korózne krasové jaskyne vytvorené v karbonátových horninách, bradykrasové jaskyne v ťažko alebo čiastočne rozpustných horninách (kvarcit, tuf, intruzívne horniny a pod.) a tachykrasové jaskyne v ľahko rozpustných horninách (sadrovec, kamená soľ). Glaciálne jaskyne vytvorené rozpúšťaním, resp. topením ľadu sa klasifikujú ako hypokras (pozri ďalej).



Obr. 7. Travertínová jaskyňa vytvorená konštruktívnym vodopádom, Velez de Benaudalla, Sierra Nevada, Španielsko. Foto: P. Bella

Fig. 7. Travertine cave formed by constructive waterfall, Velez de Benaudalla, Sierra Nevada, Spain. Photo: P. Bella

Akumulácia chemogénnych sedimentov – usadzovanie travertínov z vodných roztokov so vznikom syngenetických travertínových kráterových jaskýň a jaskýň travertínových konštruktívnych vodopádov (Trimmel, 1968; Pilous, 1972; Bögli, 1980; Bella, 2005 a iní).

Chemicko-mechanické procesy

Fluviokrasové (koróžno-erózne) procesy – vytváranie jaskyne alebo skalných vyhlbenín v jaskyniach (meandrovitý zárez, bočné koryto, podlahový krútnavový hrniec a pod.) koróznou a eróznou činnosťou podzemného vodného toku. Mechanická modelačná činnosť podzemného vodného toku v jaskyni, ktorá spôsobuje obrusovanie skalných stien transportovaným štrkom, pieskom alebo jemnejšími časticami, sa zvykne nazývať *abrázia* (Newson, 1971) ako fluviálny proces v rámci celkovej „krasovej erózie“ zahrnujúcej aj koróziu. Vodný tok, ktorý usadzované fluviálne sedimenty pritláčajú k skalnému stropu, zahlbovaním odspodu nahor vytvára antigravitačné, tzv. *paragenetické koryto* (Renault, 1968; Lauritzen a Lauritsen, 1995; Farrant, 2004; Pasini, 2009 a iní).

Subrózia – podzemné rozpúšťanie spojené s mechanickým sufóznym odplavovaním horninových častíc, napr. vodami, ktoré pretekajú popod travertínovú terasu (Prošek a Ložek, 1951).



Obr. 8. Alochtónna podzemná rieka, Škocjanske jaskyne, Slovinsko. Foto: P. Bella

Fig. 8. Allochthonous underground river, Skocjanske Cave, Slovenia. Photo: P. Bella



Obr. 9. Podlahový hrniec, jaskyňa Hölloch, Švajčiarsko. Foto: P. Bella

Fig. 9. Floor pothole, Hölloch Cave, Switzerland. Photo: P. Bella

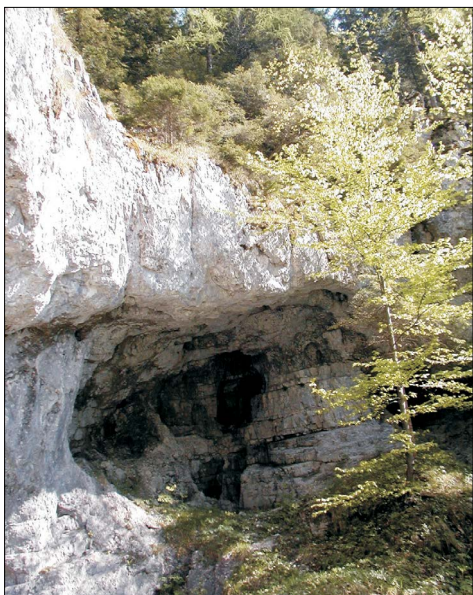


Obr. 10. Stropné anastomózne kanály, jaskyňa Gruta da Lapinha, Minas Gerais, Brazília. Foto: P. Bella

Fig. 10. Ceiling anastomotic channels, Gruta da Lapinha Cave, Minas Gerais, Brazil. Photo: P. Bella



Obr. 11. Abrázna jaskyňa počas morského odlivu, Cape Kyan, Okinawa, Japonsko. Foto: P. Bella
 Fig. 11. Sea abrasion cave during low tide, Cape Kyan, Okinawa, Japan. Photo: P. Bella



Obr. 12. Previsová jaskyňa vytvorená mrazovým zvetrávaním, dolina Mošnica, Nízke Tatry. Foto: P. Bella
 Fig. 12. Overhanging cave originated by frost weathering, Mošnica Valley, Nízke Tatry Mts., Slovakia. Photo: P. Bella

kom tzv. glaciotektonických jaskýň (Schroeder et al., 1986). Za hrboľovitým výčnelkom podložnej horniny, po ktorej sa posúva ľadovec, zostávajú subglaciálne dutiny (Vivian a Bocquet, 1973; Pulina et al., 2003; Fountain, 2005).

Atmogénne procesy

Eolické procesy – vytváranie koráznej jaskyne veternou eróziou, vyvievanie častíc hornín uvoľnených mechanickým zvetrávaním so vznikom deflačnej jaskyne (Trimmel, 1968; White, 1988 a iní).

Príbojová abrázia rozrušujúca rozpustné horniny – vytváranie pobrežnej príbojovej jaskyne nárazmi vodných vln s ich koróznym i mechanickým eróznym účinkom, najmä driftom plážového piesku.

Egutácia na rozpustných horninách – vyhlbovanie egutačných jamiek do rozpustných hornín kvapkajúcou vodou a jej koróznym účinkom.

Hydro-glaciálne procesy

Ablácia ľadu spôsobená fluvialným procesom – vytváranie inglaciálnej alebo sublaciálnej jaskyne abláciou ľadu prúdom tečúcej vody, vrátane šácht (tzv. „moulin“) odvádzajúcich vody z povrchu ľadovca (Anderson a Halliday, 1969; Pulina et al., 2003; Mavljudov, 2006 a iní).

Kryogénne procesy

Mrazové procesy

Regelácia – mrazové zvetrávanie spôsobujúce mechanický rozpad častí materskej horniny, najmä pozdĺž medzivrstvových plôch a tektonických porúch, a transport zvetraliny za účasti procesov svahovej modelácie z tvoriacej sa dutiny na povrch – jaskyne vytvorené mrazovým zvetrávaním; remodelácia korózných a koróznorerózných skalných tvarov v jaskyniach vplyvom mrazového zvetrávania, najmä v ľadových dobách (Povará a Diaconu, 1974; Schroeder, 1979; Mitter, 1983, 1987; Striebel, 1999 a iní).

Glaciálne procesy

Glaciálne dislokačné pohyby – gravitačné deformácie pohybujúceho sa ľadovca so vznikom trhlinovitých dutín (Pulina et al., 2003; Fountain, 2005 a iní); deformácie podložných hornín pnutím a trhaním vplyvom tlaku a pohybu ľadovca so vznikom

Sublimácia – vytváranie asymetrických vyhlbenín na stenách ľadovcových jaskýň v dôsledku prúdenia vzduchu a sublimácie ľadu, t. j. povrchovým úbytkom ľadu vyparovaním bez prechodu do kvapalného skupenstva (Mavlyudov, 1991; Eraso, 1992).

Atmo-hydrogénne procesy

Kondenzačná korózia – chemické rozpúšťanie horniny pôsobením kondenzačnej vody, zväčša so vznikom kupolovitých vyhlbenín, vrátane občasne zaplavovaných jaskýň (Mucke et al., 1983; Völker, 1989; Sárbu a Lascu, 1997; Lismonde, 2000 a iní); v prirodzených klimatických podmienkach v epikrasových jaskyniach kondenzácia nastáva v územiach so zemepisnou šírkou 25° až 70° a nadmorskou výškou do 2600 m (Dublyansky a Dublyansky, 1998, 2000).

Korózia pozdĺž vystupujúcich vzduchových bublín – vytváranie korózných oválnych žliabkov na skalných stenách vo freatických podmienkach v dôsledku vystupovania vzduchových bublín, vo „výstupných dráhach“ pôsobením plynov sa zvyšuje rýchlosť rozpúšťania horniny (Lange, 1964; Cser a Szenthe, 1986 a iní).

Pyrogénne procesy

Horenie – vyhorenie podpovrchových ložísk horľavých organogénnych hornín, tzv. kaustobiolitov (najmä uhlia, ropy alebo zemného plynu) samovznietením so vznikom dutín, ktoré sa označujú ako jaskyne podzemných požiarov (Maximovič, 1969; Dubljanskij a Andrejčuk, 1989). Uhlie oxidáciou zvyšuje svoju teplotu, až sa začnú uvoľňovať prechavé časti, ktoré sa vznecujú a spúšťajú tlejúci požiar. Sloje uhlia siahajúce k povrchu môžu byť zasiahnuté úderom blesku, horúčavou alebo lesnými požiarimi. Vyhorením kmeňa, ktorý pokryla tečúca žeravá láva, vznikajú pyrogénne, kmeňom stromu tvarované jaskyne – samostatná genetická kategória „tree mould“ jaskýň (Bella a Gaál, 2007).

Biogénne procesy

Zoogénne procesy

Akvatické procesy – tvorba koralových útesov so vznikom syngenetických koralových jaskýň (Trimmel, 1968 a iní); morská bioerózia – vrtnutie morských lastúrnikov rodu *Lithodomus*, ktoré sú v pobrežných jaskyniach schopné vyhlbiť dierky do pevného vápenca.

Terestrické procesy – živočíchmi vyhlbené dutiny v horninách obsahujúcich soľ, ktorú využívali ako súčasť ich potravy, tzv. „salt ingestion caves“ (Lundquist a Varnedoe, 2006); hĺbenie zvieracích nôr, ktoré rozmermi spĺňajú kritériá jaskyne; vyhladenie povrchu materskej horniny otieraním sa jaskynných medveďov a ich pazúrovité škrabance.

Fytogénne a mikrobiálne procesy

Terestrické procesy – biogénny rozklad kmeňa stromu, zasypaného klastickou horninou alebo pokrytého travertínom, pričom vznikajú dutiny typu „tree mould“ (Bella a Gaál, 2007; Gradziński, 2008 a iní). Nielen v tropickom a subtropickom pásme, ale aj miernom klimatic-



Obr. 13. Dierky vyhlbené morskými lastúrnikmi rodu *Lithodomus* v príbojovej jaskyni, Sardínia. Foto: P. Bella
Fig. 13. *Lithodomus* borings in a sea cave, Sardegna, Italy. Photo: P. Bella



Obr. 14. Kmeňom stromu tvarovaná jaskyňa v travertíne, Lúčky, Liptovská kotlina. Foto: P. Bella
 Fig. 14. Travertine tree mould cave, Lúčky, Liptov Basin, Slovakia. Photo: P. Bella

tom za vplyvu mikroorganizmov, ktoré sa podieľajú na vzniku prvotných podzemných dutín, ako aj na ich neskoršom zväčšovaní (Northup a Lavoie, 2001; Boston et al., 2009 a iní). Vysoká koncentrácia mikrobiálnych buniek na sulfidických stenách a pravdepodobná prítomnosť sulfurických a nitrátových oxidujúcich baktérií môžu zohrávať úlohu pri produkcii kyseliny a rozpúšťaní karbonátov (Jones et al., 2008 a iní). Baktérie sú významným producentom CO_2 v pôde, ktorý vplýva na intenzitu korózie karbonátových hornín presakujúcimi zrážkovými vodami (Jakucs, 1977 a iní).

Antropogénne procesy

Mechanické antropogénne procesy „in situ“

Exkavácia – vytváranie vyhlbení v materskej hornine jej odsekávaním alebo iným rozrušovaním a odstraňovaním pri prístupňovaní, speleologickom prieskume, prípadne inej antropogénnej činnosti v jaskyniach (zníženie stropu, rozšírenie stien alebo prehĺbenie dna chodby).

Mechanické procesy iniciované antropogénne

Gravitačné antropogénne iniciované procesy – dilatčné pohyby v dôsledku narušenia stability hornín antropogénnymi aktivitami, napr. ťažbou v lomoch, baníctvom, stavbou komunikácií alebo inou podobnou činnosťou, pričom vznikajú tzv. konzekvenčné jaskyne (Eszterhás, 1993a, 1997); opadávanie a rútenie stropu následkom jeho antropogénnej destabilizácie so vznikom konzekvenčných rúťivých dutín (Pas, 1997).

Termické antropogénne iniciované procesy – mrazovým zvetrávaním remodelovaný skalný povrch v dôsledku antropogénnej zmeny speleoklimatických pomerov (Zelinka, 1997).

Likvácia – vytváranie likvačných dutín pri dobývaní síry zavádzaním horúcej vody do ložiska, čím dochádza k topeniu sírneho komponentu, ktorý sa následne vypumpováva na povrch (Dubljanskij a Andrejčuk, 1989).

kom pásme, prípadne i v chladnejších klimatických oblastiach sa vplyvom zelených fototropných rias a/alebo cyanobaktérií rastúcich na skalných stenách vo vstupných častiach jaskýň, do ktorých preniká slnečné svetlo umožňujúce fotosyntézu, biogénnou koróziou vytvárajú miniatúrne jamky a iné depresie oddelené ostrohrannými výčnelkami materskej horniny, tzv. „light-oriented photokarren“ (Bull a Laverty, 1982; Lauritzen a Lundberg, 2000; Urata, 2006). Vo vnútorných častiach niektorých jaskýň fyzikálnu i chemickú dezintergráciu materských hornín spôsobujú aj chemotropné mikroorganizmy, ktoré na životné pochody využívajú energiu uvoľnenú pri chemosyntéze látok bohatých na energiu (Boston et al., 2009 a iní).

Hydro-biogénne procesy

Biokorózia – chemické zvetrávanie materských hornín (najmä sulfátov a silikátov)

Chemické procesy iniciované antropogénne

Solvatácia – vytváranie solvatačných dutín v rozpustných horninách pri získavaní kamennej soli a niektorých iných nerastných surovín zavádzaním vody alebo iného rozpúšťacieho roztoku do podzemia a jeho vypumpovaním po nasýtení rozpustenými soľami (Kotlov, 1978; Dubljanskij a Andrejčuk, 1989).

GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY VYTVÁRAJÚCE A MODELUJÚCE AKUMULÁCIE JASKYNNÝCH VÝPLNÍ

ENDOGENNE PROCESY

V reaktivovaných vulkanických lávových jaskyniach sa odkvapkávaním a stekaním novej lávy po starších stenách vytvárajú stalaktitové, stalagmitové a iné útvary (Allred a Allred, 1997, 1998 a iní), ktoré však zväčša litologicky zodpovedajú materskej hornine. Preto sa pôsobenie mladších vulkanických procesov v skôr vytvorených lávových jaskyniach zvyčajne zaraďuje medzi primárne procesy vzniku jaskýň (Ek, 1991).

Endogénne procesy pôsobia na jaskynné výplne v obmedzenej miere, najčastejšie je deštruktívny vplyv tektonických procesov.

Tektonické pohyby a zemetrasenie

Tektonické pohyby, ako aj seizmické otrasy spôsobené tektonickým zemetrasením spôsobujú deštrukciu sintrovej výplne vrátane zlomenia a prevrátenia hrubých stalagmitov (Lange, 1970; Wójcik, 1978; Postpischl et al., 1991; Bini et al., 1992; Kashima, 1993 a iní).

EXOGENNE PROCESY

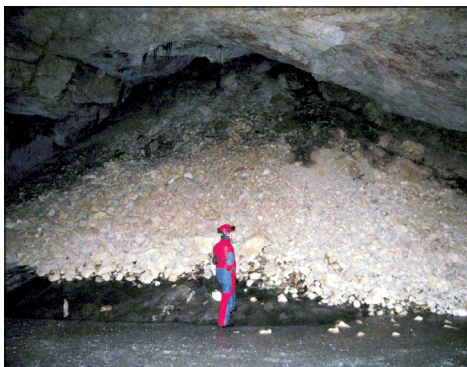
Na vytváraní a modelácii akumulácií jaskynných výplní sa z exogénnych procesov podieľajú litogénne, hydro-litogénne, hydrogénne, hydro-glaciálne, kryogénne a glaciálne, atmogénne, biogénne, hydro-biogénne a antropogénne procesy.

Litogénne procesy

Litogénne procesy v podzemných priestoroch

Rútenie a opadávanie materskej horniny – v závislosti od stupňa tektonického narušenia horninového prostredia a stupňa podzemného skrasovatenia sa aktivizuje gravitačné prepadové blokové rútenie, odvalové blokové alebo platňové rútenie a opadávanie obkorodovaných či inak uvoľnených úlomkov hornín (White a White, 1968), čím sa vytvárajú sutinové polia, úsypiskové valy, kužele alebo kopy (Bella, 2001).

Gravitačný trhlinový rozpad, odvalovanie a zosúvanie hlinených blokov – najmä po strmých až zvislých okrajoch riečisk sa hrubé uloženiny jemných klastických sedimentov porušujú gravitačnými trhlinami s následným zosúvaním hlinených blokov (Psočka et al., 2006; Bella, 2009). Podobné trhliny sa vytvárajú aj pri gravitačných pohyboch šikmo uložených hlinených sedimentov, ktoré sa aktivizujú



Obr. 15. Sutinový kužef, Dobšinská ľadová jaskyňa.
Foto: P. Bella
Fig. 15. Debris cone, Dobšinská Ice Cave, Slovakia.
Photo: P. Bella

odvodňovaním po sezónnom zaplavení alebo antropogénnym odvodnením jaskynných priestorov (Choppy, 1988; Andrejčuk, 2007).

Hydro-litogénne procesy

Gravitačné procesy

Tečenie tekutých zemín – stekanie vodou nasiaknutých jemných klastických sedimentov z komínov a šikmých chodieb, pričom sa vytvárajú kužeľovité a vejárovité formy z akumulovaných alochtónnych, autochtónnych alebo zmiešaných autochtónno-alochtónnych sedimentov, čiastočne aj s prímiesou väčších úlomkov materskej horniny alebo iných hornín. V sezónne zaplavovaných jaskyniach sa pozorujú gravitačné prúdové deformácie šikmo usadených bahenných sedimentov (Bull, 1977, 1978). Na strmých skalných stenách pokrytých tekutým bahnom sa tvoria bahenné mikroterasy, čiastočne spevnené kalcifikáciou (Bella, 2009). V oblastiach extrémne humidnej vrchoviny na ostrove Papua-Nová Guinea dovnútra jaskýň, miestami až do vzdialenosti 3 km od jaskynného vchodu, prenikli fluidizované polymodálne bahnotoky (Gillieson, 1986).

Poklesávanie a tlaková deformácia zaplavovaných sedimentov – kompakcia a zosadačovanie jemných klastických sedimentov následkom zmeny ich mechanických vlastností opakovaným zaplavovaním a vysychaním, čo sa prejavuje aj popraskaním a deformáciou nadložných stalagnátov, napr. v spodných častiach Jasovskej jaskyne (Zacharov, 1984). Gravitačnou deformáciou jemných klastických sedimentov a poklesávaním, resp. prepadávaním hlinených blokov alebo platní v dôsledku krasovatenia alebo iného úbytku podložných hornín vznikajú plytké stupňovité jamy s obručovitými pásmi, stupňovito poklesnutými po najnižšiu centrálnu oválnu platňu (Montoriol-Pous et al., 1966; Choppy, 1988).

Exsikácia – vysušovanie hornín

Dehydratácia – vysušenie vlhkých alebo občasne zaplavovaných hlinitých sedimentov so vznikom bahenných prasklín. Puklinovité, nadol klinovité bahenné praskliny vznikajú počas vysušovania zmršťovaním a rozpukáním povrchu sedimentov do podoby polygonálnych blokov, resp. eksikačných polygónov (Gorbunova a Andrejčuk, 1985; Choppy, 1988; Andrejčuk, 2007 a iní).

Koagulačné fyzikálno-chemické procesy

Vytváranie vermikulitových uloženín (zhlukov škvrnitých, červovitých alebo polygonálnych tvarov) koaguláciou koloidne rozptýlených suspenzných siltových a ílovitých častíc z vysychajúcich tenkých povlakov kalu, ktoré sa na skalných stenách usadili z presakujúcich, kondenzačných alebo občasných povodňových vôd (Parenzan, 1961; Montoriol-Pous, 1962; Bini et al. 1978 a iní).

Hydrogénne procesy

Mechanické procesy

Splach – plošné odnášanie jemných klastických sedimentov vodným povlakom vychádzajúcim napr. z okraja preplnených jazierok dotovaných kvapkajúcou vodou, najmä v čase zvýšeného priesaku zrážkových vôd.

Stružková a výmol'ová erózia – vyhlbovanie žliabkov a kanálov v jemných klastických sedimentoch uložených na podlahe jaskynných priestorov spôsobené koncentrovaným jarčekovitým odtokom vody z miest intenzívneho priesaku zrážkových vôd.

Fluviálne procesy – mechanická erózia, transport (saltáciou, vlečením alebo v suspenzii) a akumulácia fluviálnych sedimentov vodným tokom vrátane rozplavovania gla-

ciálnych sedimentov, transportu a akumulácie glaciáluviálnych naplavenín v subglaciálnej ablačnej jaskyni (Pulina et al., 2003; Mavljudov, 2006 a iní).

Sufózia – vyplavovanie jemných častíc z nižších častí súvrstvia jaskynných sedimentov, miestami s poklesávaním nadložných sedimentov so vznikom sufózných studní (Bella, 2009).

Egutácia – vyhlbovanie egutačných jamiek kvapkajúcou vodou v jemných klastických sedimentoch. Dopadajúcimi kvapkami vody sa na mäkkom povrchu jemných sedimentov vyhlbuje jamka, zväčša aj hlbšia trubica, pričom sa po jej okraji nahor vytláča bahno. Tým vznikajú duté bahenné stalagmity v podobe komínovitých útvarov (Maurin, 1984; Bella, 2009 a iní).

Chemické procesy

Korózia – chemické rozpúšťanie sintrovej výplne vplyvom zmeny chemizmu presakujúcich zrážkových vôd (ich agresivita sa môže zvýšiť antropogénnymi vplyvmi, napr. priemyselnými exhalátmi, agrochemikáliami a pod.).

Akumulácia chemogénnych sedimentov – tvorba a usadzovanie sintrov z kalcimorfných vodných roztokov, pričom vznikajú rozličné aerické a akvatické útvary. Vo vzťahu k celkovej morfológii podzemných priestorov sa zo sintrových útvarov výraznejšie prejavujú najmä mohutné sintrové kopy.

Chemicko-mechanické procesy

Fluviokrasové (koróžno-erózne) procesy – modelácia povrchu sintrových nátekov prúdiacou vodou s transportom fluviálnych sedimentov, ktoré mechanickým odieraním podporujú denudačný efekt chemického rozpúšťania.

Príbojová abrázia rozrušujúca rozpustné sedimenty – narážanie vodných vln na sintrové náteky v jaskyniach na pobreží s transgresiou mora, sintrové náteky sa rozrušujú koróziou i mechanickou eróziou spôsobenou driftom plážového piesku.

Egutácia na rozpustných sedimentoch – vyhlbovanie egutačných jamiek kvapkajúcou vodou a koróziou v skalných blokoch rozpustných hornín zrútených na jaskynnú podlahu alebo iných rozpustných sedimentoch. Jamky bývajú vyplnené vodou, ktorá ich korózne zväčšuje.

Hydro-glaciálne procesy

Glaciáluviálne procesy – rozplavovanie glaciálnych sedimentov, transport a akumulácia glaciáluviálnych naplavenín v subglaciálnej ablačnej jaskyni vodami z topiaceho sa ľadovca (Pulina et al., 2003; Mavljudov, 2006 a iní).

Ablácia ľadu spôsobená fluviálnym procesom – vyhlbovanie ablačných kanálikov na podlahovom ľade v zaľadnenej jaskyni občasnými potôčikmi vytvárajúcimi sa v čase intenzívnych dažďov (Bella, 2007).

Ablácia ľadu spôsobená egutáciou – vyhlbovanie egutačných jamiek, kotlov i hlbších studňovitých vyhlbenín abláciou ľadu v miestach dopadu kvapiek vody zo stropu na povrch ľadovej výplne (Bella, 2007).

Kryogénne a glaciálne procesy

Mrazové procesy

Regelácia – striedavé zamrzanie a rozmrazovanie jaskynných sedimentov, ktoré okrem mrazového zvetrávania (gelivácie – rozpad hornín v dôsledku zamrznutia vody v puklinách alebo medzivrstvových plochách) spôsobuje mrazové vzdúvanie (kryoturbáciu), mrazové zliezanie, mrazové kĺzanie alebo mrazové triedenie jaskynných

sedimentov so vznikom kryogénne vytriedených sutinových prúdov alebo triedených sutinových polygónov najmä vo vstupných častiach sezónne zaľadnených jaskýň; deštrukcia sintrovej výplne mrazovým zvetrávaním (Pulina, 1968; Pulinowa a Pulina, 1972; Povará a Diaconu, 1974; Schroeder, 1977; Mitter, 1987 a iní).

Glaciálne procesy

Akumulácia ľadovej výplne – tvorba trvalých alebo sezónnych ľadových útvarov, resp. ľadovej výplne v jaskyniach, pričom vzniká podlahový ľad so šikmými až rovnými povrchmi, ľadové jazyky, ľadové stĺpy, stalagmitové i stalaktitové útvary.

Glaciálne dislokačné pohyby – gravitačné deformácie ľadovcového bloku v zaľadnenej jaskyni s tvorbou trhlin následkom jeho pohybu.

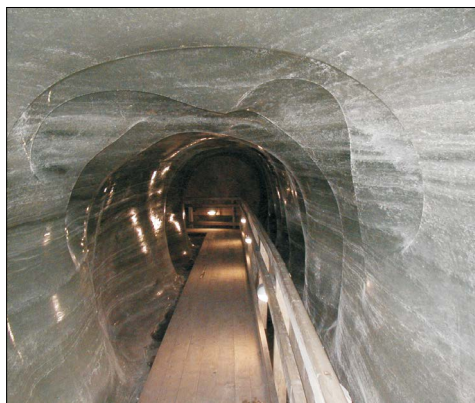
Deformácie spôsobené tlakom ľadu – mohutné stalagmity alebo stalagnáty sa zlomili údajne vplyvom ľadu, ktorý vyplnil jaskyne vo vrcholových štádiách glaciálov, keď permafrost zasahoval zo severu do východnej i strednej Európy (Kempe, 2004; Kempe et al., 2009). Okrem ľadu tvoriaceho sa zamŕzaním vody v jaskyni sa v podzemí vyskytoval aj tzv. intruzívny ľad, ktorý vnikol do jaskýň z okraja ľadovca (Ford et al., 1976).

Niválne procesy

Akumulácia snehovej výplne – tvorba sezónnych až trvalých snehových, resp. firnových kužeľov v jaskyniach pod otvormi na zemský povrch, napr. na dne priepastí alebo v jaskyniach so zrútenou časťou skalného stropu (Luetscher, 2005 a iní).

Atmogénne procesy

Eolické procesy – vytváranie vyvýšení alebo pokrovov naviateho piesku alebo spraše vo vstupných častiach jaskýň, najmä v jaskyniach eolického pôvodu.



Obr. 16. Abláčne vyhlbeniny vytvorené sublimáciou, Dobšinská ľadová jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 16. Ablation large scallops and flutes originated by sublimation, Dobšinská Ice Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Sublimácia ľadu – vytváranie vyhlbenín na ľadových povrchoch v zaľadnených jaskyniach odparovaním ľadu vplyvom prúdenia vzduchu; na základe ich asymetrického tvaru možno určiť smer prúdenia vzduchu (Curl, 1966b; Cigna a Forti, 1986; Bella, 2007 a iní).

Biogénne procesy

Zoogénne procesy

Akvatické procesy – morská bioerózia karbonátových výplní v pobrežných jaskyniach navrtávaním morskými lastúrnikmi rodu *Lithodomus* (Antonioli et al., 2002 a iní).

Terestrické procesy – hromadenie netopierieho trusu do podoby menších i väčších guánových kôp v miestach sústredeného

výskytu netopierov, ktoré sa uchytávajú na skalných stropoch jaskýň. Medzi príčinami ulamovania stalagmitov a iných foriem sintrovej výplne sa uvádzajú aj vplyvy fauny, najmä jaskynných medvedov (Šebela, 2008). V niektorých jaskyniach sú na skalných stenách a blokoch miesta zaoblené a vyhladené otieraním sa jaskynných medvedov alebo škrabance po medvedích pazúroch (Pomorský, 1993; Míkuláš, 2000; Plan et al., 2009 a iní).

Fytogénne procesy

Terestrické procesy – formovanie koreňových útvarov, podobných stalagmitom, ktoré tvorí hustá spleť koreňovitých vlákien spevnených piesčitou a humóznou prímiesou; vyskytujú sa v pieskovcových a niektorých ďalších jaskyniach vytvorených v nerozpustných horninách, pravdepodobne rastú smerom nahor proti dopadu kvapiek vody z jaskynného stropu (Winkelhöfer, 1975; Vítek, 1980; Jeník a Kopecký, 1989 a iní). Na dne niektorých priepastí otvorených na povrch sa hromadí drewná hmota z vyvrátených a spadnutých stromov.

Za biologické formácie sa považujú vermikulity z ílovido-slizkých konkrécií so značným podielom mikroorganizmov (Anelli a Graniti, 1967; Camassa a Febroriello, 2003). Biovermikulity obsahujú bohatú a aktívnu mikrobiálnu flóru (Hose et al., 2000; Hose a Northup, 2004 a iní).

Hydro-biogénne procesy

Biokorózia – korózia podmienená biogénne spolupôsobením organických látok; chemickým rozrušovaním sintrovej výplne pod pokryvom guána (voda uvoľňuje z guána sírany a fosforečnany, ktoré reagujú so sintrom) vznikajú menšie vyhlbeniny až guánové hrnce (Kašpar, 1934; Kettner, 1940).

Tvorba kalcitovej výplne v súčinnosti s biogénnymi procesmi – v závislosti od úbytku svetla od vchodu dovnútra jaskýň na vytváranie kalcitovej výplne rozličnou mierou vplývajú biogénne procesy. V osvetlenej eufotickej zóne s dennými výkyvmi teploty vzduchu, relatívnou vlhkosťou vzduchu 60 až 90 % a dominantnými biologickými procesmi sa vytvárajú stalaktity z mikrokryštalických travertínových, resp. poróznych penovcových usadenín; v prechodnej dysfotickej zóne s rozptýleným svetlom, redukovanými výkyvmi teploty vzduchu, relatívnou vlhkosťou vzduchu 80 až 95 % a spolupôsobením biologických procesov vznikajú stalaktity z usadenín prechodného heterogénneho charakteru medzi uvedenými travertínovými, resp. penovcovými usadeninami a makrokryštalickým kalcitovým sintrom, ktorý vzniká výlučne fyzikálno-chemickou precipitáciou v afotickej zóne s konštantnou teplotou vzduchu, stabilnou relatívnou vlhkosťou vzduchu nad 95 % (Taboroši et al., 2005). V afotickej zóne na precipitáciu niektorých sekundárnych výplní vplývajú chemotropné mikroorganizmy, ktoré miestami vytvárajú tzv. biofilm (Vlasceanu et al., 2000; Boston et al., 2009 a iní).



Obr. 17. Biochemická deštrukcia sintrovej výplne guánovou koróziou, Domica. Foto: P. Bella

Fig. 17. Biochemical destruction of carbonate speleothems by guano corrosion, Domica Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Antropogénne procesy

Mechanické antropogénne procesy „in situ“

Exkavácia – vytváranie jám, kanálov, terás a iných vyhlbenín v sedimentoch kopaním alebo iným odstraňovaním sedimentov pri sprístupňovaní jaskýň, speleologickom prieskume a pod., zárezy po vyseknutých sintrových kôrach.

Nasypávanie horninového materiálu – vytváranie rozličných násypov a hromád nespevnených sedimentov alebo rozpojených častí materskej horniny pri sprístupňovaní jaskýň, speleologickom prieskume a pod.

Rozrušovanie povrchu jemných klastických sedimentov – narušovanie pôvodného povrchu nespevnených sedimentov zošľapávaním, na šikmých povrchoch sa nespevnené sedimenty pri zošľapávaní zosúvajú nadol a hromadia na spodnom okraji akumuláčnych útvarov.

Antropogénne iniciované gravitačné procesy

Opadávanie a rútenie častí hornín – vytváranie sutinovísk pod rúteným stropom, pričom postupne od dna dochádza k úplnému vyplneniu podzemného priestoru zrútenými fragmentmi hornín a k vzniku vyššie situovaných konzekvenčných denudačných rúťivých dutín.

Zosúvanie klastických sedimentov – výraznejším zahĺbením chodníka alebo iného zárezu do nekompaktných klastických sedimentov sa narušuje stabilita ich okrajov a začínajú sa zosúvať, čo môže spôsobiť aj rozlámanie a posun nadložných stalagnátových útvarov (Zacharov, 1984).

Poklesávanie a stekanie vodou nasiaknutých jemných klastických sedimentov – gravitačná redepozícia sedimentov aktivizovaná následkom antropogénneho odvodnenia jaskýň alebo ich častí (Cavaillé, 1960; Andrejčuk, 2007).

Antropogénne iniciované termické procesy

Glaciálne ablačné procesy – v zaľadnených jaskyniach sa vplyvom tepla produkovaného elektrickými reflektormi vytvárajú vytopené ablačné depresie na povrchu ľadovej výplne; zväčša majú občasné trvanie a po úprave osvetlenia sa vyplňujú novovytvoreným ľadom (Bella, 2007).

SPOLUPÔSOBENIE A ČASOVÁ NÁSLEDNOSŤ GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESOV POČAS VÝVOJA JASKÝŇ

Niektoré jaskyne alebo formy jaskynného georeliéfu vznikli pôsobením jedného geomorfologického procesu (napr. korózne alebo rozsadlinové formy), iné pôsobením dvoch, prípadne viacerých geomorfologických procesov – súčasne (napr. rozsadlinovo-korózne formy) alebo postupne v rámci čiastočnej remodelácie prvotných podzemných priestorov (napr. korózne-rúťivé, fluviokrasovo-rúťivé alebo fluviokrasovo-rozsadlinové formy). Mnohé jaskyne alebo ich časti sú výsledkom viacfázového, resp. viacnásobného vývoja (úplná remodelácia koróznych a korózne-erózných jaskýň rútením v senilnom štádiu ich vývoja, etapovité zahľbovanie riečiska vo fluviokrasovej chodbe s vytváraním bočných korýt a terasovitých stupňov a pod.).

V nadväznosti na členenie geomorfologických procesov a foriem od Minára (1996) podľa miery a časovej následnosti ich pôsobenia možno jaskyne a formy jaskynného georeliéfu deliť na *monogenetické* (vznikli pôsobením jediného dominantného geomorfologického procesu), *di-*, *tri-* alebo *polygenetické* (vytvárali sa spolupôsobením viacerých rovnocenných geomorfologických procesov), *sekundárne di-*, *tri-* alebo *poly-*

genetické (vplyv po sebe nasledujúcich procesov na výsledný charakter segmentu georeliéfu je približne rovnaký) a remodelované *jaskyne genetických variet* (vplyv po sebe nasledujúcich procesov na výsledný charakter segmentu georeliéfu nie je rovnocenný, transformácia segmentu georeliéfu podľa dominujúceho procesu podružnej genézy – výrazná remodelácia inaktívnej fluviokrasovej chodby rútením so stratou pôvodných morfológických znakov riečnej modelácie a pod.). Výrazne individualizované sukcesívne štádiá segmentu georeliéfu predstavujú jeho *vývojové štádiá*, resp. *viacnásobný vývoj* (napr. fluviokrasová chodba zahrnujúca viaceré vývojové úrovne, ktoré sa vytvárali etapovitým zahlbovaním podzemného vodného toku spätnou eróziou od vyvieracky v nadväznosti na vývoj riečnych terás poniže vyvieracky).

VPLYV GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESOV NA PRIESTOROVÚ DIVERZITU JASKYNNÝCH GEOSYSTÉMOV

Porovnávajúc jaskyne alebo časti jaskýň v mnohých prípadoch vidieť, že sú z hľadiska pôsobenia bývalých i súčasných geomorfologických procesov viac alebo menej heterogénne. Výsledkom pôsobenia geomorfologických procesov sú určité morfológické tvary jaskynného georeliéfu, ktoré zodpovedajú určitým podmienkam a procesom ich vzniku a vývoja.

Speleomorfotopy ako parciálne topické a kartografické trojdimenzionálne jednotky jaskyne, ktoré sú kvázihomogénne z hľadiska sklonu, smeru sklonu, morfológie a genézy, sa vymedzujú aj na základe druhu, intenzity pôsobenia alebo kombinácie súčasných geomorfologických procesov (Bella, 2006). V mnohých prípadoch speleomorfotop vymedzuje hranica vyjadrujúca zmenu kvalitatívnych alebo kvantitatívnych vlastností geomorfologických procesov – erózia materskej horniny, transport alebo akumulácia fluvialných sedimentov, korózia spôsobená vodami presakujúcimi zo zrážok, tvorba sintrových nátekov a pod., resp. trvalé alebo sezónne pôsobenie geomorfologického procesu. Príbuzné speleomorfotopy, ktoré v dôsledku horizontálnych vzťahov (napr. pozdĺž vodného toku v epifreatickej alebo vadóznej pozícii) vytvárajú zákonite usporiadané skupiny – speleochory. Rozsiahlejšie a morfológicky kontrastnejšie jaskyne, vrátane rozdielneho pôsobenia bývalých i súčasných geomorfologických procesov v jednotlivých úsekoch podzemných priestorov, sa skladajú z viacerých speleomorfochor. Speleomorfochory v rámci jaskyne tvoria súbor speleomorfochor.

GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY V RÁMCI ČASOVEJ VARIABILITY JASKYNNÝCH GEOSYSTÉMOV

Fungovanie a intenzita pôsobenia geomorfologických procesov v jaskyniach nie sú stále, menia sa počas sezónnych ročných období, sukcesívnej dynamiky i dlhodobého vývoja jaskynných geosystémov (Bella, 2008). Krátkodobu sa menia vo vzťahu ku geografickej polohe jaskýň, resp. k zonálnej diferenciacii fyzickogeografických podmienok na zemskom povrchu. Strednodobé až dlhodobé zmeny geomorfologických procesov zodpovedajú zmenám geoeologických invariantov krajinných systémov, ako aj zmenám krajinnej sféry v rámci dlhodobého geologického vývoja územia. Niektoré časové zmeny pôsobenia geomorfologických procesov spôsobujú aj antropogénne vplyvy.

Najmä v miernom klimatickom pásme so striedaním ročných období sa v jaskyniach prejavujú sezónne zmeny niektorých exogénnych geomorfologických procesov. Priesak zrážkových vôd, ktorý spôsobuje koróziu nadložných hornín, najviac pozdĺž strmých tektonických porúch, je najintenzívnejší v čase jarného topenia snehu a dlhotrvajúcich

alebo silných dažďov. Podobné časové rozdelenie platí aj pre zaplavovanie jaskýň povodňovými vodami, ktoré sa najčastejšie vyskytuje v alogennom krase na kontakte nekrasového a krasového územia. V riečnych jaskyniach sa počas roka mení prietok podzemných vodných tokov, čím sa mení aj ich schopnosť transportovať fluviálne sedimenty a korózne modelovať jaskynné priestory. Chladnejšie vody v zimných mesiacoch a v čase topenia snehu majú vyšší obsah voľného CO₂, čím sú agresívnejšie, s vyššou schopnosťou rozpúšťať karbonátové horniny. Vo vstupných častiach jaskýň, ktoré majú väčšie rozmery otvoru na povrch, pôsobí mrazové zvetrávanie materskej horniny a sintrových nátekov, ako aj regelácia s triedením podlahových sedimentov. Ľadovcové jaskyne v subpolárnych až polárnych oblastiach sa vytvárajú abláciou v letnom polroku, keď vznikajú podľadovcové rieky (mnohé podľadovcové rieky sa formujú z vodných tokov tečúcich po ľadovci a prenikajúcich do ich vnútra trhlinami, resp. ponorovými šachtami nazývanými „moulines“).

Zmenou geoeologického invariantu sa začína sukcesívny rad geomorfologických procesov. Po zrútení jaskynného stropu so vznikom priepasti typu „light hole“ otvorenej na zemský povrch tvary jaskynného georeliéfu sa remodelujú intenzívnejším pôsobením exogénnych procesov, čo súvisí s transformáciou jaskynných geosystémov na povrchovú krajinu. Podobne invariantné zmeny geomorfologických procesov vznikajú po trvalom zaľadnutí jaskyne, keď sa pôvodné korózne alebo korózne-erózne tvary jaskynného georeliéfu intenzívne remodelujú mrazovým zvetrávaním, resp. rútením častí skalných stropov narušených premfzáním. Najčastejšie sú sukcesívne zmeny súboru geomorfologických procesov po invariantnej zmene hydrografického režimu jaskyne alebo jej časti, keď sa pôvodné freatické chodby remodelujú v epifreatickej, a najmä vo vadóznej zóne odlišnými geomorfologickými procesmi (korózia pozdĺž vodnej hladiny, korózia a erózia podzemným vodným tokom s voľnou hladinou, korózia presakujúcimi zrážkovými vodami, tvorba sintrovej výplne, rútenie a pod.).

V rámci dlhodobého evolučného vývoja jaskýň zmeny geomorfologických procesov súvisia so striedaním ľadových a medziľadových dôb alebo so zmenou neotektonických pohybov (výzdvih územia vplýva na hĺbkovú eróziu a prehlbovanie jaskynných chodieb alebo vytváranie nižších jaskynných úrovní, poklesávanie umožňuje akumuláciu sedimentov a zanášanie jaskynných priestorov, prípadne až antigravitačnú eróziu so vznikom stropných kanálov.

ANTROPOGÉNNE VPLYVY NA GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY

Prirodzená časová variabilita geomorfologických procesov v krase sa v niektorých územiach mení antropogénnymi vplyvmi, najmä narušením podmienok odtoku a priesaku vody do jaskýň a zmenou prúdenia vzduchu do jaskynných priestorov. Niektoré procesy spôsobujú, resp. iniciujú antropogénne zásahy do jaskynného prostredia alebo v bližšom i vzdialenejšom okolí jaskýň.

Zrýchlený odtok vody spôsobuje splavovanie pôdnych sedimentov do jaskýň v dôsledku zrýchlenej pôdnej erózie v povodí povrchových vodných tokov vtekajúcich do jaskýň. Geomorfologické procesy, viažuce sa na freatické a vadózne hydrografické podmienky, sa menia zvýšením alebo poklesom hladiny podzemnej vody vplyvom budovania a prevádzkovania vodných nádrží, razenia tunelov a odvodňovacích štôlní, zahĺbovaním lomov a pod. Na erózne fluviálne procesy vplýva zrýchlenie odtoku vody po odlesnení príľahlého územia, na akumulačné procesy budovanie vodných nádrží v jaskyniach. Spätná erózia sa podporuje prehĺbením vyvieračky, resp. riečiska pred vyvieračkou. V krasových

územiach v blízkosti priemyselných oblastí zrýchlenú koróziu vápencov spôsobujú agresívne vody kontaminované exhalátmi alebo iným chemickým znečistením.

Snahy o zaľadnenie jaskýň zmenou prirodzenej cirkulácie vzduchu, vŕňaním studeného vzduchu alebo dopúšťaním vody do prechladených podzemných priestorov, ako aj otváraním nových vchodov umožňujúcich vnikanie studeného vzduchu do jaskyne spôsobujú zrýchlené mrazové zvetrávanie, najmä vo vstupných častiach. V tuneloch vysekaných v ľade prúdiaci vzduch spôsobuje úbytok ľadu sublimáciou. V blízkosti elektrických svietidiel vznikajú ablačné vyhlbeniny.

Destabilitu a rútenie skalných stropov môžu zapríčiniť otrasy následkom odstrelov v blízkych lomoch. Niektoré jaskyne podliehajú gravitačným deformáciám, ktoré sa iniciujú na okrajoch lomových stien či iných hlbokých zárezoch do terénu.

EXTRÉMNE GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY

Extrémne geomorfologické procesy, ktoré sú charakteristické náhlym nástupom, rýchlym priebehom a krátkym trvaním, spôsobujú viaceré hrozby (hazardy) a riziká nielen v jaskyniach, ale aj na povrchu krasovej krajiny (Jakál, 2000, 2006; Minár et al., 2006 a iní). Niektoré z nich môže iniciovať alebo podporiť aj nevhodná antropogénna činnosť.

Gravitačné poklesávanie skalných blokov ohraničených tektonickými poruchami hrozí najmä v rozsadlinových jaskyniach, môžu ho iniciovať alebo podporiť nadmerné zásahy do terénu narušujúce stabilitu svahov (lomy, zárezy ciest a pod.). Rútenie skalných stropov a podláh je následkom ich oslabenia, najmä v pokročilejšom stupni skrasovatenia. Rútenie môže iniciovať zemetrasenie, odstrely v lomoch, poddolovanie bankskými štôľňami či vypumpovanie podzemnej vody. Zrútením jaskynných stropov miestami vznikajú otvory ústiace na zemský povrch, tzv. „light holes“. Odvalovanie a opadávanie skalných blokov, lavíc či úlomkov hornín vzrastá s pokročilejším stupňom skrasovatenia vo vadóznej zóne. Katastrofické záplavy, ktorými sa do jaskýň splavujú pôdne a iné sedimenty a ktoré privalovými vodami narušujú jaskynné sedimenty, archeologické nálezy či technickú infraštruktúru sprístupnených jaskýň, postihujú najmä ponorové jaskyne v kontaktnom alogénnom krase, ako aj ponorové jaskyne odvodňujúce pravidelne zaplavované polja.

Z hľadiska prevencie katastrofických následkov treba prírodné procesy monitorovať a predpovedať ich extrémny priebeh vrátane varovania pred ich účinkami. Niektoré hrozivé extrémne prejavy možno do určitej miery eliminovať alebo zmierniť ich nežiaduce následky.

ZÁVER

Skúmanie geomorfologických procesov je dôležité z hľadiska rekonštrukcie vzniku a vývoja dominantných geomorfologických tvarov v jaskyniach, ako aj z hľadiska ich remodelácie v mladších vývojových fázach v závislosti od zmien hydrografických a iných fyzickogeografických podmienok, resp. geologického vývoja územia. Priestorová distribúcia a rozdielna intenzita geomorfologických procesov v jaskyniach alebo ich častiach vplyvajú na priestorovú diverzitu jaskynných geosystémov. Bývalý i súčasný priebeh geomorfologických procesov v jaskyniach zodpovedá evolučnému vývoju, sukcesívnej dynamike alebo sezónnej rytmike jaskynných geosystémov.

Poznanie súčasných prírodných procesov v jaskyniach je dôležité aj z hľadiska riešenia environmentálnych problémov ich ochrany. Antropogénnymi vplyvmi sa nielen narušujú kvalitatívne vlastnosti prírodných komponentov jaskynného prostredia, ale aj iniciujú, zrýchľujú, spomaľujú alebo zastavujú niektoré prírodné procesy.

Za cenné rady a pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu tohto príspevku, ďakujem recenzentom doc. RNDr. J. Jakálovi, DrSc., a doc. RNDr. M. Stankovianskemu, CSc.

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia vedeckého grantového projektu Ministerstva školstva SR VEGA č. 1/0468/09 „Diverzita, variabilita a geoekologická stabilita jaskynných geosystémov“.

LITERATÚRA

- ALLRED, K. 1998. Lava tube remelt by radiant heat and burning gasses. *International Journal of Speleology*, 27B, 1–4, 125–134.
- ALLRED, K. – ALLRED, C. 1997. Development and morphology of Kazumura Cave, Hawaii. *Journal of Cave and Karst Studies*, 59, 2, 67–80.
- ALLRED, K. – ALLRED, C. 1998. The origin of tubular lava stalactites and other related forms. *International Journal of Speleology*, 27B, 1–4, 135–145.
- ANDERSON, CH. H. – HALLIDAY, W. R. 1969. The Paradise Ice Caves, Washington: An Extensive Glacier Cave System. *Bulletin of the National Speleological Society*, 31, 3, 55–72.
- ANDREJČUK, V. N. 1985. Klassifikacija podzemnych polostej. *Izvestija VGO*, 117, 4, 341–348.
- ANDREJČUK, V. 2007. Peščera Zoluška. *Uniwersytet Śląski – Ukrainkij institut speleologii i karstologii, Sosnowiec – Simferopol*, 406 s.
- ANDREYCHOUK, V. – DUBLYANSKY, Y. – EZHOV, Y. – LYSENIN, G. 2009. Karst in the Earth's Crust: its distribution and principal types. *University of Silesia, Sosnowiec – Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Simferopol*, 72 s.
- ANDREJCHUK, V. 1992. O proischozhenii poligonalnykh sečenij peščernykh chodov. *Izuchenije ural'skikh peščer, doklady 2. i 3. konferencii speleologov Urala. Perm*, 103–105.
- ANELLI, F. – GRANITI, A. 1967. Aspetti microbiologici nella genesi delle vermicolazioni argillose delle Grotte di Castellana (Murge di Bari). *Le Grotte d'Italia*, ser. 4, vol. 1, 131–138.
- ANTONIOLLI, F. – CREMONA, G. – IMMORDINO, F. – PUGLISI, C. – ROMAGNOLI, C. – SILENZI, S. – VALPREDA, E. – VERRUBBI, V. 2002. New data on the Holocene sea-level rise in NW Sicily (Central Mediterranean Sea). *Global and Planetary Change*, 34, 1–2, 121–140.
- AUDRA, PH. – BIGOT, J.-Y. 2005. Processus de spéléogénèse: réseaux de contact et epinoyés. In *Méailles et la région d'Annot. Museo di Storia Naturale e Archeologia, Montebelluna*, 53–58.
- AUDRA, PH. – HOBLEA, F. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2007. The role of condensation corrosion in thermal speleogenesis. Study of a hypogenic sulfidic cave in Aix-les-Bains, France. *Acta Carsologica*, 36, 2, 185–194.
- AUDRA, PH. – MOCOCHAIN, L. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2009. Hypogene cave patterns. In *Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. Eds. Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol*, 17–22.
- AZIZBEKJAN, O. G. – VANJAN, R. A. – VARDANJAN, G. O. – CHODKARJAN, D. G. 1987. Kontaktno-dinamičeskie vulkaničeskie peščery. *Problemy izučenija, ekologii i ochrany pescer, Tezisy dokladov. Kiev*, 24–25.
- BĂCĂUANU, V. – DONISĂ, I. – HĂRJOABĂ, I. 1974. *Dicționar geomorfologic. Edit. Științifică, București*, 281 s.
- BAKALOWICZ, M. J. – FORD, D. C. – MILLER, T. E. – PALMER, A. N. – PALMER, M. V. 1987. Thermal genesis of dissolution caves in the Blach Hills, South Dakota. *Geological Society of America Bulletin*, 99, 6, 729–738.
- BARTON, H. A. – SUAREZ, P. – MUENCH, B. – GIARRIZZO, J. – BROERING, M. – BANKS, E. – VENKATESWARAN, K. 2009. The alkali speleogenesis of Roraima Sur Cave, Venezuela. In *White, W. B. Ed. Proceedings of the 15th International Congress of Speleology, 2, Kerrville, Texas, USA*, 802–807.
- BELLA, P. 2001. Rútenie a morfológia jaskynného georeliéfu. *Slovenský kras*, 39, 15–24.
- BELLA, P. 2002. Základná morfogenetická klasifikácia jaskynného georeliéfu. *Geomorphologia Slovaca*, 2, 1, 19–27.
- BELLA, P. 2005. Syngenetické travertínové jaskyne na Slovensku. *Geomorphologia Slovaca*, 5, 2, 23–29.
- BELLA, P. 2006. Jaskynný georeliéf – priestorová hierarchická štruktúra a základné speleogeomorfologické atribúty. *Slovenský kras*, 44, 23–53.
- BELLA, P. 2007. Morphology of ice surface in the Dobšín Ice Cave. In *Zelinka, J. Ed. Proceedings of the 2nd International Workshop on Ice Caves. Liptovský Mikuláš*, 15–23.
- BELLA, P. 2008. Jaskyne ako prírodné geosystémy – geoekologický výskum a environmentálna ochrana. *ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina*, 167 s.

- BELLA, P. 2009. Sedimentárne štruktúry a geomorfologické formy v jaskyniach vytvorené na jemných sedimentoch. *Aragonit*, 14, 1, 3–11.
- BELLA, P. – GAÁL, E. – INOKURA, Y. 2005. Sufózne jaskyne vo vulkanoklastických horninách v doline Nagatani pri Kagošime. *Slovenský kras*, 43, 67–80.
- BELLA, P. – GAÁL, E. 2007. Tree mould caves within the framework of cave genetic classification. *Nature Conservation*, 63, Kraków, 7–11.
- BINI, A. – CAVALLI, M. – GORI, S. 1978. A critical review of hypotheses on the origin of vermiculations. *International Journal of Speleology*, 10, 1, 11–33.
- BINI, A. – QUINIF, Y. – SULES, O. – UGGERI, A. 1992. Les mouvements tectoniques récents dans les grottes du Monte Campo dei Fiori (Lombardie, Italie). *Karstologia*, 19, 23–30.
- BLEAHU, M. 1982. *Relieful carstic*. Editura Albatros, București, 296 s.
- BOSTON, P. J. – SPILDE, M. N. – NORTHUP, D. E. – CURRY, M. D. – MELIM, L. A. – ROSALES-LAGARDE, L. 2009. Microorganisms as speleogenetic agents: Geochemical diversity but geomicrobial unity. 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, 51–58.
- BÖGLI, A. 1971. Corrosion by mixing of karst waters. *The Transactions of the Cave Research Group of Great Britain*, 13, 2, 109–114.
- BÖGLI, A. 1980. *Karst Hydrology and Physical Speleology*. Springer, Berlin – Heidelberg – New York, 284 s.
- BRADLEY, W. C. – HUTTON, J. T. – TWIDALE, C. R. 1978. Role of salts in the development of granitic tafoni, South Australia. *Journal of Geology*, 86, 647–654.
- BULL, P. A. 1977. Surge marks in caves. In Ford, T. D. Ed. *Proceeding of the 7th International Congress of Speleology*, Sheffield, 89–92.
- BULL, P. A. 1978. Surge mark formation and morphology. *Sedimentology*, 25, 6, 877–886.
- BULL, P. A. – LAVERTY, M. 1982. Observation on Phytokarst. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 26, 4, 437–457.
- BUNNELL, D. 2004. Littoral caves. In Gunn, J. Ed. *Encyclopedia of Caves and Karst Sciences*. Fitzroy Dearbon, New York – London, 491–492.
- CAMASSA, M. M. – FEBBRORIELLO, P. 2003. Le foval della grotta zinzulusa in Puglia (SE-Italia). *Thalassia Salentina*, 26 (Suppl.), 207–218.
- CAVAILLÉ, A. 1960. Les argiles des grottes. Introduction à l'étude des sédiments souterrains. *Annales de Spéléologie*, 15, 2, 383–400.
- CIGNA, A. A. 1978. A Classification of Karstic Phenomena. *International Journal of Speleology*, 10, 1, 3–9.
- CIGNA, A. A. 1986. Some remarks on phase equilibria of evaporites and other karstifiable rocks. *Le Grotte d'Italia*, 4, 12, 201–208.
- CIGNA, A. A. 2008. The family of karst phenomena: some physical-chemical parameters of some rocks concerned outside the classical karst. *Proceedings of the 10th International Symposium on Pseudokarst*, Gorizia, 101–112.
- CIGNA, A. A. – FORTI, P. 1986. The Speleogenetic Role of Air Flow Caused by Convection. *International Journal of Speleology*, 15, 1–4, 41–52.
- ČÍLEK, V. 1997. Sufozni podzemní systém ve sprašové rokli v Zeměchách u Kralup. *Speleo*, 25, 19–23.
- CLAUSEN, E. N. 1970. Badland caves of Wyoming. *Bulletin of the National Speleological Society*, 32, 3, 59–69.
- COLLIGNON, B. 1983. Spéléogénèse hydrothermale dans les Bibans (Atlas Tellien-Nord de l'Algérie). *Karstologia*, 2, 45–54.
- COOMBS, C. – ROWLAND, S. H. 1994. Thermal erosion in a lava tube: Honoapo, Mauna Loa Volcano, Hawaii. *Geological Society of America, 1994 Annual Meeting (Seattle, WA, United States, Oct. 24-27, 1994), Abstracts with Programs*, 26, 7, A118–119.
- CSEER, F. – SZENTHE, I. 1986. The way of cave formation by mixing corrosion. *Communications, 9th International Congress of Speleology*, 1, Barcelona, 277–280.
- CURL, R. L. 1966a. Cave conduit enlargement by natural convention. *Cave Notes*, 8, 1, 2–6.
- CURL, R. L. 1966b. Scallops and flutes. *The Transactions of the Cave Research Group of Great Britain*, 7, 2, 121–160.
- DAVID, G. 1998. "Hades" – a remarkable cave on Oldoinyo Lengai in the East African Rift Valley. *International Journal of Speleology*, 27B, 1–4, 57–67.
- DAVID, R. A. 1998. Tectonic caves of Solai in the Kenyan Rift Valley. *International Journal of Speleology*, 27B, 1–4, 69–74.
- DRAGOVICH, D. 1969. The origin of cavernous surfaces (tafoni) in granitic rocks of southern South Australia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 13, 2, 163–181.
- DREYBRODT, W. 1981. Mixing corrosion in CaCO₃-CO₂-H₂O systems and its role in the karstification of limestone areas. *Chemical Geology*, 32, 1–4, 221–236.

- DUBLJANSKIJ, J. V. 1990. Zakonomernosti formirovanija i modelirovanija gidrotermokarsta. Nauka, Novosibirsk, 151 s.
- DUBLJANSKIY, V. N. 1980. Hydrothermal karst in the Alpine folded region of the southern part of the U. S. S. R. *Kras i speleologia*, 3 (12), 18–38.
- DUBLJANSKIY, V. N. 2000. Hydrothermal Speleogenesis – Its Settings and Peculiar Features. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, U. S. A., 292–297.
- DUBLJANSKIJ, V. N. – ANDREJČUK, V. N. 1989. Speleologija (terminologija, svjazi s drugimi naukami, klassifikacija polostej). Uraľskoe otdelenie AN SSSR, Kungur, 33 s.
- DUBLJANSKIY, V. N. – DUBLJANSKIY, Y. V. 1998. The problem of condensation in karst studies. *Journal of Cave and Karst Studies*, 60, 1, 3–17.
- DUBLJANSKIY, V. N. – DUBLJANSKIY, Y. V. 2000. The role of condensation in karst hydrogeology and speleogenesis. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, U. S. A., 100–112.
- EK, D. A. 1991. The Mapping and Classification of Cave Geomorphic Processes within the United States. In Rea G. T. Ed. *Proceedings of the 15th National Karst and Caves Management Symposium* (Tucson, Arizona), 90–100.
- ERASO, A. 1992. Internal glacier melting and naled ice generated by air circulation. Proposal of an enthalpy-entropy diagram for quantitative calculations. In Pulina, M. – Eraso, A. Eds. *Proceedings of the 2nd International Symposium of Glacier Caves and Karst in Polar Regions*, Miedzygórze – Veľká Morava, 10 – 16 February 1992. Sosnowiec, 29–42.
- ESZTERHÁS, I. 1993a. Konsequenzhöhlen. Jahresbericht der Höhlenforscherguppe Rhein-Main, Frankfurt a. M., 43–44.
- ESZTERHÁS, I. 1993b. Höhlenentstehung durch alkalische Lösung. Jahresbericht der Höhlenforscherguppe Rhein-Main, Frankfurt a. M., 44–45.
- ESZTERHÁS, I. 1997. Konsequenzhöhlen in vulkanischen Gesteinen. In Jeannin, P.-Y. Ed. *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology*, 1, La Chaux-de-Fonds, 469–472.
- EŽOV, J. A. – LYSENIN, G. P. – DUBLJANSKIJ, V. N. – ANDREJČUK, V. N. 1992. Karst v zemnoj kore: rasprostranenie i osnovnye tipy. Sibirskoe otdelenie RAN, Novosibirsk, 76 s.
- FARRANT, A. 2004. Paragenesis. In Gunn, J. Ed. *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. Fitzroy Dearborn, New York – London, 569–571.
- FAVRE, G. 1985. Kvekjöll, rivières géothermiques sous la glace, Islande. *Spelunca*, 17, 11–17.
- FILIPPOV, A. G. 1997. Gravity caves of the Siberian Platform. In Jeannin, P.-Y. Ed. *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology*, 1, La Chaux-de-Fonds, 465–468.
- FORD, D. C. – HARMON, R. S. – SCHWARZ, H. P. – WIGLEY, T. M. L. – THOMPSON, P. 1976. Geo-hydrologic and thermometric observations in the vicinity of the Columbia Icefield, Alberta and British Columbia, Canada. *Journal of Glaciology*, 16, 74, 219–230.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 1989. *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman, London – Boston – Sydney – Wellington, 601 s.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 2007. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. Wiley, Chichester, 562 s.
- FORTI, P. 1996. Thermal karst systems. *Acta Carsologica*, 25, 99–117.
- FOUNTAIN, A. G. 2005. Glacier Caves. In Culvier, D. C. – White, W. B. Eds. *Encyclopedia of caves*. Elsevier Academic Press, 271–275.
- FRUMKIN, A. 2000. Dissolution of Salt. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, U. S. A., 169–170.
- GAÁL, L. 2005. Contribution to the cave origin by mechanical weathering in temperate zone. *Proceedings of the 14th International Congress of Speleology*, 2, Athens, 475–477.
- GAÁL, L. – BELLA, P. 1994. Genetické typy jaskýň v nekrasových horninách Slovenska. *Proceedings of the 5th Pseudokarst Symposium*, Szczyrk. Bielsko-Biala, 20–24.
- GAÁL, L. – GAÁL, J. 1995. Vznik jaskýň svahovými pohyby blokového typu na príklade Pohanského vrchu (Cerová vrchovina). *Slovenský kras*, 31, 17–34.
- GADÁNYI, P. 2008. Caves under uplifted surface crusts of basalt lava flows. *Proceedings of the 10th International Symposium on Pseudokarst*, Gorizia, 119–126.
- GALDENZI, S. – MENICETTI, M. 1995. Occurrence of hypogenic caves in a karst region: Examples from central Italy. *Environmental Geology*, 26, 1, 39–47.
- GARY, M. – SHARP, J. M. 2006. Volcanogenic karstification of Sistema Zacatón, Mexico. *Geological Society of America Special Paper*, 404, 79–89.
- GIBSON, J. L. 1974. Blister caves associated with an Ethiopian volcanic ash-flow tuff. *Studies in Speleology*, 2, 225–272.
- GIGGENBACH, W. F. 1976. Geothermal ice caves on Mt. Erebus, Ross Island, Antarctica. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 19, 3, 365–372.

- GILLIESON, D. 1986. Cave sedimentation in the New Guinea highlands. *Earth Surface Processes nad Landforms*, 11, 5, 533–543.
- GINÉS, J. – GINÉS, A. – FORNÓS, J. J. – MERINO, A. – GRÀCIA, F. 2009. About the genesis of an exceptional coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). The lithological control over the pattern and morphology of Cova des Pas de Vallgornera. In White, W. B. Ed. *Proceedings of the 15th International Congress of Speleology*, 1, Kerrville, Texas, USA, 481–487.
- GORBUNOVA, K. A. 1978. Peščery gidratickej. *Peščery*, 61–63.
- GORBUNOVA, K. A. – ANDREJČUK, V. N. 1985. Epigenetická tresčínovanosť v glinách peščery Zoluška. *Metodika izučenia karsta, Tezisy dokladov*. Perm, 128–129.
- GRADZIŃSKI, M. 2008. Origin of a unique tree-mould type cave in travertine based on examples from the village Lúčky (Liptov, Slovakia). *Slovenský kras*, 46, 2, 325–331.
- GREELEY, R. – FAGENTS, S. A. – HARRIS, R. S. – KADEL, S. D. – WILLIAMS, D. A. 1998. Erosion by flowing lava, field evidence. *Journal of Geophysical Research*, 103, B11, 27, 325–327, 345.
- GRIMES, K. G. 2006. A small cave in a basalt dyke, Mt. Fyans, Victoria, Australia. *Helictite*, 39, 1, 17–20.
- HALLIDAY, W. R. 1997. Unusual volcanic caves of Hawaii Island, Hawaii. In Jeannin, P.-Y. Ed. *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology*, 1, La Chaux-de-Fonds, 461–463.
- HALLIDAY, W. R. 1998a. Hollow volcanic tumulus caves of Kilauea Caldera, Hawaii County, Hawaii. *International Journal of Speleology*, 27B, 1–4, 95–105.
- HALLIDAY, W. R. 1998b. Sheet flow caves of Kilauea Caldera, Hawaii County, Hawaii. *International Journal of Speleology*, 27B, 1–4, 107–112.
- HALLIDAY, W. R. 1998c. “Pit craters”, lava tubes, and open vertical conduits in Hawaii: a problem in terminology. *International Journal of Speleology*, 27B, 1–4, 113–124.
- HALLIDAY, W. R. 2004. Piping caves and badlands pseudokarst. In Gunn, J. Ed. *Encyclopedia of Caves and Karst Sciences*. Fitzroy Dearbon, New York – London, 589–593.
- HALLIDAY, W. R. 2004. Talus caves. In Gunn, J. Ed. *Encyclopedia of Caves and Karst Sciences*. Fitzroy Dearbon, New York – London, 723–724.
- HILL, C. A. 1986. Carlsbad Cavern and other caves in the Guadalupe Mountains, New Mexico: A sulfuric acid genesis related to the oil and gas fields of the Delaware basin. *Proceedings of the 9th International Congress of Speleology*, 1, Barcelona, 267–269.
- HILL, C. A. 2000. Sulfuric Acid, Hypogene Karst in the Guadalupe Mountains of New Mexico and Western Texas, U. S. A. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 309–316.
- HOSE, L. D. – NORTHUP, D. E. 2004. Biovermiculations: Living, vermuculation-like deposits in Cueva de Villa Luz, Mexico. *Proceedings of the Society: Selected Abstracts 2004 NSS Convention in Marquette, Michigan*. *Journal of Cave and Karst Studies*, 66, 3, 112.
- HOSE, L. D. – PALMER, A. N. – PALMER, M. V. – NORTHUP, D. E. – BOSTON, P. J. – DUCHENE, H. R. 2000. Microbiology a geochemistry in a hydrogen-sulfide-rich karst environment. *Chemical Geology*, 169, 3–4, 399–423.
- CHOPPY, J. 1988. Evolution des remplissages plastiques des cavités souterraines. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 111, 141–147.
- CHOPPY, J. 1993. Relief et karst. *Syntheses spéléologiques et karstiques, Les facteurs géographiques*, 1, Paris, 67 s.
- JAKÁL, J. 2000. Extrémne geomorfologické procesy v krase. *Geografický časopis*, 52, 3, 211–219.
- JAKÁL, J. 2006. Geomorfologické hrozby a riziká v krase. *Slovenský kras*, 44, 5–22.
- JAKUCS, L. 1977. Morphogenetics of karst regions: variants of karst evolution. *Adam Hilger*, Bristol, 284 s.
- JENÍK, J. – KOPECKÝ, J. 1989. Stav a problematika výzkumu pseudokrasu v kvádrových pískovcích Broumovské vrchoviny. In Demek, J. Ed. *Sborník 2. symposia o pseudokrasu, Janovičky u Broumova 1985*. *Knihovna ČSSR*, 10, 26–34.
- JONES, D. S. – LYON, E. H. – MACALADY, J. L. 2008. Geomicrobiology of biovermiculation from the Frasassi Cave System, Italy. *Journal of Karst and Caves Studies*, 70, 2, 78–93.
- KASHIMA, N. 1993. Fracture of Speleothems in Hoshino-no-ana Cave, Minami-Daito Island, Okinawa Prefecture, Southwest Japan. *Journal of the Speleological Society of Japan*, 18, 33–41.
- KAŠPAR, J. 1934. Genese guanových minerálů z jeskyně Domicca. *Věstník Státního geologického ústavu* 10, 104–111.
- KEMPE, S. 1976. Höhlenbildung und Wasserkörper in Stillwasserbereich. In Panoš, V. Ed. *Proceeding of the 6th International Congress of Speleology (Olomouc 1973)*, 4, 125–132.
- KEMPE, S. 1997. Lavafalls: a major factor for the enlargements of lava tubes on the Kilauea and Hualalai, Hawaii. In Jeannin, P.-Y. Ed. *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology*, 1, La Chaux-de-Fonds, 445–448.

- KEMPE, S. 1998. Siderite weathering, a rare source of CO₂ for cave genesis: the Eisenstein Stollen System and adjacent caves in the Iberg, Harz Mountains, Germany (abstract). *Journal of Cave and Karst Studies*, 60, 3, 188.
- KEMPE, S. 2004. Natural speleothem damage in Postojnska jama (Slovenia), caused by glacial cave ice? A first assessment. *Acta Carsologica*, 33, 1, 265–289.
- KEMPE, S. – BAUER, I. – DIRKS, H. 2009. Glacial cave ice as the cause of wide-spread destruction of interglacial and interstadial speleothem generation in Central Europe. In White, W. B. Ed. *Proceedings of the 15th International Congress of Speleology*, 2, Kerrville, Texas, USA, 1026–1031.
- KEMPE, S. – BAUER, I. – HENSCHEL, H. V. 2003. Pa‘auhau Civil Defence Cave on Mauna Kea, Hawaii – A lava tube modified by water erosion. *Journal of Cave and Karst Studies*, 65, 76–85.
- KEMPE, S. – WERNER, M. S. 2003. The Kuka‘iau Cave, Mauna Kea, Hawaii, created by water erosion, a new Hawaiian cave type. *Journal of Cave and Karst Studies*, 65, 1, 53–67.
- KETTNER, R. 1940. Onetopyřim guanau a guanových korosich v jeskyni Domica. *Sborník Státního geologického ústavu ČSR*, 15, Praha, 41–64.
- KIERNAN, K. 1982. Mechanically shaped pseudokarst: talus, joint and fault caves and their potential in Tasmania. *Journal of Sydney Speleological Society*, 26, 3, 41–51.
- KIVER, E. P. – STEELE, W. K. 1975. Firn Caves in the Volcanic Craters of Mount Rainer, Washington. *Bulletin of the National Speleological Society*, 37, 3, 45–55.
- KLIMCHOUK, A. 1997. Speleogenetic effects of water density differences. In Jeannin, P.-Y. Ed. *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology*, 1, La Chaux-de-Fonds, 161–164.
- KLIMCHOUK, A. 2000a. Dissolution and Conversion of Gypsum and Anhydrite. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, U. S. A., 160–168.
- KLIMCHOUK, A. 2000b. Speleogenesis Under Deep-Seated and Confined Settings. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W., Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, U. S. A., 244–260.
- KLIMCHOUK, A. B. 2004. Towards defining, delimiting and classifying epikarst: Its origin, processes and variants of geomorphic evolution. In Jones, W. K. – Culver, D. C. – Herman, J. Eds. *Epikarst. Proceedings of the symposium held October 1 through 4, 2003, Sheperdstown, West Virginia, USA*. Karst Water Institute Special Publication, 9, 23–35.
- KLIMCHOUK, A. 2007. Hypogene Speleogenesis: Hydrological and Morphogenetic Perspective. *National Cave and Karst Research Institute, Special Paper*, 1, Carlsbad, N. M., 106 s.
- KLIMCHOUK, A. 2009a. Morphogenesis of hypogenic caves. *Geomorphology*, 106, 1–2, 100–117.
- KLIMCHOUK, A. B. 2009b. Principal features of hypogene speleogenesis. 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, 7–15.
- KOTLOV, V. F. 1978. *Izmenenie geologičeskoj sredy pod vlijaniem dejatel'nosti čeloveka*. Nedra, Moskva, 262 s.
- LANGE, A. 1959. Introductory notes on the changing geometry of cave structures. *Cave studies*, 11, San Francisco, 69–90.
- LANGE, A. L. 1963. Planes of repose in caves. *Cave Notes*, 5, 6, 41–48.
- LANGE, A. L. 1964. Planar domes in solution caves. *Cave Notes*, 6, 3, 20–23.
- LANGE, A. L. 1970. The detection of prehistoric earthquakes from fractured cave structures. *Caves and Karst*, 12, 2, 9–14.
- LAURITZEN, S. E. – LAURITSEN, A. 1995. Differential diagnosis of paragenetic and vadose canyons. *Cave and Karst Science*, 21, 2, 55–59.
- LAURITZEN, S. E. – LUNDBERG, J. 2000. Solutional and erosional morphology. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W., Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, U. S. A., 408–426.
- LEOTTA, A. – LIUZZOI, M. 1998. The 1981 eruptive fissure on Mt. Etna: considerations on its exploration and genesis. *International Journal of Speleology*, 27B, 1–4, 147–153.
- LISMONDE, B. 2000. Corrosion des cupoles de plafond par les fluctuations de pression de l'air emprisonné. *Karstologia*, 35, 39–46.
- LUETSCHER, M. 2005. Processes in Ice Caves and their Significance for Paleoenvironmental Reconstructions. *Swiss Institute for Speleology and Karst Studies & University of Zürich – SISK A, La Chaux-de-Fonds*, 154 s.
- LUNDQUIST, CH. A. – VARNEDOE, W. W. 2006. Salt ingestion caves. *International Journal of Speleology*, 35, 1, 13–18.
- MACDONALD, G. A. 1967. Forms and Structures of Extrusive Basaltic Rocks. In Hess, H. H. – Poldervaart, A. Eds. *Basalts*, Vol. 1. John Wiley & Sons, New York, 1–63.
- MARGIELEWSKI, W. – URBAN, J. 2003. Crevice-type caves as initial forms of rock landslide development in the Flysch Carpathians. *Geomorphology*, 54, 3–4, 325–338.

- MARGIELEWSKI, W. – URBAN, J. – SZURA, C. 2007. Jaskinia Miecharska cave (Beskid Śląski Mts., Polish Outer Carpathians): case study of a crevice-type cave development on a sliding surface. *Nature Conservation*, 63, 57–68.
- MARTINI, I. P. 1978. Tafoni weathering, with examples from Tuscany, Italy. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 22, 1, 44–67.
- MARTINI, J. E. J. 2000. Dissolution of Quartz and Silicate Minerals. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, U. S. A., 171–174.
- MARTINI, J. E. J. 2004. Silicate karst. In Gunn, J. Ed. *Encyclopedia of Caves and Karst Sciences*. Fitzroy Dearbon, New York – London, 649–653.
- MAURIN, Y. 1984. Une forme d'érosion méconnue en milieu souterrain. Les micro-cheminées des fées. *Spelunca*, 5, 14, 34–35.
- MAVLYUDOV, B. R. 1991. The influence of air flows on glacier caves forming. In Eraso, A. Ed. *Proceedings of the 1st International Symposium of Glacier Caves and Karst in Polar Regions*, Madrid, 1 – 5 October 1990. Madrid, 199–206.
- MAVLYUDOV, B. R. 2006. Vnutrennie drenažnye sistemy lednikov. *Rossijskaja akademija nauk – Institut geografii*, Moskva, 396 s.
- MAXIMOVIČ, G. A. 1969. Peščery podzemnych požarov. *Peščery* 7 (8), 87–88.
- MAXIMOVIČ, G. A. 1975. O silikatnom bradikarste tropičeskoj zony. *Gidrogeologija i karstovedenie*, 7, 5–14.
- MCBRIDE, E. F. – PICARD, M. D. 2000. Origin and development of tafoni in Tunnel Spring Tuff, Crystal Peak, Utah, USA. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25, 8, 869–879.
- McFARLANE, D. A. – LUNDBERG, J. – BELTON, F. 2004. An Unusual Lava Cave From Ol Doinyo Lengai, Tanzania. *Journal of Cave and Karst Studies*, 66, 3, 98–101.
- MIGOŃ, P. 2000. Geneza jaskiń granitowych na Witoszy w Kotlinie Jeleniogórskiej. *Kras i i speleologia*, 10 (19), 143–154.
- MIKULÁŠ, R. 2000. Bioeroze a jeskyně. In Čílek, V. – Bosák, P. Eds. *Zlatý Kůň*. Knižovna ČSS, 36, 101–104.
- MINÁR, J. 1996. Niektoré teoreticko-metodologické problémy geomorfológie vo väzbe na tvorbu komplexných geomorfologických máp. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 36, Bratislava, 71–25.
- MINÁR, J. – BARKA, I. – JAKÁL, J. – STANKOVIANSKY, M. – TRIZNA, M. – URBÁNEK, J. 2006. Geomorphological hazards in Slovakia. In *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 11, 61–78.
- MITTER, P. 1983. Frost Features in the Karst Region of the West Carpathian Mountains. *Permafrost: Proceedings of the Fourth International Conference, Fairbanks July 17–22, 1983*. Washington D. C., 861–865.
- MITTER, P. 1987. Niektoré poznatky o modelačnej činnosti mrazu v krasových územiach Západných Karpát. *Spravodaj SSS*, 18, 1–2, 3–7.
- MITTER, P. 1989. Vlijanie gravitacionnych dviženij na razvitie karsta gornych massivov na primere slovacckich Karpát. *Problems of Karst of Mountainous Countries, Proceedings, Tbilisi – Tskhaltubo – Sukhumi 1987*. Tbilisi, 132–136.
- MONTORIOL-POUS J., 1962. Sobre el origen de las vermucilaciones arcillosas. *Actes du Deuxième Congrès International de Spéléologie (Bari 1958)*, 1, 389–395.
- MONTORIOL-POUS J. et al., 1966. Estudio geomorfológico e hidrogeológico de la cueva de la Cullvalvera (Ramales, Santander). *Nota y Comunicaciones del Institute Geológico y Minero de Espana*, 89, 17–74.
- MOORE, D. G. 1954. Origin and development of sea caves. *Bulletin of the National Speleological Society*, 16, 71–76.
- MÖRNER, N.-A. 2003. Paleoseismicity of Sweden. a novel paradigm. *Paleogeophysics & Geodynamics*, Stockholm University, Stockholm, 320 s.
- MUCKE, B. – VÖLKER, R. – WADEWITZ, S. 1983. Cupola formation in occasionally inundated cave roofs. *Evropejska regionalna konferencia po speleologija, Sbornik ot materialy*, 2, Sofia, 129–132.
- MYLROIE, J. E. – CAREW, J. L. 2000. Speleogenesis in Coastal and Oceanic Settings. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 226–233.
- MYLROIE, J. R. – MYLROIE, J. E. 2007. Development of the carbonate island karst model. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69, 1, 59–75.
- NEWSON, M. D. 1971. The role of abrasion in cavern development. *Transactions of the Cave Research Group of Great Britain*, 13, 2, 101–107.
- NORTHUP, D. E. – LAVOIE, K. H. 2001. Geomicrobiology of caves: A review. *Geomicrobiology Journal*, 18, 3, 199–222.

- OGAWA, T. 1986. The formation of lava caves. *Communications*, 9th International Congress of Speleology, 2, Barcelona, 47–51.
- OGAWA, T. 1992. The Rift Caves in Japan. In Rea, G. T. Ed. *Proceedings of the 6th International Symposium on Vulcanospeleology*, 249–258.
- PALMER, A. N. 1991. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103, 1, 1–21.
- PALMER, A. N. 2007. *Cave Geology*. Cave Books, Dayton, Ohio, 454 s.
- PANOŠ, V. 2001. *Karsologická a speleologická terminologie*. Knižné centrum, Žilina, 352 s.
- PARENZAN, P. 1961. Sulle formazioni argillo-limose dette vermicolari. *Atti del Symposium Internazionale di Speleologia „Riempimenti naturali delle grotte“*, Varenna, 1, 120–125.
- PAS, J. P. 1997. Consequence caves in the Netherlands. *Proceedings of the 6th International Symposium on Pseudokarst*, Galyatető 1996. Isztimér, 42–49.
- PASINI, G. 2009. A terminological matter: paragenesis, antigravitative erosion or antigravitational erosion? *International Journal of Speleology*, 38, 2, 129–138.
- PILOUS, V. 1972. Pěnovcové konstruktivní vodopády. *Sborník československé společnosti zeměpisné*, 77, 311–321.
- PISAROWICZ, J. A. 1994. Cueva de Villa Luz – An active case of H₂S speleogenesis. In Sasowsky, I. D. – Palmer, M. V. Eds. *Breakthroughs in Karst Geomicrobiology and Redox Geochemistry*. Special Publication, 1, Karst Waters Institute, Charlestown, WV, 60–62.
- PLAN, L. – DÖPPES, D. – WAGNER, T. 2009. The significance of cave bears for passage morphology (abstract). In White, W. B. Ed. *Proceedings of the 15th International Congress of Speleology*, 1, Kerrville, Texas, USA, 116.
- POMORSKÝ, F. 1993. Nález zvyškov jaskynného medveďa v jaskyni Psie diery. *Slovenský kras*, 31, 109–111.
- POSTPISCHL, D. – AGOSTINI, S. – FORTI, P. – QUINIF, Y. 1991. Palaeoseismicity from karst sediments: the “Grotte del Cervi” cave case study. *Tectonophysics*, 193, 1–3, 33–44.
- POVARÁ, I. – DIACONU, G. 1974. Déroulement du processus de gélifraction dans le milieu souterrain. *Travaux de l' Institute de Spéologie „Émile Racovitză“*, 13, 139–146.
- PROŠEK, F. – LOŽEK, V. 1951. Zpráva o výzkumu kvartéru paleolitického sídlíště v Bojnících. *Věstník ÚÚG*, 26, 1–3, 104–107.
- PSOTKA, J. – JANOČKO, J. – BELLA, P. 2006. Hlinená chodba Demänovskej jaskyne slobody – predbežné výsledky geomorfologického a sedimentologického výskumu. In Bella, P. Ed. *Výskum využívanie a ochrana jaskýň*, 5, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 47–55.
- PULINA, M. 1968. Gleby polygonalne w jaskyni Czarnej, Tatry Zachodnie. *Speleologia*, 3, 99–104.
- PULINA, M. – ŘEHÁK, J. – SCHROEDER, J. 2003. Les cavités glaciaires sous le regard spéléologique. *Karstologia*, 42, 2, 23–36.
- PULINOWA, M. Z. – PULINA, M. 1972. Phénomènes cryogènes dans les grottes et gouffres des Tatras. *Biuletyn Peryglacjalny*, 21, 201–235.
- RENAULT, PH. 1968. Contribution à l' étude des action mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogenèse. Les facteurs sédimentologiques. *Annales de spéléologie*, 23, 3, 529–596.
- RUDNICKI, J. 1978. Role of convection in shaping subterranean karst. *Kras i speleologia*, 11, 2, 92–101.
- SĂRBU, S. M. – LASCU, C. 1997. Condensation Corrosion in Movile Cave, Romania. *Journal of Cave and Karst Studies*, 59, 3, 99–102.
- SCHROEDER, J. 1977. Les formes de glace des grottes de la Nahanni, Territoires du Nord-Ouest, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 14, 5, 1179–1185.
- SCHROEDER, J. 1979. Développement de cavités d'origine mécanique dans un karst froid (Nahanni, T. N. O., Canada). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 108, 59–67.
- SCHROEDER, J. – BEAUPRÉ, M. – CLOUTIER, M. 1986. Ice-push caves in platform limestone of the Montreal area. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 23, 11, 1842–1851.
- SCHWABE, S. J. – HERBERT, R. A. – CAREW, J. L. 2008. A hypothesis for biogenic cave formation: a study in the Bahamas. In Park, L.E. – Freile, D. Eds. *Proceedings of the 13th Symposium on the Geology of the Bahamas and other Carbonate Regions*, Gerace Research Centre, San Salvador Island, Bahamas, 141–152.
- SIÖBERG, R. 1986. A proposal for a classification system for Granitic Caves. *Comunicacions*, 9^o Congreso Internacional de Espeleologia, 2, Barcelona, 25–27.
- SIÖBERG, R. 1989. Caves as indicators of neotectonics in Sweden. In Demek, J. Ed. *Sborník 2. sympozia o pseudokrasu, Janovičky u Broumova 1985*. Knižovna ČSS, 10, 57–63.
- SLABE, T. 1995. Cave rocky relief and its speleogenetical significance. *Zbirka ZRC*, 10, ZRC SAZU, Ljubljana, 128 s.
- SOCORRO, J. S. – MARTÍN, J. L. 1992. The Fajanita Cave (La Palma, Canary Islands): A Volcanic Cavity Originated by Partial Draining of a Dike. In Rea, G. T. Ed. *Proceedings of the 6th International Symposium on Vulcanospeleology*, 177–184.

- STANKOVIANSKY, M. 2008. Vývoj krajiny Slovenska v kvartéri s osobitým zreteľom na modeláciu reliéfu. In Stloukal, E. – Hensel, K. – Holec, P. – Jandžík, D. – Jedlička, L. – Juráni, B. – Kocian, L. – Košel, V. – Krno, I. – Kúdela, M. – Miklós, P. – Mikulíček, P. – Obuch, J. – Schmitt, T. – Stankoviánsky, M. – Stloukalová, V. – Sándor Varga, Z. – Žiak, D.: Vývoj prírody Slovenska. Faunima, Bratislava (v tlači).
- STEFÁNSON, Á. B. 1992. Prihnútkargígur. In Rea, G. T. Ed. Proceedings of the 6th International Symposium on Vulcanospeleology, 197–203.
- STRIEBEL, T. 1999. Typen von Sandsteinhöhlen und Granithöhlen in der Umgebung von Bayreuth. Pseudokrasový zborník, 1, Knihovna ČSS, 35, 51–57.
- SZENTES, G. 2007. Relict abrasion caves in New Zealand. Nature Conservation, 63, Kraków, 69–76.
- SZUNYOGH, G. 1989. Theoretical investigation of the development of spheroidal niches of thermal water origin – Second approximation. Proceedings of the 10th International Congress of Speleology, 3, Budapest, 766–768.
- ŠEBELA, S. 2008. Broken speleothems as indicators of tectonic movements. Acta Carsologica, 37/1, 51–62.
- TABOROŠI, D. – HIRAKAWA, K. – SAWAGAKI, T. 2005. Carbonate precipitation along a microclimatic gradient in a Thailand cave – continuum of calcareous tufa and speleothems. Journal of Cave and Karst Studies, 67, 1, 69–87.
- TRIMMEL, H. 1968. Höhlenkunde. Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 268 s.
- URATA, K. 2006. Light-oriented karst phenomena in Japan and Slovakia. Helictite, 39, 2, 70.
- VERBER, J. L. – STANSBERY, D. H. 1953. Caves in the Lake Erie Islands. The Ohio Journal of Science, 53, 6, 358–362.
- VIVIAN, R. – BOCQUET, G. 1973. Subglacial cavitation phenomena under the Glacier d'Argentière, Mont Blanc, France. Journal of Glaciology, 12, 66, 439–457.
- VÍTEK, J. 1980. Kořenové stalagmity v pískovcových jeskyních. Živa, 28, 3, 94.
- VÍTEK, J. 1981. Morfogenetická typizace pseudokrasu v Československu. Sborník ČSGS, 86, 3, Praha, 153–165.
- VLASCEANU, L. – SÂRBU, S. M. – ENGEL, A. S – KINKLE, B. K. 2000. Acidic Cave-Wall Biofilms Located in the Frasassi Gorge, Italy. Geomicrobiology Journal, 17, 2, 125–139.
- VÖLKER, CH. – VÖLKER, R. 1988. Gipskuppen und Gipsbuckel – Elemente der Sulfatkarstlandschaft. Mitteilungen des Karstmuseum Heimkehle, 19, Uftrungen, 19 s.
- VÖLKER, R. 1989. Die Kondenswasserkorrosion als höhlenraumbildender Faktor. Die Höhle, 40, 1, 1–10.
- WHITE, W. B. 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford Univ. Press, Oxford – New York, 464 s.
- WHITE, E. L. – WHITE, W. B. 1969. Processes of cavern breakdown. Bulletin of the National Speleological Society, 31, 4, 83–96.
- WILLIAMS, D. A. – KADEL, S. D. – GREELEY, R. – LESHER, C. M. – CLYNNE, M. A. 2004. Erosion by flowing lava: geochemical evidence in the Cave Basalt, Mount St. Helens, Washington. Bulletin of Volcanology, 66, 168–181.
- WINKELHÖFER, R. 1975. Stalagmitenförmige Wurzelbildungen in Sandsteinhöhlen. Der Höhlenforscher, 7, 2, 25–26.
- WOOD, C. 1977. The origin and morphological diversity of lava tube caves. In Ford, T. D. Ed. Proceedings of the 7th International Congress of Speleology, Sheffield, 440–444.
- WOOD, C. 1981. Exploration and Geology of Some Lava Tube Caves on the Hawaiian Volcanoes. Transactions of the British Cave Research Association, 8, 3, 111–129.
- WORTHINGTON, S. R. H. – FORD, D. C. 1995. High sulfate concentration in limestone springs: An important factor in conduit initiation? Environmental Geology, 25, 1, 9–15.
- WÓJCIK, Z. 1978. Yuong-tectonic deformations in the karst areas of Central Europe. Prace Muzeum Zemi, 28, 113–121.
- WRAY, R. A. L. 1997. A Global Review of Solutional Weathering Forms on Quartz Sandstones. Earth Science Reviews, 42, 3, 137–160.
- YOUNG, A. R. M. 1987. Salt as an agent in the development of cavernous weathering. Geology, 15, 10, 962–966.
- ZACHAROV, M. 1984. Výskum geologicko-štruktúrnych pomerov a deformácií v Jasovskej jaskyni. Slovenský kras, 22, 69–94.
- ZELINKA, J. 1997. Dôsledky mrazového zvetrávania Belianskej jaskyne. Slovenský kras, 35, 141–146.

S u m m a r y

Various endogenous, endo-exogenous and exogenous geodynamic or geomorphological processes cause the speleogenesis in different lithological, structural-tectonic, hydrographical, climatic and other natural conditions in the lithosphere. The origin and development of cave georelief is associated with the formation of speleogen and speleothen surfaces, i. e. denudation, denudation-accumulation and accumulation geomorphological forms. Within the framework of the presented basic classification of geomorphological processes in caves the categories of geomorphological processes are distinguished according to the background of relevant geomorphological factor that presents a material and energy bearer of geomorphological process, the relevancy of geomorphological factor to partial geospheres, the specification of the energy and matter of geomorphological factor and the process-creating conditions with a mechanism of processes.

Geomorphological processes associated with an origin and sculpturing of underground hollows and rock surfaces of bedrocks:

(1) Endogenous processes – tectonic movements and earthquake (fault movements – disjunctive and contractive movements, folding), magmatic processes (processes of intrusive magmatism – cooling and crystallization of magma; volcanic processes of extrusive magmatism – outflow lava from solidifying effusive lava formation, decrease of lava in drained routes to surface along eruptive fissures or through craters, release and leakage of volcanic gaseous exhalations, injections and deformation of uneven solidifying lava flows, dripping and trickling lava on walls from solidified lava, seismic shakes and deformations of rocks during volcanic explosions), geothermal exhalation processes (ice ablation by volcanic exhalation), geothermal hydrogen processes (corrosion of soluble rocks by hydrothermal waters of deep origin) and geothermal atmo-hydrogene processes (condensation corrosion caused by geothermal waters).

(2) Endogenous-exogenous processes – hydrogen processes (corrosion by mixing waters of deep hydrothermal and atmospheric origination, atmo-hydrogene processes (condensation corrosion caused by geothermal waters) and magma-hydrogene processes (combination of active eruption and thermal erosion of a highly soluble, very low viscosity natrocarbonatite lava – polygenetic spatter cone caves).

(3) Exogenous processes – lithogenic processes (subsurface processes near the surface – weathering, falled-out, exfoliation, breakdown; deeper subsurface processes – slope gravity movements, rock crack desintegration caused by evaporite diapirism, seismic shakes caused by isostatic decompression after melting of glacier; processes in underground hollows – breakdown), hydro-lithogenic processes (absorption processes – hydration, solvation), hydrogen processes (mechanical processes on nonsoluble rocks – flushing and fluvial processes, suffosion, sea abrasion; chemical processes – corrosion by normal atmospheric water, accumulation of chemogenous deposits; chemical-mechanical processes on soluble rocks – fluviokarst processes, suberosion, sea abrasion, dropping of seeping atmospheric water), hydro-glacial processes (ablation of ice caused by fluvial process), cryogenic processes (regelation – frost weathering; glacial processes – glacio-dislocation movements; nival processes – accumulation of snow), atmogenic processes (eolian processes; sublimation of ice by air circulation), atmo-hydrogene processes (condensation corrosion; corrosion along increase air bubbles), pyrogenic processes (cavities after the burn-out of combustible rocks), biogenic processes (zoogenic aquatic and terrestrial processes; phytogenic terrestrial processes), hydro-biogenic processes (biocorrosion) and anthropogenic processes (mechanical processes „in situ“ – excavation; mechanical processes initiated by human impacts – gravitational and thermic processes, liquation; chemical processes initiated by human impacts – solvation).

Geomorphological processes associated with an origin and sculpturing of cave fills:

(1) Endogenous processes – tectonic movements and earthquake (fault movements).

(2) Exogenous processes – lithogenic processes (processes in underground cavities – breakdown of bedrocks, gravitational desintegration and sliding of clay blocks), hydro-lithogenic processes (gravitational processes – flowing of saturated mud or mudflows, surface lowering and pressure deformation of flooded fine sediments; exsiccation – dehydration; coagulation physical-chemical processes – origin of vermiculations), hydrogen processes (mechanical processes on nonsoluble rocks – flushing and fluvial processes, suffosion, dropping of seeping atmospheric water; chemical processes – corrosion by normal atmospheric water, accumulation of chemogenous deposits; chemical-mechanical processes – combined corrosion and mechanical erosion processes on soluble rocks – fluviokarst processes, sea abrasion, dropping of seeping atmospheric water), hydro-glacial processes (glaciofluvial processes, ablation of ice caused by fluvial process, ablation of ice caused by dropping of seeping atmospheric water on ice surface in the ice-filled cave), cryogenic and glacial processes (regelation – frost weathering; glacial processes – accumulation of ice filling, glacio-dislocation movements, deposit deformation caused by pressure of ice filling), atmogenic processes (eolian processes; sublimation of ice by air circulation), biogenic processes (zoogenic aquatic and terrestrial processes; phytogenic terrestrial processes), hydro-biogenic processes (biocorrosion; precipitation

of carbonate speleothems controlled by biogenic processes) and anthropogenic processes (mechanical processes „in situ“ – excavation, construction, scarification of fine-grained sediment surface by foot-prints; mechanical processes initiated by human impacts – gravitational and thermic processes).

Several caves or forms of cave georelief originated by one geomorphological process – monogenetic formation (e. g. corrosion or crevice forms), another simultaneously by two or more equipollent geomorphological processes – polygenetic formation (e. g. crevice-corrosion forms) or step by step in following phases of remodeling of primary cavities by non-equipollent geomorphological processes – genetic varieties (e. g. corrosion-breakdown, fluviokarst-breakdown or fluviokarst-crevice forms). Many caves or their parts were originated during several developmental phases (e. g. phases of riverbed lowering in the fluviokarst passage with an origin of lateral channels and steps of river terraces).

From the point of view of the action of previous and recent geomorphological processes, several caves or their parts within the cave patterns are more or less heterogenous. Various morphological forms of cave georelief are relevant to natural conditions and processes of their origin and development. The annual course and intensity of geomorphological processes in caves are not stable, they change during seasons, successional dynamics and long-term evolution of cave geosystems. Short-term changes are related to the geographical location of caves within the framework of zonal differentiation of environmental conditions on the Earth's surface. Medium-term to long-term changes geomorphological processes correspond with changes of geoecological invariants of landscape systems and changes of landscape sphere during long-term geological evolution of areas. Several time changes of geomorphological processes are caused by human impacts.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	41 – 56	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	---------	------------------------

DISJUNKTÍVNE ŠTRUKTÚRY JUŽNÉHO OKRAJA JASOVSKÉJ PLANINY A ICH VPLYV NA VZNIK A VÝVOJ ENDOKRASU

MICHAL ZACHAROV

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Ústav geovied, Park Komenského 15, 042 00 Košice; michal.zacharov@tuke.sk

M. Zacharov: Disjunctive structures of the Jasov Plateau south border and their influence on the endokarst formation and development

Abstract: The contribution is about analysis of Jasov Plateau south border disjunctive structures. A purpose of the contribution is to try to resolve a relationship, influence and importance of the disjunctive structures in process of formation and development of endokarst. Information about fault structures on surface and mainly in endokarst events were obtained from an analysis of tectonic structures database. Four basic groups of fault structures were differentiated by methods of structural analysis. These four groups are dominant faults of NW – SE direction and faults of E – W, N – S and NE – SW directions. Upon kinematic indicators faults of all directions were divided into normal faults, reverse faults and strike-slip faults. Faults position and mainly faults character is evident from fault plain's diagrams in this contribution. Faults of NW – SE and E – W directions have cardinal importance for endokarst formation and development.

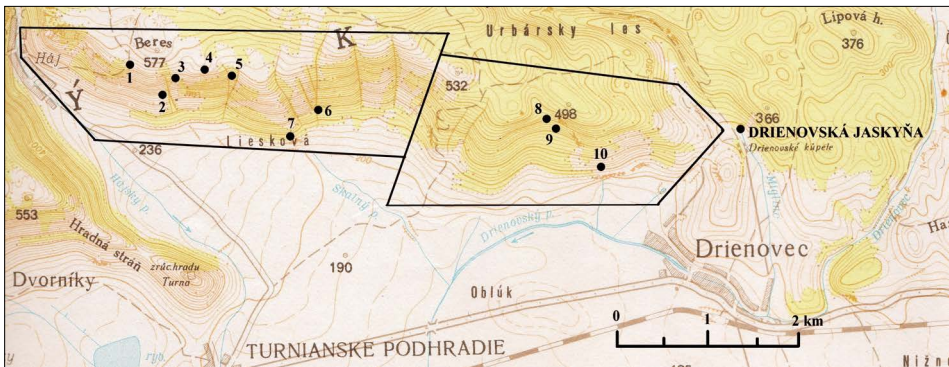
Key words: Slovak Karst, Jasov Plateau, geological structure, endokarst, disjunctive tectonics

1. ÚVOD

Vznik a vývoj krasových javov je jednoznačne podmienený charakterom tektonického porušenia horninových, najmä karbonátových masívov. V rámci riešenia grantovej úlohy VEGA č. 1/4030/07 sa vykonal výskum tektonických štruktúr v oblasti južného okraja Jasovskej planiny. Výskum bol zameraný na štúdium disjunktívnych štruktúr s cieľom pokúsiť sa objasniť ich vzťah, vplyv a význam pri vzniku a vývoji endokrasu. Výber a rozsah skúmaného územia na južnom okraji Jasovskej planiny (obr. 1) podmienila dobrá odkrytosť terénu, výskyt početných a výrazných disjunktívnych štruktúr, ako aj výskyt endokrasových javov.

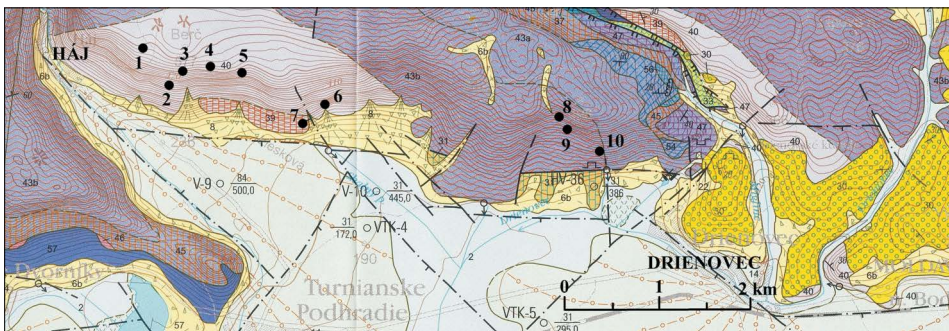
2. GEOMORFOLOGICKÉ ZAČLENENIE

Geomorfologicky (Mazúr et al., 1986) je územie súčasťou celku Slovenský kras a podcelku Jasovská planina, ktorá zaberá podstatnú časť územia. Menšiu časť zaberá celok Košická kotlina, podcelok Košická rovina, ktorá hraničí s Jasovskou planinou na jej južnom úpätí medzi obcami Háj a Drienovec (obr. 1 a 2). Podľa geomorfológie krasu (Jakál, 1993) je na území Jasovskej planiny vyvinutý horský typ planinového krasu, charakteristický 1. stupňom skrasovatenia s úplným vývojom exo- a endokrasu prevažne s autogénnym vývojom.



Obr. 1. Situačná mapa južného okraja Jasovskej planiny s vyznačením rozsahu jednotlivých častí a lokalizáciou endokrasových objektov. 1. Anjelská priepasť, 2. Kamenná tvár, 3. Fakír, 4. Hmlistá jaskyňa, 5. Kunia priepasť, 6. Trojramenná priepasť, 7. Skalistý potok, 8. Pavúčia jaskyňa, 9. Vyhňa a Šmykňa, 9. Jaskyňa v Drienovskom kameňolome

Fig. 1. Sketch map of Jasov Plateau south border with definition of particular parts range and with endokarst objects location. 1. Anjelská priepasť – abyss, 2. Kamenná tvár – cave, 3. Fakír – cave, 4. Hmlistá jaskyňa – cave, 5. Kunia priepasť – abyss, 6. Trojramenná priepasť – abyss, 7. Skalistý potok – cave, 8. Pavúčia jaskyňa – cave, 9. Vyhňa, Šmykňa – caves, 10. cave in Drienov quarry



Obr. 2. Geologická mapa skúmaného územia – výrez z Geologickej mapy Slovenského krasu 1 : 50 000, (Mello et al., 1996)

Vysvetlivky ku geologickej mape:

KVARTÉR: 2 – fluviálne sedimenty: nív riek – hlinité, hlinito-piesčité, ílovité; nív potokov – štrkovité, štrkovito-piesčité (holocén); 6a – deluviálne sedimenty: prevažne hlinité s úlomkami hornín; 6b – deluviálne sedimenty: hlinito-kamenité a kamenité (pleistocén); 8 – deluviálno-proluviálne (koluviálne) sedimenty: ronové a ospyové kužele (pleistocén); 14 – proluviálne sedimenty: štrky a zahlinené piesčité štrky náplavových kužeľov (pleistocén – würm); TERCIÉR: 30 – drienovské zlepence: karbonatické zlepence (vrchný oligocén – spodný miocén); 31 – šomodské súvrstvie: sivé laminované alebo masívne sladkovodné vápence (paleogén, eocén – oligocén); MEZOZOIKUM: 33 – miglinecké vápence: biele masívne vápence (krieda, senón: kampán); SILICIKUM: 39 – dachsteinské rífové a lagunárne vápence (trias, norik); 40 – waxenecké (tisoenské) vápence (trias, karn); 43a – wettersteinské rífové vápence (trias, ladin); 43b – wettersteinské lagunárne vápence (trias, ladin); 45 – steinalmské vápence (trias, anis); 47 – gutensteinské vápence (trias, najvyšší spat – anis); 54 – reiflinské a pseudoreiflinské vápence (trias, pelsón – kordevol); 56 – schreyeralmské vápence (trias, ilýr – fasan); 60 – bodvasilašské vrstvy: pestré pieskovce a bridlice (trias, griesbach – spodný namal);

Fig. 2. Geological map of research area – the crop from Geological map of Slovak Karst Mts., 1 : 50 000 (Mello et al., 1996).

Explanation to geological map:

QUATERNARY: 2 – fluvial sediments: of alluvial plains – loamy, loamy-sandy, clayey; of brook alluvium – gravelous, sandy-gravelous (Holocene); 6a – deluvial sediments: predominantly loamy with rock debris (Pleistocene); 6b – deluvial sediments: loamy-stony and stony (Pleistocene); 8 – deluvial-proluvial (coluvial) sediments: runn-off fans and talus piles; 14 – proluvial sediments: gravels and loamy sandy gravels of alluvial

fans (Pleistocene – Würm); TERTIARY: 30 – Drienovec Conglomerates: carbonatic conglomerates (Upper Oligocene – Lower Miocene); 31 – Šomody Formation: gray laminated or massive fresh water limestone (Paleogene, Eocene – Oligocene); MESOZOIC: 33 – Miglinc limestones: white massive limestones (Cretaceous, Senonian:Campanian); SILICICUM: 39 – Dachstein Riff and Lagoonal limestones (Triassic, Norian); 40 – Waxeneck (Tisovec) limestones (Triassic, Carnian); 43a – Wetterstein Riff limestones (Triassic, Ladinian); 43b – Wetterstein Lagoonal limestones (Triassic, Ladinian); 45 – Steinalm limestones (Triassic, Anisian); 47 – Gutenstein limestones (Triassic, Upermost Spathian – Anisian); 54 – Reifling and „Pseudoreifling“ limestones (Triassic, Pelsonian – Cordevolian); 56 – Schreyeralm limestones (Triassic, Illyrian – Fassanian); 60 – Bódvaszilás Beds: variegated sandstones and shales (Triassic, Griesbachian – Lower Nammalian)

3. GEOLOGICKÁ STAVBA SLOVENSKEHO KRASU V OBLASTI JUŽNÉHO OKRAJA JASOVSEJ PLANINY

Na geologickej stavbe územia Slovenského krasu sa zúčastňuje päť základných tektonických (paleoalpínskych) príkrovových jednotiek – silicikum, turnaikum, meliatikum, príkrov Bôrky a gemerikum (Mello et al., 1997). Ďalej sa na stavbe zúčastňujú lokálne výskyty vrchnokriedových sedimentov. Uvedené jednotky sčasti prekrývajú sedimenty kenozoika. Slovenský kras v oblasti Jasovskej planiny sa vyznačuje geologickou stavbou, na ktorej sa zúčastňujú všetky uvedené prvky.

Na geologickej stavbe skúmaného južného okraja Jasovskej planiny sa zúčastňujú len jednotky silicika, vrchnej kriedy, pokryvné sedimenty terciéru a kvartéru (obr. 2). Z hľadiska vzniku a vývoja krasu je najvýznamnejšou jednotkou silicikum. Je zastúpené triasom silického príkrovu, skupinou facií karbonátovej platformy, skupinou facií intraplatformových depresii a facií pelagických, resp. facií svahových a panvových (Mello et al., 1997). Na stavbe silického príkrovu sa v skúmanom území v rozhodujúcej miere zúčastňujú faciie karbonátovej platformy. Zastupujú ich tieto stredno- až vrchnotriasové typy karbonátov – gutensteinské, steinalmské vápence, wettersteinské rífové aj lagunárne vápence, waxenecké (tisovské) vápence a dachsteinské rífové a lagunárne vápence. Uvedené vápence tvoria podstatnú časť územia (obr. 2). Časť triasu je tvorená schreyeralmskými, reiflinskými a pseudoreiflinskými vápencami, patriacimi k svahovým a panvovým faciám stredného až vrchného triasu. Tvoria relatívne malé výskyty v ústí doliny Miglinc severozápadne od Drienovca. Vrchnú kriedu zastupujú masívne miglinecké vápence (kampán) v tektonickej pozícii takisto v doline Miglinc (Mello et al., 1997). Kenozoikum je tvorené pokryvnými sedimentmi paleogénu, neogénu a kvartéru. Paleogén je zastúpený šomodským súvrstvom (eocén – oligocén), z ktorého na povrchu vystupujú laminované a masívne sladkovodné vápence západne od Drienovca. Charakteristické sú najmä drienovské zlepenice (oligocén – miocén), ktoré sa nachádzajú v podobe denudačných zvyškov severne a severovýchodne od Drienovca. Kvartér (pleistocén – holocén) je tvorený delúviami zloženými z hlinito-kamenitých a kamenitých sedimentov, vytvárajúcich deluviálne plášte na úpätí svahov planiny. V menšej miere sú zastúpené koluviálne sedimenty, ktoré tvoria ronové a osypové kužele, zložené z kamenitých sedimentov. Vytvárajú rozsiahle akumulácie pri vyústení výrazných žľabov (obr. 1) vyvinutých na strmých svahoch ohraničujúcich Jasovskú planinu najmä východne od obce Háj. Zastúpené sú aj proluviálne sedimenty zložené zo štrkov a zahlinených piesčitých štrkov a fluviálne sedimenty nív potokov a riek, tvorené piesčitými štrkami. Pozícia, vzájomný vzťah, rozsah a základná litostratigrafia vyššie opísaných prvkov geologickej stavby je zrejmä z geologickej mapy (obr. 2).

Tektonická stavba územia je zložitá. Silicikum tvorené tektonickou príkrovovou jednotkou silického príkrovu je tu zastúpené dvomi čiastkovými jednotkami prepracovanými vrásovo-zlomovou tektonikou (Mello et al., 1997). Podstatná časť územia (od obce Háj až po Drienovec) je súčasťou silicko-turnianskej čiastkovej jednotky a menšia časť východne a severovýchodne od Drienovca patrí hačavsko-jasovskej jednotke. Hranicou medzi týmito jednotkami je významný rožňavský hlbinný zlom generálne SZ – JV smeru, ktorý prebieha dolinou Migline severne od obce Drienovec (obr. 2). V zóne zlomu sa vyskytujú prešmykové štruktúry, ktoré zásadným spôsobom ovplyvňujú distribúciu jednotlivých typov hornín jednotky silického príkrovu, ale aj vrchnej kriedy a terciéru. Na stavbe a formovaní južného okraja planiny sa významne podieľajú zlomové systémy. Sú to terciérne zlomové systémy SZ – JV, SV – JZ, V – Z smeru a zlomy S – J smeru (Mello et al., 1996, 1997; obr. 2). Južný okraj planiny v rozsahu skúmaného územia (obr. 1), ktorý má generálne východo-západný priebeh, je hlavne sformovaný zlomami V – Z smeru s úklonom k juhu. Tieto zlomy ohraničujú mezozoikum výrazne vystupujúcej vysokej kryhy Jasovskej planiny od sedimentov kenozoika turnianskej depresie. Celkový charakter ohraničenia okraja planiny dotvárajú diagonálne zlomy SZ – JV, SV – JZ a S – J smeru, ktoré segmentujú východo-západný priebeh okraja planiny a podmieniajú tak vznik blokovitej stavby (obr. 2).

4. ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA ENDOKRASU

Skúmané územie je rozdelené na východnú a západnú časť (obr. 1). Toto rozdelenie vyplynulo hlavne z rozmiestnenia endokrasových javov, ale aj ich predpokladaných a preukázaných spojení. Celkovo je v skúmanom území registrovaných a opísaných (Lešinský, 2002 a Bella et al., 2007) 19 endokrasových objektov. Z tohto počtu sa na výskum disjunktívnych štruktúr vybralo 11 endokrasových objektov. Ostávajúcich 8 sa pre neprístupnosť a nevhodnosť na štruktúrny výskum nespracovalo. V západnej časti územia sa vyskytuje 7 objektov (Anjelská priepať, Kamenná tvár, Fakír, Hmlistá jaskyňa, Kunia priepať, Trojramenná priepať a Skalísty potok) a vo východnej časti územia 4 objekty (Pavúčia jaskyňa, Vyhňa, Šmykňa a Jaskyňa v Drienovskom kameňolome). Pozíciu skúmaných endokrasových objektov schematicky znázorňuje obr. 1 a 2. Jaskyne Vyhňa a Šmykňa sa vyskytujú v bezprostrednej blízkosti a jednoznačne geneticky súvisia, preto sú na obr. 1 a 2 znázornené spolu ako 9. objekt. Stručná charakteristika uvedených krasových javov je v tabuľke 1. Charakteristiky sú spracované účelovo, so zameraním na údaje, ktoré môžu objasniť vplyv tektoniky na vznik a vývoj endokrasu. Údaje v tabuľke súvisiace s názvom, identifikačným číslom objektu (IČO), dĺžkou a hĺbkou sú prebraté podľa Bellu et al. (2007), Tencera (2009a, b) ostatné údaje sú výsledkom terénneho výskumu a prieskumu autora, spracovaných ústnych informácií a meraní členov Speleoklubu Cassovia. Štruktúrne údaje súvisiace s jaskynným systémom Skalístého potoka charakterizujú len jeho určitú časť. Vstupné časti systému po 1. sífón spracoval autor príspevku. V zmysle opisov a údajov z prieskumu (Hochmuth, 1988, 1989, 1992) boli interpretované tektonické štruktúry ovplyvňujúce vývoj časti systému tiahnuceho sa západným smerom pod úpäťm planiny po 20. sífón. Spracovaná je aj Jaskyňa v Drienovskom kameňolome, považovaná (Lešinský, 2002) už za neexistujúcu, pretože bola údajne zničená pri ťažbe. Údaje o tektonických štruktúrach v tejto jaskyni zaregistroval autor pri jej zameriavaní v roku 1985. Pri štúdiu disjunktívnej tektoniky v Drienovskom kameňolome v roku 2008 sa zistilo, že časť priestorov jaskyne sa zachovala.

Endokras v skúmanom území sa viazal len na horninový masív silicika – silického príkrovu. Karbonáty – sladkovodné vápence sa podieľajú aj na stavbe šomodského sú-

vrstvia severozápadne od Drienovca (obr. 2). Endokrasové javy sa v nich však dosiaľ nezistili. Všetky skúmané objekty sú viazané na územie svahu južného okraja Jasovskej planiny. Vstupné časti horizontálnych, vertikálnych a kombinovaných morfológických typov jaskýň sú vytvorené v oblasti morfológickej hrany planiny (Anjelská priepasť a Hmlistá jaskyňa) a hlavne v strednej a vrchnej časti svahov (obr. 1). Sporadicky sa vyskytujú na úpätí svahu, ako je to v prípade Trojramennej priepasti a Skalistého potoka. Vstup do systému Skalistého potoka bol vytvorený vyrazením asi 15 m dlhého štólne pri hydrogeologickom prieskume podnikom IGHP, n. p. Žilina v roku 1968 (Erdős, 1975).

Južné svahy Jasovskej planiny sú charakteristické výraznou sieťou žľabov a rýh, ktoré majú pri vyústení na úpätí vytvorené ronové kužele (obr. 1 a 2). Pre skúmané územie je typické, že vstupné otvory do endokrasových objektov sú často vytvorené v bočných skalných stenách žľabov a rýh (Anjelská priepasť, Kamenná tvár, Fakír, Kunia priepasť a Trojramenná priepasť, obr. 3). V menšej miere sa na svahoch vyskytujú skalné rebrá a chrby. Ďalej je pre tieto strmé svahy charakteristický výskyt priebežných otvorených ťahových puklín svahového odľahčenia v hornej časti svahov. Uvedené pukliny majú prevažne generálny smer V – Z, čiže sú paralelné so svahom (Zacharov, 2000). Svedčí to o tom, že tu dochádza k svahovým pohybom, ktoré patria do skupiny podpovrchového plazenia prevažne zastúpeného typom rozvoľňovania svahov a menej blokových pohybov. Rozvoľňovaním svahu krasového masívu Jasovskej planiny dochádza ku gravitačnej individualizácii blokov, ich rotácii, zaklíneniu a typické je roztváranie a rozširovanie puklín svahového odľahčenia v zóne rozvoľnenia. Opísané svahové pohyby v rôznom štádiu vývoja v kombinácii s tektonikou tak vytvárajú veľmi priaznivé podmienky na vznik a vývoj endokrasu okrem iného aj rozsadlinového typu. Z celkového počtu 10 objektov až sedem je zastúpených rozsadlinovo-koróznorútivým, rozsadlinovo-koróznym alebo rozsadlinovo-fluviokrasovo-koróznorútivým genetickým typom (tabuľka 1).

Všetky skúmané endokrasové objekty sú výrazne tektonicky predisponované bez ohľadu na jednotlivé genetické typy (tabuľka 1). Výrazne sa to prejavuje aj na orientácii a morfológii priestorov jednotlivých častí, resp. celého systému podzemných priestorov. Typickým príkladom je Kunia priepasť (obr. 4).

5. VPLYV DISJUNKTÍVNYCH ŠTRUKTÚR NA VZNIK A VÝVOJ ENDOKRASU

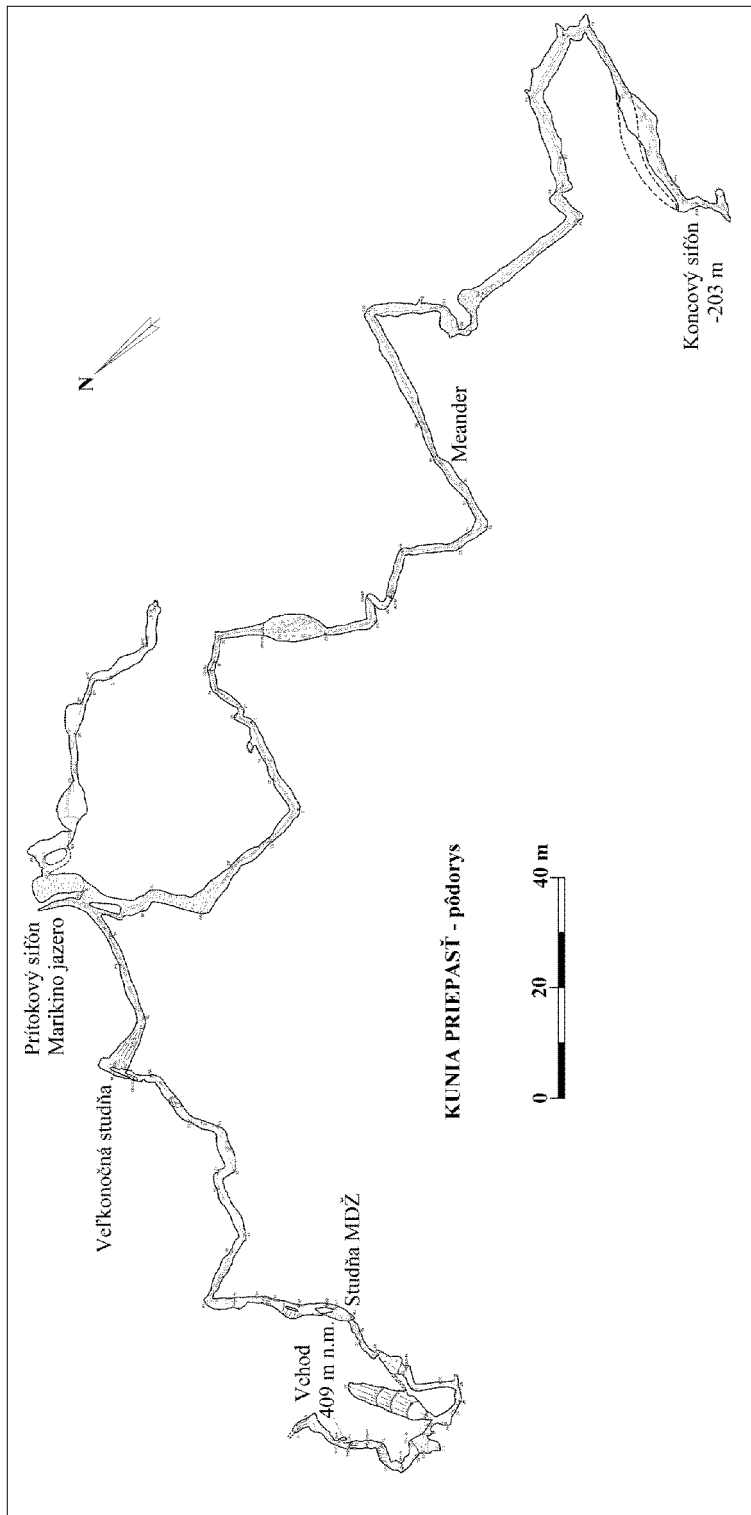
Vplyv tektonických štruktúr na charakter geologickej stavby a najmä na porušenosť horninového masívu je nepochybným faktom. Takisto aj konštatovanie, že vznik a vývoj krasových javov vo všeobecnosti významne podmieňuje tektonické porušenie



Obr. 3. Vstupný otvor do Anjelskej priepasti – objekt č. 1. Foto: M. Zacharov
Fig. 3. The entrance to Anjelská priepasť – abyss – object No. 1. Photo: M. Zacharov

Tabuľka 1. Základná charakteristika endokrasových objektov skúmaného územia
Table 1. Basic characteristic of endokarst objects in research area

Číslo objektu	Názov a IČO	Nad. výška m n.m.	Dĺžka [m]	Hĺbka [m]	Genetický typ	Morfologický typ	Horninové prostredie	Tektonická predispozícia smer/sklon disjunkčných štruktúr
1	Anjelská priepasť	525		31,5	koróznno-rútivý	vertikálny	waxenecké vápence	SZ – JV/JZ; V – Z/J
2	Kamenná tvár JP-82	410	26	16	rozsadlinovo-koróznno-rútivý	vertikálo-horizontálny	waxenecké vápence	SZ – JV/JZ; SV – JZ/SZ
3	Fakir JP-83	463		37	rozsadlinovo-koróznny	vertikálny	waxenecké vápence	SZ – JV/JZ ~ SV
4	Hmlistá jaskyňa JP-84	527	29		rozsadlinovo-koróznny	horizontálny	waxenecké vápence	V – Z/J; SZ – JV/SV; S – J/V
5	Kunia priepasť JP-50	420	813	203	rozsadlinovo-fluviokrasovo-koróznno-rútivý	vertikálo-horizontálny	waxenecké a dachsteinské vápence	V – Z/J; SZ – JV/SV ~ JZ SV – JZ/SZ, sporadicky S – J/V
6	Trojramenná priepasť JP-49	305		76	koróznno-rútivý	vertikálny	waxenecké vápence	SV – JZ/SZ; SZ – JV/JZ
7	Skalistý potok JP-51	210	6998	336	rozsadlinovo-fluviokrasovo-koróznno-rútivý	horizontálo-vertikálny	dachsteinské a waxenecké vápence	V – Z/J ~ S; SZ – JV/SV; SV – JZ/SZ, sporadicky S – J/V
8	Pavúčia jaskyňa JP-137	400	5		rozsadlinovo-koróznny	horizontálny	wettersteinské vápence	V – Z/J
9	Vyhňa JP-64 Šmykňa JP-65	423 425	19 28		koróznny koróznny	horizontálny horizontálny	wettersteinské vápence	SV – JZ/SZ SV – JZ/SZ; SZ – JV/SV ~ JZ
10	Jaskyňa v Drienovskom kameňolome JP-67		100	25	rozsadlinovo-koróznno-rútivý	vertikálny	wettersteinské vápence	SZ – JV/JZ



Obr. 4. Schematické zobrazenie pôdorysu Kunej priepasti (Podľa mapových podkladov Speleoklubu Cassovia upravil M. Zacharov, 2009)
 Fig. 4. Schematic image of ground plan of Kunia priepast – abyss (according to Speleoklub Cassovia, map background modified by M. Zacharov, 2009)

karbonátov – geneticky s ním súvisí, je v krasovej geológii plne akceptované. Výskum tektonických štruktúr v podzemných priestoroch má značný význam. Štruktúry, ktoré sa na povrchu „strácajú“ pod zvetranivým plášťom a vegetáciou, sú v podzemných priestoroch relatívne dobre sledovateľné. Pri posudzovaní vplyvu tektoniky sa zvyčajne dáva do súvisu orientácia a čiastočne morfológia priestorov s orientáciou – pozíciou (smer a sklon) tektonických, najmä disjunktívnych štruktúr. V súvislosti s disjunktívnymi štruktúrami je vhodné a potrebné venovať sa aj štúdiu ďalších parametrov (kinematických indikátorov), ktoré sú dôležité na zistenie kinematického charakteru štruktúr, a následne paleonapäťovej analýze. Štúdium disjunktívnych štruktúr v podzemných priestoroch zamerané aj týmto smerom môže poskytnúť cenné údaje, ktoré sú na povrchu zničené najmä zvetrávaním. Samozrejme, môže nastať aj situácia v opačnom zmysle. Využitie získaného súboru údajov má mnohostranné využitie napr. pri tvorbe geologických rezov, zisťovaní sukcesie zlomov a pod. Údaje z kinematickej analýzy a rekonštrukcie paleonapätí významne prispievajú k celkovému pochopeniu geologickej a tektonickej stavby a jej vývoja v jednotlivých časových obdobiach. Dobrá znalosť geologickej stavby a vývoja územia získaná aj vďaka výskumu endokrasu zase môže významne prispieť k dôkladnejšiemu pochopeniu jeho vzniku, vývoja a výskytu.

5. 1. ZÁKLADNÉ TEKTONICKÉ ŠTRUKTÚRY

Skúmanie disjunktívnych štruktúr južného okraja sa vykonalo od ústia Hájskej doliny až po ústie doliny Miglinc severne od obce Drienovec (obr. 1 a 2). Skúmala sa aj ostávajúca časť až po Moldavu nad Bodvou. Táto časť južného okraja však nebola spracovaná pre rozsiahle prekrytie mezozoika silicika pokryvnými sedimentmi kenozoika a hlavne pre minimálny výskyt tektonických štruktúr vhodných na spracovanie. Disjunktívne štruktúry sa skúmali a spracovali vo vyššie vyčlenených dvoch častiach na povrchu a v podzemných priestoroch jednotlivých krasových objektov (tabuľka 1). V predkladanom príspevku je spracovaná len tá časť disjunktívnych štruktúr, ktorá sa zistila na povrchu terénu do vzdialenosti – okruhu 150 až 200 m od vchodu, resp. ústia krasových objektov. Štruktúry zistené v endokrasových objektoch sú spracované všetky. Orientácia štruktúr sa zisťovala meraním smeru sklonu a veľkosti sklonu zlomových plôch. Systematicky sa zisťoval aj kinematický charakter zlomov (smer a zmysel pohybov blokov oddelených zlomom). Smer sa zisťoval pomocou ryhovania (striácií) na tektonických zrkadlách a zmysel pohybu štúdiom akrečných minerálnych stupňov, prípadne stôp mechanického vtláčania. Namerané hodnoty sa vyhodnotili formou sumárnych tektonogramov veľkých oblúkov smerov sklonov zlomových plôch a smerov sklonov lineácií ryhovania s vyznačením orientácie zmyslu pohybu v stereografickej projekcii na spodnú pologuľu.

Základnou tektonickou štruktúrou skúmanej oblasti je silicko-turnianska čiastková jednotka silického príkrovu. Jej prepracovanie vrásovými štruktúrami (Bystrický et al., 1962) generálne V – Z smeru bolo takisto predmetom štruktúrnych štúdií. Zvrásnenie je evidentne preukázateľné najmä v oblasti západných svahov doliny Miglinc, avšak analýza a popis vrásových štruktúr vo vzťahu k endokrasu sú neúčelné a značne presahujú tematické zameranie tohto príspevku. Šomodské súvrstvie je tiež intenzívne prevrásnené, ale vrásová stavba je známa len zo starých banských diel (Papp, 1915) a vrtov (Vass et al., 1994). Vo vápencoch šomodského súvrstvia vystupujúcich na povrchu (obr. 2) sa dosiaľ vrásové štruktúry nezistili. Dominantnými tektonickými štruktúrami sú disjunktívne zlomové štruktúry (obr. 2). Zlomy, resp. zlomové systémy formujúce

južný okraj skúmaného úseku Jasovskej planiny sú štruktúry, ktoré sa hlavne podieľali na tvorbe príľahlej významnej turnianskej depresie. Ich orientácia, vzájomná sukcesia a aj funkcia pre geologickú stavbu širšieho regiónu je viac-menej známa (Vass et al., 1994). Tieto zlomy z depresie ďalej prechádzajú do krasového masívu Jasovskej planiny a významne postihujú najmä jej okrajové časti.

Analýza štruktúrnych údajov

Štruktúrnou analýzou nameraných dát v skúmanej oblasti sa zistilo, že zlomové štruktúry predstavujú rozsiahlu polygenetickú asociáciu. Obidve časti južného okraja, východná aj západná, majú jednotný charakter tektonického prepracovania zlomovými štruktúrami. Tento fakt jednoznačne vyplýva z porovnania zlomových štruktúr v súmárnych tektonogramoch z endokrasových objektov (obr. 7, 9, 11) a zlomových štruktúr na povrchu v ich širšom okolí (obr. 8, 10, 12). Na zlomových plochách sa sporadicky vyskytujú relikty výrazne skrasovatených tektonických zrkadiel so stopami ryhovania.



Obr. 5. Významný zlom SZ – JV smeru ($224/74^\circ$) – dextrálny pokles, kameňolom severozápadne od obce Drienovec

Fig. 5. Significant fault with of NW – SE direction ($224/74^\circ$) – dextral oblique slip fault, quarry situated NW from a village Drienovec



Obr. 6. Zlom V – Z smeru ($178/80^\circ$) s výraznými lineáciami ($90/15^\circ$) – sinistralný pokles, kameňolom severozápadne od obce Drienovec

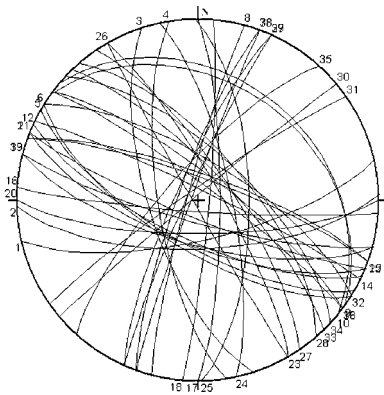
Fig. 6. Fault of N – W direction ($224/74^\circ$) – with marked lineations ($90/15^\circ$) – sinistral oblique slip fault, quarry situated NW from the village Drienovec

Na definovanie kinematického charakteru zlomov boli len reliktné zachované indikátory vo všeobecnosti málo preukazné. Tento problém však pomohol vyriešiť lom severozápadne od obce Drienovec vo východnej časti územia. V lome na značnej ploche a vo výškovom intervale 85 m sú zlomy rozsiahle odkryté a majú dobre zachované kinematické indikátory (obr. 5, 6, 12). V lome zistená a analyzovaná početná asociácia zlomov predstavuje jednotlivé reprezentatívne skupiny zlomov, vyskytujúce sa v celom rozsahu skúmaného južného okraja územia (obr. 13, 14, 15).

Analýzou orientácie boli vyčlenené nasledujúce, skupiny zlomov charakterizujúce disjunktívne štruktúry skúmaného územia:

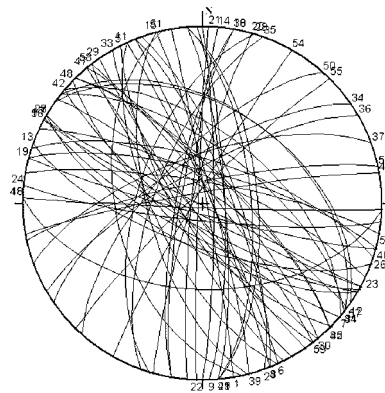
- zlomy SZ – JV smeru so sklonom na SV aj JZ,
- zlomy V – Z smeru so sklonom na S aj J,
- zlomy S – J smeru so sklonom na Vaj Z,
- zlomy SV – JZ smeru so sklonom na SZ, sporadicky JV.

Dominantnou skupinou sú zlomy na SZ – JV smeru. Zlomové plochy sú zvlnené a dosahujú azimutálnu disperziu $\pm 20^\circ$ od základného smeru. Sklon zlomov je veľmi strmý ($65 - 80^\circ$), prevažne k JZ, v menšej miere ($58 - 80^\circ$) k SV, a lokálne sú zlomy



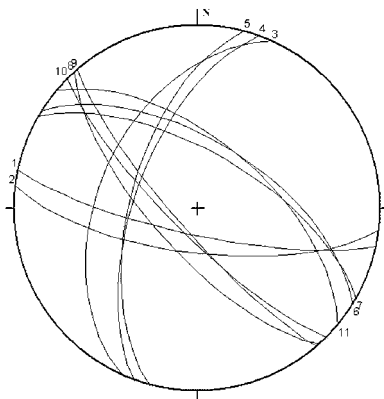
Obr. 7. Tektonogram zlomových štruktúr endokrasových objektov západnej časti územia. Počet meraní: 39

Fig. 7. Fault plain's diagrams of fault structures in endokras objects in western part of research area. Number of measurements: 39



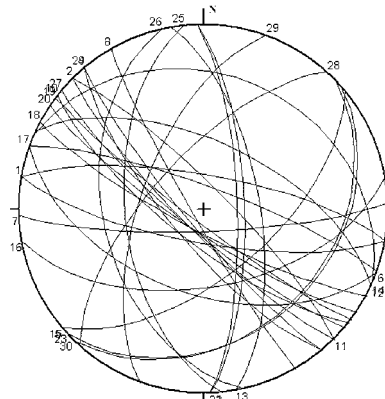
Obr. 8. Tektonogram povrchových zlomových štruktúr západnej časti územia. Počet meraní: 59

Fig. 8. Fault plain's diagrams of surface fault structures in western part of research area. Number of measurements: 59



Obr. 9. Tektonogram zlomových štruktúr endokrasových objektov východnej časti územia. Počet meraní: 11

Fig. 9. Fault plain's diagrams of fault structures in endokras objects in eastern part of research area. Number of measurements: 11



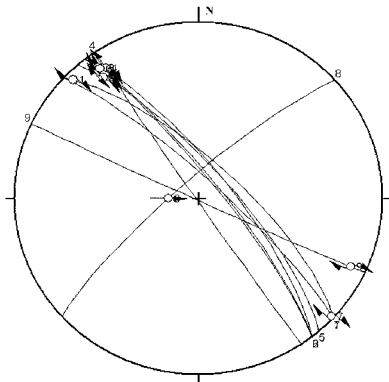
Obr. 10. Tektonogram povrchových zlomových štruktúr východnej časti územia. Počet meraní: 30

Fig. 10. Fault plain's diagrams of surface fault structures in eastern part of research area. Number of measurements: 30

aj subvertikálne (84 – 89°). Veľmi zriedkavé sú „plytké“ sklony (32 – 39°). Zlomy sú sprevádzané zónami tektonických brekcií, zvyčajne dosahujúcich hrúbku 10 až 30 cm. Zóny brekcií však dosahujú aj hrúbku niekoľko metrov a smerný dosah desiatky metrov. Najmohutnejšie zóny brekcií sú vyvinuté na zlomoch sklonených k JZ. V blízkosti povrchu sú zóny brekcií rozsiahle skrasovatené a vyplnené terra rossami.

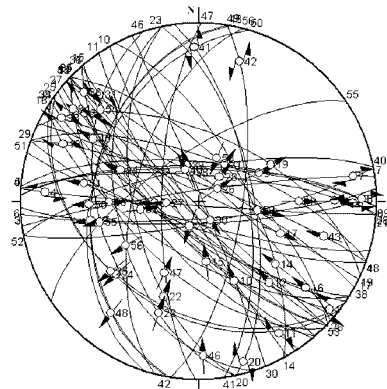
V rámci tejto skupiny sa vyčlenili tieto genetické skupiny zlomov (obr. 7 až 12 a 13):

1. zlomy SZ – JV smeru so sklonom na JZ – poklesové i prešmykové štruktúry,
2. zlomy SZ – JV smeru so sklonom na SV – poklesové i prešmykové štruktúry,
3. zlomy SZ – JV smeru so sklonom na JZ – posunové štruktúry,
4. zlomy SZ – JV smeru so sklonom na SV – posunové štruktúry.



Obr. 11. Tektonogram zlomových štruktúr s kinematickými indikátormi vo vstupných častiach systému Skalístého potoka. Počet meraní: 9

Fig. 11. Fault plain's diagrams of fault structures in entrance parts of Skalísty potok – cave system with kinematic indicators. Number of measurements: 9



Obr. 12. Tektonogram povrchových zlomových štruktúr s kinematickými indikátormi východnej časti územia. Počet meraní: 56

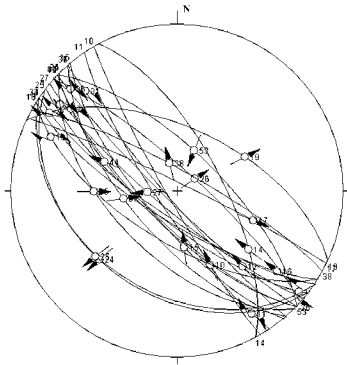
Fig. 12. Fault plain's diagrams of surface fault structures of eastern part of research area with kinematic indicators. Number of measurements: 56

Skupina 1 z hľadiska početnosti mierne prevláda. V tejto skupine zlomov z hľadiska kinematickej klasifikácie sa vyskytujú prevažne šikmé dextrálne i sinistrálne prešmyky. Zastúpené sú aj šikmé dextrálne poklesy (obr. 5 a 13). V dôsledku výskytu zlomov rovnakej orientácie so zastúpením prešmykov a poklesov je pravdepodobné, že vznikali pri rôznych režimoch napätového poľa horninového masívu. V skupine 2, ktorá sa od predchádzajúcej líši opačným sklonom, je charakter zlomov podobný. Zastúpené sú šikmé dextrálne i sinistrálne prešmyky a takisto poklesy (obr. 13). Je zaujímavé, že zlomy skupiny 1 a 2 s „plytkými“ sklonmi sú skoro „čistými“ poklesmi na rozdiel od vyššie opísaných zlomov. Zaujímavou je 3 a 4 skupina, ktorá má charakter dextrálnych smerných posunov. V jednom prípade sa zistil aj sinistrálny posun. Všetky zlomy charakteru posunov sú veľmi strmé až subvertikálne a ich sklon varíruje v rozpätí 73 – 89° k JZ, ale aj SV. Podľa štúdia charakteru zlomových plôch, najmä ich azimutálnej disperzie a variability sklonu, je možné konštatovať, že ide len o jednu monogenetickú skupinu zlomov charakteru posunov. Ojedinelý výskyt sinistrálneho posunu naznačuje možnosť dočasnej zmeny stavu napätového poľa v procese vývoja posunovej štruktúry.

Významne je zastúpená skupina zlomov V – Z smeru s azimutálnou disperziou $\pm 15^\circ$ od základného smeru (obr. 7 až 12). Sklon zlomov je veľmi strmý (72 – 80°) k S a (68 – 80°) k J a lokálne sú zlomy aj subvertikálne (85 – 88°). Sporadicky sa vyskytli relatívne „plytké“ sklony (50 – 52°), výlučne s orientáciou k juhu. Uvedené zlomy správajú zóny brekcií, ktoré dosahujú hrúbku len do 50 cm. Aj táto skupina je zastúpená viacerými genetickými skupinami (obr. 14):

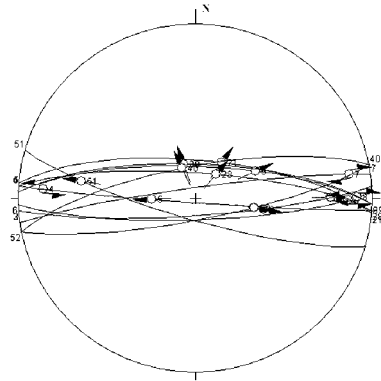
1. zlomy V – Z smeru so sklonom na J a S – poklesové štruktúry,
2. zlomy V – Z smeru so sklonom na J a S – posunové štruktúry.

Prevládajúcou je skupina 1, ktorá podľa analýzy predstavuje šikmé dextrálne i sinistrálne poklesy (obr. 6 a 14). Je to skupina, ktorá predstavuje zlomy V – Z smeru so zistenou variabilitou sklonu $\pm 22^\circ$ od vertikálnej roviny. Táto variabilita sčasti súvisí so zvlne-
ním povrchu zlomových plôch v smere aj po sklone. Zo štúdia v teréne však vyplýva, že orientáciu zlomových plôch (smer a sklon) významne ovplyvnilo priečne rozsegmentovanie týchto zlomov. V dôsledku takéhoto vývoja sú jednotlivé oddelené časti



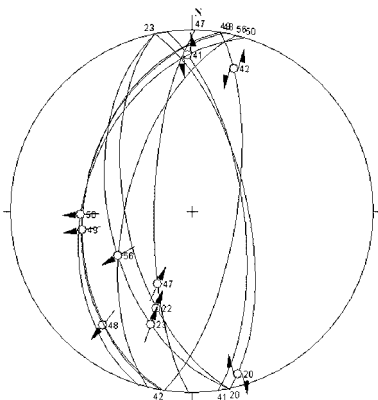
Obr. 13. Tektonogram povrchových zlomov SZ – JV smeru s kinematickými indikátormi. Počet meraní: 22

Fig. 13. Fault plain's diagrams of NW – SE direction surface faults with kinematic indicators. Number of measurements: 22



Obr. 14. Tektonogram povrchových zlomov V – Z smeru s kinematickými indikátormi. Počet meraní: 11

Fig. 14. Fault plain's diagrams of E – W direction surface faults with kinematic indicators. Number of measurements: 11



Obr. 15. Tektonogram povrchových zlomov S – J smeru s kinematickými indikátormi. Počet meraní: 10

Fig. 15. Fault plain's diagrams of N – S direction surface faults with kinematic indicators. Number of measurements: 10

pôvodne súvislej zlomovej štruktúry smerovo aj sklonovo rotované. Je to monogenetická skupina zlomov charakteru poklesov a prítomnosť indikátorov poukazujúcich na šikmé dextrálne aj sinistrálne poklesy svedčí o ich vzniku v rôznych napäťových stavoch. Skupinu 2 tvoria štruktúry charakteru posunov. Reprezentuje ich monogenetická skupina dextrálnych posunov V – Z smeru so strmým sklonom na J, resp subvertikálnych a monogenetická skupina sinistrálnych posunov V – Z smeru so strmým sklonom na S (obr. 14).

- Ďalšou početnou skupinou zlomov sú zlomy S – J smeru s azimutálnou disperziou $\pm 20^\circ$ od základného smeru (obr. 7 až 12). Sklon zlomov je prevažne veľmi strmý ($55 - 80^\circ$) k Z a ($65 - 80^\circ$) k V a lokálne sú zlomy aj subvertikálne ($82 - 88^\circ$). Vyskytujú sa i relatívne „plytké“ sklony ($40 - 52^\circ$), výlučne s orientáciou k západu. Zlomy sprevádzajú zóny brekcií dm hrúbok. Sú tu zastúpené dve skupiny (obr. 15):
1. zlomy S – J smeru so sklonom na V aj Z – poklesové i prešmykové štruktúry,
 2. zlomy S – J smeru so sklonom na V – posunové štruktúry.

Zlomy zo skupiny 1 prevládajú. Sú zastúpené monogenetickou skupinou šikmých dextrálnych prešmykov. Uvedené zlomy majú strmý sklon k západu. Ďalšou monogenetickou skupinou sú šikmé sinistrálne poklesy s variabilitou sklonu v rozpätí $40 - 60^\circ$, takisto k západu (obr. 15). Vzhľadom na orientáciu zlomov v týchto skupinách je pravdepodobné, že ich vznik spolu súvisí a jednotlivé monogenetické skupiny reprezentujú

časovo a hlavne napäťovo odlišné stavy. Skupinu 2 tvoria štruktúry charakteru posunov. Reprezentuje ich monogenetická skupina sinistrálnych posunov S – J smeru so strmým sklonom na východ. V jednom prípade sa zistil aj dextrálny posun (obr. 15), pre ktorý platí analogický záver ako pri opise SZ – JV štruktúr.

Posledná, 4. skupina, zlomy SV – JZ smeru, sú relatívne málo zastúpené (obr. 7 až 12). Ich podstatná časť je strmo sklonená (60 – 80°) k SZ a aj subvertikálna (85 – 88°). Len ojedinele majú tieto zlomy sklon k JV v rozpätí 30 – 58° k JV. Kinematická klasifikácia tejto skupiny zlomov sa nevykonala pre nedostatok spoľahlivých indikátorov. V súvislosti s tektonickou analýzou blízkej Drienovskej jaskyne (Zacharov, 2008) a uzávermi o tektonike priľahlej turnianskej depresie (Vass et al., 1994), časť opisovaných zlomov určite patrí do skupiny sinistrálnych smerných posunov. Sú s vysokou pravdepodobnosťou súčasťou skupiny zlomov stotožňovaných so zlomovou zónou Darnó.

Uvedené zlomové štruktúry sa výrazne podieľajú na formovaní južného okraja Jasovskej planiny v skúmanom úseku. Chronologický vývoj (v predpokladanom rozpätí spodný miocén až pleistocén) tejto rozsiahlej asociácie zlomov je zložitý a väčšina zlomov bola viacnásobne reaktivovaná v rôznych napäťových stavoch. Charakteristickým javom, ktorý na to poukazuje, je preukázanie prešmykových, poklesových a posunových štruktúr na skupinách zlomov rovnakej orientácie. Na základe vzájomných vzťahov je možné za najmladšie z hľadiska aktivity (pleistocén) považovať zlomy V – Z smeru. Tieto zlomy, ktoré výrazne ohraničujú južný okraj planiny, sú priečne segmentované ostatnými tromi vyčlenenými skupinami. To by znamenalo však ich staršie založenie. Dosiaľ uvedené fakty nepredstavujú nové údaje, pretože analogický uzáver sformuloval už Vass et al. (1994). V rámci tejto skupiny zlomy V – Z smeru so sklonom na J charakteru poklesov sú mladšie ako zlomy V – Z smeru so sklonom na S charakteru poklesov a posunov. Ich aktivita prebiehala v jednotlivých segmentoch, čiže až po porušení skôr vytvoreného V – Z systému pravdepodobne terciérneho veku posunového charakteru. Takisto je možné uvažovať aj o tvorbe V – Z zlomov len v rámci segmentov stavby už skôr vytvorených priečnou tektonikou. O niečo staršou skupinou sú zlomy S – J smeru, ktoré porušujú zlomy SZ – JV smeru a zlomy SV – JZ smeru. Aj v prípade týchto zlomov sú prešmykové štruktúry staršie ako poklesové. Úloha týchto zlomov z hľadiska segmentácie je významnejšia, ako sa javí na geologickej mape. Ďalšie v poradí sú zlomy SZ – JV smeru, ktoré predstavujú najpočetnejšiu skupinu zlomov skúmaného územia. Uvedené zlomy najmä SZ – JV smeru so sklonom na JZ – poklesové štruktúry významne ovplyvnili vývoj reliéfu elevácie Jasovskej planiny a priľahlej turnianskej depresie. Najstaršou skupinou sú zlomy SV – JZ smeru. Zlomy tejto skupiny je možné porovnávať s výraznou tektonickou líniou Darnó (Vass et al., 1994), ktorá sem prichádza z Maďarska a na južnom okraji Jasovskej planiny v oblasti medzi Turňou nad Bodvou a Moldavou nad Bodvou sa končí. Načrtnuté chronologické zaradenie skupín zlomov je orientačné a ani zďaleka ho nemožno vzhľadom na množstvo nedoriešených problémov považovať za uspokojivé.

Na základe sledovania zlomových štruktúr je možné konštatovať, že v oblasti morfolologickej hrany planiny sa strácajú. Z toho sa by sa dalo usudzovať, že tu po prechode z oblasti turnianskej depresie v horninovom masíve karbonátov postupne zanikajú. Takýto koncept tektonickej stavby evokuje aj geologická mapa (Mello et al., 1996). Je možné, že časť zlomových štruktúr naozaj zaniká. Avšak podstatná časť zlomových štruktúr, ako to dokazuje prebiehajúci speleologický prieskum Kunej priepasti a systému Skalitého potoka, pokračuje ďalej priebežne do masívu. Ich „neprítomnosť“ na povrchu je dôsledok ich prekrytia krasovými zvetraninami a vegetáciou.

5. 2. VÄZBA ENDOKRASU NA DISJUNKTÍVNE ŠTRUKTÚRY

Výskyt a konkrétny charakter tektonických štruktúr je základným faktorom, ktorý predisponoval vznik endokrasu skúmaného územia. Na základe porovnania údajov o tektonických štruktúrach zistených vo vnútri horninového masívu, na ktoré sa viažu endokrasové javy, a tektonických štruktúr zistených na povrchu skúmaného územia vyplýva, že sú zhodné. Vhodnosť jednotlivých skupín zlomov v procese krasovatenia na vznik a vývoj endokrasového objektu je podmienená množstvom ďalších, vzájomne sa ovplyvňujúcich faktorov. Zo skúmaného vzťahu tektonických štruktúr z hľadiska výskytu, orientácie a celkového charakteru priestorov endokrasu vyplýva, aký vplyv majú na ich vznik a vývoj (tabuľka 1). Významnosť zistených a analyzovaných tektonických štruktúr vyjadruje ich postavenie v tabuľke 1. Uvádzané zlomové štruktúry sú zoradené v poradí od dominantných až po sporadické. Vyjadruje to ich početné zastúpenie v skúmanom endokrasovom objekte, význam pri tvorbe priestorov a zároveň aj ich orientáciu. Vzhľadom na výrazný rozdiel v počte endokrasových objektov, ale aj ich celkový rozsah analyzované údaje skôr charakterizujú západnú časť. Napriek tomu sa domnievam, že preukázaný jednotný charakter tektonického prepracovania územia vo výraznej miere podmieňuje aj obdobný vývoj endokrasových objektov v oboch častiach skúmaného územia.

Pre vznik a vývoj endokrasu celého skúmaného územia majú zásadný význam zlomy SZ – JV a V – Z smeru. Zlomy SZ – JV smeru, ako vyplýva z vyššie uvedenej analýzy, sú dominantné. V súvislosti s väzbou endokrasu sa zistili vo väčšine endokrasových objektov (obr. 7, 9, 11; tab. 1). Vytvorené priestory sa viažu na zlomy veľmi strmé (65 – 80°) so sklonom k JZ a k SV a lokálne sú zlomy aj subvertikálne (84 – 89°). Zlomy sú sprevádzané zónami tektonických brekcií. Najmohutnejšie zóny brekcií sú vyvinuté na zlomoch uklonených k JZ. Aj keď s výnimkou vstupných častí jaskynného systému Skalistého potoka sa nezistili spoľahlivé kinematické indikátory, v skúmaných endokrasových objektoch je možné predpokladať, že sú prednostne viazané na „otvorené“ štruktúry. Takémuto predpokladu z tejto skupiny zlomov vyhovujú šikmé dextrálne poklesy so sklonom k JZ, ale aj šikmé dextrálne i sinistrálne poklesy so sklonom k SV charakteru tenzných štruktúr. Dôležitú úlohu určite zohrali aj veľmi strmé, až subvertikálne dextrálne smerné posuny sprevádzané rozsiahle porušenými zónami karbonátov.

Zlomy V – Z smeru boli vyššie uvedenou štruktúrnou analýzou označené ako druhá najvýznamnejšia skupina (obr. 7, 9). Z hľadiska vzniku a vývoja endokrasu je však táto skupina najdôležitejšia. Aj keď je dominantná len v štyroch objektoch (tabuľka 1), jej dôležitosť významne vzrastá v súvislosti s najväčšími a najdôležitejšími endokrasovými systémami územia Skalistým potokom a Kuňou priepasťou (obr. 4). V smere opisovaných zlomov je vyvinutých podstatné množstvo ich priestorov (Hochmuth, 1988, 1989, 1992; Thuróczy a Erdős, 1988). Pravdepodobne rozhodujúcu úlohu pri vzniku endokrasu mala skupina tenzných zlomov charakteru šikmých dextrálnych aj sinistrálnych poklesov so sklonom na J a S. Sú to zlomy s veľmi strmým sklonom (68 – 80°) k S a J a lokálne sú zlomy aj subvertikálne. Sú sprevádzané zónami brekcií. Aj v tejto skupine sa vyskytujú posunové štruktúry typu dextrálnych posunov so strmým sklonom na J, resp. subvertikálnych a skupina sinistrálnych posunov so strmým sklonom na S.

Zlomy SV – JZ smeru, ako sa už konštatovalo sú v území celkovo málo zastúpené. Jednoznačne sa však podieľajú na vzniku a vývoji endokrasu (obr. 7, 9 11; tabuľka 1).

Endokras sa vytvára na strmo sklonených zlomoch (60 – 80°) k SZ a až subvertikálnych zlomoch. V miestach ich výskytu sa zvyčajne výrazne mení orientácia priestorov.

Zlomy S – J smeru napriek ich podstatne vyššiemu zastúpeniu sa uplatňujú pri tvorbe endokrasu len sporadicky v porovnaní s ostatnými skupinami (obr. 7, 9). Sklon zlomov je prevažne veľmi strmý (55 – 80°) k Z i V a lokálne sú zlomy aj subvertikálne. Z vyčlenených skupín sa v endokrasových objektoch zistili S – J zlomy so sklonom k Z. Z hľadiska tvorby endokrasu sú prednostne využívané štruktúry otvorené – ťahové, a tomu zodpovedajú šikmé sinistrálne poklesy so sklonom k Z (obr. 15). V tejto skupine sa zistili aj zlomy so strmým sklonom k V a tie určite sčasti predstavujú sinistrálne posuny, ktoré sa pravdepodobne podieľali na tvorbe endokrasu skúmaného územia.

Poďakovanie. Výskum disjunktívnej tektoniky sa uskutočnil s podporou projektu Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied VEGA r. č. 1/4030/07.

LITERATÚRA

- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLÚBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky. (stav k 30. 6. 2007). Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Správa slovenských jaskýň, Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 364 s.
- ERDŐS, M. 1975. Dokumentácia a registrácia povrchových a podzemných krasových foriem Slovenského krasu (Jasovská planina). Manuskript, Záverečná správa, MSK Liptovský Mikuláš – pracovisko Košice, Košice, 73 s.
- HOCHMUTH, Z. 1988. Ako ďalej v jaskyni Skalitý potok? Spravodaj SSS, 19, 1–2, 3–9.
- HOCHMUTH, Z. 1989. Výsledky speleopotápačského prieskumu jaskyne Skalitý potok. Slovenský kras, 27, SSS Liptovský Mikuláš, 3–16.
- HOCHMUTH, Z. 1992. Novšie poznatky z prieskumu jaskyne Skalitý potok a morfológia častí objavených v rokoch 1989 – 1990. Slovenský kras, 30, SMOPaJ Liptovský Mikuláš, 3–15.
- JAKÁL, J. 1993. Geomorfológia krasu Slovenska, Mapa 1 : 500 000. Slovenský kras – Acta Carsologica Slovaca 31. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 13–28.
- LEŠINSKÝ, G. 2002. Výsledky speleologickej inventarizácie na Jasovskej planine v Slovenskom krase. Slovenský kras – Acta Carsologica Slovaca 40. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 137–173.
- MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. – BALATKA, B. – LOUČKOVÁ, J. – SLÁDEK, J. 1986. Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Slovenská kartografia, n. p. Bratislava.
- MELLO, J. – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPKO, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. 1996. Geologická mapa Slovenského krasu 1 : 50 000. MŽP SR, GS SR Bratislava.
- 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 1 : 50 000. Vydavateľstvo D. Štúra, Bratislava, 255 s.
- PAPP, K. 1915. Magyar Birodalom vasércés köszénkészlete. Budapest, Franklin – Társulat nyomdája, 1964.
- TENCER, J. 2009a. Tabuľka najdlhších jaskýň na Slovensku stav, k 1. 4. 2009. Spravodaj SSS, 40, 1, Liptovský Mikuláš, s. 40.
- TENCER, J. 2009b. Tabuľka najhlbších jaskýň na Slovensku stav, k 1. 4. 2009. Spravodaj SSS, 40, 1, Liptovský Mikuláš, s. 41.
- THURÓCSY, J. – ERDŐS, M. 1988. Kunia priepať – 203 m, nová rekordná hĺbka v Slovenskom krase. Slovenský kras, 26, SSS Liptovský Mikuláš, 25–32
- VASS, D. – ELEČKO, M. – HORSKÁ, A. – PETRIK, F. – BARKÁČ, Z. – MELLO, J. – VOZÁROVÁ, A. – RADOČZ, G. – DUBÉCI, B. 1994. Základné értý geológie turnianskej depresie. Geologické práce, Správy 99, GÚDŠ, Bratislava, 7–22.
- ZACHAROV, M. 2000. Geologická stavba východnej časti Slovenského krasu a jej vplyv na vznik endokrasu. Slovenský kras – Acta Carsologica Slovaca 38, SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 7–17.
- ZACHAROV, M. 2008. Výskum disjunktívnej tektoniky Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. Slovenský kras – Acta Carsologica Slovaca 46, č. 2, SMOPaJ a ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš, 287–300.

DISJUNCTIVE STRUCTURES OF THE JASOV PLATEAU SOUTH BORDER AND THEIR INFLUENCE ON THE ENDOKARST FORMATION AND DEVELOPMENT

S u m m a r y

A research of tectonic structures in area of Jasov Plateau south border was performed within solving of grant task VEGA No. 1/4030/07. The research was aimed at study of the disjunctive structures. The goal of the research was to try to resolve relation, influence and importance of the disjunctive structures in process of endokarst formation and development.

The units of silicikum, Upper Cretaceous, Tertiary and Quaternary mantle sediments take part on geological composition of study area on Jasov Plateau south border (Fig. 2). In terms of karst formation and development there is the most important silicikum unit. Silicikum unit is represented by Triassic Silica nappe – group of carbonate platform facies, group of intraplateau depressions and pelagic facies. The study area is divided into eastern and western part (Fig. 1). Mentioned dividing is based on location of endokarst events and their expected and documented interconnection. On study area there are 19 endokarst objects which are registered and described. For the disjunctive tectonic research only 11 objects were used. Other 8 objects were not suitable for research because of their inaccessibility. In the western part of study area there are 7 objects (Anjelská priepast' – abyss, Kamenná tvár – cave, Fakír – cave, Hmlistá jaskyňa – cave, Kunia priepast' – abyss, Trojramenná priepast' – abyss and Skalistý potok – cave). In the eastern part there are 4 objects (Pavúčia jaskyňa – cave, Vyhňa – cave, Šmykňa – cave, cave in Drienov quarry). Location of the endokarst objects is schematically presented on Fig. 1 and 2. Caves Vyhňa a Šmykňa are very close to each other and they have genetic relation so they are imaged on Fig. 1 and 2 like one object No. 9. Short characteristics of mentioned karst objects are listed in Tab. 1. These characteristics are worked with focus on data which can explain influence of tectonics in karst formation and development. By structural analysis of measuring data in research area there was determined that fault structures represent large polygenetic association. Both parts of Jasov Plateau south border – western and eastern – have the same character of tectonic re-doing by faults structures. This fact expressly results from comparison of faults structures – in endokarst object (Fig. 7, 9, 11) and on surface in wider surrounding – in summary fault plain's diagrams (Fig. 8, 10, 12).

Faults of NW – SE and E – W directions have cardinal importance for endokarst formation and development of study area. Faults of NW – SE direction are dominant. These NW – SE direction faults were located in most of endokarst objects (Fig. 7, 9, 11 and Tab. 1). Created spaces in particular endokarst objects are associated with oblique dextral normal faults with inclination to SW and also with oblique dextral and sinistral normal faults with inclination to NE. Very steep – subvertical dextral strike-slips have also important role in process of endokarst formation and development. The dextral strike-slips are attended by large disrupted carbonate zones.

Faults of E – W direction are the second most important group. But this group is the most important in terms of endokarst formation and development. This group is dominated only in four objects (Tab. 1) but its importance markedly accrues in relation to the biggest and the most important endokarst systems in study area – Skalistý potok – cave and Kunia priepast' – abyss (Fig. 4). Group of oblique dextral and sinistral normal faults with inclination to S and N have crucial role in endokarst formation and development. This group also contains sinistral strike-slips with steep inclination to N and dextral strike-slips which have steep inclination to S or they are subvertical.

Faults of NE – SW direction have small occurrence in study area. But they have unequivocal role in endokarst formation and development (Fig. 7, 9, 11 and Tab. 1). Endokarst is formalized on faults with steep inclination (60 – 80°) to NW and on subvertical faults. In place of the faults occurrence, endokarst space orientation is usually markedly changed.

Faults of N – S direction play just sporadically role in endokarst formation even if they are frequent in study area. Open-tension structures (oblique sinistral normal faults with inclination to W) are preferentially used in terms of endokarst formation (Fig. 15). Faults with steep inclination to E (some of them are certainly sinistral strike-slips) are also in this group. Mentioned sinistral strike-slips probably had a role in process of endokarst formation of study area.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	57 – 78	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	---------	------------------------

VYUŽITIE VÝTOKOVÝCH ČIAR PRAMEŇOV PRI HODNOTENÍ STUPŇASKRASOVATENIA A ZRANITEĽNOSTI PODZEMNÝCH VÔD V HORNINÁCH S KRASOVO-PUKLINOVOU PRIEPUSTNOSŤOU – PRÍKLAD OBLASTI STRÁŽOVSKÝCH VRCHOV

MILOŠ GREGOR¹, PETER MALÍK²

¹ Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, Slovakia;
milos.gregor@geology.sk

² Geologický ústav Dionýza Štúra, oddelenie hydrogeológie a geotermálnej energie, Mlynská dolina 1,
817 04 Bratislava 11; peter.malik@geology.sk

M. Gregor, P. Malík: Utilization of springs recession curves for assessment of karstification degree and groundwater vulnerability in rocks with karst-fissure permeability – example from the Strážovské vrchy Mts.

Abstract: In this study, the degree of rock karstification and groundwater vulnerability is assessed using springs recession curves analysis. Springs selected for this study were monitored by the Slovak Hydrometeorological Institute on weekly or daily basis for the period of 10 to 40 years (discharge and water temperature observations). As a result we introduce the table of average degree of rock karstification and groundwater vulnerability for individual springs and also for individual lithological rock types, forming the springs recharge areas. These results are also depicted on a map in 1 : 100 000 scale in a graphical supplement of this paper.

Key words: recession curves, groundwater vulnerability, karstification degree, hydrograph analyses, Strážovské vrchy Mts. – Slovakia

ÚVOD

Krasové oblasti, resp. horninové celky s krasovou a krasovo-puklinovou priepustnosťou síce zaberajú len necelých 7 % plochy povrchu Slovenska, ale sú infiltračnou oblasťou takmer 35 % v súčasnosti využívaných zdrojov pitnej vody. Ich poloha a rozmiestnenie najmä v členitých horských oblastiach, doteraz len málo narušených ľudskou činnosťou, prirodzene chránia kvalitu vôd týchto zdrojov, takže dodnes je väčšina týchto vôd zaradená v najvyššom kvalitatívnom stupni. Zostavovanie máp zraniteľnosti podzemných vôd predstavuje najmä v oblastiach s krasovo-puklinovým typom priepustnosti horninového prostredia dôležitý zdroj informácií, ktoré môžu a majú poslúžiť najmä pri vytyčovaní ochranných pásiem vodných zdrojov, ale aj pri ochrane životného prostredia, posudzovaní priestorovej vhodnosti uskladňovania odpadov z hľadiska ich environmentálnej bezpečnosti a pre prognózy týkajúce sa zosúladenia využívania prírodných zdrojov a ekologických zmien.

V súčasnosti sa stalo zostavovanie máp zraniteľnosti podzemných vôd zásluhou širokého využitia počítačových geografických informačných systémov veľmi rozšíreným (Vrba a Zaporozec, 1994). Bežne používaná metodika pre horninové prostredie s medzizrnovou priepustnosťou (napr. Aller et al., 1985; Van Stempvoort et al., 1993;

Höltling et al., 1995; Černák a Ženišová, 1997; Ženišová et al., 2006) sa však neosvedčujú v krasovo-puklinových hydrogeologických štruktúrach. Preto boli vytvorené špeciálne metodiky aplikovateľné práve pre krasovo-puklinové horninové prostredie, ktoré hodnotia predovšetkým špecifické faktory zraniteľnosti podzemných vôd, ako sú vplyvy bodovej infiltrácie a skrasovatenia (Doerfliger, 1996; Doerfliger a Zwahlen, 1998; Malík a Švasta, 1999; Goldscheider et al., 2000; Daly et al., 2002; Zwahlen et al., 2004).

V predkladanej práci ukážeme možnosti využitia analýzy výtokových čiar prameňov na hodnotenie stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti podzemných vôd mezozoických a paleogénnych hornín s krasovo-puklinovou priepustnosťou v oblasti Strážovských vrchov. Výsledkom takýchto prác je tabuľka prameňov a následne tabuľka hornín so stanovenou strednou hodnotou stupňa skrasovatenia. Pre každý prameň, ako aj horninový typ sa priradil stupeň zraniteľnosti podzemných vôd. Tieto výsledky je možné previesť do mapového podkladu geologickej mapy a tým vytvoriť mapu skrasovatenia hornín alebo mapu zraniteľnosti podzemných vôd (pozri prílohu).

PRÍRODNÉ POMERY STRÁŽOVSKÝCH VRCHOV

Strážovské vrchy predstavujú jedno z najrozsiahlejších jadrových pohorí Západných Karpát (obr. 1). Zložitosť geologickej stavby sa odráža v morfolologickej členitosti pohoria. Odrazom geologickej stavby sú štyri celky vyššieho rádu s mozaikou drobných štruktúrno-morfologických prvkov. Geologická stavba sa prejavuje aj výskytom viacerých morfológických poschodí v Strážovských vrchoch, a to pahorkatinami, vrchovinami i oblasťami s hornatým reliéfom a sprievodnými horskými plošinami s rozvinutými krasovými javmi. Každá z geografických jednotiek (Zliechovská hornatina, Nitrické vrchy, Trenčianska vrchovina a Malá Magura) sa vyznačuje osobitosťami v geologickej stavbe (Mahel', 1985).



Obr. 1. Lokalizácia záujmovej oblasti na území Slovenska
Fig. 1. Localization of the study area in the territory of Slovak Republic

Morfoštruktúrnou osobitosťou Strážovských vrchov je nedostatok jednotnej klenby, charakteristickej pre ostatné jadrové pohoria Západných Karpát. Členitosť kryštalického jadra, ale aj morfoštruktúrna členitosť celých Strážovských vrchov je i dôsledkom charakteru neskoroalpínskeho vrásnenia. To nemalo zjednocujúci charakter, ale naopak, spôsobilo rozčlenenie do viacerých skupín. Morfológická členitosť Strážovských vrchov sa odráža v hojnosti dolín a potokov nasmerovaných k hlavným dvom tokom, a to k Váhu a Nitre. Najväčšími prítokmi Váhu zo Strážovských vrchov sú toky Rajčanka, Domanižanka, Pružinka, Zásalský, Mojtínsky potok a Teplička. Najväčšími prítokmi Nitry sú zo Strážovských vrchov potoky Tužina, Chvojnica, Nitrica, Radiša a Bebrava (Maheľ, 1985).

Strážovské vrchy sú jedným z dvanástich jadrových pohorí centrálnych Karpát so všetkými znakmi typickými pre fatransko-tatranské pásmo, ale i s radom osobitostí. Na ich stavbe sa podľa Maheľa (1985) podieľa:

- tatrikom s kryštalickým jadrom a obalovou malomagurskou mezozoickou jednotkou,
- kmeňový krížňanský príkrov s odnožovým čiastkovým belianskym príkrovom a s viac-menej samostatným manínskym príkrovom,
- chočský príkrov s čiernovážskou a bielovážskou i bebravskou sériou,
- strážovský príkrov (všetko sensu Maheľ, 1985),
- paleogénne včasné depresie dvojakého typu – centrálnokarpatské a pribradlové,
- neogén zasahuje do pohoria z panví, ktoré vytvárajú jeho západný okraj (ilavská a treňčianska) a východný okraj pohoria (bánovská a hornonitrianska).

Typologická pestosť krasového reliéfu je daná nielen štruktúrno-geologickými pomermi územia, litologickými vlastnosťami hornín a mladotektonickým vývojom pohoria, ale i morfogenézou reliéfu. Kras Strážovských vrchov má kľúčový význam pre poznanie vývoja krasového reliéfu Západných Karpát. Podkladom na toto tvrdenie sú dobre zachované náhorné a úpätné plošiny s rôznym stupňom skrasovatenia, ktoré sú nielen disperzne rozložené v celom priestore Strážovských vrchov, ale ležia aj v rozdielnych nadmorských výškach. Ďalej je to výskyt predeocénnych bauxitov v okolí Mojtína, paleokrasu s exhumáciou krasového polja vrchnokriedovo-paleocénneho veku, ako aj výskyt zvyškov mladších miocénnych kôr zvetrávania. Stretávame sa tu i s výskytom úlomkov speleotém na niektorých plošinách a zachovanými zvyškami kuželového krasu vo vrcholových častiach pohoria (Jakál, 1997).

Spôsob obehu a režim podzemných vôd je vo všeobecnosti podmienený štruktúrno-tektonickou stavbou, petrografickým zložením hornín a klimatickými činiteľmi. Základným štruktúrnym znakom jadrových pohorí Západných Karpát, a teda aj Strážovských vrchov, je superpozícia tektonických jednotiek nad sebou. Nahromadenie vápencovo-dolomitických komplexov a ich rozmiestnenie v geometricky (morfológicky) vhodnej pozícii nad málo priepustnými členmi tu často môže vytvárať podmienky na vznik významných akumulácií podzemných vôd. Najväčší vplyv na utváranie akumuláčnych podmienok pre podzemné vody mala neskoroalpínska tektonika. Vytvorenie viac-menej priebežných antiklinál a synklinál predstavuje dôležitý faktor pri usmerňovaní prúdenia podzemných vôd. Priečne zlomy vyššieho rádu a hlbšieho dosahu vytvárajú podmienky na hlbší obeh podzemných vôd alebo i vznik minerálnych a termálnych vôd (napr. jas-trabský a teplický zlom). V zložitej vnútornej stavbe príkrovov môžu nepriepustné alebo málo priepustné členy (napr. lunzské a karditové vrstvy) uprostred priepustnejších hornín lokálne usmerňovať cirkuláciu alebo vytvárať bariéru, a tak podmieňovať výstupy podzemných vôd (Šalagová, 1986).

Celkovo je z hydrogeologickej stránky územie Strážovských vrchov veľmi pestré. Ako vyplýva z opisu geologických pomerov, na jeho stavbe sa podieľa viacero mezozoických jednotiek. Obalové jednotky a krížňanský príkrov však vzhľadom na to, že na povrch vystupujú v prevažnej miere svojimi vyššími členmi (jura – krieda), nemajú určujúci význam pre sústredenie množstiev podzemných vôd. Väčší význam má manínska jednotka, a to jej časť v oblasti Považskej Teplej, známa aj ako tzv. manínske bradlo. Pri možnosti využitia 90 až 110 l.s⁻¹ krasových vôd má pomerne veľký vodohospodársky význam. Najdôležitejšími z tohto pohľadu sú však vápencovo-dolomitické komplexy chočskej jednotky. Ich vodárenský potenciál je odrazom ich veľkých povrchových rozlôh (v dôsledku ich pomerne plochého uloženia) a najmä odrazom toho, že sú takmer výlučne tvorené vápencovo-dolomitickými súvrstviami triasu, ktoré umožňujú rozsiahlu infiltráciu a tiež sústreďovanie krasových a krasovo-puklinových podzemných vôd. Tieto faktory spolu s pomerne vysokými zrážkovými úhrnmi umožňujú počítať s priemernou infiltráciou okolo 12,04 l.s⁻¹.km⁻² vo vrcholových častiach pohoria (v rozsahu hodnôt 8,73 – 16,03 l.s⁻¹.km⁻² podľa dlhodobých pozorovaní hydrogeologickej štruktúry Žihľavník – Baske s priemernou nadmorskou výškou 625 m v rokoch 1955 až 1965 – Kullman, 1990) a predpokladať infiltráciu v priemere 8 – 9 l.s⁻¹.km⁻² v najjužnejších častiach pohoria (Kullman in Mahel', 1976).

SÚČASNÝ STAV PRESKÚMANOSTI METODIKY

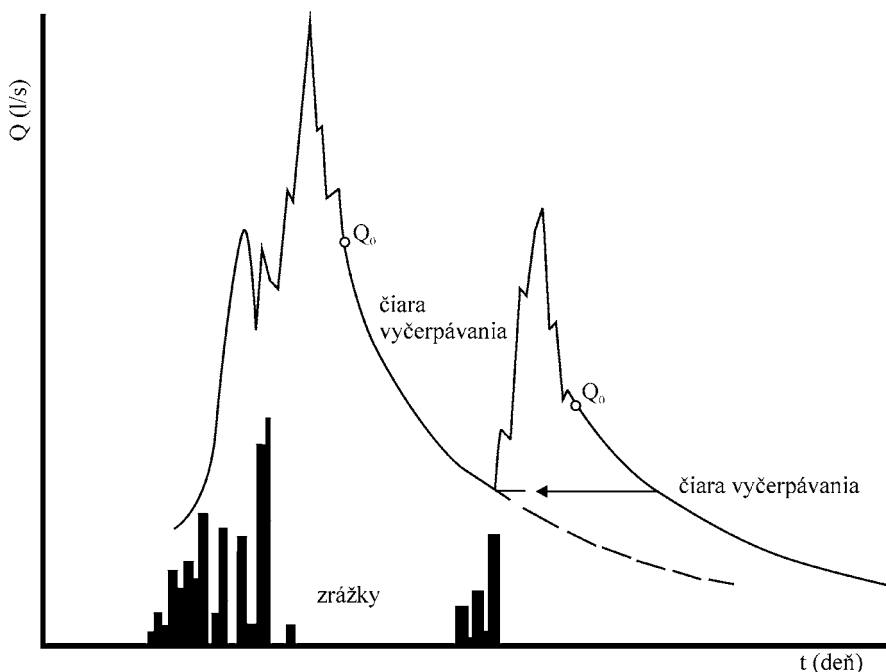
Krasovo-puklinové hydrogeologické kolektory sú špecifickým typom kolektorov s niekoľkými odlišnými vlastnosťami, ktoré sa premietajú aj v individuálnom prístupe pri ich hodnotení. To sa prejavuje i v hodnotení kvalitatívnej zraniteľnosti podzemných vôd v krasovo-puklinových zvodnencoch. Podmienkou tohto hodnotenia je detailné poznanie krasového systému a jeho vplyvu na obeh a režim podzemných vôd.

Štúdiom výtokových čiar a ich využitím sa zaoberalo veľa autorov u nás i v zahraničí. Zo zahraničných prác ako prvý uviedol exponenciálnu rovnicu ako najvhodnejšiu pre subrežimy s laminárnym prúdením Boussinesq (1904), čo neskôr rozviedli Schoeller (1965) a Drogue (1967). Z novších prác sú to najmä práce Kiralyho (2003) a Kovácsa (2003). Obaja autori sa venovali analýze čiar vyprázdňovania a ich matematickej simulácii a modelovaniu. Zo slovenských autorov sa výtokovými čiarami začali zaoberať najmä Kullman a Petráš. Vo svojich prácach (Kullman, 1977; Kullman a Petráš, 1979; Kullman, 1983) poukázali na vplyv prakticky všetkých litologických, tektonických i rozsahových charakteristík horninového prostredia infiltračnej oblasti prameňa (nielen koeficienta filtrácie) na hydraulický charakter odvodňovania a výsledný tvar výtokovej čiary. Okrem iného poukázali na pomerné rýchle vyznievanie jednotlivých subrežimov s turbulentným prúdením a na možnosť hodnotenia režimu vyprázdňovania hydrogeologických štruktúr hlavne v prostredí silne rozvinutého krasu aj prostredníctvom čiar vyprázdňovania, dokumentovaných na hydrogeologických vrtoch pri dlhodobých čerpacích skúškach pri konštantnom znížení hladiny podzemných vôd vo vrte. Ďalej riešili hlavne vzťahy a zákonitosti medzi prameňmi a horninovým prostredím, z ktorého vytekajú. Dokázali existenciu vzťahu medzi koeficientmi vyčerpávania α a geologickým charakterom horninového prostredia. Kullman (1990) sa vo svojej monografii venoval okrem iného i čiarom vyprázdňovania podzemných vôd a ich využitiu na hydraulickú charakterizáciu krasovo-puklinového horninového prostredia, typizácii čiar vyprázdňovania podzemných vôd z krasovo-puklinových horninových komplexov, interpretácii režimu krasovo-puklinových vôd z prostredí silne rozvinutého krasu s existenciou zvodne.

Kadlečíková (2000) a Kadlečíková a Malík (2002) sa venovali analýze a simulácii čiar vyčerpávania na vybraných krasovo-puklinových prameňoch. Kullman (2000) neskôr navrhol metodiku hodnotenia zraniteľnosti podzemných vôd v krasovo-puklinovom horninovom prostredí pomocou čiar vyčerpávania. Pri návrhu tejto metódy sa použilo 5 základných typov čiar vyprázdňovania, pričom každý charakterizuje určitý typ otvorených diskontinuit horninového prostredia a tým i určitý typ filtračného prostredia. Na podklade spomenutej typizácie bola vypracovaná kategorizácia kvalitatívnej zraniteľnosti, resp. ohrozenosti podzemných vôd s 10 stupňami. Neskôr Malík (2005, 2006) túto metodiku upravil a zjemnil niektoré stupne zraniteľnosti na jemnejšiu desiatinnú škálu. Takáto metodika sa využila pri hodnotení zraniteľnosti masívu Tlstej vo Veľkej Fatre (Malík, 2005) a na južných svahoch Nízkych Tatier (Kováčová, 2005). Poslednou prácou z oblasti Dolného vrchu v Slovenskom krase s tematikou hodnotenia zraniteľnosti krasovo-puklinových prameňov prispeli Malík a Vojtková (2006). V tejto práci sa venovali i významu analýz čiar vyčerpávania zo sčítaných hodnôt výdatností jednotlivých výverov jedného prameniska.

PRINCÍP HODNOTENIA VÝTOKOVÝCH ČIAR PRAMEŇOV

Graf závislosti výdatnosti prameňa od času sa nazýva hydrogram (obr. 2). Definuje zložitosť charakteristík odtokového územia a odtoku v konkrétnej hydrologickej situácii jedinou empirickou krivkou. Typickým hydrogramom vytvoreným koncentrovaným privalovým dažďom je jednovrcholová priestorová krivka. I keď problematika hydrogramu bola študovaná častejšie pre povrchové toky, pôvodne bola vypracovaná pre prameň.



Obr. 2. Schematické znázornenie výtokovej čiary v hydrograme (podľa Kullman, 1977)

Fig. 2. Schematic interpretation of recession curve in depleting hydrograph (after Kullman, 1977)

Jednoduchý jednovrcholový hydrogram prameňa sa skladá zo stúpajúceho úseku, keď sa voda v hydrogeologickej štruktúre koncentruje, a klesajúceho úseku, predstavujúceho výtok vody z akumulácie potom, keď prítok do akumulácie podzemnej vody prestal. Vrchol hydrogramu (bod kulminácie) reprezentuje najvyššiu koncentráciu odtoku z hydrogeologickej štruktúry a vyskytuje sa obyčajne v určitom časovom odstupe po skončení dažďa. V klesajúcom úseku vyčleňujeme aj nami hodnotenú výtokovú čiaru. Nie je možné zodpovedne podrobiť analýze výtokové čiary bez zohľadnenia vplyvov predkulminačného obdobia (Kadlečíková, 2000).

Pod pojmom výtoková čiara rozumieme čiaru, ktorá vyjadruje poklesnutie výdatností prameňa za obdobie, v ktorom zásoby podzemných vôd horninového prostredia (infiltračnej oblasti prameňa) nie sú dopĺňané novými prírastkami vôd, ale ich zásoby sa len vyčerpávajú a horninové prostredie infiltračnej oblasti prameňa sa vyprázdňuje. Na získanie charakteristickej výtokovej čiary je potrebné dlhšie neovplyvnené obdobie, ktoré zohľadňuje podstatnú časť jej priebehu od vysokých výdatností po nízke. Keďže dlhšie suché obdobia sa počas pozorovania prameňa v našich klimatických podmienkach vyskytujú dosť zriedkavo, zaraďujú sa do výberu i obdobia s nízkym množstvom zrážok, prípadne také, pri ktorých majú zrážky na pokles výdatností prameňa len malý vplyv. Sú to zväčša letné obdobia s vysokými teplotami vzduchu, najmä po predchádzajúcom suchom období, keď zrážky nemôžu doplniť zdroje podzemnej vody následkom vysokej evapotranspirácie i v dôsledku spotrebovania časti zrážok pôdnym profilom na zmenu pôdnej vlhkosti. V takýchto prípadoch sa vyhodnocované obdobia vyberajú podľa nulového prírastku v režime výdatnosti prameňa.

Pomerne zložitý je vlastný rozbor výtokových čiar, ktorý treba urobiť na viacerých čiarach z toho istého zdroja, a to veľmi zodpovedne, pretože rôzne vplyvy, najmä zrážkové, v čase vyčerpávania často výtokovú čiaru značne deformujú, čo môže viesť k skresleným výsledkom.

Analýza výtokových čiar vyžaduje určenie tvaru rovnice výtokovej čiary. Výber správneho tvaru rovnice je veľmi dôležitý, lebo od nej závisí miera tesnosti skutočných prietokov s vypočítanými podľa zvolenej rovnice (Kadlečíková, 2000).

Z veľkého množstva existujúcich rovníc využívaných na analýzu výtokových čiar sme používali superpozíciu zloženého exponenciálneho rezervoárového modelu so zloženým modelom hyperbolickej funkcie (1). Vďaka superpozícii dvoch odlišných typov rovníc dostávame možnosť analyzovať aj typy výtokových čiar prameňov s výskytom kombinácie laminárnych i turbulentných subrežimov prúdenia.

$$Q_t = Q_{01} \cdot e^{-\alpha_1 \cdot t} + Q_{02} \cdot e^{-\alpha_2 \cdot t} + Q_{03} \cdot e^{-\alpha_3 \cdot t} + Q_{04} \cdot (1 + \beta_1 \cdot t) + Q_{05} \cdot (1 + \beta_2 \cdot t) + Q_{06} \cdot (1 + \beta_3 \cdot t) \quad (1)$$

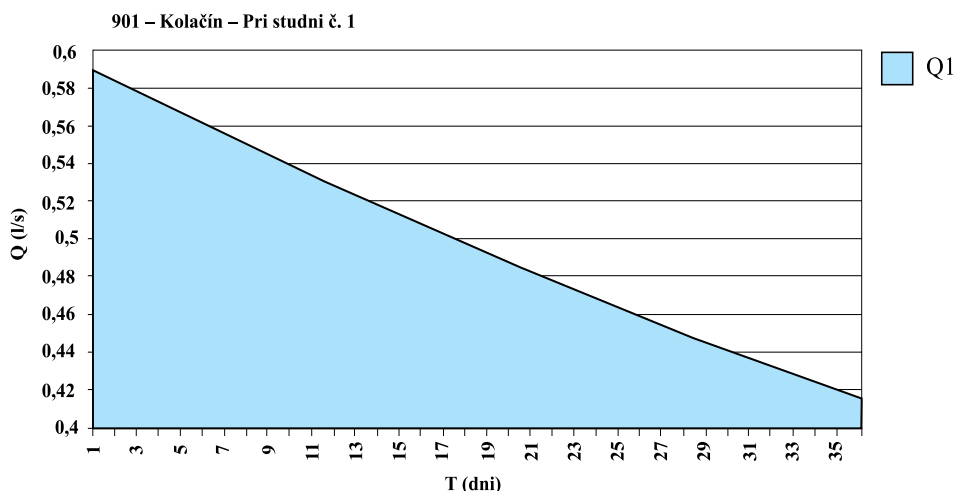
Hodnoty Q_{01-06} sú začiatkové hodnoty výdatností jednotlivých výtokových subrežimov (subrežimov vyprázdňovania). Koeficienty α_{1-3} charakterizujú stupeň dezintegrácie (otvorenú porušenosť) horninového masívu hydrogeologickej štruktúry. Skrasovatenie horninového masívu determinuje veľkosť koeficientov β_{1-3} . Čím vyššie hodnoty koeficientov sú dosahované, tým je porušenosť alebo skrasovatenie masívu vyššie. Jednotlivé typy výtokových čiar budú aj s príkladmi vymenované vo výsledkoch.

REŽIM PRAMEŇOV A PRIRADENIE PRIEMERNÉHO STUPŇA SKRASOVATENIA A ZRANITELNOSTI PODZEMNÝCH VÔD JEDNOTLIVÝM PRAMEŇOM

V rámci tejto práce sme analyzovali 960 výtokových čiar z 99 prameňov v Strážovských vrchoch, pozorovaných Slovenským hydrometeorologickým ústavom. Na území Strážovských vrchov sa nachádza ďalších 16 pozorovaných prameňov, ktoré sa v našej práci nedali využiť pre pravdepodobne nepresné merania, krátky časový rad pozorovaní alebo časté vynechávanie meraní. Turbulentné subrežimy prúdenia, identifikujúce stupeň skrasovatenia charakterizovaný otvorenými kanálmi, sa vyskytujú v 21 prameňoch. V nasledujúcom texte uvedieme iba stručne zhrnuté výsledky z dôvodu veľkého rozsahu práce, kompletne výsledky je možné nájsť inej práci (Gregor, 2007a).

1. Jednoduchý, laminárny typ výtokového režimu

Pri tomto type režimu prameňa sa odtok podzemných vôd riadi iba jedným laminárnym subrežimom prúdenia (obr. 3). Hodnoty koeficientov vyprázdňovania α sú málo variabilné a nízke. Výtokové čiary charakterizujú základné dlhodobejšie

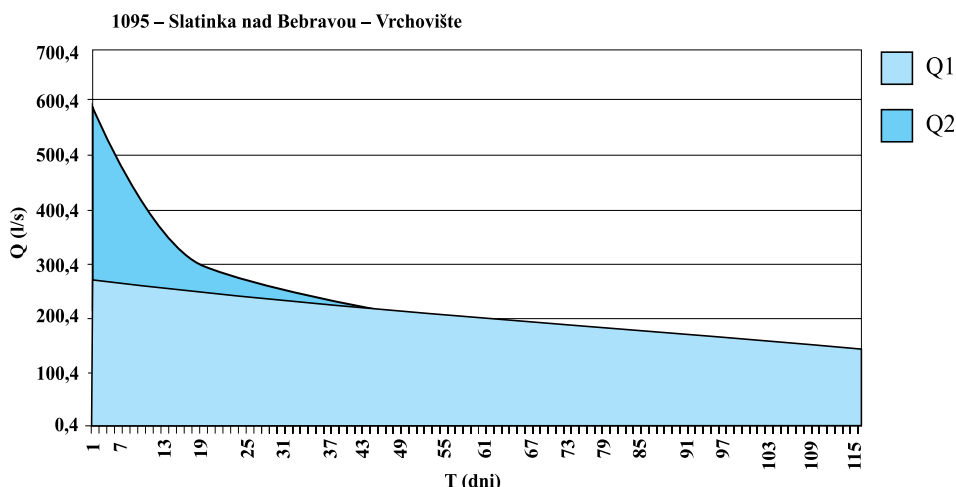


Obr. 3. Príklad výtokovej čiary s jednoduchým laminárnym režimom prúdenia
Fig. 3. Example of recession curve with simple laminar flow regime

vyprázdňovania zdroja. Obehové cesty podzemných vôd sú pravdepodobne viazané na tektonické poruchy vyplnené drveným materiálom a drvené pásma s veľkou vyrovnávacou schopnosťou vo vzťahu k odtoku podzemných vôd. Ide prevažne o hlbšie obehové cesty podzemných vôd. Všeobecné plošné riziko potenciálneho vstupu znečistenia do horninového prostredia s možnosťou jeho veľkej retencie, fixácie a rozptýlenia. Po preniknutí znečistenia do drenážneho zlomu predpoklad ďalších významných čistiacich pochodov. Veľké zdržanie podzemných vôd v horninovom prostredí a veľmi malá pravdepodobnosť významnej kontaminácie podzemných vôd zdroja (Kullman, 2000). Jednoduchý laminárny typ režimu sa v rámci prameňov Strážovských vrchov identifikoval iba v jednom prípade (901 – Kolačín – Pri studni č. 1). Stupeň skrasovatenia jeho infiltračnej oblasti a stupeň zraniteľnosti jeho podzemných vôd je 2,3.

2. Typ výtokového režimu tvorený kombináciou dvoch, prípadne viacerých laminárnych subrežimov prúdenia

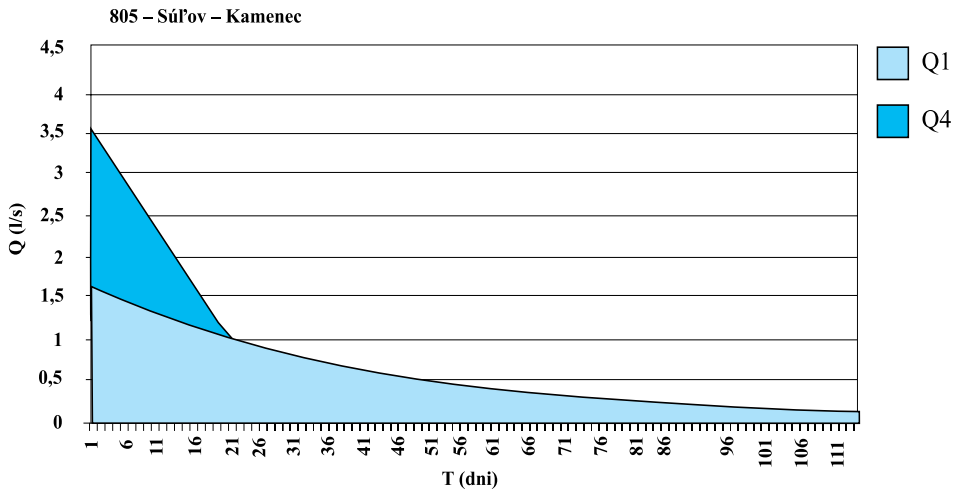
Pri tomto type výtokového režimu ide o kombináciu dvoch, prípadne viacerých subrežimov s laminárnym prúdením charakterizovaným rozdielnymi koeficientmi vyprázdňovania podzemných vôd (obr. 4). Horninové prostredie charakterizuje hustá, prevažne rovnomerná sieť puklín s prevahou mikropuklín a drobných puklín. Narastanie hodnôt α_1 a α_2 dokumentuje väčšiu puklinovú priepustnosť prostredia, ako aj väčšiu heterogenitu v rozpukanosť horninového prostredia. Existuje veľmi malé nebezpečenstvo potenciálneho zasiahnutia podzemných vôd väčším znečistením. V danom prostredí je možnosť predovšetkým plošného vstupu znečistenia do horninového prostredia s predpokladom jeho retencie, fixácie a rozptýlenia a veľmi malá pravdepodobnosť kontaminácie vôd zdroja s výnimkou možného vstupu znečistenia z blízkeho okolia (Kullman, 2000). Tento typ výtokového režimu sa identifikoval v 60 prameňoch Strážovských vrchov. Stupeň skrasovatenia horninového prostredia ich infiltračných oblastí, ako aj stupeň senzitivity podzemnej vody voči potenciálnemu znečisteniu jednotlivých prameňov sa pohyboval v rozsahu od 2,7 do 4,3.



Obr. 4. Príklad výtokovej čiary s dvoma laminárnymi subrežimami prúdenia
Fig. 4. Example of recession curve with two laminar flow sub-regimes

3. Typ výtokového režimu tvorený kombináciou subrežimu s laminárnym prúdením so subrežimom s turbulentným prúdením

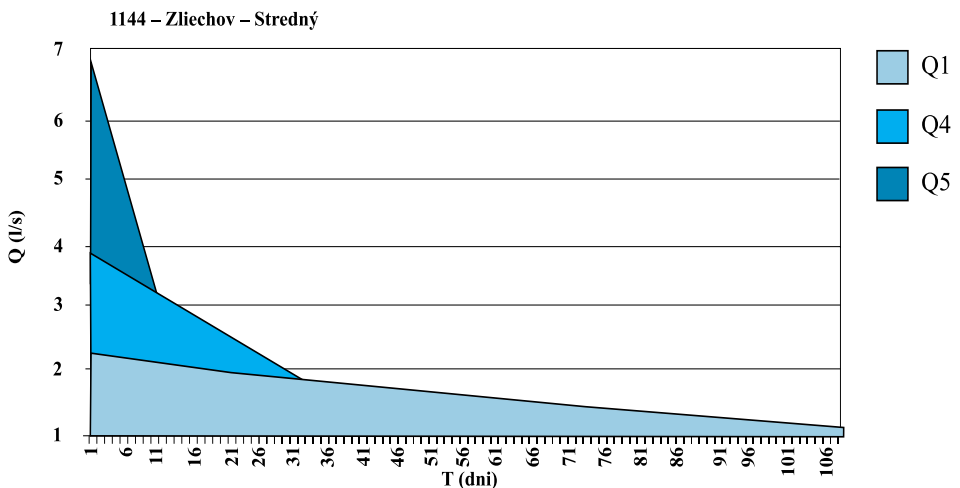
Pri tomto režime odtok podzemnej vody z prameňa ide o kombináciu laminárneho subrežimu so subrežimom turbulentným (obr. 5). Možno povedať, že ide o horninové prostredie s predpokladom existencie tektonicky drveného priepustného pásma alebo porušenia hustou sieťou otvorených drobných puklín v kombinácii s jednoduchým, občasne zaplneným kanálovým systémom značného dosahu (napr. s otvorenou skrasovatenou poruchou v zóne prevzdušnenia). Je tu malé nebezpečenstvo potenciálneho znečistenia podzemných vôd pri plošnom vstupe znečistenia do horninových blokov. Výnimku tvorí možnosť intenzívneho bodového znečistenia pri priamom prepojení rozsahom obmedzeného krasového systému s povrchom. Pri plošnom vstupe znečistenia je predpoklad jeho významnej retencie, fixácie a rozptýlenia (Kullman, 2000). Tento typ režimu vyčerpávania sa identifikoval v 4 prípadoch pri stupni skrasovatenia horninového prostredia a stupni zraniteľnosti podzemných vôd 5.



Obr. 5. Príklad výtokovej čiary s jedným laminárnym a jedným turbulentným subrežimom prúdenia
 Fig. 5. Example of recession curve with one laminar and one turbulent flow sub-regime

4. Typ výtokového režimu tvorený kombináciou subrežimu s laminárnym prúdením s dvoma subrežimami s turbulentným prúdením

Pri tomto type výtokového režimu prameňa ide o kombináciu subrežimu s laminárnym prúdením s dvoma subrežimami s turbulentným prúdením (obr. 6). Vyskytuje sa v rozvinutom krase, tvorenom jednak veľkými otvorenými tektonickými poruchami a krasovými kanálmi, jednak s významným podielom skrasovatených a neskrasovatených puklín a mikropuklín v horninových blokoch, umožňujúcich vytvorenie nasýtej zóny so súvislou hladinou puklinovo-krasových vôd vo vnútri blokov masívu. Je tu pomerne veľké riziko potenciálneho znečistenia podzemných vôd plošným i bodovým – lokálnym znečistením. Možno počítať s rýchlym šírením znečistenia s možnosťou významného riedenia. Takisto je možný rýchly nárast znečistenia v zdroji, v znížených

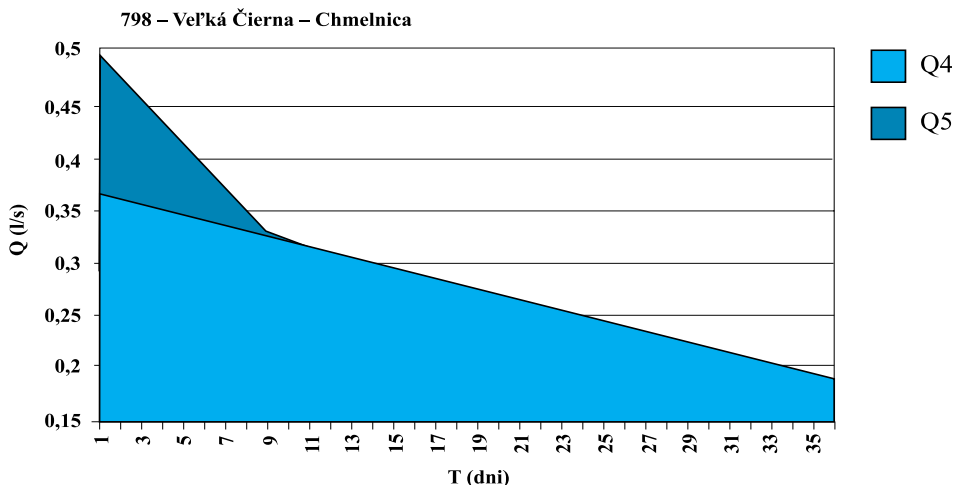


Obr. 6. Príklad výtokovej čiary s jedným laminárnym a dvoma turbulentnými subrežimami prúdenia
 Fig. 6. Example of recession curves with one laminar and two turbulent flow sub-regimes

koncentráciách, s dlhším trvaním (Kullman, 2000). Tento typ výtokového režimu sa pri stupni skrasovatenia 8 identifikoval v 6 prameňoch.

5. Typ výtokového režimu tvorený kombináciou dvoch turbulentných subrežimov prúdenia

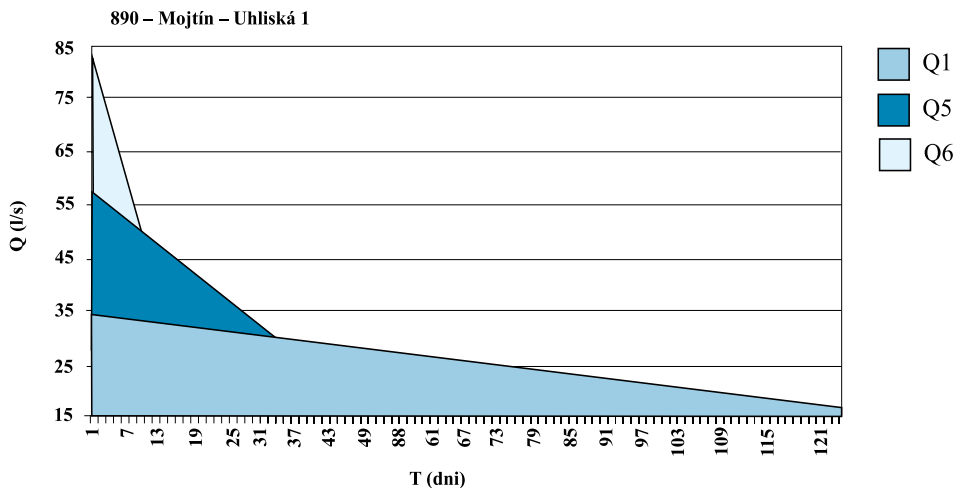
Pri tomto type výtokového režimu prameňa ide o kombináciu dvoch turbulentných subrežimov prúdenia podzemných vôd (obr. 7). Horninové prostredie je typické kanálovým systémom preferovaných ciest podzemných vôd bez významnejšieho súvisu s otvorenými puklinovými systémami priľahlých horninových blokov. Rozsiahly kanálový systém zabezpečuje trvalú dotáciu podzemných vôd. Tento typ horninového prostredia determinuje veľké riziko potenciálneho znečistenia podzemných vôd. Najrizikovejšie sú lokálne, bodové vstupy znečistenia (krasové jamy, ponory) do horninového prostredia. Je tu rýchly pohyb znečistenia s veľmi malou retenciou a rozptylom, riziko veľkého znečistenia vôd i zo vzdialenejších zdrojov, rýchly a prudký nárast znečistenia vo vysokých koncentráciách, ale s krátkym trvaním (Kullman, 2000). Tento typ výtokových čiar sa identifikoval v 3 prameňoch Strážovských vrchov pri klasifikovaní stupňa zraniteľnosti podzemných vôd a stupňa skrasovatenia horninového prostredia ich infiltračných oblastí hodnotou 9.



Obr. 7. Príklad výtokovej čiary s dvoma turbulentnými subrežimami prúdenia
 Fig. 7. Example of recession curves with two turbulent flow sub-regimes

6. Typ výtokového režimu tvorený kombináciou troch turbulentných subrežimov prúdenia

Pri takomto spôsobe odtoku podzemných vôd z hydrogeologickej štruktúry sa kombinujú tri turbulentné subrežimy prúdenia (obr. 8). Pre horninové prostredie je typický kanálový systém preferovaných ciest podzemných vôd bez významnejšieho súvisu s otvorenými, podzemnou vodou saturovanými puklinovými systémami priľahlých horninových blokov. Rozsahovo obmedzený kanálový systém v zóne prevzdušenia nezabezpečuje trvalú dotáciu podzemných vôd. Tento typ horninového prostredia determinuje veľmi riziko zasiahnutia podzemných vôd potenciálnym znečistením. Hlavné sú lokálne – bodové riziká vstupu znečistenia do horninového prostredia (krasové jamy, ponory). Závažné je rýchle šírenie sa znečistenia v horninovom prostredí so zanedbateľnou retenciou a riedením. Existuje riziko znečistenia po krasových kanáloch i z veľmi



Obr. 8. Príklad výtokovej čiary s troma turbulentnými subrežimami prúdenia
 Fig. 8. Example of recession curves with three turbulent flow sub-regimes

vzdialených miest a veľmi rýchly a prudký nárast znečistenia vo veľmi vysokých koncentráciách a s krátkym trvaním (Kullman, 2000). V Strážovských vrchoch sa tento typ výtokového režimu identifikoval v 7 prameňoch s najvyšším stupňom skrasovatenia horninového prostredia, a teda i zraniteľnosti podzemných vôd – 10.

HODNOTENIE STUPŇA SKRASOVATENIA HORNINOVÉHO PROSTREDIA A ZRANITEĽNOSTI PODZEMNÝCH VÔD V JEDNOTLIVÝCH LITOLOGICKÝCH JEDNOTKÁCH

Metodika určenia strednej hodnoty stupňa skrasovatenia horninového prostredia a z neho vyplývajúcej zraniteľnosti podzemných vôd v jednotlivých litostratigrafických jednotkách je uvedená v predchádzajúcom texte. Hodnotených 99 prameňov v Strážovských vrchoch spolu odvodňuje 13 druhov litostratigrafických jednotiek, vyčlenených na digitálnej geologickej mape Slovenska v mierke 1 : 50 000 (Káčer et al., 2005). Vychádzajúc z tohto digitálneho geologického podkladu, identifikujeme dané litostratigrafické jednotky v súlade s ním, pričom ich rozlišujeme aj pomocou identifikátora IDSRF, ktorý vždy uvádzame v zátvorke za opisom litostratigrafickej jednotky. Opis a charakteristiku skrasovatenia horninového prostredia infiltračných oblastí prameňov a súvisiacej zraniteľnosti podzemných vôd individuálnych litologických jednotiek uvádzame v nasledujúcom texte, sumarizujúci výsledok tejto časti práce je v tabuľke 1.

Borovské súvrstvie (spodná časť nečlenená: brekcie, zlepenec, pieskovce, siltovce, vápence; pg4a)

Borovské súvrstvie – teda bazálne súvrstvie vnútrokarpatského paleogénu – odvodňujú dva pozorované pramene. Stredná hodnota stupňa skrasovatenia borovského súvrstvia, získaná analýzou výtokových čiar týchto prameňov, je 6,15, čo znamená, že horninové prostredie je rozsiahlo porušené, s prevahou otvorených stredne veľkých, neskrasovatených i skrasovatených puklín vo freatickej (nasýtenej) zóne nádrže puklinovo-krasových podzemných vôd a s menším vplyvom veľkých krasových kanálov naviazaných na tento puklinovo-krasový systém. Je tu možnosť plošnej i obmedzenej bodovej potenciálnej kontaminácie podzemných vôd. Pri plošnom i bodovom znečistení

Tabuľka 1 Rozptyl hodnôt stupňa skrasovatenia hornín a zraniteľnosti podzemných vôd v jednotlivých litologických typoch hornín

Table 1. Variance of karstification and groundwater vulnerability values in individual lithological types of rocks

IDSRF	Litológia	Počet prameňov	Stupeň skrasovatenia hornín a zraniteľnosti podzemných vôd		
			min.	max.	ø
pg4a	Borovské súvrstvie	2	4,3	8	6,15
pg10	Terchovské vrstvy	2	3,5	4,3	3,9
f123	Súľovské zlepenice	20	2,7	9	4,7
f154	Paštinkozávadské vrstvy	8	4,3	10	6,52
mt16	Gutensteinské súvrstvie	13	2,7	10	5,69
mt22	Ramsauské dolomity	4	2,3	4,3	3,8
mt43	Reiflinské a pseudoreiflinské vápence	4	4,3	4,3	4,3
mt49	Wettersteinské vápence	6	4	10	5,4
mt86	Ramsauské a hlavné dolomity	26	2,7	8	4,17
mt104	Wettersteinské a hlavné dolomity	12	2,7	5	4,09
mt107	Súbor panvových facií	2	2,3	4,3	3,3
mj6	Allgäuské súvrstvie	2	2,7	5	3,85
mk69	Mráznické súvrstvie	2	2,7	4,3	3,76

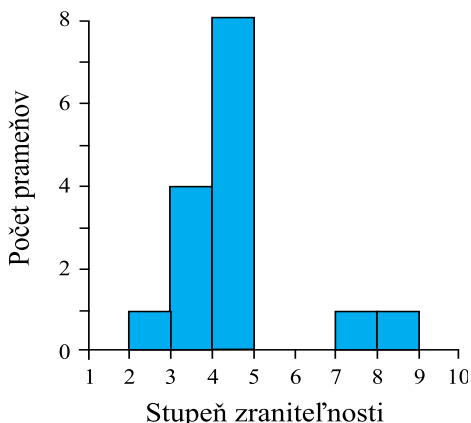
je predpoklad jeho retencie, fixácie, ale hlavne riedenia. Pri kontaminačnom zasiahnutí je pravdepodobný pomerne rýchly nárast znečistenia v prameňoch v nižších koncentráciách a s dlhším trvaním (podľa Kullman, 2000). Pri tomto hodnotení borovského súvrstvia však treba povedať, že z tejto jednotky vystupujú len dva pramene a teda hodnota stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti môže byť lokálne výrazne odlišná, keďže jeden prameň má hodnotu zraniteľnosti 4,3 (Bojnice – V Táloch; katalógové č. SHMÚ 1061) a druhý až 8,0 (Dlžín – Osudenica; kat. č. SHMÚ 1136).

Terchovské okrajové vrstvy (brekcie, zlepenice, pieskovce; pg10)

V paleogénnych terchovských okrajových vrstvách sa vyskytujú dva pozorované pramene. Stredná veľkosť stupňa skrasovatenia tejto litostratigrafickej jednotky je 3,9. Môžeme povedať, že ide o horninové prostredie s nerovnomerne rozvinutou sieťou puklín s prevahou otvorených makropuklín, ako aj s možnosťou obmedzeného rozsahu krasových kanálov. V extrémnych prípadoch môže v tomto type horninového prostredia dochádzať i ku krátkodobým turbulentným prúdeniam. Ide tu skôr o malé nebezpečenstvo potenciálneho zasiahnutia podzemných vôd väčším znečistením s výnimkou blízkeho okolia zdroja. Pravdepodobnejšia je možnosť plošného vstupu znečistenia, s predpokladom jeho retencie, fixácie a rozptýlenia. Pravdepodobnosť kontaminácie podzemných vôd zdroja je malá, prípadne v nižších koncentráciách a po dlhšom čase. S nárastom hodnôt α_1 a α_2 sa možnosť znečistenia vôd zdroja zvyšuje (Kullman, 2000). Pramene z terchovských okrajových vrstiev nejavia výraznejšie odchýlky od priemernej hodnoty stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti (tabuľka 1).

Súľovské zlepence (karbonátové zlepence, pieskovce; f123)

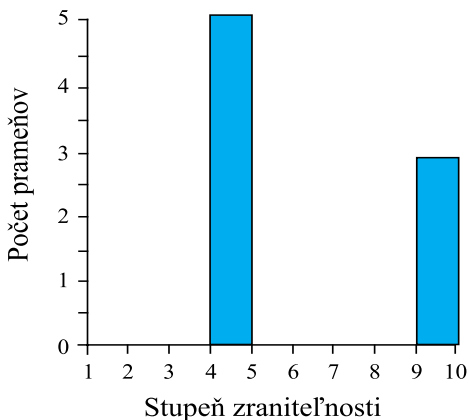
Zo súľovských zlepenčov vystupuje 20 prameňov. Priemerná veľkosť ukazovateľa krasovej dezintegrácie horninového prostredia ich infiltračných oblastí, a teda i zraniteľnosti podzemných vôd tu dosahuje hodnotu 4,7. Pre horninové prostredie súľovských zlepenčov môže byť charakteristická (podľa Kullman et al., 2000) predpokladaná existencia drveného priepustného pásma (napr. poruchové pásmo) alebo porušenia masívu hustou sieťou otvorených drobných puklín v kombinácii s jednoduchým, občasne napĺňaným kanálovým systémom značného dosahu (napr. s otvorenou skrasovatelou poruchou v zóne prevzdušenia). V týchto horninách je malé nebezpečenstvo potenciálneho znečistenia podzemných vôd pri plošnom vstupe znečistenia do horninových blokov. Výnimku tvorí možnosť významného bodového znečistenia pri priamom prepojení rozsahom obmedzeného krasového systému s povrchom. Pri plošnom vstupe znečistenia je predpoklad jeho významnej retencie, fixácie a rozptýlenia, pričom lokálne môže byť krasová dezintegrácia podstatne vyššia ako priemerná. Dokumentuje to i obr. 9, kde je znázornená početnosť prameňov v jednotlivých stupňoch zraniteľnosti (pozri tabuľka 1).



Obr. 9. Početnosť prameňov vykazujúcich jednotlivé stupne skrasovatenia v súľovských zlepencoch
Fig. 9. Frequency diagram of individual karstification degrees occurrence in the springs from the Súľov conglomerates

Paštinkozávdavské vrstvy (zlepencový flyš; f154)

Zo zlepencového flyšu paštinkozávdavských vrstiev ako horninového prostredia infiltračnej oblasti vystupuje 8 prameňov. Stredná miera skrasovatenia a z nej vyplývajúca zraniteľnosť podzemných vôd je 6,52. Podľa nej by malo byť horninové prostredie determinované ako rozvinutý kras, tvorený jednak veľkými otvorenými tektonickými poruchami a krasovými kanálmi, ale aj významným podielom skrasovatených a neskrasovatených puklín a mikropuklín v horninových blokoch, umožňujúcich vytvorenie nasýtenej zóny s hladinou puklinovo-krasových vôd. Podzemné vody by tu mali byť pod veľkým rizikom potenciálnej kontaminácie tak plošným, ako aj bodovým, lokálnym znečistením, kde sa znečistenie šíri rýchlo, avšak s možnosťou významného riedenia. Pre takéto pramene je typický rýchly nárast znečistenia v znížených koncentráciách s dlhším trvaním (Kullman, 2000). Pre zlepencový flyš paštinkozávdavských vrstiev je však typické

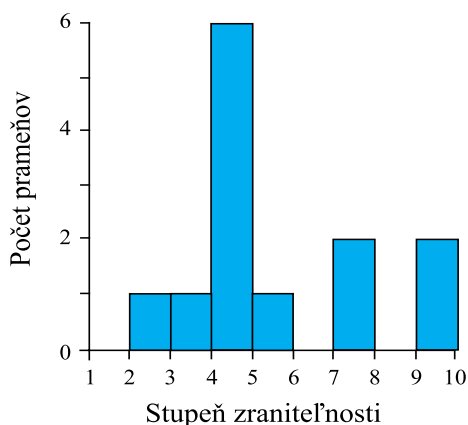


Obr. 10. Početnosť prameňov vykazujúcich jednotlivé stupne skrasovatenia v paštinkozávdavských vrstvách
Fig. 10. Frequency diagram of individual karstification degrees occurrence in the springs from the paštinkozávdavské layers

veľmi nerovnomerné skrasovatenie viditeľné na obr. 10, kde päť prameňov má stupeň skrasovatenia 4,3 a tri pramene majú stupeň skrasovatenia 10. To sa takisto prejavuje i vo vysokej nerovnomernosti rizika zasiahnutia podzemných vôd potenciálnym znečistením v rámci tohto typu hornín (tabuľka 1). Pre väčšinu prameňov (stupeň skrasovatenia okolo 4,3) možno predpokladať v ich infiltračnej oblasti horninové prostredie s predpokladom existencie drveného zvodneného pásma (napr. poruchové pásmo) alebo porušenia hustou sieťou otvorených drobných puklín v kombinácii s jednoduchým, občasne zvodneným kanálovým systémom značného dosahu (napr. s otvorenou skrasovatenou poruchou v zóne prevzdušnenia). Nebezpečenstvo potenciálneho znečistenia podzemných vôd pri plošnom vstupe znečistenia do horninových blokov je malé, výnimku tvorí možnosť významného bodového znečistenia pri priamom prepojení priestorovo obmedzeného krasového systému s povrchom. Pri plošnom vstupe znečistenia je predpoklad jeho významnej retencie, fixácie a rozptýlenia. Pre tri pramene so stupeňom skrasovatenia 10 však môžeme predpokladať horninové prostredie s kanálovým systémom preferovaných ciest podzemných vôd bez významnejšieho súvisu s otvorenými zvodnenými puklinovými systémami prilahlých horninových blokov a rozsiahly kanálový systém nezabezpečujúci trvalú dotáciu podzemných vôd. Hrozí tu veľké riziko zasiahnutia podzemných vôd potenciálnym znečistením, kde sú najdôležitejšie lokálne – bodové riziká vstupu znečistenia (krasové jamy, ponory...) do horninového prostredia. Po kontaminujúcej udalosti nasleduje rýchle šírenie sa znečistenia v prostredí, so zanedbateľnou retenciou a riedením. Znečistenie vôd môže nastať i z veľmi vzdialených miest jeho šírením po krasových kanáloch. Zvýšenie koncentrácie kontaminantu býva veľmi rýchle a prudké, na veľmi vysoké hodnoty a s krátkym trvaním (Kullman, 2000).

Gutensteinské súvrstvie (gutensteinské vápence: tmavosivé a čierne hrubolavicovité, vrstevnaté, červíkovité vápence; mt16)

K infiltračnému prostrediu gutensteinského súvrstvia priradujeme 13 prameňov, stredná veľkosť stupňa skrasovatenia a kontaminačnej senzitivity je 5,69. Podľa toho je v gutensteinskom súvrství horninové prostredie rozsiahlo porušené, s prevahou otvorených, stredne veľkých neskrasovatených i skrasovatených puklín v zóne nasýtenia



Obr. 11. Početnosť prameňov v jednotlivých stupňoch skrasovatenia v gutensteinskom súvrství
 Fig. 11. Frequency diagram of individual degrees of karstification occurrence in the springs from the gutenstein formation

nádrže podzemných puklinovo-krasových vôd a s menším vplyvom podzemných vôd veľkých krasových kanálov naviazaných na tento puklinovo-krasový systém. Je tu možnosť plošnej i obmedzenej bodovej kontaminácie podzemných vôd. Pri plošnom i bodovom znečistení je predpoklad jeho retencie a fixácie, ale najmä riedenia. V prameňoch je možnosť pomerne rýchleho nárastu znečistenia v nižších koncentráciách, s dlhším trvaním (Kullman, 2000). Z obr. 11 je zrejmé, že priemerný stupeň skrasovatenia sa pohybuje okolo hodnoty 5, lokálne dosahuje veľmi vysoké hodnoty 8 až 10 (tabuľka 1), a teda gutensteinské vápence v Strážovských vrchoch sú skrasovatením postihnuté veľmi nerovnomerne.

Ramsauské dolomity (sivé vrstevnaté dolomity; mt22)

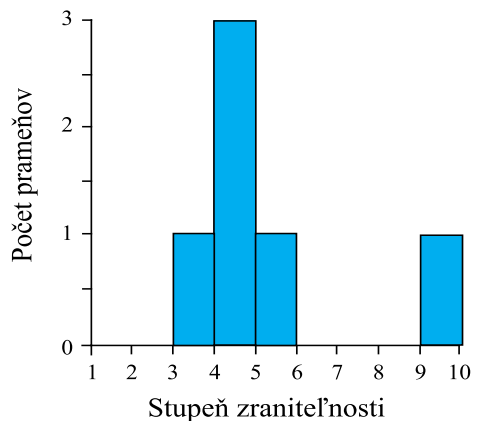
V ramsauských dolomitoch sa vyskytujú 4 pramene so strednou hodnotou stupňa skrasovatenia 3,8 a s tou istou veľkosťou stupňa zraniteľnosti podzemných vôd. Horninové prostredie charakterizuje najmä prevaha prúdenia podzemnej vody v puklinách, v nerovnomerne rozvinutej sieti puklín s prevahou otvorených makropuklín, ako aj s možnosťou obmedzeného rozsahu krasových kanálov. V extrémnych prípadoch môže v tomto type horninového prostredia dochádzať i ku krátkodobým turbulentným prúdeniam. Malé je nebezpečenstvo potenciálneho zasiahnutia podzemných vôd väčším znečistením s výnimkou blízkeho okolia zdroja. Prevažuje najmä možnosť plošného vstupu znečistenia, s predpokladom jeho retencie, fixácie a rozptýlenia. Malá je pravdepodobnosť kontaminácie podzemných vôd zdroja, prípadne v nízkych koncentráciách a dlhší čas. So zvyšovaním hodnôt α_1 a α_2 sa možnosť kontaminácie podzemných vôd záchytu zväčšuje (Kullman, 2000). Pramene v ramsauských dolomitoch nejavia výrazné odchýlky od priemernej hodnoty stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti (tabuľka 1), čo signalizuje homogenitu tohto horninového prostredia.

Reiflinské a pseudoreiflinské vápence (sivé vrstevnaté vápence s rohovcami; mt43)

V reiflinských a pseudoreiflinských vápencoch sa vyskytujú 4 pramene, ktorých priemerná hodnota stupňa skrasovatenia je 4,3. Charakteristika dezintegrácie (porušenosti) horninového prostredia a zraniteľnosti podzemných vôd je podobná ako pri vyššie uvádzaných ramsauských dolomitoch. Pramene vystupujúce z tohto typu hornín takisto javia výrazné odchýlky od priemernej hodnoty stupňa skrasovatenia horninového prostredia a zraniteľnosti jeho podzemných vôd (tabuľka 1).

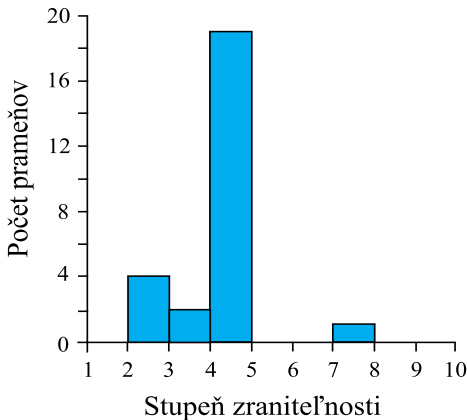
Wettersteinské vápence (svetlosivé organodetrilitické a organogénne masívne, rifové vápence; mt49)

Z wettersteinských vápencov vyviera 6 prameňov s priemernou hodnotou stupňa krasovej dezintegrácie horninového prostredia 5,4. V horninovom prostredí možno predpokladať existenciu drveného (napr. poruchového) pásma, na ktoré môžu byť pramene naviazané, alebo porušenie hustou sieťou otvorených drobných puklín v kombinácii s jednoduchým, občasne napĺňaným kanálovým systémom značného dosahu (napr. s otvorenou skrasovatelou poruchou v zóne prevzdušnenia). V tomto prostredí je malé nebezpečenstvo potenciálneho znečistenia podzemných vôd pri plošnom vstupe znečistenia do horninových blokov. Výnimku predstavuje riziko významného bodového znečistenia pri priamom prepojení rozsahom obmedzeného krasového systému s povrchom. Pri plošnom vstupe znečistenia je predpoklad jeho významnej retencie, fixácie a rozptýlenia. Pri wettersteinských vápencoch je podľa obr. 12 lokálne pravdepodobné vyššie skrasovatenie, ako je priemerné. Heterogenita tohto horninového prostredia sa prejavuje najmä zistením dvoch prameňov signalizujúcich desiaty, najvyšší stupeň skrasovatenia a kontaminačnej senzitivity (tabuľka 1 a obr. 12).



Obr. 12. Početnosť prameňov vykazujúcich jednotlivé stupne skrasovatenia vo wettersteinských vápencoch

Fig. 12. Frequency diagram of individual karstification degrees occurrence in the springs from the wetterstein limestones



Obr. 13. Početnosť prameňov vykazujúcich jednotlivé stupne skrasovatenia v ramsauských a hlavných dolomitoch

Fig. 13. Frequency diagram of individual karstification degrees occurrence in the springs from the Ramsau dolomites and Hauptdolomites

skôr plošný, s predpokladom jeho retencie, fixácie a rozptýlenia. Je malá pravdepodobnosť kontaminácie podzemných vôd zdroja, prípadne v nízkych koncentráciách a dlhší čas. So zvyšovaním hodnôt koeficientov α_1 a α_2 sa možnosť znečistenia vôd zdroja zväčšuje (Kullman, 2000). Podľa obrázka 13 môžeme povedať, že stupeň skrasovatenia je vo väčšine prípadov približne rovnaký alebo nižší ako priemerný, len v ojedinelých prípadoch môže dosahovať vyššie hodnoty (prameň Lúčky 2 vo Fačkove – katalógové číslo SHMÚ 775 – má stupeň skrasovatenia 8,0).

Wettersteinské a hlavné dolomity (mt104)

K tomuto typu horninového prostredia priradíme 12 prameňov so strednou mierou skrasovatenia 4,09. Charakteristika porušenia horninového prostredia krasovatením a rozpukáním, ako aj z toho vyplývajúcej zraniteľnosti podzemných vôd je podobná ako pri predchádzajúcom type hornín (ramsauké a hlavné dolomity; mt86). Pramene vo wettersteinských a hlavných dolomitoch nejavia výrazné odchýlky od priemernej hodnoty stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti (tabuľka 1), wettersteinské a hlavné dolomity (mt104) majú podobný charakter dominujúceho puklinového typu priepustnosti a sú aj obdobne homogénne ako ramsauké dolomity (mt22).

Súbor panvových facií (reiflinské vápence, partnachské súvrstvie, trachycerasové vrstvy, raminsko-qöstlinské súvrstvie: raminské a qöstlinské vápence; mt107)

V tomto horninovom type predpokladáme infiltračné oblasti dvoch prameňov, pre ktoré sa zistila stredná hodnota stupňa skrasovatenia, získaná analýzou výtokových čiar týchto prameňov, vo veľkosti 3,3. Horninové prostredie je determinované hustou, prevažne rovnomernou sieťou puklín s prevahou mikropuklín a drobných puklín. Vzhľadom na charakter horninového prostredia je nebezpečenstvo potenciálneho zasiahnutia podzemných vôd významnejšou kontamináciou veľmi malé. Možno predpokladať predovšetkým plošný vstup znečistenia do horninového prostredia a jeho retenciu, fixáciu a rozptýlenie. Pravdepodobnosť kontaminácie vôd zdroja s výnimkou možného vstupu znečistenia z blízkeho okolia je veľmi malá (Kullman, 2000). Pramene z horninového prostredia súboru panvových facií nejavia výrazné odchýlky od priemernej hodnoty stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti (tabuľka 1).

Ramsauké dolomity a hlavné dolomity (sivé vrstevnaté dolomity a svetlé, sivé masívne a vrstevnaté dolomity; mt86)

Horninové prostredie ramsauských a hlavných dolomitov v Strážovských vrchoch spolu odvodňuje 26 pozorovaných prameňov, pri ktorých sa zistil priemerný stupeň skrasovatenia a zraniteľnosti 4,17. Pre toto horninové prostredie je príznačná nerovnomerne rozvinutá sieť puklín s prevahou otvorených makropuklín, ako aj s možnosťou výskytu krasových kanálov obmedzeného rozsahu. V extrémnych prípadoch môžu v tomto type horninového prostredia nastať i krátkodobé turbulentné prúdenia. Tu je len malé nebezpečenstvo potenciálneho zasiahnutia podzemných vôd väčším znečistením, s výnimkou blízkeho okolia zdroja. Vstup znečistenia je

Allgäuské súvrstvie (tmavosivé až čierne, miestami škrvrité, jemnozrnné ± ílovité vápence a vápnité ílovce; mj6)

Allgäuské súvrstvie („fleckenmergel“) sa často považuje za hydrogeologický regionálny izolátor. V Strážovských vrchoch sa v allgäuskom súvrství nachádzajú infiltrčné oblasti dvoch prameňov, charakterizovaných strednou hodnotou stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti podzemných vôd 3,85. Charakteristika porušenia horninového prostredia a zraniteľnosti podzemných vôd je podobná ako v prípade ramsauských a hlavných dolomitov (mt86), pramene z allgäuského súvrstvia však nejavia výrazné odchýlky od priemernej hodnoty stupňa skrasovatenia (tabuľka 1).

Mráznicke súvrstvie (sivé a tmavosivé slienité vápence, niekedy s hľuzami rohovcov), sliene, slieňovce a slienité bridlice; mk69)

Aj slienité vápence mráznickeho súvrstvia, podobne ako allgäuské súvrstvie („fleckenmergel“), sa často považujú za významný hydrogeologický regionálny izolátor. Podobné sú aj stredné hodnoty stupňa porušenia (skrasovatenia) týchto hydrogeologických jednotiek, ktoré boli pre dva pramene priradené mráznickeho súvrstviu – 3,76. Toto horninové prostredie by malo byť typické nerovnomerne rozvinutou sieťou puklín s prevahou otvorených makropuklín, ako aj s možnosťou obmedzeného rozsahu krassových kanálov. V extrémnych prípadoch môže v tomto type horninového prostredia dochádzať i ku krátkodobým turbulentným prúdeniam. Nebezpečenstvo potenciálneho zasiahnutia podzemných vôd významnejším znečistením, s výnimkou blízkeho okolia prameňa, je malé. Prevažuje možnosť plošného vstupu znečistenia, s predpokladom jeho retencie, fixácie a rozptýlenia. Kontaminácia podzemných vôd záchytu je pravdepodobnejšia v nízkych koncentráciách a dlhší čas. Zvyšovaním hodnôt α_1 a α_2 sa možnosť znečistenia vôd záchytu zväčšuje (Kullman, 2000). Pramene v mráznickeho súvrství nejavia výrazné odchýlky od priemernej hodnoty stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti (tabuľka 1).

POROVNANIE STUPŇA SKRASOVATENIA HORNINOVÉHO PROSTREDIA A ZRANITEĽNOSTI PODZEMNÝCH VÔD V JEDNOTLIVÝCH LITOLOGICKÝCH JEDNOTKÁCH Z RÔZNYCH HODNOTENÝCH ÚZEMÍ SLOVENSKA

Keďže územie Strážovských vrchov, ako sme už spomínali, nie je prvým územím v rámci Západných Karpát, kde sa využila analýza výtokových čiar prameňov na hodnotenie stupňa skrasovatenia a senzitivity podzemnej vody voči potenciálnemu znečisteniu (zraniteľnosti) podzemných vôd, máme možnosť tieto charakteristiky porovnať (tabuľka 2). Z tabuľky 2 je zrejmé, že stupeň skrasovatenia a zraniteľnosti podzemných vôd dosahuje v gutensteinských vápencoch približne rovnaké hodnoty. Pri ramsauských, wettersteinských a hlavných dolomitoch vyšli pre oblasť Strážovských vrchov hodnoty vyššie než v hydrogeologickej štruktúre Tlstej vo Veľkej Fatre, stupeň skrasovatenia wettersteinských vápencov v oblasti Dolného vrchu v Slovenskom krase je však zas vyšší než v Strážovských vrchoch. V prípade Dolného vrchu rozlišujeme stredný stupeň skrasovatenia získaný z individuálnych výtokových čiar (4,7) a z výtokových čiar zostavených a analyzovaných kombinácií výdatností susediach výverov (5,5; Malík a Vojtková, 2006). Vyššie hodnoty stupňa skrasovatenia slienitých vápencov a bridlíc mráznickeho súvrstvia vo Veľkej Fatre boli identifikované pre pramene v oblasti megazosunov v závere Gaderskej (Dedošovej) doliny (Malík, 2005).

Tabuľka 2. Porovnanie hodnôt stupňa skrasovatenia hornín a senzitivity (zraniteľnosti) podzemnej vody voči potenciálnemu znečisteniu pre rovnaké litostratigrafické typy v rôznych hodnotených oblastiach na území SR
 Table 2. Comparison of values of karstification degree and groundwater sensitivity to pollution (vulnerability) in identical lithostratigraphical units from different evaluated areas in the Slovak territory

IDSRF	Litológia	Strážovské vrchy (Gregor, 2007b)	Masív Tlstej vo Veľkej Fatre (Malík, 2005)	Oblasť Dolného vrchu v Slovenskom krase (Malík a Vojtková, 2006)	Južné svahy Nízkyh Tatier (Kováčová, 2005)
mt16	Gutensteinské súvrstvie	5,69	5	–	5
mt22	Ramsauské dolomity	3,8	2,7	–	–
mt86	Ramsauské a hlavné dolomity	4,17	–	–	3,6
mt104	Wettensteinské a hlavné dolomity	4,09	3,5	4,7 – 5,5	–
mk69	Mráznické súvrstvie	3,76	5,5	–	–

ZÁVER

Vrba a Zaporozec (1994) definujú zraniteľnosť podzemných vôd ako vnútornú vlastnosť systému podzemnej vody, ktorá závisí od citlivosti (senzitivity) systému na antropogénne a/alebo prírodné vplyvy. Tvorba máp zraniteľnosti podzemných vôd je typickou hydrogeologickou úlohou. Ide však o druh mapy, ktorej adresátom sú nehydrogeológovia, a jej využitie je zväčša mimo hydrogeologickej praxe. Mapy zraniteľnosti podzemných vôd sú užitočné najmä pri rozhodovacej činnosti v oblasti racionálneho využívania územia, pri ochrane podzemných vôd, posudzovaní vplyvov na životné prostredie alebo hodnotení vodohospodárskej funkcie územia. Odborník – hydrogeológ je síce pre ich tvorbu najkompetentnejší (pretože dokáže reálne posúdiť vplyv jednotlivých faktorov pôsobiacich na zraniteľnosť podzemných vôd), výsledný účinok takejto mapy však vo veľkej miere závisí od stupňa empatie tvorcu mapy voči užívateľskej verejnosti.

V rámci tejto práce sme sa venovali hodnoteniu stupňa skrasovatenia hornín a zraniteľnosti podzemných vôd na území Strážovských vrchov. Využívali sme pritom analýzu výtokových čiar prameňov (Kullman a Petráš, 1977; Kullman, 1990, 2000). Podkladmi pre prácu boli časové rady týždenných výdatností 105 prameňov a denné úhrny zrážok z 28 staníc z územia Strážovských vrchov, dlhodobo pozorovaných Slovenským hydrometeorologickým ústavom. Metodika spracovania analýzy výtokových čiar ústi do hodnotenia stupňa krasovej dezintegrácie (otvorenej porušivosti a stupňa skrasovatenia) horninových masívov a stupňa zraniteľnosti podzemných vôd v týchto masívoch obsiahnutých. Skrasovatenie je vo výtokových čiarach prameňov identifikované turbulentnými subrežimami prúdenia. Takýmto spôsobom pomocou aplikácie ARC 1.0 (Gregor, 2007b) analyzovalo 960 výtokových čiar z 99 prameňov. Najvyšší, desiaty stupeň skrasovatenia sa vyskytol až v prípade siedmich prameňov.

Následne sme hodnotili strednú veľkosť stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti podzemných vôd v trinástich litologických jednotkách. Táto stredná hodnota sa vyskytovala v rozsahu od hodnoty 3 do 7 desaťbodovej škály (Kullman, 2000). Najnižším stupňom skrasovatenia a zraniteľnosti, v rozsahu hodnôt 3 až 4, sa vyznačujú terchovské vrstvy, ramsauské dolomity, súbor panvových facií, allgäuské a mráznické súvrstvie. Stredný stupeň skrasovatenia a zraniteľnosti, v rozsahu priemerných hodnôt 4 až 5, sa vyskytuje v súľovských zlepencoch, reiflinských a pseudoreiflinských vápencoch, hlavných a wettersteinských dolomitoch. Vysokým stupňom skrasovatenia a zraniteľnosti, hodnoty 5 až 6, je charakterizované gutensteinské súvrstvie a wettersteinské vápence. Najvyšší – veľmi vysoký stupeň skrasovatenia a zraniteľnosti, v rozsahu stredných hodnôt 6 až 7, nachádzame v borovskom súvrství a paštinskozávadských vrstvách. Pri hodnotení stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti treba vziať do úvahy, že v niektorých litologických typoch hornín sa lokálne vyskytujú výrazné odchýlky od strednej hodnoty ako prejavy heterogénnej dezintegrácie v rámci oddelených území, na ktorých sa tieto litologické typy vyskytujú. Tým je špecifické predovšetkým borovské súvrstvie, súľovské zlepence, paštinskozávadské vrstvy, gutensteinské súvrstvie, wettersteinské vápence, ramsauské a hlavné dolomity.

Zaujímavým výsledkom tejto práce je fakt, že najvyšší stupeň skrasovatenia a zraniteľnosti sa v rámci Strážovských vrchov sa vyskytuje v paleogénnych horninách – v borovskom súvrství a paštinskozávadských vrstvách. Karbonatické zlepence, pieskovce a brekcie bazálneho paleogénu sa dlho považovali za nekrasové typy hornín, resp. horninové prostredie reprezentujúce len druhotne asociovanú hydrogeologickú funkciu v porovnaní s jeho mezozickým podložím. Analýzou výtokových čiar prameňov v týchto typoch hornín sa zistilo časté kanálové prúdenie podzemných vôd. Existenciu krasových kanálov v týchto horninách potvrdzuje okrem našich analýz i výskum uskutočnený v oblasti severných svahov alpského predhoria (Göppert, 2002). Otázne však je, či v predmetnom území Strážovských vrchov vzniká turbulentné prúdenie v krasových kanáloch vyvinutých v spomenutom bazálnom paleogéne, alebo v podložných krasových horninách mezozoika. Na túto otázku však budeme vedieť odpovedať až v prípade, že v záujmovom území bude uskutočnený komplexný hydrogeochemický a izotopový výskum podzemných vôd.

Poslednú časť práce tvorí mapa všeobecnej zraniteľnosti podzemných vôd puklinovo-krasových hydrogeologických štruktúr Strážovských vrchov uvedená v prílohe. Krasovo-puklinové hydrogeologické štruktúry sú v rámci Strážovských vrchov budované troma hlavnými typmi hornín, a to vápencami, dolomitmi a bazálnym paleogénom. V každom zo spomenutých typov hornín je možné dokumentovať výrazné rozdiely v charaktere priepustnosti a hydraulikkej funkcii. Taktiež je pre ne typický rozdielny geomorfologický vývoj a hydrogeologický charakter. Preto sme v mape tieto tri hlavné litologické typy hornín rozlíšili šrafovaním.

Typickým príkladom ohrozenia podzemných vôd v krasovo-puklinovej hydrogeologickej štruktúre v rámci Strážovských vrchov je oblasť v katastri obce Mojšín. Ide o vysokopoloženú náhornú plošinu s výrazne zachovaným zarovnaným povrchom a intenzívnym stupňom skrasovatenia. Skrasovatenie je dokumentované tak hustotou exokrasových a endokrasových javov v oblasti, ako aj analýzou výtokových čiar na prameni Uhliská 1 (Mojšín, s katalógovým číslom SHMÚ 890). V rámci katastra obce Mojšín je dokumentovaných viac ako 45 jaskýň a viac ako 20 závrto. Analýzou výtokových čiar na spomínanom prameni sa zistila najvyššia hodnota stupňa skrasovatenia a zrani-

teľnosti podzemných vôd determinovaná kombináciou troch turbulentných subrežimov vyčerpávania. Problémom je, že obec nemá vybudované zariadenie na čistenie odpadových vôd a tie priamo vsakujú do horninového prostredia a tvoria tak významný hazard – zdroj ohrozenia pre kvalitu podzemných vôd, vystupujúcich vo využívanom prameni Uhliská 1. Zápach z fekálneho znečistenia podzemných vôd sa často prejavil pri intenzívnych zrážkach napríklad v Mojtínskej priepastnej jaskyni.

Mapa zraniteľnosti podzemných vôd vytvorená v rámci tejto práce je postačujúca na hodnotenie zraniteľnosti v regióne Strážovských vrchov v mierke 1 : 100 000. Na hodnotenie zraniteľnosti podzemných vôd v prípade špecifických a menších lokalít, akou je napríklad aj krasovo-puklinová hydrogeologická štruktúra nachádzajúca sa pod obcou Mojtín, by bolo žiaduce venovať sa každej lokalite v príslušnej mierke osobitne. Taktiež by bolo potrebné v takých prípadoch komplexnejšie hodnotiť zraniteľnosť podzemných vôd na základe metód založených na fyzikálnych princípoch (Malík a Vojtková, 2007) alebo zostavovaním máp špecifickej zraniteľnosti (senzu Zwahlen et al., 2004) pre rozličné skupiny polutantov, s využitím rozboru a hodnotenia vplyvu ďalších faktorov na zraniteľnosť podzemných vôd. Takými sú napríklad obsah organickej hmoty v štruktúre, iónovymenná kapacita či posúdenie možnosti adsorpcie, filtrácie, biodegradácie, oxidácie, tvorby komplexov a rozpadu potenciálnych kontaminantov.

Podakovanie. Na záver by sme chceli poďakovať Slovenskému hydrometeorologickému ústavu za poskytnutie dát potrebných na vypracovanie tejto práce.

LITERATÚRA

- ALLER, L. – BENNET, T. – LEHR, J. H. – PETTY, R. J. 1985. DRASTIC: A standardised system for evaluating groundwater pollution potential using hydrologic settings. U. S. EPA, Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, Ada, OK, EPA/600/2-85/0108, 163 p.
- BOUSSINESQ, M. J. 1904: Recherches théoriques sur l'écoulement des nappes d'eau infiltrées dans le sol et sur le debit des sources. Journal de mathématiques, 5^e série, tome X. Fasc. I. § I – VI. Paris.
- ČERNÁK, R. – ŽENIŠOVÁ, Z. 1997. Mapy zraniteľnosti podzemných vôd – použitie a hlavné problémy. Podzemná voda III./1997 č. 2, Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, 60–64.
- DALY, D. – DASSARGUES, A. – DREW, D. – DUNNE, S. – GOLDSCHIEDER, N. – NEALE, S. – POPESCU, CH. – ZWAHLEN, F. 2002. Main concepts of the European "Approach" for karst groundwater vulnerability assessment and mapping. Hydrogeology Journal (2002) 10, 340–345.
- DOERFLIGER, N. 1996. Advances in karst groundwater protection strategy using artificial tracer tests analysis and multiattribute vulnerability mapping (EPIK method). Thesis presented to the Faculty of Sciences of the Neuchatel University for the obtention of the title of Docteur és sciences, University of Neuchatel (Switzerland) – Faculty of Sciences, 308 p.
- DOERFLIGER, N. – ZWAHLEN, F. 1998. Groundwater Vulnerability Mapping in Karstic Regions (EPIK), SAEFL, 56p.
- DROGUE, C. 1967. Essai de détermination des composantes de l'écoulement des sources karstiques. Evaluation de la capacité de rétention par chenaux et fissures. Chron. Hydrogeol. 10, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Paris, 43–47.
- GREGOR, M. 2007a. Aplikácia analýzy výtokových čiar prameňov pre hodnotenie stupňa skrasovatenia a zraniteľnosti hornín mezozoika Strážovských vrchov. Diplomová práca. Archív katedry hydrogeológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava, 95 s.
- GREGOR, M. 2007b. ARC 1.0 – programová aplikácia na komplexnú analýzu výtokových čiar prameňov, Zborník príspevkov, 19. konferencia mladých hydroológov, SHMÚ, Bratislava, 7 s.
- GOLDSCHIEDER, N. – KLUTE, M. – STURM, S. – HÖTZL, H. 2000. The PI method – a GIS-based approach to mapping groundwater vulnerability with special consideration of karst aquifers. Z. angew. Geol., 46 (2000) 3, Karlsruhe.
- GÖPPERT, N. 2002: Karsterscheinungen und Hydrologie karbonatischer Konglomerate der Subalpinen Molasse im Gebiet Hochgrat/Lecknertal (Bayern/Vorarlberg). Master Thesis at the Department of Applied Geology, University of Karlsruhe, 96 p.

- HÖLTING, B. – HAERTLÉ, T. – HOHBERGER, K. H. – NACHTIGALL, K. H. – VILLINGER, E. – WEINZIERL, W. – WRABEL, J. P. 1995. Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktionen der Grundwasserüberdeckung. *Geol. Jb.*, C 63, 5–24, Hannover, 5–24.
- JAKÁL, J. 1997. Reliéf Strážovských vrchov, analýza typov krasu a ich genéza. *Geografický časopis*, 49, 1, 3–18.
- KADLEČÍKOVÁ, N. 2000. Analýza a simulácia čiar vyčerpávania vybraných krasovo-puklinových prameňov. Diplomová práca. Manuskript – Archív Katedry hydrogeológie PRIF UK Bratislava.
- KADLEČÍKOVÁ, N. – MALÍK, P. 2002. Využitie numerických postupov pri analýze čiar vyčerpávania. *Podzemná voda* č. 1 / 2002, Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, 78–87.
- KÁČER, Š. Ed. – POLÁK, M. – BEZÁK, V. – HÓK, J. – TEŤÁK, F. – KONEČNÝ, V. – KUČERA, M. – ŽEC, B. – ELEČKO, M. – HRAŠKO, E. – KOVÁČIK, M. – PRISTAŠ, J. – KÁČER, Š. – ANTALÍK, M. – LEXA, J. – ZVARA, I. – FRITZMAN, R. – VLACHOVIČ, J. – BYSTRICKÁ, G. – BRODIANSKA, M. – POTFAJ, M. – MADARÁS, J. – NAGY, A. – MAGLAY, J. – IVANIČKA, J. – GROSS, P. – RAKÚS, M. – VOZÁROVÁ, A. – BUČEK, S. – BOOROVÁ, D. – ŠIMON, L. – MELLO, J. 2005. Slovenská republika – digitálna geologická mapa v M 1 : 50 000 a 1 : 500 000. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 42 s., digitálna geologická mapa.
- KIRALY, L. 2003. Karstification and groundwater flow. *Speleogenesis and evolution of karst aquifers* 1 (3), p. 8.
- KULLMAN, E. – PETRÁŠ, I. 1977. Čiary vyčerpávania prameňov a ich využitie pre hydrogeologickú charakteristiku horninového prostredia. *Geologické práce, Správy* 67, Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 211–238.
- KULLMAN, E. – PETRÁŠ, I. 1979. Výtokové pomery prameňov a ich vzťah k horninovému prostrediu. *Zborník prác HMÚ. Zv. 13. Alfa* Bratislava 1979, 308 s.
- KULLMAN, E. 1983. Režim podzemných vôd s turbulentným prúdením v puklinovo-krasovom horninovom prostredí. *Geologické práce, Správy* 79, Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 237–262.
- KULLMAN, E. 1990. Krasovo-puklinové vody. *Karst fissure waters*. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava. 184 s.
- KULLMAN, E. 2000. Nové metodické prístupy k riešeniu ochrany a ochranných pásiem zdrojov podzemných vôd v horninových prostrediach s krasovo-puklinovou a puklinovou priepustnosťou, *Podzemná voda*, ročník VI., č. 2/2000, 31–41.
- KOVÁCS, A. 2003. Geometry and hydraulic parameters of karst aquifers: A hydrodynamic modeling approach. Ph.D. thesis, CHYN, Université de Neuchâtel, 127 p.
- KOVÁČOVÁ, E. 2005. Zraniteľnosť krasovo-puklinových hydrogeologických štruktúr južných svahov Nízkyh Tatier. Diplomová práca. Manuskript – Archív Katedry hydrogeológie PRIF UK Bratislava.
- MAHEE, M. 1976. Výskum mezozoika Strážovskej hornatiny a Považského Inova, GÚDŠ, Bratislava.
- MAHEE, M. 1985. Geologická stavba Strážovských vrchov, GÚDŠ, Bratislava.
- MALÍK, P. 2005. Senzitivita podzemných vôd voči kontaminácii podľa výtokových čiar prameňov v oblasti Tlstej, JZ časť Veľkej Fatry. *Podzemná voda* XI./2005 č. 1, SAH, Bratislava, 36–48.
- MALÍK, P. 2006. Assessment of regional karstification degree and groundwater sensitivity to pollution using hydrograph analysis in the Velka Fatra Mts., Slovakia. *Water Resources and Environmental Problems in Karst. Environmental Geology* (2007) 51: 707–711.
- MALÍK, P. – ŠVASTA, J. 1999. REKS – Alternative Method of Karst Groundwater Vulnerability Estimation. *Hydrogeology and Land Use Management. Proceedings of the XXIX Congress of the International Association of Hydrogeologists*, Bratislava 1999, 79–85.
- MALÍK, P. – VOJTKOVÁ, S. 2006. Hodnotenie zraniteľnosti podzemných vôd hydrogeologickej štruktúry Dolný vrch v Slovenskom krase na základe režimu výdatností krasových prameňov. *Podzemná voda*, ročník XII., č.1/2006, 27–38.
- MALÍK, P. – VOJTKOVÁ, S. 2007. Physically-based intrinsic groundwater resource vulnerability map of the Tisovec karst. *Groundwater Vulnerability Assessment and Mapping. IAH Selected Papers on Hydrogeology*. Taylor & Francis / Balkema, International Association of Hydrogeologists, ISBN 978-0-415-44561-0, 223–234.
- SCHOELLER, H. 1965. Hydrodynamique dans le Karst. *Hydrogeologie de roches fissurées*, I, Actes du colloque de Dobrovnik 1965, AIHS-UNESCO, Belgique, 3–20.
- ŠALAGOVÁ, V. 1986. Strážovské vrchy – JZ časť hydrogeologického rajónu MP 066, GÚDŠ, Bratislava.
- VAN STEMPOORT, D. – EVERT, L. – WAAENAAR, I. 1993. Aquifer Vulnerability Index: a GIS compatible method for groundwater vulnerability mapping. *Canadian Water Resources Journal*, 18, 25–37.
- VRBA, J. – ZAPOROZEC, A. 1994. Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability. *International Contributions to Hydrogeology*, International Association of Hydrogeologists Revue, Verlag Heinz Heise, Hannover, IAH, vol. 16, 131 s.
- ZWAHLEN, F. Ed. et al. 2004. Vulnerability and Risk Mapping for the Protection of Carbonate (Karst) Aquifers. *COST Action 620 Final Report*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2004 – XVIII, 297 s.

UTILIZATION OF SPRINGS RECESSON CURVES FOR ASSESSMENT OF KARSTIFICATION DEGREE AND GROUNDWATER VULNERABILITY IN ROCKS WITH KARST-FISSURE PERMEABILITY – EXAMPLE FROM THE STRÁŽOVSKÉ VRCHY MTS.

S u m m a r y

In this study, the degree of rock karstification and groundwater vulnerability is assessed using springs recession curves analysis. The analysis of recession (depletion) curves of individual springs (Kullman and Petráš, 1977; Kullman, 1990, 2000) is utilized. As a basis for this study, the time series of weekly yields of 105 springs and also a daily rainfall logs recorded by 28 meteorological stations from the area of Strážovské vrchy Mts. were exploited. These observations are within the long-term monitoring network of the Slovak Hydrometeorological Institute. The technique of identification of open disruption and its linking to certain karstification degree of rock environment is based on recession curve analyses. Karstification of rock environment can be identified in recession curves by occurrence of turbulent flow sub-regimes. In such way, we analysed 960 depletion curves from 99 springs by using ARC 1.0 software (Gregor, 2007a). We found out that the highest (10^{th}) degree of karstification occurs at 7 out of 99 springs.

Consequently, we summarized the mean degree of karstification and groundwater vulnerability in thirteen lithological units building recharge areas of evaluated springs. Average values figure in the range from 3 to 7. The lowest karstification (groundwater vulnerability) degrees, in range of mean values from 3 to 4, are characteristic for the Terchová layers, Ramsau dolomites, complex of basin facies, Allgäu and Mráznica formations. Moderate degree of karstification (groundwater vulnerability), in the range 4 – 5, occurs in the Súfov conglomerates, Reifling and pseudoreifling limestones, hauptdolomites and Wetterstein dolomites. High degree of karstification and groundwater vulnerability (range of values from 5 to 6) is typical for guttenstein and wetterstein limestones. The highest degree (very high degree of karstification and vulnerability – Kullman, 2000; range of mean values from 6 to 7) is found in the Borové formation and Paštinsko-závadské layers. It is also important to notice that some deviations from the mean value of karstification degree show local character in several lithological types of rocks, as a sign of heterogeneity in the results of rock karstification and disintegration processes. This is specific especially for Borové formation, Súfov conglomerates, paštinskozávadské layers, guttenstein limestones, wetterstein limestones, Ramsau dolomites and hauptdolomites.

Interesting result of this analysis is that the highest degree of karstification and groundwater vulnerability in the Strážovské vrchy Mts. occurs in the Borové formation and Paštinskozávadské layers. Carbonatic conglomerates, sandstones and breccias from the Paleogene transgression base were previously presumed to belong to non-karstic rock types. Our recession curves analysis of springs draining this rock types shows frequent groundwater circulation in the form of channel flow. Existence of karst channels in these types of rocks is supported also by the research of Göppert (2002) on the northern slopes of Alpine fore-mountains. The question is, whether the turbulent flow is generated in karst channels of the Paleogene sediments of the Strážovské vrchy Mts. or rather in the underlying Mesozoic karst rock environment. It will be possible to answer this question only after complex investigation of hydrogeochemical and isotopic research of groundwater in this region.

The groundwater vulnerability map created within this study is in the scale of 1 : 100,000, which is sufficient for regional groundwater vulnerability assessment in the region of the Strážovské vrchy Mts. To assess groundwater vulnerability in the case of specific or smaller sites (such as karst-fissure hydrogeological structure situated below the village of Mojtnín) it would be desirable to use individual evaluation approach for each site. In such cases it would be also convenient to assess the vulnerability more complexly with utilization of impacts of other factors on groundwater vulnerability (content of organic mass, ionexchange capacity, possibility of adsorption, filtration, biodegradation, oxidation, complexes production, decay of potential contaminants, etc.) and to use physical approach of vulnerability assessments (Malík and Vojtková, 2007) and to construct specific vulnerability maps (sensu Zwahlen et al., 2004) for each group of pollutants.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	79 – 98	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	---------	------------------------

OSOBITOSTI OCHRANY KRASOVO-PUKLINOVÝCH VÔD NA SILICKEJ PLANINE V SLOVENSKOM KRASE

LADISLAV TOMETZ¹, MARTA PREKOPOVÁ²

¹ Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Ústav geovied, Park Komenského 15, 042 00 Košice; Ladislav.Tometz@tuke.sk

² Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Ústav geovied, Park Komenského 15, 042 00 Košice; Marta.Prekopova@tuke.sk

L. Tometz, M. Prekopová: Peculiarities of karst-fissure groundwater protection on Silica Plateau in Slovak Karst

Abstract: The Silica Plateau and its surrounding represents a karst phenomenon connected with large amount of groundwater. Majority of its karst-fissure water is utilized for waterworks purposes. The protection of groundwater quantity and quality, utilized for public supply as a drinking water source is influenced by karst phenomenon. This paper shows the individualities of karst-fissure water protection of the studied area, and emphasizes the existence of karst phenomena in protective zones of waterworks sources.

Key words: karst, hydrogeology, water sources, protective zones

ÚVOD

Silická planina v Slovenskom krase predstavuje významný krasový fenomén, na ktorý sú viazané početné vodárenské zdroje zachytávajúce jej krasovo-puklinové vody. Dôležitú úlohu pre zachovanie potrebnej kvality a kvantity týchto vôd zohráva ochrana vodárenských zdrojov, ktorých je v hodnotenom území väčšie množstvo. Pri platnosti legislatívnych opatrení z roku 1977 bola jediným rozhodujúcim prvkom pre ochranu podzemných vôd kvalitatívna ochrana. Táto bola vyjadrená hlavne hygienickými zásadami, bez zvláštného dôrazu kladeného na osobitosti zvodnených kolektorov. Berúc do úvahy takéto kritérium, boli do roku 2002, kedy vstúpila do platnosti nová právna úprava, novelizovaná v roku 2005 (Vyhl. MŽP SR č. 29/2005, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov), navrhované ochranné opatrenia nerešpektujúce kvalitatívnu a kvantitatívnu ochranu krasovo-puklinových podzemných vôd v prostredí silne rozvinutého krasu.

Vodárenské zdroje Silickej planiny využívané na hromadné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou sú spravidla v správe Východoslovenskej vodárenskej spoločnosti, prípadne v správe obcí. Snaha o prehodnotenie ich ochranných pásiem v zmysle uvedenej právnej úpravy z roku 2005 je zo strany užívateľov vodárenských zdrojov spravidla len ojedinelá. Predmetný príspevok má poukázať na osobitosti vyplývajúce z novelizovaných legislatívnych opatrení (Vyhl. MŽP SR 29/2005 Z. z.) v podmienkach Silickej planiny.

ZHODNOTENIE PODMIENOK TVORBY KRASOVO-PUKLINOVÝCH VÔD

Pri tvorbe krasovo-puklinových vôd Silickej planiny zohráva úlohu viacero faktorov súvisiacich s klimatickými podmienkami, morfológiou, hydrologiou, geológiou a hydrogeológiou. V stručnosti ich možno charakterizovať takto:

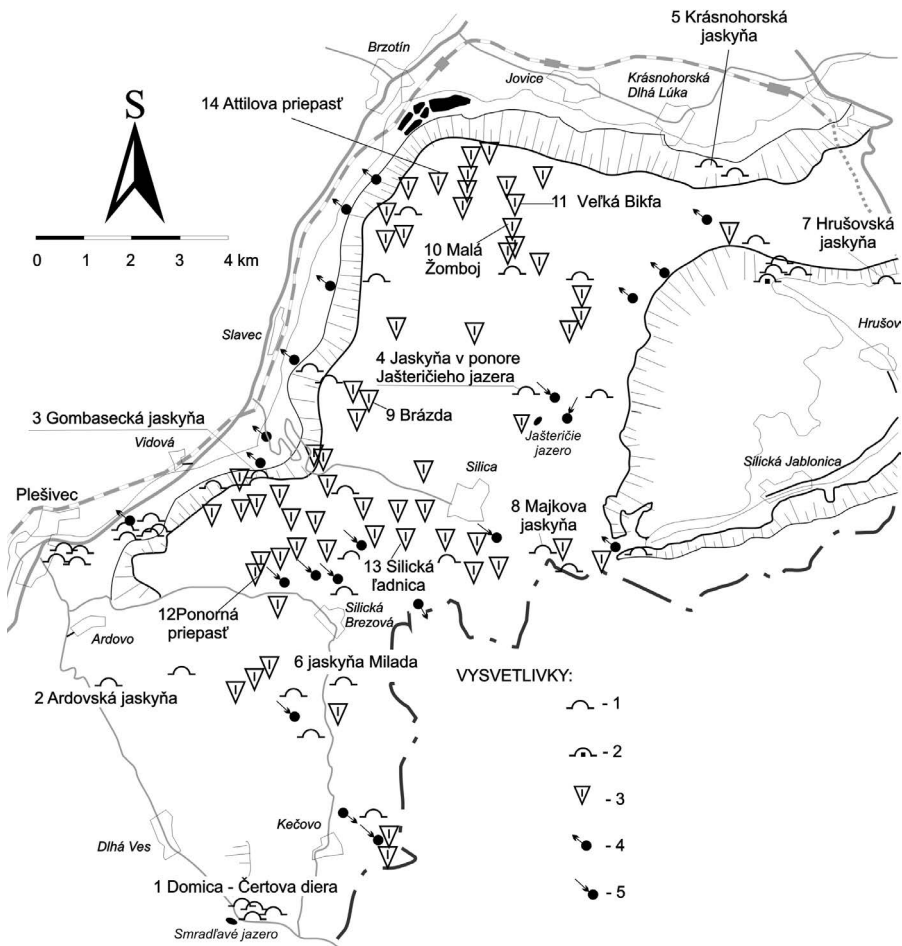
Záujmové územie patrí podľa *klimatickej klasifikácie* (Lapin et al., 2002) do teplej a mierne teplej oblasti. Na južne orientovaných svahoch s malým zastúpením stromovej zelene a na škrapových poliach bývajú priemerné denné teploty vzduchu o 2 – 3 °C vyššie ako v ostatnej časti planiny.

V ročnom chode najvyššie úhrny zrážok pripadajú na letné mesiace. Maximum zrážok pripadá na mesiac jún, v ktorom na základe pozorovaní meteorologickej stanice v Plešivci priemerný ročný úhrn zrážok za obdobie rokov 1932 – 1994 je 657 mm. Klimatické faktory, akými sú trvalé zmeny v intenzite zrážok a zvýšený rozsah epizódnych búrok, významne vplyvajú na infiltráciu a zvýšenie povrchového odtoku. Evapotranspirácia (celkový výpar) a jej zmeny sú výslednicou vplyvu a zmien celého súboru faktorov, z ktorých za hlavné možno považovať teplotu vzduchu, rozdelenie ročných úhrnov zrážok, intenzitu zrážok, veterné pomery a zalesnenie. Z týchto faktorov, v súlade s uvedeným názorom o vplyve na infiltráciu a zvýšenie povrchového odtoku, možno skonštatovať, že zvýšenú evapotranspiráciu spôsobuje predovšetkým otepľovanie zemského povrchu, čo sa zase odráža na strate pôdnej vlhkosti a pod.

V zmysle *geomorfologického* členenia Západných Karpát je územie planiny súčasťou celku Slovenský kras, podcelku Silická planina. V rámci podcelku je vo východnej časti planiny na nekrasových horninách spodného triasu, tvoriacich jej východné svahy, vyčlenená časť Silické úboče (Mazúr et al., 1986).

Podľa *geomorfológie krasu* (Jakál, 1993) sú v hodnotenom území vyvinuté dva typy krasu. Najrozšírenejší je typ planinového krasu, ktorý je vyvinutý na väčšine územia Silickej planiny. Je to typ planinového krasu charakteristický I. stupňom skrasovatenia s úplným vývojom exo- a endokrasu, prevažne s autogénnym vývojom. Druhým typom sú ojedinelé výskyty kotlinového krasu travertínových kôp a kaskád. Uvedený typ je charakteristický 4. stupňom skrasovatenia s čiastočne vyvinutým exo- a endokrasom s prevažne nedokonale vytvorenými formami krasu, prejavmi fluviokrasu s alogénnym, lokálne autogénnym vývojom. Tento typ krasu sa nachádza na dvoch lokalitách v širšom okolí obce Hrušov a tiež južne od Silickej Jablonice.

Hydrologicky predstavuje záujmové územie z hľadiska výskytu vôd osobitý prírodný komplex. Jeho podstatná časť má charakter náhornej planiny s dobre vyvinutým krasovým reliéfom. Povrchová riečna sieť v takejto krajine prakticky chýba. Územie možno zaradiť do prvého stupňa hustoty riečnej siete, ktorý predstavuje 0 – 0,1 km/km². Atmosférické zrážky spadnuté na územie krasovej planiny okrem podielu celkového výparu infiltrujú bez zvyšku. Riečna sieť je prenesená do podzemia a prevažne v intermontánných kotlinách na úpäti svahov planiny vytekajú podzemné vody na povrch vo forme krasových prameňov – vyvieráčiek. S prihliadnutím na skutočnosť, že v území vystupujú na povrch aj nekrasové horniny, pričom ich styk s vápencami stredného triasu prebieha v úrovni nad miestnou eróznou bázou, vytvorili sa tým podmienky na vznik niekoľkých málo výdatných nekrasových prameňov. V takýchto nekrasových podmienkach sa tvorí aj povrchový tok Turňa, ako jediný s pôvodom v celom Slovenskom krase. Hlavnými odvodňovacími bázami krasu sú alochtónne toky Slaná a Čremošná, ktorých riečne doliny ohraničujú Silickú planinu zo severozápadu, resp. zo severu. Menšie pramene vystupujú v súvrství pestrých bridlíc a pieskocov



Obr. 1. Schéma výskytu jaskýň, priepastí, vyvieraciek a ponorov na Silickej planine. Podľa podkladov M. Erdósa (1995) a M. Erdósa a M. Lalkoviča (1996) zostavil M. Zacharov (2001). 1 – jaskyňa, 2 – jaskyňa v travertínoch, 3 – priepať, 4 – vyvieracia, 5 – ponor

Fig. 1. Scheme of caves, abysses, springs and ponors occurrence on Silická Plateau. After M. Erdős (1995) and M. Erdős and M. Lalkovič (1996) compiled by M. Zacharov (2001). 1 – cave, 2 – cave in travertine, 3 – abyss, 4 – karst spring, 5 – ponor

spodného triasu medzi Majkovou a Hrušovskou jaskyňou (obr. 1). Ide tu o krasovú vodu z nadložných gutensteinských vápencov, ktorá vyviera do sutín na styku týchto vápencov so súvrstvím bridlic a pieskovcov v ich podloží a v terénnych depresiách vytvára potom pramene. V čase väčších výdatností prameňov, a teda i povrchových zrážok sa miestami na nepriepustnom podloží vytvárajú malé občasné aktívne toky, ktoré sú krátke a obyčajne sa končia v ponoroch. Výraznejšie vodné plochy (Jašteričie jazero, Silické jazero, Smradľavé jazero) tu bolo možné pozorovať hlavne v minulosti. Vytvárali sa v miestach výskytu hornín spodného triasu na povrchu (ílomitú až piesčité bridlice, slienité bridlice a slienité vápence). Tieto spravidla susedia s vápencami (menej dolomitmi) stredného triasu, do ktorých otekajú vody jazier formou ponorov. V dôsledku vyššie uvedenej zmeny klímy však tieto vodné plochy postupne zanikajú (Orvan et al., 1997).

Na *geologickej stavbe* Silickej planiny sa spomedzi alpínskych tektonických jednotiek budujúcich Slovenský kras zúčastňuje len jedna tektonická jednotka – silicikum. Kenozoikum je zastúpené nesúvislo vyvinutými sedimentmi neogénu a kvartéru.

Silicikum

Silicikum je na Silickej planine tvorené silickým príkrovom. V príkrove sú zastúpené početné litofaciálne vývoje v stratigrafickom rozpätí vrchný perm – vrchný trias s celkovou odhadovanou hrúbkou 2 – 3 km. Silický príkrov v oblasti Silickej planiny tvoria tri skupiny facií vyčlenených Mellom et al. (1997): 1 – fácie predriftového štádia, 2 – fácie karbonátovej platformy, 3 – fácie intraplatformných depresí a pelagické fácie, resp. svahové a panvové fácie.

Fácie predriftového štádia predstavujú v súčasnosti najstaršie známe sedimenty silického príkrovu v oblasti Silickej planiny. Uvedené štádium je zastúpené týmito litostratigrafickými vývoji. Najstaršia je perkupská evaporitová formácia (najvyšší perm – spodný trias), tvorená pestrými pieskvcami a bridlicami s polohami sadrovcov a anhydritov. Táto formácia nie je odkrytá na povrchu, bola zistená len vrtmi v podloží verfénskeho súvrstvia pri obciach Silica a Silická Brezová. Podstatná časť facií predriftového štádia je tvorená verfenským súvrstvím (skýt).

Najväčšiu časť povrchu a pravdepodobne aj objemu hornín Silickej planiny tvoria fácie karbonátovej platformy, na ktoré sa viažu početné povrchové i podzemné krasové javy. Fácie sú tvorené rôznymi typmi karbonátov v stratigrafickom rozpätí najvyššia časť spodného triasu – vrchný trias. V oblasti Silickej planiny na báze tohto faciálneho vývoja vystupujú polohy dolomitov, rauvakov, brekcií a pestrých vápencov (najvyšší spat). Na Silickej planine sa vyskytujú sporadicky niekoľkometrové polohy uvedených hornín v oblasti severne od obce Silica (príloha č. 1). Na väčšine územia sú však v nadloží verfénskeho súvrstvia vyvinuté gutensteinské vápence (najvyšší spat – anis).

Najväčšiu časť povrchu Silickej planiny zaberajú wettersteinské vápence (ladin – karn). Sú to svetlé masívne vápence, z ktorých sú najviac rozšírené rifové a menej lagunárne typy. Rifové typy vápencov sa vyskytujú len v časti planiny rozkladajúcej sa severne od zlomovej línie tiahnucej sa od Gombaseckej jaskyne k obci Silica. Lagunárne typy, stromatolitovo-riasové, sú zase typické len pre časť Silickej planiny južne od predmetnej línie. V tejto časti v oblasti severne od obcí Kečovo a Dlhá Ves sa vyskytujú tzv. nerozlíšené typy wettersteinských vápencov, s ktorými sa spolu vyskytujú rozsiahle telesá wettersteinských dolomitov.

Svahové a panvové fácie sa na stavbe Silickej planiny z hľadiska plošného výskytu zúčastňujú v malej miere. Horniny fácie vytvárajú polohy v prostredí vyššie uvedených vývojev karbonátovej platformy v rôznych stratigrafických úrovniach. Vytvárajú úzke pruhovité, často aj šošovkovité polohy intenzívne rozblokované zlomovou tektonikou. Sú tvorené svetlými ružovými až červenými schreyeralmskými vápencami (ilýr – fasan), tmavosivými až sivými reiflinskými a pseudoreiflinskými vápencami (pelsón – kordevol), sivými až sivohnedými raminskými vápencami a lavicovitými wettersteinskými vápencami (norik). Polohy uvedených vápencov sa vyskytujú severne až severovýchodne od obce Silica, ďalej vytvárajú pomerne súvislé polohy tiahnuce sa V – Z smerom medzi Silickou Brezovou a Plešivcom a nachádzajú sa aj v území severne od Kečova a Dlhej Vsi a severne od Domic (Mello et al., 1997).

Terciér v oblasti Silickej planiny v hlavnej miere tvoria neogénne sedimenty – poltárske súvrstvie (pont). Ich podloží sú stredno- až vrchnotriasové skrasovatené karbonáty. Súvrstvie je zložené z pestrých ílov, pieskov a štrkov, ktoré tvoria jeho podstatnú časť. Íly a piesky vytvárajú polohy charakteru vložiek alebo šošoviek v štrkoch.

Kvartér je vyvinutý najmä na úpätiach svahov lemujúcich náhornú plošinu krasovej planiny. Najviac sú rozšírené deluviálne sedimenty (pleistocén – holocén), zložené z hlinito-kamenitých a kamenitých sedimentov. Majú veľmi variabilnú hrúbku, od niekoľkých decimetrov až po 15 metrov. V hlinito-kamenitých delúviách sú časté decimetrové polohy hlín typu terra rossa. Plošne sú najviac rozšírené na západnom okraji Silickej planiny, kde vytvárajú deluviálne plášte v oblasti miernych svahov najmä v širšom okolí Dlhej Vsi a Domice. Deluviálne plášte sú vyvinuté aj na náhornej plošine planiny. Početné výskyty hrúbky až 6 m sú v širšom okolí Silickej Brezovej a v území medzi ňou a Silicou.

V malej miere sú zastúpené fluviaálne sedimenty. Vyskytujú sa len v okrajových častiach hodnoteného územia, najmä v oblasti nekrasového reliéfu vo východnej časti Silickej planiny – časti Silické úboče. Tvoria ich prevažne tenké, decimetrové polohy štrkovitých a štrkovito-piesčitých sedimentov nív potokov.

Tektonika

Z tektonického hľadiska je Silická planina súčasťou rozsiahleho horizontálneho alebo subhorizontálneho príkrovového telesa – silického príkrovu. Podľa Mella et al. (1997) je to bezkorenný príkrov pomerne zložito prepracovaný vrásovo-zlomovou tektonikou na viacero menších čiastkových tektonických štruktúr. Silická planina je vo vyššie vyčlenenom geomorfologickom rozsahu zložená z troch čiastkových štruktúr.

Je to štruktúra *silicko-turnianska*, ktorá predstavuje najväčšiu časť planiny – tvorí jej severnú, východnú a centrálnu časť. Silicko-turnianska štruktúra má v oblasti Silickej planiny charakter synklinály V – Z smeru, ohraničenej zo severu a juhu zlomovými štruktúrami. Severné rameno synklinály je ufaté regionálne významným V – Z rožňavským zlomom v pásme, v ktorom je vytvorená južná časť rožňavskej kotliny. Južné rameno je ukončené zlomovou štruktúrou SZ – JV smeru v pásme, v ktorom sa stýka štruktúra silicko-turnianska so štruktúrou brezovsko-plešivskou. V úseku najmä západne od Silice ku Gombaseckej jaskyni má styk uvedených jednotiek charakter poklesovej subvertikálnej štruktúry. Opisované pásmo je výrazne segmentované priečnymi zlomovými štruktúrami, hlavne S – J, SV – JZ smeru a lokálne pri hraniciach s planinou Dolného vrchu aj štruktúrami SZ – JV smeru (príloha č. 1).

Menšiu časť planiny na západe, resp. juhozápade tvorí štruktúra *brezovsko-plešivská* a *štruktúra kečovská*. Štruktúra brezovsko-plešivská sa rozprestiera juhozápadne od štruktúry silicko-turnianskej. Predstavuje tektonicky ohraničený segment pôvodnej vrásovej stavby – časť južného ramena synklinálnej štruktúry V – Z smeru presahujúci územie Silickej planiny. Táto štruktúra pokračuje za zlomom kaňonovitého údolia Slanej v juhozápadnej časti Plešivskej planiny. Pozdĺž prešmykovej zóny tiahnucej sa od Ardova k Silickej Brezovej je prešmyknutá na južne ležiacu kečovskú štruktúru.

Kečovská štruktúra vytvára západnú, resp. juhozápadnú časť Silickej planiny. Je to antiklinálna, resp. antiklinoriálna štruktúra tiež charakteristického V – Z smeru. Charakter stavby, distribúcia litofaciálnych vývojov a zistená prítomnosť prešmykových štruktúr na ramenách kečovskej štruktúry poukazuje na to, že časť polôh interpretovaných najmä ako šošovkovité v geologickej mape Mella et al. (1997) nie je odrazom litologického vývoja, ale predstavuje tektonicky rozbudinované a vytiahnuté pôvodne súvislé polohy. Približne na línii Plešivec, Dlhá Ves a Domica táto štruktúra klesá v pásme štítnického zlomu pod sedimenty neogénu Rimavskej kotliny. Geomorfológia územia Silickej planiny, vznik a vývoj krasu v rozhodujúcej miere súvisí so zlomovou tektonikou, ktorá výrazne podmieňuje rozsah tektonického porušenia príkrovového telesa. Územie

planiny je výrazne tektonicky formované najmä zlomami SZ – JV a S – J smeru. Tieto zlomy sa podieľajú najmä na rozblokovaní severného a južného okraja planiny a takisto sa podieľali aj na formovaní a ohraničení západného okraja Silickej planiny. Zlomy SV – JZ smeru sú ojedinelé. Uvádzané zlomy, resp. zlomové systémy prevažne morfogeneticky patria k poklesom, sčasti k šikmým poklesom. Charakteristickým prvkom stavby sú aj prešmykové štruktúry vyvinuté najmä v oblasti styku brezovsko-plešivskej a kečovskej štruktúry. Prešmykové zóny sú tiež často vyvinuté na styku litologicky rozdielnych komplexov, kde predstavujú štruktúry s čiastkovým, diferencovaným transportom. Uvedené štruktúry majú generálne V – Z smer. Táto orientácia je však často rotovaná v dôsledku rozblokovania zlomami. Horninový masív Silickej planiny je rozsiahle porušený. Najmä v karbonátoch sa to prejavilo tvorbou početných puklinových systémov, rozsiahlych drvených pásiem a lokálne zbridičnatých zón. Táto porušenosť podmienila intenzívne skrasovatenie a tvorbu početných exo- a endokrasových javov.

Pretože krasové javy, vyhodnotené podľa dynamickej inžinierskej geológie, a hydrogeologické pomery zohrávajú z hľadiska predmetného hodnotenia rozhodujúcu úlohu, bude sa im venovať väčšia pozornosť v samostatných kapitolách.

KRASOVÉ JAVY

Silická planina, najrozsiahlejší podcelok Slovenského krasu, má vyvinutý v závislosti od charakteru geologickej stavby a zloženia horninového masívu nekrasový, ale hlavne krasový reliéf. Krasový reliéf vytvorený na početných litologických typoch karbonátov zaberá podstatnú časť územia Silickej planiny. Tento reliéf je výsledkom procesu krasovatenia a množstva ďalších sprievodných morfogenetických procesov. Procesmi krasovatenia sa v hodnotenom území vyvinuli početné povrchové krasové javy (exokras) a podzemné krasové javy (endokras).

Povrchové krasové javy sú na území Silickej planiny zastúpené krasovými formami, fluviokrasovými formami a okrajovými krasovými formami (Jakál, 1975; Jakál et al., 1982).

Vznik krasových foriem sa v hlavnej miere spája s procesmi korózie – rozpúšťania vápencov. Na území Silickej planiny krasové formy zastupujú škrapy, krasové jamy, uvaly, krasové priehlbne, krasové chrbty a kopy.

Škrapy predstavujú drobné krasové formy. Sú to najrozšírenejšie krasové formy a najčastejšími morfológickými typmi sú škrapy nepravidelné, puklinové a valcovité. Tieto typy sa vyskytujú samostatne len pomerne málo. Škrapy sa väčšinou vyskytujú spolu v škrapových poliach a zastúpenie jednotlivých typov je veľmi variabilné. Škrapové polia rôzneho plošného rozsahu sú vyvinuté v podstate v celej oblasti Silickej planiny, kde vytvárajú veľmi nepravidelné ohraničené plochy; najtypickejšie sú vyvinuté v oblasti severne od Silice a v širšom okolí Silickej Brezovej a Kečova. Výskyt škrap a škrapových polí klesá smerom na juhozápad. Priemerná hĺbka škrap je 0,5 m, ojedinele až 3,0 m v oblasti Silickej Brezovej.

Krasové jamy patria k najcharakteristickejším formám krasového reliéfu Silickej planiny. Vyskytujú sa tu dva základné genetické typy: rútené (prepadové) krasové jamy a disolučné krasové jamy, vzniknuté rozpúšťacou činnosťou vody (Jakál, 1975; Jakál et al., 1982). Rútené krasové jamy vytvorené deštrukciou stropov podzemných dutín sú zriedkavé. Ojedinele sa vyskytujú v širšom okolí obcí Silica a Silická Brezová na severovýchodnom okraji planiny a patria k morfológickým typom studňovitých krasových jám. Pre oblasť Silickej planiny sú charakteristické disolučné krasové jamy. Sú zastúpe-

né celkove štyrmi morfológickými typmi: lievikovitými, misovitými, kotlovitými a prstencovitými krasovými jamami. Najčastejšie sa vyskytujú lievikovité a misovité krasové jamy, menej kotlovité. Ojedinele sa vyskytujú prstencovité krasové jamy (Jakál, 1975).

Výskyt, priestorová distribúcia krasových jám a ich hustota na plošine planiny je značne variabilná. Bežne sú krasové jamy vyvinuté na podstatnej časti povrchu plošiny planiny. Ich väčšia hustota výskytu je v oblastiach schematicky ohraničených v prílohe č. 1. Najväčšia hustota krasových jám na Silickej planine je v oblastiach krasových priehlbni. Tie sú rozsiahle vyvinuté v severných a západných častiach silicko-turnianskej jednotky a v menšom rozsahu aj v centrálnej časti na severnom okraji brezovsko-plešivskej jednotky. Hustota v uvedených oblastiach dosahuje 25 – 30 krasových jám na km² (Liška in Rozložník a Karasová eds., 1994) a podľa Jakála (1975) v niektorých častiach krasových priehlbni až 50 krasových jám na km². Často sú krasové jamy vyvinuté v okrajových častiach Silickej planiny, najmä v oblasti kaňonovitého údolia rieky Slaná. Krasové jamy sa tu viažu na depresie odlučných oblastí, zón blokových rozpadlín a na ťahové trhliny, resp. zóny trhlín svahového odľahčovania. Často tu vytvárajú línie paralelné s priebehom svahu.

Veľkosť krasových jám je veľmi rozdielna. Pri zhodnotení priemeru a hĺbky 80 krasových jám v severovýchodnej časti planiny sme zistili (Zacharov a Tometz, 2002), že väčšina sa dá zaradiť do dvoch skupín veľkosti. Do prvej skupiny patria krasové jamy, ktoré majú priemer v rozpätí 15 – 25 m a hĺbku 7 – 15 m. Druhá skupina má najčastejšie priemer v rozpätí 50 – 100 m a hĺbku 10 – 40 m. Dnové časti krasových jám sú vyplnené hlinito-ílovitými redeponovanými sedimentmi a často hlinito-kamenitými až kamenitými sedimentmi. V rútených krasových jamách sa nachádzajú úlomky a bloky hornín s veľmi variabilným podielom vyššie uvedených sedimentov.

Uvaly sú v oblasti Silickej planiny, ale aj celkove v Slovenskom krase málo rozšírené. Táto depresná, stredne veľká krasová forma, ktorá vzniká spojením krasových jám, sa vyskytuje prevažne len v počiatočnom štádiu vývoja. Za typickú uvalu sa považuje len forma severne od Silice. Táto uvala má dĺžku 750 m, šírku 300 m a dosahuje maximálnu hĺbku 30 m. Jej dno je vyplnené niekoľkoketrovými polohami hlinito-ílovitých a hlinito-kamenitých sedimentov (Jakál, 1975).

Krasové priehlbne sú významnou formou krasového reliéfu Silickej planiny. Sú to veľké krasové formy, ktoré predstavujú rozsiahle uzavreté depresie veľmi nepravidelných tvarov, dosahujúce plochu niekoľkých km². Sú typické plochými dnami s množstvom krasových jám s aktívnymi ponormi (Jakál, 1975). Vo vnútri krasových priehlbni tiež vystupujú izolované krasové chrby, ktoré predstavujú reliktu pôvodného stredohorsky zarovnaného povrchu. V hodnotenom území sú vyvinuté rozsiahle priehlbne. Ich podstatná časť sa nachádza v severovýchodnej oblasti Silickej planiny, kde je aj najväčšia krasová priehlbne Slovenského krasu v oblasti Bučiny, severne od obce Silica (príloha č. 1).

Na území Silickej planiny sa fluviokrasový reliéf vyvinul najmä v oblastiach tvorených rozsiahlymi polohami dolomitov, súvrstviami vápencov s polohami dolomitov a takisto v oblastiach s polohami slienitých vápencov. Formy fluviokrasového reliéfu, ktoré vznikajú splachovaním úlomkovitých zvetralín – sutín (sutinovým omývaním), sú v hodnotenom území zastúpené suchými dolinami, slepými a poloslepými dolinami. Ako osobitná forma fluviokrasových foriem sú vyčlenené doliny v krase zastúpené formou kaňonov (Jakál, 1975; Liška in Rozložník a Karasová eds., 1994). V zmysle Jakála et al. (1982) sú doliny v krase vyčlenené ako samostatná forma krasových povrchových javov.

Suché doliny sú najcharakteristickejšou formou fluviokrasového reliéfu. Vyskytujú sa hlavne v juhozápadnej časti Silickej planiny medzi rázsochovitými výbežkami planiny v oblasti medzi Plešivcom a Domicou. Doliny tu dosahujú dĺžku 0,8 – 3,5 km, šírku 10 – 40 m, pri vyústení majú maximálnu hĺbku 120 m. Sú bez stáleho povrchového toku a ich dno vyplňujú fluvialne sedimenty. Ich charakter je opísaný v geologických pomeroch kvartéru.

Slepé a poloslepé doliny v zmysle charakteristiky Jakála (1975) sa vyskytujú na povrchu fluviokrasových plošín. Sú to staré fluviokrasové formy, uzavreté so všetkých strán, s občasnými tokmi strácajúcimi sa v ponoroch. V oblasti Silickej planiny sú vyvinuté zriedkavo. Charakteristicky sa vyvinuli v oblasti medzi Silicou a Silickou Brezovou a v oblasti Sorošky. Doliny v krase sú reprezentované výraznou formou, kaňonom, resp. kaňonovitou dolinou rieky Slaná. Alochtonna rieka Slaná vytvorila v zóne regionálneho SV – JZ zlomu hlboké údolie so širokou aluviálnou nivou, ktorá oddeľuje Silickú planinu od Plešivskej planiny. Kaňon Slanej je 325 – 400 m hlboký a niekde dosahuje šírku 500 – 1000 m.

Okrajové krasové formy sú charakteristické pre oblasti, v ktorých hraničia rozpustné krasové horniny s nerozpustnými nekrasovými horninami. V oblasti Silickej planiny sa uvedené formy vyskytujú na styku vápencových litofaciálnych vývojov s horninami verfénskeho súvrstvia v širšom okolí Silice. Ďalej je to oblasť styku vápencov s nekrasovými horninami poltárskeho súvrstvia na juhozápadnom okraji Silickej planiny. V hodnotenom území sú okrajové krasové formy zastúpené okrajovými krasovými jamami, okrajovými poljami a okrajovými slepými úvalinami.

Okrajové krasové jamy sú vyvinuté na polokrasovej plošine medzi Gombasekom a Silicou, ako aj medzi Dlhou Vsou a Domicou. Sú zriedkavé, majú elipsovité tvar a hĺbku 10 – 15 m. Spolu s nimi sa vyskytujú slepé úvaliny. Typicky sú vyvinuté západne od Silice, kde predstavujú ploché zahmlené depresie dĺžky 50 – 250 m (Liška in Rozložník a Karasová eds., 1994).

Okrajové polja sú veľmi zriedkavou formou. V oblasti Silickej planiny je vyvinuté len jedno – Dlhoveské polje. Je to uzavretá depresia severozápadne od Dlhej Vsi, ktorá dosahuje dĺžku asi 4 km a maximálnu šírku 450 m. Ploché dno je vyplnené kvartérnymi sedimentmi a preteká ním občasný tok strácajúci sa vo viacerých ponoroch.

Na okrajové krasové formy Silickej planiny sa viažu malé jazerá. Najznámejšie je Jašteričie jazero severovýchodne od Silice v závere slepej úvaliny. Ďalej je to jazero juhovýchodne od Silice v oblasti tzv. Farárovej jamy, ktoré je vytvorené v závere slepej doliny. Obidve jazierka sú vyvinuté na nepriepustnom spodnotriasovom podloží. V oblasti Domice je známe Smradľavé jazierko, viazané na depresiu v kvartérnych sedimentoch s podložím tvoreným poltárskym súvrstvom.

Osobitnými formami sú exhumované krasové formy vyvinuté v okrajových častiach planiny v oblasti medzi Plešivcom a Ardovom (obr. 1). Vyskytuje sa tu exhumovaný krasový reliéf s fosílnymi krasovými formami exokrasu (škrapy, krasové jamy), ale aj endokrasu. Táto forma je tvorená exhumovanými krasovými vrškami so zvyškami alebo bez zvyškov štrkov poltárskeho súvrstvia (Liška in Rozložník a Karasová eds., 1994).

Silická planina je známa množstvom výskytov *podzemných krasových javov*. Prítomnosť týchto javov, často unikátnych prírodných fenoménov, pestrosť genetických typov a aj veľkosť ich priestorov je spolu s povrchovými krasovými javmi dôkazom rozsiahleho skrasovatenia horninového masívu.

Morfogeneticky sa podzemné krasové jamy rozdeľujú do troch základných skupín: horizontálne jaskyne, vertikálne jaskyne a jaskynné dutiny. Podľa morfológického cha-

rakteru podzemných priestorov sa v hodnotenom území vyskytujú horizontálne a vertikálne jaskyne. Horizontálne jaskyne sú zastúpené koróznymi, fluviálnymi, zlomovými a rozsadlinovými genetickými typmi. Mnohé jaskyne sú tvorené kombináciou uvedených základných genetických typov. Časť jaskýň vytvára viacúrovňové kombinované jaskynné systémy. Vertikálne jaskyne (priepasti) sú zastúpené týmito typmi: tektonické priepasti, otvorené krasové jamy, jaskynné priepasti (typ light hole) a v malej miere vertikálne jaskynné sústavy (Jakál, 1975). V oblasti Silickej planiny je podľa Zoznamu jaskýň na Slovensku (Bella a Holúbek, 1999) k 31. 12. 1998 evidovaných celkovo 149 podzemných krasových javov. Lokalizácia podstatnej časti podzemných krasových javov je schematicky znázornená na obr. 1. Obrázok zachytáva stav evidencie jednotlivých lokalít krasových javov v rozpätí rokov 1991 – 1993 (Erdős, 1995; Erdős a Lalkovič, 1996). Schematicky je tu znázornená lokalizácia jaskýň, priepastí, ale aj dôležitých ponorov, krasových prameňov, vyvieráčiek, pretože tvoria koncové body väčšieho známeho alebo predpokladaného jaskynného systému. Zo 138 lokalít znázornených na obr. 1 je 120 jaskýň a priepastí uvedených v Zozname jaskýň na Slovensku a zvyšok tvoria ponory, pramene, vyvieracky a pod., čiže povrchové prejavy súvisiace s krasovou hydrografiou; 29 neuvádzaných jaskýň a priepastí pribudlo do evidencie až v období rokov 1996 – 1998. Pozícia najvýznamnejších a najdlhších jaskýň, ako aj najhlbších priepastí Silickej planiny je schematicky znázornená na obr. 1. Ide o jaskyne, ktorých dĺžka je väčšia ako 200 m, a priepasti s hĺbkou viac ako 50 m. V závislosti od predisponovaných podmienok krasovatenia sa v hodnotenom území vyskytuje niekoľko oblastí výraznej kumulácie podzemných krasových javov. Tieto oblasti, ktorých pozícia je zrejmá z obr. 1, tak predstavujú oblasti intenzívneho podzemného skrasovatenia horninového masívu.

Z rozloženia výskytu podzemných javov a s nimi bezprostredne spätých ponorov, vyvieráčiek a krasových prameňov je zrejmé, že ich značná časť sa viaže na okrajové časti horninového masívu Silickej planiny. Jednoznačne to súvisí s intenzitou skrasovatenia karbonátov v prísavovej zóne s podstatne vyššou priepustnosťou horninového masívu v dôsledku jeho rozvoľnenia, porušenia blokovými pohybmi, a tým aj intenzívnej cirkulácie infiltrovaných vôd. Značné množstvo krasových javov sa vyskytuje v širšom okolí významnej zlomovej štruktúry SZ – JV smeru, kde sa stýkajú čiastkové tektonické štruktúry silicko-turnianska a plešivsko-brezovská. Zvýšená koncentrácia výskytu podzemných krasových javov je tu v území približne medzi osadou Gombasek, obcami Vidová, Silická Brezová a Silica (obr. 1).

Intenzívne skrasovatenie horninového masívu uvedeného územia je podmienené vysokou tektonickou porušenosťou a zvýšeným prúdením podzemnej vody, kde zlomové poruchy a puklinové zóny fungujú ako významné dreňové cesty. Intenzívne skrasovatenie podmieňuje aj špecifická geologická stavba predmetného územia, kde sa v zóne zlomu stýkajú dve zásadne odlišné litologické jednotky (príloha č. 1).

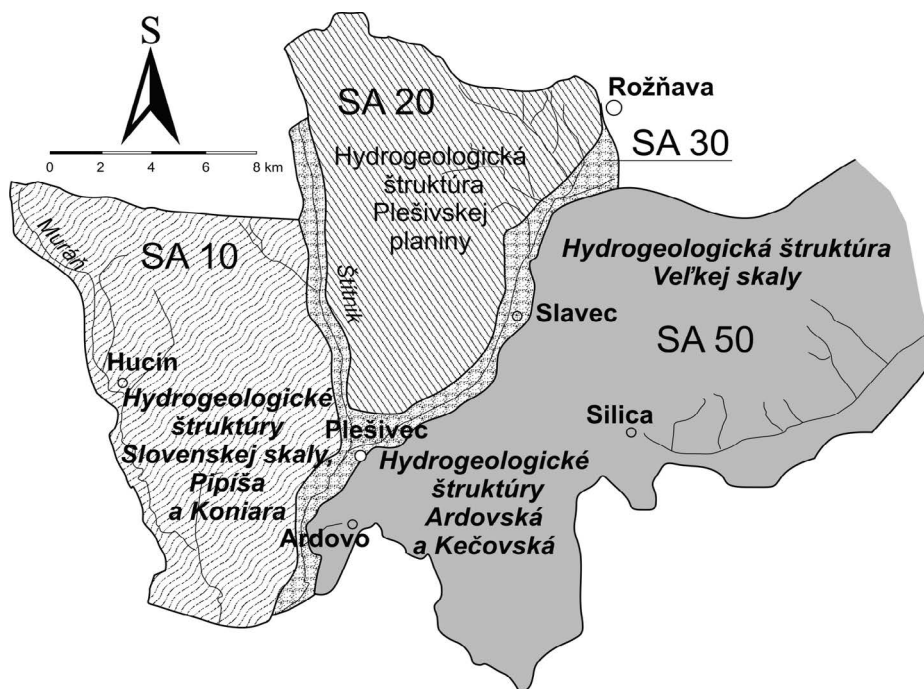
Nekrasový komplex hornín spodného triasu, ktorý je na južnom okraji silicko-turnianskej jednotky, funguje ako nepriepustná bariéra. Táto bariéra usmerňuje podzemné krasové vody do masívu priľahlej plešivsko-brezovskej jednotky, tvorenej karbonátmi.

HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

V zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1995) je Silická planina súčasťou rajónu MQ 129 Mezozoikum centrálnej a východnej časti Slovenského krasu a subrajónu SA 50 – čiastkový rajón planín Silickej, Horného vrchu, Zádielskej, Jasovskej a Dolného vrchu (obr. 2).

Hydrogeologické pomery územia sú prehľadne spracované v práci Šalagovej et al. (1997), kde je uvedený aj prehľad starších prác. Hodnoteniu kvantitatívnej ochrany množstiev podzemných vôd sa tu venoval Kullman (in Orvan et al., 1992). Možnosti kvalitatívnej ochrany podzemných vôd jz. časti Silickej planiny posúdil Tometz (2000).

Hlavným faktorom, ktorý na hodnotenom území určuje hydrogeologické pomery, je v SV časti synklinálne a na JZ antiklinálne uloženie vápencovo-dolomitického komplexu



Obr. 2. Mapa hydrogeologickej rajonizácie západnej časti Slovenského krasu s vyznačením hydrogeologických štruktúr (Šuba, 1973 a Šuba et al., 1995)

Fig. 2. A map of hydrogeological division into districts of the western part of the Slovak Karst with marking the hydrogeological structures (Šuba, 1993; Šuba et al., 1995)

na málo priepustných až nepriepustných sedimentoch spodného triasu. Spodnotriasové sedimenty vystupujú miestami až k povrchu. V určitej úrovni v závislosti od úložných pomerov, tektoniky a vývoja krasového fenoménu sa mení vertikálny smer prúdenia na horizontálny a voda opúšťa na sz. okraji Silickej planiny vápencovo-dolomitický komplex formou vyvieráčiek. V závislosti od geologických a hydrogeologických pomerov bolo na hodnotenom území vyčlenených niekoľko štruktúr (obr. 2), z ktorých do tejto oblasti zasahujú štruktúry Veľkej skaly, Ardovská a Kečovská. Hydrogeologickými kolektormi sa potom v miestnych podmienkach javia najmä karbonáty stredného a vrchného triasu. Priepustnosť týchto hornín je podmienená mierou ich tektonického porušenia a rozpustnosti.

Najvýraznejšie porušené a rozpustné sú wettersteinské rifové a lagunárne vápence, menej ostatné typy vápencov a dolomity. Vzhľadom na flyšoidný charakter možno považovať verfénske súvrstvie spodného triasu (bridlice, sliene, pieskovce) za veľmi slabo priepustné.

Morfológia územia a celý rad ďalších faktorov tu rozdelili odtok podzemných vôd na plytký a hlboký. Podzemné vody plytkého obehu odtekajú s veľkou rozkolísanosťou výdatností na okrajoch štruktúr, najčastejšie na bariére tvorenej horninami stredného triasu alebo neogénou a kvartérou výplňou riečnych dolín.

Z predmetného hľadiska je potrebné vysvetliť mechanizmus odtoku podzemných vôd daných hydrogeologických štruktúr, ktorých podzemné vody pochádzajú výlučne z infiltrovaných zrážok. Podľa J. Orvana (1991) je ich režim v horninovom masíve ovplyvnený predovšetkým tektonickým porušením karbonátov, následným skrasovatením a polohou styku karbonátov stredného triasu a bariéry podložných bridlic spodného triasu voči miestnej eróznej báze. Hodnotená oblasť patrí k tým častiam Slovenského krasu, kde synklinálna stavba podmieňuje polohu podložia karbonátov stredného triasu vo väčšej hĺbke, následkom čoho sa prúd podzemnej vody diferencuje na vody odtekajúce na miestnej eróznej báze a vody nastupujúce hlbší obeh. V hydrogeologických štruktúrach tohto typu (patria sem aj Ardovská, Kečovská a štruktúra Veľkej skaly) z vôd infiltrovaných do karbonatického masívu vyteká na miestnej eróznej báze len menšia časť krasových vôd. Odtekajú väčšinou zostupnými prameňmi v zóne intenzívneho skrasovatenia, ktorá vznikla pri vývoji kaňonovitej doliny rieky Slaná. Intenzívne skrasovatená zóna spravidla zasahuje do hĺbky 10 – 30 m pod miestnu eróznú bázu. Časť týchto vôd potom odteká skryte do pokryvných útvarov. V oboch prípadoch ide o vody s plytkým obehom. V daných podmienkach majú pramene (Pisztráng, Vár forrás, pod Veľkou skalou a i.), ktorých situovanie je znázornené na prílohe č. 1, veľmi veľkú amplitúdu výdatnosti (od niekoľko decilitrov až litrov po niekoľko 100 a niekedy až viac ako 1000 l.s⁻¹). Interval medzi infiltráciou a odtokom je vo veľmi vlhkých obdobiach často krátky (4 – 6 dní). Pre tieto vlastnosti nie je možné ich vodárensky využívať pomocou klasického zachytenia. V snahe vyrovať alebo zlepšiť odtokové minimá boli krasové vody prestupujúce do pokryvných útvarov zachytené vrtmi s hĺbkou 50 – 60 m.

Odtok krasových vôd uvedeného plytkého obehu možno teda rozčleniť na odtok na miestnej eróznej báze, a to buď sústredený, alebo rozptýlený, a na odtok na miestnej eróznej báze kombinovaný s odtokom skrytým pod miestnou eróznou bázou. Sústredený odtok sa prejavuje prevažne formou jaskynných chodieb pôsobiacich v horninovom prostredí v úseku 200 – 500 m proti miestu odtoku ako potrubie (prítokový kanál). Okolité karbonátové prostredie je spravidla veľmi slabo priepustné alebo sa vyznačuje len puklinovou priepustnosťou. Nie sú tu vytvorené podmienky na výraznejší rozptyl krasových vôd do okolitého horninového prostredia alebo do pokryvných útvarov v úrovni, prípadne pod úrovňou miestnej eróznej bázy. Takto možno charakterizovať napr. odtok z Čiernej a Bielej vyvieracky (príloha č. 1).

Odtok na miestnej eróznej báze kombinovaný s odtokom skrytým pod miestnou eróznou bázou je charakteristický pre pramene Pisztráng, pod Veľkou skalou, Vár forrás (príloha č. 1) a i. V ich prípade skrasovatená prítoková zóna podzemných vôd (založená najčastejšie ako preferovaná zóna na hydrogeologicky významných tektonických líniiach) musí zasahovať nielen nad miestnu eróznú bázu (občasné pramene), ale predovšetkým pod jej úroveň. V niektorých časových intervaloch často preberá skrytý odtok funkciu prameňa (Orvan, 1991). Krasové vody, ktoré neodtečú na úrovni miestnej eróznej bázy alebo tesne pod ňou (skryté do pokryvných útvarov), väčšinou po krasových cestách, sa podieľajú na formovaní puklinovo-krasového obehu v celom karbonátovom masíve, od zóny intenzívneho skrasovatenia až po jeho spodnotriasovú bridličnatú bázu.

Preferované cesty tu vytvárajú tektonicky porušené zóny v celej hrúbke karbonátov. Skrasovatenie na týchto zónach nie je priebežné, miestami je v úrovniach pod bázou terciérnej výplne, lokálne až na báze karbonátov stredného triasu so vzájomnými prechodmi. Karbonáty stredného a vrchného triasu silického príkrovu hydrogeologických štruktúr Plešivskej planiny a Ardovskej, oddelených kvartérom a neogénnou výplňou údolia Slanej, predstavujú pod touto výplňou jedno zvodnené prostredie. Podobné tektonické zóny tiahnuce sa údolím Slanej drénujú podzemné vody z časti štruktúr Plešivskej planiny a súčasne zo štruktúry Veľkej skaly.

Podľa klasifikácie odtokov hlbšieho obehu (Orvan et al., 1992) boli krasovo-puklinové vody opisovaného územia charakterizované ako vody bez zjavného odtoku, resp. so skrytým odtokom, ktoré možno exploatovať hlbšími vrtmi situovanými do synklinálnych štruktúr, nachádzajúcich sa spravidla pod kvartérom a neogénnou výplňou riečnych dolín. Prvý údaj o existencii krasovo-puklinových vôd tohto typu poskytol vrt R-12 pri Slavci (Orvan a Tyleček, 1981). Vrt zachytil významné puklinovo-krasové zóny s výraznými prítokmi podzemnej vody v hĺbke od 340 do 370 m s max. výdatnosťou $25,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. V súvislosti s jeho úspešnosťou boli neskôr vyhľbené medzi Slavcom a Gombasekom (príloha č. 1) ďalšie hlboké vrty s označením R-12A, R-12B, R-12C, R-12D, R-12E a R-12F (Orvan et al., 1992), HR-1 (Orvan, 1994), ktoré umožnili podrobnejšie overiť a hodnotiť existenciu a podmienky hlbšieho obehu krasových vôd. Predmetné objekty potvrdili výsledky dosiahnuté vrtom R-12 a upozornili na možnosť doplnenia hlbokých vrtov najmä v j. smere medzi Gombasekom a Plešivcom (vrty GP-1, 2 a 3), kde sa predpokladal nárast hrúbky karbonátov stredného triasu (Orvan et al., 1991).

VYUŽÍVANIE PODZEMÝCH VÔD SILICKEJ PLANINY

Vo všeobecnosti je známe, že krasovo-puklinové vody viacerých hydrogeologických štruktúr Slovenského krasu a zvlášť Silickej planiny predstavujú významné zdroje nie iba na lokálne, ale hlavne na regionálne zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou. Zdroje viazané na hodnotené územie sa v rozhodujúcej miere podieľajú na zásobovaní okresu Rožňava, a to viacerými spôsobmi. V podmienkach Silickej planiny sú to:

A. SKUPINOVÉ VODOVODY

Rožňavský skupinový vodovod, zásobujúci okrem samotného okresného mesta aj obce Betliar, Čučma, Gemerská Poloma, Nadabula a Plešivec, berie podstatné množstvo vody z územia Slovenského krasu. V roku 1977 bola vybudovaná vodáreň v Slavci pri prameni Pisztráng, ktorý má výraznú rozkolísanosť výdatnosti od 2 do $1050 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. V čase nízkych výdatností bola kapacita tohto zdroja nedostatočná, preto sa pristúpilo k tzv. optimalizácii využitia podzemných vôd miestnych množstiev. Tento pojem zahŕňa vo všeobecnosti široký diapazón opatrení, avšak v podmienkach využívania krasovo-puklinových vôd ide o opatrenia sledujúce zvýšenie možnosti ich odberu práve v čase nízkych výdatností krasových prameňov – vyvieráčiek. V daných podmienkach boli vrtnými prácami optimalizované aj využiteľné množstvá prameňa Pisztráng. V rokoch 1977 – 78 boli do systému napojené vrty S-4 s výdatnosťou $11 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ a prameň Pod Veľkou skalou, optimalizovaný vrtom R-8 s výdatnosťou $5 - 8 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Neskôr to bol aj prameň Hradná vyvieracka (Vár forrás), zachytený vrtom Rš-3 s výdatnosťou $15 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

V súčasnosti sú nosnými zdrojmi tohto skupinového vodovodu pramene Pisztráng a Pod Veľkou skalou, optimalizované uvedenými vrtmi. Celková kapacita prírodného radu do Rožňavy je $110 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, do ktorej sú však zahrnuté aj zdroje Plešivskej planiny. Len čo klesne výdatnosť uvedených zdrojov pod túto hodnotu, zapájajú sa do systému postupne

hlboké vrty vybudované v rokoch 1987 – 1991. Tieto vrty zachytávajú puklinovo-krasové vody hlbšieho obehu, na ktorých tvorbe sa podieľajú nielen hydrogeologické štruktúry Silickej planiny, ale aj Plešivskej planiny. Základné charakteristiky využívaných vrtoch uvádza tabuľka 1.

Skupinový vodovod Kečovo – Dlhá Ves zásobuje pitnou vodou obyvateľstvo týchto obcí. Jeho zdrojom je Kečovská vyvieracia s priemernou využitelnou výdatnosťou $3,0 \text{ l.s}^{-1}$.

Tabuľka 1. Charakteristické údaje o využívaných hlbokých hydrogeologických vrtoch
Table 1. Characteristic data on utilized deep hydrogeological boreholes

Označenie vrtu	Hĺbka [m]	Statická hladina podzemnej vody [m p. t.]	Zníženie [m]	Výdatnosť [l.s^{-1}]
R-12	397,0	1,0	17,1	20,0
R-12A	585,0	3,0	20,7	31,2
R-12C	507,6	2,8	36,7	31,0
R-12D	672,5	2,5	28,3	43,6
HR-1	419,0	0,5	12,0	15,0
GP-1A	310,0	1,8	19,0	34,9
S-4	8,0	0,7	6,3	13,0

B. OBECNÉ VODOVODY

Ardovo má miestny vodovod, ktorého zdrojom pitnej vody je vyvieracia s priemernou výdatnosťou $0,2 \text{ l.s}^{-1}$.

Brzotín bol v roku 2002 napojený na hydrogeologický vrt HR-1, ktorý je situovaný v blízkosti vrtu R-12C a tiež využíva krasovo-puklinové vody hlbšieho obehu.

Hrušov využíva na zásobovanie pramene situované v údolí Vápenného potoka (prameň Mezeš a prameň Sv. Anny).

Krásnohorská Dlhá Lúka je zabezpečená pitnou vodou z vrtu RHV-4 situovaného pri prameni Buzgó (Krásnohorská jaskyňa). Orvan (2006) zaraďuje tento zdroj k hydrogeologickej štruktúre JZ časti Horného vrchu, no geomorfologicky (Mazúr et al., 1986) je jeho ochranné pásmo II. stupňa súčasťou Silickej planiny.

Silica je zásobovaná pitnou vodou z dvoch prameňov – Korotnoky kút a Ardočka, ktorých sumárna výdatnosť je $1,2 \text{ l.s}^{-1}$. Podľa Orvana (1991) krasovo-puklinové vody vytekajú z karbonátov silického prikrovu hydrogeologickej štruktúry Horného vrchu, no geomorfologicky (Mazúr et al., 1986) je ochranné pásmo II. stupňa takisto súčasťou Silickej planiny.

Silická Brezová využíva na miestne zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou vyvieraciu situovanú na severnom okraji obce. Jej priemerná výdatnosť je $0,5 \text{ l.s}^{-1}$.

Silická Jablonica je zásobovaná pitnou vodou z vyvieracky Strašná studňa (Szörnyű kút) s výdatnosťou $1,0 \text{ l.s}^{-1}$. Krasovo-puklinové vody majú pôvod v karbonátoch cezhraničnej hydrogeologickej štruktúry Bukového vrchu.

Všetky uvedené vodárenské zariadenia sú v správe Východoslovenskej vodárenskej spoločnosti a. s. PR Košice s výnimkou vrtu RHV-4, ktorý je spolu s vodovodom v správe obce.

OCHRANA PODZEMNÝCH VÔD

Krasovo-puklinové vody patria vo všeobecnosti tak z hľadiska kvantitatívnej, ako aj z hľadiska kvalitatívnej ochrany k najohrozenejším.

Kvantitatívna ochrana je zameraná na zabránenie umelým zásahom do horninového prostredia, ktoré by v konečnom dôsledku mohli viesť k zmenám režimu podzemných vôd, a tým k čiastočnému alebo úplnému poškodeniu konkrétneho zdroja. Heterogenita krasovo-puklinového prostredia, ktorá je taká charakteristická aj pre Silickú planinu, ho predurčuje na to, aby sa pri výbere ochranných opatrení pristupovalo ku každému problému individuálne.

Kvalitatívna ochrana krasovo-puklinových vôd spočíva v detailnom poznaní geologických a hydrogeologických pomerov infiltračných, akumuláčnych a výverových oblastí hydrogeologických štruktúr Silickej planiny, na ktoré sú podzemné vody viazané. Významnú úlohu tu majú z hľadiska celkovej, ako aj hygienickej ochrany filtračné podmienky horninového prostredia, a s tým úzko súvisiaca filtračná a samočistiaca schopnosť. Režim podzemných vôd v krasovo-puklinovom prostredí s veľkými otvorenými puklinami a krasovými kanálmi, charakteristický najmä pre hydrogeologickú štruktúru Veľkej Skaly, tu má svoje osobitné zákonitosti. Vo vzťahu ku kvalitatívnej ochrane podzemných vôd uvádza Kullman (1990) ako najdôležitejšie:

- zvyčajne slabú ochrannú funkciu pôdnej vrstvy,
- zložitý režim prúdenia podzemných vôd vo filtračne heterogénnom prostredí tvorený viacerými subrežimami laminárneho a turbulentného prúdenia,
- veľké až extrémne veľké rýchlosti prúdenia podzemných vôd,
- malá až zanedbateľná samočistiaca schopnosť krasových vôd vo vnútri horninového prostredia.

Uvedené aspekty v plnej miere zodpovedajú podmienkam prúdenia a akumulácie podzemných vôd v hydrogeologických štruktúrach Silickej planiny.

Pre kvalitatívnu ochranu podzemných vôd na Slovensku platilo do roku 2002 legislatívne opatrenie (Záväzné opatrenie č. 17 „Úprava o základných hygienických zásadách pre zriaďovanie, vymedzenie a využívanie ochranných pásiem vodných zdrojov na hromadné zásobovanie pitnou a úžitkovou vodou a pre zriaďovanie vodárenských nádrží“ vo vestníku MZ SSR, čiastka 10 – 11 zo dňa 20. júla 1979), ktoré však svojou zásadnou podmienkou o 50-dennom zdržaní podzemných vôd v horninovom prostredí nezodpovedalo charakteru hydrogeologických pomerov krasu. Podrobne túto problematiku rozvádza Kullman (2002). V zmysle týchto opatrení boli spravidla spracované aj pásma hygienickej ochrany zdrojov pitnej vody Silickej planiny, slúžiacich na hromadné zásobovanie obyvateľstva. Ich situovanie a rozsah pre jednotlivé zdroje tak skupinových, ako aj obecných vodovodov uvádza príloha č. 1.

V súčasnosti platná legislatíva (Vyhláška MŽP SR č. 29/2006, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov) však už zodpovedá európskym trendom kvalitatívnej i kvantitatívnej ochrany podzemných vôd. Preto sa javí nevyhnutnosť prehodnotiť metodiku všeobecnej ochrany a rozsahy pásiem hygienickej ochrany zdrojov podzemných vôd aj v podmienkach Silickej planiny. Podľa dostupných údajov sa však tieto zásady aplikovali len v jedinom prípade, a to vrtu GP-1A (Mátuš et al., 2005).

Všeobecne platí, že v rozvinutom krasovo-puklinovom prostredí s otvorenými poruchami, poruchovými pásmami a krasovými kanálmi je nevyhnutné zamedziť všetku

činnosť, ktorá by mohla akýmkoľvek spôsobom narušiť existujúce zložité prúdenie podzemných vôd a vytvoriť prekážky v preferovaných cestách prúdenia od infiltrácie, cez akumuláciu až po výver.

V úvodných paragrafoch Vyhlášky MŽP SR č. 29/2005 Z. z. sú pre krasovo-puklinové vody ochranných pásiem (OP) I. a II. stupňa uvedené nasledujúce osobitosti:

a) Na zabezpečenie ochrany vodárenského zdroja podzemných vôd v krasovo-puklinovom horninovom prostredí a puklinovom horninovom prostredí sa určí aj **ochranné pásmo I. stupňa** oddelené v miestach, kde dochádza v infiltračnej oblasti k priamemu prestupu povrchových vôd ponorom alebo závrutom do horninového prostredia, týmto ochranným pásmom sa chráni miesto prestupu vody.

b) **Ochranné pásmo II. stupňa** vodárenských zdrojov podzemných vôd v krasovo-puklinovom horninovom prostredí a puklinovom horninovom prostredí sa určuje na základe odborného posúdenia a zhodnotenia hydrogeologických pomerov vo vzťahu k potenciálnym zdrojom znečistenia a hospodárskym aktivitám v časti infiltračnej oblasti alebo v celej infiltračnej oblasti vodárenského zdroja.

Tieto skutočnosti sa dosiaľ neaplikovali do ochrany vodárenských zdrojov Silickej planiny.

V podmienkach Silickej planiny boli zhodnotené zdroje znečistenia, z ktorých v rozhodujúcej miere prevládajú bodové znečistenia typu nelegálnych skládok rozličného (najčastejšie domového) odpadu. Na území Silickej planiny sa v minulosti zdokumentovalo 43 takýchto skládok (Orvan, 1990). Ďalej tu možno pozorovať vplyv poľnohospodárskej činnosti, ktorá je sústredená hlavne do okolia hospodárskych dvorov a na intenzívne využívanú poľnohospodársku pôdu. Nemalé problémy spôsobujú pozostatky po pôsobení a aktivitách bývalých vojsk sovietskej armády dislokovaných v Rožňave. Významnejšie zdroje znečistenia sú uvedené v prílohe č. 1.

Z pohľadu ohrozenia kvality podzemných vôd sa v daných podmienkach javí ako najnebezpečnejší ropovod, prechádzajúci naprieč Silickou planinou (príloha č. 1). Osobitným problémom je tu ochrana podzemných vôd krasovo-puklinových systémov hydrogeologických štruktúr Veľkej skaly, Ardovskej a Kečovskej. Zdroj znečistenia je tu situovaný do infiltračnej oblasti krasových vôd, kde sa na povrchu spravidla bez krycej nepriepustnej vrstvy a v podzemí nachádzajú významné preferované cesty krasového pôvodu pre prívod znečistenia až na hladinu podzemnej vody. Otvorené poruchové zóny so silne rozvinutým krasom tu prepájajú ponory povrchových vôd podzemnými jaskynnými systémami s vyvieraciami na veľké vzdialenosti, presahujúce často niekoľko kilometrov (3 – 7 km). Pritom čas transportu znečistenia na takúto vzdialenosť je relatívne veľmi krátky (spravidla 100 – 1000 hodín).

V prípade úniku ropy v tejto časti hodnoteného územia prakticky nie sú technické opatrenia na zabránenie šírenia znečistenia v podzemných vodách krasovo-puklinových systémov.

Z iného pohľadu, a to vplyvu antropogénnej činnosti v obci Silická Brezová, nachádzajúcej sa v infiltračnej oblasti Kečovskej vyvieracky, treba zaujať stanovisko k návrhu OP I. a II. stupňa zdroja slúžiacého na dotáciu skupinového vodovodu Kečovo – Dlhá Ves.

SÚČASNÝ PRÁVNÝ STAV OCHRANY VODÁRENSKÝCH ZDROJOV SILICKEJ PLANINY A NÁVRH NA JEHO PREHODNOTENIE

V súčasnosti, ako už bolo uvedené, je jediným známym dokumentom návrh OP I. a II. stupňa na Silickej planine, spracovaný v zmysle zásad Vyhlášky MŽP SR č. 29/2005

Z. z. pre hlboký hydrogeologický vrt GP-1A (Máťuš et al., 2005). Tento návrh ochranných pásiem je v súčasnosti v procese schvaľovania na ObÚŽP v Rožňave. Špecifikom predmetného zdroja je skutočnosť, že sa nachádza mimo ochranného pásma II. stupňa a že toto ochranné pásmo pozostáva z dvoch samostatných častí: severnej – zaberajúcej časť Plešivskej planiny, a južnej, rozprestierajúcej sa na JV okraji hodnoteného územia (príloha č. 1). Dôvod takéhoto rozčlenenia vyplynul z mechanizmu tvorby krasovo-puklinových vôd hlbokého obehu, ktorý bol vysvetlený skôr, v časti opisujúcej hydrogeologické pomery.

Južné ohraničenie navrhovaného OP II. stupňa v oblasti Silickej planiny (Ar dovská hydrogeologická štruktúra) rešpektuje rozvodnicu podzemnej vody overenú stopovacími skúškami pomocou rádioizotopov na ponoroch Červená skala, Bezoblatný ponor a Lukaštie – Rakaťa. Táto rozvodnica oddeľuje územie, v ktorom odteká podzemná voda smerom do doliny Slanej v úseku Plešivec – Gombasek, od podzemnej vody gravitujúcej smerom na juh k vyvieracke Buzg v Bohúňove (Máťuš et al., 2005).

Hranica navrhovanej južnej časti OP II. stupňa vodárenského zdroja GP-1A zasahujúca na územie Silickej planiny je znázornená na prílohe č. 1 a označená písmenom A. Takto vymedzené územie predstavuje plochu 5 963 628 m².

V dokumente spracovanom Máťušom et al. (2005) je vo vzťahu k možnosti určenia oddelených OP I. stupňa situovaných do OP II. stupňa uvedená skutočnosť: „Že nie je dôvod pre ich zriadenie, vzhľadom na nepatrný plošný rozsah a hĺbku krasových javov, ako aj ich hlinitú výplň.“ V danom prípade by však stálo za zváženie zaoberať sa takouto možnosťou v prípade vyššie uvedených ponorov; ich komunikáciu s podzemnou vodou hlbšieho obehu, ktorú zachytáva aj vrt GP-1A, by mali preukázať stopovacie skúšky. V prípade, ak by sa takáto komunikácia potvrdila, je nevyhnutný aj návrh oddelených I. ochranných pásiem.

Ďalšou osobitosťou ochranného pásma II. stupňa vodárenského zdroja, hydrogeologického vrtu GP-1A je to, že doň zasahuje trasa ropovodu, ktorý je v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 29/2005 zaradený k stavbám s potrebou osobitého posúdenia pre návrh optimálnej ochrany. Autori uvedenej dokumentácie (Máťuš et al., 2005) však ani tejto skutočnosti nevenujú zvlášť pozornosť.

Najrozsiahljšie OP II. stupňa na Silickej planine bolo vymedzené spolu pre vodárenské zdroje – pramene Pisztráng a Hradná vyvieracka, ako aj plytké hydrogeologické vrty S-4, R-8 a hlboké vrty R-12, R-12A, R-12B, R-12C, R-12D (na prílohe č. 1 označené písmenom B). Rozhodnutím č. Vod. hosp. 224/86/992/88/90 zo dňa 29. 12. 1990 boli vymedzené v zmysle vtedajšej platnej legislatívy („Závazné opatrenia č. 17 MZ SSR z roku 1979“) pásma hygienickej ochrany (PHO) uvedených zdrojov. PHO II. stupňa bolo rozčlenené na vnútornú a vonkajšiu časť, keď vnútornú časť predstavovali všetky krasové fenomény – priepasti v tomto pásme s celkovým počtom 41. Návrh predmetných PHO spracoval Ščuka (1983), ktorý so skupinou jaskyniarov (O. Bolaček, Ľ. Gaál, L. Herényi) vykonal s týmto cieľom podrobné mapovanie krasových javov. Celkovo bolo takto zdokumentovaných 1033 bodov. Okrem identifikácie krasového objektu, zhodnotenia jeho veľkosti a tvaru sa hodnotili aj geologické – petrografické a štruktúrne prvky, ako i prípadný zdroj znečistenia. Zvlášť hodnotným prínosom tejto práce pre ochranu podzemných vôd hodnotených vodárenských zdrojov bolo vykonanie stopovacej skúšky s využitím rádionuklidov ⁸²Br a ⁵¹Cr (Bláha, 1983). Do vonkajšej časti PHO II. stupňa bola zahrnutá v podstate celá hydrogeologická štruktúra Veľkej skaly. Práca prispela značnou mierou i k zhodnoteniu podmienok plytkého aj hlbinného obehu krasovo-puklinových vôd v tejto hydrogeologickej štruktúre. Ak sa správca

vodárenských zdrojov zachytávajúcich podzemnú vodu v tejto časti Silickej planiny rozhodne zadať prehodnotenie PHO II. stupňa (do konca roka 2008 boli prehodnotené len OP I. stupňa zdrojov R-12A, R-12C a HR-1 v ich bezprostrednom okolí), bude nevyhnutné sa tu zaoberať aj otázkou oddelených OP I. stupňa.

Na SV okraji Silickej planiny sa nachádzajú dva vodárenské zdroje, ktorých navrhnuté a schválené ochranné pásma či skôr pásma hygienickej ochrany sa sčasti prekrývajú.

V prvom prípade ide o PHO II. stupňa (označené na prílohe č. 1 písmenom C) prameňov zásobujúcich obec Hrušov (Mezeš a Sv. Anny), kde na základe doterajších poznatkov o tvorbe podzemných vôd nie je potrebné uvažovať s oddelenými OP I. stupňa. Vzhľadom na dokumentáciu staršieho dáta, keď PHO I. a II. stupňa schválil Odbor lesného a vodného hospodárstva vtedajšieho ONV v Rožňave pod č. 493/89 zo dňa 23. 10. 1989, by však bolo vhodné PHO prehodnotiť na OP v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 29/2005 Z. z.

V druhom prípade ide o rozsiahlejšie ochranné pásmo vrtu RHV-4, zaberajúce geograficky SV časť Silickej planiny (písmeno D na prílohe č. 1). Hydrogeologicky, ako už bolo uvedené, však Orvan (2006) zaraďuje podzemnú vodu tohto vrtu k štruktúre JZ časti Horného vrchu. Návrh PHO I. a II. stupňa vykonal Bachňák (2003). Tento dokument ani rozsahom ani kvalitou nezodpovedá nárokom kladeným na dielo takéhoto charakteru, preto je jeho prehodnotenie nevyhnutné. V danom prípade sa v minulosti nevykonali na území takto vymedzeného PHO II. stupňa žiadne stopovacie skúšky, ktoré by poukázali na priamu súvislosť jednotlivých povrchových krasových javov s podzemnou vodou zachytenou vrtom RHV-4 s vyvieracou Buzgó, nachádzajúcou sa v bezprostrednej blízkosti tohto vrtu. Na prehodnotenie PHO na OP sa okrem iného javia stopovacie skúšky ako nevyhnutné. Len na základe nich je potom možné potvrdiť či vyvrátiť opodstatnenosť návrhu oddelených OP I. stupňa. Podľa vyjadrenia obecného úradu Krásnohorská Dlhá Lúka, v ktorého správe je predmetný vodárenský zdroj, nebolo dosiaľ správne konanie na schválenie jeho OP ukončené.

Ďalšie ochranné pásma boli navrhnuté (Orvan, 1990) a schválené v zmysle starších právnych opatrení pre Strašnú studňu, zásobujúcu obec Silická Jablonica. Ochranné pásmo tohto zdroja, označené písmenom E na prílohe č. 1, zaberá z podstatnej časti útvar rifových wettersteinských vápencov bez výraznejších povrchových krasových javov. Podrobnejšie by však bolo vhodné preskúmať komunikáciu povrchových a podzemných vôd tejto čiastkovej štruktúry (Bukový vrch) zasahujúcej za hranice Slovenska v rámci prehodnotenia PHO na OP. Toto ochranné pásmo bolo vyhlásené rozhodnutím č. 493/89 OPLVH, ONV v Rožňave dňa 23. 10. 1989.

Zdroje podzemnej vody zásobujúce obec Silica pitnou vodou sú chránené na základe rozhodnutia OPLVH, ONV v Rožňave č. 1024/88/89 z 20. 12. 1989. Podľa prílohy č. 1 je PHO II. stupňa (označené písmenom F) vymedzené výlučne v nerozlišených wettersteinských vápencoch, ktorých štruktúra tiež presahuje štátne hranice. Ani tu nemožno pozorovať výskyt výraznejších povrchových javov, ktoré by mali byť navrhnuté ako oddelené OP I. stupňa. V rámci prehodnotenia PHO na OP sa však aj tu núka potreba podrobnejšieho cezhraničného mapovania.

Kečovská vyvieracia skupinový vodovod Kečovo – Dlhá Ves. V danom prípade boli zahrnuté do PHO II. stupňa (písmeno G – príloha č. 1) povodia dvoch povrchových tokov zasahujúcich až po obec Silická Brezová, ktoré sa po spojení strácajú v ponore pri jaskyni Milada. Stopovaciami skúškami sa aj tu v minulosti preukázala spojitosť vôd vtekajúcich do tohto ponoru s vodami prameňa v Kečove. Vymedzenie oddeleného

OP I. stupňa, ktorý predstavuje predmetný ponor, sa potom na takomto základe javí ako nevyhnutné.

Súčasťou tohto ochranného pásma je aj zdroj podzemnej vody zásobujúci obec Silická Brezová.

Zdroj podzemnej vody zásobujúci obec Ardovo predstavuje málo výdatný (0,2 l.s⁻¹) prameň s infiltračnou oblasťou menšieho rozsahu. Vyhlásené PHO II. stupňa (písmeno H z prílohy č. 1) rozhodnutím ObÚŽP ŠVS č. 2003/00136-KU/2004 zodpovedá týmto podmienkam a má oproti dosiaľ uvedeným pásmam podstatne menší rozsah. V danom prípade nie je predpoklad priamej komunikácie povrchových vôd s podzemnými, čo vylučuje návrh oddelených OP I. stupňa.

ZÁVER

Záverom teda možno konštatovať, že stav ochrany podzemných vôd Silickej planiny, využívaných na vodárenské účely, či už z prameňov alebo hydrogeologických vrtov, nezodpovedá v rozhodujúcej miere súčasným nárokom stanoveným teraz platnými legislatívnymi opatreniami (Zákon o vodách 364/2004 Z. z. a Vyhl. MŽP SR 29/2005 Z. z.). Výnimku tvoria len niektoré objekty situované do údolia Slanej. V prípade vrtu GP-1A boli navrhnuté ochranné pásma I. a II. stupňa vrátane opatrení o činnosti v nich, ktoré možno považovať za postačujúce. Pre vrty R-12A, R-12C a HR-1 sa predbežne prehodnotili PHO na OP, ale len na úrovni ich prvých stupňov.

Vychádzajúc z poznatkov o súčasnom stave ochrany vodárenských zdrojov Silickej planiny treba poukázať hlavne na problematiku ochrany zdrojov Pisztráng a Hradná vyvieracia, ako aj plytké hydrogeologické vrty S-4, R-8 a hlboké vrty R-12, R-12A, R-12B, R-12C, R-12D. Ich spoločné ochranné pásmo II. stupňa zaberá najväčšiu plochu Silickej planiny. Zvlášť tu nie je riešená otázka oddelených OP I. stupňa. Perspektívne by bolo vhodné riešiť predmetnú problematiku komplexne pre celú Silickú planinu, s návrhom na prehodnotenie PHO na OP v zmysle platných legislatívnych opatrení.

Súčasťou príspevku je mapa Silickej planiny priložená v časopise (príloha č. 1).

LITERATÚRA

- BACHŇÁK, M. 2003. Režim hospodárenia v PHO vodárenský zdroj Krásnohorská Dlhá Lúka. Manuskript – archív Obecný úrad Krásnohorská Dlhá Lúka.
- BELLA, P. – HOLÚBEK, P. 1999. Zoznam jaskýň na Slovensku (stav k 31. 12. 1998). Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Bratislava, 286 s.
- BLÁHA, L. 1983. Sledování pohybu krasových vod v Silické planině s využitím rádioaktivních indikátorů. Manuskript, archív Ústavu pro výskum, výrobu a využitie rádionuklidov, Praha.
- ERDŐS, M. 1995. Jaskyne, priepasti a vyvieracky severnej časti Silickej planiny. Slovenský kras 33, Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 115–127.
- ERDŐS, M. – LALKOVIČ, M. 1996. Jaskyne, priepasti a vyvieracky južnej časti Silickej planiny. Slovenský kras 34, Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 1996, 157–176.
- JAKÁL, J. 1975. Kras Silickej planiny. Múzeum slovenského krasu, Liptovský Mikuláš, 145 s.
- JAKÁL, J. – ABONYI, A. – BÁRTA, J. – GULIČKA, J. – HIPMANN, P. – MITTER, P. – RAJMAN, L. – RODA, Š. – SLANČÍK, J. 1982. Praktická speleológia. Vyd. Osveta Martin, 378 s.
- JAKÁL, J. 1993. Geomorfológia krasu Slovenska. Slovenský kras 31, Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 13–28.
- KULLMAN, E. 1990. Krasovo-puklinové vody. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 184 s.
- KULLMAN, E. st. 2002. K niektorým zásadným problémom ochranných pásiem využívaných množstiev podzemných vôd na Slovensku. Podzemná voda VII/1/2002, Slovenská asociácia hydrogeológov Bratislava, 5–15.

- LAPIN, P. – FAŠKO, P. – MELO, M. – ŠŤASTNÝ, P. – TOMLAYN, J. 2002. Klimatické oblasti. In Miklós, L. Ed. 2002. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava a Slov. agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, 625 s.
- MÁTUŠ, J. – STANČÍK, Š. – SIVČÁK, M. – ROZLOŽNÍK, M. – ORVAN, J. – STANČÍK, S. – STANČÍKOVÁ, L. 2005. Plešivec – vrt GP-1A - návrh ochranných pásiem vodárenského zdroja. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 30 s.
- MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. – BALATKA, B. – LOUČKOVÁ, J. – SLÁDEK, J. 1986. Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Slovenská kartografia, n. p. – Bratislava.
- MELLO, J. – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPOK, J. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. – GAÁL, E. – HANZEL, V. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – SAJKAY, M. – STEINER, A. 1996. Geologická mapa Slovenského krasu 1 : 50 000. Vyd. D. Štúra Bratislava.
- MELLO, J. – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPOK, J. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. – GAÁL, E. – HANZEL, V. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – SAJKAY, M. – STEINER, A. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1 : 50 000. Geologická služba Slovenskej republiky. Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 255 s.
- ORVAN, J. 1990. Okres Rožňava – prognóza zdrojov pitnej vody do roku 2010, hydrogeologická štúdia. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 1, 71 s.
- ORVAN, J. 1991. Podzemné vody Slovenského krasu a možnosti ich využitia. Mineralia Slovaca, 1/23. Združenie Mineralia Slovaca Košice, 51–59.
- ORVAN, J. 1994. Brzotín – hydrogeologické vyhodnotenie vrtu HR-1. Manuskript – archív VVS a. s. PR Košice, 11 s.
- ORVAN, J. 2006. Ekologické hodnotenie využívania podzemných vôd hydrogeologickej štruktúry juhozápadnej časti Horného vrchu (Slovenský kras). Slovenský kras, ročník XLIV. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 161–168.
- ORVAN, J. – TYLEČEK, B. 1981. Rožňava – Plešivec, hydrogeologický prieskum. Záverečná správa. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 96 s.
- ORVAN, J. – POTYŠ, Z. – DRAHOŠ, M. – KOVAŘÍK, K. – KULLMAN, E. ml. 1991. Gombasek-Plešivec, hlbší obeh podzemných vôd Slovenského krasu. Záverečná správa. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 62 s.
- ORVAN, J. – VRÁBEŇOVÁ, M. – DRAHOŠ, M. – KOVAŘÍK, K. – KULLMAN, E. ml. – DRAHOŠ, M. – KOVAŘÍK, K. – KULLMAN, E. ml. 1992. Slavec – hlboké vrty. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 58 s.
- ORVAN, J. – TOMETZ, L. – ZACHAROV, M. 1997. Jašteričie jazero na Silickej planine, rozbor príčin jeho vysychania. Podzemná voda III/1. Slovenská asociácia hydrogeológov Bratislava, 46–55.
- ROZLOŽNÍK, M. – KARASOVÁ, E. (Eds.). 1994. Chránená krajinná oblasť – biosférická rezervácia Slovenský kras. Vyd. Osveta, Martin, 476 s.
- ŠALAGOVÁ, V. – MÉRIOVÁ, E. – URBANÍK, J. 1997. Podzemné vody centrálnej časti Slovenského krasu. Podzemná voda III/1. Slovenská asociácia hydrogeológov Bratislava, 1997, 38–46.
- ŠČUKA, J. 1983. Rožňavský skupinový vodovod, PHO 2. stupňa pre vodné zdroje Pistrang, R-8, S-4 a R-12. Manuskript – archív VVS a. s. PR Košice, 39 s.
- ŠUBAW, J. 1973. Slovenský kras a Turnianska kotlina, vyhľadávaci hydrogeologický prieskum. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 1973, 91 s.
- ŠUBA J. – BUJALKA, P. – CIBUEKA, E. – HANZEL, V. – KULLMAN, E. – PORUBSKÝ, A. – POSPÍŠIL, P. – ŠKVARKA, L. – ŠUBOVÁ, A. – TKÁČIK, P. – ZAKOVIČ, M. 1995. Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. SHMÚ Bratislava, 310 s.
- TOMETZ, L. 2000. Ochrana podzemných vôd v trase ropovodu na území Košickej kotliny a Slovenského krasu. Dizertačná doktorandská práca. Manuskript – Ústav geovied FBERG, Technická univerzita v Košiciach, 109 s.
- ZACHAROV, M. 2001. Schéma výskytu jaskýň, priepastí, vyvieraciek a ponorov na Silickej planine. In Zacharov, M. – Tometz, L. 2002. Silická planina, hodnotenie geologických činiteľov životného prostredia. Vyd. ELFA Košice, s. 55.
- ZACHAROV, M. 2002. Mapa geodynamických javov Silickej planiny. In Zacharov, M. – Tometz, L. 2002. Silická planina, hodnotenie geologických činiteľov životného prostredia. Vyd. ELFA Košice, príloha č. 3.

PECULIARITIES OF KARST-FISSURE WATER PROTECTION ON SILICA PLATEAU IN SLOVAK KARST

S u m m a r y

The Silica Plateau in Slovak Karst represents important karst phenomenon connected with many waterworks sources, which catch the karst-fissure water. One of the significant elements of groundwater

quantity and quality protection is the protection of waterworks sources, which are in high amount in the studied area. In the past, the legislation actual in that time emphasized only the protection of quality (expressed by hygienic principles) as the decisive element of the ground water protection in general, regardless of water aquifers uniqueness. After consideration of this factor importance, protective precautions were suggested since 2002 (Regulation of the Ministry of Environment of SR no. 29/2005 S b., which defines details on designation of water management sources, on water protection measures, and on technical treatments within the water management source protection zones), which did not respect karst-fissure groundwater quantity and quality protection in area with highly karstified phenomenon.

Waterworks sources of Silica Plateau utilized for public supply with drinking water are ordinarily in administration of East Slovak Water Supply Company, possibly in the administration of villages. The users of waterworks sources strive to achieve the revaluation of their protective zones in the sense of the legislation from 2005 only sporadically. Our paper is trying to point out the particularities arising from the revised legislative precautions (Regulation of the Ministry of Environment of SR no. 29/2005 Sb.) in the Silica Plateau conditions.

The formation of karst-fissure water is in the Silica Plateau influenced by many factors related with climatic conditions, morphology, hydrology, geology and hydrogeology, briefly characterised in the text.

The Silica Plateau as the largest subunit of the Slovak Karst, has nonkarstic, but also karstic relief with dependence on the local geology and rock composition. Karstic relief consisting from several types of limestones is the main compound of the studied area. This relief represents the result of the karstification and some other morphogenetic processes. The karstification process led to creation of surface karst phenomena (exokarst) and subsurface karst phenomena (endokarst).

The main factor determining the hydrogeological settings of the studied area is the emplacement of limestone-dolomite complex lying on the low permeable or impermeable sediments of the lower Triassic – in the NE part it forms a syncline and in the SW part it forms anticline. The lower Triassic sediments sometimes outcrop on the surface. Middle- and upper Triassic complex create morphologically distinctive plateau, with surface covered by large amount of karst holes and chasm, conducting the rainfall water into the complex.

In general it is known, that karst-fissure waters of several hydrogeological structures in Slovak Karst and especially in the Silica Plateau represent significant sources not only for local, but also for regional supplying of public with drinking water. The sources in the evaluated area are important for water supplying of Rožňava district in many ways. In the conditions of Silica Plateau there are two grouped ducts and 7 ducts of villages.

The sources of these ducts do not have authorized protective zones of the level I. and II. in terms of the valid legislation. The result of our contribution is to emphasize the necessity of revaluation of hygienically protected zones to protective zones with regard to particularities arising from the existing conditions, especially the requirement of separated protective zones of the level I.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	99 – 111	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	----------	------------------------

MIKROFLÓRA MÄKKÉHO SINTRA ZO SLOVENSKÝCH JASKÝŇ

MILAN SEMAN¹, ĽUDOVÍT GAÁL², IVO SEDLÁČEK³,
MONIKA LAICHMANOVÁ⁴, STANISLAV JELEŇ⁵

¹ Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 642 15 Bratislava; seman@fns.uniba.sk

² Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, e-mail: gaal@ssj.sk

³ Česká sbírka mikroorganismů, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Tvrďého 14, 602 00 Brno; ivo@sci.muni.cz

⁴ Česká sbírka mikroorganismů, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Tvrďého 14, 602 00 Brno; monikadr@sci.muni.cz

⁵ Geologický ústav SAV Banská Bystrica, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica; jelen@savbb.sk

M. Seman, Ľ. Gaál, I. Sedláček, M. Laichmanová, S. Jeleň: Microflora of moonmilk from Slovak caves

Abstract: Despite of relatively rich literature not all details about the genesis and development of moonmilk are resolved. Four caves (Gombasecká, Harmanecká, Demänovská jaskyňa slobody and Demänovská jaskyňa mieru) were researched in terms of function of microbes in the moonmilk. Microbiological analyses of 6 samples of moonmilk have shown marvelous rich occurrence of psychrotrophic bacteria and microscopical fungi in surveyed caves. There was predominantly gramnegative unfermented rods belonging into phylogenetic group of Proteobacteria, family Pseudomonadaceae. Mycological analyses have shown occurrence mainly of anamorphed stage of microscopical filamentous fungi. Despite of rich microbiological procuration only additive task of microbe in formation of moonmilk is presumable. Essential processes within moonmilk are the precipitation of CaCO₃ from the condensed water which deposits in the form of thin film on the cold wall of caves with the dynamic convection of air in various seasons.

Key words: moonmilk, microflora, psychrotrophic bacteria, Slovak caves

ÚVOD

Mäkký (alebo aj plastický) sinter (angl. *moonmilk*, *rockmilk*, česky *nickamínek*) ako zvláštny typ speleotémy je v jaskyniach známy oddávna. Biely alebo žltkastý, kašovitý, plastický, mikrokryštalický agregát kalcitu a ďalších minerálov spravidla so značným obsahom vody (40 – 80 %) je dobre rozoznatelný od ostatných sintrových útvarov. Vo vyschnutom stave je ľahký, pórovitý, kriedovite drobnivý. Miestami pokrýva steny, strop, sintrové útvary, zriedkavejšie aj podlahu jaskýň. Vďaka jeho lekárske mu využívaniu bol predmetom skúmania už od 16. storočia a v súčasnosti je k dispozícii bohatá literatúra zaoberajúca sa jeho charakterom, typmi i genézou (napr. Bernasconi, 1959, 1961; Caumartin a Renault, 1958; Mattioli, 1970; Trimmel, 1968; Fisher, 1988, 1992; Onac a Ghergari, 1993). Napriek tomu nemôžeme tvrdiť, že sú uspokojivo objasnené všetky okolnosti jeho vzniku a rastu. Hill a Forti (1997) v druhom vydaní monografie o jaskynných mineráloch sveta uvádzajú štyri možné spôsoby vzniku mäkkého sintra. Ani jeden z nich však nie je v plnej miere aplikovateľný a vystihuje len

časť zložitejšieho procesu. Prvý spôsob vzniku, podľa ktorého čiastočným zamŕzaním vody v chladných, subpolárnych alebo vysokohorských jaskyniach dochádza k úniku oxidu uhličitého a vyzrážajúce sa častice suspendujú na jaskynných stenách v podobe mliečnej hmoty (Tombe, 1952), nedáva vysvetlenie na výskyt mäkkého sintra v jaskyniach teplého a mierneho pásma. Podľa druhého spôsobu sa mäkký sinter tvorí činnosťou mikroorganizmov, najmä baktérií, rias a húb (Caumartin a Renault, 1958; Williams, 1959; Gradziński a spol., 1997), avšak nie v každom výskyte mäkkého sintra zaregistrovali prítomnosť mikroorganizmov (napr. Shumenko a Olimpijev, 1977). Tretí, už dvesto rokov starý spôsob vzniku predpokladá, že mäkký sinter je produktom rozpadu materskej horniny alebo sintra (Lang, 1708), čo sa však dá vylúčiť pre častú minerálnu i geochemickú nezhodu medzi horninou a mäkkým sintrom (napr. Rajman a Roda, 1974; Onac a Ghergari, 1993). Podľa posledného spôsobu (Hill a Forti, 1997) sa mäkký sinter priamo vyzráža z podzemnej vody, podobne ako ostatné sintrové formy, vyzrážaná hmota však má mikrokryštalickú štruktúru s vyšším obsahom Mg-minerálov. Aj v tomto prípade chýba spoľahlivé vysvetlenie príčiny vzniku charakteristickej štruktúry, mikrokryštalickej stavby mäkkého sintra.

V jaskyniach na Slovensku mäkký sinter podrobnejšie skúmali Rajman a Roda (1974) pod názvom plastický sinter. Vzorky mäkkého sintra odobraté z Gombaseckej jaskyne (Slovenský kras), jaskyne Vyvieranie (Demänovská dolina), Jaskyne pod útesom (Demänovská dolina), z Bystrianskej jaskyne (Horehronské podolie) a z jaskyne na Vošmendě (severné Čechy) podrobili chemickej analýze, röntgenovej analýze a skúmaniu pod elektrónovým mikroskopom a zistili, že mäkký sinter pozostáva z ihlicovo-steblovitých kryštálov kalcitu s rozmermi $10^{-5} - 10^{-4}$ cm, pri vzniku ktorých hrali hlavnú úlohu chemické a fyzikálne faktory vyplývajúce z polohy nálezísk. O dva roky neskôr však Harman a Derco (1976) tie isté vzorky z Gombaseckej jaskyne a jaskyne Vyvieranie podrobili analýze metódou rastovej a transmisnej elektrónovej mikroskopie a dospeli k záveru, že v prvej fáze kryštalizácie sa vytváral aragonit (najmä vďaka zvýšenému obsahu prímiesi Mg, prípadne Sr a Ba), druhá fáza bola charakterizovaná rekryštalizáciou aragonitu v pevnej konzistencii na kalcit a dolomit, a nakoniec v tretej fáze dochádzalo už len k orientovanému rastu kalcitu a dolomitu na paramorfózach pôvodného aragonitu. Dôležité bolo v tejto práci aj zistenie ílovej sľudy, ktorá na základe vysokej kryštalinity a pomerne veľkých častíc pochádzala zrejme z pôvodných hornín. Autori na elektrónovej mikroskopickú fotografiu uvádzajú aj skelet neznámeho organizmu bez bližšieho určenia. Vplyv mikroorganizmov na kryštalizáciu minerálov však považujú za minimálny.

Mäkké sintre v jaskyniach Slovenska, na rozdiel od viacerých zahraničných jaskýň, z hľadiska zastúpenia mikroorganizmov sa dosiaľ neskúmali. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli uskutočniť základný monitoring osídlenia sintrov baktériami a vláknitými hubami a analyzovať prípadnú úlohu vplyvu mikroorganizmov na tvorbu a rast mäkkého sintra v slovenských jaskyniach. Táto úloha vyplývala aj z plánu hlavných úloh Správy slovenských jaskýň na rok 2008.

CHARAKTERISTIKA LOKALÍT A METODICKÉ POSTUPY

Vzorky mäkkého sintra sme odobrali z jaskýň, v ktorých tento typ sintra tvorí výraznú akumuláciu alebo je výskyt mäkkých sintrov typický pre danú jaskyňu či región.

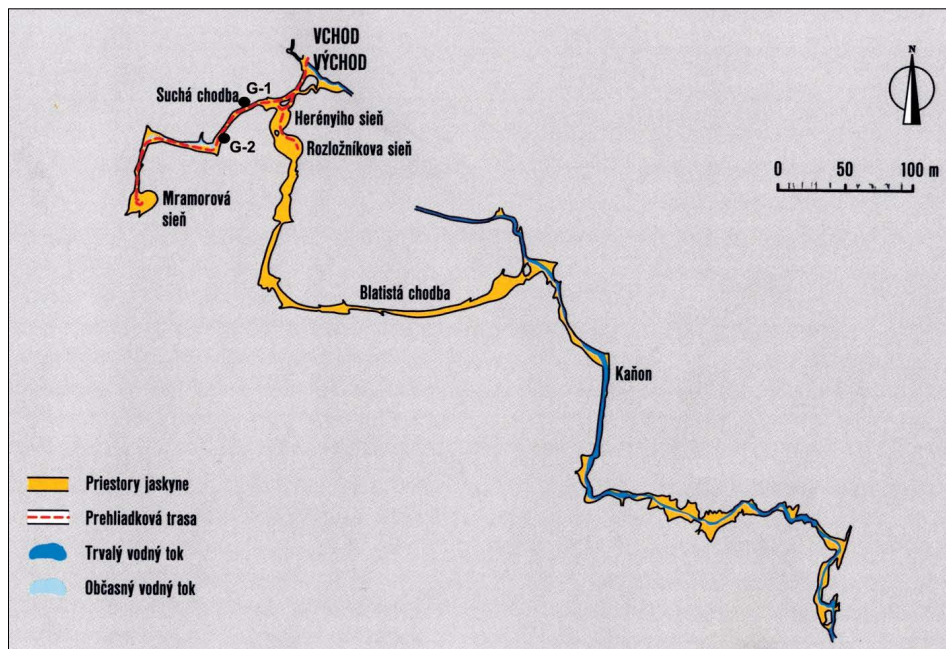
Gombasecká jaskyňa

Vzorky na mikrobiologickú analýzu sme odobrali 23. 8. 2007 z dvoch miest Su-chej chodby (chodba vedúca k Mramorovej sieni, obr. 1). Prvá vzorka (G-1) pochádza

zo severozápadnej steny jaskyne pri meračskom bode č. 261. Mäkký sinter bielej farby tu tvorí niekoľko milimetrov hrubý povlak vo forme škvŕn najmä v korózných priehlbniach jaskynnej steny a stropu. Druhá vzorka (G-2) pochádza z náprotivnej, juhovýchodnej steny jaskyne, 30 m od predchádzajúceho miesta smerom k Mramorovej sieni (obr. 2). Na analýzu celkového organického uhlíka (TOC) sme vybrali vzorku G-2.

Demänovská jaskyňa slobody

Dve vzorky sme odobrali 6. 11. 2007 z Veľkého dómu (obr. 3). Prvá, S-1, pochádza z mohutnej steny v severnej časti dómu 14 m od návštevnjej trasy. Stena je tu súvisle

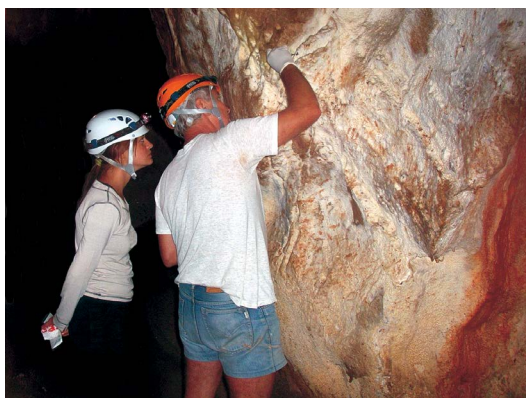


Obr. 1. Miesta odberu vzoriek v Gombaseckej jaskyni (mapový podklad: Správa slovenských jaskýň)
 Fig. 1. Places of taking samples in Gombasecká Cave (map by Slovak Caves Administration)

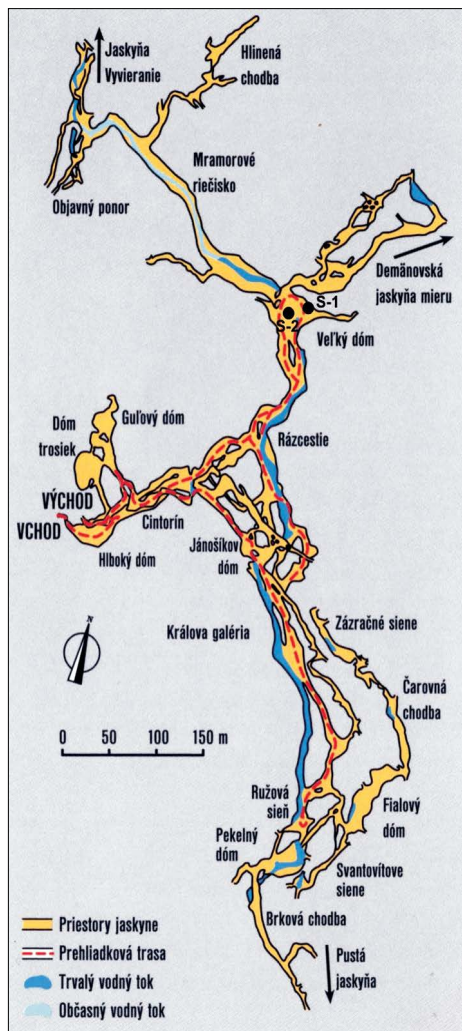
pokrytá mäkkým sintrom v niekoľko centimetrových hrúbkach (obr. 4). Druhú vzorku, S-2, sme odobrali z mohutného závalu uprostred dómu. Vo Veľkom dóme je veľmi intenzívne kvapkanie vody takmer po celý rok, voda miestami padá z veľkej výšky aj v súvislom prúde.

Demänovská jaskyňa mieru

Dve vzorky sme odobrali 6. 11. 2007 zo vstupnej chodby. Prvá vzorka (S-3) pochádza zo severozápadnej steny chodby, kde mäkký sinter vytvára tenké povlaky v nevelkých škvŕnách. Druhú vzorku (S-4) sme



Obr. 2. Mäkký sinter v Gombaseckej jaskyni. Foto: L. Gaál
 Fig. 2. Moonmilk in Gombasecká jaskyňa Cave. Photo: L. Gaál



Obr. 3. Miesta odberu vzoriek v Demänovskej jaskyni slobody (mapový podklad: Správa slovenských jaskýň)

Fig. 3. Places of taking samples in Demänovská jaskyňa slobody Cave (map by Slovak Caves Administration)

práškovitý. Druhú vzorku, S-6, sme odobrali v severozápadnom výbežku z Dómu objaviteľa, za jazierkom pitnej vody, mimo návštevného chodníka (obr. 7). Posledná vzorka (S 7) pochádza z jaskynnej steny v južnej časti Dómu objaviteľa, pod sutinou.

Chemické a mineralogické analýzy

Z arbitrárne vybraných vzoriek S-1 (Demänovská jaskyňa slobody) a S-3 (Demänovská jaskyňa mieru) boli v laboratóriu BEL NOVAMANN International v Bratislave vyhotovené chemické analýzy. Zo vzorky G-2 (Gombasecká jaskyňa) sa v tom istom laboratóriu vyhotovila analýza na celkový organický uhlík (TOC).



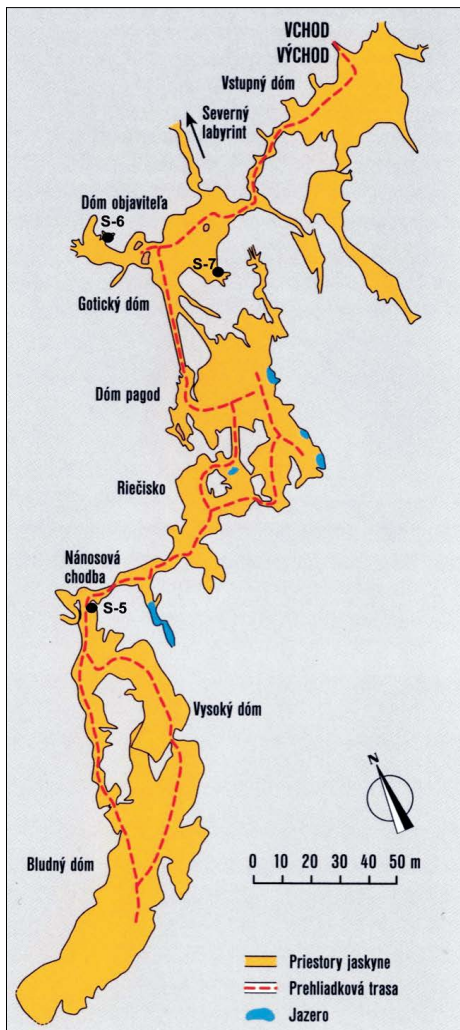
Obr. 4. Mökký sinter vo Veľkom dóme v Demänovskej jaskyni slobody (vľavo). Foto: P. Staník

Fig. 4. Moonmilk in Great chamber in Demänovská jaskyňa slobody Cave (on the left side). Photo: P. Staník

odobrali z malého výbežku oproti predchádzajúcemu miestu. Mökký sinter tu tvorí niekoľko mm hrubú vrstvu na podlahe jaskyne, kde pokrýva jednak hlinité sedimenty a jednak kamenitú sutinu (obr. 5).

Harmanecká jaskyňa

Tri vzorky sme odobrali 7. 11. 2007 (obr. 6). Vzorka S-5 pochádza z jaskynnej steny tesne pri návštevnéj trase v oblasti Nánosovej chodby, pri tzv. Kompase. Steny pokryté bielym mökkým sinterom sú tu pomerne suché, aj mökký sinter je značne



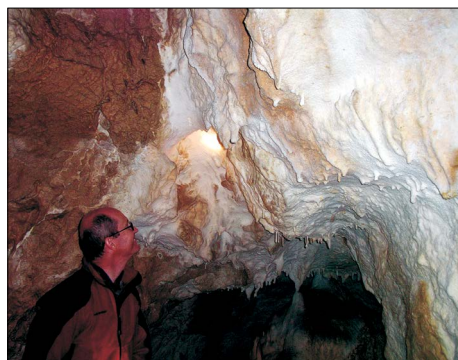
Obr. 6. Miesta odberu vzoriek v Harmaneckej jaskyni (mapový podklad: Správa slovenských jaskýň)
 Fig. 6. Places of taking samples in Harmanecká jaskyňa Cave (map by Slovak Caves Administration)

Zo vzorky G-1 bola v špecializovanom laboratóriu Geologického ústavu SAV v Bratislave vykonaná röntgenová (rtg) analýza na difraktometri Philips PW 1710 pri nasledujúcich štandardných podmienkach: Cu K α , grafitový monochromátor, napätie 40 kV, prúd 20 mA, rozsah merania 4 – 70° 2 θ , krok 0,02° 2 θ , čas 0,8 s na krok.

Zároveň sa časť vzorky a detailná morfológia agregátov mäkkého sintra skúmala aj na skenovacom elektrónovom mikroskope (SEM) JEOL JSM 840 na pracovisku elektrónovej mikroskopie Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave.



Obr. 5. Povlaky mäkkého sintra na podlahe v Demänovskej jaskyni mieru. Foto: P. Staník
 Fig. 5. Cover of moonmilk on the floor of Demänovská mieru Cave. Photo: P. Staník



Obr. 7. Povlak mäkkého sintra na mieste odberu vzorky S-6 v Harmaneckej jaskyni. Foto: E. Gaál
 Fig. 7. Cover of moonmilk in the point of taking sample S-6 in Harmanecká jaskyňa Cave. Photo: E. Gaál

Mikrobiologické analýzy

Celková mikroflóra reprezentovaná kultivovateľnými chemoorganoheterotrofnými mikroorganizmami bola kvantitatívne determinovaná v ústave bunkovej biológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave. Vzhľadom na fyzikálno-chemickú špecifickosť jaskynných biotopov sa pozornosť sústredila na dominantnú taxonomickú skupinu, ktorú tvoria psychrofilné, resp. psychrotrofné baktérie a mikroskopické huby (mikromycéty). Psychrofilné mikroorganizmy majú optimálnu rastovú teplotu do 20 °C, psychrotrofné ju majú síce podstatne vyššiu, ale sú schopné rásť aj pri nízkych teplotách. Táto časť analýz sa vykonala na pracovisku Českej zbierky mikroorganizmov (CCM) Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne. Pre možnosť ovplyvnenia antropogénnym faktorom boli vo vzorkách determinované aj indikátory fekálnej kontaminácie, a to koliformné baktérie a enterokoky.

Celková mikroflóra sa stanovila kultivačnou metódou na Plate Count Agar (HiMedia) štandardným postupom. Asepticky odobraná vzorka sintra do sterilnej skúmavky bola za chladových podmienok (5 – 8 °C) transportovaná do laboratória a ihneď podrobená mikrobiologickej analýze. 1 g vzorky sa suspendoval v 10 ml sterilného fyziologického roztoku, z ktorého bolo pripravené desiatkové riedenie až do 10^{-8} . Z každého riedenia sa odpipetoval 1 ml a rovnomerne rozotrel sklenenou hokejkou po povrchu dobre vysušeného kultivačného média v Petriho miske (90 × 4 mm). Kultivácia mikroorganizmov prebiehala 68 hodín pri teplote 22 °C. Po kultivácii sa stanovila priemerná hodnota počtu mikrobiálnych kolónií z dvoch paralelných Petriho misiek. Vizuálne odčítanie kolónií sa vykonalo z riedenia, ktoré malo transparentný profil kolónií (cca od 20 do 300 na miske). Získaná hodnota udáva pravdepodobný počet kultivovateľných heterotrofných mikroorganizmov v jednom grame vzorky. Je to relatívna hodnota, predstavujúca zlomok (desatinu až stotinu) skutočného počtu mikroorganizmov zistiteľného inými metódami.

Na konkrétnu druhovú determináciu bakteriálnej a fungálnej mikroflóry sa aplikoval nasledujúci postup: zo zásobnej skúmavky bola sterilne odobraná vzorka sintra (len vzorky S-1 až S-6) s hmotnosťou cca 200 mg, homogenizovaná v 2 ml fyziologického roztoku a pripravené desiatkové riedenie až na 10^{-5} . Takto nariadené vzorky boli vysiate na Plate Count Agar (Fluka), kam sa sterilne prenieslo 200 μ l vzorky a rozotrelo L-kl'učkou. Kultivácia izolátov prebiehala pri laboratórnej teplote a v intervale 24 – 96 hodín boli odpichované morfológicky odlišné kolónie. Po overení čistoty sa izoláty uchovávali vpichom na Plate Count Agar. Na identifikáciu boli čisté kultúry baktérií predkultivované na Columbia Agare (Oxoid) s krvou, z ktorej sa potom očkovali na konvenčné fyziologické a biochemické testy (skúmavkové aj miskové). Na identifikáciu baktérií sa použila zostava testov rutinne používaná v CCM pri identifikácii gramnegatívnych nefermentujúcich tyčínok.

Na determinovanie indikátorov fekálnej kontaminácie (koliformy a enterokoky) sa použila štandardná metóda priameho výsevu na povrch príslušných selektívnych kultivačných médií (Häusler, 1994).

Izolácia mikroskopických húb sa vykonala prenesením a rozotrením malej časti vzorky sintra na agarovú pôdu a pomocou desiatkového riedenia (len 10^{-1}), ako to bolo opísané pri baktériách. Vzorky boli kultivované na 2 % Malt Extract Agar (HiMedia) s prídavkom chloramfenikolu pri teplote 16 °C. Približne po 2 týždňoch sa z Petriho misiek izolovali morfológicky odlišné kolónie mikroskopických húb na príslušné diagnostické médiá. Identifikácia sa uskutočnila na základe makroskopických a mikroskopických determinačných znakov.

VÝSLEDKY

Chemický a mineralogický rozbor

Detailné mineralogické štúdium časti povrchu vzorky mäkkého sintra z Gombaseckej jaskyne pomocou SEM zistilo zaujímavú agregátnu stavbu tvorenú početnými, rôzne orientovanými ihlicovitými kryštálmi kalcitu (takýto morfológický vývoj sa nazýva aj „lublinit“). Často sú však prítomné aj rôzne tyčinkovité a tenké lístčokovité agregáty a ojedinele sa v dutinkách pozorovali aj idiomorfne romboedrické kryštáliky (obr. 8a, 8b, 8c, 8d). Dĺžka ihlic presahuje 10 μm a ich hrúbka neprevyšuje 1 μm .

Rtg-difrakcia vzorky preukázala len prítomnosť kalcitu, čo jednoznačne dokumentujú aj získané reflexy, ktoré sú vo veľmi dobrej zhode s etalónnym kalcitom (Bayliss a spol., 1983) – obr. 9; tabuľka 1.

Tabuľka 1. Rtg-analýza mäkkého sintra vzorky G-1 z lokality Gombasecká jaskyňa (d α – medziovinná vzdialenosť, I – intenzita)

Table 1. X-ray analysis of moonmilk of the sample G-1 from Gombasecká jaskyňa Cave

Mäkký sinter G-1		Kalcit PDF 5-586 (Bayliss a spol. 1983)	
d α	I	d α	I
3,855	11	3,860	12
3,037	100	3,035	100
2,844	2	2,845	3
2,495	20	2,495	14
2,285	27	2,285	18
2,095	20	2,095	18
1,928	8	1,927	5
1,913	15	1,913	17
1,876	22	1,875	17
1,626	5	1,626	4
1,604	12	1,604	8
1,588	1	1,587	2
1,525	6	1,525	5
1,518	3	1,518	4
1,510	2	1,510	3
1,473	3	1,473	2
1,440	7	1,440	5
1,421	2	1,422	3
1,357	1	1,356	1

Predbežné analýzy chemického zloženia (tabuľka 2) dvoch vzoriek mäkkého sintra z Demänovskej jaskyne slobody (S-1) a Demänovskej jaskyne mieru (S-3) preukázali vo svojom zložení okrem obsahu Ca (3,26 – 8,71 hm.%) relatívne nízky obsah Mg (od 0,067 do 0,11 hm.%), Mn (< 2,4 do 14,5 mg/kg) aj Fe²⁺ (0,04 – 0,09 hm.%) a Fe³⁺ (0,03 – 0,06 hm.%). Stanovenie obsahu jednomocných katiónov Na (od 77,3 do 103,0 mg/kg) a K

(od 39,4 do 16,6 mg/kg) spolu s obsahom SiO₂ (od 0,16 do 0,86 hm.%) a nízkou koncentráciou Al (< 0,2 mg/kg) súvisí pravdepodobne s prítomnosťou ílových minerálov v skúmaných vzorkách 10 % výluhu pôvodnej vzorky mäkkého sintra, v ktorom sa zistili aj relatívne nízke obsahy aniónov – HCO₃⁻ (od 0,5 do 1,4 mg/kg), NO₃⁻ (od 8,0 do 10,9 mg/kg) SO₄²⁻ (od 59,6 do 89,4 mg/kg) a HPO₄²⁻ (59,2 mg/l). Stanovené hodnoty pH 10 % výluhu pôvodnej vzorky (8,02 – 8,10) sú blízke neutrálnemu prostrediu.

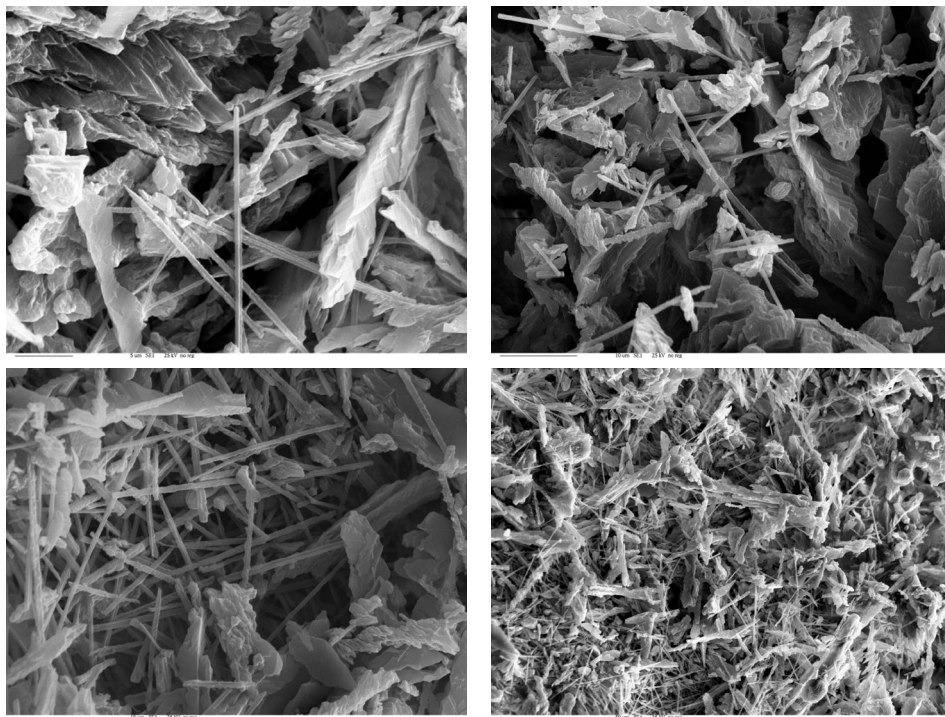
Tabuľka 2. Kvalitatívne a kvantitatívne chemické zloženie vybraných vzoriek mäkkých sintrov. S-1 = vzorka z Demänovskej jaskyne slobody, S-3 = vzorka z Demänovskej jaskyne mieru
Table 2. Quantitative and qualitative chemical composition of selected samples of moonmilk. S-1 = sample of Demänovská jaskyňa slobody Cave, S-3 = Demänovská jaskyňa mieru Cave

Ukazovateľ	Jednotka	Nameraná	Hodnota
		vzorka S-1	vzorka S-3
Mineralizovaná pôvodná vzorka			
Na	mg/kg	103,0	77,3
K	mg/kg	16,6	39,4
Ca	% hmot.	3,26	8,71
Mg	% hmot.	0,067	0,11
Mn	mg/kg	< 2,4	14,5
10 % výluh pôvodnej vzorky			
pH		8,02	8,10
ChSK _{Mn}	mg/l	0,98	2,29
HCO ₃ ⁻	mg/kg	< 0,5	1,4
NO ₃ ⁻	mg/kg	10,9	8,0
SO ₄ ²⁻	mg/kg	59,6	89,4
HPO ₄ ²⁻	mg/l	59,2	59,2
Fe ²⁺	% hmot.	0,04	0,09
Fe ³⁺	% hmot.	0,03	0,06
Al	mg/kg	< 0,2	< 0,2
SiO ₂	% hmot.	0,16	0,86

Hodnota celkového organického uhlíka vo vzorke mäkkého sintra G-2 z Gombaseckej jaskyne 199 g/kg s neistotou merania 10 % (skúšobná metóda/odchýlka z postupu STN EN 13137) poukazuje na vysoký obsah biomasy vytvorenej mikroskopickými organizmami.

Mikrobiologický rozbor

Celkový počet kultivovateľných heterotrofných mikroorganizmov pri teplote 22 °C, teda psychrofilných, resp. psychrotrofných mikroorganizmov, varioval v jednotlivých vzorkách rádovo od 10⁴ do 10⁶.



Obr. 8a, 8b, 8c, 8d. Elektronové mikrofotografie mäkkého sintra z Gombaseckej jaskyne, odrazené elektróny (BSE), vzorka G-1. Foto: I. Holický

Fig. 8a, 8b, 8c, 8d. Electrone microphotographies of moonmilk of Gombasecká Cave (sample G-1). Photo: I. Holický

Na bakteriologický rozbor sa použili vzorky sintrov S-1 až S-6, respektíve riedenia z týchto vzoriek. Zo vzoriek S-1 boli izolované pri riedení 10^{-3} dve gramnegatívne tyčinky, ktoré sa však bližšie nepodarilo identifikovať. Rovnako vzorka S-2 obsahovala pri riedení 10^{-3} dve morfológicky odlišné baktérie, z ktorých jedna patrila do druhu *Achromobacter xylosoxidans* subsp. *xylosoxidans*, druhú sa takisto nepodarilo druhovo determinovať. Vzorka S-3 obsahovala opäť dva druhy baktérií: jednak *Brevundimonas diminuta* a jednak neidentifikované gramnegatívne dlhé zakrivené vlákna. Prekvapujúco bohaté druhové zastúpenie sa zistilo vo vzorke S-4 pri riedení 10^{-3} , kde boli dva rôzne kmene druhu *Stenotrophomonas maltophila*, jeden izolát *Pseudomonas* sp. a dve neidentifikovateľné gramnegatívne kokotyčinky až tyčinky. Tieto chemoorganotrofné izoláty sme vo vzorke mäkkého sintra v takej variabilite nepredpokladali a len vzorka S-4 obsahovala vyššiu diverzitu bakteriálnych taxónov. Zo vzoriek S-5 a S-6 bola pri riedení 10^{-3} opäť izolovaná populácia *Pseudomonas* sp. Biochemicky zaujímavé sú arginín dihydroláza negatívne izoláty fluoreskujúcich pseudomonád zo vzoriek S-5 a S-6 alebo lyzín dekarboxyláza pozitívne izoláty zo vzoriek S-4, S-5 a S-6. Hoci fluoreskujúce pseudomonády patria k bežnej mikroflóre pôdy a vody, tak jednoznačná väčšina týchto druhov nedekarboxyluje lyzín, ale má pozitívnu arginín hydrolázu. To znamená reakcie úplne opačné, než tomu bolo v prípade skúmaných izolátov. Druhová identifikácia fluoreskujúcich kmeňov bola na základe fenotypovej analýzy neúspešná a ich presná taxonomická determinácia bude vyžadovať aplikáciu molekulárnogenetických alebo chemotaxonomických metód.

Ako je z výsledkov identifikácie a zodpovedajúceho riedenia zrejmé, masívne boli osídlené vzorky S-1, S-2, S-4, S-5, S-6 (izolácia až z riedenia 10^{-3}), naproti tomu vzorka S-3 bola menej osídlená (izolácia z riedenia 10^{-1}). Čo sa bakteriálnej diverzity týka, tak najrozmanitejšie spoločenstvá sa zistili vo vzorke S-4, kde sa izolovalo 5 morfológicky odlišných zástupcov taxonomickej skupiny proteobaktérií. Táto vzorka nebola odobraná zo steny ako ostatné vzorky, ale z podlahy jaskyne, ktorá je pravdepodobne kolonizovaná aj inými druhmi, než sú tie, ktoré majú nejakú spojitosť svojho výskytu so sintro. Naproti tomu vzorky S-5 a S-6 obsahovali iba jediného kultivovateľného zástupcu a oba tieto izoláty prezentovali rovnaký fenotyp, ide pravdepodobne o identický taxón.

Ani v jednej z analyzovaných vzoriek sa nezistila prítomnosť koliformných baktérií alebo enterokokov. Znamená to, že determinovaný bakteriálny profil nebol zaťažený možnou fekálnou kontamináciou a tvorili ho autochtónne taxóny.

Na mykologický rozbor sa použili vzorky sintrov S-1 až S-6 a desiatkové riedenie 10^{-1} . Celkovo sa získalo 22 izolátov vláknitých húb. Veľkú skupinu tvorili mitospórne (spórami sa rozmnožujúce) vláknité huby, z ktorých sa 16 podarilo druhovo identifikovať. Tri izoláty sa podarilo klasifikovať iba do rodu, jeden bližšie neurčený izolát bol zástupcom taxonomickej skupiny Ascomycota a ostávajúce dva izoláty ostali neidentifikované pre absenciu determinatívnych znakov. Zo vzorky S-1 sa izolovali iba dve mitospórne mikromycéty *Lecanicillium psalliotae* a *Verticillium leptobactrum*. Zo vzorky S-3 sa takisto získali len dva izoláty, a to druh *Isaria farinosa*, ktorý je zástupcom entomopatogénnych húb, a izolát sterilného mycélia. Vo vzorkách S-2 a S-4 bola už väčšia druhová variabilita. Vzorka S-2 obsahovala štyri druhy mitospórnych húb: *Oidiodendron* cf. *griseum*, *Doratomyces microsporum*, *Verticillium leptobactrum*, *Aspergillus versicolor* a jeden izolát patriaci do rodu *Mortierella* taxonomickej skupiny Zygomycota. Vo vzorke S-4 sa zistili rovnako štyri druhy mitospórnych húb: *Penicillium brevicompactum*, *Geomyces pannorum* var. *pannorum*, *Microdochium* cf. *nivale*, *Acremonium strictum* a napokon jeden izolát patriaci do kmeňa Ascomycota. Druhová variabilita bola najväčšia vo vzorke S-5 pri riedení 10^{-1} , kde sa identifikovalo 5 druhov mikroskopických húb: *Penicillium brevicompactum*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Mucor mucedo* a ďalšie dva izoláty sa identifikovali len do rodov: *Fusarium* sp. a *Pythium* sp. Naproti tomu zo vzorky S-6 sa aj po opakovanej izolácii získal iba jeden izolát sterilného mycélia (obr. 10).



Obr. 10. Konídie mikroskopickej vláknitej huby druhu *Alternaria alternata* izolovanej z mäkkého sintra (vzorka S-5, Harmanecká jaskyňa). Foto: M. Laichmanová

Fig. 10. Conidias of microscopical filamentous fungi *Alternaria alternata* from moonmilk (sample S-5, Harmanecká Cave). Photo: M. Laichmanová

Z výsledkov mykologickej analýzy vyplýva, že vzorky S-2, S-4 a najmä S-5 boli hojne osídlené vláknitými hubami. Naproti tomu vo vzorkách S-1 a S-3 sa zistili iba dva morfológicky odlišné izoláty a vo vzorke S-6 len jeden izolát. Väčšina identifikovaných druhov bola takisto izolovaná z rôznych substrátov v jaskyniach Moravského krasu (Bosák a spol., 2001). Mikroskopické huby *Isaria farinosa*, *Geomyces pannorum* var. *pannorum* a niektoré druhy rodu *Cladosporium*, *Mucor*, *Mortierella* a *Oidiodendron*

sa rovnako identifikovali zo sintrov odoberaných v jaskyniach Moravského krasu (Kosina a kol., 2002).

DISKUSIA

Gradziński (2002) analyzoval mikrobiálny profil mäkkých sintrov z viacerých jaskýň južného Poľska (okolie Krakova, severné Tatry). Zistil prítomnosť niektorých zaujímavých bakteriálnych druhov, ako sú *Arthrobacter crystallopoites*, *Bacillus alcalophilus*, *Seliberia stellata*, *Xantobacter autotrophicus*. Uvádza aj výskyt vodíkových baktérií (chemolitotrofy oxidujúce vodík), pre ktoré používa anglický termín „knallgas-bacteria“. Mohlo by ísť pravdepodobne o druh *Hydrogenobacter subterraneus* schopný prežívať v podmienkach jaskynných biotopov. Práve chemolitotrofným baktériám pripisuje Gradziński významnú úlohu pri kalcifikácii mäkkého sintra a na druhej strane alkalofilným chemolithoheterotrofným baktériám zasa podporu mineralizačných procesov.

Van de Kamp (2004) použil na determinovanie bakteriálnych komúní mäkkého sintra z jaskýň v Tasmánii (Austrália) moderné techniky analýzy 16 S rDNA a na základe nich zistil prítomnosť fylogenetických skupín, ako: *Alfa-*, *Beta-*, *Gamma-*Proteobacteria, Cytophaga-Flexibacter, Bacteroides, Firmicutes, Actinobacteria (podskupina Pseudonocardineae).

Prvé známe práce o mikroflore sintra a mäkkého sintra prezentovali na území Československa Slačik a Schlemmerová (1975). V Moravskom krase ich skúmali z dvoch jaskýň: Kateřinskej a Sloupsko-šošůvskej. Orientačný mikrobiologický rozbor ukázal prítomnosť aeróbnych tyčíniek patriacich do rodu *Flavobacterium* a bližšie neidentifikovaných kokov.

Žák a kol. (2006) skúmali v široko koncipovanej práci aj bakteriálnu komunitu mäkkého sintra z Veľkonočnej jaskyne pri Týnčanoch (50 km južne od Prahy). Pre celkový počet kultivovateľných baktérií uvádza hodnotu $4,1 \cdot 10^6$ na 1 gram suchej hmoty. Aj hodnoty bazálnej respirácie mäkkého sintra, hoci ovplyvnené rozpadom HCO_3^- , svedčia o prítomnosti biotickej zložky. Konštatujú, že mäkký sinter predstavuje ekologickú niku pre širšie spektrum mikroorganizmov, medzi ktorými je charakteristická prítomnosť bakteriálnej komunity tzv. r-stratégov. Celkový počet baktérií stanovený epifluorescenčnou mikroskopiou udávajú na $2,34 \cdot 10^9$ na jeden gram suchej hmoty, čo je o tri rády vyššie v porovnaní s kultivačnou metódou.

Aj keď sme v predkladanej práci dokázali bohaté mikrobiálne zastúpenie v skúmaných vzorkách s množstvom odlišných druhov, je pravdepodobné, že mikroorganizmy nemajú dominantnú, ale len aditívnu úlohu v tvorbe mäkkého sintra (odoberú CO_2 , čím sa zníži koncentrácia roztoku a vyzráža sa prebytočné CaCO_3). Z taxonomického hľadiska sú zaujímavé niektoré lyzín dekarboxyláza pozitívne izoláty vyskytujúce sa medzi baktériami osídľujúcimi mäkké sintre. Na druhej strane sme nezistili žiaden dominantný taxón baktérií a mikromycét, ktorý by bol typický pre osídlenie sintrov a mohol by zohrávať úlohu pri ich vzniku a tvorbe. Podstatné pri tvorbe mäkkých sintrov je asi vyzrážanie CaCO_3 z kondenzačnej vody, ktorá sa usadzuje vo forme tenkého filmu na studených stenách jaskýň s dynamickým prúdením vzduchu v rôznych ročných obdobiach (vodné kvapôčky v prúde teplejšieho vzduchu sa usadzujú na chladnejších stenách jaskyne), teda chemickým procesom bez aktívneho zapojenia biotickej zložky. Príkladom je Gombasecká jaskyňa a Harmanecká jaskyňa, ale viditeľne sú takým spôsobom vyzrážané aj mäkké sintre na stalagmitoch vstupnej chodby Jaskyne zlomísk, ktoré sme

však v tejto práci neanalyzovali. K podobným záverom dospeli aj Žák a kol. (2006) vo Veľkonočnej jaskyni v Českej republike. Teoreticky možno predpokladať, že mikroorganizmy, z ktorých mnohé tvoria slizové puzdrá a zhlukujú sa do agregátov, môžu následne vystupovať ako kondenzačné, resp. kryštalizačné jadrá v procese kalifikácie. Túto hypotézu by však bolo potrebné experimentálne overiť. Mikroorganizmy sa do jaskýň dostávajú vzduchovými prúdmi a priesakom cez podložie. Ak majú dostupné zdroje uhlíka a dusíka, potom bez problémov kolonizujú vlhký pevný substrát. Najskôr ide o chemolitotrofné baktérie adaptované na nižšie teploty. Nami zistený kultivačný dôkaz psychrotrofných kmeňov baktérií a húb izolovaných i pri značne zriedenom inokule (10^{-3}) svedčí skôr o ich aktívnom raste a metabolizme v mäkkých sintroch, než aby išlo o náhodnú kolonizáciu a pasívne prežívanie mikroorganizmov. Identifikované druhy a rody baktérií i mikroskopických húb patria medzi komenzály a podľa nášho názoru nepredstavujú zvýšené zdravotné riziko pre návštevníkov jaskýň. Z taxonomického hľadiska by bolo zaujímavé doriešiť aj neidentifikované izoláty v tejto štúdiu.

Ďalší spôsob vzniku mäkkého sintra je zrejme vyzrážanie CaCO_3 z aerosólových kvapiek v podzemných priestoroch s veľmi intenzívnym kvapkaním najmä z veľkých výšok. Elektricky nabité rozstrekované kvapôčky sa pohybujú vo vzduchu, potom sa usadzujú na kryštalizačných centrách a z nich sa vyzráža CaCO_3 . Príkladom tohto typu je pomerne hrubý povlak mäkkého sintra na značne veľkej ploche vo Veľkom dome Demänovskej jaskyne slobody v blízkosti veľmi intenzívneho kvapkania z veľkej výšky.

ZÁVER

Mikrobiologická analýza šiestich vzoriek mäkkého sintra z troch jaskýň Slovenska ukázala bohatý výskyt psychrotrofných baktérií a mikroskopických húb, čo svedčí o ich masívnej kolonizácii. U baktérií išlo o gramnegatívne nefermentujúce tyčinky patriace do fylogenetickej skupiny *Proteobacteria*, druhovo patriace do čeľade *Pseudomonadaceae* z triedy *Gammaproteobacteria*. Časť bakteriálnych izolátov sa, žiaľ, nepodarilo determinovať a ich presné taxonomické určenie si vyžaduje aplikáciu náročnejších molekulárnobiologických metód. Mykologický rozbor ukázal výskyt predovšetkým anamorfných štádií (nepohlavne sa rozmnožujúcich) mikroskopických vláknitých húb. Ide zväčša o bežne sa vyskytujúce mezofilné mikromycéty so schopnosťou adaptácie na život pri nižších teplotách.

Aj keď sa v predkladanej práci dokázalo bohaté mikrobiálne zastúpenie v skúmaných vzorkách s množstvom odlišných druhov, je pravdepodobné, že mikroorganizmy nemajú dominantnú, ale len aditívnu úlohu v tvorbe mäkkého sintra tým, že odoberú CO_2 , čím sa zníži koncentrácia roztoku a vyzráža sa prebytočné CaCO_3 .

PodĎakovanie. Táto úloha sa riešila v rámci plánu hlavných úloh Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši, výskumného zámeru Ministerstva školstva, mládeže a telovýchovy Českej republiky č. 0021622416 a bola podporená projektom VEGA č. 1/4043/07 grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky, ako aj Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0362-06. Za technickú asistenciu pri elektrónovej mikroskopii ďakujeme operátorovi I. Holickému a pri rtg-analýze analytičke L. Puškelovej, obidvom pracovníkom Geologického ústavu Slovenskej akadémie vied v Bratislave.

LITERATÚRA

- BAYLISS, P. – BERRY, L. G. – MROSE, M. E. – SABINA, A. D. – SMITH, D. K. 1983. Mineral Powder Diffraction File, Group Data Book, JCPDS, 1–1007.
- BERNASCONI, R. 1959. Il contributo allo studio del mondmilch studio storico. *Rass. Speleol. Ital.*, 11, 39–56.
- BERNASCONI, R. 1961. L'évolution physico-chimique du mondmilch. *Rass. Speleol. Ital.*, 5, 75–100.
- BOSÁK, P. – VAŠÁTKO, J. – CÍLEK, V. – DUMNICKÁ, E. – HANULÁKOVÁ, D. – HORÁČEK, I. – JENÍK, J. – KOPECKÝ, J. – MARVANOVÁ, L. – MLEJNEK, R. – RŮŽIČKA, V. – ZACHARDA, M. 2001. Czech Republic. In (Juberthie and Decu Eds. *Encyclopaedia Biospeleologica*, Tom III, Moulis-Bucarest, 1405–1426.
- CAUMARTIN, V. – RENAULT, P. 1958. La corrosion biochimique dans un réseau karstique et la genèse du mondmilch. *Notes Biospéleol.*, 13, 87–109.
- FISHER, H. 1988. Etymology, terminology and an attempt of definition of mondmilch. *Nat. Speleol. Soc. Bull.*, 50, 54–58.
- FISHER, H. 1992. Type locality of mondmilch. *Cave Science*, 19, 59–60.
- GRADZIŃSKI, M. – SZULC, J. – SMYK, B. 1997. Microbial agents of moonmilk calcification. In *Proceed. of 12th Int. Congr. Speleol. vol. 1.*, La Chaux-de-Fonds, 275–278.
- HARMAN, M. – DERCO, J. 1976. K problematike mineralógie a genézy mákkých sintrov zo slovenských jaskýň. *Slovenský kras*, 14, 61–81.
- HÄUSLER, J. 1994. Mikrobiologické kultivační metody kontroly jakosti vod. Díl II. Ministerstvo zemědělství České republiky, 1–164.
- HILL, C. – FORTI, P. 1997. *Cave minerals of the World*. 2nd Ed: NSS, Huntsville, 1–463.
- KOSINA, M. – POULOVÁ, D. – LAICHMANOVÁ, M. – SEDLÁČEK, I. – ŠTELCL, J. 2008. Calcite Moonmilk From Caves in the Moravian Karst: Microbiological and Geological Aspects. 16th International Karstological School “Classical Karst”, Karst sediments. Postojna, 80–81.
- LANG, K. N. 1708. *Historia lapidum figuratorum Helvetiae*. Venice, 1, 1–165.
- MATTONI, B. 1970. Considerazioni genetiche su alcuni depositi di Mondmilch dell'Italia centrale. *Rass. Speleol. Ital.*, 22, 3–17.
- ONAC, B. P. – GHERGARI, I. 1993. Moonmilk mineralogy in some Romanian and Norwegian caves. *Cave Science*, 20, 107–111.
- RAJMAN, L. – RODA, Š. 1974. Príspevok k výskumu genézy plastických sintrov z vybraných jaskýň v ČSSR. *Slovenský kras*, 12, 3–38.
- SHUMENKO, S. I. – OLIMPIEV, I. V. 1977. Rock milk from caves in the Crimea and Abhasia. *Lithology and Mineral Research.*, 12, 240–243.
- SLANČÍK, J. – SCHLEMMEROVÁ, L. 1974. Príspevek k fluorescenci nickamínku a sintru. *Československý kras*, 26, 96–97.
- TOMBE, F. 1952. *Traité de Spéléologie*, Payot, 1–376.
- TRIMMEL, H. 1968. *Höhlenkunde*. Braunschweig, Vieweg-Verlag, 54–55.
- VAN DE KAMP, J. L. 2004. The microbe-mineral interface in caves: A moonmilk perspective. In *Abstracts with Programs*, Geological Society of America, 36, 257.
- WILLIAMS, A. M. 1959. The formation and deposition of moonmilk. *Trans. Cave Res. Gp.*, 5, 133–138.
- ŽÁK, K. – KRISTŮFEK, V. – SVĚTLÍK, I. – BROM, R. – STEHLÍKOVÁ, Z. 2006. Revize výskytu nickamínku ve Velikonoční jeskyni u Týnčan. *Český kras* 32, Beroun, 17–25.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	113 – 140	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	-----------	------------------------

ČESKÝ ZÁUJEM O JASKYNE NA SLOVENSKU DO ROKU 1918

MARCEL LALKOVIČ

M. R. Štefánika 4/47 03401 Ružomberok; m.lalkovic@gmail.com

Marcel Lalkovič: Czech Interest in Caves of Slovakia till 1918

Abstract: In the second part of the 19th century Czech interest in caves resulted from keeping the Czech-Slovak mutualness. Thanks to some writers coming to Slovakia, Czech public obtained various mentions of Slovak caves. After establishing the Czech Tourists Club in 1888 knowledge of Slovakia got a new impulse. Mentions of caves appeared in tourist handbooks, and Czech tourists started to visit them. At this time such references could be also found in publications, by which authors tried to bring near an ethnic-group society living here as well as its culture and history. Mentions in encyclopaedic or other specialized works say about extent of specialized interest in Slovak caves as well. References to the Baradla Cave represent a special chapter. Till 1918 it belonged to the Gemer District, and it was considered to be a part of the Slovak territory.

Key words: knowledge of Slovakia, mentions of caves, travel handbooks, encyclopaedic works, the cave near Aggtelek, history, Slovakia

Český záujem o jaskyne na Slovensku sa začal reálne prejavovať v druhej polovici 19. storočia. Nenadobudol však dimenzie porovnateľné so záujmom etník, čo žili na severe a juhozápade za hranicami vtedajšieho Uhorska. Severná časť územia Uhorska – Slovensko – nepatrila medzi oblasti, na ktoré by sa upierali zraky mnohých, ktorí sa rozhodli poznávať okolité krajiny vtedajšej rakúsko-uhorskej monarchie. Z takéhoto aspektu potom skutočne veľmi výrečne vyznieva konštatovanie V. Čížka (1922), že sa *pred vojnou na Slovensko veľmi nechodilo, najskôr tak ešte do Tatier*.

Český záujem o naše jaskyne sa vplyvom okolností neprejavoval tak, aby sme ho mohli porovnávať s tým, o akom v prípade iných etník vypovedá dobová literatúra. Väčšinou sa obmedzil na poznávanie jaskýň, ktoré sa tešili širšiemu turistickému záujmu. O niečo neskôr sa azda rozšíril aj na poznanie ďalších, ale iba v kontexte širšieho okolia, ktoré by svojím charakterom mohlo upútať prípadného návštevníka. Je to dôsledok atmosféry, aká charakterizovala české prostredie v druhej polovici 19. storočia. Pestovanie česko-slovenskej vzájomnosti sa tu rozprúdilo až zásluhou niektorých českých spisovateľov. Cestovali po Slovensku (*B. Němcová, V. Hálek, J. Grégr, A. Heyduk a R. Pokorný*) a z týchto ciest čerpali námety na svoje literárne a iné práce. Až ich pričinením začali do povedomia českej verejnosti prenikať informácie o dovedy málo známom Slovensku. Uvedený trend teda o. i. viedol k tomu, že sa objavovali aj informácie o niektorých slovenských jaskyniach, i keď ešte v obmedzenom rozsahu. V tejto fáze ich zvyčajne predstavovali poznatky autora, aké nadobudol návštevou Slovenska.

Trend, ktorý v Čechách vznikom Klubu českých turistov roku 1888 vyústil do organizovanej turistiky, spôsobil, že poznávanie Slovenska dostalo akoby nový impulz. Oproti cestovaniu do vzdialených krajín sa zrazu oveľa dôležitejším stalo poznávanie okolitého

slovanského sveta. Susedné Slovensko oplývalo mnohými prírodnými krásami, k akým patrili aj *slovanské velhory – Tatry*. Zmienka o tom, že *jejich horské výlety mohou se měřiti i s krásou a velkolepostí výletů alpských*, sa dá chápať aj ako výzva. Jej podstatu v roku 1899 vyjadril neznámy autor lapidárne konštatovaním: *Cestujme hojněji po Slovensku než dosud, ať jest v tatranských lázních a krajích zjevem stejným turista český jako turistě němečtí, maďarští a polští*. Čoskoro sa však ukázalo, že v Čechách chýba vhodná turistická príručka o Slovensku. Koncom 19. storočia a začiatkom 20. storočia sa preto na knižnom trhu objavilo niekoľko titulov, ktoré ju mali suplovať, i keď si nenárokovali na nič podobné. Pretože ich autori pamätali na čo najširší okruh možných záujemcov, obsahovali aj informácie o niektorých jaskyniach.

Neboli to však iba cestovné príručky. Zásluhou niektorých autorov a propagátorov česko-slovenskej vzájomnosti vznikali aj iné publikácie o Slovensku. Vytvárali priestor na to, aby sa obraz o ňom vytváral komplexne a aby okrem prírody české prostredie vnímalo aj tu žijúce etnikum či jeho kultúru a históriu. Preto sa v nich v kontexte s prírodnými krásami príležitostne objavovali aj zmienky o jaskyniach. Ďalšie, ktoré nesúviseli s turistickým poznávaním a nemotivoval ich odborný záujem, možno zase chápať ako snahu o upozornenie na niektoré prírodné zvláštnosti.

O rozsahu českého záujmu, resp. v akých intenciách česká odborná verejnosť vnímala existenciu jaskýň na Slovensku, vypovedajú zmienky o nich vo vtedajších encyklopedických prácach. Neveľký počet hesiel a iné okolnosti však skôr svedčia o tom, že ich autori nepoznali literatúru vzťahujúcu sa na jaskyne. Nemožno pritom vylúčiť, že prípadne aj niečo úplne iné spôsobilo, že nielen ich výber, ale ani štruktúra tu uvádzaných informácií neodráža reálnu poznatkovú bázu o Slovensku.¹

CESTY NA SLOVENSKO

O prvé zmienky o slovenských jaskyniach v českej literatúre sa pravdepodobne zaslúžila česká spisovateľka Božena Němcová (1820 – 1862). Jej manžel Josefa Němca, úradníka finančnej stráže, za ktorého sa vydala v roku 1837, pre jeho vlastenecké zmýšľanie služobne často prekladali. V roku 1850 sa preto dostal aj do Uhorska, presnejšie na Slovensko. Počas jeho tunajšieho služobného pôsobenia B. Němcová, ktorá žila v Prahe, navštívila manžela štyrikrát a svoje návštevy využila na zber vhodného materiálu pre literárne práce. Neskôr svoje poznatky o Slovensku publikovala a práve v týchto jej prácach nachádzame zmienky o niektorých tunajších jaskyniach.

O slovenských starožitnostiach písala v roku 1858. Základom tejto jej práce sa stali zápisky Gustáva Reussa, ktoré získala počas pobytu v Revúcej v októbri 1855. Prvá z jej zmienok súvisela s existenciou jaskýň v okolí Drienčian, ktoré spomenula pri opise starožitností Gemera. Tunajší *háj* charakterizovala ako *vrch vápenitý, skalnatý, na východ ležící. Od severu na jih hřbet jeho rozložitý podobný je baradlu. Na obou koncích je vidět ústí jeskyň. Na severním konci jsou kolmé hlubočiny, kdež se voda sbírá a jiným koncem vytéká – tak zvané trativody*. Na existenciu jaskýň poukázala aj v časti venovanej Zvolenskej stolici, kde k zápiskom G. Reussa pripojila opis *Hrádku Horno-Lehotského*, ktorý navštívila osobne. Zmienila sa tu aj o vodách tratiaciach sa pod Hrádkom a v tejto súvislosti uviedla, že *takových trativodů jest v tamějších horách mnoho. O některých pramenech, které se tratí, nevědí, zdali a kde opět ze země vyvěrají, ale o mnohých to již*

¹ Týka sa to najmä Silickej ľadnice a Liskovskej jaskyne, heslá ktorých sa objavili až v dodatkoch Ottovho náučného slovníka po roku 1918, a jaskýň, o ktorých sa dosť obšírne zmieňovala vtedajšia odborná literatúra.

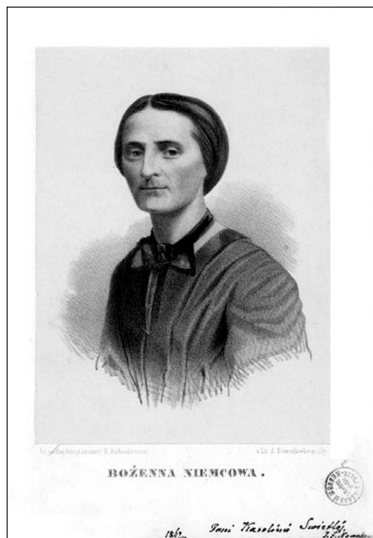
vyskumáno. Znameníťa je v tom ohľadu ríčka Bystrá; ta se temení na Dumbieru, pod Babou se tratí, a dvě hodiny cesty as, u vesnice Valaské mezi Březnem a Lehotou ze země vyvěrá...

V roku 1859 zase v časopise Živa opísala charakter vtedajšej Zvolenskej stolice. Pri zmienke o Hrone ako hlavnej rieke Zvolenskej stolice o. i. uviedla, že u dediny Valaské vtéká do něho Bystrá. Potok ten přitéká zpod Dumbiera, náhle za Bysterskou železodílnou pod vysoký vrch se ztrácí a na protější straně vrchu u dediny Valaské dvěma prameny tak silně vyvěrá, že mlýn u samého vrchu postavený žene. Na adresu potoka ešte dodala, že ďalej od mlýna kde praměň vyvěrá, až k trativodu je přes vrch půldruhé hodiny chůze, potok ale na ten kus cesty celý den potřebuje, o čemž se mlynář nesčíslněkrátě přěsvědčil.... Postili také již živou kočici i piliny do trativodu, což za stejnou dobu na druhou stranu vyplulo... B. Němcová týmto konštatovaniami vlastne ako prvá poukázala na existenciu vtedy ešte neznámej Bystrianskej jaskyne.

V časti, ktorú venovala nerastnému bohatstvu Zvolenskej stolice, sa zmienila aj o jaskyni Tuffná konštatovaním, že povšimnutí hodna je i Tuffná, sluj vápencová v Hermanci, v níž se mnoho kostí z předpotopných zvířat nachází jakož i v jedné sluji na Hronci. Zmienka B. Němcovej o lokalite pri Hronci podľa nášho názoru tiež poukazuje na existenciu akejsi jaskyne. Je však natoľko všeobecná, že dnes s odstupom času sa dá len veľmi ťažko zistiť, ktorú prípadnú jaskyňu mala autorka na mysli.

Brnenský stredoškolský profesor a stenograf Antonín Křondl (1851 – 1937), v tom čase učiteľ v Přerove, v júli 1876 navštívil Vysoké Tatry. Pri tejto príležitosti zavítal aj do Demänovskej ľadovej jaskyne. Svoje dojmy opísal roku 1879 v týždenníku Světozor, abych i krajany své upozornil na tyto naše slovanské Alpy, keďže ich návštevou dospel k názoru, že i turista ex professo nájde v Tatrách krásných partií dost a dost.

Na prehliadku jaskyne, ktorá má meno podľa blízkej obce Demänová, vybral sa z Liptovského Sv. Mikuláša peši v sprievode troch Slovákov, dvoch Čechov a niekoľkých Sloveniek. Za tri hodiny došli k horárni, odkiaľ po odpočinku pokračovali kamenitým chodníkom po strmom svahu ku vchodu do jaskyne. Hájnik – sprievodca im tu zapálil pochodne a zhotovil držiaky na sviece. Takto vystrojení vstúpili do jaskyne. Najprv zostupovali po drevených schodoch so zábradlím, potom po štrkovitom chodníku, miestami zavalenom skalami. Cestou, ktorá nebola namáhavá, obdivovali najprv kvapľové útvary. V zaľadnenej časti im hájnik valaškou očistil schody vysekané do ľadu a pokračovali k miestam s množstvom nápisov, ktoré tu zanechali návštevníci. A. Křondl konštatoval, že jaskyňa je vyzdobená bielymi kvapľami a očadená od pochodní, s hojnými nápismi, kde našiel jeden z roku 1824. Zastavili sa aj pri neveľkom prameni vody, ktorú im hájnik ponúkol na občerstvenie. Tu niekde natrafili na kamenný hrach (jaskynné perly). S jeho súhlasom si zobrali niečo na pamiatku a tiež zopár úlomkov, čo sa povalovali



Božena Němcová (1820 – 1862), Literární archiv Památníku národního písemnictví Praha

Božena Němcová (1820 – 1862), the Archive of the Museum of National Literature in Prague

po zemi, až došli k miestu, *kde bylo blativo. Tu bylo slyšeti z dáli hrkot vody podobný hrčení kočárů po dlažbě, což tam pod zemí zvláště se poslouchalo. Dále nebylo možná jíti; byli bychom se musili, jak nám pravil horár, plaziti jako hadi. Obrátili jsme se tedy a dali se zpáteční cestou jinudy než prvě.*

V jaskyni pobudli takmer dve hodiny a vrátili sa po kamenitom chodníku k hájovni, kde ich čakalo občerstvenie. Na spiatocne ceste ich zastihol dážď. Uchýlili sa preto do mlyna na Močiari, ale keď pršať neprestalo, pokračovali v ceste, až kým po rozmoknutej ceste nedorazili večer šťastne do Liptovského Sv. Mikuláša.

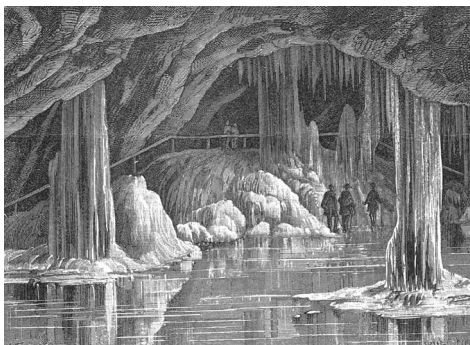
V auguste 1880 navštívil Dobšinskú ľadovú jaskyňu Josef Wunsch (1842 – 1907), stredoškolský profesor v Jičine a cestovateľ. Svoje dojmy z jaskyne publikoval ako *cestopisný obraz z Podtatria* o rok neskôr v časopise Osvěta. Do jaskyne sa vybral 17. augusta 1880 z Popradu na ľahkom koči v sprievode troch Poliakov. Po zastávke vo Vernári pripojili sa pri hostinci *U ľadovej jaskyne* k početnejšej spoločnosti. V hostinci sa nachádzali plány jaskyne od E. Ruffinyho, pokyny pre návštevníkov a zoznam poplatkov spojených s návštevou jaskyne. Pre verejnosť bola otvorená od 1. mája do konca novembra v ktorýkoľvek čas. Vstupovalo sa do nej so sprievodcom a zakazovalo sa poškodzovať ľadovú výzdobu. Osvetľovala sa 120, 80, 40 alebo 20 lampami. Za osvetlenie sa platilo podľa počtu návštevníkov 7 zl. 50 gr., 2 zl. 50 gr. až 1 zl. 25 gr. Okrem toho každý platil vstupné vo výške 40 gr. Sprievodcovi, u ktorého sa mohli zakúpiť sviečky, sa dávalo 10 gr. Nesmeli sa používať smolné fakle, rakety a iné čmudiacie horľaviny. Sprievodca najkrajšie partie osvetľoval magnéziom. Za 1 dm magnézia sa platilo 4 gr. Po návšteve jaskyne sa hostia mali zapísať do návštevnej knihy.

V ďalšej časti sa J. Wunsch zmienil o okolnostiach objavy jaskyne E. Ruffínyom a o činnosti, ktorú v záujme jej sprístupnenia pre verejnosť zabezpečilo mesto Dobšiná. Opísal priestory jaskyne, kde ho upútalo množstvo ľadu vo Veľkej dvorane (sieni) a jeho hrúbka v Ruffínyho koridore a pozastavil sa nad veľkosťou jeho prírastkov. Chodník vo Veľkej dvorane, ktorý inštalovali pred dvomi rokmi, sa mal nachádzať asi 25 cm nad úrovňou podlahového ľadu, ale v čase prehliadky bol už 15 cm pod jeho úrovňou. Jaskyňu považoval za nadmieru podivuhodný prírodný jav, pretože ľadových jaskýň nebolo veľa. V Uhorsku boli známe tri, po jednej v Sedmohradsku a Chorvátsku, ďalšie tri sa nachádzali vo Švajčiarsku. V porovnaní s Dobšinskou ľadovou jaskyňou však išlo o bezvýznamné lokality. Jaskyni teda patrilo popredné miesto, čo vyplývalo z mohutnosti jej ľadových vrstiev, celkovej výmery a množstva ľadu či charakteru ľadových útvarov.

Na druhej strane autora prekvapovalo, že sa netešila až takému veľkému návštevníckemu záujmu. Ak ju v prvom roku sprístupnenia navštívilo 298 osôb, v roku 1877 ich bolo 1570 a 17. augusta 1880 bol jej 1352. návštevníkom v roku, odhadoval, že ju za uplynulých desať rokov navštívilo o niečo viac ako 10 000 návštevníkov. Pripisoval to tomu, že sa nenachádzala pri verejnej komunikácii, ale bola ukrytá hlboko v horách. J. Wunsch sa zamýšľal aj nad vznikom jaskyne a tým, čo spôsobovalo, že sa tu sústavne vytváral ľad. Pripisoval to teplote, ktorá tu nevystúpila nad 0 °C. Spomenul tiež, že v jaskyni nevidel živého tvora či rastlinu a že sa v nej v minulosti našli kosti jaskynného medveďa.

Zásluhou redakcie časopisu Vesmír sa časť Wunschovho článku v roku 1881 objavila v jeho deviatom čísle. Išlo o *krátky úryvek, týkajúci sa věci samé*, ktorý opisoval okolnosti objavy, činnosť mesta v záujme jej sprístupnenia, charakter priestorov a Wunschove úvahy vzniku jaskyne a spôsobe tvorby tunajšieho ľadu. Úryvok redakcia časopisu doplnila obrázkom, ktorý znázorňoval charakter ľadovej výplne vo Veľkej sieni.

Dobšinská ľadová jaskyňa zaujala aj Viléma Ambroža (1846 – 1903), básnika a prozaika, príslušníka moravských kňazských spisovateľov. Dopočul sa o nej počas potuliek po žulových veľikánoch Vysokých Tatier. Hovorilo sa o nej s takým nadšením, že sa nevedel dočkať dňa, kedy ho aj s priateľmi dopraví povoz do doliny Hnilca, kde sa nachádzal tento neobyčajný klenot. Svoje zážitky z návštevy jaskyne v júli 1883 (?) opísal na stránkach *Obzoru*.



Ťažisko článku z roku 1884, ktorý začínal opisom cesty z Popradu, orientoval na charakterizovanie jaskyne a jej ľadovej výzdoby. Upútala ho takmer 120 m dlhá Veľká sieň, široká okolo 35 – 60 m, s plochou asi 4644 m². Považoval ju za pravý ľadový palác, ktorého vodorovná podlaha umožňovala, že sa tu v letnom období schádzala korčuliarska spoločnosť a holdovala zábave, akú poskytovalo iba zimné obdobie. Obdivne sa vyjadril aj o ľadových stĺpoch vysokých 8 – 11 m, z ktorých jeden nazývali Studňou, a o ľadovej výzdobe na stenách Veľkej a Malej siene, kde dominoval tzv. Vodopád.

Veľká sieň v Dobšinskej ľadovej jaskyni, z úryvku práce J. Wünsch'a v časopise *Vesmír* z roku 1881
The Great Hall in the Dobšinská Ice Cave, from J. Wünsch's work in the *Universe Magazine* from 1881

V dolnej časti jaskyne (Ruffinyho koridor) sa nadchýnal vyše 20 m hrubým ľadovým podkladom a obdivoval nespočetné, niekoľko milimetrov hrubé a rôzne sfarbené vrstvy ľadu. Tu sa nachádzal aj jeden z najkrajších útvarov, 6 m vysoká a asi 1,5 m široká *Besiedka*. Pri osvetlení zvnútra sa naskytol nádherný pohľad na jej ľadovú výzdobu, ktorá mala tvar umelo pospájaných palmových listov. Iným charakterom sa vyznačovala jaskyňa, keď sa cez koridor postúpilo do tzv. *Pekla*. Dominoval tu zhluk divoko usporiadaných balvanov, čo v kombinácii s ľadovými útvarmi vytváralo tiesnivý pocit. Zodpovedalo tomu aj ich pomenovanie, kde dominoval *Lucifer*. Inú časť tvorili *Záclony* s malebnými ľadovými záhybmi a *Organ* s pravidelnými ľadovými píšťalami.

Zmienil sa o objave jaskyne a zaregistroval, že v jej dolnej časti teplota ovzdušia nikdy nevystúpila nad 0 °C. Konštatoval, že sa jej návštevnosť z roka na rok zvyšovala a i keď sa v Uhorsku, Alpách a vo Švajčiarsku nachádzalo viac ľadových jaskýň, nevyrovnali sa Dobšinskej ľadovej jaskyni. Článok doplnil dvomi vyobrazeniami (kresbami). Prvý sa týkal Veľkej siene, druhý znázorňoval tzv. *Vodopád* a ich autorom bol G. Morelli.

V roku 1885 sa tento jeho článok s malými úpravami objavil aj na stránkach *Anděla strážneho*, časopisu pre kresťanskú mládež, ktorý redigoval, a s malými zmenami aj v kalendári *Moravan*. Podobne ako v prvom prípade, aj tu sa môžeme stretnúť s tými istými vyobrazeniami G. Morelliho znázorňujúcimi niektoré časti jaskyne.

Český básnik a redaktor Rudolf Pokorný (1853 – 1887), propagátor česko-slovenských motívov, navštívil Slovensko v spoločnosti A. Heyduka v auguste 1879. Zdržiaval sa tu aj v rokoch 1880 a 1885. Medzi českými básnikmi v tom čase Slovensko nemalo nadšenejšieho obdivovateľa, ktorý rozvíjal aj osobné styky s poprednými slovenskými spisovateľmi. Svoj úprimný vzťah k Slovensku vyjadril R. Pokorný už v básni *Pohľad na Slovensko*, ktorú publikoval začiatkom roku 1881. Ide o úryvok z predspevu k básni *Mrtvá země*, ktorý je zaujímavý o. i. tým, že do veršov zakomponoval zmienku o troch ľadových ríšach. Nachádzali sa v *skalných nadržách* Slovenska a mal na mysli tri povesťné slovenské jaskyne – Aggtelekskú jaskyňu Baradla, Dobšinskú ľadovú jaskyňu a Demänovskú ľadovú jaskyňu.

Svoje poznatky o Slovensku R. Pokorný zhrnul do Potuliek. Ich prvý diel vydal v roku 1884 a o rok neskôr aj diel druhý. V tom čase to bola prakticky jediná publikácia, aká ponúkala českej verejnosti systematickejší pohľad na Slovensko, s primeraným množstvom informácií o ňom. Už v prvom diele spomenul niektoré slovenské jaskyne. Počas prvej cesty po Slovensku, ktorá viedla Považím, sa zastavil na Skalke pri Trenčíne. Prehliadol si zrúcaniny kláštora s jaskyňou, kedysi miesto pobytu pustovníka Benedikta, a podľa F. V. Sasinka priblížil jeho tunajšie osudy. Krátku zmienku venoval aj okoliu Harmanca. Pri opise Harmaneckej doliny, v čase návratu do Turca, spomenul romantickú dolinu medzi Dolným a Horným Harmancom, ktorej skalné steny sú plné drobných jaskýň.

Z hľadiska jaskýň je oveľa významnejší druhý diel Potuliek z roku 1885. V časti, ktorú nazval *Cestou do Dĕmanovské jeskyně*, sa už v úvode zmienil o tom, že *když pán Bůh rozdával jeskyně, ani Liptov nezůstal nepodělen, aby nemohl zcela žárliti na šťastné své sousedy: Gemer, Spiš a Turec, dostal i on krápníkovou nádhernou jeskyni dĕmanovskou a menší (dosud málo známou) ve vrchu „Mnichu“, jinou u Sv. Jana, a kdož ví, kolik jich hory liptovské ještě ve svém lůně tají!* Opísal tu svoju návštevu Demänovskej ľadovej jaskyne začiatkom augusta 1879 v sprievode asi 25-člennej skupiny národne orientovanej českej a moravskej inteligencie. V Demänovskej doline sa ich v blízkej horárni ujal tunajší hájnik a po vystrojení sviečkami a fakľami pobrali sa do jaskyne. Zostupovali do nej po nie najlepšom drevenom schodišti. Odtiaľ preliezali vpravo, vľavo, hore a dole či po štyroch, podľa toho, ako si to vyžadovali niektoré krkolomnejšie partie. Podlahu chodieb pokrýval štrk, ľad a miestami i voda či blato. V zaľadnenej časti obdivovali vo svetle fakiel ľadové útvary. Na inom mieste ich zaujal prameň pitnej vody či jaskynné perly, ktoré si s úločkami kvapľov odnášali domov na pamiatku. Medzi menami, ktorými bola popísaná jedna veľká stena, R. Pokorný identifikoval nápis z roku 1732. Na konci jaskyne, odkiaľ sa museli vrátiť späť, ich čakalo jazierko plné vody. Pobudli v nej asi jeden a pol hodiny a ich značne zodratá obuv svedčila o tom, že prehliadka podzemných priestorov sa spájala s istou námahou. Vonku pred horárňou ich už čakalo občerstvenie. Po ňom sa všetci išli *zapsat do chyžky horárovy a složit malou odměnu tomuto za průvod.*



Rudolf Pokorný (1853 – 1887), Literární archiv Památníku národního písemnictví Praha

Rudolf Pokorný (1853 – 1887), the Archive of the Museum of National Literature in Prague

Ďalšiu časť Pokorného potuliek tvorí opis cesty na Štrbské pleso, kde sa zmienil o tatranských jaskyniach. Uviedol, že *dle báji jsou v Tatrách i zlatoskrýše a jeskyně. Žulové a rulové vrstvy i základy nedopouštějí tvoření jeskyň. Tyto jsou jen tam, kdy ustlaly si nižší vápencové vrstvy, tedy téměř za obvodem Vysokých Tater.* Prvé dve boli nad Lučivnou, napravo od cesty a železnice v strmej vápencovej stene. V prvej sa našli kosti jaskynného medveďa a hlinito-štrková vrstva po zasypaní dávnych ohnísk. Ďalšia, na stalaktity bohatá Mliečna diera, sa nachádzala vo vápencových horách pri Spišskej Belej. Objavili ju v roku 1881 a nazývali ju *Béler Tropfsteinshöhle*. Severozápadne od nej sa nachádzala Alabastrová jaskyňa a blízko nej Ľadová diera (*der Eiskeller, die Orgel*), nazvaná podľa ľadu, čo v nej mrzol. Ďalšie štyri existovali

na severnej strane Vysokých Tatier v okolí Javorinky. Suchá a Mokrá diera nad dedinkou Javorina, jaskyňa Kostolík pod Širokou a štvrtá v stene južného svahu Muráňa. Neďaleko sa nachádzali tri jaskyne vo vrchu Nový. V tretej z nich sa okrem zvyškov dosiaľ tu žijúcej fauny našli aj kosti živočíchov, ktoré žili iba v polárnych častiach Zeme alebo už dávno vyhynuli.

Zmienky o jaskyniach zaradil aj do charakteristiky Gemera a Malého Hontu. Pri Tisovci spomenul výlet na Hradovú. Zaregistroval tu nie príliš priestrannú dieru v skale a ďalšiu pri samom vrchu Hradovej skaly. Ich hĺbku si účastníci výletu overovali výstrelom z pušky. V Gemeri sa nachádzala aj podľa neho najväčšia európska jaskyňa Baradla a jej sestra Dobšinská ľadová jaskyňa. K iným jaskyniam patrila jaskyňa Búdostó pri Hosúsove, jaskyňa na vrchu Kášter za Tisovcom, jaskyňa na vrcholci Čertovej, na vrškoch Hajnáš a Šajba medzi Muráňom a Tisovcom a jaskyňa nad osadou Muránska Huta. Osobitný priestor venoval Dobšinskej ľadovej jaskyni, ktorá vynikala nad Baradlou a v hojnej miere ju navštevovali hostia z Vysokých Tatier. V roku 1870 ju objavil E. Ruffiny a nachádzala sa niekoľko hodín od mesta Dobšiná, ktoré sa postaralo o jej sprístupnenie. Jej rozloha bola asi 9000 m², z čoho až 7000 m² vyplňal ľad. Podľa výpočtov ľad, čo sa nachádzal v jej známych častiach, mal mať objem asi 125 000 m³. Pokorný sa zmienil aj o občasnom prameni pri Stratenej, nad ktorým *se vypíná Havranná skála, vrch plný dŕ a jaskyň*. Tu podotkol, že *možno tedy se v něm nachází i taká jaskyně, která nejméně 1000 okovů vody do sebe přijme, a tyto Ztratěná pak razem vylévá*.

Do kontextu informácií o jaskyniach spadá aj príspevok Josefa R. Vitáska (1864 – 1939), učiteľa a publicistu vo Frenštáte, z roku 1894. Dobšinskú ľadovú jaskyňu navštívil v polovici augusta 1890. Do doliny Hnilca sa asi po piatich hodinách dostal povozom z Popradu. Po občerstvení v hostinci pod jaskyňou došiel asi za 15 minút upraveným chodníkom k jej vchodu. Nachádzal sa tu vkusný drevený objekt s bazárom, kde sa okrem fotografií jaskyne dali kúpiť aj rôzne spomienkové predmety a dobšinské pamiatky. Niekoľko krokov od neho bola drevená besiedka – čakáreň pre návštevníkov. Za ten čas, ktorý tu pobudol, prehliadol si najprv objemnú pamätnú knihu. Potom sprievodca jeho a ostatných čakajúcich návštevníkov oboznámil s históriou objavu jaskyne v roku 1870 a spolu vošli do nej.

V ďalšom texte príspevku J. R. Vitásek opísal charakter jaskyne a jej ľadovej výzdoby. Ak si odmyslíme, že uviedol vtedajšie mená ľadových útvarov (*náhrobné kamene, slonia hlava, homola cukru, arabský stan, lebka, lev, mních, kazateľnica, zvon, harfa a i.*), jeho opis je miestami úplne zhodný s tým, čo v roku 1884 o jaskyni publikoval V. Ambrož. Okrem zmienky, ako sa dozvedel o existencii jaskyne, svedčia o tom údaje o ploche Veľkej siene, rozmeroch ľadových útvarov, ako aj údaje o teplote jaskynného ovzdušia či zmienka o jej návštevnosti. Dokumentuje to aj konštatovanie, že sa jej nevyrovňajú žiadne ľadové jaskyne v Uhorsku či iných krajinách. Z toho plynie, že jeho autor tu skutočne kompiloval z už spomenutej práce



Josef R. Vitásek (1864 – 1939), Muzeum Novojičinska, p. o. – pobočka Muzeum ve Frenštáte pod Radhoštěm
Josef R. Vitásek (1864 – 1939), the Museum of Novojičinsko – a branch the Museum in Frenštát pod Radhoštěm

V. Ambroža. Na adresu J. R. Vitáska treba ešte dodať, že tento jeho článok sa s niekoľkými drobnými úpravami objavil o niekoľko rokov neskôr aj v Časopise turistů.

TURISTICKÉ POZNÁVANIE SLOVENSKA

Po vzniku Klubu českých turistů informácie, ktoré sa týkali jaskýň na Slovensku, dostávali trochu iný charakter. Na stránkach Časopisu turistů súviseli väčšinou s turistickým poznávaním Slovenska na báze klubových výletov. V roku 1892 neznámy autor takto v Časopise turistů publikoval obsirnejší opis trasy výletu do Krakova, Vieličky a Vysokých Tatier, ktorý sa ako prvý slovanský výlet KČT uskutočnil v auguste 1892. Jeho autor tu pri opise prechodov z poľskej strany Tatier spomenul aj trasu zo Zakopaného cez Poronin a Jurgov na Podspády a *odtud silnicí na Žďár a k jeskyni Bělé*, ktorú však účastníci výletu asi nenavštívili.

		<i>Levens Almanach</i>	<i>magazini</i>	<i>Abbrece</i>
1584		<i>Carl H. N. W.</i>	<i>St. Paul</i>	<i>Bratislava</i>
85		<i>Klub českých turistů!!</i>		<i>Praha</i>
86		<i>E. H. anek</i>	<i>St. Paul</i>	"
87		<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>	"
88		<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>	"
89		<i>Albrecht</i>	<i>St. Paul</i>	"
1590		<i>Fr. V. V. V.</i>		"
91		<i>Fr. V. V. V.</i>	<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>
92		<i>J. P. V. V.</i>	<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>
93		<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>
94		<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>
1595	16/8	<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>
96		<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>	<i>St. Paul</i>

Podpisy účastníkov prvého slovanského výletu KČT z augusta 1892 v návštevnjej knihe Dobšinskej ľadovej jaskyne
Signatures of participants of the first Slav trip of the Czech Tourists Club in a visitor book of the Dobšinská Ice Cave from August 1892

V časti, ktorá sa týkala výletov zo Smokovcov, sa zmienil o možnosti výletu na Kráľovu hoľu a do Dobšinskej ľadovej jaskyne. K jaskyni, ktorú v roku 1870 objavil E. Ruffíny, sa odbočovalo pri hostinci v Pustom Poli. Odtiaľ sa po trištvrte hodiny cesty prišlo k hostincu U ľadovej jaskyne, kde sa dalo dohodnúť jej osvetlenie a sprievodca. V tom čase sa už osvetľovala elektricky (od 11. hodiny dopoludnia do 14. hodiny odpoľudnia) a za osobu sa platili 2 zl. K jaskyni viedol pekne upravený

chodník. Zostupovalo sa do nej po 18 schodoch. Návštevník vstúpil do malého salónu (Malá sieň), kde sa nachádzali rôzne ľadové útvary, ako náhrobníky, vodopády, slonie hlavy a i. Odtiaľ sa išlo do veľkého salónu (Veľká sieň) s plochou asi 4644 m², s dĺžkou 120 m a šírkou 35 – 60 m. Dominovala v ňom ako zrkadlo hladká vodorovná ľadová plocha (asi 1726 m²). Okrem troch ľadových stĺpov k ľadovým útvarom patrila studňa, beduínsky stan a i. Po východnej strane sa zostupovalo do spodného poschodia, do tzv. ľavej Ruffínyho chodby. Odtiaľ sa tunelom v ľade prišlo do pravého koridoru, najchladnejšej časti jaskyne. Z ľadových útvarov tu upútal Lucifer, záclony, organ a priesvitný sklenený stĺp. Na poznanie mohutnosti ľadovca bola do ľadovej steny vysekaná kaplnka s večným svetlom. Z pravého koridoru po schodoch sa prešlo do malého salónu a pokračovalo von. Teplota v malom salóne sa pohybovala okolo +0,4 °C. V letných mesiacoch dosahovala cca +2,5 °C. V pravom koridore bola nižšia (–0,7 °C) a v lete sa pohybovala okolo 0 °C. Prehliadka jaskyne trvala asi jednu hodinu.

Pri opise spätočnej cesty z Popradu po železnici sa uvádzala možnosť návštevy Liptovského Sv. Mikuláša, kde sa v neďalekej Demänovskej doline nachádzala skalnatá a zaľadnená Čierna jaskyňa. Na existenciu jaskýň autor nezabudol ani v prípade Trenčianskych Teplíc. V súvislosti s možnosťou prechádzok v okolitých lesoch odporúčali sa

aj výlety k tunajšej Zbojníckej jaskyni. V prípade Trenčína sa zase spomínal výlet *na Skalku k troskám kláštora, z nehož zbyla jenom kaple se zvonici; pod lipou na nádvoří kazatelna; v jeskyni žil r. 1018 sv. Zvorad se sv. Benediktem. R. 1222 dal Nitranský biskup vzbudovati nad jeskyni klášter benediktínský.*

V roku 1899 sa o slovenských jaskyniach zmieňoval aj Stanislav Klíma (1878 – 1944), učiteľ, spisovateľ a propagátor česko-slovenských stykov. Spomenul ich v opise dvoch ciest na Slovensko v rokoch 1897 a 1898. Počas cesty, ktorú podnikol v dňoch 17. júla až 17. augusta 1897, aby spoznal stredné Slovensko, Tatry a navštívil Budapešť i Viedeň, zastavil sa koncom júla 1897 v Liptovskom Sv. Mikuláši. Odtiaľ sa v sprievode učiteľa A. Rambouska vydal na *výlet podél potoka do doliny děmanovské, kde Černá ledová a krápníková jeskyně, 10 km. Pobyt uvnitř 1 h. Odtud ještě mezi divokými skalami k Vyvieraniu, 4 km, načez zpět 14 km.*

O niekoľko dní sa po návšteve Múzea Karpatského spolku v Poprade rozhodol aj pre návštevu Dobšinskej ľadovej jaskyne. Kvôli dažďu prenocoval v Hranovnici a skoro ráno sa vydal *přes Popovu holu a Vernár do Pustapole (14 km), odtud do dobšinské jeskyně (2 km).* Z jaskyne sa vrátil späť k Pustému Poľu a pokračoval cez Telgárt na Muráň a do Tisovca. Počas druhej cesty po západnom Slovensku S. Klíma v auguste 1898 navštívil Trenčín a cez most v Zamarovciach sa vybral na Skalku. Prehliadol si tu zrúcaniny benediktínskeho kláštora s jaskyňou, v minulosti miesto pobytu pustovníkov Svorada a Benedikta.

Iný autor v Časopise turistů z roku 1902 opisoval týždenný výlet do Tatrier a Beskýd, ktorý sa uskutočnil v dňoch 14. – 20. augusta 1901. Po prenocovaní v Poprade rozhodli sa jeho účastníci navštíviť 16. augusta 1901 Dobšinskú ľadovú jaskyňu. Cestu absolvovali na bicykloch cez Kvetnicu, Vernár a Popovu horu, kde sa im okrem prehliadky jaskyne o ďalší príjemný zážitok postarala tu koncertujúca cigánska kapela.

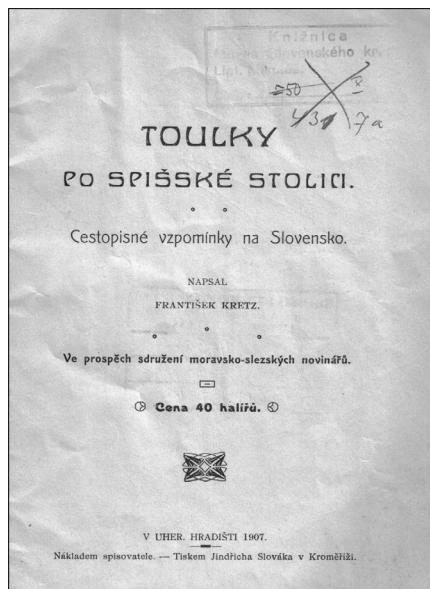
Do kontextu turistického poznávania Slovenska spadá aj článok J. R. Vitáska o Ružomberku a jeho okolí z roku 1903. Podľa neho *okolí Ružomberku jest z nejpůvabnějších na Slovensku a také svou polohou jest Ružomberk nejprůhodějším východištěm pro turisty české.* V článku sa pri opise okolia mesta zmienil aj o neďalekom vrchu Mních na pravej strane Váhu. Popri iných tunajších zaujímavostiach zároveň uviedol, že *pod Mnichem je veliká jeskyně, která však není dosud dostatečně prozkoumána.*

V tomto období sa zmienky o slovenských jaskyniach neobjavovali len v Časopise turistů. Na ich existenciu upozorňovali aj niektoré iné práce alebo samostatné publikácie, ktoré vznikli pod vplyvom návštevy Slovenska ich autorom. Takto sa o jaskyniach napríklad zmieňoval František Kretz (1859 – 1929), etnograf, múzejník a redaktor. Slovensko navštevoval často a svoje cestopisné spomienky o ňom spracoval v Potulkách po Spišskej stolici, ktoré roku 1907 vydal vlastným nákladom.

V nich pri opise turistických zaujímavostí Vysokých Tatrier a okolia upozorňoval aj na možnosti výletu zo Spišskej Belej *do krápníkové jeskyně v Belé, která je elektricky osvětlena. Odkryta byla r. 1881, ale byla již v predešlých stoletích známa. Dlouhá je 3200 metry a obsahuje velice vzácné krápníkové útvary.* Jeho informácia naznačuje, že jaskyňu



František Kretz (1859 – 1929), Slovacké muzeum v Uherském Hradišti
František Kretz (1859 – 1929), the Museum of Slovacko in Uherské Hradiště



Titulná strana práce F. Kretza z roku 1907
A title page of F. Kretz's work from 1907

hranici mezi stolicí spišskou a gemerskou v bezprostřední blízkosti světoznámé ledové dobšinské jeskyně.

S inou zmienkou sa môžeme stretnúť v ďalšej, rozsahom menšej Kretzovej práci, ktorá tiež vznikla na podklade jeho ciest po Slovensku. V článku z roku 1908, kde ústrednú časť tvorí návšteva Plaveckého zámku v spojení s opisom výletu do týchto končín, poznamenal, že *na svahu vrchu zámeckého jsou pozoruhodné krápníkové jeskyně, které kolem r. 1790 jeden ovčák náhodou odkryl.*

V súvislosti s výletom na Slovensko ďalší, tentokrát anonymný autor, ktorý sa skrýl pod značkou U, nezabudol v roku 1908 pri zmienke o Liptovskom Sv. Mikuláši zdôrazniť, že *okolí má krásné, zejména krápníkově-ledová demánovská jeskyně zasluhuje povšimnutí.* Podobne aj v prípade Pustého Poľa považoval za vhodné pripomenúť, že *od něho je nedaleko Dobšinská ledová jeskyně.*

V turistickej čрте z roku 1910 sa o Dobšinskej ľadovej jaskyni a tiež i Baradle zmieňoval S. Tůma. Stručne v nej opísal trasu k jaskyni z Popradu, ktorá sa dala absolvovať povozom, automobilom alebo dostavníkom cez Kvetnicu, Vernár a končila sa pri hostinci pod ňou. O jaskyni uviedol, že je prístupná pri elektrickom osvetlení od 10.30 h do 15.00 h za vstupné 4 K. Teplota jej priestorov v lete kolísala od +1 °C do -1 °C. V jaskyni sa smelo fotografovať a v jej dvoch poschodiach neustále pribúdala ľad. Vo Veľkej sieni sa dokonca dalo korčuľovať. Prehliadka jaskyne s plochou vyše 9000 m² zaberala asi jeden a pol hodiny. Prechod jej priestormi sa považoval za celkom bezpečný a pohodlný. Pri opise širšieho okolia jaskyne sa S. Tůma zmienil aj o zaujímavom prameni na úpätí Havranej skaly, *jenž vždy půldruhé hodiny ze země vyvěrá, aby pak na 2 – 3 hodiny se ztratil, kterýžto zjev pravidelně se opakuje. Pramen sluje proto „Ztratená“, a od toho i celé údolí, i vesnička tam položená Ztratená se nazývá.*

V podobnom kontexte vyznieva aj práca S. Klímu *Obrázky ze Slovenska* z roku 1911, ktorá je akýmsi opisom trasy cez Slovensko. Z jej podania vyplýva, že autor tu píše o miestach, ktoré navštívil počas svojich ciest po Slovensku v rokoch 1897 a 1898. Jeho

asi navštívil, keďže ako ďalej uvádzal, počas potuliek po Spiši sa ubytoval práve v Spišskej Belej. Odtiaľ podnikal výlety do okolia, pričom jedným z nich bol výlet do Červeného Kláštora a k Dunajcu. V tejto súvislosti sa zmienil aj o výlete *do krápníkové jeskyně u Haligovce (Axamitka, pojmenovaná dle známého husitského vůdce), v níž bylo nalezeno mnoho pravěkých předmětů.* Výlet podnikol aj z Popradu do Hrabušíc a na Kláštorisko, kde odporúčal zastaviť sa pri spiatočnej ceste pri Hrabušickej jaskyni, ktorá sa nachádzala v príkrej skalnej stene v okolí letanovského mlyna. Posledná Kretzova zmienka sa týkala Dobšinskej ľadovej jaskyne. Spomenul ju v súvislosti s dolnou časťou Spišskej stolice, ktorá podľa neho nemala toľko historických a umeleckých pamiatok ako jej horná časť. Na druhej strane táto *jest však bohatší na groteskní ráz krajiny a vzácne krásy přírody. Jest to horní a dolní údolí řeky Gelnice a Ztracené údolí tvořící*

prvá zmienka v prípade jaskýň súvisí návštevou Skalky, o ktorej sa zmienil pri opise Trenčianskych Teplíc a širšieho okolia. Spomenul ju v kontexte tunajšieho benediktínskeho kláštora, ktorého zrúcaniny sa vypínali na príkrej skale za Váhom a ako uviedol, *do jeskyně, kde sa svatý Benedikt ukrýval, možno dosud vstoupiti.*

Ďalšia jeho zmienka súvisela s Demänovskou ľadovou jaskyňou. V časti, ktorú nazval *Demänovská jeskyně*, uviedol, že z *Liptovského Svatého Mikuláše půjdeme asi 2 hodiny pěšky do doliny děmanovské. Tam požádáme hajného, čili po slovensku horára, aby nám byl průvodcem do jeskyně děmanovské. Ten nás vede po stráni vzhůru. Najednou uvidíme ve stráni díru. Musíme se sehnouti, abychom do ní vlezli. Ale jen se sehneme, už jsme v malé předsíni. Nyní oblékneme svrchník. V jeskyni jest totiž chladno! Uvidíme tam také led a to i když před jeskyní slunce praží nejvíce. Do ruky nám dal horár rozžatou smolnici a tak chodili jsme celou hodinu dlouhými chodbami podzemními sem a tam. Obdivovali jsme krápníky, visící se stropů dolů. Dívali jsme se, jak ledové sloupy lesknou se v záři našich pochodní. I po zmrzlém vodopádu bylo nám vystupovati. Opravdu byla to živá pohádka!*

O rozsahu takto sa prejavujúceho turistického záujmu vypovedajú aj údaje uvedené v návštevnych knihách vtedy sprístupnených jaskýň. Problém je len v tom, že v prípade Belianskej jaskyne nie sú k dispozícii a na tento účel nie je použiteľný ani prehľad návštevnosti Demänovskej ľadovej jaskyne z rokov 1860 – 1884.² Takto iba návštevne knihy Dobšinskej ľadovej jaskyne z rokov 1871 – 1894 vytvárajú reálny priestor na poznanie rozsahu jej návštevnosti osobami, ktoré pochádzali z českého jazykového prostredia.

Ak si odmyslíme roky 1871 a 1873, kedy nie sú v návštevnej knihe českí návštevníci zapísaní vôbec, môžeme v ich prípade rozlíšiť niekoľko období. V počiatočnom období prevádzky jaskyne, čiže v rokoch 1871 – 1879, ju navštívilo len asi 50 českých záujemcov. Do týchto končín prichádzali viac-menej sporadicky a ich návštevnosť sa okrem ojedinelých výnimiek koncentrovala do mesiacov júl a august. Situácia sa začala meniť v rokoch 1880 – 1889, čo sa odrazilo vo výrazne vyššom počte českých návštevnikov. Z ich celkového počtu cca 195 osôb bola väčšina v júli a auguste, v obmedzenom počte však prichádzali na návštevu jaskyne už aj koncom júna a v prvej polovici septembra príslušného roku. Vzostupný trend návštevnosti pokračoval aj rokoch 1890 – 1894 a v tomto období si prezrelo jaskyňu cca 142 českých návštevnikov.

Do jaskyne spočiatku prichádzali návštevníci z Moravy a Sliezska. Po čase sa k nim pridružili aj návštevníci z Čiech, ale tí tu tvorili dominantnú zložku. V začiatkoch značné penzum záujemcov prichádzalo z Tešína, Opavy, Ratibora, Ostravy, Olomouca a Brna. Škálu moravských a sliezkych návštevnikov neskôr rozšírili i návštevníci z Frenštátu či Rožnova pod Radhoštěm, Vítkovic, Orlovej, Bohumína, Jablunkova, Tišňova, Kroměříža, Přerova, Valaského Meziříčí, Zubří, Uherského Hradišťa, Hodonína a Strážnice. O niečo neskôr sem prichádzali aj návštevníci z Prahy, ktorí spomedzi návštevnikov z Čiech, hlavne v druhej polovici nami sledovaného obdobia, už vytvárali výraznejšiu skupinu. Nachádzame však medzi nimi aj o osoby z Českého Brodu, Příbramí, Českých Budějovic, Jindřichova Hradca, Dobříša, Kladna, Nového Bydžova, Soběslavy, Nučic, Chrudimi, Liberca, Sázavy, Dvůra Králového, Kolína, Pardubic a Litomyšle.

Zaujímavo vyznieva aj štruktúra týchto návštevnikov. I keď najvýraznejšiu skupinu medzi nimi tvorili študenti a potom manželky, jaskyňu navštevovali aj predstavitelia rôznych povolání a profesií. Okrem vysokoškolských a stredoškolských pedagógov sú to

² Ide o informáciu, ktorá sa v roku 1883 objavila v Karpathen Poste (N. R.: *Demanovaer Eis-und Tropfsteinhöhle, Karpathen Post, Kesmark den 19. April 1883*) a uvádza sa tu návštevnosť jaskyne od 6. júna 1860 do roku 1882. Obsahuje však len celkové počty návštevnikov podľa jednotlivých krajín. Českí návštevníci, ktorí v tom čase zavítali do jaskyne, sú zahrnutí pod Rakúsko.

1890

Látogató száma Zahl der Besucher	Kélt Datum	NÉV Namen	Foglalkozás Stand	Lakhely Wohnort
32823	1890	J. R. Vitásek	prof. a. v. j. k.	Frenštát (Morava)
	1890	J. R. Vitásek	prof. a. v. j. k.	Frenštát (Morava)
	1890	J. R. Vitásek	prof. a. v. j. k.	Frenštát (Morava)
	1890	J. R. Vitásek	prof. a. v. j. k.	Frenštát (Morava)
70		J. R. Vitásek	prof. a. v. j. k.	Frenštát (Morava)
30		J. R. Vitásek	prof. a. v. j. k.	Frenštát (Morava)
	1890	J. R. Vitásek	prof. a. v. j. k.	Frenštát (Morava)

Záznam J. R. Vitáska zo 16. augusta 1890 v návštevnjej knihe Dobšinskej ľadovej jaskyne

J. R. Vitásek's record in a visitor book of the Dobšinská Ice Cave from August 16, 1890

V širokej palete mien sa vyskytuje aj meno Eugena Fierlingera, otca neskoršieho popredného československého politika, predsedu vlády v rokoch 1945 – 1946 a predsedu Národného zhromaždenia v Prahe v rokoch 1953 – 1964 Zdeňka Fierlingera.

S turistickým poznávaním Slovenska súvisí aj návšteva moravského speleológa Aloisa Krála (1877 – 1972) v Demänovskej doline v polovici augusta 1913. V čase návštevy dlhotrvajúci dážď zapríčinil, že sa Váh, Demänovka a ostatné prítoky vyliali z brehov a spôsobili veľké škody. Král preto v sprievode F. Šusteka z Liptovského Mikuláša svoju tunajšiu prítomnosť obmedzil len na prehliadku Demänovskej ľadovej jaskyne. V jaskyni sa však zdržal dlhšie, pretože sa podrobne oboznamoval s charakterom jej priestorov. Na záver zašiel ešte k Vyvieraniu a ponoru, cez ktorý neskôr (začiatkom augusta 1921) objavil Demänovskú jaskyňu slobody.

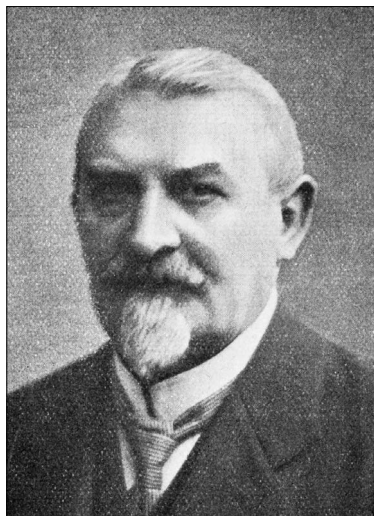
ZMIENKY O JASKYNIACH V TURISTICKÝCH SPRIEVODCOCH

Rozvoj turistiky spôsobil, že časom sa aj na českom knižnom trhu objavili publikácie, ktoré z turistického hľadiska chceli poskytnúť o Slovensku čo možno najviac potrebných informácií. O prvú z nich sa zaslúžil František Sláma (1850 – 1917), sliezsky buditeľ, spisovateľ a politik, vydaním svojho *Průvodce po Slovensku* z roku 1889. Na spôsob vtedajších sprievodcov opísal v ňom o. i. možné výlety vo Vysokých Tatrách a v iných častiach Slovenska a zaradil doň aj rôzne informácie o jaskyniach.

Pri opise výletu z Popradu na Dunajec spomenul jaskyňu Mliečna diera pri Spišskej Belej (Belianská jaskyňa), ktorú roku 1881 objavili v neďalekých vápencových horách. Severozápadne od nej sa o niečo vyššie nachádzala Alabastrová jaskyňa a v blízkom okolí zase Ľadová diera, ktorú tak nazývali pre ľad, čo sa tu vytváral. Mliečnu dieru (Tropfsteinhöhle) opísal podrobnejšie. Uviedol, že bola známa už v 18. storočí, o čom svedčili mená a roky na jej stenách, ale upadla do zabudnutia. Od hostinca Höhlenhain cesta k nej trvala asi 15 minút. Odtiaľ sa asi 140 m dlhou chodbou prichádzalo do Bieleho domu, kde sa nachádzala pekná kvapľová výzdoba. Sláma sa zmienil aj o zaujímavých kvapľových útvaroch (*baldachýn, uši, kazatelna a i.*), jazierkach a vymenoval časti, kadiaľ viedla prehliadková trasa (Parnas, Malá kaplnka, Dóm, Sochársky kabinet, Cintorín, Hora Sinai, Veľká kalvária a i.). Jaskyňa mala 3200 m a jej prehliadka trvala asi dve hodiny. Záujemca o jej návštevu sa musel ohlásiť v lekární alebo v kaviarni v Spišskej Belej.

advokáti, právnici, súdni zamestnanci, notári, železničiar, bankovní úradníci, obchodníci, fabrikanti, kňazi, lekári, lekárnici, inžinieri, obchodní cestujúci a novinári. Nachádzame medzi nimi aj účastníkov prvého slovanského výletu KČT z augusta 1892. Medzi návštevníkmi, ktorí sú zapísaní v návštevných knihách, môžeme napríklad identifikovať J. R. Vitáska z Frenštátu pod Radhoštěm, autora článkov o jaskyni z rokov 1894 a 1900. K vtedajším návštevníkom jaskyne patrili aj profesor a významný český historik Jaroslav Goll (1846 – 1929) z Prahy.

Dobšinskú ľadovú jaskyňu spomenul pri výlete z Popradu na Kráľovu hoľu. Jej návštevu odporúčal tým, ktorí neobľubovali výstupy do vrchov. Za povoz z Popradu sa platilo 6 zl. a za fiaker 8 zl. Po prechode cez Popovú k jaskyni sa v doline Hnilca odbočovalo pri hostinci pri loveckom zámočku vojvodu Koburgského. Cesta odtiaľ trvala asi hodinu. V roku 1870 ju objavil E. Ruffíny z Dobšinej. Za vstup do jaskyne, ktorá bola od 11. hodiny do 14. hodiny osvetlená elektricky, sa platilo 2 zl. na osobu. Prehliadka trvala hodinu. Návštevník si najprv prezrel *Ledový salon* (10 – 11 m vysoký, 120 m dlhý, 35 – 60 m široký). Pozostával z dvoch nesejnejších častí, z malého a veľkého salonu. V malom salóne k ľadovým útvarom patrili náhrobné kamene, vodopády a slonie hlavy, vo veľkom salóne to boli tri ľadové piliere, Studňa a Beduínsky stan. Prielomom v ľade sa zostupovalo do pravej siene. Nachádzalo sa tu Peklo, Lucifer na ľadovom balvane, Organ, Sklenený pilier a Kaplnka s večným svetlom.



František Sláma (1850 – 1917), Slezské zemské muzeum Opava
František Sláma (1850 – 1917), the Silesian Municipal Museum in Opava

Ďalšiu časť Slámovho sprievodcu tvoril opis trasy z Košíc do jaskyne Baradla v Aggteleku s možnosťou návštevy Jasovskej jaskyne. Odbočovalo sa k nej pri Szepsi (Moldave nad Bodvou). Vchod do nej sa nachádzal vysoko v skalnej stene. Odtiaľ chodba klesala prudko dolu, a preto prepošť tunajšieho kláštora dal tu v roku 1846 inštalovať schody. O jaskyni uviedol, že *chodby jsou velice nízké, třeba se skláněti; nalezeny zde kosti zvířecí. Velkou dvoranu dělí skalní balvan, který se dolů zřítíl, ve dvě části. První část jest neschůdná; druhá část objeví nám kostelík, v němž nalézají se dva pilíře, jeden z nich „Hrob Kristův“, druhý „Sloup Marianský“.* Z „Kostelíka“ přijedeme do „kostela“, odsud do „Srdce“, nejkrásnější to části jeskyně. Jsou tam též „Vinohrady“. Na záver nezabudol zdôrazniť, že *návštěva této jeskyně může však býti s nebezpečím spojena.*

V súvislosti s výletom do Zádielskej doliny, po trase z Košíc sa dal absolvovať z Turne, Sláma spomenul jaskyňu Snežná diera (Hólyuk) na jej konci. Ešte nebola preskúmaná, ale obhliadka jej priestorov sa mohla absolvovať do vzdialenosti asi 200 m. Ďalšia jaskyňa Falučka sa nachádzala v okolí Grečovho vrchu. Nemala pohodlný vchod a ani jej priestory neboli upravené pre prípadných návštevníkov. Po trase z Košíc Sláma odporúčal aj návštevu Plešivca, v okolí ktorého sa nachádzali ďalšie jaskyne. Medzi Plešivcom a Rožňavou to bola jaskyňa Leontína a *asi na dvě hodiny Lednická jeskyně (Sziliczter Eishöhle). Návštěva obou (Leontiny i Lednické) vyžaduje jen po půl dne času. U Silice jest Loupežnická skryš (Räuberloch, Rablolyuk), pričom ako uviedol, nesmíme zapomenouti též aspoň jménem uvésti Dambickou jeskyni (Büdöstöer Höhle).*

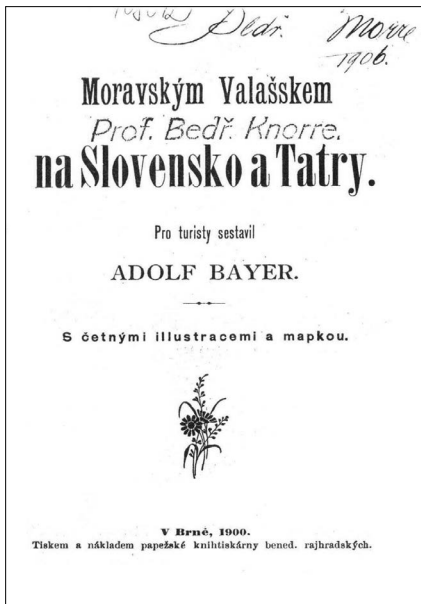
Posledná zmienka, ktorá sa v Slámovom sprievodcovi vzťahuje na jaskyne, je lokalita na západnom Slovensku neďaleko Trenčína. Pri opise Trenčína a zaujímavostí v jeho okolí spomenul aj výlet na Skalku k troskám benediktínskeho kláštora. Z Kaplnky sv. Benedikta sa dalo zostúpiť do *jeskyně poustevnické, v níž jak Fr. Sasinek tvrdí, sv. Zvohrad, přišel sem r. 1018 z Krakovska, žil se sv. Benediktem. R. 1222 dal nad touto jeskyní biskup nitranský vybudovati klášter benediktinský.*

Podobný charakter má aj publikácia *Tatry* z roku 1897 od Karla Droža (1858 – 1928), učiteľa, prozaika a prekladateľa v Plzni. Už z jej názvu vyplýva, že by mala predstavovať cestovnú príručku pre oblasť Tatier. Podľa jej autora išlo však len o publikáciu, ktorá obsahovala niekoľko cestovných pokynov pre široký okruh záujemcov. Aj to je jeden z dôvodov, prečo v nej píše iba o existencii Belianskej jaskyne, pričom sa o nej zmienil ako o lokalite, ktorá sa nachádza na úpätí Kobyliho vrchu, spomenul ju aj v prípade niekoľkodenných turistických trás ako objekt možnej návštevy. Pozornosť jej venoval aj pri opise turistickej cesty zo Smokovcov, kde pri zmienke o Tatranskej Kotline (Bělaný Spišské, Höhlenhain, Barlangliget) uviedol, že *proslulé jeskyně navštěvují se před polednem. Osoba platí 80 kr. mimo osvětlení, jež uhrazuje celá společnost (4, 6 až 10 zl.)*.

Klub českých turistov zabezpečil v roku 1899 vydanie stručného sprievodcu uhorským Slovenskom, ktorý zostavil S. Klíma. Jeho autor tu pri opise turistických trás jednotlivými stolicami spomenul aj niektoré jaskyne. Pri vychádzkach v okolí Trenčianskych Teplíc upozornil na možnosť návštevy Zbojníckej jaskyne vo vrchu Klepáč. Zaradil sem aj návštevu Skalky s pustovníckou jaskyňou, ktorú mohol sprostredkovať sprievodca v horárni. V Turčianskej stolici odporúčal návštevu ruín starobylého hradu pri Blatnici, pod ktorým sa nachádza *utěšená dolina Gaděr, bohatá na jeskyně (Mažiar-na)*. V Liptovskej stolici pri Ružomberku spomenul tunajšiu veľkú jaskyňu (Liskovská jaskyňa). V Liptovskom Sv. Mikuláši zase odporúčal návštevu *údolí Děmanovského*. Tu bolo treba ísť *kolem dvou horáren (z nichž v prvé bydlící horár provádí a opatří potřebné facke, vstup 20 kr.) k turistickému domku 10 km, nad nímž v skalách vchod do Černé jaskyně Děmanovské, jež hluboké chodby pokryty krápníky a zčásti i ledem. Odtud ještě 2 km vzhůru mezi skalami podivných tvarů k Vyvieraniu, kde Paludziánka v jeskyni se ztrácí*.

Do istej miery prekvapuje, že v prípade Vysokých Tatier vôbec nespomenul existenciu Belianskej jaskyne a pritom nezabudol na dve bližšie nemenované jaskyne pri ceste do Javoriny. Jeho ďalšia zmienka sa týkala jaskyne Baradla. Spomenul ju v súvislosti s Plešivcom ako východiskovým bodom na jej návštevu. V jeho širšom okolí sa ešte nachádzala *Lednická jeskyně a Loupežnická skrýš. Mimo to Leontinská a Dambická jeskyně v okolí*. Pri opise trasy z Košíc (*drahou nebo hradskou*) spomenul možnosť návštevy Jasovskej jaskyne. Odbočovalo sa k nej pri *Sepši* (Moldava nad Bodvou), *jejíž návštěva však nedosti bezpečna*. V súvislosti s možnosťou výletu *do skalní doliny Sádelské divokými útesy sevřené* spomenul aj neupravenú jaskyňu Falučka pri Grečovom vrchu.

Z roku 1900 pochádza turistický sprievodca *Moravským Valašskem na Slovensko a Tatry*, ktorý zostavil Adolf Bayer (1873 – 1927), moravský národopisec a kňaz. Pri výletoch na Slovensko mal možnosť porovnať informácie



Titulná strana turistického sprievodcu A. Bayera z roku 1900
A title page of A. Bayer's tourist guide from 1900

o ňom v iných sprievodcoch so svojimi osobnými skúsenosťami. To ho privedlo na myšlienku, aby sám zostavil sprievodcu, *ktorej by obsahoval vše, čo se i dle jiných turistů zdálo nejpozoruhodnějším*. Konal tak z lásky k české turistice, která se v končinách slovenských a v Tatrách zvlášť praskrovně jeví.

Medzi množstvom informácií o Slovensku pri opise trasy do Ružomberka uviedol, že je oproti mestu na brehu Váhu Mních (696 m) na jehož svahu objavena jaskyně Liskovská s předhistorickými zbytky. O Demänovskej ľadovej jaskyni (též Černé) uviedol, že sa nevyrovná Dobšinskej ľadovej jaskyni. Podrobnejšiu informáciu o nej zaradil medzi výlety z Liptovského Sv. Mikuláša. K jaskyni sa dalo dostať za 1,5 hodiny, jej prehliadka trvala asi hodinu a sviečky sa museli kúpiť v Liptovskom Sv. Mikuláši. V prvej horárni v Demänovskej doline sa nachádzal sprievodca a kľúč od jej vchodu. Odtiaľ sa po 10 minútach prišlo k priestrannej útulni a za taký istý čas aj k jaskyni. Bránou vysokou 1,15 m sa vchádzalo do 8 m dlhej predsieni, odkiaľ sa početnými a klzkými schodmi zostupovalo dolu. Ľadovú výzdobu v prvej sieni tvorilo niekoľko stĺpov, početné stalaktity, stalagmity a 5 m široký ľadový vodopád s výškou 12 m. V ostatných častiach prevládali útvary krápníkové, pričom v „dómě“ sa nachádzal mohutný stĺp 12 m v objemu. K teplote jaskyne poznámenal, že sa v lete pohybuje okolo 1 – 2 °C.

V prípade Tatier zase spomenul najvýznamnejšiu jaskyňu – Mliečnu dieru. Objavili ju roku 1881 pri Spišskej Belej a bola bohatá na stalaktity podivuhodných tvarov. Uviedol tiež, že na prehliadku jaskyne s dĺžkou 3200 m sa treba prihlásiť v kaviarni alebo lekární v Spišskej Belej. Neďaleko Mliečnej dráhy sa nachádzala Alabastrová jaskyňa a Ľadová diera. Dobšinská ľadová jaskyňa, prehliadku ktorej nevynechal žiadny návštevník Vysokých Tatier, bola oveľa zaujímavejšia. Výlet k nej povozom zaberá celý deň. V Poprade sa objednával kočiar, za ktorý sa platilo 8 zl., alebo voz pri cene 6 zl. za tri osoby. Na cestu sa odporúčalo vyraziť skoro ráno, pretože jaskyňa bola osvetlená od 10.30 h do 14.00 h. Cestovalo sa cez Hranovnicu, Vernár a Popovú. A. Bayer sa zmienil aj o hoteli pod jaskyňou, výške vstupného či iných poplatkoch. Opisal charakter jednotlivých častí jaskyne a jej ľadovú výzdobu a spomenul, čo v záujme jej zveľaďovania a okolia zabezpečovalo mesto Dobšiná. Uviedol, že výmera jaskyne sa pohybuje okolo 8874 m², z čoho na plochu zaľadnených častí pripadalo 7171 m². Objem ľadovej masy odhadol na 125 000 m³ s váhou viac ako 1 000 000 q. S odvolaním sa na výskumy Fuggera a iných konštatoval, že *vědecké vysvětlení tohto velezájímavého úkazu neustálého mrznutí prosakující vody v Dobšinské ledové jeskyni není dosud uspokojivě podáno*.

V ďalšej časti sprievodcu sa zmienil o výlete z Trenčína na Skalku s malebnými ruinami kostola a kláštora, kde v *poustevnícké jeskyni u kláštera zpozorujeme nepřilíš umělecky tesanou podobu sedícího sv. Benedikta*. Pri odbočke do Nitry tiež uviedol, že *nad městem na severu stával na vrchu Zolom benediktinský klášter, sv. Štěpánem prý založený. Studnice a poustevnícká jeskyně upomínají zase na sv. Ondřeje, Zvorada a Benedikta, kteří tu žili v XI. století jako poustevníci*.

Ani ďalšia publikácia K. Droža *Život na Tatrách* z roku 1906 nebola podľa autora koncipovaná ako cestovná príručka. Aj napriek tomu turista, ktorý sa zaujímal o Vysoké Tatry, našiel v nej množstvo vhodných informácií. Zmienky o jaskyniach sa s ohľadom na vymedzenú oblasť obmedzili iba na Beliansku jaskyňu a pri niektorých navrhovaných turistických trasách sa uvádzala len ako objekt možnej návštevy.³

³ Iba v programe desaťdňovej turistickej vychádzky bola okrem návštevy Belianskej jaskyne zahrnutá aj návšteva Dobšinskej ľadovej jaskyne.

Drožova publikácia je zaujímavá ešte tým, že osobitná kapitola, ktorú venoval jaskyni, je najrozsiahlejším zdrojom informácií, aké sa o jaskyniach objavili v českej literatúre do roku 1918.⁴ V jej úvode priblížil niektoré aspekty tatranského pokladohľadačstva v kontexte stôp, ktoré sa po jej objave našli v útrobách jaskyne. Stručne sa zmienil o úprave jaskynných priestorov mestom Spišská Belá a opísal cesty, ktorými sa z iných miest Slovenska dalo dostať k nej. Návštevníci sa zhromažďovali pred hotelom *Konkordia* v dnešnej Tatranskej Kotline, odkiaľ sa chodníkom odbočovalo k jaskyni. Jaskyňa mala dva vchody, z ktorých starý sa už v tom čase nepoužíval.

Ďalej v kapitole K. Drož podrobne opísal charakter jednotlivých častí jaskyne. Prehliadka sa začínala v tzv. *Divokej jaskyni*, pokračovala cez *Biely dóm* do *Spevárne* (Dóm spevákov), odtiaľ okolo *Diablovej priehlbne* – 34 m hlbkej priepasti, *Parnasu* a *Arpádovej prilbice* do *Dómu A. Kaltsteina*. Tu sa odbočovalo do *Klenotnice*, oválnej siene s priemerom asi 9 m a množstvom stalaktitov a stalagmitov. Po návrate do Dómu A. Kaltsteina vchádzalo sa do 140 m dlhej klenutej chodby, ktorá vyúsťovala k *Cintorínu* a tzv. *Weberovou cestičkou* prišlo sa do *Kráľovskej siene*. V jej strede sa nachádzali dva osamotené stalagmity, 2,5 m vysoká *Palma* a *Sinajský vrch*. V týchto miestach sa končíla tzv. stará jaskyňa, čiže priestory, objavené a upravené do konca januára 1882.

Po prekonaní *Vysokej pukliny* sa prišlo do *Malého dómu*. Nachádzal sa tu 3 m široký vodopád a v jeho okolí najoriginálnejšia časť jaskyne, 25 m široká a 40 m dlhá *Pustá sieň*. Charakterizovalo ju množstvo rôzne tvarovaných stalagmitov. Mnohé boli popadané a rozhádzané po podlahe. Návštevníka tu mohli zaujať dva veľké stalagmity. Jedným bola *Pisanská veža* vysoká asi 4,2 m, sfarbená do žltá a červena. O 40 m vyššie sa nachádzala *Veľká kalvária*, najvyššie miesto prehliadkovej trasy. Chodbou dlhou 40 m sa pokračovalo do *Malej kalvárie* a odtiaľ do *Britzovej jaskyne*, zákutia s krištáľovobielymi stalaktitovými záclonami. Z *Britzovej jaskyne* sa prešlo do asi 25 m vysokej *Verbovského siene*. V týchto končinách sa nachádzala tzv. *Svätyňa rusaliiek*, miesto s priemerom 5 m, kde z vody vytŕčali stalagmitové stĺpy, z ktorých najvyšší meral 2,8 m.

Z tohto miesta sa strmým schodišťom schádzalo do *Veľkého dómu*, najväčšieho podzemného priestoru s priemerom okolo 30 m a miestami s peknou kvapľovou výzdobou. Z *Veľkého dómu* sa ešte dalo nahliadnuť do *Kolbenheyerovho kabinetu*, kde sa nachádzali ďalšie priestory v dĺžke 140 m. Z kabinetu sa dlhšou chodbou, ktorou po stáročia pretekala potok, prešlo do *Stĺporadia* a zostupovalo do *Bieleho dómu*, kde sa prehliadkový okruh uzatváral a napájal na vstupnú časť jaskyne.

V závere kapitoly K. Drož ešte uviedol, že nové priestory mali dĺžku 2010 m. Prehliadka Belianskej jaskyne v jej celkovej dĺžke 3200 m trvala asi dve hodiny. Z opisu priestorov, charakteru kvapľovej výzdoby a celkovej rozlohy jaskyne vyplynulo, že sa môže dôstojne priradiť k najväčším európskym jaskyniam, čiže k jaskyni v Postojnej, Baradle a Planinskej jaskyni.

Aj práca S. Klímu *Vlakem přes Slovensko* ako súčasť Slovenskej čítanky, ktorú v roku 1910 vydala Moravsko-slezská beseda, mala slúžiť ako spoľahlivý sprievodca pri cestovaní po Slovensku. Zmienky o jaskyniach sú v nej uvádzané ako súčasť jednotlivých cestovných trás. V smere z Bohumína do Košíc je to zmienka o vrchu Mních pri Ružomberku, v *němž jest blízko dědiny Liskové velká jeskyně se stopami diluviálního osídlení*. K návšteve Liptovského Sv. Mikuláša patril *neméně krásný výlet do Děmanovské*

⁴ Ako však autor uviedol, pri opise jaskyne v hojnej miere využíval poznatky, aké o Belianskej jaskyni publikoval S. Weber, autor jedinej publikácie o nej, ktorú vydal v roku 1883 pod názvom *Beschreibung der Szepes-Bélaer Tropsteinhöhle sammt einigen Ausflügen in der östlichen Tatra und im Pieninen-Gebiete*.

ľadové a krápnikové jaskyne, vzdálené od Mikuláše jižně 2 hodiny. Povož stál 6 korun. Na začiatku Demänovskej doliny býval horár, ktorý sprevádzal návštevníkov jaskyne. O niečo ďalej sa nachádzala turistická chata, odkiaľ sa za 10 minút prišlo ku vchodu do jaskyne. Brána vysoká asi 1,15 m viedla do 8 m dlhej a 6 m vysokej predsieni. Tu sa drevenými schodmi zostupovalo do podzemia s peknými sieňami, vyplnenými kvapľami alebo ľadom. Najväčší útvar ľadový vodopád bol vysoký 12 m a široký 5 m. Po ňom sa po vysekaných schodoch pokračovalo do ďalších častí. Prehliadka jaskyne trvala asi hodinu; neďaleko nej sa nachádzalo Vyvieranie, jaskyňa, ve které pramení se voda.

Iná zmienka súvisela s opisom trasy dolinou rieky Poprad. Odbočka železnice z Popradu viedla cez Kežmarok do Spišskej Belej, ktorá tvorila východisko na návštevu *bělanské krápnikové jaskyne*, ale o nej autor neuviedol žiadne bližšie údaje.

Celodenný výlet z Popradu do Dobšinskej ľadovej jaskyne, kam sa dalo dostať peši za 6 hodín, zaradil S. Klíma pod Gemer. Za použitie omnibusu sa platilo 4 koruny a cesta z Popradu k jaskyni trvala 4 hodiny. K dispozícii bol i fiaker pre 3 osoby, ktorý stál 20 korun. V Pustom Poli sa odbočilo vľavo a dolinou Hnilca prišlo k hostincu pod jaskyňou. Odtiaľ sa peši za 15 minút došlo priamo k jaskyni. V čase od 11. h do 15. h bola elektricky osvetlená a za vstup sa platili 4 koruny. Jej hornú časť tvorila veľká, 10 m vysoká a 120 m dlhá ľadová sieň, široká asi 60 m. V spodnej časti dominovala chodba dlhá 120 m. Prehliadka trvala asi hodinu. Ďalšia Klímova zmienka o jaskyniach Gemera sa týkala jaskyne Baradla pri Aggteleku. Viedla k nej železnica z Dobšinej cez Plešivec do Tornale, kde sa zjednával povoz za 10 korun. Okolie Rožňavy podľa S. Klímu už predstavovalo oblasť uhorského Krasu, ale nezmiel sa tu o žiadnej jaskyni. Jeho posledná zmienka o jaskyniach súvisela s Tisovcom. Z Dobšinskej ľadovej jaskyne sa po ceste cez Telgárt dalo dostať do Muráňa a odtiaľ do Tisovca, nad ktorým sa vypínal skalnatý vrch Hradová, kde sa okrem hradných ruín nachádzali jaskyne.

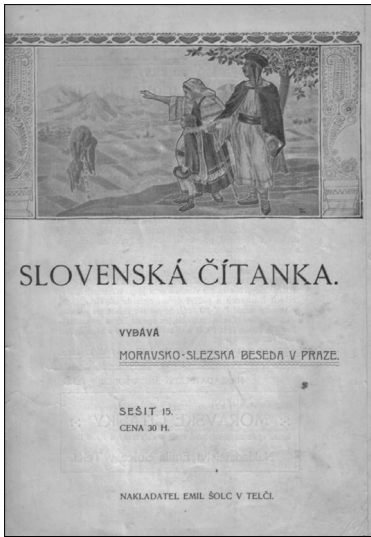
V Malých Karpatoch, na odbočke železnice z *Prešporku* cez Devínsku Novú Ves do Kútov, S. Klíma spomenul výlet na Plavecký hrad. O povolenie prehliadky kvapľovej jaskyne pod hradom sa žiadalo na lesnom úrade v Podhradí. Nachádzal sa tam aj kľúč od železnej mreže, ktorá ju uzatvárala. Dodal tiež, že sa sprievodcovi dávalo sprejitné. Iná, ťažko prístupná Medvedia jaskyňa s pozostatkami pravekej fauny sa nachádzala neďaleko Plaveckého Sv. Mikuláša v doline Javorinky. Cestu k nej poznal drevorubač, ktorý tu žil na samote. Na druhej strane Malých Karpát sa nachádzala jaskyňa pod hradom Červený Kameň a jaskyňa sv. Lenharda pri Dolňanoch.

O ďalších jaskyniach sa S. Klíma zmienil pri ceste železnicou z Leopoldova do Trenčína. Pri Zamarovciach to bola jaskyňa na Skalke, kde žil pustovník Benedikt, a v okolí Trenčianskych Teplíc Zbojnická jaskyňa na vrchu Klepáč. Posledná zmienka súvisela s Turcom. Tu sa pri ceste z Vrútok do Hronskej Breznice zmienil o možnosti návštevy Blatnice a Gaderskej doliny, ktorá je *zajímavá četnými jaskyněmi, z nichž největší jest Mažiarna.*



Stanislav Klíma (1878 – 1944), Literární archiv Památníku národního písemnictví Praha

Stanislav Klíma (1878 – 1944), the Archive of the Museum of National Literature in Prague



Titulná strana Slovenskej čítanky z roku 1910

A title page of the Slovak Reader Book from 1910



František L. Rieger (1818 – 1903), NM – Historické muzeum Praha, fond B. Rieger ml., inv. č. 552

František L. Rieger (1818 – 1903), the National Museum – the Historical Museum in Prague, B. Rieger's fund, inv. No. 552

V roku 1911 vyšiel Klímov sprievodca aj ako samostatná publikácia. Do uvedenej formy ho usporiadal František Bílý (1854 – 1920), český literárny historik a pedagóg, vedúci kolektívu autorov, ktorý sa podieľal na zostavovaní Slovenskej čítanky. Išlo o *výňatek ze Slovenské čítanky s názvom Ilustrovaný průvodce po Slovensku*, a tak všetky tu uvádzané údaje, aj pokiaľ ide o jaskyne, sú identické s pôvodným Klímovým sprievodcom.

ENCYKLOPEDICKY ZAMERANÉ PRÁCE

Popri turistickom záujme, na čo slúžili rôzne cestovné príručky a kde aj informácie o jaskyniach vytvárali priestor na poznávanie Slovenska, trochu inak sa prejavoval záujem odborný. O jeho existencii svedčia zmienky o slovenských jaskyniach, ktoré v ich prípade nachádzame vo vtedajších encyklopedických či inak zameraných odborných prácach. Údaje, aké tu použili ich zostavovatelia, sa dajú chápať ako výsledok poznania príslušnej literatúry, ktorá si všimала existenciu jaskýň v severnej časti Uhorska. Na druhej strane však rozsah či absencia niektorých údajov svedčí o tom, že českej odbornej verejnosti neboli až natoľko známe, aby dokázali vytvoriť reálny obraz o takomto fenoméne na Slovensku.

Už v roku 1858 začal František Ladislav Rieger (1818 – 1903), český politik a publicista, zostavovať *Slovník naučný* – prvú českú encyklopédiu. Prvý diel tejto, na vtedajšiu dobu značne rozsiahlej práce vyšiel v roku 1860, posledný (jedenásty) roku 1874. Od tretieho zväzku jej spoluredaktorom bol aj Josef Jakub Malý (1811 – 1885), spisovateľ, redaktor, literárny kritik a prekladateľ. V nevelkom rozsahu, čo možno azda vysvetliť dostupnosťou mála prameňov a informácií, jej zostavovatelia zaradili do encyklopédie aj zmienky o niektorých slovenských jaskyniach.

Prvá zmienka v encyklopédii súvisí s heslom *Demanová*. Je súčasťou jej druhého dielu z roku 1862, kde sa uvádza: *Demanová, mad'. Deményfalva, malá ves v Liptovské stolici v Uhrách s velikou slují, nazvanou Dračí č. černá jeskyně, proslulou svými kapaliny.*

Do tretieho dielu z roku 1863 zaradili zostavovatelia encyklopédie o niečo rozsiahlejšie heslo *Haligovce*, ktoré popri charakteristike obce obsahuje informácie o jaskyni Aksamitka. *Haligovce, mad'. Haligócz, něm. Helbingsau, ves v uher. stol. Spišské, na jih od Štávnic. Na blízku jest mnoho nahých skal s jeskyněmi, mezi nimiž jedna rozsáhlá a pěkná se nazývá Aksamitova od pověstného husit. rotmistra Petra Aksamita (v. t.), který*

prý měl v těchto slujích (děrách) za války s Janem Huňadem svůj hlavní tábor. Vůkolní lid vypravuje, že se zde zavřelo jakés vojsko. Husové, pod Aksamitem, které vítězně odolalo jinému vojsku je zde obléhajícimu (t. j. uherskému).

Vo štvrtom diele encyklopédie z roku 1865 s jaskyňami na Slovensku súvisí heslo *Jeskyňe*. Obsahuje vysvetlenie tohto pojmu a z hľadiska človeka objasňuje charakter ich útočiskovej funkcie v pradávnych dobách. Aj preto tu nachádzame zmienku o tom, že aj v *Uhrách jest neznamenítejší j. Paradla u vesnice Agtelek v Gömoru, pak ledová j. u Sv. Mikuláše v Liptově*.

Posledná zmienka, ktorá sa týka slovenských jaskýň, súvisí s heslom *Szilicze*. V ôsmom diele encyklopédie z roku 1870 jeho zostavovateľ tu pod ním uviedol: *Szilicze, ves uherská v stolici Torňanské s 841 ob. mad'. (1857), památná jeskyni Lednici, v níž je tím tepleji, čím více venku mrzne a naopak za nejparnějších dnů letních zmrzá tu voda v led dosti silný*.

Zmienky o slovenských jaskyniach sa objavili aj v ďalšej českej všeobecne zameranej encyklopédii. Začiatkom osemdesiatych rokov 19. storočia ju začal pripravovať Jan Otto (1841 – 1916), český kníhkupec a nakladateľ. Podľa všetkého sa inšpiroval prvou českou encyklopédiou F. L. Riegra, o čom svedčí o. i. aj to, že jej hlavným editorom bol J. Malý, ktorý sa už predtým podieľal na zostavovaní Riegerovho náučného slovníka. Prvý diel tejto encyklopédie pod názvom *Ottův slovník naučný* vyšiel v roku 1888 a do roku 1909 bez ťažkostí postupne vychádzali všetky jeho ďalšie diely. Celkove vyšlo 27 riadnych zväzkov a jeden zväzok doplnkov. V tejto rozsiahlej encyklopedickej práci, ktorá údajne obsahovala až 186 000 hesiel, niektoré z nich sa týkali aj slovenských jaskýň.

V prvom zväzku slovníka z roku 1888 je to heslo *Aksamitka*. V kontexte histórie je zaujímavé svojím obsahom i zmienkou o tunajšej jaskyni. *Aksamitka, hora v Karpatech spišských, na hranici uherskohaličské, mezi Sromowci v Haliči a Haligovci na Slovensku. Na jejím vrcholu jsou zbytky hradiště, které dle podání lidu bývalo v XV. stol. hlavním sídlem vůdce husitského Aksamita za jeho válčení s Janem Hunyadem. V hoře nalézají se pamětihodné jeskyně, jež husitům poskytovaly úkrytu a později staly se skrýšemi loupežníků. Z nich jedna větší souvisí s hradištěm, jiná menší sluje jeskyni Aksamitovou bývá od lázeňských hostí szczawnických hojně navštěvována. Tato jest z bílého vápence, čistá a suchá, a rozvětňuje se v jeskyňky poboční. Jest plna vápencových krápníků, od čehož lid ji nazývá jeskyni kamenného mléka. S vrcholu A-ky jest krásná vyhlídka.*

S heslom *Belá* v treťom zväzku slovníka z roku 1890 súvisí zase zmienka o Belianskej jaskyni. *Belá (mad'. Szepes Béla) jedno z býv. 16 spišských měst v Uhrách se zřízeným magistrátem, v župě spišské, na lev. bř. Popradu, má 2574 něm a slov. ob. (1888), řím.-kat. a ev. luth. Farní chrámy, obeckou a kat. elem.školu, opatrovnu chud. Telegraf, poštu a sirné prameny s lázněmi. Jest zde velmi rozměrná krápníková jeskyně, vůkolním lidem mléčnou děrou nazývaná, pak jeskyně jiná alabastrová a jeskyně ledová.*

Heslo *Děmanová*, ktoré je uvedené v siedmom zväzku slovníka z roku 1893, obsahuje zase zmienky o dvoch demänovských jaskyniach. *Děmanová, mad'. Démenfalú, ves v uher. Župě liptovské, okr. sv. mikulášském s 335 ob. Slov. (1890), proslulá svými ledovými a krápníkovými jeskyněmi, z nichž nejznámější jsou: Černá nebo Dračí jeskyně, jejíž půda jest skalnatá a ledem pokrytá a jeskyně Benikova s překrásnými a krápníky v podobě sloupů, Jehlanců a ztuhlých vodopádů.*

Súčasťou tohto zväzku je aj heslo *Dobšíná* a jeho autor tu venoval značný priestor Dobšinskej ľadovej jaskyni. Vyplýva z neho, že práve jaskyňa sa postarala o veľmi dobrú

povešť mesta. Podľa objaviteľa sa niekedy nazývala aj Ruffinyho jaskyňou. V jej hornej časti sa nachádzala ľadová dvorana dlhá 120 m so šírkou 35 – 60, ktorú pokrýval ľad s rozlohou 4644 m². Od vápencovej klenby siahali k podlahe tri mohutné ľadové stĺpy a nachádzala sa tu aj iná ľadová výzdoba. Do spodnej časti sa zostupovalo po 145 schodoch a jej klenbu väčšinou pokrývali drobné ľadové kryštály. Táto časť na južnej strane sa končila v skalnej chodbe vyplnenej balvanmi a sutinou, ktorou otekala voda z roztopeného snehu ďalej do hĺbín. Jaskyňa bola prirodzenou ľadnicou, v ktorej sa zachovával skoro neporušený ľad. V lete sa v hornej časti mierne roztápal a podlahu pokrývala voda vo výške 2 – 5 cm. V zime sa zásoba ľadu zase dopĺňala. Rozdiel teplôt v jaskyni kolísal medzi +5 °C v najteplejšej ročnej dobe a –8,75 °C v najchladnejšom období. Priemerná teplota sa pohybovala okolo 0,9 °C. Ľad sa tu vytváral následkom zimných mrazov a cez leto sa zachovával, pretože z lokálnych dôvodov do jaskyne nevnikal dostatok teplého vzduchu, aby ho roztopil. Heslo o Dobšinej ešte dopĺňal schematický rez Dobšinskou ľadovou jaskyňou.

Do desiateho zväzku, ktorý vyšiel v roku 1896 a opäť sa zmieňoval o existencii tunajších jaskýň, zostavovatelia slovníka zaradili heslo *Haligovce*. *Haligovce, maďarsky Haligóc*z *nebo Helivágás, nemecky Helbingsau, ves v uherské stolici spišské s 517 ob. (1890). V okolí četné jeskyně, z nich jedna z největších sluje jeskyni Aksamítovou dle husitského náčelníka Petra Aksamita z Lideřovic (v. t.) jenž za války s Hunyadem Janem zde měl svůj hlavní tábor.*

Trinásty zväzok slovníka z roku 1898 sa zase v hesle *Jásov* veľmi stručne zmieňuje aj o existencii tunajšej jaskyne. *Jásov, maďar. Jászó, něm. Joos, velkoobec v uherské stolici abaujské, jiohazp. od Košic, na ř. Bodvě, má zámek, probošství řádu praemonstr. zal. r. 1255, jehož představený jest členem tabule magnátů... Nedaleko pozoruhodná jeskyně krápníková.* V tomto zväzku slovníka stručnú zmienku o slovenských jaskyniach obsahuje aj heslo *Jeskyně*. V podstatne širšom rozsahu objasňuje nielen podstatu tohto pojmu, ale aj funkciu, akú zohrali jaskyne v živote človeka, či charakter nálezov, ktoré potvrdzovali jeho tunajšiu prítomnosť v dávnej minulosti. K jaskyniam, ktoré sú dôležité z hľadiska poznania obdobia neolitu, zostavovateľ hesla uviedol, že v Uhorsku sa to týka jaskyne Baradla v Gemerskej a Liskovskej jaskyne v Liptovskej župe.

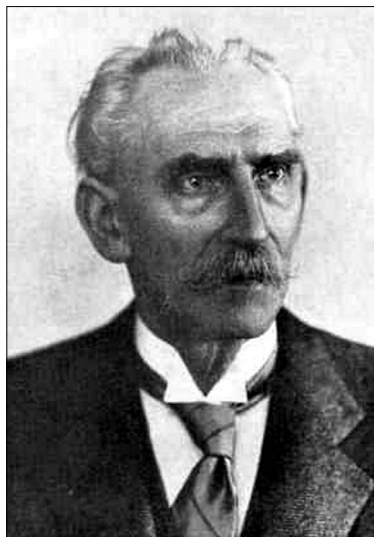
Ďalšie stručné zmienky obsahuje šestnásty zväzok slovníka z roku 1900 a devätnásť z roku 1902. Stručnú zmienku o jaskyni Zlá diera pod Braniskom nachádzame pod heslom *L.* (Lipovec). *L. (maď. Szinye-Lipócz) ves uherská v stol. šaryšské záp. od Prešova s minerálnými prameny, jeskyni stalaktitovou s rozsáhlým bludištěm.* Posledné heslo *Plavecký zámek* je uvedené v devätnástom zväzku slovníka a jeho zostavovateľ sa v ňom zmienil o tunajšej jaskyni. Popri názve obce, ktorej súčasťou bol Plavecký zámok, stručne uviedol: *opodál na příkré skále zříceniny starobylého hradu a četně navštěvovaná krápníková jeskyně.*

Rozsahom veľkú zmienku o slovenských jaskyniach zaradil v roku 1877 do svojej geológie Jan Krejčí (1825 – 1887), popredný český prírodovedec a pedagóg, autor prvej českej učebnice geológie. V časti, ktorú venoval vápencovým jaskyniam, uviedol popri lokalitách nachádzajúcich sa v iných častiach rakúsko-uhorskej monarchie aj zmienku o dvoch slovenských jaskyniach. Išlo o *znamenité ledové jeskyně u Sv. Mikuláše a u Agtelek ve vápencích druhohorních.* Jaskyňu pri Aggteleku spomína aj v súvislosti s opisom vrchného triasu na Slovensku.

Zmienky o jaskyniach nachádzame aj v publikácii *Lidstvo v době předhistorické* Lubora Niederleho (1865 – 1944), českého slavistu, antropológa a zakladateľa modernej archeológie v Čechách. Ide o monografiu z roku 1893, ktorá patrí k autorovým začiatkom a zaoberá sa predhistorickou archeológiou. Obsahuje dve časti. Prvá z nich sa

orientuje na tzv. *dobu predkovovú*, kde sa v kapitole zameranej na dobu neolitickú zmienil aj o jaskynných obydliach. V ich prípade pokiaľ ide o slovenské jaskyne spomenul nálezy z aggtelekej jaskyne v Gemerskej župe a o Liskovskej jaskyni uviedol: *Rovnež mnoho kostí lidských (zbytky asi 1000 individuí) poskytla jaskyně u vsi Liskové v liptavské župě, kterou r. 1876 prokopál L. Lóczy. Mnohé z těchto kostí nesou, jak se zdá, stopy kanibalismu.*

Svojím spôsobom sem patrí aj práca Jindřicha L. Barvířa (1863 – 1952), učiteľa a českého mineralóga, uverejnená vo všeobecnej časti Slovenskej čítanky z roku 1911. Autor sa v nej zaoberal geologickými pomermi Západných Karpát v Uhorsku a v tejto súvislosti sa zmienil aj o vzniku *dvojích památností území tamního, totiž o jeskyních krápníkových a ledových*. O južnom okolí Rožňavy *prostírající se po obou stranách řeky Slané (Šajavy)* uvedol, že ide o *území triasového útvaru. Jest to*



Lubor Niederle (1865 – 1944)

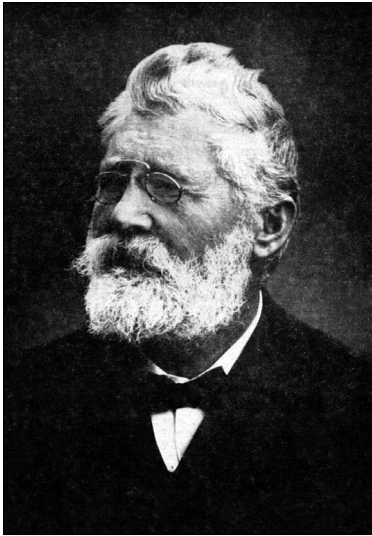
*území vápencové podobných vlastností jako vápencové území známého Krasu v Krajině, Istrii, Dalmacii, Bosně a Hercegovině, pročez bývá též nazýváno Karpatským aneb Slovenským Krasem. Z tunajších jaskýň bola najznámejšou Baradla pri Aggteleku, dlhá 8 km, a jaskyně Lednická a Dambická.⁵ Stručne tiež opísal vznik jaskýň a ich kvapľovej výzdoby a konštatoval, že z krápníkových jeskýň památná Bělanská vytvořila se též ve vápenci útvaru triasového. Takto pôvodne vznikla aj Dobšinská ľadová jaskyňa, ktorá má ľadom pokryté dno a *prerozmanité ledové výtvořy podobné jako v jeskyních krápníkových bývají vytvořené z vápence*. Zároveň objasnil, čo je príčinou, že sa v jaskyni vytvára ľad, ktorý tu vplyvom pôsobenia studeného vzduchu neustále pribúda. Podľa J. Barvířa za zmienku stála aj *ledová i krápníková jaskyně Demanovská (asi jižně od Liptovského Sv. Mikuláše), ve které nedávno byl objeven dosud neznámý, rozsáhlý oddíl*. V závere práce sa zamýšľal nad nálezmi z jaskýň, kde uviedol, že *všecky nálezy mají býti na místě svém zachvány ku prozkoumání odborníkům, všecky památnosti opatrujme ku poučení potomstva*.*

ZMIENKY INÉHO CHARAKTERU

V obmedzenom rozsahu sa v českom prostredí objavovali aj iné zmienky o slovenských jaskyniach. Nesúviseli ani tak s turistickým poznávaním a nemotivoval ich ani odborný záujem. Skôr sa dajú chápať ako snaha o upozornenie na niektoré tunajšie prírodné zvláštnosti. Za istých okolností mohli poslužiť záujemcom o cesty po Slovensku, prípadne ich jediným cieľom bolo rozšíriť okruh dovtedajších poznatkov o ňom. Azda z podobného zorného uhla treba vnímať najmä informáciu, aká sa zásluhou Klimenta Čermáka (1852 – 1917), učiteľa, archeológa, múzejníka, spisovateľa a popularizátora poznatkov z oblasti prírodných vied, v roku 1880 objavila v pražskom časopise *Vesmír*.

Íšlo o informáciu, ktorú v ňom zverejnil na základe listu Jozefa Vraného z Malej Lomnice v Spišskej župe. Jej pisateľ ho informoval, že v blízkosti kúpeľov vo Vyšných Ružbachoch existuje jama, do ktorej pred niekoľkými rokmi spadol vôl a udusil sa.

⁵ Pod Dambickou jaskyňou mal autor na mysli jaskyňu Smradľavého jazierka. Ide o názov, ktorý sa v tých časoch vyskytoval v českom jazykovom okruhu.



Kliment Čermák (1852 – 1917)



Titulná strana časopisu Vesmír z roku 1884

A title page of the Universe Magazine from 1884

teplotu (+4,5 °C) zaznamenal v auguste pri vonkajšej teplote 19,2 °C a najnižšiu v januári (-7,5 °C) pri vonkajšej teplote -25 °C.

So slovenskými jaskyňami súvisí aj spresňovanie názvov slovenských mineralogických a geologických nálezísk, ktoré sa v českých školských a iných zbierkach uvádzali maďarsky alebo nemecky. V roku 1898 František Slavík (1876 – 1957), mineralóg, keď uvádzal do literatúry *správná slovenská jména důležitějších míst v krajinách našim lidem*

Chlapec, ktorý ho chcel odtiať dostať von, zahynul tiež. J. Vraný si ju v sprievode ružbašského farára prehlíadol a zistil, že ide o jamu s priemerom okolo 10 – 12 m a hĺbkou asi 4 m. Na jej dne a po stranách sa nachádzalo sčerneté rastlinstvo a mŕtve vtáctvo. Po zapálení ohňa a opatrnom zostúpení na dno jamy plameň im zhasol v úrovni kolien. Z trhlín v bočných stenách *bylo slyšeti hluk, jakoby z podzemního potoka. Vyšli jsme raději nahoru z tohto údolí smrti a zapálili větší oheň, který hned uhasl, kdy na dno jámy dopadl. Okolní obyvatelé pozorují, že nejvíce kyseliny vystupuje ráno a že voda zdejší usazuje na předmětech do ní vložených vápenitou kůru.* Takto podľa K. Čermáka aj Karpaty mali svoje údolie smrti, pričom tento jav dával do pozornosti cestovateľom.⁶

Obsahom výrazne odlišnú a pritom scestnú informáciu priniesol Vesmír vo svojom 12. čísle toho istého ročníka. V nej autor ukrývajúci sa pod značkou –crs– uviedol, že *nedaleko stanice Iglo na Košicko-Bohumínské dráze odkryl p. Ruffini jeskyni bohatou na rozmanité útvary ledových rampouchův, jež zdobí stěny její. Anglické listy (!) přinášejí v popisu delším malebné skupiny velikých těch ledových spoust, ve kterých obrazotvornost rozmanité předměty a podoby vyhledává. Za příčinu toho zjevu uvádí se položení jeskyně: jediný otvor vedoucí ze sever. Strany do jeskyně jest těsný a led pro stálou a nízkou teplotu v jeskyni přes léto neroztává.*

Aj ďalšia zmienka, ktorá sa objavila na stránkach časopisu Vesmír z roku 1883, súvisela s Dobšinskou ľadovou jaskyňou. Jej autor sa tu pod značkou – Vch – stručne zmieňoval nielen o objave z roku 1870, ale aj o sprístupnení a charaktere tunajších priestorov. Uviedol tiež, že tu po celý rok 1881 J. Pelech meral teplotu jaskynného ovzdušia a zistil, že ročná teplota sa tu pohybovala okolo -0,27 °C pri vonkajšej teplote +5,2 °C. Najvyššiu

⁶ Na základe Čermákovej informácie zatiaľ nie je možné presne určiť, ako jej obsah súvisí s dnešnou Jaskyňou pod terasou v k. ú. Vyšné Ružbachy, resp. či prípadne jej pisateľ nemal na mysli lokalitu, ktorá v kontexte jaskýň v týchto končinách dnes nie je známa.

obydlených, spomenul aj dve jaskyne. V prvom prípade išlo o *Agtelek, ves u Rožňavy s krápnikovou jaskyní, řečenou správně Baradla*. Druhá zmienka sa týkala Dobšinej. *Dobschau v Gemeru (serpentin, zelený granát, rudy železné, kobaltové a niklové, baryty a p., známa též nedalekou jaskyní ledovou) = Dobšiná*.

Stručné zmienky o Dobšinskej ľadovej jaskyni nachádzame aj v niektorých publikáciách Karla Kálala (1860 – 1930), kultúrno-osvetového pracovníka a pedagóga, ktorý popularizoval znalosti o Slovensku a propagoval česko-slovenskú vzájomnosť. V publikácii *Na krásném Slovensku* z roku 1903 v časti nazvanej *Od města k městu* pri zmienke o Dobšinej uviedol, že neďaleko nej je veľká ľadová jaskyňa, v ktorej sa ani za najväčších letných horúčav neroztápa ľad. O jaskyni sa zmienil aj v publikácii z roku 1904. Pri opise turistickej trasy z Popradu cez Dobšínú do Tisovca a Banskej Bystrice spomenul veľmi známu ľadovú jaskyňu v okolí Dobšinej.



Karel Kálal (1860 – 1930)

JASKYŇA PRI AGGTELEKU

V kontexte zmienok o slovenských jaskyniach osobitnú kapitolu predstavujú informácie, ktoré súvisia s jaskyňou Baradla v Aggteleku. Do roku 1918 tvorila súčasť Gemerskej župy. Okrem ojedinelých výnimiek, ktoré sa netýkajú zmienok v českej literatúre, považovala sa za súčasť slovenského územia. Takto sa o nej zmieňoval v roku 1860 F. L. Rieger v prvom diele svojho *Slovníka náučného* v hesle *Agtelek*. Lokalizoval ju východne od obce, *ve vzdálenosti asi 550 kroků v kolmé asi 45 sáhů vysoké, na spodku ale do 60 sáhů dlouhé bradlo (čili skála)*, kde sa lievikovitým otvorom vchádzalo do jej priestorov. Jaskyňu, ktorá sa považovala za najväčšiu vtedy známu v Európe, roku 1825 zamerl I. Vass a jej dĺžka sa pohybovala okolo 4194 siah. Neodporúčalo sa v nej pohybovať bez sprievodcu. Okrem stručného opisu jej priestorov tiež uviedol, že *jaskyni tu i Maďari nazývají baradla, a směšné jest, že slovo to odvozují od barát lak (mnichů bydlo)*.

Na existenciu jaskyne poukázal v roku 1884 aj Kliment Čermák. V článku sa zmienil o archeologickom spise E. Nyáryho, ktorý realizoval výskum *dávného pohřebiště v Aggtelecké jaskyni u Rožňavy, který tam po tři léta konán byl... Zjištěno, že tu člověk bydlil nejen za trvání starší i mladší doby kamenné i na počátku doby kovové*. O jej osídlení svedčili nálezy z Chodby netopierov a tzv. Kostnice, kde sa v dobe kamennej nachádzalo objemné *pohřebiště*. Okrem ľudských kostí patrili k nim kamenné nástroje, zbrane, rôzne nádoby a zvyšky potravín. Vo vrstve, *ktará pokrývala krápník v kostnici, objeveny mnohé věci bronzové a takové též nalezeny při vchodu do jaskyně pomíšené s věcmi železnými (zejména hroty šípů) a mnoha kostmi koňskými*.

Stručnú informáciu o nej zaradil do svojich *Potuliek* v roku 1885 aj R. Pokorný. Uviedol, že *nazývaná bývá též Agtelkem, po dědině, v jejichž sousedství se nalézá. Do jaskyně této vchází se na patě vrchu, který má jméno po ní*.

Heslo *Agtelek* obsahuje aj prvý zväzok Ottovho náučného slovníka z roku 1888. Vyplýva z neho, že na severovýchodnej strane takto nazývanej obce, v holej skalnej stene

vysokej 45 m, sa nachádza vchod do jaskyne, ktorú Maďari nazývajú Baradlou. Jej meno *se vysvetľuje z maď. barát lak = mníchuv sídlo, v pravde však jest slov. bradlo = skála*. Patrí k najväčším európskym jaskyniam. Je dlhá 5,8 km a má mnoho odbočiek. Zimuje v nej množstvo netopierov. Jej návšteva je dosť komplikovaná vinou neschodnosti dna, zvlášť, keď sa rozvodní potok, ktorý preteká jaskyňou.

V roku 1889 existenciu jaskyne obširnejšie spomenul F. Sláma vo svojom sprievodcovi po Slovensku. Z Turne sa po ceste dalo k nej dostať za štyri hodiny a jaskyňa, ktorú nazývali tiež Aggtelekom, patrila k najväčším na svete. Cesta ku koncu *jaskyne vyžaduje 10 hodín a nazpät 6 hodín, celkom tedy 16 hodín! Aby záteční cesta ušetřena byla, dá Karpatský spolek nový východ proraziti*. Jaskyňa pozostávala z hlavnej chodby dlhej viac ako trištvrte míle a mnohých bočných chodieb. Stručne podľa K. Siegmetha opísal charakter jej priestorov. Zmienil sa o D. Baksayovi, administrátorovi jaskyne, a o domčeku pre turistov, kde býval sprievodca *Jan Glanica*. Za vstup do jaskyne sa platilo 50 kr. na osobu. Sprievodcovi po starej jaskyni sa dával 1 zl., v novej jaskyni 2 zl. a nosičom po 50 kr. za osobu. Ako zdôraznil, *zvlášť krásná je táto jaskyne v mesiacich zimních*.

O možnosti výletu z Plešivca do jaskyne Baradla v Aggteleku sa v turistickom sprievodcovi z roku 1900 zmienil aj A. Bayer. Uviedol, že patrí k najväčším kvapľovým jaskyniam na svete a rozprestiera sa od juhozápadu na severovýchod v dĺžke 7800 m. Skladala sa z hlavnej chodby a početných odbočiek. Ten, kto by ju chcel navštíviť, potreboval na prehliadku jej priestorov 16 hodín. Pri jaskyni sa nachádzala útulňa, kde sa dal najat' sprievodca. Ním uvádzaná výška poplatkov a vstupného je zhodná s údajmi F. Slámu.

V roku 1901 sa o Baradle obširnejšie zmieňoval K. Drož. Navštívil ju v roku 1898. Po príchode do Tornale si prenajal povoz na celý deň, ako si to vyžadoval charakter návštevy jaskyne. O šiestej hodine ráno vydal sa cez Plešivec do Aggteleku, kam dorazil po asi dvoch hodinách. Sprievodca Klanica rozprával iba po maďarsky, a tak sa K. Drož rozhodol pre návštevu jaskyne druhým, novým vchodom pri Jósfať. V Aggteleku vyhľadal administrátora jaskyne D. Baksaya. Kupovala sa tu vstupenka do jaskyne v hodnote 50 korún a platila taxa pre sprievodcu vo výške 2 zl. Odtiaľ pokračoval do Jósfať a okolo desiatej, vyzbrojený sviečkami a magnéziovým drôtom, vstúpil so sprievodcom Štefanom Faixom, ktorý vedel po slovensky, do jaskyne. Vchádzalo sa do nej dlhým dreveným schodištom. Po príchode k tzv. Alabastrovej veži prešli cez Apolónovu sieň do ďalších častí, prehliadku ktorých opísal podrobnejšie. Novou prerážkou vstúpili do Starej jaskyne, zašli do domického ramena, odtiaľ pritekal Styx, prehliadli si ostatné časti jaskyne a po asi piatich hodinách vyšli von. Jaskyňa mala podľa K. Droža dĺžku asi 8700 m a väčšia od nej bola iba Mamutia jaskyňa v Kentucky v Severnej Amerike. V závere sa zmienil o činnosti K. Raisza, I. Vassa a K. Münnicha, ktorí zamierovali jej priestory, a uviedol, že patrila aggtelekskému komposesorátu a od roku 1881 si ju prenajal Uhorský karpatský spolok.

V roku 1910 S. Klíma zase na adresu Baradly uviedol, že pri ceste železnicou je východiskom do jaskyne Tornaľa, kde sa za 10 korún zjednával povoz. Do jaskyne viedli dva vchody. Pôvodný sa nachádzal pri obci Aggtelek, nový vyrazili pri obci *Jósfať*. Pri novom vchode sprievodca Štefan Faix vedel po slovensky, ale sprievodca Klanica v Aggteleku nie. Za vstup do jaskyne sa platila 1 koruna a pri počte 1 – 5 osôb sa sprievodcovi platila odmena vo výške 4 korún. Zmienil sa aj o charaktere prehliadky jaskyne od nového vchodu, ktorá trvala 6 hodín, a uviedol, že jaskyňa je dlhá 8 km a väčšia od nej je iba Mamutia jaskyňa v Kentucky v Severnej Amerike.

V už spomínanej turistickej črte z roku 1910 S. Tůma o jaskyni uviedol, že k jej návšteve treba ísť povozom z Plešivca. Prehliadku jaskyne odporúčal absolvovať cez nový vchod, ktorý tu zásluhou Uhorského karpatského spolku otvorili v roku 1890. Nachádzal sa pri ňom domček sprievodcu s turistickou izbou. Sprievodca hovoril po slovensky a nemecky. Preskúmaná časť jaskyne sa odhadovala na 9 km a jej pohodlná prehliadka trvala 8 hodín. V novoobjavených častiach sa nachádzala pekná kvapľová výzdoba, ktorá prekvapovala aj znalcov jaskyne v Postojnej. Všetkým záujemcom S. Tůma však z praktických dôvodov odporúčal, aby prehliadku jej priestorov obmedzili len na novú časť a zo starej časti si prezreli len úseky s peknou kvapľovou výzdobou.

ZÁVER

V českom jazykovom okruhu sa teda záujem o slovenské jaskyne v celom tomto období rozvíjal hlavne prostredníctvom turistického poznávania. Svedčia o tom zmienky v turistických sprievodcoch či rôzne, zväčša turisticky zamerané práce. Charakter iného záujmu podmienilo pravdepodobne vtedajšie usporiadanie rakúsko-uhorskej monarchie. Tým, že sa v kontexte pomerov väčšina odborne zameraných prác publikovala v maďarskom jazyku, zúžil sa aj priestor na čerpanie poznatkov tam, kde naše jaskyne vedeli poskytnúť vhodný materiál. Vplyvom intenzívnejšieho pestovania česko-slovenskej vzájomnosti predstavovali však prvok, ktorý umožňoval poznávať charakter prírody jazykovo blízkeho regiónu a kultúru tu žijúceho etnika. Aj tým sa vo vedomí českej verejnosti vytváral pocit spolupatričnosti, ktorý zavŕšilo vytvorenie spoločného štátu v roku 1918.

LITERATÚRA

- AMBROŽ, V. 1884. Dobšinská ledová jeskyně, OBZOR, List pro poučení a zábavu, roč. VII, č. 4, V Brně, 55–58.
- AMBROŽ, V. 1885. Dobšinská ledová jeskyně, Anděl strážný, časopis pro křesťanskou mládež, roč. III, 105–111.
- AMBROŽ, V. 1885. Dobšinská ledová jeskyně, Moravan, kalendář na rok obyčejný, č. 34, V Brně, 107–111.
- ANONYMUS 1881. Ledová jeskyně Dobšinská, Vesmír, obrázkový časopis pro šíření věd přírodních, roč. 10, V Praze, V komisi knihkupectví Dre. Ed. Grégra a Ed. Valečky, 99–101.
- ANONYMUS 1888. Agtelek, Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, první díl, (A – Alpy), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 478.
- ANONYMUS (1888). Aksamitka, Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, první díl, (A – Alpy), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, s. 658.
- ANONYMUS 1890. Bělá, Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, třetí díl, (B – Bianchi), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 645–646.
- ANONYMUS 1892. Na Vysoké Tatry, Časopis turistů, roč. IV, V Praze, Nákladem Klubu českých turistů, 203–216.
- ANONYMUS 1893. Děmanová, Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, sedmý díl, (Dánsko – Dřevce), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 269.
- ANONYMUS 1893. Dobšina, Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, sedmý díl, (Dánsko – Dřevce), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 742–743.
- ANONYMUS 1896. Haligovce, Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, desátý díl, (Gens – Hedwigia), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 790.
- ANONYMUS 1898. Jásov, Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, třináctý díl, (Jana – Kartas), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 100–101.
- ANONYMUS (1898). Jeskyně, Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, třináctý díl, (Jana – Kartas), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 278–280.
- ANONYMUS 1899. Vzhůru na Slovensko, Časopis turistů, roč. XI, V Praze, Nákladem českých turistů, 237–240.

- ANONYMUS 1900. Lipovec (Szinye – Lipócz), Ottův slovník naučný, Ilustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, šestnáctý díl. (Lih – Media), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 75–76.
- ANONYMUS (1902). Plavecký zámek, Ottův slovník naučný, Ilustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, devatenáctý díl. (P – Pohř), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, 881.
- ANONYMUS 1902. Týdenní výlet na Tatry a Bezkydy, ve dnech 14. – 20. srpna 1901, Časopis turistů, roč. XIV, V Praze, Nákladem Klubu českých turistů, 313.
- BARVIŘ, J. 1911. O západních Karpatech v Uhrách, Přehled zeměvědný, Slovenská čítanka, oddíl I., část obecná, Nakladatelství Emil Šolc, Praha-Karlín, 31–48.
- BAYER, A. 1900. Moravským Valašskem na Slovensko a Tatry, V Brně, Nákladem papežské knihtiskárny bened. rajhradských, 228 s.
- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLÚBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky, Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, 364 s.
- BÍLÝ (1911). Ilustrovaný průvodce po Slovensku, Výňatek ze Slovenské čítanky, kterou vydala Moravsko-slezská beseda v Praze, Nakladatelství Emila Šolce Telč, 162 s.
- CÍLEK, V. 1991. Co věděla Božena Němcová o speleologii?, VESMÍR, přírodovědecký časopis Československé a Slovenské akademie věd, roč. 70, č. 2, Praha, 72.
- crs. – 1880. Lední jeskyně, VESMÍR, obrázkový časopis pro šíření věd přírodních, roč. 9, č. 12, V Praze, V komisi knihkupectví Dre. Ed. Grégra a Ed. Valečky, 144.
- ČERMÁK, K. 1880. Jedovatá jáma v Karpatech, VESMÍR, obrázkový časopis pro šíření věd přírodních, roč. 9, č. 21, V Praze, V komisi knihkupectví Dre. Ed. Grégra a Ed. Valečky, 251–252.
- ČERMÁK, K. 1884. Jeskyně Baradla (Aggtelek) na Slovensku, VESMÍR, obrázkový časopis pro šíření věd přírodních, roč. 13, V Praze, V komisi knihkupectví Dre. Ed. Grégra a Ed. Valečky, 45–46.
- ČÍZEK, V. 1922. Poznámky o turistické literatuře o Slovensku, Časopis turistů, roč. XXXIV, V Praze, Nákladem Klubu československých turistů, 158–163.
- DROŽ, K. 1897. Tatry, Ružomberok, nákladem Karla Salvy, 348 s.
- DROŽ, K. 1901. Bradla, Pohled do mysteria podzemí, Časopis turistů, roč. XIII, č. 8, 9 a 10, V Praze, Nákladem Klubu českých turistů, 262–267, 293–299, 317–324.
- DROŽ, K. 1906. Život na Tatrách, V Praze, v komisi Fr. Řivnáče, 262 s.
- KÁLAL, K. 1903. Na krásném Slovensku, Nakladatel Jos. R. Vilímecký v Praze, 198 s.
- KÁLAL, K. 1904. Jděte na Slovensko, Nakladatel Josef Svoboda, Král. Vinohrady, 65 s.
- KLÍMA, S. 1899. Dvě cesty po Slovensku, (V zrcadle číslic 1897 a 1898.), Časopis turistů, roč. XI, V Praze, nákladem Klubu českých turistů, 45–50 a 86–88.
- KLÍMA, S. 1899. Vzhůru na Slovensko, stručný průvodce uherským Slovenskem, V Praze, nákladem Klubu českých turistů, 62 s.
- KLÍMA, S. 1910. Vlakové přes Slovensko, In Slovenská čítanka, sešit 14, 15, 16 a 17, Nakladatel Emil Šolc v Telči, 37–130.
- KLÍMA, S. 1911. Obrázky ze Slovenska, F. Topič, Praha, 92 s.
- KOLIHA, J. 1919. Bibliografie Slovenska, Sborník České společnosti zeměvědné, roč. XXV, V Praze, nákladem České společnosti zeměvědné, 47–109.
- KREJČÍ, J. 1877. Geologie, čili nauka o útvarech zemských se zvláštním ohledem na krajiny československé, V Praze, nákladem vlastním, 1035 s.
- KRETZ, F. 1907. Toulky po Spišské stolici, Cestopisné vzpomínky na Slovensko, V Uher. Hradišti, nákladem spisovatele, 27 s.
- KRETZ, F. 1908. Na Plavecký zámek, Z cest po Slovensku, Revue Naše Slovensko, měsíčník pro hájení zájmů uherských Slováků, roč. I, sešit 5, Vydavatel Ant. Reis, V Praze, nákladem vlastním, 207–209.
- KRONDL, A. 1879. Z cesty po Slovensku, SVĚTOZOR, obrázkový časopis, roč. XIII, V Praze, vydavatel Primus Sobotka, č. 7 a 8, 76–78 a 91–92.
- KULHÁNEK, F. 1928. Kronika československá, kniha piata, V Prahe, Nakladatelstvo E. Beauforta, 554 s. + XX s.
- LALKOVIČ, M. 2003. Z histórie Demänovskej ľadovej jaskyne, Slovenský kras XLI, 129–164.
- NĚMCOVÁ, B. 1858. Slovenské starožitnosti, Památky archeologické a místopisné vydávané od archeologického sboru Musea království Českého nákladem Matice české, Díl III., V Praze, 22–27.
- NĚMCOVÁ, B. 1859. Kraje a lesy ve Zvolensku, ŽIVA, časopis přírodnický VII., Svazek I., V Praze, tiskem B. Rohlíčka v knižecím arcibiskupském Seminári, 1–13.
- NIEDERLE, J. 1893. Lidstvo v době předhistorické, V Praze, Bursík & Kohout, 760 s.
- POKORNÝ, R. 1881. Pohled na Slovensko, Ze předspěvu k „Mrtvé zemi“, SVĚTOZOR, obrázkový časopis, roč. XV, V Praze, vydavatel Primus Sobotka, 27.

- POKORNÝ, R. 1884. Z potulek po Slovensku I., V Praze, nákladem spisovatelovým, 377 s.
- POKORNÝ, R. 1885. Z potulek po Slovensku II., V Praze, nákladem spisovatelovým, 330 s.
- RIEGER, F. L. 1860. Agtelek, Slovník naučný, Díl první, A – Bžeduchové, V Praze nakladatelé: Kober a Margraf, 70.
- RIEGER, F. L. 1862. Demanova, Slovník naučný, Díl druhý, C – Ezzelino, V Praze, nakladatel I. L. Kober, 121.
- RIEGER, F. L. – Malý, J. 1863. Haligovce, Slovník naučný, Díl třetí, F – Chyžice, V Praze, nakladatel I. L. Kober, 609.
- RIEGER, F. L. – Malý, J. 1865. Jeskyně, Slovník naučný, Díl čtvrtý, I – Lžidimitrij, V Praze, nakladatel I. L. Kober, 249–250.
- RIEGER, F. L. – Malý, J. 1870. Szilicze, Slovník naučný, Díl osmý, S – Szyttler, V Praze, nakladatel I. L. Kober, 1208.
- SLÁMA, F. 1889. Průvodce po Slovensku, s mapkou a devatenácti vyobrazeními, V Praze, Nakladatelství J. Otto, 107 s.
- SLAVÍK, F. 1898. Uherská naleziště mineralogická a geologická, Sborník české společnosti zeměvědné, roč. IV, V Praze nákladem České společnosti zeměvědné, 28–29.
- TŮMA, S. 1910. Jeskyně Dobšinská a Baradla, Revue Naše Slovensko, měsíčník pro hálení zájmů uherských Slováků, roč. III, sešit 8, Vydavatel Ant. Reis, V Praze, nákladem vlastním, 283–286.
- U. 1908. Výlet na Slovensko, Revue Naše Slovensko, měsíčník pro hálení zájmů uherských Slováků, roč. I, sešit 9, Vydavatel Ant. Reis, V Praze, nákladem vlastním, 364–368.
- VCH. 1883. Ledová jeskyně Dobšanská, Vesmír, obrázkový časopis pro šíření věd přírodních, roč. 12, V Praze, V komisi knihkupectví Dre. Ed. Grégra a Ed. Valečky, 263.
- VITÁSEK, J. R. 1894. Dobšinská ledová jeskyně, KOMENSKÝ, týdeník vychovatelský, roč. XXII, č. 15. a 16., V Olomouci, vydavatel Frant. Slaměník, 213–215 a 231–232.
- VITÁSEK, J. R. 1900. Dobšinská ledová jeskyně, Časopis turistů, roč. XII, V Praze, nákladem Klubu českých turistů, 379–382.
- VITÁSEK, J. R. 1903. Ružomberk s okolím na uherském Slovensku, Časopis turistů, roč. XV, V Praze, nákladem Klubu českých turistů, 336–342.
- WÜNSCH, J. 1881. Ledová jeskyně Dobšinská, OSVĚTA, Listy pro rozhled v umění, vědě a politice, roč. XI, díl I, V Praze, nákladem vlastním, 79–89.

CZECH INTEREST IN CAVES OF SLOVAKIA TILL 1918

S u m m a r y

In the second part of the 19th century Czech interest in Slovak caves was connected with keeping the Czech-Slovak mutualness. Thanks to writers travelling through Slovakia, various information of Slovakia penetrated into Czech territory. Knowledge of local caves belonged to them as well.

In 1858 – 1859 B. Němcová firstly mentioned by that time unknown Bystrianska Cave as well as several other caves. In 1876 A. Krondl visited the Demänová Ice Cave, and his notes were published in 1879. J. Vünsch issued his knowledge from visiting the Dobšinská Ice Cave as a travel picture from Podtatrie in 1881. V. Ambrož, a member of Moravian priest writers was also interested in Dobšinská Ice Cave. A poet R. Pokorný visited Slovakia several times and his knowledge was published in Potulky that were issued in 1884 – 1885. He made references to caves already in the first part of it but more important one is the second part. Here he described the Demänová Ice Cave, and mentioned Tatra caves. His other notices were enclosed in descriptions of Gemer and Low Hont where the largest European cave named the Baradla, and the Dobšinská Ice Cave were located. The Búdöstó Cave near Hosúsov, or caves in Tisovec area belonged to other ones. He devoted a particular part to the Dobšinská Ice Cave. J. R. Vitásek's paper of visiting the Dobšinská Ice Cave from 1890 belonged in this context as well.

By establishing the Czech Tourists Club information of caves in the Tourist Magazine were connected with tourist knowledge of Slovakia by the manner of club trips. In this way there was published description of the first Slav trip of the Czech Tourists Club in Krakow, Wieliczka, and High Tatras Mts. from August 1892. It was related to visiting the Belianska Cave and the Dobšinská Ice Cave. Visit of the Black Cave in the Demänovská Valley was possible on the way back from Poprad. It was also recommended a trip to the local Brigand Cave near Trenčianske Teplice, and the Skalka with a hermit cave near Trenčín. In 1899 S. Klíma mentioned caves in descriptions of his journeys to Slovakia in 1897 and 1898. Another author described a trip in the Tatras and the Beskydy Mts. from August 1901 that was joined with a visit of the Dobšinská Ice Cave.

There were also other authors who called attention to caves under the influence of visiting Slovakia. F. Kretz mentioned caves in his travel notes from the Spiš Region. Besides the Belianska Cave he made references to the Aksamitka Cave in Haligovce in the context of his visiting the Red Monastery and the Dunajec River. Within the ambit of a trip to Kláštorisko he mentioned a possibility of visiting the nearby Hrabušická Cave. His last reference was connected to the Dobšinská Ice Cave. In other Kretz's work we can find a mention of the Plavecká Cave. In 1910 S. Tůma wrote about the Dobšinská Ice Cave in his tourist notes. In work from 1911 Klíma similarly made references to the hermit cave on the Skalka, and visiting the Dobšinská Ice Cave.

Data in visitor books from show caves also confirm the great tourist interest in Slovak caves. On the basis of information in a visitor book of the Dobšinská Ice cave we can find out that about 500 Czech tourists visited the cave in 1871 – 1895. Firstly visitors from Moravia and Silesia came here, later visitors from Czech, too. J. Král's visit of the Demänovská Valley from August 1913 is connected with tourist knowing of caves as well.

From standpoint of tourism actual data about caves were provided by travel handbooks. In a guide book from 1889 F. Sláma made references to trips in the High Tatras Mts. and through Slovakia. Besides show caves he also mentioned caves of the Slovak Karst as well as the cave on the Skalka. Drož's publication from 1897 included information of the Belianska Cave. A tourist guide of A. Bayer from 1900 gave information of caves as well. He made references to the Liskovská Cave and the Demänovská Ice Cave in context of trips from Liptovský Mikuláš as well as the Belianska Cave and others in the Tatra area. He particularly wrote about the Dobšinská Ice Cave, and also mentioned the cave on the Skalka near Trenčín, or Svorad's Cave near Nitra. K. Drož's publication from 1906 included the most comprehensive knowledge of the Belianska Cave that appeared in Czech literature till 1918. The work of S. Klíma from 1910 created a part of the Slovak Reading Book, and it should serve as a guide in travelling through Slovakia. It enclosed information of caves as a part of description of individual travelling lines. A year later it was separately issued by F. Bílý.

Mentions in encyclopaedic and scientific works gave evidence of character of specialized interest in caves. F. L. Rieger's educational dictionary issued in 1858 -1874 confirmed this fact as well. The Czech encyclopaedia included headwords in context of Slovak caves, too. It was published by J. Otto in 1888 – 1909. We can also find them in publications of J. Krejčí from 1877, or L. Niederle from 1893. J. L. Barvíř's work was oriented on geological conditions in the Western Tatras Mts. in Hungary. In this connection he mentioned origin of local dripstone and ice caves.

In less extent there were also published data that were not connected with tourist knowing, and motivated by specialized interest. For example in the Universe Magazine from 1880 there was published information by K. Čermák that regarded to a poisonous hole near the Spa in Upper Ružbachy. Specification of names of Slovak mineralogical and geological findings is also related to caves. Mentions of the Dobšinská Ice Cave in the Universe Magazine or some K. Kála's publications belong here as well.

A special capture is devoted to information of the Baradla Cave in Aggtelek. Till 1918 it was a part of the Gemer District. F. L. Rieger made references to the cave in 1860, and K. Čermák in 1884. J. Pokorný published brief information of it in the Potulky in 1885. The first volume of Otto's educational dictionary from 1888 enclosed a headword Aggtelek and F. Sláma made more extensive references to the cave in 1889. A. Bayer mentioned it in a tourist guide from 1900. K. Drož visited the cave in 1898, and published his knowledge in 1901. Later other authors called attention on visiting the cave as well.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	141 – 158	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	-----------	------------------------

JASKYNIARSTVO PRI BANÍCKOM MÚZEU V ROŽŇAVE

PAVOL HORVÁTH

Banické múzeum v Rožňave, Šafárikova 31, 048 01 Rožňava; palkohorvath@gmail.com

Pavol Horváth: Caving at the Mining Museum in Rožňava

Abstract: Rožňava speleologists realized extensive activities in the Slovak Karst. Since 1950 they have been members of the Slovak Speleological Society. Under its management they made an important discovery of the Gombasek Cave. In 1952 they created a voluntary work group of the Directorate for Tourist Traffic in the Committee of Transport, and in 1954 a group of the national company Tourist in Bratislava. They worked in making public the Gombasek Cave, and researched Silica-Gombasek Cave System. In 1959 speleologists worked under the Mining Museum in Rožňava where they remained till renewing the activities of the Slovak Speleological Society in 1970. In 1960s they participated in re-organization of caving in Slovakia what resulted in integrating the caves in the department of culture. In 1964 they discovered the Krásnohorská Cave. After including the caves of the East Slovak Region in administration of the East Slovak Museum in Košice, they established an independent speleological section in the Mining Museum in 1966. Speleologists also realized research in the Zádiel Valley and Kunova Teplica. In Slovakia they were among the first ones who introduced new techniques of ascents and descents by ropes in speleological praxis, and designed speleo-alpinist equipment. After renewing the activities of the Slovak Speleological Society they became members of a new organization but cooperation among speleologists and the Mining Museum lasts up to now.

Key words: Rožňava voluntary group of speleologists, re-organization of caving, Gombasek Cave, Zádiel Valley – karst springs Vízavat, Buzgó, Hučiaca vyvierka, Speleological Section of the Mining Museum in Rožňava

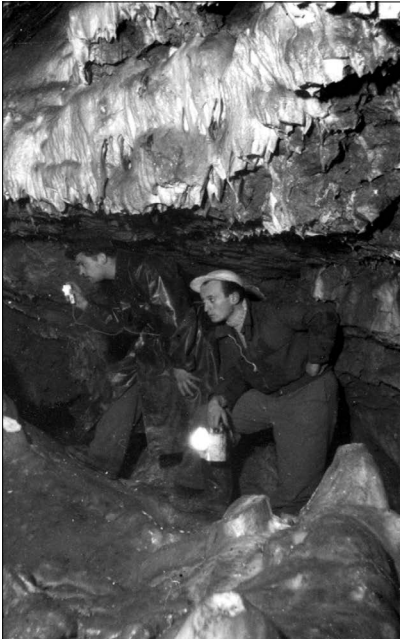
Jaskyniari, ktorí začali svoju činnosť v Rožňave začiatkom päťdesiatych rokov 20. storočia, pôsobili celé jedno desaťročie (v rokoch 1959 – 1969) pri okresnom, neskôr Baníckom múzeu (BM) v Rožňave. Najprv, po znovuoťvorení múzea v roku 1956, ako jaskyniarska skupina archeologickej sekcie vlastivedného krúžku okresného múzea, od roku 1959 ako samostatný jaskyniarsky krúžok a od roku 1966 ako speleologická sekcia BM v Rožňave (SSBMR). Aktívne sa zapojili aj do procesu tvorby koncepcie slovenských jaskýň, keď riadenie, ochrana a prevádzka jaskýň na Slovensku na základe uznesenia Predsedníctva SNR z 26. 6. 1965 prešli z pôsobnosti Ministerstva vnútorného obchodu do pôsobnosti Povereníctva pre školstvo a kultúru¹. Ako prví na Slovensku skúmali možnosti speleoklimatickej terapie v Gombaseckej jaskyni (1965)² s následnou experimentálnou liečbou. V roku 1964 objavili Krásnohorskú jaskyňu. Boli zakladateľmi speleolaboratória pri Gombaseckej jaskyni (1968).

¹ Š. Labancz pripisuje hlavnú zásluhu na reorganizácii koncepcie jaskyniarom z Rožňavy, čo však nie je pravda.

² Výsledky aplikovaného výskumu zhrnuli Štefan Roda, Ladislav Rajman a Karol Klincko v publikácii Možnosti speleoklimatickej terapie v Gombaseckej jaskyni.

1. Vznik skupiny jaskyniarov v Rožňave

O vznik a rozvoj amatérskeho (dobrovoľného) jaskyniarskeho výskumu v Rožňave sa zaslúžili začiatkom 50. rokov 20. storočia traja priatelia. Ich pamiatka je aj v súčasnosti veľmi živá. Viliam Rozložník, Ladislav Herényi st. a Štefan Roda začali spoločne jaskyniarčiť už v roku 1948 v okolí Bôrky, kde bol v tom čase L. Herényi st. učiteľom. Ako jednotlivci sa o jaskyne zaujímali už aj predtým, ale len príležitostne³. Ich prvé jaskyniarske kroky smerovali do Marciho diery na Bôrčianskej planine, kde dosiahli aj svoj prvý objav. Objavenú jaskyňu zamerali a v roku 1951 vyhotovili aj jej plán (obr. 1). Na Hornom vrchu v roku 1951 objavili Okrajovú priepasť a skúmali Čertovu dieru. V roku



Obr. 1. Prieskum jaskyne Marciho diery na Bôrčianskej planine v roku 1948. Foto: V. Rozložník

v okolí Bôrky. S rokom 1948 sa potom spájali následne viazané aj výročia vzniku skupiny⁵. Aj keď jaskyniarska spolupráca V. Rozložníka s ostatnými členmi nevydržala dlho, položili spolu základy moderného rožňavského jaskyniarstva.

Jaskyniarsky výskum a prieskum na Slovensku v tom období zastrešovala SSS, ktorá prieskumné práce na Čiernej vyvieracke podporovala aj finančne. Bolo to však v období, keď po nadobudnutí účinnosti zákona č. 68/1951 o spoločenských organizáciách sa činnosť SSS dostávala do útlmu. Výnosom Povereníctva priemyslu a obchodu prešli sprístupnené jaskyne pod pôsobnosť Riaditeľstva pre cestovný ruch (RCR) pri Povereníctve dopravy (PD). Za jaskyne bola zodpovedná speleologická zložka RCR (zriadili ju v júli 1952). Dňa 28. 3. 1952 na základe rokovania v miestnosti Slovakotouru v Rožňave bez účasti zástupcu SSS prebral RCR zápisnične Čiernu vyvieracku do svojej

1950 na návrh Alexandra Rusňáka začali znižovať hladinu vody Čiernej vyvieracky v Gombaseku. Viliam Rozložník ich 24. 10. 1950 písomne prihlásil do Slovenskej speleologickej spoločnosti (SSS) a následne o svojich aktivitách informovali Vojtecha Benického, tajomníka SSS. V. Benický 17. 11. 1950 oznámil V. Rozložníkovi že ho prijali za člena SSS. Do SSS od 24. 9. 1951 prijali aj A. Rusňáka, Š. Rodu, L. Herényiho st. a Š. Ivancza⁴. Skupina v počiatkoch teda pracovala bez akejkoľvek morálnej a materiálnej podpory. Na jeseň v roku 1951 sa k Čiernej vyvieracke vrátili a pokračovali v prácach, ktoré začali v roku 1950. Za pomerne krátky čas dosiahli za pomoci ďalších priateľov pozoruhodný výsledok – dňa 21. 11. 1951 už pod hlavičkou SSS objavili Gombaseckú jaskyňu.

Prijatím V. Rozložníka do radov SSS v roku 1950, keď sa jaskyniari stávajú členmi oficiálnej organizácie, môžeme hovoriť o vzniku jaskyniarskej skupiny v Rožňave, a to aj napriek tvrdeniu Š. Rodu, ktorý dotoval vznik skupiny na rok 1948, keď začali (Herényi st., Roda, Rozložník) so svojimi jaskyniarskymi aktivitami

³ Dokumentuje to podpis L. Herényiho st. v Majkovej jaskyni pri Silici z roku 1942.

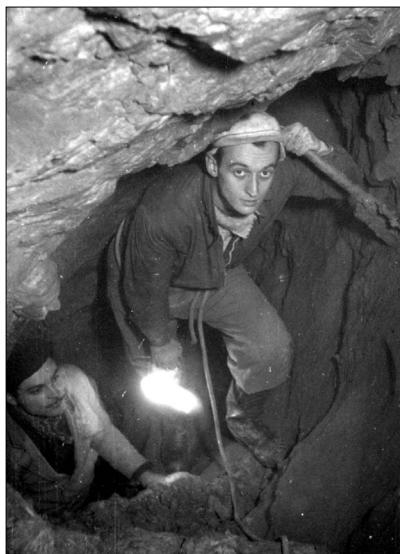
⁴ V dobových dokumentoch sa meno uvádza ako Ivanec, ale v rodnom liste a občianskom preukaze je uvedený ako Ivanecz.

⁵ 35. výročie v r. 1983, 50. výročie v r. 1998 a 60. výr. v roku 2008.

pôsobnosti. Na tomto rokovaní vystupujú objavitelia jaskyne ako Rožňavská skupina speleológov (RSS). Svojej pracovnej skupine dali teda prvý oficiálny názov. Na náklady RCR sa začali práce na sprístupnení jaskyne pre verejnosť, na ktorých sa aktívne podieľali aj členovia RSS. Tieto práce riadil L. Herényi, ktorý sa stal zamestnancom RCR, ako aj prvým správcom jaskyne.

Od 1. 2. 1954 prešla starostlivosť o cestovný ruch pod Slovenský výbor pre telesnú výchovu a šport a vznikol národný podnik Turista v Bratislave, ktorý podporoval (najmä zo stránky materiálnej) aj dobrovoľné jaskyniarske skupiny. Jednou z nich, okrem pôvodnej skupiny, bola aj skupina, ktorú zorganizoval V. Rozložník po odchode z RSS z radov pracovníkov Gemerských železorných baní (GŽB) v Rožňave.

Dňa 13. mája 1956 sa uskutočnilo znovutvorenie expozícií Okresného múzea (OM) v Rožňave⁶. Bol to ďalší dôležitý medzník rožňavského jaskyniarstva. Už v prvých mesiacoch zrodu nového múzea sa začal formovať široký aktív dobrovoľných spolupracovníkov, ktorí pracovali v siedmich sekciách vlastivedného krúžku: banickej, historickej, archeologickej, národopisnej, geologicko-mineralogickej, botanickej a zoolologickej. Jaskyniari ako skupina boli začlenení do archeologickej sekcie č. III⁷, ktorá vykonávala archeologický výskum v spolupráci s Archeologickým ústavom SAV v Nitre v Silickej ľadnici, orientačný výskum s J. Bárdom v jaskyni Leontína (obr. 2) a v Zádielskej doline. Vedúcim jaskyniarskeho krúžku sa stal V. Rozložník, členmi L. Herényi st., Š. Roda, spoluobjavitelia Gombaseckej jaskyne, a Juraj Grüner, vedúci profesionálneho výskumného pracoviska Turista, n. p., v Silici.



Obr. 2. L. Herényi a Š. Roda v jaskyni Leontína. Foto: V. Rozložník

2. Sekcia vlastivedného krúžku Okresného múzea v Rožňave

V roku 1959 sa o činnosť a prácu rožňavských jaskyniarov začal zaujímať Odbor školstva a kultúry (OŠaK) Okresného národného výboru (ONV) v Rožňave. Jaskyniarov sa ujalo Okresné múzeum⁸. Jaskyniarska skupina sa vyčlenila z archeologickej sekcie, rozšírila sa o kompletnú členskú základňu rožňavského dobrovoľného jaskyniarstva a začala pracovať ako ďalší, samostatný jaskyniarsky krúžok – sekcia popri vlastivednom krúžku. Činnosť dobrovoľných jaskyniarov bola v Rožňave širokej verejnosti známa vďaka objaveniu Gombaseckej a Novej brzotínskej jaskyne. Múzeum pokladalo túto činnosť za vlastivednú a ponúklo jaskyniarskej skupine spoluprácu s možnosťou skromnej finančnej pomoci (Labancz, 1973). Podpora múzea významnou mierou prispela ku kvalitatívnemu pozdvihnutiu a aktivizácii činnosti skupiny.

⁶ Od roku 1967 Banické múzeum v Rožňave, aj keď s týmto názvom sa už neoficiálne stretávame po roku 1961.

⁷ Vedúcim archeologickej sekcie bol Gustáv Stibrányi st. Sekcia mala vedeckých spolupracovníkov (J. Pásztor, L. Bánes), archeologickú skupinu v Turni nad Bodvou a jaskyniarsku skupinu v Rožňave.

⁸ Vzišlo to na schôdzi archeologickej sekcie BM už po tragickej smrti V. Rozložníka, keď riaditeľ Š. Labancz prvýkrát sľúbil podporu skupine rožňavských jaskyniarov.

2.1 Gombasecká jaskyňa

V roku 1959 skupina pokračovala v komplexnom prieskume Silicko-gombaseckej jaskynnej sústavy. Začala s presným zameriavaním schodných častí Gombaseckej jaskyne. Keď to dovoľovala výška hladiny Čierneho potoka, členovia skupiny pracovali aj na jej znížovaní pred záverečným sifónom a sprístupňovaní neschodných častí budovaním prístupového chodníka k sifónu. Hlavným zámerom skupiny bolo prekonanie sifónu odstreľom. Jaskyniari však v tomto období nedisponovali žiadnymi finančnými prostriedkami. V pracovných hláseniach č. 1 a č. 2 z 13. 7. 1959 Š. Roda uvádzal: „*Nakolko naša práca nie je finančne podporovaná, požiadali sme Okresné múzeum v Rožňave o financovanie 2 m³ reziva (fošne), riaditeľ ktorého, Š. Labanc, nám aj ochotne pomohol a zaistil dodávku od MNV*“⁹ (Miestny národný výbor v Rožňave). Toto je prvý písomný údaj o činnosti skupiny pri OM, aj keď svoje pracovné aktivity vykonávala táto skupina aj pred uvedeným dátumom. V pracovnom hlásení č. 1 je uvedený aj menoslov členov skupiny:

„*Kvôli evidencii oznamujeme menoslov stálych členov našej skupiny. Sú to:*

Sóllós Július, profesor

Labancz Štefan, riaditeľ múzea

Szűcs Ladislav, robotník

Šalomon Zoltán, študent

Dr. Furiel František, geológ

*Zagiba Ladislav, rádiomechanik*¹⁰

Ing. Abonyi Arpád, geológ

Herényi Ladislav, správca jaskyne

ml. Varga Július, elektromechanik

st. Varga Július, dôchodca

Roda Štefan, lekárnik

Kerpán Eugen, merač

Menoslov bol potrebný pravdepodobne pre evidenciu Okresného múzea. Iný dôvod na jeho uvádzanie v polovici roka nie je pravdepodobný. Aj nový názov *Rožňavská dobrovoľná skupina jaskyniarov* ešte bez uvedenia múzea v názve pochádza zrejme zo začiatku spolupráce s múzeom (v ďalšom to ešte potvrdilo pracovné hlásenie č. 25). Z pracovného hlásenia č. 2 sa dozvedáme, že „*Š. Labanc 10. 7. t. r. dovezol nákladným autom 1,8 m³ reziva*“¹¹ a 12. 7. 1959 sa uskutočnila prvá „*brigáda na začatie prác v akcii sifónu*“¹². Vysoká hladina vody v hlinitej chodbe klesla a chodba sa stala schodnou.

Štefan Labancz v roku 1973 datoval počiatky spolupráce s múzeom na rok 1959. Následne mylne uviedol ako dátum prvej spoločnej akcie jaskyniarov, ktorou mal byť potápačský prieskum sifónu Gombaseckej jaskyne pod patronátom múzea v spolupráci s maďarskými potápačmi, október 1959 namiesto roku 1961. Ján Faško zhodne uvádza¹², že skupina začala pracovať ako jaskyniarska sekcia pri OM v Rožňave v júli 1959. V pracovných denníkoch nachádzame názov skupiny „*Jaskyniarska sekcia pri O. M. v Rožňave*“, z čoho je zrejme spolupráca – účinkovanie jaskyniarov v spolupráci s múzeom až z pracovného hlásenia č. 41 z 24. 11. 1960.

⁹ Pracovný denník skupiny. Archív Banického múzea, pozostalosť Š. Rodu.

¹⁰ Zagiba a Vargovci prišli zo skupiny V. Rozložníka.

¹¹ Zvyšky reziva – chodníka a plošiny boli z jaskyne odstránené v roku 2003 pri čistení jaskyne.

¹² J. Faško, Správa o vzniku a činnosti rožňavských jaskyniarov, 1985. Archív Banického múzea. Pozostalosť Š. Rodu.

V júli 1959 Turista, n. p., vyslal na prieskumné práce do oblasti Silicko-gombaseckej jaskynnej sústavy, teda do záujmovej oblasti, skupiny profesionálnych pracovníkov prieskumu, čo vyvolalo v skupine rozhorčenie, patrične okomentované v hlásení č. 2.: „Mienka je tá, že naša skupina je natol'ko silná, aby bola schopná vypracovať a previesť určený prieskum komplexný v uvedenej oblasti. Konečne je nerentabilné nasadzovať financie a pracovnú silu tam, kde sú na to dobrovoľníci.“

Znižovanie hladiny Čierneho potoka prestrievaním jeho koryta si vyžadovalo mechanizáciu, keďže ručné vyhotovovanie vývrtov bola namáhavá činnosť. Preto si pomáhali motorovou benzínovou vrtačkou „motorbrecherom“ požičanou z Dobšinskej ľadovej jaskyne. Znamená to, že spolupráca pretrvávala aj s n. p. Turista, ktorý jaskyňu spravoval a od ktorého žiadali listom zo 6. 10. 1959 dodať novú vrtačku, lebo požičaná z Dobšinskej ľadovej jaskyne sa pokazila. Zároveň žiadali dodať gumené čižmy, karbidové lampy, hliníkové rebríky potrebné na prieskum komínov, nafukovací čln a pracovné šaty – montérky¹³. K listu priložili pre potreby Turistu aj pracovné hlásenie, ktoré sa však v archíve BM nenachádza. Môže to byť jedno z pracovných hlásení č. 1 – 16, z ktorých sa v pozostalosti Š. Rodu zachovali len kópie. Pracovné hlásenia od č. 17 z 23. 10. 1959 sa v trhacom bloku zachovali aj v origináli, čo znamená, že sa neposielali, resp. archivovali aj na inom mieste. Zapožičanie motorovej vrtačky urgovali 1. 1. 1959 a zároveň žiadali dodať nafukovacie člny. Škoda, že k dispozícii nie je žiadny dokument, z ktorého by bolo zrejmé prípadné oficiálne ukončenie spolupráce jaskyniarskej skupiny s n. p. Turista pred jeho zánikom v roku 1963.

Hladinu vody pred sífonom v priebehu roka znížili zhruba o 30 cm vystrievaním a prečistením koryta riečiska. Strelné práce uskutočňoval A. Abonyi, ktorý mal na to oprávnenie. Pred sífonom bolo potrebné vybudovať nad vodou pracovnú plošinu, z ktorej sa dali uskutočniť vrtné práce. Sífón, o ktorého smerovaní nemali žiadne vedomosti, chceli obísť prestrievaným tunelom. Keď sa na akciu zišli v dostatočnom počte, venovali sa aj výskumom komínov. Aj 26. 7. 1959 (hlásenie č. 6) pracovali na znižovaní hladiny. Cestu k sífónu mali v tom čase už vybudovanú za Veľký vodopád a po sífón chýbalo vybudovať ešte 60 m. Zaujímavá je však poznámka v pracovnom hlásení o dokončení výškového zamerania všetkých priestorov až po riečisko: „Z výpočtov merania určíme potom možnosť spojitosti Mramorovej studne v suchej chodbe so sífonom v Hlinitej chodbe“.

V dňoch od 7. do 11. 9. 1959 „členovia pôvodnej skupiny objaviteľov jaskyne v Gombaseku“ s Krátkym filmom Praha natočili dokumentárny film o objave jaskyne s názvom *Objavitelia krásy*. Filmovania sa zúčastnili L. Herényi st., Š. Ivanecz, A. Abonyi, Š. Roda a namiesto nebohého V. Rozložníka E. Kerpán (obr. 3).

Dňa 24. 10. 1959 dostala skupina od pracovníka Československej akadémie vied (ČSAV) v Brne Vladimíra Panoša telegram, v ktorom oznamuje, že v dňoch 27. – 30. 10. 1959 sa uskutoční potápačský prieskum sífónu v Gombaseku (tento prieskum bol dohodnutý ešte s V. Rozložníkom). Skupina na to



Obr. 3. Natáčanie dokumentárneho filmu *Objavitelia krásy* v Gombaseckej jaskyni v roku 1959. Krátky film Praha

¹³ Požadovaný materiál v určitom množstve Turista poslal skupine.

zareagovala negatívne: „*Poznajúc plány skupiny na komplexný prieskum Silicko-Gombaseckej jaskynnej sústavy, ktoré mimo iných obsahujú preskúmanie a odstrel sífónu, je zrejmy postoj členov. Sme presvedčení, že schopnosti skupiny sú také, že keď sme dokázali pripraviť za ťažkých podmienok akciu, tak ju aj prevedieme.*“ Pracovníci SAV Brno došli do Gombaseku 28. 10. 1959. Š. Roda im vysvetlil situáciu a postoj členov, čo V. Panoš plne pochopil (údajne) a podporil ich pôvodné plány. V popoludňajších hodinách si na pozvanie skupiny prezreli pracovisko a „*uspokojení*“ odišli. Pôvodne sa V. Panoš s V. Rozložníkom dohodli ešte v roku 1957, že mu prídu pomôcť pri pokuse o podplávanie sífónu. Mala to byť odplata za Rozložníkov pokus podplávať sífón Jalového koryta v Macoche, z čoho medzi Rozložníkom a n. p. Turista vzniklo ešte v roku 1958 aj menšie nedorozumenie. Tento pokus sa mal pôvodne uskutočniť 1. 7. 1958, čo prípisom zo dňa 20. 6. 1958 Leonard Blaha, vedúci speleologického oddelenia n. p. Turista Rozložníkovi vyčítal z odôvodnením, že hodlá uskutočniť prieskum s „*nejakými moravskými jaskyniarimi bez vyžiadania súhlasu a povolenia (Turistu) pre jaskyniarov z Moravy*“¹⁴.

Po prečistení riečiska pred sífónom dňa 4. 11. 1959 začala voda klesať. Sífón sa v ten deň prvýkrát „*otvorí nad hladinou asi 5 cm hlasným ggotaním*“ a nad vodou vznikol vzdušný priestor. „*Máme veľkú radosť a s výsledkom plne spokojný odchádzame*“, dozvedáme sa z pracovného hlásenia.

Práce v jaskyni, zväčša po pracovnom čase a v nedeľu, sústavne pokračovali. Skupine okrem stálych členov pomáhali aj príležitostní pracovníci. V pracovnom hlásení č. 25 z 6. 11. 1959, ktoré svojím obsahom výslovne potvrdzuje, že skupina pri Okresnom múzeu pracuje od roku 1959, nachádzame pozmenený menoslov stálych členov skupiny. Z pôvodného menoslovu vypadol J. Szöllös, pribudli Zoltán Krausz – fotograf, Otokár Oravec – banský merač a technik Eduard Rosiar, čím sa 12-členná skupina rozrástla na 14 stálych členov. Je zaujímavé, že v menoslove ani v jednom prípade nefiguruje Š. Ivanecz.

Dňa 8. 11. 1959 zostúpili dvaja členovia skupiny v plávacích oblekoch po doske, na ktorú boli pribité priečky ako schody, do hlbkej vody a preplávali k ústiu sífónu – pukliny, ktorú sa po znížení hladiny riečiska podarilo nájsť „*...a ggotaním dokázala spojenie s priestormi za sífónom*“. Prepchaním palice cez 5 – 6 cm širokú puklinu skonštatovali, že sífón je „hrubý“ cca 1 m. Táto domnienka sa však neskôr ukázala ako mylná. Po prestrieľaní pukliny sa potvrdilo, že to bola len „predsienka“ – vzdušná bublina v rozrušenej tektonike záverečného sífónu. Z rozšírenej pukliny vystupoval do výšky 5 m komín, ktorým predpokladali prekonanie sífónu obchádzkou. Aby sa však dalo do komína naliezť, museli aj v pukline vybudovať podlahu. Žiaľ, ani po niekoľkých ďalších náročných akciách sa sífón nepodarilo obísť ani prestrieľaním, ani obídením cez komín. Pritom do komína vkladali veľké nádeje, čo dokazuje text v pracovnom hlásení č. 27: „*Tento uvedený komín má tak jasné kľúčové postavenie čo zrejme dokazuje možnú cestu dostať sa von zo systému puklín za sífónom. Hlavným dôkazom toho je, že keď kľudne počúvame hlavou v pukline je zrejme počuť ďaleký hukot čo poukazuje len na pereje riečišťa, alebo vodopád v chodbe.*“ Obrovské sklamanie z neprekonateľnej prekážky určite vystupňovala akcia 29. 11. 1959, keď ich po príchode k sífónu privítala natoľko priesračná voda, že akumulátorovou lampou presvietili jazero sífónu a videli jeho portál, vysoký 8 – 10 m a široký 4 – 5 m. Dno sífónu neustále klesalo a z objavenej komory odmerali aj jeho hĺbku 20 m (hlásenie č. 32). Skupina pracovala naposledy v Gombaseckej jaskyni 31. 3. 1960. Po bezvýsledných pokusoch prekonať sífón si členovia skupiny dopriali od jaskýň dlhšiu pauzu.

¹⁴ Archív Banického múzea v Rožňave, pozostalosť Š. Rodu.

Celkom sa však na Gombaseckú jaskyňu nezabudlo. Hoci roku 1961 už pracovali v Zádielskej doline, do Gombaseckej jaskyne odišli 4. 5. 1961 v popoludňajších hodinách A. Abonyi, L. Zagiba, E. Kerpán a Š. Roda, aby pripravili prístup k sifónu pre potápačov. Potápači z Budapešti uskutočnili na základe pozvania riaditeľa OM Š. Labancza a A. Abonyiho, vedúceho jaskyniarskej skupiny, pokus o prekonanie sifónu v dňoch 7. – 9. 5. 1961. Prekonať sa ho však nepodarilo. Len čo potápač telom zúžil otvor sifónu, začal ho zavaľovať piesok z bočných stien. Určili však jeho hĺbku a smer. Ďalej skonštatovali, že ďalší prieskum je možný len s hadicovým prístrojom systému „Nargila“ (s prívodom vzduchu hadicou, pomocou ručnej vzduchovej pumpy alebo elektrického kompresora, umiestneného nad hladinou vody). Pomocných prác pri pokuse sa zúčastnila celá skupina. Maďarským potápačom pripravili bohatý program, spojený s návštevou Betliara, Dobšinskej ľadovej jaskyne, prehliadkou mesta a nechýbala ani slávnostná večera.

Druhý potápačský pokus, krátko po prvom, uskutočnil n. p. Turista za pomoci bratislavských potápačov. Na jeseň roku 1962 sa v tomto sifóne potápali aj zväzarmovskí potápači z Bratislavy. Napriek veľkému úsiliu sa sifón prekonať nepodarilo. Akcia v roku 1962 potvrdila predpoklady, že sifón sa s klasickým výstrojom prekonať nedá. Pozitívom bolo spresnenie smerovania sifónu, čo bolo dôležité pre ďalší postup prekonania prírodnej prekážky pomocou plánovaných strelných prác. Práce nad sifónom však vyžadovali vybudovanie pevnej pracovnej plošiny. Tieto práce skupina prenechala budúcim generáciám.

V roku 1964 dokončili jaskyniari zameranie Gombaseckej jaskyne. Podľa týchto meraní A. Abonyi vykreslil jej plán a tým sa prieskumné aktivity v jaskyni na dlhší čas skončili. Ďalšie úsilie jaskyniarov o nájdenie pokračovania jaskyne nevedlo zatiaľ k objavu nových priestorov. Záverečný sifón je dodnes výzvou pre súčasných speleopotápačov.

2.2 Zádielska dolina – krasový prameň Vízavat

Dňa 28. 9. 1960 sa skupina stretla na schôdzi v priestoroch Okresného múzea¹⁵. Schôdzu zvolal riaditeľ Š. Labancz a jej predmetom bolo začatie výskumu krasového prameňa Vízavat v severnej časti Zádielskej doliny. Voda vyvierala spod mohutnej svahovej sutiny. Dostať sa k otvoru novej jaskyne preto vyžadovalo odstrániť veľké množstvo kameňa a štrku. Pôvodný odhad bol asi na 200 m³, druhý, realistickejší z roku 1962 už hovoril o 1500 m³. Odstrániť toto množstvo sutiny bolo bez mechanizácie nemysliteľné. Navyše sa sústavne zosúvala. Tajomník Okresného výboru Komunistickej strany Slovenska (OV KSS) Pavol Juhás zabezpečil od n. p. Štátne cesty autobager. Zástupca odboru kultúry Okresného národného výboru v Rožňave (ONV) Tibor György¹⁶ zabezpečil finančnú pomoc OM v sume 4500 Kčs. Prvé práce na odkrývaní vyvieracky sa uskutočnili v dňoch 8. a 9. 10. 1960. O podpore jaskyniarskeho výskumu okresnými orgánmi svedčí návšteva tajomníkov OV KSS Komáromiho a Juhása priamo na pracovisku. Keďže sutina sa pre konfiguráciu terénu dala odstrániť autobagrom len čiastočne, jej zvyšnú časť jaskyniari ťažili ručne pomocou lopát a fúrika. V roku 1960 pracovali na výkopových prácach aj dvaja pracovníci Jednotného roľníckeho družstva Úsvit (JRD) v Bôrke na náklady ONV. Na lokalite odpracovali 23 dní¹⁷. Vo voľnom čase sa prác zúčastňovali popri pracovníkoch JRD aj členovia jaskyniarskej skupiny. V roku 1961 sa

¹⁵ Pracovné hlásenie č. 37 z 1. 10. 1960.

¹⁶ Neskôr riaditeľ Múzea v Betliari, dnes špecializovanej organizačnej jednotky Slovenského národného múzea v Bratislave.

¹⁷ Podľa výplatnej listiny z 22. 1. 1963 pracovali na lokalite brigádnici z JRD aj koncom roka 1962 alebo na prelome rokov 1962 – 1963. Denná mzda bola 50 Kčs.

k rožňavskej skupine pripojili jaskyniarske skupiny z Plešivca a zo Šivetíc¹⁸. Plešivská skupina pracovala na lokalite Miškov potok (Mišuka) pri Vidovej a šivetická na lokalite pri Gemerskej Teplici a v Kameňanoch. Jaskyniari zo Šivetíc po príchode do rožňavskej skupiny figurovali ako jej pobočná skupina a prvej spoločnej akcie sa zúčastnili 18. 3. 1961 v Zádieli (pracovné hlásenie č. 49). Aby jaskyniari nemuseli byť ubytovaní v turistickej chate v Zádielskej doline, postavili si v dňoch 22. a 23. 3. 1961 priamo na odvalovej halde pracoviska drevenú chatku (maringotku) pre 11 ľudí, ktorá stojí dodnes.



Obr. 4. Krasový prameň Vízavat. Nakladanie sutiny priamo zo svahu strže pomocou rozpolenej rúry do banského vozíka typu kačák

peňazí z predaja štrku a na náklady ONV sa členovia jaskyniarskej skupiny zúčastnili študijných zájazdov organizovaných Baníckym múzeom v Rožňave do Maďarska (1964), bývalej Juhoslávie (1966) a Rakúska (1967).

2.3 Krásnohorská Dlhá Lúka – krasový prameň Buzgó

Práca v Zádielskej doline neprinesla očakávaný výsledok, a preto skupina presunula svoje aktivity do Krásnohorskej Dlhej Lúky ku krasovému prameňu Buzgó. História jeho prieskumu siaha až do roku 1953, keď sa V. Rozložník so skupinou rozhodol túto vyvieracku otvoriť. V roku 1954 tu na jar intenzívne pracovali, kým v novoobjavenej Novej brzotínskej jaskyni neklesla voda, aby mohli pokračovať v jej prieskume. Do jaskyne sa však nedostali, pretože celú ich kapacitu pohltil prieskum Brzotínskej jaskyne. V prieskume pokračovali až v októbri 1956, kedy vodohospodárska služba prečistila asi 30 m povrchového toku vyvieracky Buzgó. Tým sa otvorila menšia štrbina

V roku 1962 na pracovisku vybudovali koľajovú dráhu na dopravu sutiny s banským vozíkom typu „kačák“¹⁹, (obr. 4), do ktorého sa pomocou rozpolenej rúry nakladala sutina priamo zo svahu, čo čiastočne odstránilo potrebu nakladať ju lopatami. Na lokalite Vízavat sa intenzívne pracovalo do roku 1963, keď skupina preniesla svoje aktivity do Krásnohorskej Dlhej Lúky. V roku 1966 vybudovali členovia sekcie za pomoci n. p. Strojová a traktorová stanica v Rožňave prízjazdovú cestu na plošinu pracoviska, aby sa umožnil odvoz štrku priamo z pracovného profilu pomocou mechanizácie. Sporadicky sa na lokalite pracovalo až do roku 1985²⁰. Po oživení SSS v roku 1970 lokalita Vízavat pripadla do pôsobnosti oblastnej skupiny Košice-Jasov, preto od roku 1970 tu OS Rožňava vykonávala prieskumné práce len na základe vzájomnej dohody medzi skupinami²¹. Zistený výskyt endemických druhov slimákov a lišajníkov po roku 1985 – 1986 prieskumné práce definitívne ukončil.

Časť materiálu vyťaženého na pracovisku odkúpili Štátne cesty, n. p. (1967). Z utržených

¹⁸ Jaskyniarsku skupinu v Šiveticiach založil F. Szarka, spoluobjaviteľ Novej brzotínskej jaskyne, ktorý sa do Šivetíc príznenil.

¹⁹ Banský vozík s otočnou vyklápacou korbou na dopravu rúbaniny.

²⁰ Pomocou mechanizmov bola sutina odstránená ešte v rokoch 1971 a 1985. Na lokalite naposledy pracoval autor príspevku s Ladislavom Herényim ml. a Dušanom Hujdičom.

²¹ Prvé vážnejšie problémy, ktoré sa vyskytli v roku 1977, sa doriešili na spoločnom stretnutí 19. 2. 1977. Aspoň v takejto domnienke pracovali Rožňavčania na lokalite.

medzi kompaktnou horninou a riečiskom, cez ktorú bolo cítiť silný prievan. Cez túto štrbinu sa 21. 10. 1956 dostali Ján Kubenko, J. Varga ml., L. Herényi st. a V. Rozložník do prvej menšej siene, z ktorej stúpala zavalená komín s cíteľným prievanom. Komín skúmali v roku 1958, ale pre plánovanú výstavbu vodovodu ďalší prieskum lokality zastavili. Mesto nakoniec vodovod neurobilo, a preto mohla jaskyniarska skupina 14. 3. 1963 prieskumné práce na lokalite obnoviť. Podmienky neumožnili taký rýchly prienik do jaskynnej sústavy, ako to bolo v prípade Gombaseku.

Vchod, prvýkrát odkrytý v roku 1956, sa podarilo sprístupniť až po dvojmesačnej sústavnej práci prehĺbením koryta riečiska asi o 1,5 m, čím sa dostali do prvej siene s komínom. Keď meraniami vylúčili, že prievan neprúdi z povrchu cez tektonickú poruchu, ale z priestorov jaskyne, rozhodli sa komín prestrieľať. Od 6. 7. 1963 organizovali rožňavskí jaskyniari prvý pracovný tábor. Pretože postup bol cez úžiny, dopravu materiálu vyriešili lanovkou, ktorú inštalovali na jar roku 1964²². Od 11. 7. 1964 zorganizovali ďalší pracovný (jaskyniarsky) týždeň. Do 17. 7. postúpili úzkou puklinou o 12 m, kde sa po 15 voľných metroch dostali k nánosom hliny, ktorá úplne uzatvorila chodbu. Prekonanie prekážky, o ktorej nevedeli, že je posledná, nechali na ďalší deň. *Štyri hodiny sme sa dreli, až nakoniec hlina povolila, bola k nám „štedrá“.* Plazili sme sa ešte 15 m, boli najťažšie, možno zo všetkých 180 a 18. júla 1964 objavili členovia rožňavskej skupiny L. Herényi st., Vojtech Zabari, Ladislav Zagiba, Ján Gebe, Š. Ivanecz, Ondrej Takáč, Štefan Óváry, Tibor Ehrenfeld, Ondrej Gotthard a Š. Roda, organizovaní v speleologickej sekcii BM v Rožňave, za aktívnej pomoci Zoltána Krausza, Zoltána Šalamona, Ladislava Szántóa, Tibora Borzoviča a Štefana Tatára časť podzemného riečiska jednej z najvýznamnejších jaskýň Slovenského krasu v dĺžke 780 m, končiacej sa podzemným jazerom. A to ešte nevedeli o 32,6 m vysokom „Kvapli rožňavských jaskyniarov“, považovanom v čase jeho objavu za najvyšší na svete. Na objavných prácach odpracovali jaskyniari v roku 1963 na 28 pracovných akciách 986 hodín a v roku 1964, do objavu jaskyne za 21 pracovných dní 1352 hodín. Príležitostne sa prác na lokalite zúčastnili aj Š. Óváry ml., E. Kerpán, J. Grüner ml., Š. Labancz, L. Janečko.

Objav alebo prvý prienik do voľných priestorov jaskyne mal svoju predohru. Ozdolanie prekážky, o ktorej nevedeli, že bude posledná, sa podľa rozprávania F. Szarku zaslúžili jaskyniari zo Šivetíc. Tí došli na pracovisko popoludní, keď Rožňavčania už v ten deň práce prerušili. Aby nešli dnu sami, z Rožňavčanov šiel s nimi O. Gotthard a O. Takáč. Po počiatočnej radosťi, že prenikli do voľných priestorov (dostali sa pár metrov po prvé jazero) *veľmi škaredo na nás pozreli: „znesvätili ste jaskyňu, prečo ste sa nevrátili von?“*, zaspomínal F. Szarka zo Šivetíc²³. Podľa dohody totiž po prekonaní prekážky mali ďalej do jaskyne ísť až spoločne nasledujúci deň. Nepomohol ani argument, že na lokalite pracovali už v roku 1954 s V. Rozložníkom. Obvinenia (aj oprávnené) vždy padnú zle, a preto sa jaskyniari zo Šivetíc pobrali domov a na spoločné akcie s Rožňavčanmi už viac nechodili. Dohody by sa mali dodržiavať, ale nakoniec nič také strašné sa nestalo. Pána Szarku najviac mrzí, že sa ich nezastal ani Š. Roda.

Od 10. 8. 1964 začali členovia jaskyniarskej skupiny pod vedením A. Abonyiho jaskyňu zameriavať, 22. 8. 1964 V. Zabari, L. Szántó a T. Borzovič fotografovali jej priestory. Ďalšie fotografovanie sa uskutočnilo 6. 9. 1964 za účasti Š. Óváriho, V. Zabariho, L. Gebeho, O. Takáča, O. Gottharda a Gebeho ml. Dňa 10. 10. 1964 sa zúčastnili na

²² Dopravná nádoba lanovky s pojazdovou kladkou a s lanovým vedením sa vďaka premeriavaniu jaskyne Speleoklubom Minotaurus v roku 2003 dostala z objavnej chodby do zbierok Banického múzea. Prepravné nádoby v tvare člna s nosnosťou asi 30 kg materiálu boli pôvodne vyrobené dve.

²³ Zvuková nahrávka, archív Banického múzea. Kazeta SP 3. 2002.

brigáde žiaci strednej priemyselnej školy stavebnej. Škoda, že z pracovného hlásenia nie je zrejmé, akú činnosť vykonávali²⁴.

Prístup do jaskyne objavnu chodbou bol obťažný, preto sa pristúpilo k jej sprístupneniu umelým vchodom formou úklonného banského diela v celkovej dĺžke 48 metrov, s úklonom 14 °. Časť úpadnice bola zaistená proti zavaleniu celoprofilovou verajovou výstužou z tvrdého dreva v dĺžke 30 m a svetlom profile 1,6 × 1,9 m. Práce na razení umelého vchodu jaskyne formou brigád vykonávali členovia jaskyniarskej skupiny, brigádnicí zo Železozrudných baní v Rožňave a baníci – dôchodcovia za úhradu.

Podľa pracovného hlásenia členovia skupiny budovali ponad riečisko drevené lavičky na uľahčenie pohybu filmárov v jaskyni, a to 26. 2. 1965 v zostave Š. Zagiba, Š. Ivanecz, Š. Roda a 27. 2. V. Zabari, J. Gebe, J. Gebe ml., O. Takács, Š. Zagiba, Š. Óváry, Š. Ivanecz, L. Herényi a Š. Roda. Dňa 28. 2. 1965 natočila Slovenská televízia prvý dokument o jaskyni, ktorý bol odvysielaný 2. 4. 1965 v relácii Kamera na cestách. Záznam filmu sa v archíve Košickej televízie nezachoval. Natáčania sa zúčastnili Vojtech Zabary, J. Gebe, J. Gebe ml., O. Takács, Š. Zagiba, Š. Óváry, Š. Ivanecz, L. Herényi, Š. Roda a Š. Labancz.

Po objave bolo hlavným cieľom skupiny sprístupniť jaskyňu verejnosti a následne vybudovať v jej okolí rekreačné centrum. Dňa 20. 4. 1965 navštívili jaskyňu členovia Poradného zboru pre veci jaskýň pri SNR, na ktorých zapôsobila silným dojmom, vďaka čomu zápisnične odporučili jej sprístupnenie. Zápisnica sa však v archíve BM nenachádza. Návšteva jaskyne členmi poradného zboru sa spomína v úvode Investičného zámeru na sprístupnenie Krásnohorskej jaskyne. Investičnú úlohu s názvom „Sprístupnenie Krásnohorskej jaskyne a výstavba príslušného areálu na povrchu so zámerom ich spoločného využitia“ vypracovala projekčná skupina Speleologickej sekcie BM 23. 9. 1965 pod vedením A. Abonyiho. Investorom bolo Východoslovenské múzeum (VSM) v Košiciach, potom, keď začlenenie jaskýň, ich prieskum a prevádzka uznesením NR č. 101/65 zo dňa 24. 6. 1965 prešli do správy krajských múzeí po ich vyňatí z Ministerstva vnútorného obchodu a začlenení do podniku pri Povereníctve školstva a kultúry SNR.

V máji a auguste 1965 sa počas jaskyniarskeho týždňa do meracích prác v jaskyni zapojili aj noví členovia sekcie Peter Štefanča a Jozef Zlocha²⁵. Týždenného tábora sa zúčastnilo 14 členov skupiny. Počas jaskyniarskeho týždňa ukončili jaskyniari zameriavanie jaskyne s následným vyhotovením jej plánu. Objavili dva nové priestory – Herényiho galériu a Rožňavskú galériu a určili výšku Kvapľa rožňavských jaskyniarov na 32,706 m.

V pláne činnosti na rok 1966 bol aj potápačský prieskum sifónu v Marikinom jazere na konci objavených častí Krásnohorskej jaskyne. Pozvaní bratislavskí zväzarmovskí potápači prieskum odmietli pre nedostatočný výstroj, a preto skupina požiadala o pomoc maďarských potápačov. Tí uskutočnili prieskum sifónu v dňoch 1. – 3. 4. 1966. Členovia jaskyniarskej skupiny predtým vybudovali z dlhých dosák a gumených člnov „prístavisko“, ktoré siahalo až do tretiny jazera, čo zabránilo zakaleniu vody. Potápač mal takto prístup priamo do hlbkej vody (obr. 5). Akcie sa zúčastnil redaktor Východoslovenských novín Ján Grenda a z Československej tlačovej kancelárie Gabriel Bodnár. Prvý pokus o zanorenie uskutočnil Tomáš Haraszi, profesionálny potápač Maďarskej riečnej flotily²⁶. Napriek viacerým pokusom sa sifón nepodarilo prekonať. (Prekonal ho až v roku 1982 Jozef Kucharovič.)

V auguste 1966 skupina preniesla svoje aktivity na vyvieracku Hučiaca – Zúgó v katastri obce Kunova Teplica. Počnúc októbrom 1966 sekcia usporiadala raz me-

²⁴ Š. Roda, ktorý písal pracovné hlásenia od č. 62 zo 6. 10. 1961, upustil od podrobného opisu vykonávanej činnosti.

²⁵ V roku 1992 sa stal Ing. J. Zlocha ministrom životného prostredia SR.

²⁶ Správa o potápačskej akcii. Archív Banického múzea. Pozostalosť Š. Rodu.

sačne 3 tzv. klubové večery, na ktorých odzneli odborné prednášky s tematikou základná geológia krasu (O. Rozložník), aragonit a jeho formy (M. Erdős) a geologické pomery a problémy speleológie v oblasti Radzimu (P. Štefanča). Počas roka 1966 skupina odpracovala na fyzickom prieskume 1636 hodín.

Členovia šivetickej časti skupiny objavili v roku 1966 Gemersko-teplickú jaskyňu v Jelšavskej Teplici.

2.4 Hučiaca vyvieračka – Zúgó v Kunovej Teplici

Výskum lokality Hučiaca vyvieračka odsúhlasila členská základňa na schôdzi

sekcie 15. 8. 1966. Následne 20. 8. 1966 začali jaskyniari na lokalite prieskumné práce. Pri výbere pracoviska zohrala úlohu nezodpovedaná otázka priebehu jaskynných chodieb po objave Novej brzotínskej jaskyne v eróznej báze pod úrovňou rieky Slaná. Keďže dovtedy sa nepodarilo prekonať niektorý zo sifónov riečnych jaskýň na západnom úpätí Plešivskej planiny, potvrdenie priebehu jaskynných chodieb pod úrovňou rieky Slaná a vyriešenie celkovej geologickej stavby územia by bolo východiskom k objaveniu jaskynných priestorov niektorej vyvieračky v morfológicky odlišnom údolí Štítnického potoka. Krasový prameň sa nachádza na západnom úpätí Plešivskej planiny v údolí potoka Štítnik, asi 1500 m severne od obce Kunova Teplica.

Prvý výskum na lokalite uskutočnila jaskyniarska skupina SSS zo Štítnika, vedená bratmi Tiborom a Jánom Kamenskými. V zimnom období roku 1952 sa za niekoľko týždňov prepracovali pod zamrznutý sutinový kužeľ do vzdialenosti asi 5 m. Nevystužená chodbička sa však na jar zasykala.

Podľa návrhu plánu práce plánovali členovia sekcie na lokalite uskutočniť objav jaskynných priestorov s následným zameraním a vyhotovením základnej dokumentácie. V správe alebo fragmente plánu činnosti, písaného rukou,²⁷ sa uvádza, že znížením hladiny riečiska, prehĺbením jeho vonkajšieho koryta a rozširovaním vodou opustených puklín výstupného sifónu postúpili horizontálne o 40 m. Predpokladali dosiahnuť podzemné riečisko po opustení silne porušenej a zosunutej vstupnej časti po 5 – 10 metroch, kde by už mali pokračovať v kompaktnej hornine. *Na tento rok (pravdepodobne 1967, pretože už bol zaznamenaný postup o 40 m) plánujeme uskutočniť objav jaskynných priestorov a začatie základnej dokumentácie. Predpokladaná intenzita: asi 30 pracovných dní po 10 hod. za prítomnosti priemerne 10 členov. Spolu 3 000 pracovných hodín. Ešte nevedeli, ako sa mýlia. V dokumente²⁸ sa okrem toho uvádza, že 23 pracovných dní budú jednodňové a 7 dní akcia jednorázová – osvedčený Jaskyniarsky týždeň Rožňavskej skupiny.* Podľa záznamu z pracovného denníka odpracovali jaskyniari na lokalite do 22. 10. 1966 spolu 480 hodín v priebehu 9 dní. Z profilu odstránili, čiastočne pomocou výbušnín, asi 70 m³ materiálu, ktorý pomocou ručných nástrojov premiestnili do vzdialenosti 25 m. Znamená to, že dokument – fragment plánu činnosti, v ktorom plánujú odpracovať 30 pracovných dní, bol plánom na rok 1967.

²⁷ Archív Banického múzea, pozostalosť Š. Rodu.

²⁸ Tamže.



Obr. 5. Prístavisko na Marikinom jazere v Krásnohorskej jaskyni v roku 1966. Foto: J. Grenda

Dňa 10. 9. 1966 uskutočnili v odtoku riečiska farbiacu skúšku. V čase pozorovania od 13.30 do 18.30 hod. sa sfarbenie vo vyvieračkách č. 2 a 3 nezjavilo. Ďalší farbiaci pokus sa uskutočnil 17. 9. 1966. Chemicky čistý fluorescín v množstve 50 g naliali o 10.30 hod. do vyvieračky č. 1. O 12.00 hod. sa vo vyvieračkách č. 2 a 3 objavil náznak sfarbenia. O 14.00 hod. bolo sfarbenie vody intenzívne, kým o 17.00 hod. to už bol zase len náznak a o 18.00 hod. sfarbenie vody prestalo. Znižovaním hladiny vody vo vyvieračke č. 1 sa viditeľne začala znižovať výdatnosť vyvieračiek č. 2 a 3. *Ako aj samotná morfológia ukazuje, vyv. č. 1. je pôvodná a č. 2. a 3. sú geneticky mladšie. Závalom výstupnej časti vyv. č. 1. a tým vytvoreným sífónovým jazerom za týmto sa vytvoril pretlak na zvetraním beztak silne porušený podklad na ľavej strane (južnej) riečiska a vyvieranie sa objavilo v nižšie situovanej vyv. č. 2. a 3. Keď teda hladinu riečiska č. 1. znížime na pôvodnú úroveň, stratí sa voda vo vyvieračkách č. 2. a 3. celkom*, dozvedáme sa z pracovného denníka s nakresleným situačným náčrtom²⁹. Tieto farbiace pokusy boli dôležité na potvrdenie správneho smeru výkopových prác, čím sa predišlo bezvýslednej, zbytočnej práci sledovaním bočného riečiska. Dňa 24. 9. 1966 sa voda z prameňa č. 2 stratila a vytekala len z prameňa č. 1. Po odstrele väčšieho balvanu a vyťaženi časti hlinenej zátky sa 5. 11. 1966 prvýkrát ukázala klenba stropu v kompaktnej hornine. Na pracovnej akcii 12. 11. 1966 vyťažili časť nánosov hliny a štrku a otvoril sa schodný vstupný otvor v dĺžke asi 3 m, prvýkrát odkrytý v roku 1952 jaskyniarimi zo Štítnika. Po výdatných dažďoch vytekala 26. 11. 1966 zo vstupného otvoru voda.

Po preskúmaní menšieho podzemného priestoru sa ukázalo, že vyvieračku napája voda z toho istého miesta, ale výtok je naplaveninami ešte zatarasovaný, čo si vyžiadalo ďalšie zníženie hladiny riečiska v dĺžke asi 40 m, čím sa mal otvoriť medzi stropom a vodou voľný priestor, ktorým predpokladali spojenie s jaskynnými chodbami. V uvedenom období jaskyniari vyviezli asi 80 m³ horniny do vzdialenosti 40 m, z čoho 15 m³ sa odstránilo použitím strelných prác. V dňoch 29. 10., 5. 11., 12. 11. a 26. 12. 1966 odpracovali jaskyniari na lokalite 280 hodín. Celkovo to bolo za rok 1966 848 hodín s priemerom 10 osôb na akciu³⁰.

Na lokalite boli už 7. 1. 1967 a v mraze a snehovej metelici dopravili na pracovisko do maringotky, ktorú mali zapožičanú z Geologického prieskumu, n. p., Rožňava, na sánkach uhlie. Spomedzi sutiny vyplavila voda hlinu, ale prievan pozorovaný nebol. Na následnej akcii 21. 1. 1967 ukladali nad riečisko nové dosky na dopravu vyťaženého materiálu, siahajúce až do podzemia. Na obidvoch januárových akciách sa pomocou strelných prác znížila hladina riečiska na novú úroveň v dĺžke 3 m. Vo februári pokračovali práce na odkrývaní hlavnej vyvieračky. Hneď 4. 2. sa zabezpečil vchod výdrevou. Po objavení silne skorodovanej malej siene s rozmermi 3 × 2 m sa pristúpilo k ďalšiemu znižovaniu hladiny, čím sa získal 50 cm voľný priestor nad hladinou vody. Pomocou trhacích prác sa postúpilo v sífóne proti prúdu vody o 6 m a vyťažilo sa 45 m³ materiálu. Po ďalšom znížení hladiny riečiska 11. 2. opadla hladina vody o 20 cm, pričom sa zaregistroval citeľný prievan s evidentným ťahom dovnútra, ktorý overili 18. 2. zapálením dymovnice pri vonkajšej teplote 3 °C. Do 15 minút bola časť dymu evidentná v hornej pukline. Po znížení hladiny vody o ďalších 20 cm rozšírili sífón za použitia trhaviny a následne sa dalo doň nahnúť. Zvnútra, zo vzdialenosti asi 5 m, bolo jasne počuť hluk tečúcej vody. Smerom na J – V bola viditeľná puklina a vpredu vklinené balvany. Voda vytekala z kanála, ale nie v celom objeme riečiska³¹.

²⁹ Pracovný denník Hučiaca vyvieračka, archív Banického múzea, pozostalosť Š. Rodu.

³⁰ Tamže.

³¹ Pracovný denník Hučiaca vyvieračka, archív Banického múzea, pozostalosť Š. Rodu.

Vplyvom jarných záplav sa 7. 3. 1967 hladina vody zvýšila zhruba na trojnásobok (obr. 6). Uskutočnená skúška dymovnicou sa prejavila v hornej pukline len zápchom. Farba nasýpaná do vody 20 minút po dymovej skúške sa v prítoku pred zamurovanou mrežovou bránou neukázala. V apríli bola pomocou strelných prác chodba rozšírená až po pravú odbočku.

V dňoch od 9. 9. do 16. 9. 1967 sa na lokalite uskutočnil jaskyniarsky týždeň, na ktorom sa zúčastnilo 10 členov skupiny, dvaja hostia z Košíc (dva dni Alexander Nagy, Ladislav Székely) a dvaja z Maďarska (Károly Mátyus a Sándor Berényi počas celého JT). Počas trvania JT sa dosiahol niekoľkokometrový postup a chodbu na jednom mieste zabezpečili výdrevou proti závalu. V októbri sa uskutočnili ešte dve pracovné akcie. Prieskumné práce na lokalite však vplyvom príchodu okupačných vojsk na územie ČSSR v auguste 1968 viac-menej stagnovali.

Jaskyňu neobjavila táto generácia jaskyniarov. Podarilo sa do nej preniknúť až štvrtej generácii jaskyniarov z oblastnej skupiny v Rožňave, a to v spolupráci s jaskyniarmi z českého Tetína 21. augusta 1991. Z tých jaskyniarov, ktorí na lokalite Hučiacia začali pracovať v roku 1965, žiaľ, už veľká väčšina nie je medzi nami.

3. Príspevok rožňavských jaskyniarov k reorganizácii jaskyniarstva na Slovensku

Poradný zbor SNR pre veci jaskýň sa po svojom zriadení v roku 1961 obrátil na inštitúcie, ktoré sa spolupodieľali na riadení a ochrane jaskýň, na organizovaných dobrovoľných jaskyniarov, i na jednotlivých odborníkov v tejto problematike v súvislosti s vypracovaním návrhov jednotnej koncepcie riadenia jaskyniarstva na Slovensku. Takáto žiadosť bola adresovaná aj Jaskyniarskej sekcii vlastivedného krúžku pri Banickom múzeu v Rožňave. Oslovení členovia krúžku A. Abonyi, Š. Labancz, Š. Roda a L. Herényi st. sa uzniesli na túto požiadavku odpovedať kolektívne, lebo ich stanovisko k problematike sa ukázalo byť zhodné. Základ návrhu vychádzal z koncepcie fungovania jaskyniarskeho krúžku pod záštitou kultúrnej organizácie – múzea v pôsobnosti odboru školstva a kultúry na okresnej úrovni s krajským zastrešením. Jedna verzia návrhu bez datovania navrhovala zriadiť Okresnú správu jaskýň v Rožňave³².

Riadenie, ochrana a prevádzka jaskýň na Slovensku prešla uznesením predsedníctva SNR z 24. 6. 1965 z pôsobnosti Ministerstva vnútorného obchodu do pôsobnosti Povereníctva SNR pre školstvo a kultúru. V bývalom Východoslovenskom kraji prešli jaskyne 10. novembra 1965 na základe prijatej koncepcie do správy Východoslovenského múzea v Košiciach (VSM), ktoré v roku 1967 vytvorilo poradný zbor, riadený vlastným organizačným poriadkom. Za člena poradného zboru zvolili aj Š. Rodu.

3.1. Vznik speleologickej sekcie pri Banickom múzeu – SSBMR

Po reorganizácii jaskyniarstva bolo potrebné pri BM vytvoriť úradne evidovanú speleologickú sekciu s vlastným organizačným poriadkom, ktorej by mohla byť poskytovaná materiálna dotácia podľa platných finančných predpisov. Preto 12. januára 1966 zvolal riaditeľ múzea Š. Labancz na pôde BM členskú schôdzu. Jej hlavným bodom bolo



Obr. 6. Zvýšený stav hladiny krasového prameňa Hučiacia v roku 1971. Foto E. Mušínský

³² Návrhy na koncepciu Slovenských jaskýň, archív Banického múzea.

vytvorenie novej organizácie jaskyniarov pri BM alebo VSM. Členská schôdza jednohlasne vyjadrila úmysel sekcie byť organizovanou pri BM, a to zriadením Speleologickej sekcie pri Baníckom múzeu – SSBMR. Zástupca VSM tiež vyjadril ochotu morálne aj materiálne podporovať činnosť skupiny.

Do sekcie sa prihlásilo 29 členov, ktorí zvolili jej výbor v zložení: predseda A. Abonyi, tajomník Š. Roda, hospodár O. Takáč, referent pre odbornú činnosť I. Varga, referent pre jaskyniarsku techniku Š. Ivanecz. Sekcia pracovala podľa vlastného organizačného poriadku. Prostredníctvom BM požiadala Komisiu pre školstvo a kultúru pri rade ONV v Rožňave o schválenie zápisnice z ustanovujúcej členskej schôdzy; s jej obsahom sa oboznámili BM v Rožňave, Komisia pre školstvo a kultúru pri rade ONV v Rožňave a VSM v Košiciach.

Uznesením vlády Slovenskej socialistickej republiky z 23. 5. 1969 sa prijalo opatrenie sústrediť výskum, prieskum, sprístupňovanie, ochranu a prevádzku jaskýň do jednej organizácie – Správy slovenských jaskýň, ktorú bude riadiť Ministerstvo kultúry SR. Stanovy obnovenej Slovenskej speleologickej spoločnosti boli rozhodnutím Ministerstva vnútra SSR zo dňa 15. decembra schválené a odovzdané zástupcom prípravného výboru SSS. Prvé valné zhromaždenie SSS sa konalo 11. apríla 1970 v Liptovskom Mikuláši. Do obnovenej organizácie prestúpili aj členovia SSBMR. Spolupráca medzi BM a jaskyniarmi však nebola nikdy ukončená a trvá aj dnes.

3.1.1 Členská základňa SSBMR

Roku 1959 bol vedúcim skupiny jaskyniarov A. Abonyi a funkciu tajomníka vykonával Š. Roda. Skupina pracovala v zostave: Š. Labancz, Ladislav Szűcs, Z. Šalamon, František Furiel, L. Zagiba, A. Abonyi, L. Herényi st., Július Varga ml., Július Varga st., Š. Roda, Eugen Kerpán, Zoltán Krausz, Otakar Oravec a Eduard Rosiar. Príležitostne však prichádzali pomáhať aj ďalší, napr. Tibor Ehrenfeld, Jozef Sedlák, Tibor György a Bukovič.

V roku 1961 sa ku skupine pridali jaskyniari z Plešivca – Štefan Óvári st., Michal Morháč, Milan Petrenka, Emil Vidinský, Ladislav Nagy, Ondrej Nagy a Milan Brašan. Zo Šivetíc a z Liciniec to boli F. Szarka, Ladislav Berente, Pavol Berente, Štefan Szögedi, z Rožňavy Gabriel Matejko a V. Zabary. V Zádieli pracoval aj J. Grüner a príležitostne Štefan Záhn. Krásnohorskú jaskyňu objavila skupina v zložení Ladislav Herényi st., V. Zabari, Ladislav Zagiba, Ján Gebe, Štefan Ivanecz, Ondrej Takáč, Štefan Óváry, Tibor Ehrenfeld, Ondrej Gotthard a Štefan Roda, organizovaná v Speleologickej sekcii BM v Rožňave, za aktívnej pomoci Zoltána Krausza, Z. Šalamona, Ladislava Szántóa, Tibora Borzoviča a Š. Tatára. Vedenie skupiny sa nezmenilo.

Roku 1965 sa v skupine objavili ďalšie mená – D. Macko, P. Štefanča, O. Rozložník, Peter Marko a J. Zlocha.

Na zakladajúcej schôdzi sekcie v roku 1966 bolo prítomných 29 členov. Neskôr sa členská základňa rozšírila. Jej členmi boli: A. Abonyi, Zoltán Bacsó, Michal Baumgärtner – správca Dobšinskej ľadovej jaskyne, P. Berente, L. Berente, L. Csobádi, T. Ehrenfeld, J. Grüner, T. György, L. Hajdu, L. Herényi st., Š. Ivanecz, E. Janečko, E. Kerpán, Š. Labancz, D. Macko, G. Matejko, Barnabáš Molnár – správca Domice, L. Nagy, Š. Óváry ml., Š. Óváry st., Š. Roda, O. Rozložník, J. Sedlák, F. Szarka, P. Štefanča, O. Takáč, I. Varga, E. Vidinský, L. Zagiba, J. Zlocha, Š. Szögedi, P. Marko, J. Varga st., A. Nagy, M. Brašan, E. Mušínský, M. Erdős a L. Rajman. Pre nehody počas výskumu Krásnohorskej jaskyne sa do SSBMR neprihlásili V. Zabary a J. Gebe.

V prvej polovici roka 1966 odišiel A. Abonyi na dva roky do zahraničia (Kuba). Za predsedu členská základňa zvolila O. Rozložníka. Ten však v roku 1967 tiež odišiel do zahraničia a skupina ostala bez predsedu. Na výročnej členskej schôdzi 17. januára 1967 navrhol Š. Roda, tajomník skupiny, aby členskú schôdzu viedol čestný predseda skupiny L. Herényi st. Schôdza zvolila nový výbor v zložení: predseda L. Herényi st., tajomník Š. Roda, hospodár J. Grüner, referent pre jaskyniarsku techniku E. Vidinský, referent pre odbornú činnosť P. Štefanča, člen výboru O. Takáč.

Roku 1967 sa do sekcie prihlásili mladí jaskyniari, združení okolo Vendelína Kindernaya a Miroslava Hujdiča. Ich jaskyniarske začiatky siahali do obdobia, keď boli ešte žiakmi základnej školy (obr. 7). V roku 1969 táto partia mladých jaskyniarov už tvorila tzv. lezeckú sekciu Rožňavskej jaskyniarskej skupiny (od roku 1970 sekcia B). Jadrom tejto skupiny boli bratia Dušan a Miroslav Hujdičovci a V. Kindernay, ktorý po odchode J. Ščuku na vysokoškolské štúdiá v roku 1966 začal organizovať mladých adeptov jaskyniarstva. Dňa 8. 5. 1969 sa na pôde BM uskutočnila schôdza mladých jaskyniarov, ktorej sa zúčastnili: Viktor Kliment, Ľubomír Oravec, Ľubomír Levrinc, Miroslav Sopko, Vendelín Kindernay, Ondrej Miškovič, Milan Švec, Július Bencsó, Miroslav Hujdič, Ján Oravec, František Úbreži, Ján Hujdič, Karol Sekereš, Ferdinand Júdt, Gustáv Stibrányi a Jozef Šiškovič. Prvou samostatnou akciou, ktorú uskutočnila lezecká skupina (ešte s použitím rebríkov), bol výskum priepasti Veterná diera na Hornom vrchu vo februári 1969 (obr. 8). Obnovením činnosti SSS v roku 1970 prešli aktivity členov do novej organizácie. Niektorí z nich sa venovali jaskyniarstvu len určitý čas, iní sú v ňom aktívni aj v súčasnosti. Viacerí z menovaných sa venovali jaskyniarstvu do sklonku svojho, v niektorých prípadoch veľmi krátkeho života (Š. Roda, A. Abonyi, V. Rozložník, L. Herényi st., L. Herényi ml., P. Herényi). Pre veľký počet členov pracovala skupina v troch sekciách – pracovnej, lezeckej a vedecko-dokumentáčnej. Aplikovanému výskumu sa venoval Š. Roda so svojimi spolupracovníkmi v speleolaboratóriu pri Gombaseckej jaskyni. Jaskyniari zo Šivetíc začali pracovať v rámci SSS samostatne pod názvom Gemer-Licince.

3.1.2 Spolupráca jaskyniarov a Banického múzea po vzniku SSS

Spolupráca jaskyniarov s múzeom pokračovala aj po obnovení činnosti SSS. V roku 1972 sa uskutočnil Jaskyniarsky týždeň (JT) SSS Slovenský kras v Gombaseku. Materiálno-technické práce zabezpečili pracovníci MSK a SSJ. Organizátorom



Obr. 7. Mladí jaskyniari D. Hujdič, V. Kindernay, F. Júdt a M. Hujdič na Silickej planine. Foto: M. Hujdič



Obr. 8. J. Oravec, V. Kindernay, V. Kliment, J. Šiškovič, G. Stibrányi, M. Hujdič, F. Úbreži, M. Švec, ? pred ústím Veternej diery na Hornom vrchu v roku 1969. Foto: M. Hujdič



Obr. 9. Jaskyniarsky týždeň SSS v roku 1972 v Gombaseku

podujatia bola OS Rožňava a Š. Labancz, riaditeľ BM (J. Jakál, 2000; obr. 9).

V dňoch 28. 8 – 18. 9. 1973 sa konal v Československu v Olomouci 6. medzinárodný speleologický kongres. Súčasťou kongresu bol 10. až 16. 9. 1973 medzinárodný speleologický tábor s tematikou záchrany a bezpečnosti práce v jaskyniach a speleoalpinizmu. Tábor sa uskutočnil v Slovenskom krase pri Gombaseckej jaskyni. Pri prípravách a samotnej realizácii podujatia vychádzali jeho organizátorom v ústrety rôzne inštitúcie okresu Rožňava, z ktorých najviac vyniklo BM, ako aj členovia oblastnej skupiny SSS v Rožňave.

V roku 1982 získala rožňavská skupina od maďarských jaskyniarov motorovú pílu, vrtacie kladivo Hilti a 2,5 kW elektrocentrálu výmenou za horolezecké laná. Časť týchto lán zabezpečilo na svoje náklady BM, čím podporilo technické zabezpečenie skupiny, ktorá sa stala v tom období jednou z technicky najlepšie vybavených jaskyniarskych skupín na Slovensku. Od-

pis horolezeckých lán však spôsobil problém vedeniu inštitúcie ešte aj po roku 1989.

Dňa 19. 12. 1983 sa v priestoroch BM uskutočnila vernisáž výstavy s názvom 35 rokov organizovaného jaskyniarstva v Rožňave. Výstava mala veľký ohlas a do 27. 1. 1984 ju videlo 1800 návštevníkov (obr. 10).

4. Záver

Spolupráca jaskyniarov a Banického múzea v Rožňave, o ktorú sa zaslúžil v prvom rade vtedajší riaditeľ múzea Š. Labancz, pokračuje aj v súčasnosti. Nesmieme však zabudnúť ani na tých, ktorých zásluhou bolo objavené a aj v súčasnosti sa objavuje svetové prírodné dedičstvo. Rozhodujúcu úlohu pri objavovaní, prieskume a výskume jaskýň Slovenského krasu zohrali dobrovoľní jaskyniari a rôzni vedeckí pracovníci, nadšenci, pre ktorých nebola táto činnosť zdrojom príjmu. Skôr naopak. Od decembra 1995 na-



Obr. 10. Pohľad na výstavu 35 rokov organizovaného jaskyniarstva v Rožňave v roku 1983. Foto: M. Hujdič

dobudla ich činnosť so spätnou platnosťou nový význam a do budúcnosti nové smery a ciele (J. Stankovič, 2005).

V roku 2005 vydal Speleoklub Minotaurus v Rožňave³³ (ktorý projekt financoval) v spolupráci s Banickým múzeom knižnú publikáciu Jaskyne Slovenského krasu v živote Viliama Rozložníka. Ďalšou knižnou publikáciou bola monografia Krásnohorská jaskyňa – Buzgó autorov J. Stankoviča a V. Cílka, do ktorej prispela krátkou históriou obce Krásnohorská Dlhá Lúka a jej okolia Ágnes Kovács z BM.

³³ Speleoklub Minotaurus Rožňava je pokračovateľom odbornej činnosti Rožňavskej jaskyniarskej skupiny (od roku 1992 Speleo Rožňava).

BM predstavilo v spolupráci so Speleoklubom Minotaurus z Rožňavy a Aggtelek-
ským národným parkom dňa 27. 5. 2008 v Rožňave a 23. 9. 2008 v Košiciach spoločnú
výstavu s názvom Svetové dedičstvo v hĺbkach Zeme. V súčasnosti tiež spolupracuje
so Speleoklubom Minotaurus na príprave monografie Plešivskej planiny.

Menoslov nežijúcich jaskyniarov, členov rožňavskej jaskyniarskej skupiny					
Priezvisko a meno	Rok narodenia	Rok úmrtia	Priezvisko a meno	Rok narodenia	Rok úmrtia
Abonyi Arpád	1930	1999	Miškovič Ondrej	1951	1998
Baumgärtner Michal	1925	2007	Molnár Barnabáš	1929	?
Berente Pavol	1939	?	Nagy Ladislav	1935	2003
Brašán Milan	1946	1979	Óvári Štefan st.	1909	1984
Černaj Dušan	1946	2007	Óváry Štefan	1944	2003
Erdős Mikuláš	1934	1995	Roda Štefan	1927	2001
Furiel František	?	?	Rozložník Viliam	1924	1959
Grüner Juraj	1925	1991	Sölös Július	1933	1991
Hajdu Ladislav	1921	2003	Šalamon Zoltán	1946	2008
Herényi Ladislav st.	1923	1971	Takáč Ondrej	1935	2003
Herényi Ladislav ml. SSS	1954	2000	Tatár Štefan	1905	1968
Herényi Peter SSS	1957	1973	Úbreži František	1951	1998
Homola Gabriel SSS	1957	?	Varga Július st.	1907	?
Hujdič Dušan	1949	2009	Varga Július	1936	2000
Ivanecz Štefan	1922	2000	Vidinský Emil	1929	1993
Júdt Ferdinand	1951	2006	Zabari Vojtech	1930	2005
Kerpán Eugen	1934	?	Zagiba Ladislav	1931	1994
Krausz Zoltán	1923	1993	Záhn Štefan	1924	1982
Labancz Štefan	1923	2003	Zlocha Jozef	1940	2001

Zoznam nie je úplný. SSS – členovia SSS len po roku 1970.

LITERATÚRA

- HOMZA, Š. – JAKÁL, J. 1972. Perspektíva rozvoja speleológie na Slovensku. Slovenský kras, 10, Liptovský Mikuláš, 145–154.
- JAKÁL, J. 2000. Proces obnovy a aktivizácie Slovenskej speleologickej spoločnosti v rokoch 1968 – 1973. 50 rokov Slovenskej speleologickej spoločnosti: zborník referátov z historicko-odborného seminára, Liptovský Ján, 1999. Prešov (SSJ), 50–54.
- JAKÁL, J. Ed. 2005. Jaskyne svetového dedičstva na Slovensku. SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 159 s.
- LABANČZ, Š. a kol. 1973. Banický Gemer. 70 rokov Banického múzea v Rožňave. Rožňava, 23–25.
- LALKOVIČ, M. – KARLOCOVÁ, M. 1980. Príspevok k 30. výročiu vzniku SSS. Slovenský kras, 18, Liptovský Mikuláš, 3–28.
- LALKOVIČ, M. 1985. Príspevok k histórii merania a mapovania jaskýň na Slovensku. Slovenský kras, 23, Liptovský Mikuláš, 145–168.
- LALKOVIČ, M. 1996. Jaskyňa Domica v prehľade svojej histórie. Sprístupnené jaskyne, výskum, ochrana a využívanie jaskýň: zborník referátov z vedeckej konferencie, Mlynky, 18. – 20. 9. 1996. Liptovský Mikuláš (SSJ), 99–105.
- LALKOVIČ, M. 2000. Prvé obdobie Slovenskej speleologickej spoločnosti. 50 rokov Slovenskej speleologickej spoločnosti: zborník referátov z historicko-odborného seminára, Liptovský Ján, 1999. Prešov (SSJ), 29–40.
- LALKOVIČ, M. 2001. Ján Majko, životné osudy jaskyniara. Liptovský Mikuláš, 181 s.
- LALKOVIČ, M. 2001. 130 rokov Dobšinskej ľadovej jaskyne. Sinter, 9, Liptovský Mikuláš, 29–30.
- LALKOVIČ, M. 2002. Začiatky poznávania jaskýň a priepastí Slovenského krasu po vzniku Československej republiky. Slovenský kras, 40, Liptovský Mikuláš, 117–136.
- LALKOVIČ, M. 2004. Príspevok k histórii Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Slovenský kras 42, Liptovský Mikuláš 9–35.
- Pozostalost' Roda, fond SP, zv.: R 1, R 4, R 5, R 6, R 8, R 124, 27 R, 40 R, 70 R. Archív BM v Rožňave.
- STANKOVIČ, J. – HORVÁTH, P. 2005. Jaskyne Slovenského krasu v živote Viliama Rozložníka. Rožňava, 194 s.
- STANKOVIČ, J. – CÍLEK, V. 2005. Krásnohorská jaskyňa Buzgó. Rožňava, 152 s.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	159 – 160	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	-----------	------------------------

SPOLOČENSKÁ KRONIKA – SOCIAL CHRONICLE

SPOMIENKA NA ANTONA PORUBSKÉHO



Dňa 22. októbra 2008 nás navždy opustil vedec, priateľ a nezištný človek, významný slovenský hydroológ a hydrogeológ RNDr. Anton Porubský, CSc., vo veku 90 rokov. Anton Porubský stál pri zrode Slovenskej speleologickej spoločnosti, ako aj pri založení nášho zborníka Slovenský kras v roku 1957, keď ho začalo vydávať Múzeum Slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši, a stal sa členom jeho redakčnej rady, v ktorej pôsobil viac ako 30 rokov. Významnou mierou prispel k jeho vedeckému rastu ako autor a oponent početných štúdií. Pracoval vo výbore Speleologickej odbočky pri Slovenskej geografickej spoločnosti pri SAV, ktorá suplovala zaniknutú SSS. Bol členom Speleologického poradného zboru pri Ministerstve kultúry SSR. Významne tak ovplyvňoval dianie v slovenskej speleológii.

Anton Porubský sa narodil 23. februára 1917 v Bánovciach nad Bebravou a na svoj rodný kraj bol celý svoj život hrdý, a bol mu nápomocný vo vedeckej oblasti, ale aj v súvislostiach s národným uvedomením Slovákov. V tomto mestečku ukončil stredoškolské štúdium na učiteľskom ústave. Od roku 1941 študoval na Prírodovedeckej fakulte Slovenskej univerzity v Bratislave odbor prírodopis – zemepis. Ako štipendista študoval rok na Univerzite vo Florencii. V roku 1950 získal hodnosť doktor prírodných vied (RNDr.) a v roku 1964 vedeckú hodnosť kandidáta geologicko-mineralogických vied (CSc.).

Do hydrogeologického výskumu sa zapája v Slovenských zemevrtných závodoch v Žiline. Viedol úsek vyhľadávania vodných zdrojov pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou a zabezpečoval podklady pre projektovanie vodných diel.

V roku 1956 – 1966 bol hlavným riešiteľom hydrogeologického prieskumu pre vodné dielo na Dunaji. Medzi jeho najvýznamnejšie výsledky patria objavy využiteľných horúcich vôd na území Slovenska, dokázal existenciu termálnych vôd pri Dunajskej Strede. Meno Antona Porubského sa preto spája s budovaním modernej hydrogeológie podzemných vôd Slovenska.

Do Geografického ústavu SAV v Bratislave prichádza pracovať v roku 1968. Mal som tú česť nielen spoznať, ale aj spolupracovať na niektorých výskumných úlohách. Počas pobytu v ústave rozvinul teoreticko-metodologické problémy výskumu podzemných vôd. Z početných vedeckých prác spomenieme aspoň jeho vedecký prínos pri tvorbe národného Atlasu SSR, v ktorom publikoval mapu Minerálne a termálne vody v mierke 1 : 500 000, ktorá znázorňuje nielen ich rozloženie na území Slovenska, ale udáva aj ich chemické zloženie, výdatnosť a teplotu a vyznačuje

aj územia s možnosťou získania horúcich vôd. V mierke 1 : 500 000 vyšla v Atlase aj jeho mapa Hydrológia.

Srdcovou záležitosťou Antona Porubského boli termálne pramene Trenčianskych Teplíc. Dbal nielen o ich bezpečné využívanie, ale aj ochranu. Riešil aj havarijnú situáciu termálnych prameňov v Chalmovej ochladzovaných odkaliskom elektrárenského popola.

Svoje vedecké dielo zavŕšil vydaním knižnej publikácie *Vodné bohatstvo Slovenska*, ktorá vyšla vo vydavateľstve Slovenskej akadémie vied. Bol spoluautorom monografie *Nerastné suroviny Slovenska, Vody uzdravujúce a osviežujúce*.

Vysokoškolskú pedagogickú činnosť vykonával ako externý učiteľ na Prírodovedeckej fakulte J. A. Komenského v Bratislave. Prenášal špeciálnu ložiskovú a všeobecnú hydrogeológiu pre geológov a neskôr hydrológiu a hydrogeografiu pre fyzických geografov.

Vyzdvihnúť musíme aj jeho expertnú činnosť v zahraničí. Počas dlhodobých pobytov úspešne hľadal a overoval vodonosné štruktúry na územiach Konga a Alžíra.

Ako významný hydrogeológ a hydrológ pôsobil v redakčných radách viacerých vedeckých časopisov. Pracoval v komisiách a poradných orgánoch Ministerstva zdravotníctva SSR, Ministerstva lesného a vodného hospodárstva SSR. Bol členom Komisie pre klasifikáciu zásob nerastných surovín – jej subkomisie pre podzemné vody pri Predsedníctve vlády ČSSR.

Anton Porubský bol za výsledky vedeckej organizačnej a publikačnej činnosti poctený početnými vyznamenaniami. Spomeňme aspoň Pamätnú plaketu mesta Bratislavy, Cenu SAV, Pamätnú medailu M. Bella, Zlatú plaketu D. Štúra za zásluhy v prírodných vedách SAV, Striebornú plaketu Prírodovedeckej fakulty UK, Plaketu J. Guotha od Ministerstva zdravotníctva SSR. V roku 1996 bol zapísaný medzi významné osobnosti Slovenskej akadémie vied. Bolo mu udelené čestné členstvo v Slovenskej geografickej spoločnosti SAV, Slovenskej geologickej spoločnosti SAV a Slovenskej speleologickej spoločnosti.

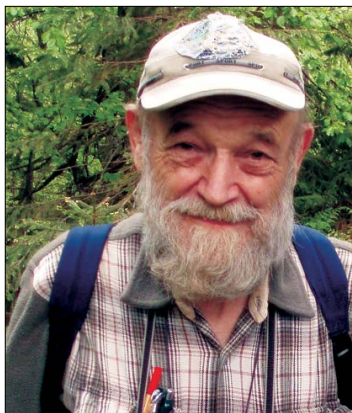
Nielen geologické a geografické vedy boli náplňou životného diela Antona Porubského. S jeho článkami z obdobia mladosti sa mohli oboznámiť čitatelia Slovenskej Pravdy, Katolíckych novín a Národných novín. Napísal aj niekoľko básní.

RNDr. Anton Porubský, CSc., miloval vedeckú prácu, ale nadovšetko miloval naše Slovensko, robil všetko aj mimo vedy pre povznesenie slovenského národa. Vedecké výsledky majú trvalú hodnotu, sú zdrojom nielen pre rozvoj vedy, ale aj ich uplatnenia v praxi. Vždy budeme s úctou a veľkou vďakou spomínať na usmievavého Tonka.

Jozef Jakál

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	47/1	161 – 162	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2009
--	------	-----------	------------------------

JERZY GLAZEK 10. 7. 1936 – 3. 7. 2009



Dňa 3. júla 2009 zomrel v Poznani Jerzy Głazek, riadny profesor na Univerzite Adama Mickiewicza, člen korešpondent Poľskej akadémie vied.

Narodil sa vo Varšave, štúdium geológie absolvoval na Varšavskej univerzite v roku 1959, tam tiež získal v roku 1966 titul doktor a v roku 1990 titul docent. Titul profesor vedy o Zemi mu bol udelený v roku 1998.

Po ukončení vysokoškolského štúdia pracoval na rôznych postoch na Katedre geológie Varšavskej univerzity a od roku 1991 v Geologickom inštitúte Univerzity Adama Mickiewicza v Poznani, kde bol dlhoročným riaditeľom Ústavu dynamickej a regionálnej geológie.

Vedecké záujmy a výskumy Jerzyho Głazeka sa týkali širokého spektra geologickej problematiky vrátane regionálnej geológie, dynamickej geológie, stratigrafie a paleogeografie, ale aj problematiky surovinových zdrojov. Medzi územia, ktoré skúmal, patrili Tatry, Góry Świetokrzyskie aj s predhorím, Krakowsko-Wieluńska vrchovina, kraj Lubelský a Wielkopolský i niektoré regióny Vietnamu, Česka, Slovenska, Nemecka a Bulharska.

Veľa jeho výskumných prác prinieslo významné výsledky, rozšírilo v danom čase úroveň poznania, nie raz zmenilo doteraz zaužívané názory a tiež zaviedlo nové, dôležité prvky metodologického charakteru. Zoznam jeho dôležitých prác z rozličných oblastí je veľmi dlhý, preto sa obmedzím len na vymenovanie najvýznamnejších, hlavne z oblasti krasu a jaskýň. Jeho záujmy a výskum boli na začiatku úzko späté s Tatrami. Vo svojej magisterskej práci sformuloval hypotézu, že obidve Woloszyńské jaskyne sa sformovali nad hranicou stáleho zaľadnenia. Spochybnil všeobecne uznávaný názor, že vodorovne rozvinuté jaskyne sú geneticky zviazané s riečnymi terasami, ktoré sú na povrchu. Spoločne s T. Dabrowskim sa venoval výskumu hlbokých prietokov krasových vôd vo východnej časti poľských Tatier. Zaujímal sa aj o iné jaskyne z iných krasových oblastí Poľska. Ovládal rôzne techniky lezenia po jaskyniach, čo mu umožnilo osobne navštíviť niektoré fragmenty ťažko dostupných jaskýň, ktoré sú zaujímavé z pohľadu speleogenézy. V posledných rokoch sa spoločne s kolegami zo Slovenska, Česka a Poľska zaujímal o problematiku genézy a veku niektorých slovenských jaskýň – Demänovských a Belianskej jaskyne.

Jedným z hlavných smerov vedeckého záujmu Jerzyho Głazeka boli jeho výskumné práce týkajúce sa fosílného krasu rôzneho veku v rozličných oblastiach Poľska. Sústredili sa na problematiku využitia krasových javov a ich usadenín pre paleografické rekonštrukcie a paleotektonické

úvahy. Výskumy viedol buď samostatne, alebo v pracovných skupinách s odborníkmi z rôznych oblastí, nielen geologických. Často tieto výskumy inicioval a bol hlavným autorom publikácií. Za zmienku stojí predovšetkým kapitola pod názvom Karst of Poland z monografického diela Karst, important karst areas of the northern hemisphere (1972), publikovaného vo vydavateľstve Elsevier, ako aj kapitola Paleokarst of Poland v podobnom diele Paleokarst, systematic and regional review (1989), publikovanom vo vydavateľstve Elsevier a Academia; Jerzy Głazek bol zároveň jedným zo štyroch redaktorov tohto diela.

V oblasti výskumu krasu na poľskom území má Jerzy Głazek veľkú zásluhu na priekopníckom využití fyzikálnych metód datovania krasových usadenín, predovšetkým jaskynných nátekov, spektrometrickou metódou alfa nevyrovnaného radu uránu. Tento druh izotopového skúmania začal spolu s Dr. R. S. Harmonom v čase jeho zahraničnej stáže v Glasgove v roku 1978, následne inicioval jeho používanie v Poľsku (najmä H. Hercmanovou) v čo najširšom meradle a často s jeho osobnou účasťou. V tejto oblasti sa rozvinula široká a plodná medzinárodná spolupráca hlavne medzi speleológmi z Poľska a zo Slovenska.

Jerzy Głazek bol takmer od samého začiatku veľmi aktívnym členom Sekcie speleológie Poľskej prírodovedeckej spoločnosti M. Kopernika a zúčastnil sa na všetkých každoročných sympóziách, ktoré organizovala. Veľa rokov, počnúc rokom 1989, bol predsedom tejto sekcie. Vďaka jeho iniciatívnej starostlivosti bolo Poľsko v roku 1973 prijaté ako členský štát do Medzinárodnej speleologickej únie (UIS). Niekoľko rokov bol zástupcom generálneho tajomníka tejto únie, v rokoch 1977 – 1986 tajomníkom Komisie krasu a speleológie UIS.

Výsledky výskumov s krasovou problematikou, ako aj početné rôznorodé publikácie z tejto oblasti zavážili, že profesor Jerzy Głazek sa právom považuje za uznávaného odborníka a znalca tejto problematiky nielen v Poľsku, ale aj na medzinárodnom fóre.

Jeho spolupráca so slovenskými speleológmi trvala veľa rokov. Bol účastníkom mnohých konferencií organizovaných na Slovensku i spoločných výskumných prác. Od roku 2000 bol ako jediný Poliak členom redakčnej rady zborníka Slovenský kras a zúčastňoval sa na jej zasadnutiach v Liptovskom Mikuláši. Roku 2000 mu slovenský minister životného prostredia odovzdal pamätnú medailu pri príležitosti 40. výročia Správy slovenských jaskýň.

Ryszard Gradziński

RECENZIE – REVIEWS

B. R. MAVLJUDOV: OLEDENENIE PEŠČER**Rossijskaja akademija nauk, Institut geografii, Moskva 2008, 290 strán
ISBN 978-5-89658-035-5**

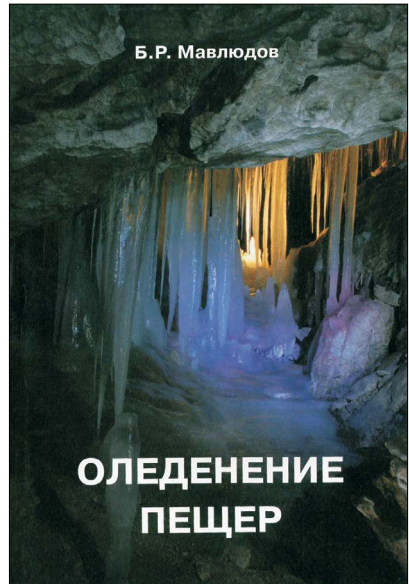
Po monografii o vnútorných drenážnych systémoch v ľadovcoch, ktorá vyšla v roku 2006, známy ruský geograf a glaciológ B. R. Mavljudov vydal ďalšiu vedeckú monografiu zaoberajúcu sa zaľadnením jaskýň. Podáva ucelený vedecký pohľad na problematiku zaľadnenia jaskýň, ktoré z hľadiska prírodných hodnôt patria medzi najlabilnejšie prírodné javy. Preto ochrane zaľadnených jaskýň treba venovať zvýšenú pozornosť a musí vychádzať z vedeckých a odborných poznatkov.

Hlavné kapitoly monografie sa venujú histórii a metodológii ich výskumu, prírodným podmienkam zaľadnenia, snehovo-ľadovým výplňam v jaskyniach, sezónnym režimom snehovo-ľadovcových výplní, paleogeografii zaľadnených jaskýň a ich prírodným hodnotám. Výskum zaľadnenia jaskýň predstavuje interdisciplinárnu karsologickú, speleologickú i glaciologickú problematiku.

V závislosti od klimatických podmienok sa ľadová výplň vytvára najmä v jaskyniach korózneho, fluviokrasového, rozsadlinového, glaciálneho alebo termokrasového pôvodu. Známe je aj zaľadnenie niektorých syngenetických lávových prúdových jaskýň. Vzhľadom na tvorbu ľadovej výplne v jaskyniach vytvorených v rozličných horninách treba najmä v odbornej literatúre namiesto zaužívanej formulácie „ľadové jaskyne“ používať presnejší termín „zaľadnené jaskyne“. Ľadovcové jaskyne sa zasa vytvárajú v ľadovcoch, čím sa zaoberá predchádzajúca monografia B. R. Mavljudova.

Hlavnými podmienkami na zaľadnenie jaskýň sú výskyt záporných teplôt vzduchu v okolí jaskyne, výskyt záporných teplôt vzduchu v jaskyniach mimo zóny permafrostu (horizontálne jaskyne s vchodmi v rozdielnych nadmorských výškach s kominovým efektom prúdenia vzduchu, nadol klesajúce jaskyne so zimnou ventiláciou a vertikálne jaskyne s akumuláciou snehu) a prenikanie vody do jaskyne v plynnom, kvapalnom alebo pevnom skupenstve. Zjavná je korelácia medzi teplotou materskej horniny a teplotou vonkajšieho vzduchu. K vedľajším podmienkam zaľadnenia jaskýň patrí vplyv atmosférických javov (atmosférický tlak, vlhkosť vzduchu, solárna radiácia, prúdenie vzduchu v atmosfére), morfológia jaskyne, termofyzikálne vlastnosti materských hornín, geomorfologické pomery okolia jaskyne, ako aj prítomnosť vegetácie nad jaskynnými priestormi a v okolí jaskynných otvorov na povrch.

Z analýzy podmienok zaľadnenia jaskýň vyplýva, že na stabilitu ľadovej výplne vplyvajú konštantné, resp. takmer konštantné prírodné podmienky (morfológia podzemných priestorov, termofyzikálne vlastnosti materských hornín a vegetácia v okolí jaskyne) i variabilné procesy (vnikanie vody do jaskynných priestorov, vlhkosť vzduchu, prúdenie vzduchu mimo jaskyne, atmosférický tlak vzduchu a solárna radiácia). Stabilita ľadovej výplne v jaskyniach závisí najmä od pomeru medzi teplotou vzduchu a množstvom zrážkových vôd presakujúcich do podzemných priestorov.



Skúmajúc geografické rozšírenie jaskýň s trvalou ľadovou výplňou autor na základe teplotného indexu zaľadnenia jaskýň spracoval mapu oblastí s možným výskytom zaľadnených jaskýň na území bývalého Sovietskeho zväzu. Teplotný index zaľadnenia jaskýň sa vyjadruje pomerom medzi zápornou hodnotou teploty vzduchu najchladnejšieho mesiaca v určitej oblasti (januárová teplota na severnej pologuli, júlová teplota na južnej pologuli) a rozdielom teploty horninového masívu a teploty vzduchu najchladnejšieho mesiaca. Teplota horninového masívu sa určuje súčtom priemernej ročnej teploty vzduchu v oblasti, kde sa jaskyňa nachádza, a dodatočného člena vzťahujúceho sa na rozdiel medzi priemernými ročnými teplotami pôdy a vzduchu (jeho stredná hodnota pre Euráziu je 3 °C). Uvedený index zaľadnenia poukazuje na stupeň možného ochladenia horninového masívu vplyvom zimných teplôt vzduchu. Čím je hodnota indexu vyššia, tým je možný vyšší stupeň ochladenia jaskynných priestorov. Zaľadnenie jaskýň sa vyskytuje v oblastiach, kde tento index nadobúda hodnoty od 0 do 1 a viac. Hodnoty indexu v rozsahu 0 až 0,25 zodpovedajú iba sezónnemu zaľadneniu jaskýň, hodnoty 0,25 až 1 sezónnemu i čiastočne trvalému zaľadneniu jaskýň a nad 1 prevažne trvalému zaľadneniu jaskýň.

Zaľadnené jaskyne sa vyskytujú v spodnej, resp. okrajovej časti niválno-glaciálnej zóny vo vertikálnom i horizontálnom smere, t. j. podľa nadmorskej výšky a zemepisnej šírky. Zaľadnenie jaskýň sa viaže na oblasti výskytu snehovo-ľadových útvarov a permafrostu. Hranica výskytu permafrostu viac-menej zodpovedá hranici rozšírenia nízko situovaných trvalo zaľadnených jaskýň, t. j. bez vplyvu vertikálnej klimatickej zonálnosti.

Rozdielne morfológické tvary jaskýň spôsobujú rozdielny charakter prúdenia vzduchu medzi povrchom a podzemím, čo sa prejavuje vytváraním rozdielnych ľadových výplní. Z hľadiska tvorby ľadu v jaskyniach autor rozlišuje sezónne zamrzajúcu, zamrznutú, teplú firnovú, chladnú firnovú, snehovo-firnovú a snehovú zónu. Jednotlivé zóny podľa ich výskytu priraduje k horizontálnym, šikmým a vertikálnym jaskyniam. V skúmaných jaskyniach sa vyskytuje ľadová, firnovo-ľadová, snehovo-firnová, snehovo-ľadová, snehovo-firnovo-ľadová, firnová alebo snehová výplň. Ľadová výplň sa vytvára mrznutím vody, sublimáciou (zmenou skupenstva vody z plynného na tuhé skupenstvo), usadzovaním a hromadením snehu, ako aj metamorfózou snehových alebo firnových výplní. Podľa doby trvania sa vyskytujú efemérne (občasné, trvajúce menej ako jednu sezónu), sezónne (trvajúce menej ako jeden rok), premenlivé viacročné a trvalé mnohoročné ľadové útvary.

Chemické zloženie ľadu závisí od chemizmu vody, z ktorej sa ľad vytvára. Geochemický výskum zaľadnených jaskýň sa upriamuje na skúmanie zmien chemického zloženia ľadu v čase a priestore v rámci vybranej jaskyne alebo na širšej regionálnej úrovni, závislosti medzi mineralizáciou ľadu a vonkajšími klimatickými podmienkami či na analýzu mineralizácie vrstiev ľadu s cieľom interpretovať zmeny teplotných pomerov v jaskyni a vonkajších klimatických podmienok v minulosti.

Režim vytvárania ľadu v jaskyniach závisí od procesov fungujúcich na povrchu a vnútri ľadu, najmä od výmeny tepla medzi podzemným priestorom a materskou horninou, resp. okolitým prostredím. V závislosti od charakteru prírodných procesov na povrchu ľadovej výplne dochádza k akumulácii alebo ablácii ľadu jeho topením alebo vyparovaním (sublimačnou zmenou skupenstva ľadu z pevnej na plynnú látku bez predchádzajúceho topenia). Nechýbajú matematické formulácie na výpočet intenzity topenia ľadu v závislosti od teploty a vlhkosti vzduchu, ako aj intenzity sublimácie ľadu v závislosti od deficitu vlhkosti vzduchu.

V publikácii sa objasňujú aj vplyvy zaľadnenia jaskýň na morfológiu podzemných priestorov, materskú horninu, staršie jaskynné sedimenty i tvorbu nových sedimentov, zmenu hydrologického a klimatického režimu v podzemných priestoroch, jaskynnú faunu, ako aj na mikroklimu v blízkosti jaskynných vchodov. Rytmické procesy v zaľadnených jaskyniach sa viažu na denný chod vonkajšej teploty vzduchu a objem vzduchu prúdiaceho do jaskyne, periodickú fluktuáciu týchto prírodných procesov v rozmedzí 7 až 50 dní (časť sezóny počas roka), sezónnu i celoročnú fluktuáciu. V mnohých jaskyniach sa vyskytujú vysoké a pomerne tenké, miestami zhrubnuté pálkovité ľadové stalagmity, ktoré sa skladajú z rytmicky striedajúcich častí tvorených mliečnobielym nepriehľadným a čírym priehľadným ľadom. Po intenzívnejšom ochladení voda kvapkajúca na stalagmit rýchlejšie zamŕza, pričom plyny rozpustené vo vode nestačia z nej uniknúť. Preto vtedy vzniká mliečnobielý ľad. Pri teplote blížiacej sa nulovej hodnote z kvapkajúcej vody sa pred

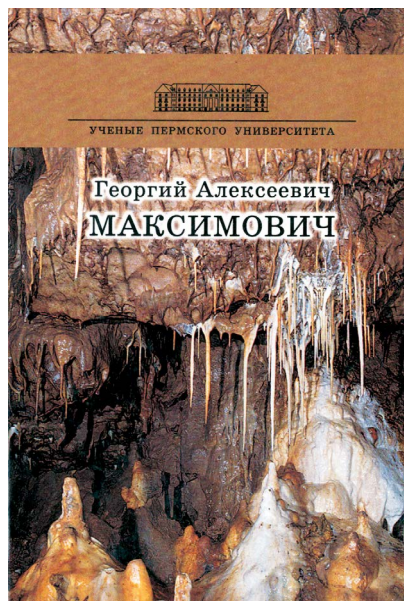
jej zamrznutím stihnú uvoľniť rozpustené plyny, čím vzniká priezračný ľad. Podobne sa opisujú aj niektoré ďalšie rytmické zmeny v zaľadnených jaskyniach, napr. sezónne zmeny intenzity priesaku zrážkových vôd a ich zamrznutie, zmeny sublimácie či chemického zloženia tvoriaceho sa ľadu. V jaskyniach sa však zaznamenali i dlhšie trvajúce zmeny ľadovej výplne presahujúce ročný cyklus, ako aj dlhodobé zmeny počas viacerých rokov či dlhších období (dlhodobé priestorové zmeny zaľadnených zón, zmeny vlastností a intenzity rastu ľadu zistené z vrtných jadier v závislosti od dlhodobých zmien klímy a pod.).

Zdôrazňujúc potrebu ochrany zaľadnených jaskýň sa charakterizujú antropogénne vplyvy na ich klimatické pomery a ľadovú výplň – narušenie a zmena prirodzenej cirkulácie vzduchu otváraním spodných vchodov alebo priechodov do nezaľadnených častí jaskýň, zmeny priesaku zrážkových vôd do podzemných priestorov po odlesnení povrchu nad jaskyňami, zaplavením zaľadnenej jaskyne vodami z umelej vodnej nádrže a pod. Zaľadnené jaskyne sa využívajú najmä na vedecké a náučné účely, niektoré aj v rámci cestovného ruchu a turizmu. V minulosti sa využívali aj na skladovanie, resp. chladenie potravinárskych produktov či odber ľadu na získavanie pitnej vody. Nechýbajú ani odporúčenia na prednostnú ochranu a racionálne využívanie zaľadnených jaskýň, pričom treba zachovať prírodné podmienky tvorby ľadovej výplne. V závere publikácie je slovník odborných termínov, ktorý predurčuje využitie monografie v širších kruhoch odbornej i speleologickej verejnosti.

Vo vzťahu k našim zaľadneným jaskyniam sa do publikácie zaradili dve farebné fotografie z Demänovskej ľadovej jaskyne a Dobšinskej ľadovej jaskyne. V kapitole o dynamike a evolúcii zaľadnenia jaskýň sa na základe preskúmania a vyhodnotenia jadra takmer 14 m hlbokého vrtu podáva rekonštrukcia 645-ročného záznamu zaľadnenia Dobšinskej ľadovej jaskyne (str. 212 až 214). V celosvetovom zozname vybraných zaľadnených jaskýň, využívaných v rámci turizmu, sa uvádza aj Dobšinská ľadová jaskyňa, Demänovská ľadová jaskyňa i Silická ľadnica (str. 244). Spomínajú sa aj problémy s úbytkom ľadovej výplne v Dobšinskej ľadovej jaskyni po objavení jej nezaľadnených častí v roku 1947 (str. 246). Zaľadnená časť Dobšinskej ľadovej jaskyne zahŕňa šikmé podzemné priestory v klimatickej oblasti, ktorej prislúcha index zaľadnenia jaskýň s hodnotou 0,25.

Prezentovaná publikácia, ktorá ucelene analyzuje a posudzuje podmienky zaľadnenia a formy ľadovej výplne v jaskyniach, vrátane viacerých exaktných formulácií a náčrtu zamerania ďalších výskumov, je významným prínosom v odbornej speleologickej i glaciologickej literatúre. Prezentuje množstvo poznatkov, ktoré zodpovedajú terajšiemu stavu a moderným metódam glaciologického výskumu zaľadnených jaskýň. Túto zaujímavú a hodnotnú publikáciu s množstvom názorných ilustrácií a 16-stranovou prílohou farebných fotografií, dávame do pozornosti aj našim speleológom a ďalším odborníkom, ktorí sa zaoberajú klimatológiou a zaľadnením jaskýň.

Pavel Bella



Kniha je venovaná Georgijovi Aleksejevičovi Maksimovičovi (1904 – 1979), významnému predstaviteľovi ruskej geologickej vedy v 20. storočí. Jeho pracovný záber bol široký, venoval sa geológii ropných polí, hydrológii, hydrogeochémii, geomorfológii, seizmológii, histórii vedy a samozrejme aj krasu a speleológii. Kniha je rozdelená na kapitoly: Úvodné slovo (str. 5 – 6), Život a práca v dátumoch (str. 7 – 15), Biografická časť (str. 15 – 95), Vedecká, pedagogická činnosť a pôsobenie v organizáciách (str. 96 – 180), Jaskyne a podzemné priestory pomenované po G. A. Maksimovičovi (str. 181 – 192), Spomienky žiakov, kolegov, priateľov, manželky a syna (str. 193 – 291), Z listov G. A. Maksimoviča (str. 292 – 350), Prílohy (Chronologický zoznam prác, Články publikované v novinách, Abecedný zoznam prác, Abecedný zoznam spoluautorov, Vyznamenania G. A. Maksimoviča, Cena Permskej oblasti G. A. Maksimoviča, Zoznam chránených prírodných výtvorov navrhnutých a schválených podľa návrhu G. A. Maksimoviča, Materiály o činnosti G. A. Maksimoviča, Zoznam

osobností, o ktorých je zmienka v publikácii) (str. 351 – 505), Anglické summary (str. 506 – 507) a Informácie o autoroch publikácie (str. 508 – 509).

V biografickej časti sa dá dočítať, že G. A. Maksimovič sa narodil v roku 1904 vo Varšave v rodine cárskeho dôstojníka. Roku 1914 po vypuknutí I. svetovej vojny bola jeho rodina evakuovaná do vnútrozemia. V roku 1920 dobrovoľne vstúpil do radov Červenej armády. Po jeho demobilizovaní v rokoch 1921 – 1929 študoval G. A. Maksimovič v Dnepropetrovske na miestnej Banickej vysokej škole. Od roku 1926 do roku 1934 pracoval v meste Groznyj v Čečenskej autonómnej oblasti v podniku *Grozneft'*, ktorý sa zaoberal ťažbou ropy. V roku 1934 dosiahol titul profesora na Katedre geológie v permskom pedagogickom inštitúte. V období rokov 1934 – 1979 bol vedúcim Katedry dynamickej geológie a hydrológie Permskej štátnej univerzity. Jeho práce s krasom siahajú do konca 50. rokov. V roku 1958 mu spolu so spoluautorkou K. A. Gorbunovou, ktorá sa neskoršie stala jeho manželkou, vyšla monografia *Kras Permskej oblasti*. V tom istom roku absolvoval na pozvanie trojtýždňovú služobnú cestu do vtedajšieho Československa. Tu sa stretol s osobnosťami ako K. Absolon, V. Benický, A. Droppa, J. Hrbek, R. Kettner, V. Král, J. Kunský, L. Mičian, V. Panoš, F. Pošepný a F. Vitásek. V Prahe na Karlovej univerzite sa prezentoval prednáškou *Rozšírenie a rajonizácia krasu Sovietskeho zväzu*. Navštívil aj Brno, Karlovo Vary, Bratislavu a Liptovský Mikuláš, kde mal tiež prednášky a stretnutia s jaskyniarimi. Celkovo v Československu precestoval vlakom a autom okolo 5-tisíc kilometrov, navštívil tu významné krasové oblasti a 9 jaskýň, v ktorých prešiel asi 20 kilometrov. V knihe sa opisuje jeho srdečné prijatie v Československu a dve príhody. V prvej pripomenul geografom a speleológom zabudnutého českého vedca F. Pošepného, ktorý v roku 1871 publikoval v nemeckom jazyku prácu, poukazujúcu na spojenie úrovni jaskýň s riečnymi terasami. V druhej pri návšteve Demänovskej doliny spolu s V. Benickým a L. Mičianom sa A. Droppa opýtal G. A. Maksimoviča na jeho názor, prečo sústredené vody Demänovky vytekajú na povrch iba na jednom mieste a ďalej sa už v krasovom masíve neponárajú. A. Droppa ostal prekvapený jeho odpoveďou, ktorá znela, že to súvisí so štvrtohornými pohybmami na tomto úseku a krasové vody vychádzajú v mieste zlomu.

Skúsenosti získané v Československu publikoval a boli neskoršie použité v jeho asi najznámejšej monografii *Základy speleológie*. Okrem Československa bol v zahraničí už iba dva týždne v Bulharsku v roku 1968, kde sa zúčastnil národného speleologického kongresu. Roku 1961 vyšlo z jeho iniciatívy v Perme prvé číslo zborníka *Jaskyne*, ktorý vychádza dodnes. V roku 1963 vyšiel prvý diel monografie *Základy speleológie* (Основы карстоведения), jej druhý diel vyšiel v roku 1969. Roku 1964 bol z jeho iniciatívy v Perme založený medzinárodne dobre známy *Krasový a speleologický inštitút*, ktorý pod univerzitou pracuje dodnes. V roku 1973 ho pozvali ako čestného hosťa na 6. medzinárodný speleologický kongres do Olomouca, nepodarilo sa mu však na ňom zúčastniť. V knihe sa uvádza znenie listu V. Panoša, vtedajšieho viceprezidenta Medzinárodnej speleologickej únie, v ktorom ho pozýva na kongres a zároveň ho prosí, aby s kompetentnými orgánmi prerokoval členstvo Sovietskeho zväzu v tejto organizácii.

G. A. Maksimovič zomrel v máji roku 1979 vo veku 75 rokov. Počas života dostal za vedeckú prácu veľa ocenení, sú po ňom pomenované dve jaskyne na Urale, jedna na Kryme a jedna v Ťanšane v Strednej Ázii. Roku 1998 bola založená tradícia udeľovania ceny G. A. Maksimoviča za práce v oblasti geológie, ekológie a geografie. V chronologickom zozname jeho publikovaných prác je uvedených 544 titulov a 51 novinových článkov. Knihu doplnenú desiatkami čiernobielych fotografií a obrázkov možno záujemcom odporučiť ako súhrnný dokument o významnom predstaviteľovi ruskej speleologickej školy.

Peter Holúbek

Errata

Slovenský kras, ročník 46, číslo 2

strana 447

Chybne:

CAVE MICROCLIMATE IMPACT ON KARST PROCESSES:
ROLE OF CAVE VENTILATION

Správne:

CONCENTRATION OF CO₂ IN SOILS AND CAVES
OF THE MORAVIAN KARST (CZECH REPUBLIC)

Slovenský kras, ročník 47, číslo 1 **Acta Carsologica Slovaca**

Rok vydania:	2009
Vydavateľ:	Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva a Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky – Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši
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)
Anglické preklady:	Autori príspevkov
Grafika:	Ing. Jiří Goralski
Tlač:	Tlačiareň RVPRINT, s. r. o., Uhorská Ves 84, 032 03 Liptovský Ján
Náklad:	600 ks
Na obálke:	Biela chodba, jaskyňa Veľká Klisura, Prokletie, Kosovo Foto: Peter Vaněk
ISSN 0560-3137	