

# **SLOVENSKÉ JASKÝNĚ**

**2015**

*Správa slovenských jaskýň*

**20/1**



# **ARAGONIT**

## **vedecký a odborný časopis Správy slovenských jaskýň**

**Časopis uverejňuje:**

- pôvodné vedecké príspevky z geologického, geomorfologického, klimatologického, hydrologického, biologického, archeologického a historického výskumu krasu a jaskýň, najmä z územia Slovenska
- odborné príspevky zo speleologického prieskumu, dokumentácie a ochrany jaskýň
- informatívne články zo speleologických podujatí
- recenzie vybraných publikácií

**Vydavateľ:** Štátnej ochrany prírody SR, Tajovského ul. 28B, 974 01 Banská Bystrica  
IČO 17 058 520

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

**Zodpovedný redaktor:** RNDr. Ján Zuskin

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

**Výkonný redaktor:** RNDr. Ján Zelinka

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

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3569/09

**ISSN 1335-213X**

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

# **ARAGONIT**

**ročník 20, číslo 1 / september 2015**

© Štátnej ochrany prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš

**Redaktor:** Mgr. Bohuslav Kortman

**Grafická úprava a sadzba:** Ing. Ján Kasák, Žilina

**Tlač:** SLOVENSK, s. r. o., Bratislava

**Obrázky na obálke:**

- (1) Ochtinská aragonitová jaskyňa. Foto: M. Rengevič
- (2) Jaskyňa Domica, Kaňon, riečisko Styxu. Foto: P. Staník
- (3) Dobšinsko-stratenenský jaskynný systém. Kreslil: J. Tulis
- (4) Jaskyňa Domica, Majkov dóm. Foto: P. Staník

## OBSAH / CONTENTS

### 20 ROKOV OD ZÁPISU JASKÝŇ SLOVENSKÉHO A AGGTELEKSKEHO KRASU DO ZOZNAMU SVETOVÉHO DEDIČSTVA / 20 YEARS SINCE THE INSRIPTION OF THE CAVES OF SLOVAK AND AGGTELEK KARST ON THE WORLD HERITAGE LIST

J. Klinda: 20 rokov svetového dedičstva Jaskyne Slovenského a Aggtelekského krasu / 20 years of the World Heritage Site “Caves of Slovak and Aggtelek Karst” .....	3
J. Tardy, K. Székely: Spomienky na vyhlásenie jaskýň Aggtelekského a Slovenského krasu za svetové dedičstvo / Memories from the declaration of the caves of Aggtelek and Slovak Karst as the World Heritage .....	8
P. Bella, L. Gaál, V. Papáč, P. Gruber, M. Soják: Výnimočné hodnoty lokality svetového dedičstva „Jaskyne Slovenského a Aggtelekského krasu“ / Outstanding values of the World Heritage Site “Caves of the Slovak and Aggtelek Karst” .....	15
L. Gaál, P. Bella, D. Haviarová, J. Zelinka, V. Papáč, I. Balciar, P. Labaška: Výskum, ochrana a starostlivosť o jaskyne svetového dedičstva na Slovensku: prehľad činnosti od roku 1995 / Research, protection and management of the World Heritage caves in Slovakia: an overview of activities since 1995 .....	24
P. Gruber: Výskum, ochrana a starostlivosť o neživú prírodu v Aggtelekskom kraste: dvadsaťročná retrospektívna / Research, protection and management of inorganic nature in the Aggtelek Karst: twenty-years' retrospective .....	44
J. Tulis: Aktuálny stav prieskumu Dobšinsko-stratenského jaskynného systému / The current state of the survey of Dobšiná-Stratená cave system, Slovakia .....	53

### KARSOLOGICKÁ A SPELEOLOGICKÁ LITERATÚRA / KARSTOLOGICAL AND SPELEOLOGICAL LITERATURE

P. Bella: Z. Hochmuth: Atlas jaskyne Skalistý potok / Atlas of the Skalistý potok Cave .....	54
L. Vlček: L. Gaál – P. Gruber (Eds.): Jaskynný systém Domica-Baradla / The Domica-Baradla cave system .....	54

### SPOLOČENSKÉ SPRÁVY / SOCIAL REPORTS

L. Gaál: Odišiel Ján Mello / Ján Mello is gone .....	55
--	----

### ABSTRAKTY / ABSTRACTS

10. vedecká konferencia „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“ • Výskum a ochrana jaskýň Slovenského a Aggtelekského krasu, Rožňava – Bódvaszilas 22. – 25. 9. 2015 / 10 <sup>th</sup> Scientific Conference “Research, Use and Protection of Caves” • Research and Protection of the Caves of Slovak and Aggtelek Karst, Rožňava – Bódvaszilas, September 22 – 25, 2015 .....	56
---	----

# 20 ROKOV SVETOVÉHO DEDIČSTVA JASKYNE SLOVENSKÉHO A AGGTELEKSKÉHO KRASU

**Jozef Klinda**

Na 17. generálnej konferencii **Organizácie Spojených národov pre výchovu, vedu a kultúru** (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/ UNESCO*) v Paríži prijali 16. novembra 1972 jeho členské štaty významný **Dohovor o ochrane svetového kultúrneho a prírodného dedičstva** (*Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*), známy skrátene ako Dohovor o svetovom dedičstve (*World Heritage Convention/WHC*). Tento dohovor nadobudol **platnosť 17. decembra 1975** po uložení dvadsiatej listiny o prístupe u generálneho riaditeľa UNESCO. Dnes ide o tzv. veľký dohovor, ku ktorému už pristúpilo 191 štátov. Definíciu „**prírodného dedičstva**“ ustanovil čl. 2 dohovoru (pozri v oznamení FMZV č. 159/1991 Zb.). **Práva a povinnosti zmluvných štátov** ustanovujú čl. 4 až 7 dohovoru. Najvyšším orgánom dohovoru je **Generálne zhromaždenie zmluvných štátov dohovoru** (*General Assembly*), ktoré zasadá v dvojročných intervaloch a volí do 21-členného **Výboru svetového dedičstva** (*World Heritage Committee/WHC*) niektoré z kandidujúcich zmluvných štátov. Výbor zasadá raz za rok a len on môže schvaľovať nominácie lokalít jednotlivých štátov do **Zoznamu svetového dedičstva** (*World Heritage List/WHL*), ktoré patrí celému ľudstvu (nejde teda o zoznam a lokality UNESCO). Administratívnu zabezpečuje sekretariát WHC – **Centrum svetového dedičstva** (*World Heritage Center*), sídliace v areáli UNESCO v Paríži a riadené riaditeľom. Do roku 2015 výbor schválil a do WHL zapísal celkovo 1007 lokalít/objektov (z toho 779 kultúrneho dedičstva, 197 prírodného dedičstva a 31 zmiešaných) zo 161 štátov. Až 31 lokalít dnes presahuje hranice dvoch i viacerých štátov a 46 lokalít/objektov sa ocitlo na Zozname svetového dedičstva v ohrození. V Slovenskej republike sa nachádza 7 lokalít svetového dedičstva, z toho 2 ako svetové prírodné dedičstvo.

**Slovenská republika** sa snažila o pristúpenie k Dohovoru o svetovom dedičstve (WHD) už v osemdesiatych rokoch minulého storočia. Spoločná iniciatíva Ing. arch. Jaroslava Liptaya a RNDr. Jozefa Klindu z odboru pamiatok a ochrany prírody Ministerstva kultúry SSR však narážala na bariéru nepochopenia, podzrievavosti a byrokracie najmä federálnych orgánov štátnej správy. Neúspešné ostalo aj ich tzv. **Vianočné stanovisko** z 21. decembra 1988 s opäťovným zdôvodneným návrhom na pristúpenie Československa k WHD. Až po určigách vyhoveli nátlaku, a tak 26. októbra 1989 mohol prerokovať J. Klinda v Prahe na MK ČSR a Československej komisií pre spoluprácu s UNESCO pri FMZV slovenské požiadavky, týkajúce sa pristúpenia Československa k dohovoru. Zároveň oboznámil českú stranu a federálne orgány s **prvým predbežným návrhom na nomináciu 22 lokalít zo Slovenska na zápis do WHL**. Do tohto slovenského zoznamu proporčne zahrnuli 11 lokalít kultúrneho dedičstva a 11 lokalít prírodného dedičstva. Medzi nimi sa **prvý raz uviedli aj samostatné nominácie Ochtinské aragonitovej jaskyne a Jaskynného systému Domica-Baradla**. Túto nomináciu vopred prerokoval J. Klinda ako predstaviteľ Československého speleologického koordinačného výboru s jeho členmi. Zo Slovenského krasu vybrali ešte Zádielsku tiesňavu a Turniansky hradný vrch. Osobitne navrhli na nomináciu Národný park Slovenský raj s Dobšinskou ľadovou jaskyňou. Vtedy ešte nikto netušil o ich možnom prepojení. Nechýbali ani prírodné rezervácie centrálnej časti Národného parku Nízke Tatry, v ktorom sa rátalo aj s nomináciou jaskynných systémov v Demänovskej doline a Svätôjánskej doline. Belianska jaskyňa mala byť súčasťou návrhu Tatranského národného parku na zápis do WHD. Predmetný zoznam (v prílohe s opisom 22 predbežne nominovaných lokalít/objektov)



Budova UNESCO v Paríži postavená v rokoch 1955 – 1958

následne poslal za odbor pamiatok a ochrany prírody Ministerstva kultúry SSR vo svojom liste z 31. októbra 1989 federálnym orgánom zahraničných stykov a partnerskému odboru v Prahe, ktorý príslúbil na spomenutom rokovaní 26. októbra 1989 podporu a v rámci unifikácie na federálnej úrovni spoločný koordinovaný postup. Keďže k pozitívnym zmenám nedošlo ani po novembri 1989, nasledoval list ministra kultúry SR z 18. apríla 1990, v ktorom vyzval českého kolegu k spoločnej aktivite zameranej na pristúpenie ČSFR k WHC. Tejto vý-

následne poslal za odbor pamiatok a ochrany prírody Ministerstva kultúry SSR vo svojom liste z 31. októbra 1989 federálnym orgánom zahraničných stykov a partnerskému odboru v Prahe, ktorý príslúbil na spomenutom rokovaní 26. októbra 1989 podporu a v rámci unifikácie na federálnej úrovni spoločný koordinovaný postup. Keďže k pozitívnym zmenám nedošlo ani po novembri 1989, nasledoval list ministra kultúry SR z 18. apríla 1990, v ktorom vyzval českého kolegu k spoločnej aktivite zameranej na pristúpenie ČSFR k WHC. Tejto vý-

zve predchádzal list podpredsedovi vlády ČSFR Jozefovi Hromádkovi zo 16. marca 1990 s týmto odporúčaním: „Nazdávame sa, že Československo by malo urýchlene pristúpiť k Dohovoru o ochrane svetového a kultúrneho dedičstva (Paríž, 1972), ktorá sa okrem záchrany hodnôt celosvetového významu orientuje aj na kultúrne hodnoty národov a regiónov. Tunajšie ministerstvo vypracovalo pre Federálne ministerstvo zahraničných vecí v tomto smere prvý návrh a vstúpilo do rokovaní s Ministerstvom kultúry ČR a Ministerstvom životného prostredia ČR.“ Až potom došlo k prijatiu uznesenia vlády ČR zo 6. júna 1990 č. 165, uznesenia vlády SR zo 4. septembra 1990 č. 412 a **uznesenia vlády ČSFR zo 16. augusta 1990 č. 555 o pristúpení ČSFR k dohovoru**. ČSFR uložila listiny o prijatí dohovoru 15. novembra 1990, a tak sa 15. februára 1991 stala po Fidži 115. členským štátom dohovoru. Po jej rozdelení 1. januára 1993 sa sukcesiou stalo Česko 133. členským štátom dohovoru 26. marca 1993 a **Slovensko 134. členským štátom dohovoru 31. marca 1993**.

Kompetencie za prírodné dedičstvo medzitým prešli v roku 1990 z MK SR na Slovenskú komisiu pre životné prostredie (SKŽP), ktorá sa v roku 1992 pretransformovala na Ministerstvo životného prostredia SR (MŽP SR). Pri tomto ústrednom orgáne štátnej správy vznikla 7. mája 1991 Česko-Slovenská koordinačná rada ochrany svetového kultúrneho a prírodného dedičstva (**ČSROSD**) ako dohodnutý poradný a koordináčny celoštátny orgán príslušných federálnych i republikových ministerstiev so sekretariátom v Bratislave. Rada, ktorej predseda Prof. RNDr. Ladislav Miklós, DrSc. (ako podpredseda SKŽP), okrem iného uskutočnila tajným hlasovaním aj výber objektov kultúrneho a prírodného dedičstva z ČR a SR navrhovaných na zápis do WHL. Kým z ČR sa takto do návrhu dostala na druhé miesto CHKO Mo-

ravský kras, zo SR jaskyne neprešli a výsledný limitovaný návrh bol takýto:

1. Tatranský národný park,
2. pralesy Polonín (ŠPR Stužica, Riaba skala, Pľaša, Rožok a Havešová),
3. Národný park Slovenský raj,
4. Národný park Malá Fatra.

Tento **Návrh na zaradenie kultúrneho a prírodného dedičstva Slovenskej republiky do Svetového kultúrneho a prírodného dedičstva** po prijatí v operatívnej porade ministra – predsedu SKŽP 3. júla 1991 následne prerokovala a schválila **vláda SR uznesením č. 439 z 13. augusta 1991**. Na zasadnutí WHC 7. – 14. novembra 1992 v americkom Santa Fe, na ktorom sa za SR zúčastnil riaditeľ sekcie MŽP SR RNDr. Peter Muška, však nomináciu TANAP-u zhodnotili experti veľmi nepriaznivo a WHC ju zamietol. Po vzniku samostatnej Slovenskej republiky roku 1993 zriadili v gestorstve MŽP SR nástupnícky **Slovenský výbor pre ochranu svetového kultúrneho a prírodného dedičstva (SVOSD)**, ktorý tento neúspech vzal na vedomie a navrhol postupovať ďalej podľa vládou schváleného návrhu nominácií. Po nástupe novej vlády však zanikol a neskôr ho nahradila už v pôsobnosti Ministerstva kultúry SR **Komisia pre záchranu lokalít zapísaných v Zozname svetového prírodného a kultúrneho dedičstva UNESCO** (po niekoľkých rokoch bola tiež zrušená). Takto vznikol priestor na návrat k pôvodnému prvému slovenskému zoznamu z roku 1989 a k možnosti nominácie Ochtinskej aragonitovej jaskyne a jaskynného systému Domica-Baradla. Bývalý tajomník ČSROSD a SVOSD J. Klinda po komparácii s inými lokalitami vo WHL preskúmaní možností a zvážením predopakladu úspešnosti upravil svoj pôvodný zámer a navrhol tieto nominácie spojiť a rozšíriť na **Jaskyne Slovenského krasu a Aggtelekского krasu**. Následne inicioval a uskutočnil aj rokovania s maďarskou stranou 14. – 15. septembra 1993 v Budapešti, 8. októbra 1993 v Rožňave a 9. júna 1994 v Bratislave. V gestorstve MŽP SR a Správy CHKO Slovenský kras tak začal vznikať **bilaterálny nominačný projekt**. Za slovenskú stranu sa rokovanie zúčastňovali a na príprave projektu podieľali najmä odborníci zo Slovenskej agentúry životného prostredia, vedení RNDr. Pavlom Bellom zo Správy slovenských jaskyň v Liptovskom Mikuláši a Ing. Mikulášom Rozložníkom, riaditeľom Správy CHKO Slovenský kras. Maďarskú stranu zastupovali najmä z Budapešti Dr. János Tardy a Dr. Kinga Székely a z Aggtelekského národného parku jeho riaditeľ Dr. Gábor Baross so spolupracovníkmi. Termín predloženia nominačného projektu sa blížil a slovenská časť s užšou nomináciou 12 jaskyň už bola hotová a v Bratislave pripravená na odoslanie do WHC v Paríži. Na poslednú chvíľu však stihol páni Baross doniesť do Petržalky aj maďarskú časť projektu s užšou nomináciou 10 jaskyň. V nočných hodinách v byte J. Klindu bilaterálny projekt spoločne poskladali a na druhý deň bol so sprievodným listom riaditeľa odboru ekologickej politiky MŽP SR zo 14. septembra 1994 v dvoch exemplároch doručený na MZV SR s požiadavkou na jeho urýchlené odoslanie diplomatickou poštou do Paríža na Stálu misiu SR pri UNESCO a jej prostredníctvom

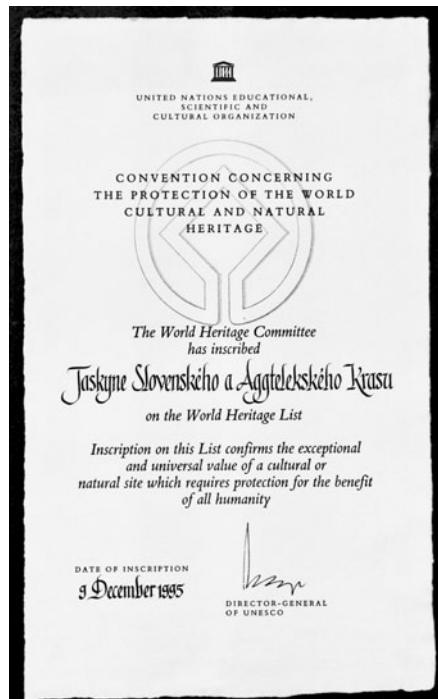
na predloženie WHC do 30. septembra 1994, aby nedošlo k ročnému omeškaniu. Nominačný termín sa tak stihol a po zaevidovaní WHC skontrolovalo, či návrh obsahuje všetky náležitosti. Po potvrdení úplnosti projektu nomináciu predložilo na posúdenie IUCN do švajčiarskeho Glandu. Hlavným expertom na jej posúdenie sa stal Kanadčan James Westwick Thorsell, ktorý si vyžiadal substančné aj od renomovaných odborníkov z Medzinárodnej speleologickej únie (IUS). Pán Thorsell počas týždenného pobytu navštívil na jar 1995 aj Aggtelekský kras a Slovenský kras, pričom na pohraničnom priechode Domica-Baradla mu bolo potrebné ešte vybaťi obratom priamo z hranice víza, aby sa dostal na Slovensko, o čo sa zaslúžil najmä vtedajší vedúci úradu MŽP SR Ing. Ladislav Slepodník. Po zdolaní aj tejto nečakanej prekážky Jim Thorsell mohol dokončiť terénné hodnotenie a prezentovať jeho výsledok s 13 ďalšími referenciami na rokovanie Predsedníctva WHC 3. – 8. júla 1995 v Paríži za účasti Jozefa Hlaváča, Jozefa Klindu, Mikuláša Rozložníka a Pavla Tomu. Ochtinská aragonitová jaskyňa a 11 jaskyň/priepastí z CHKO Slovenský kras a 10 jaskyň/priepastí z Aggtelekského národného parku a jeho okolia bolo po rozprave odporučených za svetové dedičstvo definítivne až počas druhého sobotňajšieho hlasovania. Návrhy zástupcov viacerých štátov na rozšírenie projektu aj na povrchovú časť krasu alebo na jeho uvedenie ako zmiešaného kultúrno-prírodného dedičstva (pre výskyt archeologických nálezov v jaskyniach) slovenská delegácia po prerokovaní s maďarskými partnermi rezolútne odmietla. Nadáľ zotrvala na predloženej koncepcii nominácie len podzemia ako prírodného dedičstva, ktoré zodpovedalo stanoveným kritériám a bolo už expertmi kladne ohodnotené a odporučené. V prípade pristúpenia k takýmu lákavým návrhom by totiž hrozilo, že nominačný projekt by odročili a vrátili na zásadné prepracovanie, pričom by v novej podobe musel byť podrobenej novému hodnoteniu. Vedúci delegácie J. Klinda upozornil maďarských i slovenských zástupcov, že hodnotenia expertov z ICIMOS za kultúrne dedičstvo a z IUCN za prírodné dedičstvo na povrchu oboch krasových chránených území by boli určite zamietavé a všetky snahy by vyšli nazmar. Táto prezriavosť, diplomacia, vzájomná súdržnosť a disciplína sa vyplatili. A tak mohol odznieť konečný verdikt WHC na jeho zasadnutí v Berlíne 9. decembra 1995 o 16:45 pri druhom hlasovaní a údere kladivkom predsedu WHC Horska Winkelmann. Obava z „konkurenčných“ Carlsbad Caverns z USA i z výroku Jima Thorsella, že v Európe už nie sú lokality prírodného dedičstva, ktoré by zodpovedali kritériám svetovosti, pominiula (pri gratuláciach sa vyjadril, že to myslieť len na povrchu). Stratil sa aj pocit ľarchy zodpovednosti, vyplývajúci z gestorstva za celý bilaterálny projekt. K odovzdaniu certifikátov a k slávnostnému vyhláseniu svetového dedičstva došlo pri Ochtinskej aragonitovej jaskyni a pri Jaskynnom systéme Domica-Baradla 13. septembra 1996 za účasti ministrov životného prostredia Slovenska a Maďarska. V podstate do svetového dedičstva boli zahrnuté všetky jaskyne a priepasti Slovenského krasu a Aggtelekského krasu (teda viac než

pisic z celého podzemia), ale aj osobitne niektoré mimo týchto krasových území, napr. Ochtinská aragonitová jaskyňa (250 m), čo sa neskôr využilo ako argument pri nominácii Dobšinskéj ľadovej jaskyne. Okrem „Ochtinky“ bolo podľa nominačného projektu v tom čase osobitne vybraných a nominovaných ešte týchto **11 prírodných pamiatok**:

1. Jaskyňa Domica (5261 m) spolu s maďarskou Baradlou (celková dĺžka 21 km),
2. Gombasecká jaskyňa (1525 m) so Silickou ľadnicou (1100 m, -110 m),
3. Jasovská jaskyňa (2704 m),
4. Krásnohorská jaskyňa (1100 m) s najvyšším stalagmitom 34 m,
5. Drienovská jaskyňa (1073 m),
6. Hrušovská jaskyňa (780 m),
7. Skalistý potok (3833 m) – Kunia priečasť (-813 m),
8. Diviačia priečasť (-123 m),
9. Zvonivá jama (-100,5 m),
10. Snežná diera (80 m),
11. Obrovská priečasť (-103 m).

Z maďarského Aggtelekského krasu a jeho okolia vybrali odborníci týchto **10 jaskyň a priečastí**:

1. Baradla,
2. Béke barlang (Jaskyňa mieru),
3. Kossuth barlang (Kossuthova jaskyňa),
4. Meteor barlang (Jaskyňa Meteor),
5. Rákóczi barlang I. (Rákócziho jaskyňa I.),
6. Rákóczi barlang II. (Rákócziho jaskyňa II.),
7. Szabadság barlang (Jaskyňa slobody),
8. Vass Imre-barlang (Jaskyňa Imreho Vassa),
9. Rejték zsomboly (Priečasť Rejték),
10. Vecsem-bükki zsomboly (Vecsembükkská priečasť).



Svetové dedičstvo Jaskyne Slovenského a Aggtelekského krasu bolo o päť rokov rozšírené o ďalšie jaskyne mimo tohto krasu, konkrétnie uvedenú **Dobšinskú ľadovú jaskyňu spolu so Stratenskou jaskyňou a jaskyňou Psie diery** vo vrchu Duča v Národnom parku Slovenský raj. Pôvodne išlo o nominačný návrh



Rokovanie s maďarskou delegáciou pred zasadnutím WHC v Berlíne v decemtri 1995, zľava P. Bella, J. Klinda, V. Dvořáková, G. Baross, K. Szekely a P. Toma



Gratulácia J. Thorsella po rokovaní WHC v Berlíne v decemtri 1995, zľava V. Dvořáková, P. Bella, J. Klinda, J. Thorsell a P. Toma

**„Rokliny Slovenského raja a Dobšinská ľadová jaskyňa“**, ktorý predložilo MŽP SR Centru svetového dedičstva v Paríži 26. júna 1997. Základnú ideu tohto projektu, predrokovanie počas rokowania Predsedníctva WHC 19. – 26. júna 1993, založil iniciátor na typologickej rozmanitosti roklín a ich vysokej koncentrácií. IUCN si k nemu vyžiadala až 23 referencie. Napriek pozitívnym stanoviskám spočiatku skeptických expertov – Kanadána prof. Johna Marsh a íra Rolfa Hogana z centra IUCN v Glande, ktorí Slovenský raj navštívili a hodnotili v máji 1998, definitívne stanovisko IUCN viedlo k zamietnutiu nominácie. Po rokovaniah Predsedníctva WHC 22. – 27. júna 1998 v Paríži, WHC 30. novembra – 5. decembra 1998 v Kjóte a znova Predsedníctva WHC 19. – 24. apríla 1999 v Paríži ukázala sa ako jediná priechodná možnosť rozdelenie projektu na dve časti. Časť Rokliny Slovenského raja slovenská delegácia stiahla s rešpektovaním odporúčania 22. zasadnutia WHC v Kjóte, aby boli rozšírené o ďalšie krasové doliny v SR (pre splnenie veľkostného kritéria). Dnes ide spolu s Poľskom o už dlhšie kompletné pripravený nomináčny projekt **Doliny mezozoika Západných Karpát** z dieľne SAŽP a ŠOP SR, ktorý čaká na predloženie. Dobšinská ľadová jaskyňa (1232 m) spolu so Stratenou jaskyniou – Psími dierami (21 737 m) však takto ostala v procese posudzovania a schvaľovania. V pozadí stál zase hlavný expert IUCN pre svetové dedičstvo Jim Thorsell, ktorý si ju so záujmom prezrel počas návštevy Slovenska. Keďže nomináčny projekt Rokliny Slovenského raja dostal odporúčanie WHC na rozšírenie a dopracovanie, kompromisne navrhol, aby bola zahrnutá do už exis-

tujúceho svetového dedičstva Jaskyne Slovenského a Agtelekského krasu. To si však vyžadovalo oficiálne súhlas partnerskej maďarskej strany, ktorá skoro rok nad ním zvažovala. Prelom nastal začiatkom októbra 1999 v Českom Krumlove po rokovaní ministrov životného prostredia štátov V4, kde po večeri maďarský minister životného prostredia prerokoval tento problém s J. Klindom za účasti Mariky Gombosovej a prisľúbil jeho riešenie. Slovo do týždňa dodržal a s jeho následným písomným súhlasmom sa nominácia Dobšinskej ľadovej jaskyne dostala až do „predposledného kola“ – na rokование Predsedníctva WHC 26. júna – 1. júla 2000 v Paríži. Potom už nasledovalo „finále“ v austrálskom Cairne 27. novembra – 2. decembra 2000 na rokovaní WHC za účasti slovenskej delegácie, vedenej vedúcim úradu MŽP SR (v tom čase RNDr. Tamás Dömöny). Hodnotiacu správu s odporúčaním uviedol Jim Thorsell. Úspech Slovenska znásobila aj skutočnosť, že WHC pod vedením P. Kinga vtedy schválil aj nomináčny projekt Mestskej pamiatkovej rezervácie Bardejov. Zásluhu na zápisе Dobšinskej ľadovej jaskyne majú najmä spracovatelia upraveného čiastkového nomináčného projek-

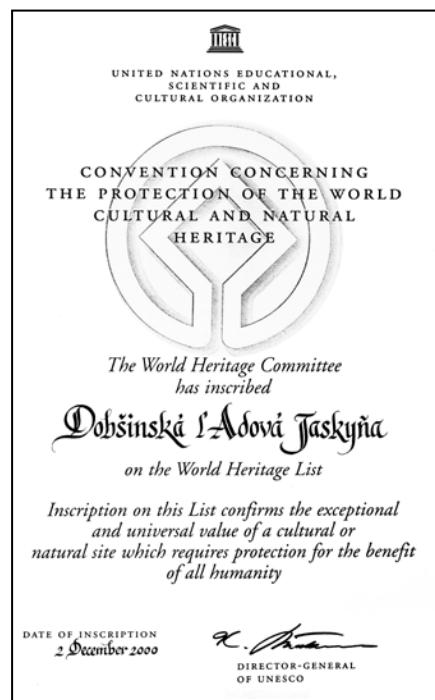
tu – Pavel Bella, Ján Tulis, Ladislav Novotný a Peter Gažík, ale aj zamestnanci Správy NP Slovenský raj v Spišskej Novej Vsi a tak ako v predchádzajúcom prípade i Správy slovenských jaskyň a Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši a niektorí členovia Slovenskej speleologickej spoločnosti. Slovenské úspechy mali pozitívny ohlas aj v periodikách o svetovom dedičstve – The World Heritage Newsletter a prestížnom časopise World Heritage Review. Lokality sa

dostali na stránky významných atlasov, encyklopédii, učebníc a reprezentačných publikácií aj s celosvetovým dosahom i na relevantné internetové informačné zdroje a do programov viacerých cestovných kancelárií.

#### Znak svetového dedičstva

(kosočtvorec – dielo človeka v kruhu – symboly prírody), ktorého autorom je Michel Olyff, dnes vidíme vo všetkých končinách sveta. Preniká aj do najzaostalejších a najpanenskejších kútov, šíri osvetu a posvätnú úctu k hodnotám, ktoré reprezentuje. Zneuctenie, poškodzovanie až likvidácia týchto svetových hodnôt ich ničiteľmi na niektorých miestach poburuje kultúrnych ľudí i svetovú verejnosť. Takéto porušovanie medzinárodného práva, morálnych zásad a hodnotových kritérií predstavuje hrozbu pre ďalší rozvoj civilizácie, charakterizuje nízku intelektuálnu úroveň, signalizuje úpadok kultúry a devastáciu nášho environmentu. Už Carlo Goldoni povedal: *Svet je nádherná kniha, ale nemá cenu pre toho, kto nevie čítať.* Stačí už len dodať výrok Johanna Wolfganga Goetheho: „*Sme zvyknutí, že ľudia sa posmievajú veciam (znevažujú veci), ktorým nerozumejú.*“ Ak tak robia ostatní ľudia, ktorí im rozumejú, postavme si otázku: „*Čo ich k tomu vedie, alebo či sú naozaj rozumní a schopní ctíť si hodnoty?*“ Zároveň si treba uvedomiť, že zápisom lokalít do WHL a ich slávnostným vyhlásením sa starostlivosť o ne len začína. Tak zo strany obcí, ako aj štátnych orgánov, odborných inštitúcií, združení občanov i podnikateľských subjektov. Mnohí si to už uvedomili. Napríklad Správa slovenských jaskyň, ktorá dnes spravuje 5 lokalít svetového dedičstva – sprístupnených jaskyň, priorite obnovila všetky ich vstupné areály a prístupové zariadenia a zaviedla ich permanentný monitoring. Obdobne na maďarskej strane postupuje Správa Agtelekského národného parku. Starostlivosť o svetové dedičstvo sa stáva predmetom rokovaní svetových, regionálnych i národných orgánov, záujmu odborných inštitúcií, samospráv, podnikateľov i združení fyzických alebo právnických osôb. Záchrannou svetového dedičstva sa zaoberá aj Európska únia. V súvislosti s potrebou diferenciácie hodnôt a **nálastom počtu schválených lokalít svetového dedičstva za 40 rokov** v ročnom priemere o 23 Európsky parlament odporučil vypracovať dokonca klasifikačný systém Európskeho dedičstva. Zároveň prijal rezolúciu č. 2000/2036(INI) o aplikácii Dohovoru o ochrane svetového kultúrneho a prírodného dedičstva v členských štátach Európskej únie. Rezolúcia vyzýva k zvýšenej až vzorovej starostlivosťi o toto dedičstvo a odporúča výčleniť na tento účel finančné prostriedky v rámci environmentálnych a kultúrnych programov.

Postupne si už čoraz menej ľudí kladie primitívny otázku: „*Čo z toho máme, že sa nejaké alebo naše lokality stanú svetovým dedičstvom?*“ Zrejme rastie ich kultúrna úroveň a environmentálne povedomie. Verme, že ich potomkom už takáto otázka vôbec nepadne a generácie 3. tisícročia odovzdajú zachované svetové dedičstvo svojim ešte kultúnejším nástupcom ďalších tisícročí. V tomto dedičstve by rozhodne nemali chýbať Jaskyne Slovenského a Agtelekského krasu.



## A SZLOVÁK- ÉS AGGTELEKI-KARSZT VILÁGORÖKSÉG 20 ÉVE

Az UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) 17. párizsi konferenciáján 1972. november 16-án a tagállamok elfogadták a Világ Kulturális és Természeti Örökségről Szóló Egyezményt (*Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*), vagyis a Világörökség Egyezményt (*World Heritage Convention/WHC*), amely 1975. december 17-én lépett érvénybe. A természeti örökség fogalmát az Egyezmény 2. cikkelye, az aláíró országok jogait és kötelességeit pedig a 4. és a 7. cikkelye határozza meg. Az Egyezmény legfelsőbb szerve az aláíró országok Közgyűlése (*General Assembly*), amely kétévenként ülésezik és megválasztja a 21 fős Világörökség Bizottságot (*World Heritage Committee*). A Bizottság évenként ülésezik és hatáskörébe tartozik a Világörökség Jegyzékébe (*World Heritage List/WHL*) való felvétel jóváhagyása. Ezek nem csak az UNESCO, hanem az egész emberiség helyszínei. Az ügyrendet a Világörökség Központ titkársága vezeti (*World Heritage Center*), amely az UNESCO párizsi központjában székel, élén az igazgatóval. 2015-ig a Bizottság 161 ország 1007 helyszíné felvételét hagyta jóvá, ebből 779 kulturális, 197 természeti, 31 pedig vegyes helyszín. Maig 31 helyszín két vagy több ország területén található, 46 helyszín pedig veszélyeztetett állapotú. Szlovákia területén jelenleg 7 világörökségi helyszín található, ebből 2 természeti örökség.

A Szlovák Köztársaság a Világörökség Egyezményhez (WHC) való csatlakozáshoz már a múlt század nyolcvanas éveiben kísérleteket tett. A Kulturális Minisztérium munkatársai, Ing. arch. Jaroslav Liptay és RNDr. Jozef Klinda közös kezdeményezése azonban nem találtak megértésre, főleg az államigazgatás föderális szerveinél keltettek gyanút. Sikertelen volt az 1988. december 21-iéki ún. „Karácsonyi állásfoglalás“ is, amelyben ismételten kísérletet tettek a csatlakozáshoz. A fokozatos nyomásnak csak 1989. október 26-án engedtek, amikor Jozef Klinda a Cseh Köztársaság Kulturális Minisztériumában és a Föderális Külügyminisztérium mellett működő Csehszlovák UNESCO Bizottságban is megtárgyalta a csatlakozás szlovákiai kérelmeit, beleértve 22 szlovákiai világörökségi helyszínre tett előzetes javaslatot. A javaslatba 11 kulturális és 11 természeti helyszínt választottak ki. Az önálló természeti helyszínek között szerepelt az Ochtinai-aronitbarlang, a Domica-Baradla barlangrendszer, a Szádelői-völgy Torna váraval, a Szlovák-Paradicsom a Dobšinai-jégbarlanggal, az Alacsony-Tátra Nemzeti Park rezervátumai a Deményfalvi- és Szentiványi-völgy barlangjaival, valamint a Tátrai Nemzeti Park a Bélai-barlanggal. A barlangok jelölését Klinda, mint a Csehszlovákiai Barlangtani Koordinációs Bizottság elnöke, megtárgyalta annak tagjaival is. A SZK Kulturális Minisztériuma a javaslatot 1989. október 31-én elküldte a prágai föderális külügyi szerveknek, amelyek az érintetteket az ügy támogatásról és koordinálásáról biztosították. Pozitív válaszot azonban 1989. novembere után sem állt be, ezért 1990. április 18-án a miniszter levelet írt cseh kollégájának, felkérve a közös cselekvésre. Hasonló levél ment 1990. március 16-án Josef Hromádka föderális kormányalelnöknek is. Csak ezután fogadta el a cseh, a szlovák, majd 1990. augusztus 16-án a föderális kormány a csatlakozásról szóló határozatot. A Csehszlovák Föderális Köztársaság 1991. február 15-én lett a Világörökség Egyezmény aláíró tagállama, majd a két állam különválása után Szlovákia 1993. március 26-án az Egyezmény 134. tagállamává vált. Eközben a természeti örökség hatásköre a Kulturális Minisztériumtól a Szlovák Környezetvédelmi Bizottságra, majd az ebből 1992-ben kialakult Környezetvédelmi Minisztériumra háult. Itt alakult meg 1991. május 7-én a Kulturális és Természeti Világörökség Védelménél Cseh-Szlovákiai Koordinációs Tanácsa, vagyis a kompetens föderális és nemzeti minisztériumok országos tanácsadó és koordinációs szerve pozsonyi székhellyel. A Tanács elnöke Miklós László professzor lett és hatáskörébe tartozott többek között titkos szavazással eldönteni további csehországi és

szlovákiai kulturális és természeti helyszínek feltérjesztését a Világörökség Jegyzékébe. Ennek eredményeként került Csehországból a Morva-karszt Tájvédelmi Körzet a javasolt helyszínek második helyére, a szlovákiai barlangok viszont nem mentek át, a javaslat sorrendje pedig a következő lett:

1. Tátrai Nemzeti Park,
2. Poloninok őserdei (Stužica, Riaba skala, Pľaša, Rožok és Havešová rezervátumok),
3. Szlovák Paradicsom Nemzeti Park,
4. Kis-Fátra Nemzeti Park.

Ezt a javaslatot 1991. augusztus 13-án Szlovákia kormánya is jóváhagyta. A Világörökség Bizottság 1992. november 7-14-ikei ülésén az amerikai Santa Fe városban (amelyen részt vett a Kulturális Minisztérium illetékes szekciójának igazgatója, Dr. Peter Muška is), azonban a Tátrai Nemzeti Park jelölését igen kedvezőtlenül értékelték, aminek következtében a Bizottság elvettette. Az önálló Szlovák Köztársaság létrejötte után, 1993-ban, a Környezetvédelmi Minisztérium fennhatósága alatt létrehozták a Szlovákiai Kulturális és Természeti Világörökség Védelmi Bizottságát, amely a kudarcot tudomásul vette és a kormány által jóváhagyott jegyzék értelmében további lépéseket javasolt. Az új kormány hatalomra kerülése után a világörökség ügyét kezelő bizottság átalakult és a Kulturális Minisztérium hatáskörébe került, de néhány év után megszűnt. Ezután vissza lehetett térti az első szlovákiai javaslatot 1989-ből, amelyben az Ochtinai-aronitbarlang és a Domica-Baradla-barlangrendszer feltérjesztése szerepelt. Jozef Klinda ekkor átdolgozta az eredeti javaslatot és mérlegelve annak esélyét, javasolta kiterjeszteni az egész Szlovák- és Aggteleki-karszt barlangjaira. A magyar féllel való egyeztetés érdekében több találkozót is kezdeményezett: 1993. szeptember 14-15-én Budapesten, 1993. október 8-án Rozsnyón, majd 1994. június 9-án Pozsonyban. Ezzel a leendő pályázat kétoldalúvá vált. Szlovák oldalról a tárgyalásokon és a pályázat előkészítésében részt vevő szakembereggárdát Dr. Pavel Bella, a Szlovákiai Barlangok Igazgatóságának munkatársa, és Ing. Mikuláš Rozložník, a Szlovák-karszt Tájvédelmi Körzet igazgatója vezette. Magyar részről főleg Dr. Tardy János és Székely Kinga, a budapesti Környezetvédelmi Minisztérium részéről, valamint Dr. Baross Gábor, az Aggteleki Nemzeti Park igazgatója vettek részt. A pályázat benyújtásának időpontja közeleddett, ezért a szlovákiai rész 12 javasolt barlangjának tervét elkészítették, majd az utolsó pillanatban Baross Gábor igazgató elhozta Pozsonyba a magyarországi 10 barlang tervét is. Klinda Jozef lakásán aztán az éjszakai órákban közösen összeállították a

pályázat anyagát, majd másnap, 1994. szeptember 14-én két példányban elküldték a Szlovák Köztársaság Külügyminisztériumára azzal, hogy még időben továbbítsák diplomáciai úton a Világörökség Bizottsághoz Párizsba. Ez sikerült is, a Bizottság pedig időben átellenőrizhette a pályázati feltételek betartását, majd a svájci Glandba továbbította elbírálásra az IUCN-hez. Az elbírálás fő szakembere a kanadai James Westwick Thorsell lett, aki további állásfoglalásokat kérte ki a Nemzetközi Barlangtani Unió (UIS) neves szakembereitől. Thorsell úr személyesen is meglátogatta a javasolt helyszínt, 1995 tavaszán egy hetet töltött a Szlovák- és Aggteleki-karszt területén. A Domica-Baradla határátkelőn azonban sürgősen beutazási vízumot kellett intézni neki Szlovákiába, aminek a jelen lévő minisztériumi hatalvezető, Ladislav Slobodník, maradéktalanul eleget tett. E váratlan akadály elhárítása után Jim Thorsell befejezhette a javasolt helyszínek megtektéset. Ezután került sor 1995. július 3. és 8. között a javaslat megvitatására a Világörökség Bizottságában Párizsban, további 13 helyszínnel egyetemben. Ezen Szlovákiából részt vett Jozef Hlaváč, Jozef Klinda, Mikuláš Rozložník és Pavol Toma. A vita után a Bizottság tagjai javaslatot tettek az Ochtinai-aronitbarlang és a Szlovák-karszt 11 barlangja, valamint az Aggteleki-karszt 10 barlangja elfogadására. A végleges döntésre azonban csak másnap került sor. Több ország képviselője azt a javaslatot tette, hogy a pályázatot ki lehetne terjeszteni a karszt felszínére is, vagy pedig dolgozzák át vegyes – természeti és kulturális – örökség formájában, tekintettel a gazdag régiókre. A javaslatot megvitattuk a magyar féllel és határozottan elutasítottuk. Az eredeti terv ugyanis már megfelelt a kritériumoknak, a szakértők pozitívan értékelték, míg az új javaslat a pályázat elhalasztását, átdolgozását és újbóli értékelését vonná maga után, amelynek kimenetele bizonytalan lenne tekintettel az ICOMOS és az IUCN külön-külön elbírálására kulturális, ill. természeti szempontból. Ez a diplomatikus elővigyázatosság és egyetértés végül is sikerhez vezetett és a Bizottság berlini ülésén 1995. december 9-én, második szavazás után 16<sup>45</sup> órakor sor került Horst Winkelmann bizottsági elnök kalapácsút-sével a végső döntésre. A Carlsbad Caverns konkurenciájáról szóló aggályok és Jim Thorsell kijelentése, hogy Európában már nincsnek természeti világörökségi helyszínek, nem váltak valóra (ezt Thorsell a gratulációkor úgy jelezte, hogy ő a felszíne értelmezte). Nagy megkönynebbülés volt ez a döntés, a kétoldalú pályázat iránti felelősségerzettel is megszűntegyszerre. A világörökségről szóló igazolás ünnepélyes átadására az Ochtinai-aronitbarlang-

nál és a Domica-Baradla-barlangrendszerrel került sor 1996. szeptember 13-án, minden ország minisztere jelenlétében. Lényegében a Világörökség Jegyzékébe felkerült minden barlang és zsomboly a Szlovák- és Aggteleki-karszt területén (tehát az egész területről több, mint ezer), de a térségen kívülről is, mint pl. az Ochtinai-aronitbarlang. Ezt a tényt később kihasználtuk a Dobsinai-jégbarlang javaslatának indoklásánál. Az Ochtinai-aronitbarlangon kívül a pályázatban külön kiemelésre került tehát a következő 11 természeti emlék:

1. Domica-barlang (5261 m, a Baradlával együtt 21 km hosszú),
2. Gombaszögi-barlang (1525 m) a Szilicei-jégbarlanggal (1100 m, -110 m),
3. Jászói-barlang (2704 m),
4. Buzgó-barlang (1100 m) a legmagasabb cseppkőoszloppal 34 m,
5. Somogyi-barlang (1 073 m),
6. Körtvélyesi-barlang (780 m),
7. Kövespatak-barlang – Nyest-zsomboly (3833 m, + 813 m),
8. Vaddisznós-zsomboly (-123 m),
9. Csengő-lyuk (-100,5 m),
10. Hó-lyuk (80 m),
11. Óriás-zsomboly (-103 m).

Az Aggteleki-karszt területéről a következő 10 barlangot emelték ki a szakemberek:

1. Baradla,
2. Béke-barlang,
3. Meteor-barlang,
4. Rákóczi-barlang I.,
5. Kossuth-barlang,
6. Rákóczi-barlang II.,
7. Szabadság-barlang,
8. Vass Imre-barlang,
9. Rejték-zsomboly,
10. Vecsem-bükki-zsomboly.

Öt évvel később a Szlovák- és Aggteleki-karszt Barlangvilága Világörökségét kiterjesztették a Dobsinai-jégbarlangra és a vele összefüggő Sztracenai-barlang-Kutya-lyukak barlangrendszerre, amely a Szlovák-Paradicsom Nemzeti Park részét képezik. Eredetileg ez egy önálló pályázat volt „A Szlovák Paradicsom szurdokai és a Dobsinai-jégbarlang” néven, amelyet a Környezetvédelmi Minisztérium nyújtott be 1997. június 26-án a párizsi Világörökség Bizottsághoz. A pályázat alapgondolata, vagyis a szurdokok sokrétűsége és nagy sűrűsége, még 1993-ban megtárgyalásra került a Bizottság elnökségi ülésre során. A javasolt helyszínt megtekintette a kanadai John Marsh professzor és az ír Rolf Hogan az IUCN glanei központjától, aiknek eleinte szkeptikus hozzállása ellenére a pályázatot 1998. májusában pozitívan értékeltek, az IUCN végleges álláspontja azonban elutasító volt. A Bizottság elnökségével történő többszöri tárgyalás után (1998-ban Párizsban és Kiotóban, majd 1999-ben ismét Párizsban) egyetlen járható út mutatkozott: a pályázatot két részre osztani. A Szlovák-Paradicsom szurdokait a kiotói bizottsági ülés észrevételeinek értelmében (a nagysági kritériumnak megfelelően) kiterjesztették az egész Nyugati-Kárpátok területére (ez Lengyelországgal közösen előkészítés alatt van), a Dobsinai-jégbarlang a Sztracenai-barlangrendszerrel pedig továbbra is elbírálati folyamat alatt maradt. A háttérben

ismét Jim Thorsell, az IUCN szakembere állt, aki már szlovákiai látogatásakor is érdeklődéssel figyelte a jégbarlangot. Kompromisszumos javaslata az volt, hogy a Dobsinai-jégbarlang kerüljön a már létező Szlovák- és Aggteleki-karszt világörökségi barlangjaihoz. Ehhez azonban a magyar fél hivatalos beleegyezése is szükségtetett. A javaslatot a magyar fél közel egy évig mérlegelte. Az áttörés 1999. október elején történt, amikor Český Krumlovban, a V4 államok környezetvédelmi minisztereinek találkozóján, vacsora után a magyar miniszter Gombos Marika társágában Jozef Klindának megígérte a dolog megoldását. Szavát állva egy hét elteltével aláírta a Dobsinai-jégbarlang felterjesztését, ami 2000 nyarán a párizsi bizottsági ülés előtt került. Ezután már csak a finálé következett a Bizottság 2000. november 27. és december 2. közötti ülésén az ausztráliai Cairnsban, amelyen a szlovákiai küldöttség is részt vett Dr. Dömény Tamás miniszteriúmi hivatalvezető vezetésével. Az értékelő jelentést az ajánlással Jim Thorsell terjesztette elő. Szlovákia sikert még tetézte, hogy a Bizottság jóvahagyta Bárta Városi Múzeum Rezervátum pályázatát is. A Dobsinai-jégbarlang világörökségi pályázatához jelentős mértékben hozzájárult Pavel Bella, Ján Tulis, Ladislav Novotný és Peter Gažík, valamint a Szlovák-Paradicsom Nemzeti Park, a Szlovák Természetvédelmi és Barlangtanári Múzeum és a Szlovák Barlangkutató Társaság munkatársai. Ezek a sikerek kedvező visszhangra találtak a világörökség sajtójában, a The World Heritage Newsletter és a World Heritage Review kiadványokban. Az új helyszínek bekerültek az atlaszokba, enciklopédiákba, tankönyvekbe, a világ jelentős kiadványaiiba, internethelyekre, oldalra és utazási irodák programjaiba.

**A világörökség emblémája** az emberi alkotást szimbolizáló rombusz a természetet jelképező körben. Alkotója Michel Olyff. Manapság ez a jelkép már megtalálható a világ számos helyén, a legelmaradottabb országokban is. Hirdeti a jelképezett értékek iránti tiszteletet, a világ e legjelentősebb értékeinek

megkárosítása vagy tönkretétele minden felháborítja a világ kulturált népeit. Már Carlo Goldoni is leírta: A világ egy gyönyörű könyv, de nincs értéke azok számára, akik nem tudnak belőle olvasni. Ehhez elég Johann Wolfgang Goethe szavait idézni: „Megszokott dolog, hogy az emberek nevetségesnek tartják azokat a dolgokat, amelyekhez nem értenek.” Feltehetjük a kérdést: képes mindenki érteni és tisztelni ezeket az értékeket? Meg kell jegyezni, hogy a Világörökség Jegyzékébe való felvétellel az értékek gondozása, kezelése még csak elkezdődik, úgy az önkormányzatok, állami szervek, szakmai intézmények, mint a civil vagy a vállalkozói szféra részéről. Sokan már tudatosították is ezt. Például az 5. világörökségi barlangot üzemeltető Szlovákiai Barlangok Igazgatósága, amely felújította a fogadóépületeket, a barlangokban pedig folyamatos megfigyeléseket végez. Hasonlóan járt el a magyarországi Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága is. A világörökség helyszíneiről való gondoskodás ma nemzetközi, regionális és nemzeti szinten folyó tárgyalások tárgyát képezi, úgy a szakmai vagy állami intézmények, mint a vállalkozók és önkormányzatok részéről. A világörökség helyszínek megóvásának kérdésével az Európa Unió is foglalkozik. Az Európa Parlament egy európai örökségi rendszerezést javasolt, valamint elfogadta a 2000/2036 (INI) sz. határozatot, amely a világ kulturális és természeti örökség védelméről szóló egyezmény Európa Unión belüli alkalmazásáról szól. Ez a határozat felszólítja a tagállamokat, hogy szenteljenek fokozott figyelmet a világörökségi helyszíneknek valamint biztosítanak megfelelő pénzforrásokat a környezeti és kulturális programokra.

Már egyre kevesebben teszik fel azt a primitív kérdést, hogy mi hasznunk van a világörökségből? Reméljük, hogy a következő generáció népének ez már fel sem merül és az örökséget megfelelően megóvott állapotban adják át kulturálisabb utódaiknak. Ebből az örökségből pedig semmiképpen sem maradhatnak ki a Szlovák- és Aggteleki-karszt barlangjai.



Slávostné zhromaždenie pri príležitosti 10. výročia zápisu jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu do zoznamu svetového dedičstva, vstupný areál jaskyne Domica, 25. 10. 2005. Foto: P. Bella  
Únnepi megemlékezés a Világörökség 10. évfordulójára a Domica-barlang fogadóépületében. P. Bella felvétele

# SPOMIENKY NA VYHLÁSENIE JASKÝŇ AGGTELEKSKÉHO A SLOVENSKÉHO KRASU ZA SVETOVÉ DEDIČSTVO

**János Tardy – Kinga Székely**

## DEVÄŤDESIATE ROKY A MILÉNIUM (J. Tardy)

Vo východnom bloku Európy sa otvorili hranice a vytvárali sa nové možnosti v podstatne odlišných hospodárskych, spoločenských a politických podmienkach. Posledné desaťročie minulého tisícročia prinieslo vytvorenie viacerých dôležitých právnych predpisov aj v ochrane prírody, vo výskume a v štruktúre národného majetku chránených oblastí.

So zámerom vytvoriť siet cezhraničných chránených území podpísali v novembri 1993 v Maastrichte zástupcovia 43 európskych štátov dohodu ECONET, ktorá vznikla z iniciatívy holandských a maďarských orgánov ochrany prírody. Maďarskí a slovenskí odborníci v dobrých inštitucionálnych podmienkach mohli v spolupráci skúmať aj jaskyne, geologické i archeologicke hodnoty Gemersko-turnianskeho krasu a mohli formovať spoločné výskumné programy. Ani nové mapové podklady neskončili na štátnych hraniciach. Mohli sa začať prípravy veľkého spoločného plánu svetového dedičstva.

V ochrane prírody Maďarska získalo prioritu rozšírenie medzinárodných vzťahov, zvlášť so susednými štátmi. Cieľom štátnej politiky bolo vytvorenie nových zahraničných kontaktov v ochrane prírody. Ak takáto spolupráca existovala už aj v minulosti, budovalo sa na jestvujúcom základe. Taký bol prípad Slovenska, kde sme pokračovali v obojstrannej spolupráci v presvedčení, že ochrana prírody je nezávislá od aktuálnej politiky a pomôže diplomacii preklenúť aj problémové oblasti. Vytvorenie sústavy cezhraničných chránených území sa ukázalo byť vhodnejšou možnosťou v budovaní dobrých susedských vzťahov ako akékoľvek iné snahy. Stačí tu spomenúť iniciatívy maďarských prezidentov (László Sólyom a János Áder) v budovaní kontaktov ochrany prírody na srbsko-chorvátsko-maďarských alebo neskôr maďarsko-rakúsко-slovenských hraniciach.

Medzi rokmi 1991 a 2002 sme považovali za dôležité, aby v čím väčšom počte zahraničných odborných organizácií mali zastúpenie oficiálni predstaviteľia ochrany prírody Maďarska. V tom čase pri väčšine medzinárodných dohôd alebo v inštitúciah ochrany prírody boli kratšie či dlhšie zastúpení aj naši kolegovia. Boli členmi 21-členného operatívneho výboru Svetového dedičstva, 7-členného „Bureau“ a v rokoch 2002/2003 Dr. Tamás Fejérday zastával aj funkciu predsedu tejto svetovej organizácie. Prúzne, bez byrokracie pracovala aj Maďarská národná komisia svetového dedičstva od roku 1999, rovnomerne zastupujúc odborné záujmy kultúrneho a prírodného dedičstva. Považujem za pravdepodobné, že táto odborná práca založená na dobrých ľudských vzťahoch a oddanosti veci mohla byť jednou z príčin, že Maďarsko v rokoch 1995 až 2002 získalo 6 titulov svetového dedičstva zo súčasných 8.

Za dôležité sme považovali aj to, aby sme s domácimi chránenými územiami získali čím viac medzinárodných uznaní, s osobitným zreteľom na cezhraničné lokality nominované so susednými štátmi (svetové dedičstvo, ramsarská lokalita, európsky diplom, naturpark, geopark). V tomto duchu sme privítali iniciatívu slovenských kolegov, vedených Dr. Jozefom Klindom, uskutočniť veľký cezhraničný projekt nominácie svetového dedičstva.

Maďarsko sa roku 1985 (v roku vyhlásenia Aggtelekského národného parku) pripojilo k dohode o svetovom dedičstve UNESCO, ktorá nadobudla právoplatnosť v roku 1975 (roku 2001 prijali v Maďarsku aj osobitný zákon o svetovom dedičstve, ktorý prostredníctvom vykonávacích predpisov upravuje okrem iného financovanie, programy starostlivosti a správne riadenie lokalít svetového dedičstva). Z 8 maďarských lokalít svetového dedičstva 5 je významných aj z hľadiska ochrany prírody a krajiny.

### Lokality svetového dedičstva v Maďarsku

Názov lokality	Rok zápisu do zoznamu svetového dedičstva	Charakter
Budapešť – pohľad na nábrežie Dunaja, Budínsky hrad, Andrásyho cesta a historické okolie	1987	kultúrny
Stará časť obce Hollókő s okolitou krajinou*	1987	kultúrny
Jaskyne Aggtelekského a Slovenského krasu*	1995	prírodný
Tisícročné benediktínske opátstvo a okolité prírodné prostredie	1996	kultúrny
Pusta Hortobágyiskeho národného parku*	1999	kultúrna krajina
Starokresťanské hrobky mesta Pécs	2000	kultúrny
Kultúrna krajina jazera Fertő/Neusiedlersee*	2001	kultúrna krajina
Tokajská historická vína oblasť*	2002	kultúrna krajina

\* lokality významné aj z hľadiska ochrany prírody a krajiny

Dokumentáciu nominácie jaskýň Aggtelekského a Slovenského krasu na svetové dedičstvo, vrátane komparatívnej analýzy so svetovými lokalitami, pripravovali erudovaní a angažovaní pracovníci oboch štátov: na maďarskej strane v Speleologickom inštitúte Úradu ochrany prírody (Kinga Székely a Katalin Takács-Bolner) a v Aggtelekskom národnom parku (Gábor Baross a kol.), kym na slovenskej strane v Správe Chránenej krajinej oblasti Slovenský kras a Správe slovenských jaskýň, a to bez haliera honoráru (či je dnes predstaviteľné podobnú prácu vykonáť zadarmo pre dobrú vec?).

Ked' sme kolegom Zoltánom Szilassym v Aggteleku viedli prvý rozhovor s Jimom Thorschellom, expertom UNESCO a IUCN na svetové dedičstvo, bez otáľania môžem tvrdiť, že o úspešnosti nášho projektu sme neboli veľmi presvedčení. Aké-také šance nechal za sebou len posledný pohovor. Až prišiel úspešný deň 9. septembra 1995 v Berlíne.

Kto sa už raz mohol zúčastniť takého zasadnutia výboru svetového dedičstva, keď išlo o rozhodutie o svojej vlasti, vie presne precítiť, čo znamená národná hrdosť. Najviac však ten, ktorý bol účastníkom príprav, zložitých a vzrušujúcich odborných prác, medzinárodného lobingu a poznal cestu k úspechu so všetkými úskaliami a otáznikmi. Kto videl a počul slávnostné ohlásenie titulu svetového dedičstva a radostné výkryky delegátov, ten mal možnosť vychutnať si skutočnú radosť. Človek vtedy zaregistroval aj neuveriteľný mediálny záujem o túto udalosť v zahraničí a dúfal, že aj doma môže počuť a čítať nezaujaté komentáre bez vplyvu aktuálnej politickej situácie. Medzi rokmi 1991 a 2002 som mal to šťastie prežiť podobné radostné chvíle šeskrát.

## UDIALO SA PRED 20 ROKMI... (K. Székely)

Predmetné jubileum môže poskytnúť vhodnú príležitosť, aby sme sa v súčasnom

unáhlenom svete na chvíľu zastavili a pripomenuť si obdobie prípravy tejto pre oba štáty významnej udalosti medzinárodného uznania, so všetkými fažkosfami, úsmevnými, trápnymi či povznášajúcimi momentmi. Dvadsať rokov postačí na to, aby v tatedajších zážitkov vznikli anekdoty. Pripomnenie si tohto výročia pomôže zachovať spomienky, ktoré budú zrejme poučením aj pre nasledujúce pokolenia.

Je možné, že nie všetko sa udialo presne tak, ako je to napísané v texte nižšie, ale vtedajšie udalosti som si zachovala v takej forme. Myšlienka zapísania jaskýň oboch štátov do zoznamu svetového dedičstva vznikla v Bratislave z iniciatívy RNDr. Jozefa Klindu, geografa, ktorý v tom čase zastával funkciu generálneho riadiťa na Ministerstve životného prostredia SR, vykonal veľa pre uznanie prírodných a kultúrnych hodnôt Slovenska a dobre poznal aj jaskynné systémy predmetného územia. Myš-

lienke tohto návrhu ešte predchádzala negatívna udalosť: návrh zápisu Vysokých Tatier ani Slovenského raja do zoznamu svetového dedičstva neuspel. Z tohto dôvodu sa vybrała taká lokalita, ktorá by mohla mať väčšiu šancu. Výbor svetového dedičstva v tom čase uprednostňoval cezhraničné projekty, pritom jaskyne ako prírodné hodnoty výbor počas svojej 25-ročnej existencie posudzoval len dvakrát. Jaskyne sa v zozname svetového dedičstva sice vyskytli vo viacerých prípadoch, ale na základe ich archeologických alebo kultúrnohistorických hodnôt, a nie prírodných.

Pri zohľadnení uvedených hľadišť Jozef Klinda našiel vhodného partnera na maďarskej strane v osobe Jánoša Tardyho, zástupcu štátneho tajomníka a prednosta vtedy ešte existujúceho Úradu životného prostredia. Dr. J. Tardy bol takisto geografom, v mladšom veku aktívnym jaskyniarom, preto dobre poznal jaskyne Aggtelekského krasu. Obaja vychádzali z myšlienky, že na zápis do zoznamu svetového dedičstva navrhnutú 23 najznámejších jaskyň (12 jaskyň zo slovenského a 11 z maďarského územia). V takej forme pripravili pracovníci Aggtelekského národného parku, Správy CHKO Slovenský kras a Správy slovenských jaskyň v roku 1994 projekt a predložili ho Výboru svetového dedičstva.

V tom čase som bola vedúcou Speleologickej ústavu Úradu ochrany prírody a s projektom som sa dostala úradne do styku v apríli 1995, keď ma J. Tardy požiadal o zostavenie programu pre experta Výboru svetového dedičstva Dr. Jima Thorsella, ktorý chcel osobne navštíviť navrhnuté lokality. Takýmto spôsobom som sa dostala do procesu, o ktorého úspešnom ukončení som sama pochybovala. Hlavný problém som videla v princípe jedinečnosti a relatívnej zachovanosti svetového dedičstva, ktorý podľa mňa neplatil na každú nami navrhnutú jaskyňu. Sprístupnenie našich jaskyň pre turizmus totiž čiastočne zmenilo ich pôvodný charakter a navyše vo svete bolo známych niekoľko významnejších jaskyň.

Prichádzajúceho J. Thorsella, experta povereného Výborom svetového dedičstva, predbehla jeho povest. Vedeli sme o ňom, že na základe osobných skúseností veľmi dobre pozná prírodné hodnoty sveta, je verný princípu jedinečnosti a zachovanosti lokalít a dokáže nemilosrdne vysloví „nie“ na jednotlivé návrhy. Pri zostavení jeho programu bolo preto cieľom zaradiť doň jaskyne čím rôznorodejšej genézy s atraktívnymi a rozmanitými sintrovými a minerálnymi typmi a aby lokality mali čo najviac geologickej, biologických, archeologickej a kultúrnohistorických hodnôt. Navštívené lokality sa pochopiteľne nachádzali na území oboch štátov. Každá zo zúčastnených strán bola zodpovedná za program svojho štátu, len uvávanie a hodnotenie sa uskutočnilo spoločne v obci Jósvafő.

Už prvý deň, hned po predstavení, sa prehliadka lokalít skončila skoro fiaskom: pri prechode hraníc z Aggteleku na Domicu vysvitlo, že J. Thorsell ako kanadský občan nemôže prejsť bez víza na Slovensko. Naďtie bol prítomný aj Ladislav Slobodník, štátny tajomník Ministerstva životného prostredia SR, ktorému sa priamo u ministra vnútra podarilo vybaviť okamžité vízum.

Expert Výboru svetového dedičstva sa spočiatku skutočne správal tak, ako sa podľa jeho povesti očakávalo. Už pri prvom obedze zápalisko a tvrdo argumentoval, že naše jaskyne nedosahujú úroveň svetového dedičstva. Zaujímal sa však o všetko a o všetkom sa chcel osobne presvedčiť. Elegantný, v bielej košeli a s krvatou, prechádzal z jednej jaskyne do druhej, pričom sa úspešne vyhýbal blatu. Neprekážala mu ani voda, ani lezenie po vertikálnych rebríkoch. Za terénnymi prehliadkami pokračovali debaty do neskorých nočných hodín a „lady sa očividne začali topit“. Podľa môjho názoru za to mohla odborná znalosť prítomných, ich medzinárodný prehľad, angažovanosť pre prírodné hodnoty a v neposlednom rade aj priodený pohostinnosť.

Spomínam si, že jednej noci, keď sa schýľovalo k polnoci, sa nás J. Thorsell snažil presvedčiť, že Výbor svetového dedičstva musí mať tvrdý postoj, keď nechce doterajší zoznam príliš rozšíriť. Z každej hodnoty si musia vybrať len jednu, ktorá je najpriateľnejšia. Ne treba 20 gotických katedrál, len jedna! – znel príklad, a jaskyň už majú dosť. Vzápäť sme sa mu usilovali dokázať, že ak urobíme analýzu doteraz vyhlásených jaskynných lokalít svetového dedičstva, zistíme, že tie sa do zoznamu nedostali pre ich speleologickej, ale pre kultúrnohistorické hodnoty. Navyše dve jaskyne – Mammoth Cave (USA) a Škocjanske jame (Slovensko) – svetové uznanie dosiahli pre ich „naj“, ako najdlhšia jaskyňa sveta a podzemný systém s najväčším prietokom vody. Debata sa nakoniec skončila tým, že nám pán Thorsell poprial dobrú noc a poznamenal si, že asi máme pravdu, ani ženy sa nedajú porovnať, sú blondínky, brunetky, modrooké.

Po týchto diskusiách sme sa posledný večer dostali k vyhodnoteniu. Prvá časť vyhodnotenia bola pre nás nepríjemná, pretože sa projekt považoval za nedostatočný. Estetické hodnoty jaskyň a slúby, že ich zachránime, sa ukázali byť nepostačujúce, nehovoriac o červenou farbou vyznačených chybách v preklade. Potom nám však J. Thorsell prezradil, že návšteva jednotlivých lokalít ho sice presvedčila o oprávnenosti našej požiadavky, ale pre pokračovanie procesu schvaľovania by bolo potrebné zmeniť koncepciu tak, že namiesto 23 navrhovaných jaskyň prepracujeme projekt na hodnoty celej oblasti. Informoval nás, že keď túto zmenu urobíme v priebehu dvoch týždňov, náš návrh postúpi ďalej podľa jeho pozitívneho posúdenia, ale keď sa zmena spracuje neskôr, celý materiál bude posudzovať iný expert.

Splniť takú podmienku bolo takmer nemôžné, čo sme tlmočili aj J. Thorsellovi. Keďže sme nemali inú možnosť, začali sme na novom návrhu pracovať vo dne v noci. Pomohlo nám, že sme mali k dispozícii úspešný pamiatkarský projekt. Spolu s kolegyňou Katalin Takács-Bolnerovou sme si v záujme zachovania princípu jedinečnosti zvolili také argumenty, ktoré sme vedeli odborne odôvodniť. Úlohy sme rozdelenili: genetické typy jaskyň opisovali slovenskí kolegovia, RNDr. P. Bella zo Správy slovenských jaskyň a Ing. M. Rozložník zo Správy Národného parku Slovenský kras, a z Aggtelekského národného parku nám pomáhal J. Kövesdi a Dr. J. Lerner, náimestník riaditeľa, ktorý vyhotobil aj jednotnú mapu územia. Návrh sme

s K. Takács-Bolnerovou skompletizovali v Speleologickej ústave v Budapešti. Posledné dve noci sme nešli ani domov, v spracovaní dodatku sme sa striedali a kym Katka prekľadala, podarilo sa mi na chvíľu aj zaspať. Aby preklad nemohli kritizovať, jednotlivé hotové časti sme faxovali do Anglicka Trevorovi Shawovi, medzinárodne uznanému odborníkovi v histórii speleológie, na opravu. Počítače v tej dobe ešte neboli na takej úrovni ako teraz, problémové záležitosti sme vybavovali telefonicky alebo faxom, obrázky sme kreslili ručne. Spracovanie materiálu sa však podarilo dokončiť a v určený deň s podpismi J. Tardyho a J. Klindu doručiť na sekretariát svetového dedičstva vo Švajčiarsku.

Do najdôležitejších odborných argumentov spoločného projektu „Jaskyne Aggtelekského a Slovenského krasu“, zaslaného na Výbor svetového dedičstva, sme zapracovali najmä mimoriadnu rozmanitosť, komplexnosť a relatívnu zachovanosť podzemného sveta, ako aj skutočnosť, že predmetné krasové územie sa dá považovať za jeden z najvýznamnejších a najkomplikovanejších predstaviteľov stredohorského krasovatenia mierneho pásmá. Vtedy sme v geologicky, geograficky a hydrologickej jednotnom krasovom území evidovali na oboch stranach hranice 712 jaskyň (v súčasnosti však toto číslo presahuje už 1400 ako výsledok nielen nových objavov, ale aj spresnenia evidencie a dokumentácie jaskyň na slovenskej strane). Za jedinečný sme považovali fakt, že medzi jaskyňami sa nachádzajú takmer všetky typy podzemných priestorov charakteristických pre stredohorskú krasovú oblasť mierneho klimatického pásmá. Krasové vody odvodňujú početné reziašle, často viacúrovňové riečne jaskyne a jaskyne občasných ponorov. Najvýznamnejší z nich je vyše 25 km dlhý jaskynný systém Domica-Baradla, ktorý sa v tom čase mohol považovať za najdlhšiu aktívnu riečnu jaskynu mierneho pásmá s bohatou kvapľovou výzdobou. Za európsku jedinečnosť sa dalo považovať aj to, že sa tu nezávisle od seba vytvorili ponorové systémy a zvislé prienosti v nezvyčajne veľkom počte a že sa tu nachádzajú najnižšie položená ľadová jaskyňa (Silická ľadnica) v miernom klimatickom pásmi. Rozmanitosť jaskynných typov dopĺňajú ďalej zrútené priestory, rozsadlinové, travertínové a zvláštnymi sintrovými útvarmi zdobené freatickej jaskyne.

Vďaka rôznorodej genéze jaskyň rovnaká rozmanitosť a komplexnosť charakterizuje aj korózne a sintrové formy. Zo základných typov medzinárodne evidovaných karbonátových sintrových útvarov sa tu vyskytuje ich podstatná časť. Medzi sintrovými útvarmi s rôznymi tvarmi a farbami, ktoré miestami pokrývajú značné plochy, sa nachádzajú aj také zvláštnosti, ako Krásnohorská jaskyňa s 34 m vysokým stalagnátom (ktorý bol vtedy zapísaný v knihe Guinessových rekordov) alebo Gombasecká jaskyňa s 3 m dlhými brkami. Medzi vzácnymi sintrovými útvarmi vynikajú aragonitové kríčkovité útvary Ochtinskéj aragonitovej jaskyne a bohaté koralovité a hráškovité výrastlice Rákócziho jaskyne.

Význam jaskyň zvyšujú aj ich geologickej, zoologické, archeologickej a historické hodnoty. Podzemné priestory navrhované do zoznamu svetového dedičstva poskytujú

biotop vyše 500 jaskynným (troglobiontným a troglofilným) živočíchom, medzi ktorími sa nachádzajú mnohé endemity. V materských horninách jaskyň sa vyskytujú aj vyše 200 miliónov rokov staré skameneliny a zo sedimentov sa odkryli kostľové pozostatky, ktoré sa ukázali byť dôležité z hľadiska stratigrafického členenia usadenín za posledné 4 milióny rokov. V predhistorických dobách bolo využitých vyše 30 jaskyň, v ktorých sa našli pamiatky z 35 000 rokov dlhého obdobia. Osobitne sú hodnotné staré dokumenty, mapy a medzinárodne významné historické pamiatky. V spracovanom doplnku sme osobitnú kapitolu venovali zachovanosti a ochrane jaskyň. Dôležité bolo zdôrazniť, že značná časť podzemných systémov sa stala známu iba v posledných štyroch desaťročiach a väčšie zásahy sa uskutočnili len v úsekoch sprístupnených pre návštěvníkov. Ochrana jaskyň pritom v oboch štátach zabezpečuje zákon.

Po zaslaní prepracovaného projektu Výbor svetového dedičstva, ktorý zasadal v Paríži, prerokoval aj náš materiál a rozhodol o jeho ďalšom osude. Našu šancu ovplyvnila aj skutočnosť, že od roku 1986 to bolo prvé zasadnutie, kde sa malo rozhodnúť o prírodných hodnotách jaskyň na dvoch rôznych lokalitách. Okrem jaskyň Aggtelekského a Slovenského krasu totiž návrh na zápis do zoznamu podal aj Národný park Carlsbad Caverns v USA, ktorý zahrával aj jaskyni Lechuguilla, vtedy najkrajšiu jaskyňu na svete. Nakoniec výbor oba návrhy posúdil pozitívne. Zaujímavé bolo, že kým k návrhu Carlsbadských jaskyň odznelo viac pripomienok ku garanciam ich ochrany, k nášmu návrhu položili len otázku týkajúcu sa existencie plánu starostlivosti. Možno preto, že väčšina členov výboru poznala omnoho lepšie národný park Carlsbad Caverns ako jaskyne Aggtelekského a Slovenského krasu.

Konečné rozhodnutie však padlo až na zasadnutí Výboru svetového dedičstva v Berlíne, ktoré sa konalo v dňoch 4. a 8. decembra 1995. Na tomto zasadnutí Jim Thorsell doslova prečítal nami zostavený súhrn, premietol naše diapositívy, pričom na poslednom zábere dokumentoval aj jeho osobnú účasť na terénnom posudzovaní. Keď výbor vyslovil jednohlasné „áno“, z tašky vybral pozdravný prípitok a následovalo šťastné uvoľnenie. Potom sa rozprávali už len historky o udalostiach schvaľovania, často sme vnímali vtipne aj také situácie, ktoré by sme v prípade negatívneho posúdenia návrhu považovali za osudné chyby.

Po uplynutí 20 rokov od udalostí schvaľovania je vari najpodstatnejším poučenie, že nie všetko záleží na politike a peniazoch. Klúčom k úspechu je najmä angažovanosť pre dobrú vec, odborné znalosti a spájanie ľudského potenciálu. Projekty iných lokalít si vyžadovali dlhodobé prípravy, miliónové investície a poverenie osobitných skupín odborníkov, pričom materiál o jaskyniach Aggtelekského a Slovenského krasu pripravili interní pracovníci bez odmeňovania a dodatočného uznania, podľa svojho svedomia a odborných znalostí za pomoc zahraničných znalcov. Aj po toľkých rokoch patrí úprimná vďaka každému, kto sa podieľal na tomto projekte.

Dňa 6. decembra 1995 sme teda dostali mikulášsky darček – svetové uznanie našich

jaskyň. Vtedy, najmä spočiatku, bola najčastejšie kladenou otázkou: „Dobre, dobre, ale kolko peňazí za to dosteneme?“ Máloko pochopil, že figuroval medzi univerzálnymi hodnotami celého ľudska je medzinárodným uznaním, ktoré peniazmi nie je merateľné. Toto uznanie neprináša, ale skôr si vyžaduje peniaze, pretože nás zavázuje vykonávať opatrenia na ochranu, rekonštrukciu, prezentáciu a výskum lokalít v záujme hláskeho poznania hodnôt svetového dedičstva. Dúfame, že ani v budúcnosti sa nezabudne na fakt, že na to garanciu nedali ľudia ani skupiny, ale vlády oboch krajín.

### **ROZŠÍRENIE SVETOVÉHO DEDIČSTVA V ROKU 2000 O DOBŠINSKÚ ĽADOVÚ JASKYŇU (J. Tardy)**

Zo slovenskej strany iniciovali v parížskom centre rozšírenie svetového dedičstva „Jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu“ o Dobšinskú ľadovú jaskyňu. V prípade lokality svetového dedičstva na území dvoch štátov však bol pochopiteľne potrebný aj súhlas druhej strany. Aj dnes považujem za dôležité zdôrazniť, že maďarská strana tento Centrum svetového dedičstva a IUCN vyžiadaný súhlas udelaila nie podľa odborného posúdenia, ale na základe lojality, priateľského gesta a pochopenia slovenských kolegov. Takto sa rozhodlo vedenie štátnej ochrany prírody Maďarskej republiky spolu s Úradom ochrany kultúrneho dedičstva po dlhých diskusiách, avšak bez politického tlaku alebo príkazu zhora. Jednoducho sme chceli pomôcť. Rozhodnutie bolo ľahké, pretože sme túto žiadosť nemohli posúdiť z odbornej stránky. Dobšinská ľadová jaskyňa a Stratenská jaskyňa totiž nie sú súčasťou Slovenského krasu, teda ležia mimo územia svetového dedičstva. Tak ako aj pridelenie svetoznámych jaskyň pračloveka v Bukových horách k Aggtelekskému krasu by od nás bolo podobným divným krokom, pritom ich hodnoty by nikto nemohol spochybiť. Správnosť nášho rozhodnutia však potvrdil čas: v úzkej spolupráci so slovenskými kolegami sme dosiahli ďalšie úspechy, ako zaradenie jaskynného systému Domica-Baradla a doliny Ipľa do zoznamu ramsarských lokalít v roku 2001. Cezhraničnou ramsarskou lokalitou sa stalo aj horné Potisie v roku 2003. Vďaka dobrej spolupráci s vtedajším ministrom životného prostredia SR L. Miklósom sa dosiahlo prekategorizovanie chránenej krajinej oblasti Slovenský kras za národný park, ktoré si vyžadoval spoločný manažment s Aggtelekským národným parkom. Symbolickým odkazom pre svet bolo aj odstránenie železnej mrieže medzi Domicou a Baradlou v roku 2007, možno jedinej vo svete (ktorú nainštalovali v roku 1932 a v roku 1948 aj posilnili). Pekným príkladom slovensko-maďarskej spolupráce bolo aj zriadenie cezhraničného geoparku Novohrad – Nórgrád, ktorý združuje 62 obcí v Maďarsku a 28 obcí na Slovensku a v roku 2010 sa dostal do globálnej siete geoparkov sveta.

### **DOSLOV (J. Tardy)**

Slovensko-maďarská spolupráca v ochrane prírody je teda dostačne bohatá a plodná na to, aby sme mohli sformulovať niekoľko myšlienok. Aký je odkaz tejto úspešnej spo-

lupráce, či jestvujú spoločné poučenia alebo výnosy zo spoločne získaných ocenení, najmä zo svetového dedičstva? Medzinárodná spolupráca v ochrane prírody si vyžaduje od každej strany dôveru, vzájomnú toleranciu, diplomatický cit a vzájomnú úctu. O spoločnú vec sa treba od začiatku starať spoločne. Vo všetkých prípadoch – svetového dedičstva, ramsarských lokalít alebo geoparku – je potrebné jednotlivé odborné či diplomatické kroky neustále koordinovať a harmonizovať. Spoločné sú úlohy, povinnosti a zodpovednosť. Keď napríklad v ktorejkoľvek časti spoločného ochranného pásmá jaskynného systému Baradla-Domica znečisťujú prostredie tak, že to ohrozenie svetové dedičstvo, vyšetruje sa zodpovednosť oboch strán. Rovnako sa postupuje aj v prípade nevhodných stavieb. Spolupráca však môže prinášať aj výnosy, úspechy, radosť a hrdosť, nové ustanovizne, nové priateľstvá, dôležitú infraštruktúru a pre dotknutý región nové pracovné príležitosti.

Treba si uvedomiť, že pre miestnu komunitu nestačí vysvetliť pojmom národnnej hrdosti. Pre chudobných obyvateľov hospodársky spravidla nepriaznivej oblasti je potrebné poskytnúť rukolapné výhody. Treba odpovedať na otázkou, ako môžeme zainteresovať miestnych obyvateľov pre ochranu svetového dedičstva. Čo robiť v prípade, keď svetové dedičstvo pre nich neposkytne bezprostredné podmienky na živobytie? Svetové dedičstvo samo osebe ešte nie je zázračným prostriedkom, ale je možnosťou rozšírenia príležitostí, pre ktoré sa vo svete vedie neúprosný boj. Treba vidieť a dať vidieť nádejné výhody a silné stránky svetového dedičstva, možnosti v bezplatnom medzinárodnom PR, v lepšom prípade aj zvýšenie počtu návštěvníkov. Vyhľadávanie lokalít svetového dedičstva je totiž novou vetvou svetového turizmu. Je dopyt po miestnych výrobkoch, po pohostení na úrovni a výhody sú aj v posudzovaní projektov. V Maďarsku sa napríklad vďaka svetovému dedičstvu realizoval veľký sen – vybudovanie vstupného areálu vo Vörös-tó, rekonštrukcia návštevnej trasy jaskyne Baradla, úprava areálu pri Jósvafő a ďalšie jaskynné investície či investície do turizmu. Vo vymenovaní možností výhod a povinností by sme mohli pokračovať. Verím a prajem si, aby vďaka rozmanitosti jaskyň už aj vo svete registrovaný Aggtelekský národný park so silným odborným a angažovaným ľudským potenciáлом spolu so slovenskými sesterskými organizáciami boli v budúcnosti katalyzátorom v programoch vyplývajúcich z titulu svetového dedičstva.

Čo sa týka budúcnosti, za kľúčové považujem, aby vo vyučovacích zariadeniach územia venovali svetovému dedičstvu a jeho hodnotám osobitné pozornosť. Treba všetko vykonať pre to, aby nastupujúca generácia mala úprimný vzťah ku svojej vlasti a k užšiemu regiónu, k rozprávkovým hodnotám, historickej minulosti a kultúrnemu dedičstvu Slovenského a Aggtelekského krasu, aby mala táto generácia vhodný rozhľad vo svete, porovnávací základ a vedomie misie, aby si na oboch stranách hranice uvedomovala, čo je zdravý patriotismus, na čo treba byť hrdý a čomu sa treba tešiť. Tešiť sa aj z úspechu druhých. To je jeden z najdôležitejších prínosov svetového dedičstva.



1 – J. Thorsell v areáli jaskyne Domica. Foto: K. Székely. 2 – Vo vstupnom areáli jaskyne Domica, vľavo D. Macko, správca jaskyne, vpravo J. Thorsell. Foto: K. Székely. 3 – Príprava na zostup do priečasti Rejtek, v strede J. Thorsell a J. Lerner, vprieču K. Takács-Bolner. Foto: K. Székely. 4 – Predsednícky stôl berlínskeho zasadnutia 6. decembra 1995, vpravo riaditeľ Centra svetového dedičstva Bernd von Droste. Foto: K. Székely. 5 – Berlín, V. Dvořáková a J. Klinda. Foto: K. Székely. 6 – Berlín, zľava P. Toma, J. Hlaváč a P. Bella. Foto: K. Székely.

1 – Jim Thorsell a Domicánom. Fotó: Székely K. 2 – A Domica-barlangnál, balról Dušan Macko és Jim Thorsell. Fotó: Székely K. 3 – Leszállásra készülődés a Rejték-zsombolynál, középen Jim Thorsell és Lerner János, elől Takácsné Bolner Katalin. Fotó: Székely K. 4 – A berlini ülés elnöki asztala 1995. dec. 6-án, jobbra Bernd von Droste az UNESCO Világörökség Központ igazgatója. Fotó: Székely K. 5 – Berlin, Jozef Klinda mellett Viera Dvořáková. Fotó: Székely K. 6 – Berlin, balról P. Toma, J. Hlaváč és P. Bella. Fotó: Székely K.



7 – Berlín, vľavo J. Tardy, zástupca štátneho tajomníka, vedľa G. Baross, riaditeľ Aggtelekského národného parku. Foto: K. Székely. 8 – Berlín, členovia Výboru svetového dedičstva, vzadu v strede J. Thorsell. Foto: K. Székely. 9 – Odovzdávanie diplomu svetového dedičstva 13. septembra 1996, príhovor Bernda von Dros- teho, riaditeľa Centra svetového dedičstva UNESCO, zľava J. Hlaváč, riaditeľ Správy slovenských jaskyň, a L. Slobodník, štátny tajomník Ministerstva životného prostredia SR. Foto: Zs. Dyga. 10 – Jozef Zlocha, minister životného prostredia SR, a Ferenc Baja, minister životného prostredia Maďarska. Foto: Zs. Dyga. 11 – Prípravok v jaskyni Domica, zľava J. Zlocha a J. Klinda, sprava Bernd von Droste a F. Baja. Foto: Zs. Dyga. 12 – G. Baross, riaditeľ Aggtelekského národného parku, preberať diplom v jaskyni Baradla; sprava J. Hlaváč, J. Klinda a L. Slobodník. Foto: Zs. Dyga

7 – Berlin, dr. Tardy János helyettes államtitkár (jobbra) és Baross Gábor az Aggteleki Nemzeti Park igazgatója. Fotó: Székely K. 8 – Berlin, a Világörökség Bizottság tagjai, hátról középen Jim Thorsell. Fotó: Székely K. 9 – A Világörökség oklevél átadása 1996. september 13-án az Ochtinai-aragonitbarlangnál, beszédet mond Bernd von Droste, az UNESCO Világörökség Központ igazgatója, balról J. Hlaváč, a Szlovákiai Barlangok Igazgatóságának igazgatója, és L. Slobodník államtitkár. Fotó: Dyga Zs. 10 – Jozef Zlocha Szlovákia, és Baja Ferenc Magyarország környezetvédelmi minisztere. Fotó: Dyga Zs. 11 – Pohárköszöntő a Domicában, balról Jozef Zlocha és Jozef Klinda, jobbról: Bernd von Droste és Baja Ferenc. Fotó: Dyga Zs. 12 – Baross Gábor az Aggteleki Nemzeti Park igazgatója a Baradlábán átveszi az oklevelet. Jobbról J. Hlaváč, J. Klinda és L. Slobodník. Fotó: Dyga Zs.

## EMLÉKEZÉS AZ AGGTELEKI- ÉS SZLOVÁK-KARSZT VILÁGORÖKSÉG CÍM ELNYERÉSÉRE

### A KILENCVENES ÉVEK ÉS AZ EZREDFORDULÓ (Tardy J.)

Megnyíltak a határok. A korábbiaktól lényegesen eltérő gazdasági, társadalmi, politikai körülmények és elvárások közepette új lehetőségekkel és új kötelezettségekkel szembesültünk. Az évezred utolsó évtizede nagy horderejű, új szellemű jogszabályok – egyebek között a természet védelméről szóló első önálló törvény – megalkotásának, a természetvédelmi nemzeti vagyon felépítésének és nagyszabású kutatási programok időszaka volt.

A holland és a magyar természetvédelmi kormányzat közös kezdeményezésére 1993. novemberében Maastrichtban 43 európai ország természetvédelemre felelős állami vezetői aláírták az ECONET egyezményt, a határon átnyúló védett területek hálózatának kialakítását célzó megállapodást. Magyar és szlovákiai kutatók nagyszerű intézményi, szakértői-munkatársi együttműködésben vizsgálták a Gömör-Tornai-karszt barlangvilágát, föld- és élettudományi, régészeti örökségét, s formálhatták új együttműködési programjaikat. Az újabb topográfiai térképek sem értek véget már a közigazgatási határvonalaknál. Megkezdődhetett a nagy közös világörökségi terv végrehajtásának előkészítése.

A magyar természetvédelem prioritásként kezelte nemzetközi kapcsolatainak bővítését, s ezek sorában különös hangsúlyt fektetett a szomszéd országokkal alakított együttműködésüknek. Valamennyi határon túli ország természetvédelmi irányításával érdemi, új kapcsolatok kialakítása volt a cél. Ahol ennek volt tartalmas múltja, ott értelemszerűen arra építkeztünk. Szlovákia esetében kölcsönösen volt mit folytatunk. Mindez abban a megygyőződésben, hogy a napi aktuálpolitikától általában mentes természetvédelem – a világ mérvadó részein bevált gyakorlat szerint – képes segíteni, áthidaló megoldásokkal szolgálni a politikának, a professzionális diplomáciának is olyan ponton, ahol az gondokkal küzd és igénylik, elfogadják ezt a közreműködést. A határon átívelő védett területek rendszerének, hálózatának bölcs működtetése nagyobb lehetőség a kapcsolatépítésben, mint sok egyéb erőfeszítés. Elegendő, ha példának a magyar köztársasági elnökök (Sólyom László és Áder János) kezdeményezéseire uralok a szerb-horvát-magyar, vagy legutóbb a magyar-osztrák-szlovén hatámenti természetvédelmi kapcsolatok jegyében.

1991 és 2002 között kiemelten fontosnak ítéltük, hogy minél több nemzetközi szakmai szervezetben megfelelő szinten képviselje magát a hivatalos magyar természetvédelem. Alig volt ez idő tájt olyan mérvadó nemzetközi egyezmény, természetvédelmi intézmény, amelyben rövidebb-hosszabb ideig valamely munkatársunk ne töltött volna be fontos pozíciót. (Magyarország a Világörökség 21 tagú operatív bizottságának ez idő tájt egy hat éves cikluson keresztül, a 7 tagú Bureau-nak kétszer egy éven át volt tagja, s 2002/2003-ban dr. Fejérdy Tamás személyében a soros elnöki posztot is magyar személy töltötte be. Rugalmasan, bürokrácia mentesen, a lehető legszorosabb együttműködésben működtött

1999-től a Világörökség Magyar Nemzeti Bi-zottsága is, vezetésében testvériesen osztotta az épített-kulturális és a természeti örökség szakmai képviselete. Valószínűsíttem, hogy ez a hiteles szakmai és jó emberi kapcsolatokon alapult munka és széleskörű, elkötelezett érdekképviselet lehetett az egyik oka annak, hogy Magyarország 1995 és 2002 között a jelenlegi nyolcóból hat új világörökségi címet jegyezhetett.

Fontos küldetésnek tekintettük azt is, hogy minél nagyobb számban vívunk ki arra érdekes hazai védett területeinkkel nemzetközi címet, elismérést. S ezek sorában kapjanak megkülönböztetett figyelmet a határon átnyúló, valamely szomszéd országgal közös jelölések (világörökség, ramsari terület, Európa Diploma, natúrpark, geopol). Ennek jegyében, e folyamat egyik fontos állomása volt az a törekvésünk, hogy sok évvel az első két hazai világörökségi cím 1987. évi elnyerését követően, a Dr. Józef Klinda vezetésével szlovákiai kollégákkal összefogva elinduljunk a nagy, határon átívelő megmérettetésen.

Magyarország 1985-ben, vagyis az Aggteleki Nemzeti Park alapításának esztendjeiben csatlakozott az UNESCO 1972-ben alapított és 1975-ban hatályba lépett, a világ kulturális és természeti örökségének védelméről szóló egyezményhez. Az egyezmény kihirdetésére Magyarországon az 1985. évi 21. törvényeire június 1-jén került sor. (2011-ben a világban meglehetősen ritka, önálló törvényben – ld. 2011. évi LXXVII. törvény a világörökségről – és annak végrehajtási rendeleteiben szabályozták – egyebek között – a magyarországi világörökségi helyszínek finanszírozását, a kezelési tervek, a kezelőszervezet, a kezelési gondnokság fogalmát, feladatait, az eljárás szabályait és az eljáró intézmények szerepét). A magyarországi 8 világörökségi helyszín közül öt terület táj- és természetvédelmi szempontból is kiemelt jelentőséggel bír.

A jelölési dokumentáció, benne az egész világra kiterjedő ún. komparatív analízis (vagyis az összehasonlító elemző tanulmányt) kívában felkészült és elkötelezett kollégák összefogásával, a Természetvédelmi Hivatal Barlangtani Intézete (Székely Kinga és Takács-Bolner Katalin), az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság (Baross Gábor és mtásai), a Szlovák-karszt Tájvédelmi Körzet és a Szlo-

A Világörökség helyszínei Magyarországon

váklai Barlangok Igazgatósága munkatársainak együttműködésében, magyar oldalon egyetlen fillér honorárium nélkül (vajon elközelhető-e napjainkban hasonló súlyú ingyenes munka a nemes cél érdekében?).

Amikor Jim Thorsell, a professzionális világörökségi szakértői kar egyik kiemelkedő egyéniségevel, az UNESCO és az IUCN kirendelt kanadai szakértőjével Aggteleken, a kemping egyik faházában Szilassy Zoltán kollégám társaságában az első „hatszemközti” tárgyalást folytattuk, a részletek taglalása nélkül mondhatom, hogy a közös ügy sikeres vitélt illetően nem lehettünk túlzottan magabiztosak. Az utolsó megbeszélés már hagyott némi reményt számunkra... S a siker napja: Berlin, 1995. december 9-én elérkezett.

Aki életében akár csak egy ízben is része lehetett egy olyan világörökségi bizottsági ülésnek, ahol saját hazájának jelölése és annak elbírálása volt „terében”, az pontosan érzékel, mit jelent a nemzeti büszkeség. Aki nemcsak szemlélő e rendezvényen, de részt vallalhatott a siker előkészítésében, a rendkívül összetett és izgalmas szakmai munkában, a nemzetközi szintű lobbizásban, az ismeri a sikerhez vezető utat is, annak gyötrelmeivel, göröngyeivel, buktatóival és kérdőjeleivel együtt.

Aki ismeri a cím elnyerése, a listára kerülés bizottsági bejelentésének ünnepi aktusát, lássa, hallotta a jelenlévő delegátusok ujjongását, könnyeit, az megkóstolhatta az örööm ízét, s irigykedve figyelhette, világzerte minden hihetetlen média-érdeklődés kíséri ezt az eseményt. És reménykedett, hogy egyszer majd idehaza is a napi aktuálpolitikától mentes, valós kommenteket olvashat, hallhat. Aki e sorokat jegyzi, 1991 és 2002 között a sokéves erőfeszítéseket követően hat alkalommal lehettek részese ezeknek az örömmünnepeknek.

### 20 ÉVE TÖRTÉNT (Székely K.)

Egy ilyen évforduló lehetőséget adhat, hogy rohanó hétköznapok közt egy pillanatra megálljunk és megidézzük a mindenkit ország számára jelentős, nemzetközi elismerést hozó esemény előkészületeit, a nehézségeket, a szereplőket, a humoros, a zavarba ejtő vagy épp magasztos pillanatokat. Húsz év tavolta már elég ahhoz, hogy anekdotává szelídítse az akkor eseményeket, de talán az ünnep segíti az

Megnevezés	Világörökségi listára való felvétel időpontja	Jelleg
Budapest Duna-parti látképe, a Budai Várnegyed, az Andrásy út és történelmi környezete	1987	kulturális
Hollókő ófalú és táji környezete*	1987	kulturális
Az Aggteleki-karszt és a Szlovák-karszt barlangjai*	1995	természeti
Az Ezeréves Pannonhalmi Bencés Főapátság és közvetlen természeti környezete	1996	kulturális
Hortobágyi Nemzeti Park – Puszta*	1999	kultúrtáj
Pécsi ókeresztény sírkamrák	2000	kulturális
Fertő / Neusiedlersee kultúrtáj*	2001	kultúrtáj
A tokaji történelmi borvidék*	2002	kultúrtáj

\* Táj- és természetvédelmi szempontból kiemelt jelentőséggel bíró világörökségi területek

emlékek megtartását és az utókor számára talán tanulsággal is szolgál.

Lehet, hogy pontosan nem minden így történt, de a kezdetek bennem így rögződtek. A gondolat, hogy a két országot érintő térség barlangjait világörökséggé kellene nyilvánítani Pozsonyban született meg, szorgalmazója dr. Jozef Klinda geográfus, a Környezetvédelmi Minisztérium főosztályvezetője volt, aki sokat tett Szlovákia természeti és kultúrtörténeti értékeinek nemzetközi elismertetéséért, s aki mint egykor barlangutató jól ismerte a térségen nyíló felszín alatti rendszereket. A gondolatot megelőzte az a negatív esemény, hogy Szlovákia pályázatai, sem a Magas-Tátra, sem a Szlovák Paradicsom nem nyerte el a Világörökség címét. Így olyan helyszín került napirendre, ami nagyobb eséllyel pályázhat. A Világörökség Bizottság abban az időben kiemelten kezelte a határon átnyúló értékeket, ugyanakkor barlanggal, mint természeti értékkel majd 25 éves fennállása alatt csak két esetben foglalkozott. Bár az egyetemes értékek között több barlang is szerepelt, de azok régészeti, vagy kultúrtörténeti értékük alapján kerültek a listára.

Enzen szempontok figyelembe vételevel, egy közös szlovák-magyar pályázat elkészítése ügyében Jozef Klinda, magyar partnerében, dr. Tardy János helyettes államtitkárban, az akkor még létező Természetvédelmi Hivatal elnökében társa talált. Dr. Tardy szintén geográfus, fiatal korában aktív barlangutató, ugyancsak jól ismerte az Aggteleki-karszt barlangjait. Gondolatuk az volt, hogy a térség 23 legismertebb barlangját (12 szlovák és 11 magyar) terjesztik felvételre. A pályázatot ennek szellemében készítették el az Aggteleki Nemzeti Park, a Szlovák-karszt Nemzeti Park valamint a Szlovákiai Barlangok Igazgatósága munkatársai és került a Világörökség Bizottság elé 1994-ben.

Én, mint a Természetvédelmi Hivatal Barlangtani Intézetének vezetője, a pályázattal hivatalosan, csak 1995 áprilisában találkoztam, amikor dr. Tardy János kérte, állítsam össze a Világörökség Bizottság szakértőjének, Jim Thorsellnek programját, aki meg kívánja tenni a helyszínt. Igy lettem egy olyan folyamat részese, melynek kimenetelében magam nem hittem. Számonra a gondot az okozta, hogy a természeti értékek világörökséggé nyilvánításának alapfeltétele az egyediség és a viszonylagos érintetlenség, ami a nevezett barlangok közül nem mindegyikre volt érvényes. A világban számos nevezetesebb barlang ismert, egy részükben pedig a turizmus számára történt kiépítések a természetes állapotot megbontották.

A szakértőként érkező dr. Jim Thorsell megelőzte híre. Tudtuk róla, hogy személyes tapasztalatok alapján igen jól ismeri a világ természeti értékeit, és ragaszkodva az érintetlenség-egyediség elvéhez könyörtelenül nem mond mond a kérelmekre. Így programja összeállításakor az volt a cél, hogy az minél változatosabb legyen, eltérő típusú barlangok, látványos, de eltérő genetikájú ásványok bemutatására kerüljön sor, és minél több helyszínen lehessen a földtani, biológiai, régészeti, kultúrtörténeti jelentőségről beszélni. Természetesen a helyszínelés mindenkit országra vonatkozott, mindenki a saját országának prog-

ramjáért volt felelős, és csak a köszöntés és az értékelés volt közös Jósavón.

Mindjárt első nap, a bemutatkozást követően majdnem kudarca fulladt a helyszíni szemle, mert Aggtelekről Domicára való átkeléskor kisült, hogy Thorsell úr, mint kanadai állampolgár vízum nélkül nem léphet be Szlovákiába. Szerencsére a csoporttal volt V. Slobodník, a Környezetvédelmi Minisztérium államtitkára, aki módja volt közvetlenül a belügyminiszternél intézkedni az azonnali vízum kiadása érdekében.

A szakértő, kezdetben tényleg olyan volt, mint a híre. Mindjárt az első ebédnél heves vitát provokált, melyben keményen érvelt amellett, hogy barlangjaink miért nem érik el a világörökség szintjét. De érdeklődő volt, mindenről személyesen akart meggyőződni. A maga eleganciájával, fehér ingben, nyakendőben, alig sárosa be magát, míg végig járta a barlangokat. Nem zavarta se víz, se sár, megbirkózott minden nehézséggel, kúszás-sal, mászással, függőleges létrákkal. A terepi programokat követően, az éjszakába torkolló viták folyamatosak voltak, de a kezdeti jég szemmel láthatóan gyorsan felengedett. Ez a barlangjaink mellett – véleményem szerint – főként a szakmai ismeretnek, nemzetközi kitekintéseknek, a természeti értékek iránti elkötelezettségnak és nem utolsó sorban a természetes vendégszeretetnek volt köszönhető.

Emlékszem, amikor egyik este ejfél felé közeledett már az idő, ő még mindig próbálta elfogadatni, hogy értsük meg a bizottság kemény hozzáállását. Hiszen nem szeretnék, ha a lista felhígulna, mindenből csak egyet, a legkülönlegesebbet tartják elfogadhatónak. Nem kell 20 gólt katedrális, csak egy! - volt a példa, és barlangból is már van elég. És akkor sorba véve a világörökséggé nyilvánított barlangi helyszíneket sikerült bizonyítani, hogy azok nem barlang voltuk miatt, hanem a bennük rejől egyedi – főként – kultúrtörténeti értékeik alapján nyerték el a címet. A két természeti érték a Mammuth-barlang (USA) és a Škocian-barlang (Szlovénia) pedig „leg” szerepüknek – a világ leghosszabbja, és a világ legnagyobb vízhozamú felszín alatti rendszere – köszönhetik az elismerést. A vita végül úgy zártult, hogy Thorsell úr jó éjszakát kívánva megjegyezte, hogy igazunk van, a nők sem hasonlíthatók össze, hiszen vannak szőkék, barnák és csillgó szeműek.

Ilyen előzmények után került sor az utolsó esti értékelésre, melynek első része igen kínos volt, hiszen arról szólt, hogy a benyújtott pályázat tartalma nem elég séges; kevés az olyan indoklás, hogy szép, nem lesz változás, megvédjük stb., a pirossal jelölt fordítási zavarokról nem is beszélve. Ezt követően a tárgyalás már kellemesebb mederbe terelődött, amikor Thorsell úr közölte, hogy a helyszíni tapasztalatok őt meggyőzték javaslatunk jogosságáról, de annak továbbviteléhez pótanyagot kell készítenünk, és koncepciót kell váltóztatnunk úgy, hogy a pályázatot nem 23 barlangra, hanem a térség egészére kiterjesztjük. Arról is tájékoztattott, hogy ha a módosítást két héten belül megte tesszük, akkor az, az ő pozitív bírálata alapján megy tovább, ám ha csak később készítjük el, akkor már nem ő, hanem új szakértő fog az ügygel foglalkozni.

A javaslat teljesítése lehetetlennek tűnt, amit közöltünk is. De miután más választásunk nem volt, megkezdtük alig két hetes ámokfutásunkat. Nagy segítséget jelentett, hogy mintaként rendelkezésünkre állt egy sikeres pályázat, így annak példáján építettük fel az új anyagunkat. Kollegánömmel, Takácsné Bolner Katalinnal az egyediség bizonyítására olyan állításokat rögzítettünk, amiket szakmailag megalapozottan alá is tudunk támasztani. Megtörtént a feladatkiosztás is: a térség barlangjainak genetikai tipizálását, a szlovák kollégák dr. Pavol Bella igazgatóhelyettes és Mikuláš Rozložník, a Szlovák-karszt Tájvédelmi Körzet vezetője, illetve az Aggteleki Nemzeti Park részéről Kövesdi János barlangtani felügyelő és dr. Lerner János igazgatóhelyettes végezte, az egységes térképet pedig Lerner János rajzolta meg. Magát a szöveges anyagot, illetve a teljes pályázat összeállítását Budapesten, a Barlangtani Intézetben Takácsné Bolner Katalinnal készítettük. Az utolsó két nap haza sem mentük, ha ő fordította az elkészült szövegrészleteket én aludtam, ő aludt, ha már nem bírta tovább. Azért, hogy a fordítást kritika neérje, az elkészült részeket Angliába, a nemzetközileg ismert barlangutatónak, Trevor Shaw-nak faxoltuk javításra. A munkát nehezítette, hogy akkor még a számítástechnika nem volt olyan foton, mint most. Kérdéseket csak telefonon, faxon lehetett felenni, rajzolni kézzel kellett. De az anyag elkészült, és a megadott napra dr. Tardy és dr. Klinda aláírássával Svájcba, a Világörökség titkárságára került.

Az „Aggteleki- és Szlovák-karszt barlangai” címen a Világörökség Bizottság elő terjesztett közös pályázati anyag legfőbb szakmai érvei e felszín alatti világ rendkívüli változatossága, komplexitása és viszonylagos érintetlensége voltak, valamint az, hogy a karszt a mérsékelt övi középhegységi karsztosodás egyik legkiemelkedőbb és legösszetettebb képviselőjének tekinthető.

Az államhatárral metszett, ám földrajzilag, geológiaiailag és vízrajzilag is összefüggő egységet alkotó karsztvidéken akkor 712 barlangot ismertünk, ma már ez a szám meghaladja az 1200-at. A jelentős növekedés nem új feltárosoknak, hanem a szlovák barlangnyilvántartás fejlődésének köszönhető.

Egyediségek minősíthető, hogy e barlangok között a mérsékelt övi középhegységi karsztosodásra jellemző szinte minden barlangtípus megtalálható. Így a terület vizeit kiterjedt, gyakran többszíntes patakos barlangrendszer és időszakos víznyelőbarlangok tucatjai vezetik a karszt peremén fakadó forrásokhoz. Legjelentősebb képviselőjük, a több mint 25 km hosszúságú Baradla-Domica-barlangrendszer, a mérsékelt égvő leghosszabb cseppkődíszes, aktív patakos barlangja. Európában egyedül-állónak minősíthető az az adottság, hogy az egymártól függetlenül, nagy számban kialakult vízvezető rendszerek és függőleges aknabarlangok (zsombolyok) rendkívüli sűrűségen fordulnak elő, és itt található a mérsékelt égvő legalacsonyabban nyíló jégbarlangja is (Sziklajégbarlang – Silická Ladnica). A barlangtípusok változatosságát szakadékoknak, hasadékbarlangok, mésztfabarlangok és különleges ásványkiválasokkal díszített, freaticus eredetű üregrendszerek egészítik ki.

A különféle kialakulásmódoknak köszönhetően a változatosság és a komplexitás jellemzi a barlangok arculatát meghatározó oldásformákat és ásványkiválasokat is. A karbonát anyagú kiválasok nemzetközileg nyilvántartott alaptípusainak jelentős hányada megtalálható itt. A hatalmas felületeket díszítő, változatos alakú és színezetű cseppkő-képződmények között olyan különlegességek is vannak, mint például Buzgó-barlang 34 m magas (akkor a Guiness rekordok könyvében szereplő) állóceppköve, vagy a Gombaszögi-barlang 3 m hosszúságot is elérő szalmacseppkövei. A kevésbé ismert kíválistípusok közül látványosságukkal is kiemelkednek az Ochtinai-aronitbarlang egyedülálló méretű és gazdagságú aragonitbokrai, valamint a Rákóczi-barlang falait dusan borító, korallszerű borsókőképződmények.

A barlangok értékét növeli, hogy földtani, állattani, régészeti és tudománytörténeti szempontból is kiemelkedő jelentőségek. A Világörökséggé nyilvánított, felszín alatti világ több mint 500 barlanglakó és barlangkedvelő állatfaj számára nyújt életteret, közülük számos csak e területen él. A barlangok járatai több mint 200 millió éves kőzeteket és ősmaradványokat tárnak elénk; a kitöltésükből előkerült csontmaradványok pedig meghatározó jelentőségűnek bizonyultak a földtörténeten elmúlt 4 millió évnek rétegtani tagolásában. Több mint 30 barlangból a történelem előtti emberek jelenlétéit mutatták ki, a kultúra fejlődésének mintegy 35.000 éves időszakát fogva át. Ugyancsak értéknövelő tényező, hogy a térség barlangjairól készült leírás, térkép között, világviszonylatban is ritkaságnak számító alkotások ismertek.

A kiegészítő anyag külön fejezetben foglalkozott a barlangok érintetlenségével és védelmével. Ebben fontos tényezőnek számított, hogy a felszín alatti rendszerek jelentős része csak az elmúlt, alig 4 évtizedben vált ismertté, jelentős beavatkozás pedig csak azon szakszokat érint, amelyeket a turizmus számára járhatóvá tettek. Védelmüket pedig mindenkor országban törvény írja elő.

A pályázat beküldését követően a következő nevezetes eseményre Párizsban került sor, amikor a Világörökség Bizottság megvitatta az előterjesztéseket és döntött azok további soráról. Esélyeinket jelentősen befolyásolta az a tény, hogy 1986 óta ez az ülés volt az első, ahol barlangra, mint természeti értékre vonatkozó pályázatról kellett dönten, és egyszerre két igen eltérő helyszínről. Ugyanis az Aggteleki- és Szlovák-karszt barlangvilága mellett a világ legszebb barlangját is magába foglaló, nevében is barlangra utaló Carlsbad Cavers Nemzeti Park (USA) is pályázott a cím elnyerésére. De végül, mindenkit pályázat pozitív elbírálatban részesült. Érdekes volt, hogy míg Carlsbad pályázatához – a védelem garanciált firtatva - több képviselő is hozzászól, addig a mi pályázatunkkal kapcsolatban csak a kezelési terv meglétét firtató kérdés hangzott el. Ez persze valóságnak volt köszönhető, hogy a bizottság tagjai közül többen ismerték a Carlsbad Cavers Nemzeti Parkot, mint az Aggteleki- és Szlovák-karszt barlangvilágát.

Ilyen előzmények után 1995. december 4-8 között került sor a Világörökség Bizottság berlini, végső döntést hozó ülésére, ahol Jim

Thorsell az általunk összeállított összefoglalót szó szerint felolvasta, levetítette megküldött diákot, az utolsó képen bizonyítva, hogy járt a helyszínen. Az egyhangú igen után, a táskból előkerült köszöntő elfogysztását követően, a boldogságtól felszabadultan már csak anekdotaként emlegettük az elmúlt eseményeket, és idéztük fel azokat - a siker után - viccesnek tartottakat, amik negatív eredmény esetén bizony hibáként maradtak volna meg bennünk.

A történeteket értékelve, 20 év távlatában is a legfőbb tanulság talán az, hogy nem minden pénz és politika kérdése. A siker legfontosabb kulcsa az elkötelezettség, a szakmai ismeret, és az összefogás. Más helyszínek hosszadalmas előkészítést, milliós nagyságrendű anyagi ráfordítást és külön szakértői gárdát igénylő előterjesztésével szemben az aggteleki- és szlovák barlangvilágról szóló anyagot belső szakemberek, minden ellenszolgáltatás, és utólagos elismerés nélkül, szakmai lelkismeretük alapján, nemzetközi segítséggel készítették, melyért ennyi év távlatában is őszinte hálával tartozunk a munkában részvevőknek.

Az 1995. december 6-án, Mikulás ajándékékként kapott Világörökség cím kapcsán, különösen a kezdeti időben, a leggyakoribb kérdés az volt: „Jó-jó, és ez mennyi pénzzel jár?” Kevesen értették, hogy az egész emberriség számára egyetemes értéket képviselő kincsek között szerepelni olyan nemzetközi elismerés, ami pénzben nem kifejezhető. A cím elnyerése, a nemzetközi rang nem pénzt hoz, hanem pénzt igényel, hiszen kötelezettséget ró ránk, ami a védelemről, a rekonstrukcióról és a bemutatásról át, a jobb megismerésért végzendő kutatásokig terjed. Remélhetőleg a jövőben sem merül feledésbe, hogy mindenkor a garanciát nem emberek, egy csoport, hanem kormányaink vállalták.

## VILÁGORÖKSÉGI BŐVÍTÉS 2000-BEN: A DOBSINAI JÉGBARLANG „ÜGYE” (Tardy J.)

Szlovák részről az „Aggteleki Karszt és a Szlovák Karszt barlangai” elnevezésű magyar-szlovák világörökségi helyszín kibővítését kezdeményeztek a párizsi Központnál. Két országot érintő világörökségi helyszín esetében a kezdeményezés megvitatásához és esetleges jóváhagyásához – értelemszerűen – a másik fél hozzájárulása is szükséges. A bővítés tárgya a Hunfalvy János geográfus professzor által is 1901-ben „megénekt” Dobsinai jégbarlang.

„Alig van ország, melyet a jó Isten oly bőkezűen megáldott minden széppel és minden jóval, mint a mi gyönyörű hazánk. Természeti szépségekben bővelkedik különösen egész Kárpáthegységünk. De nem csak természeti szépségekben, hanem természeti ritkaságokban is gazdag a Kárpátok. Ilyen egyebek között a dobsinai jégbarlang is. Ez a csodás, föld alatt levő meseszerű jégvilág, mely már világszerte ismeretes, Gömör megye északi részén, Dobsina város határában fekszik. Ez a jégbarlang minden eddig ismert jégbarlangot felülmúl minden kiterjedésre, mind nagyszerűségre nézve”.

A magyar fél – az UNESCO Világörökségi Központ és az IUCN által igényelt – hozzájárulását illetően ma is fontosnak tartom megjegyezni, hogy a cseppet sem szakmai és meglehetősen nehéz döntést a magyar állami

természetvédelem vezetése a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal illetékeseivel egyeztetetten hozta meg, hosszas vivódást követően, s nem valamiféle politikai nyomás, felső vezetői utasítás hatására. „Pusztán” lojalitásból, szlovákiai barátaink iránti megértéssel és a jószomszédság jegyében, baráti gesztusként. S nem utolsó sorban a világörökségi bizottság megválasztott tagjaként is. Egyszerűen segíteni akartunk. Egyértelmű: nem szakmai döntést hoztunk, mert olyat ez esetben nem hozhattunk. A Dobsinai-jégbarlang és a Szczecenai-cseppkőbarlang ugyanis tudott nem a Gömör-Tornai-karszt része, vagyis kívül esik a világörökségi területen. Miként a világírű büki ősember-barlangok is, amelyeknek az Aggteleki Karszt világörökségi képződményehez „csatolása” hasonlóan furcsa kezdeményezés lett volna tőlünk, holott kiemelkedő értékeit senki sem vitatná...

## UTÓSZÓ (Tardy J.)

A Delmar Blascoval, a ramsari egyezmény akkori argentin főtitkárával folytatott budapesti megbeszélésen vetette föl Rádai Ödön és a sorok írója a vizes élőhelyek új, felszín alatti kategóriája bevezetésének gondolatát. Kezdeményezésünk meghallgatásra talált, s a tematika kidolgozását, nemzetközi megvitatását és pontosítását követően az egyezmény 1999. májusában, Costa Ricában (San José) tartott közgyűlésen az új kategóriát hivatalosan is elfogadták. Nem kis mértékben ennek a magyar kezdeményezésnek az eredményeként kerülhetett fel a ramsari jegyzékre 2001-ben 1051. sorszámmal a szlovéniai Škocjan barlangok után másodikként a világban a Baradla-Domica-barlangrendszer vízrendszerre és felszíni vízgyűjtő területe. Még ugyan ebben az esztendőben került sor, közös, magyar-szlovák előterjesztésben az Ipoly-völgy 2.303 hektáros szakaszának, majd sok éves előkészítést követően 2003-ban a Felső-Tisza Magyarországra és Szlovákiára kiterjedő, 26.935 hektáros részének a ramsari listára vételére. A Miklós László miniszter úrral kialakított gyümölcsöző szakmai együttműködés egyik eredményeként 2002-ben Szlovákiában is nemzeti parki rangra emelték az addig alacsonyabb szintű védeottséget (Národný park Slovenský kras) az egységes természetvédelmi gondolkodást, kezelést feltételező határon átnyúló magyar-szlovák nemzeti park. Jelképes üzenet volt a világnak: 2007-ben lebontották az 1932-ben létesített, majd 1948-ban újabb rácsokkal megerősített „vasfüggönyt”, a világ talán egyetlen felszín alatti határrácsát... A határ menti együttműködés újabb szép példájaként 2010-ben hoztuk létre a világ első, határon átívelő, 63 magyarországi és 28 felvidéki település közigazgatási területét érintő, földtudományi értékekben különösen gazdag nemzetközi geoparkját, a Novohrad-Nógrád Geoparkot amely ezzel az aktussal az Európai Geoparkok- és a Globális Geoparkok Hálózatának tagja is lett.

Éppen elég gazdag tehát a magyar-szlovák természetvédelmi együttműködés múltja és eredménylistája ahhoz, hogy néhány tapasztalatot megfogalmazzunk.

Mit üzennek nekünk a gazdag múlttal és jelennel bíró határon túli sikeres együttműködések? Vannak-e (remélhetően közös)

tanulságai és hozadékai a közösen elnyert nemzetközi címeknek, elismeréseknek, különös tekintettel a legnagyobb büszkeségre, a világörökségi címre?

A nemzetközi természetvédelmi együttműködés, különösen a szomszéd országok esetében valamennyi érintett félről bizalmat, kölcsönös toleranciát, diplomáciai érzéket és egymás iránti tiszteletet feltételez. Közös ügyeket az első pillanattól fogva közösen kell kezelní. Ha elhatározatot, hogy két (vagy több) szomszéd ország együtt indul egy nemzetközi megmérettetésen, ott a szakmai-diplomáciai lépések folyamatos egyeztetése és harmonizációja, a közös beterjesztés alapfeltétel. A világörökségi ügyekben éppen úgy, mint a ramsari egyezmény jegyzékére aspiráló vizies élőhelyek, avagy határon átnyúló geoparki, natúrparki kezdeményezések esetében.

Közösek a feladatok, közösek a kötelezettségek, közös a felelősség. Ha például a Baradla-Domica barlangrendszer védőövezetének bármely részén, a határ bármely oldalán a felszínén valakik iparszerűen autogumit égetnek és a környezetszennyezés a világörökségi helyszínt veszélyezteti, mindenkit ország felelősségeit vizsgálják! Ha az egyik világörökségi fél a minősítést helyhez nem méltó építményt kíván emelni, s ezen szándékát a figyelmeztetések ellenére fenntartja, ezzel mindenkit ország világörökségi címét veszélyeztetné. Ugyanakkor az elnyert cím birtokában – jó esetben – közös lehet a hozadék is. Az ilyen nemzetközi együttműködések hozhatnak sikert, örömtöt és büszkeséget, új leírásokat, új barátságokat, fontos infrastruktúrát és növekvő foglalkoztatott-

ságot az érintett települések lakosságának, a régiónak és az országnak.

Mert világosan látnunk kell: a helyben élőknek nem elég elmagyarázni a nemzeti büszkeség fogalmát. A kiemelkedő természeti-táji értékekkel címhez jutott vidékek esetében általában szegény, elmaradott, hátrányos helyzetű térségekről van szó, ahol „tetten érhetőnek”, kézzel foghatónak kell lennie valamiféle közvetlen haszonnak. Válasszal kell tudni szolgálni: miként kell és lehet érdekeltetni a helybírákat a világörökség védelmében? Egyáltalán, számukra mit jelent az, amit a világörökséggel címzé és védeni óhajt? Mit kell és mit lehet tenni, ha a helyi közösségek nem tud közvetlen megélhetést biztosítani a világörökség? Mert a világörökség-cím önmagában sehol sem „csodászer”. De a mozgásteret megnövelő óriási lehetőség, amelyért a világ mindenütt ádáz küzdelem folyik.

Látni és láttatni kell a – vitathatatlan gondok és kötelezettségek mellett – a címmel járó tényleges és reménybeli előnyöket és erősségeket. A kiterjedt nemzetközi figyelemben, a világörökségi PR-ban rejlő lehetőséget (csak a Forma 1-es versenyek esetében létezik hasonló). A jó esetben számodra nyújtó látogatószámot, amelynek jelentősége abban is kifejezésre jut, hogy a világörökség helyszínek felkeresése a világutazás egyik viszonylag új, „kifinomult” ágazata. Érzékelni kell a színvonalas vendéglátás és helyi árukínálat iránti igényt (mint hozzáéket!), a foglalkoztatás és a képzettség gyarapodásában megmutatkozó előnyöket, a hazai és nemzetközi összefogásban rejlő vitathatatlan erőt és lehetőséget, a pályázatok elbírálása

során elvezethető kedvezményeket. (Az ötven éve „nagy álom”, a Vörös-tói bejáratú létesítések, a Baradla világörökségi rekonstrukciója, a jósvafői fogadóközpont nagy ívű beruházások, jó néhány nemzetközi nívójú, tetemes összegű egyéb barlangi és turisztikai beruházás forrásfedezetének előteremtése a hivatalos nemzetközi figyelemnek, az elnyert világörökségi címnek köszönhető). A lehetséges előnyök és a vitathatatlan kötelezettségek sorát hosszan folytatjuk. Hiszem és kívánom, hogy barlangainak sokféleségével ma már világosztal jegyzett és elismert Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság erős földtudományi szakember gárdájával, elkötelezett munkatársaival – szlovák testvér intézményével együtt – összetartója, kovásza lesz mindenazon jövőformáló programoknak, amelyet a világörökség cím kínál és megkövetel. A jövőt illetően meghatározónak tartom, hogy a környék oktatási intézményeinek képzési rendszerében kapjon megkülönböztetett figyelmet a világörökség és a világörökségi helyszín páratlan értékeinek oktatása, a helyben élő – lehetőleg valamennyi korosztály – állandó képzése, felvilágosítása. Mindent meg kell tenni azért, hogy a felnövekvő nemzedék ragaszkodjon hazájához, közvetlen térsége a Gömör-Tornai-karszt „meseszű” természeti értékeihez, történelmi múltjához és jelenéhez, kulturális örökségehez. Legyen kitekintése a világra, viszonyítási alapja és kül-detéstudata. S a határ mindenkit oldalán tudja, mi az egészséges patriotizmus, s érezze, mi az, büszkének lenni és örlülni tudni. A másik sikerének, örömenek is. Ez a világörökség cím egyik legfontosabb hozománya.

## VÝNIMOČNÉ HODNOTY LOKALITY SVETOVÉHO DEDIČSTVA „JASKYNE SLOVENSKÉHO A AGGTELEKSKÉHO KRASU“

**Pavel Bella – Ľudovít Gaál – Vladimír Papáč – Péter Gruber – Marián Soják**

Jaskyne Slovenského a Aggtelekského kraju boli s pridruženou Ochtinskou aragonitovou jaskyniou a jaskyňami vo vrchu Esztramos zapísané do zoznamu svetového prírodného dedičstva na základe slovensko-maďarského bilaterálneho projektu v roku 1995 ako výnimočný príklad stále prebiehajúcich geologických procesov a významných geomorfologickej javov v krase. V roku 2000 sa táto lokalita svetového dedičstva doplnila o svetoznámu Dobinskú ľadovú jaskyniu.

Slovenský a Aggtelekský kras ako súvislé krasové územie predstavuje typický stredoeurópsky planinový kras mierneho klimatického pásma s viacerými genetickými a morfologickými typmi jaskyň a prieasti. Zaberá rozlohu asi 600 km<sup>2</sup>, z čoho 2/3 sú na území Slovenskej republiky a 1/3 na území Maďarskej republiky. Reprezentatívnosť a výnimočnosť jaskyň v tomto území spočíva najmä v ich genetickej a morfologickej rôznorodosti, vysokej variabilite sintrovej výplne, ako aj v ich výnimočných biologických a archeologických hodnotách. V súčasnosti sa na slovenskej strane

eviduje 1184 jaskyň a na maďarskej strane 280 jaskyň. Ochtinská aragonitová jaskyňa je výnimočná nielen bohatosťou a rôznorodosťou aragonitovej výzdoby, ale aj osobitou morfológiou a vývojom podzemných priestorov. Dobinská ľadová jaskyňa je jedinečným príkladom trvalého a monumentálneho zaľadnenia jaskyne v stredohorskom kraji.

### MORFOLOGICKÁ A GENETICKÁ RÔZNORODOSŤ JASKÝN

V Slovenskom a Aggtelekском kraji sa vytvorili rozličné morfologické a genetické typy jaskyň, ktoré súbornie reprezentujú vývoj stredohorského planinového krasu mierneho klimatického pásma. Prevládajú vertikálne korózne prieasti (napr. Veľká Žomboj, Zvonivá jama, Obrovská prieast, Dvojité prieast, prieasti Almási, Vecsembükk a Szabó-pallagi) a vertikálno-stupňovité korózne prieasti (napr. Brázda, Veľká Bikfa, Diviačia prieast), ktoré sa vytvorili vo vadznej zóne presakujúcimi zrážkovými vodami (Skrivánek, 1958;

Gáál, 2008; Baroň, 2012 a ďalší), miestami koncentrujúcimi sa do autochtonných potôčkov (napr. v Kunej prieasti). Od kontaktu nekrasových hornín s vápencami na Silickej planine sa začínajú nadol klesajúce kaskádovité jaskyne vytvorené občasními ponornými vodnými tokmi (Jaskyňa v ponore Jašteričieho jazera). Viaceré prieasti alebo prieastovité vchody jaskyň predstavujú prieasti typu „light hole“, ktoré vznikli zrútením stropu jaskynného priestoru, napr. vstupná časť Silickej ľadnice a prieast Zombor na Plešivskej planine (Roth, 1939, 1940; Mitter, 1988). Prieasti a jaskyne vertikálneho charakteru často presahujú hlbku 100 m. Prieasti sú miestami mimoriadne koncentrované a dosahujú neobvyčajnú hustotu. Na časti planiny Dolný vrch je sústredených až 20 prieasti na 0,5 km<sup>2</sup>.

Horizontálne a subhorizontálne riečne modelované jaskyne vytvoriali podzemné vodné toky, ktoré vyvieračky na povrch na úpatí planín (napr. Krásnohorská jaskyňa, Gombasecká jaskyňa, Hučiacá vyvieračka, Brzotínska jaskyňa, Hrušovská jaskyňa, Drienovská



Úrovňová riečna chodba v jaskyni Domica. Foto: P. Staník  
Levelled river passage in the Domica Cave. Photo: P. Staník

jaskyňa) alebo na dnach dolín rozčlenujúcich planiny (Vass-Imre barlang, Kossuth-barlang), alochtóne vodné toky ponárajúce sa na okraji planín do podzemia (napr. Domica, Baradla) alebo vodné toky vznikajúce z vôd presakujúcich zo štrkov poltárskej, resp. borsodskej formácie na ich styku s vápencami (napr. časti jaskyň Baradla a Béke-barlang). Z hydrografického hľadiska sa tieto jaskyne vytvárali prevažne v plynkej freatickej zóne, resp. pozdĺž piezometrického povrchu podzemných krasových vôd.

na chodba s početnými sifónmi a jazerami, ktorá viedie popod úpatie Jasovskej planiny smerom k obci Háj. Potápači tu museli prekonať 25 sifónov dlhých od niekoľko metrov do 100 m (Hochmuth, 2013). V celosvetovo známej publikácii o krasovej hydrogeologii a geomorfológií od Forda a Williamsa (2007) sa v rámci tzv. štvorfázového vývoja krasu táto chodba uvádzá ako typický príklad jaskyne s kombináciou plytkých freatických sifónov a horizontálnych úrovňových úsekov. Menej vyrovnaný pozdĺžny profil s početnými sifón-

Výrazná mierne klesajúca chodba vedúca od ponorov pri Smradlavej jazierku cez Panenskú chodbu a riečisko Styxu po štátnej hranici a po-kračujúca hlavnou časťou jaskynného systému Domica-Baradla až k východu pri Jósvalfó predstavuje ukážkový príklad „ideálnej jaskynnej úrovne vytvorenej pozdĺž vodnej hladiny“, ktorý sa uvádzá v najvýznamnejších svetových karsologických a speleologickej publikáciach (Ford, 2000; Ford a Williams, 2007). Táto jaskynná úroveň sa vytvárala koncom treťohôr v nadväznosti na planáciu poriečnej rovne v periférnej oblasti Západných Karpát (Bella et al., 2014a). Na viacerých miestach tohto jaskynného systému sú početné stropné korytá vytvorené vytlačením vodného toku usadeninami až k stropu. V jaskyni Domica ich opísal Roth už v roku 1937. Na základe doterajších poznatkov ide o prvý opis tvarov stropnej erózie v jaskyniach na svete (Bella a Bosák, 2013). Jaskyňa Domica je výnimočnou lokalitou výskytu stropných korýt.

Spodnú časť jaskyne Skalistý potok tvorí subhorizontál-

mi má Krátka spodná jaskyňa (Szilágyi, 1982), z ktorej voda vytieká na povrch vyvieračkou v Jósvalfó (jaskyňa vytvorená pod hlavnou chodbou jósvalfskej časti Baradly).

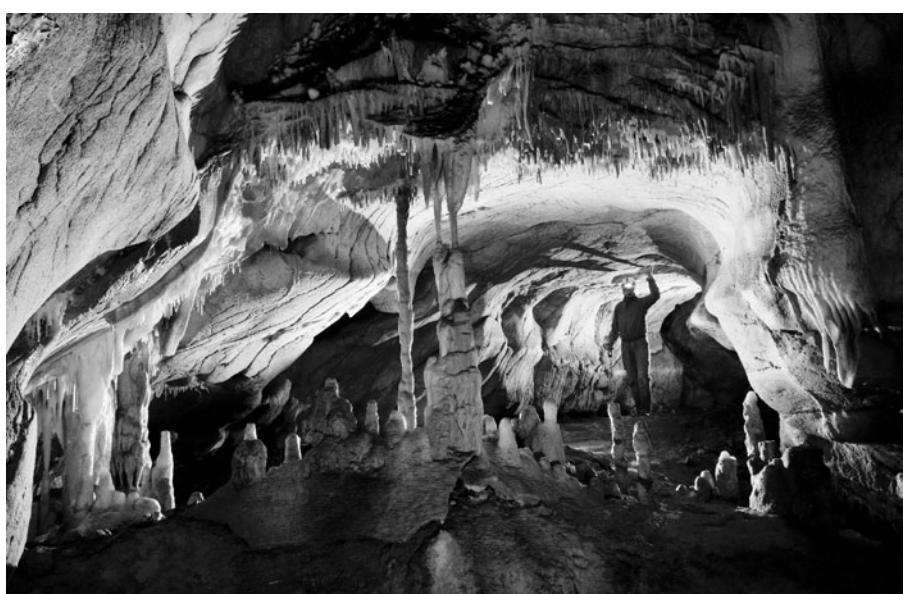
Okrem jaskynného systému Domica-Baradla sa aj niektoré ďalšie riečne modelované jaskyne vytvárali postupne vo viacerých vývojových úrovniach, v závislosti od etapovitého zahľbovania dolín na povrchu, napr. Jasovská jaskyňa (Droppa, 1971). Komplikovaný labyrinth chodieb s freatickou morfológiou má Moldavská jaskyňa (Hochmuth, 2000), čiastočne aj spodná časť Jasovskej jaskyne (vytvorené na pravej strane doliny Bodvy). Skúmajúc vývoj krasu Plešivskej planiny Skřivánek (1966) predpokladá, že pod úrovňou agradovaných riečisk Slanej a Štítnika sú nižšie položené jaskyne riečneho pôvodu, ktoré sa počas zanášania kaňonov vyplnili naplavenými sedimentmi.

Senilné horizontálne jaskyne na povrchu planín sa vytvárali v čase formovania stredohorského zarovnaného povrchu začiatkom vrchného miocénu (sarmat – panón), resp. v čase jeho prvotného rozčleňovania mladšími formami reliéfu, napr. jaskyňa Ortová na Silickej planine (Bella a Gaál, 2005). Po paleokrasových dutinách vyplnených vrchnokriedovými sedimentmi (Mello a Snopková, 1973; Marschalko a Mello, 1993; Cílek a Bednárová, 1994; Cílek a Svobodová, 1999; Gaál et al., 2007), ktoré sa odkryli v Gombaseckom lome, v lome pri Hosťovciach a v lome Včeláre, ide o najstaršie jaskyne Slovenského a Aggtelekského krasu. Z niektorých senilných jaskyň zostali ich nezrútené, resp. nezavalené zvyšky alebo iba „post-jaskynné“ depresie (tzv. bezstropné jaskyne) s prastarými sedimentárnymi výplňami (Mitter, 1988; Lešinský, 2006; Gaál, 2008). V morfológii a sedimentoch mnohých jaskyň je naznamenaný komplikovaný etapovitý vývoj krasu od konca druhohôr až po súčasnosť.

Prevažne sférické dutiny vytvorené vo freatickej zóne sú charakteristické pre Rákocziho jaskyňu 1 vo vrchu Esztramos na madarskom území. V súčasnosti je hladina podzemnej vody v nižšej úrovni, zodpovedajú jej hladiny jazier v spodnej časti jaskyne (Kraus, 2003). Najvyššie časti Drienovskej jaskyne s kupolovitou morfológiou a kryštálmi kalcitu majú znaky hypogénneho vývoja (Zacharov, 2013), čo treba potvrdiť detailnejším výskumom.

Pozdĺž strmých okrajov planín a prelomových dolín sa vyskytujú rozsadlinové prieplasti a prieplasťovité jaskyne (napr. Snežná diera a Čertova diera na planine Horný vrch, úsek Novej brzotínskej jaskyne paralelný s okrajom Plešivskej planiny), ktoré sa viažu na svahové gravitačné blokové pohyby (Skřivánek a Stárka, 1956; Kučera, 1976; Mitter, 1988). Rozsadlinové prieplasti sa vytvorili aj na okrajoch starších zasutiných hlbočkých rútivých zárvotov (Baroň, 1998). Previsové jaskyne vznikajú odvetrávaním, gravitačným rútením a zliezaním zvetralín dolu svahom, napr. jaskyne v Gerlašských skalách na severnom okraji Plešivskej planiny (Mitter, 1988).

V Hájskej doline medzi Jasovskou a Zádielskou planinou je travertínová kaskáda, na spodnej strane ktorej je syngenetickej jaskyňa vytvorená postupným narastaním vrstiev travertínu od vrchnej časti k päte vodopádu (jaskyňa konštruktívneho travertínového vo-



Stropné koryto na vrchnej vývojovej úrovni jaskyne Domica. Foto: P. Staník  
Ceiling channel in the upper evolution level of the Domica Cave. Photo: P. Staník

dopadu). Po podrezaní spätnou eróziou sa okrajový blok travertínu odtrhol a poklesol. Následne od horného okraja vodopádu narástol k bloku mladší travertínový záves, čím sa podzemná dutina takmer úplne uzavtvorila (Mitter, 1979).

Hlavná vývojová úroveň Stratenskej jaskyne, ktorej súčasťou sú aj horné nezaľadené chodby v Dobšinskej ľadovej jaskyni, je jednou z najlepšie vytvorených jaskynných úrovní v Západných Karpatoch so vznikom vo vrchnom pliocéne (Tulis a Novotný, 1989; Novotný, 1993; Bella et al., 2014b). Laterálnou eróziou sa na tejto úrovni chodobu veľmi názornej podobe vytvorili zarovnané stropy, miestami široké 40 – 50 m (pozri Tulis a Novotný, 1989). Chodbu hlavnej vývojovej úrovne Dobšinsko-stratenského jaskynného systému možno zaradiť medzi najtypickejšie príklady jaskynných úrovní so zarovnanými stropmi.

Od ostatných jaskýň sa morfologicky výrazne líši Ochtinská aragonitová jaskyňa, ktorá je vytvorená v šošovke prvohorných spodnodevónskych kryštalických vápencov a ankeritov uprostred fylitov. Viaceré časti tejto jaskyne charakterizuje trojuholníkový alebo lichobežníkový priečny profil tvorený zarovnaným stropom (Laugdecken) a koróznymi šikmými plochými stenami, zužujúcimi sa ku dnu (Facetten, solution facets, resp. planes of repose). Zarovnané stropy a bočné korózne zárezy na skalných stenách poukazujú na bývalú stabilizovanú hladinu podzemných vôd, ktorá sa lokálne vytvorila v šošovke karbonátov. Zarovnané stropy miestami zrezávajú staršie stropné kupoly a kupoľovité vyhĺbeniny, ktoré vznikli vo freatických podmienkach rozpúšťaním vápencov následkom konvekcie vody spôsobenej miešaním vôd rozdielnych teplôt a chemického zloženia (Bella, 1998, 2004; Bosák et al., 2002). Laugdecken a Facetten boli



Zarovnaný strop a dovnútra sklonené facety v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. Foto: P. Bella  
Solution flat ceiling and inward-inclined facets in the Ochtinská Aragonite Cave. Photo: P. Bella



Kalcitové brká (slamkovité stalaktity) v Gombaseckej jaskyni. Foto: P. Staník  
Calcite soda straws (straw stalactites) in the Gombasecká Cave. Photo: P. Staník

opísané najmä v sadrovcových jaskyniach, vo vápencových jaskyniach sa v najtypickejšej a najúplnejšej podobe vyskytujú práve v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. V jednej z najvýznamnejších karsologických monografií (Ford a Williams, 2007) sa Ochtinská aragonitová jaskyňa uvádzá ako typický príklad tzv. notch caves vznikajúcich laterálnou koróziou pozdĺž hladiny podzemnej vody, ktorá pochádza zo zrázok presakujúcich najmä pozdĺž tektonických porúch.

### VARIABILITA A REPREZENTATÍVNOSŤ SINTROVEJ VÝPLNE

V jaskyniach Slovenského a Aggtelekského krasu sa v reprezentatívnej podobe vyskytujú mnohé druhy kalcitovej a aragonitovej výplne. V Gombaseckej jaskyni sú unikátné brká, ktoré dosahujú až trojmetrovú dĺžku. V jaskyni Domica je vyše 450 sintrových štitov a bubnov, ktoré sa pozorujú v mnohých morfologických podobách najmä na stenách a stropoch (Bella, 1999). Ojedinele sa vyskytujú aj v podobe tzv. stegamítov rastúcich podlahy nahor, napr. Smútočná vrba v Kle-

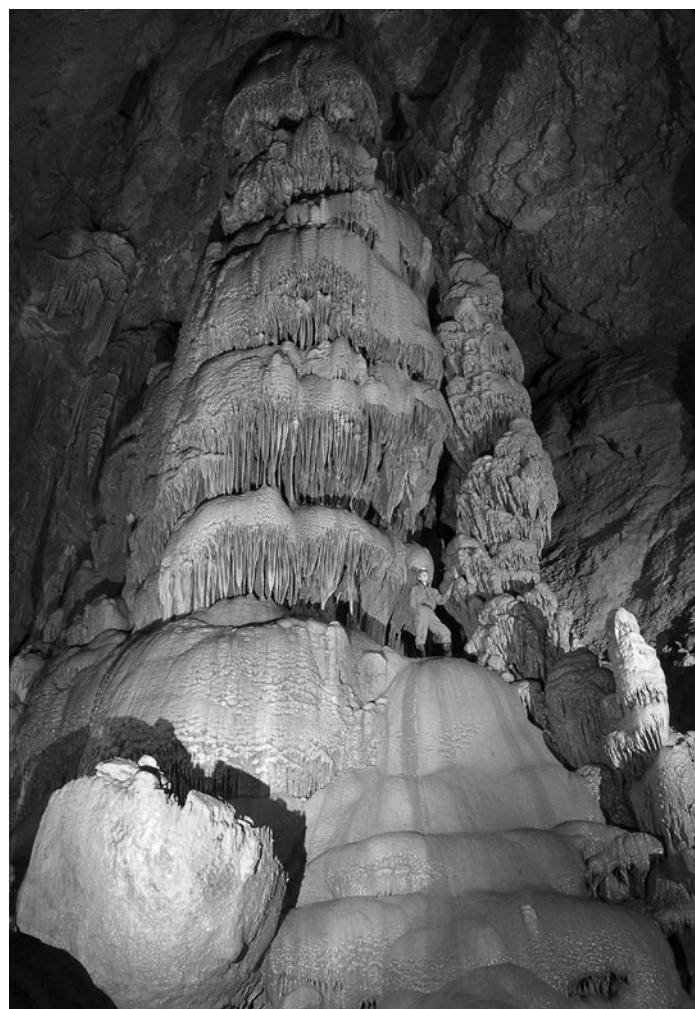
notnici. Rozličnými podobami aj početnosťou týchto menej zvyčajných sintrových útvarov je jaskyňa Domica pozoruhodná z celosvetového hľadiska. Kvapľa rožňavských jaskyniarov v Krásnohorskej jaskyni, vysoký 34 m, patrí medzi najväčšie sintrové stopy v Európe. Medzi najväčšie unikátnosti sa radia aragonitové útvary Ochtinskej aragonitovej jaskyne, ktoré sa vytvorili z vodných roztokov s vysokým obsahom Mg, Fe a Mn iónov za špecifických fyzikálno-chemických podmienok v uzavretých podzemných dutinách so stabilnou mikroklimou. Aragonit vytvára mliečne zakalené obličkovité útvary, niekoľko decimetrov dlhé ihlice a zakrivené až špirálovité helikity (zhlukované do trsovitých alebo kríčkovitých útvarov) alebo drobné vejáriky (Homza et al., 1970; Rajman et al., 1993; Cílek et al., 1998; Bosák et al., 2002 a ďalší). Snehobiele aragonitové útvary ostro kontrastujú s tmavosivým



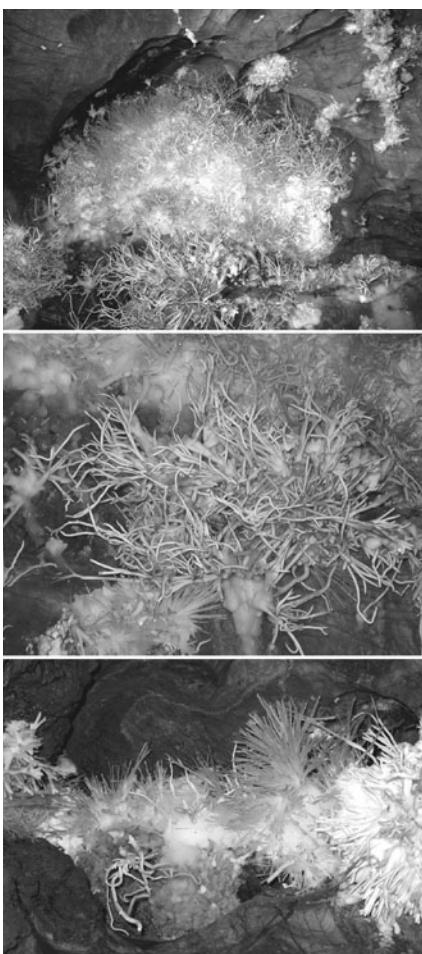
Kalcitový buben v jaskyni Domica. Foto: P. Bella  
Calcite drum in the Domica Cave. Photo: P. Bella



Zarovnaný strop v Stratenskej jaskyni. Foto: F. Mihál'br  
Solution flat ceiling in the Stratenská Cave. Photo: F. Mihál'



Kvapeľ rožnavských jaskyniarov v Krásnohorskej jaskyni. Foto: J. Stankovič  
The Rožnava Cavers' dripstone in the Krásnohorská Cave. Photo: J. Stankovič



Špirálovité a ihlicovité útvary aragonitu v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. Foto: P. Bella  
Spiral and needle forms of aragonite in the Ochtinská Aragonite Cave. Photo: P. Bella

mramorovým horninovým podkladom, čo dáva jaskyni charakter svetovej jedinečnosti. Ochtinská aragonitová jaskyňa je jednou z najkrajších sprístupnených jaskyň s aragonitovou výplňou na svete. Patrí aj medzi najpozoruhodnejšie lokality výskytu jaskynného aragonitu.

Z 38 hlavných typov sintrových foriem známych vo svete (Hill a Forti, 1997) sa v jaskynnom systéme Domica-Baradla vyskytuje 17 typov, čím patrí medzi jaskyne s veľkou diverzitou sintrových útvarov. Vidieť tu rôzne tvary stalaktítov vrátane sférických stalaktítov a heliktitov. Zo stalagmitov sú zvlášť pôsobivé pagodovité, palmovité a palicovité formy. Nechýbajú ani stalagnató, povlaky, náteky a záclony, sintrové hrádze (napr. Rímske kúpele v Domici, Havasok v Baradle), sintrové lekná a rôzne koraloidy. Ojedinele sa vyskytujú aj jaskynné perly, sintrové kalichy a doštičky plávajúce na hladine stojatých vôd. Helikity a rôzne excentrické kvapľové útvary často bizarných tvarov môžeme obdivovať v Hrušovskej jaskyni spolu s jazernými koraloidmi v Rákocziho jaskyni vo vrchu Esztramos. Sintrové náteky a hráškovité či bradavicotité útvary sú známe z pripasti Brázda a Rejték, Diviačej pripasti alebo z Krásnohorskej jaskyne, kde sa vyskytujú aj s mangánovými kôrami. Nádherné jazierkové útvary sa vytvorili v Diviačej pripasti. Na stenách viacerých jaskyň sú biele povlaky mäkkého sintra.

## VÝNIMOČNOSTI ZAĽADNENÝCH JASKÝŇ

Dobšinská ľadová jaskyňa patrí medzi najvýznamnejšie ľadové jaskyne na svete. Jej vchod leží v nadmorskej výške 969 m, podzemný ľadovec je vo výške iba 920 až 950 m n. m. Hlavnú časť jaskyne predstavuje obrovská dutina klesajúca od vchodu do hĺbky 70 m, ktorá vznikla preborením skalných podlám medzi vývojovými úrovnami. Z väčšej časti je vyplnená ľadom, miestami až pod strop, čím je rozdelená na samostatné časti (Veľká a Malá sieň, Ruffínyho koridor a Prízemie). Čiastočne zaľadený je Zrútený dóm, ktorého okraj zasaahuje až pod prepadiisko Duča. Podmienky na zaľadenie vznikli pravdepodobne v stredných štvrtohorách po zrútení stropov medzi Dobšinskou ľadovou jaskyniou a Stratenskou jaskyniou, čím v podzemí vznikol vrecovitý priestor s horným otvorm na povrch, v ktorom sa nepretržite udržiava fažší studený vzduch a voda presakujúca zo zrážok zamícha. Ľadová výplň sa vyskytuje vo forme podlahového ľadu, ľadopádov, ľadových stalagmitov a stípov. Zaľadená plocha má 9772 m<sup>2</sup>, objem ľadu je 110 132 m<sup>3</sup>. Najväčšia hrúbka ľadu 26,5 m je vo Veľkej sieni (Géczy a Kucharič, 1995; Novotný a Tulis, 1995, 1996). Vrstevnatosť ľadu sa tvorí v závislosti od priesaku zrážkových vôd počas jednotlivých rokov. Na styku s horninovým podložím sa ľad postupne topí. Na základe datovania

kože netopiera (metódou C<sup>14</sup>), ktorý sa zachoval asi 2,9 m nad bázou podlahového ľadu, sa určil priemerný prírastok ľadu za posledné tisícročie na 2,16 cm za rok (Clausen et al., 2007). Ďalej možno predpokladať, že výmena ľadovej výplne trvá okolo 1250 rokov. Ľad sa pomaly pohybuje od vchodu, Malej a Veľkej siene smerom do Prízemia a Ruffínyho koridoru rýchlosťou 2 až 4 cm za rok (Lalkovič, 1995; Tulis, 1997; Clausen et al., 2007).

Dobšinská ľadová jaskyňa je výnimočná nielen objemom ľadovej výplne, ale v porovnaní s ostatnými významnými zaľadenenými jaskyňami aj polohou pod 1000 m n. m. Rumunská jaskyňa Scărișoara vo Východných Karpatoch sa nachádza v nadmorskej výške 1165 m, plocha podlahového ľadu v tejto jaskyni je asi 3000 m<sup>2</sup> a objem

ľadu asi 75 000 m<sup>3</sup> (Silvestru, 1999; Racovič a Onac, 2000). Takisto najvýznamnejšie zaľadené jaskyne v Alpách sú vo vyšších až vysokohorských polohách. Vchody do jaskyne Rieseneishöhle sú vo výškach 1420 a 1450 m n. m., vchod do jaskyne Eisriesenwelt vo výške 1641 m n. m. Celkový objem ľadu v jaskyni Eisriesenwelt sa odhadoval na 30 000 m<sup>3</sup>, zaľadená plocha na 10 000 m<sup>2</sup> (Klappacher a Haseke-Knapczyk, 1985; Silvestru, 1999; Friedrich, 2009; Obleitner a Spötl, 2011). Keďže na základe laserového skenovania sa rozsah zaľadených plôch spresnil na 27 890 m<sup>2</sup> (Petters et al., 2011), objem ľadu v tejto jaskyni je väčší, ako sa doteraz odhadovalo (zatial bez spresnenia). Dávno známa ruská Kungurská ľadová jaskyňa je zaľadená v podstatne menšom rozsahu ako Dobšinská ľadová jaskyňa, jaskyňa Scărișoara či spomenuté rakúske jaskyne. Jej zaľadená plocha zabiera asi 500 m<sup>2</sup>, objem ľadu je 350 m<sup>3</sup> (Andreichuk a Dorofeev, 1994). Z dostupných údajov vyplýva, že v Dobšinskej ľadovej jaskyni je najväčší objem ľadu zo všetkých zaľadených jaskyň na svete (v jaskyni Eisriesenwelt nie je objem ľadu dostatočne presne určený). Kým v jaskyni Eisriesenwelt je zaľadených prvých 700 m od spodného vchodu (Obleitner a Spötl, 2011), v Dobšinskej ľadovej jaskyni je zaľadený v podstate jeden mohutný klesajúci priestor, v ktorom je najväčšia a najhrubšia doteraz známa kon-



Veľká sieň, Dobšinská ľadová jaskyňa. Photo: M. Rengevič  
Great Hall, Dobšinská Ice Cave. Photo: M. Rengevič

centrácia jaskynného ľadu (asi o 35 000 m<sup>3</sup> viac ako v jaskyni Scărișoara).

Silická ľadnica je najnižšie položenou trvale zaľadenou jaskynou do 50° severnej zemepisnej šírky, geografickou polohou patrí do mierneho klimatického pásma (na južnej pologuli do 50° zemepisnej šírky nie sú trvalo zaľadené jaskyne známe). Vchod do Silickej ľadnice leží v nadmorskej výške 470 m (horný okraj zrútenej závrtovitej depresie nad vchodom siaha do výšky 503 m n. m.). Zaľadená časť jaskyne je vo výške 425 až 465 m n. m. Plocha i objem podlahového ľadu sa dosť mení v závislosti od teplotných a zrážkových pomerov v jednotlivých rokoch. Roda et al. (1974) uvádzajú plochu podlahového ľadu 710 – 970 m<sup>2</sup> a objem 213 – 340 m<sup>3</sup>. Medzi najnižšie položené jaskyne s ľadovou výplňou patrí aj francúzska jaskyňa Grotte de la Glacière v pohorí Jura, ktorej vchod je v nadmorskej výške 525 m. Zo známejších zaľadených jaskyň je nižšie položená iba Kungurská ľadová jaskyňa. Jej vchod je vo výške iba 118 m n. m. Táto jaskyňa sa však nachádza severnejšie (57° severnej zemepisnej šírky), v kontinentálnej časti mierneho pásma (Permský región, predpolie Uralu).

## JASKYNNÁ FAUNA

Zivotné prostredie pravých jaskynných živočíchov je limitované výlučne podzemnými priestormi, bez možnosti šíriť sa povrchovými biotopmi. Územie Slovenského a Aggtelekského krasu predstavuje krasový ostrov s výskytom endemických druhov, ktoré sú známe len z tejto oblasti. Takýmto druhom je štúrik *Neobisium (Blothrus) slovacum*. Štúriky patria medzi typickú jaskynnú faunu Európy, pričom majú výrazne vyvinuté morfologické adaptácie potrebné na život v podzemí, ako napr. absencia očí, predĺženie končatín, depigmentácia tela. Jeho areál v Slovenskom a Aggtelekskom kraze je limitovaný iba do niekoľkých jaskyň a priepastí na štyroch planinách – Dolný a Horný vrch, Zádielska a Plešivská planina (Ducháč a Mlejnek, 2000). Opísaný bol v roku 1977 zo Staréj brzinskéj jaskyne (Gulička, 1977) a jeho výskyt na našom území predstavuje najsevernejší nález

jaskynného štúrika v Európe. Jedince dosahujú veľkosť tela iba okolo 5 mm a v jaskynnom potravnom reťazci plnia funkciu predátorov drobných článkonožcov (roztoče, chvostoskoky). Medzi endemické živočíchy tohto územia patrí aj jaskynná mnohonôžka *Typhloiolus sp.*, ktorá je najväčším pravým jaskynným živočíchom na území Slovenska (dlžka tela 2,6 cm) a zároveň najnohatejším živočíchom našej fauny (147 párov nôh). Patrí medzi veľmi vzácné živočíchy (Mock a kol., 2002), dosiaľ sa zistila v dvoch jaskyniach Slovenského krasu (Gombasecká a Domica) a v dvoch jaskyniach Aggtelekského krasu (Vass Imre, Baradla). Najväčší počet endemických jaskynných druhov tohto územia je v skupine chvostoskokov. Z guána jaskyne Domica bol opísaný druh *Pygmarhopalites slovacicus* (Nosek, 1975), ktorý je dosiaľ známy len z tejto jaskyne. Z jaskyne Baradla boli opísané dva jaskynné druhy *Pseudosinella aggtelekiensis* a *Pygmarhopalites aggtelekiensis*. Druhý menovaný má širší areál a vyskytuje sa aj v okolitých krasových regiónoch (Muránska planina, Slovenský raj a Čierna hora). *Pseudosinella aggtelekiensis* je depigmentovaný druh s výrazne predĺženými pazúrikmi na nohách, ktoré mu umožňujú pohyb po vlhkom a klzkom prostredí jaskynných stien, kvapľov a sedimentov. Doteraz sa zistil iba v Slovenskom a Aggtelekskom kraze a v Ochtinskej aragonitovej jaskyni (Kováč et al., 2004). Endemickým druhom chvostoskoka je aj *Pygmarhopalites intermedius*, ktorý našli iba v jaskyniach a prieastiach planiny Dolný vrch (na území Slovenska známy len z Nátrhnutej a Obrubovskej prieasti; Papáč et al., 2007). Medzi endemické formy radíme aj chrobáky z čeľade Carabidae *Duvalius bokori* a *D. hungaricus*. Rod *Duvalius* patrí medzi endogeické formy a na území Slovenského a Aggtelekského krasu sa vyskytuje niekoľko poddruhov.

V jaskynných systémoch sa zistili aj ďalšie vzácné jaskynné bezstavovce, ako napr. štúrovka *Eukoenenia spelaea*. Štúrovky patria medzi pavúkovce, ktoré obývajú pôdy tropických lesov, ale v strednej Európe sa vyskytujú takmer výlučne iba v jaskyniach. Dosiaľ sa štúrovky našli v 21 jaskyniach na Slovensku a vzhľa-



Chvostoskok *Pseudosinella aggtelekiensis*, endemit jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu.

Foto: L. Kováč a P. Ľuptáčik  
Collembola *Pseudosinella aggtelekiensis*, endemic species to the caves of the Slovak and Aggtelek Karst.  
Photo: L. Kováč and P. Ľuptáčik



Štúrik *Neobisium slovacum*, endemit jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu. Foto: V. Papáč  
Pseudoscorpion *Neobisium slovacum*, endemic species to the caves of the Slovak and Aggtelek Karst.  
Photo: V. Papáč

dom na svoje drobné rozmery (2 – 3 mm) boli dlho v našich jaskyniach prehliadané. Prvé nálezy tejto skupiny z nášho územia sú z Ardovskej jaskyne (Kováč, 1999). Na populácii *E. spelaea* z Ardovskej jaskyne boli uskutočnené aj výskumy tráviaceho traktu, ktorými sa preukázalo, že ich pravdepodobnou potravou sú sinice (Smrž et al., 2013). Najvýznamnejšou biospeleologickou lokalitou Slovenského a Aggtelekského krasu je jaskynný systém Domica-Baradla, v ktorom sa podarilo preskúmať vyše 500 druhov živočíchov. Komplex jaskyň Domica-Baradla je zároveň najlepšie preskúmaným podzemným systémom z hľadiska vodnej fauny v strednej Európe. V jeho vodných biotopoch sa zistila vysoká druhová diverzita vodnej fauny (Hudec, 2000). Doložený tu bol výskyt ôsmich špecializovaných vodných subteránnych foriem – stygobiontov. Z mnohoštietinavcov, ktoré inak patria medzi typické morské živočíchy, sa v jaskyni Domica našiel praobrúčkavec *Troglochaetus beranecii* (Gulička, 1975). Rozšírený je vo väčšine európskych krajín a predstavuje zrejme relikt ešte z obdobia, keď územie Slovenska pokrývali okrajové moria praoceánu Paratethys (Košel, 2009). V podzemných tokoch Slovenského krasu sa často objavuje depigmentovaný kôrovec krivák jaskynný (*Niphargus aggtelekiensis*), ktorý sa vyskytuje v čistých podzemných vodách a je teda dobrým bioindikátorem.

rom kvality podzemného prostredia. V jaskyni Domica dosahujú jedince krivákov značné rozmery (až 3 – 4 cm) a sú teda dobre viditeľné v podzemných vodách. Medzi vhodné indikátory radíme aj niektoré druhy slimákov a menšie kôrovce.

Dôležitou skupinou živočíchov v podzemí sú netopiere. Na Slovensku je známych 28 druhov a všetky patria medzi chránené a európsky významné druhy. Prevažná väčšina našich netopierov využíva jaskyne ako miesta hibernácie. Dôležitými zimoviskami sú najmä jaskyňa Domica (reprezentovaná najmä druhmi *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rh. hipposideros*, *Rh. euryale*), Jasovská jaskyňa (*Rhinolophus ferrumequinum*), Drienovská jaskyňa (*Miniopterus schreibersii*), priečasť Čertova diera, jaskyňa Erňa (*Pipistrellus pipistrellus*) a Dobšinská ľadová jaskyňa (najmä so vzácnym druhom *Myotis mystacinus/brandti*). Niektoré jaskyne sú významné aj ako úkryty reprodukčných letných kolónií a predstavujú tak lokality s celoročným výskytom netopierov. Domica predstavuje aj prehibernáčny úkryt pre populáciu podkovára južného, ktorá zimuje v jaskyni Baradla (Uhrin et al., 2014). Dobšinská ľadová jaskyňa reprezentuje najvýznamnejšie zimovisko netopiera fúzatého (*Myotis mystacinus*) a netopiera Brandtovo (*Myotis brandti*) v strednej Európe.

## ARCHEOLOGICKÉ NÁLEZY A HISTORICKÉ PAMIATKY

Na území Slovenského a Aggtelekského krasu sú známe jaskyne, v ktorých sa zachovali pamiatky názorne reprezentujúce vývin viacerých kultúr pravekého vývoja. Od vykopávok začiatých r. 1876 v jaskyni Baradla archeológovia preukázali prítomnosť pravekého človeka vo výše 30 jaskyniach. Prvé stopy po pobytu človeka na slovenskom území v uvedenom priestore evidujeme na počiatku mladého **paleolitu**, pred 40 000 – 35 000 rokmi (hrot oštetu szeletiensej kultúry z Domice). O niečo mladšie sú stopy osídlenia v Jasovskej jaskyni, staré 35 000 – 27 000 rokov (aurignaciens). Odtiaľto sú známe i uhlíky z poslednej doby medziľadovej, umožňujúce predpokladať už moustérienne osídlenie zo stredného paleolitu, zriedkavo doložené aj z Baradly. Mladopaleoliticke osídlenie sa doložilo v Slaninovej jaskyni, kde sa pamiatky (kamenná štiepaná a kostená industria) zaraďujú do kultúry gravettien. Z pripasti Malá ľadnica pri Silickej Brezovej pochádza Zub ženy, patriacej človeku dnešného typu (*Homo sapiens sapiens*). Dominantné osídlenie územia sa viaže na kultúry mladšej doby kamenej – **neolitu**. V priebehu 5. tisícročia pred Kr. sa tu usadil ľud kultúry s východnou lineárной keramikou (Baradla, Domica, Ardovská jaskyňa, Čertova diera, Silická ľadnica), no najmä ľud bukovohorskéj kultúry, ktorý nevynechal takmer žiadnu z priestrannejších jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu (hlavné Baradla, Domica, Ardovská jaskyňa). Skutočnou perlou spomedzi slovenských jaskyň je Domica. V zhode s nálezovými situáciami doloženými v Baradle (rituálne ľudské hroby a ohniská) nebola len bežným jaskynným sídliskom, ale aj kultovým strediskom. Najpresvedčivejšie o tom vypovedajú nástenné uhlíové kresby urobené faklou v Posvätej chodbe, z ktorých jedna (kráčajúci lovec s oštěpom)



Archeologická sieň v Silickej ľadnici. Foto: F. Miháľ  
Archaeological Hall in the Silická Ľadnica Cave. Foto: F. Miháľ



Neolitická keramika z jaskyne Domica. Foto: M. Soják  
Neolithic ceramics from the Domica Cave. Photo: M. Soják



Hlinená nádoba v jaskyni Domica pokrytá tenkým kalcitovým povlakom. Foto: M. Soják  
Clay pot covered by thin calcite coating in the Domica Cave. Photo: M. Soják

sa objavila len nedávno (Soják, 2005). Rovnako ako viaceré zvyšky nástenného umenia z Baradly zostáva ich presnejšia chronologicko-kultúrna klasifikácia neobjasnená. V jaskyni dominuje keramika s rytým (inkrustovaným) ornamentom doplneným farebnými hlinkami. Jedna zasintrovaná nádoba je dodnes viditeľná v Panenskej chodbe. Analogická nálezová situácia je zaznamenaná v Baradle (Kató, 2014). Skromné sú dosiaľ doklady osídlenia z 3. tisícročia pred Kr., z neskorej doby kamenej – **eneolitu**, ktoré reprezentuje ľud badenskej kultúry (Maštal'ná i Jasovská jaskyňa, Fajka). Porovnatel'na s bukovohorským osídlením je intenzita osídlenia v mladšej a neskorej **dobe bronzovej** nositeľmi kyjatickej kultúry (1100 – 750 pred Kr.). Nejedna jaskyňa, najmä vertikálneho charakteru, bola zapojená do sféry kultu. Na rozdiel od jaskyň na maďarskej strane zostala Domica po opustení ľudom bukovohorskéj kultúry neosídlená. Z viacerých jaskyň Aggtelekského krasu pochádzajú nálezy zlatých šperkov (Baradla, Julcsa, Szögliget-Hosszútető), vrátane depotov broncov (Baradla). Vzácne sú predovšetkým kultové masky kyjatickej kultúry vyhotovené z tvárových častí ľudských lebiek z Majda-Hraškovej jaskyne a z Babskej pripasti (Bárta, 1958). Nechýba ani osídlenie zo staršej i mladšej **doby železnej** – halštatskej i laténskej (Jasovská, Slaninová, Žihľavová či Zbojnícka jaskyňa, Silická ľadnica, Čertova die-

ra, Kamenná tvár). V Archeologickej dome Silickej Ľadnice sa najnovšie našli prekvapivé svedectvá kontaktov so stepným elementom kultúry vekerzug a trácko-skýtskou kultúrou zo 6. stor. pred Kr. V niektorých jaskyniach pretrvávalo osídlenie do **doby rímskej** (1. – 4. stor. po Kr.). Popri keramike nechýbajú nálezy numizmatického charakteru (Jasovská jaskyňa), indikujúce kontakty s rímskymi provinciami južne od *Limes Romanus*. Stopy po našich priamych predkoch – **Slovanoch** sú ojedinelé (Žihľavová i Zbojnícka jaskyňa). Zmiešaný slovansko-maďarský inventár z 10. – 11. stor. je zo Silickej Jablonice – Zbojníckej jaskyne. Do iného sveta sa dnes dostávajú početné pamiatky z 13. stor., dokumentujúce pohnuté udalosti mongolsko-tatárskych vpádov na Slovensko v rokoch 1241 – 1242. Priam unikátny doklad z týchto čias sú z Moldavskej jaskyne (Soják a Terray, 2005; Soják, 2008). Unikátny je zachovaný nápis v Bratíckej sieni Jasovskej jaskyne z r. 1452, dokumentujúci víťazstvo J. Jiskru nad J. Huňadym v bitke pri Lučenci rok predtým. Časť jaskyň slúžila v stredoveku i novoveku na vykonávanie nelegálnej činnosti (peňazokazecké dielne), prípadne ako pustovne alebo poskytovali útočisko počas nepokoju.

## LITERATÚRA

- ANDREICHUK, V. N. – DOROFEEV, E. P. 1994. The influence of natural and anthropogenous factors on temperature regime and ice formations of Kungur Cave (Russia). *Theoretical and Applied Karstology*, 7, 149–153.
- BAROŇ, I. 1998. Ke vzniku a vývoji některých propastí Slovenského krasu. *Speleofórum*, 17, 49–51.
- BÁRTA, J. 1958. Majda-Hraškova jaskyňa a jej kultová funkcia v dobe halštatskej. *Slovenská archeológia*, 6, 347–360.
- BELLA, P. 1998. Morfológicke a genetické znaky Ochtinské aragonitovej jaskyne. *Aragonit*, 3, 3–7.
- BELLA, P. 1999. Typy sintrových štítov a bubnov v jaskyni Domica. *Aragonit*, 4, 3–6.
- BELLA, P. 2004. Geomorfologické pomery Ochtinské aragonitovej jaskyne. *Slovenský kras*, 42, 57–
- BELLA, P. – BOSÁK, P. 2013. Stropná erózia v jaskyniach: počiatky skúmania a Zdeněk Roth ako autor konceptu. *Aragonit*, 18, 2, 84–86.
- BELLA, P. – BRAUCHER, R. – HOLEC, J. – VESELÝ, M. 2014a. Datovanie pochovania kremitého štrku na vrchnej vývojovej úrovni jaskyne Domica pomocou kozmogénnych nuklidov. *Slovenský kras*, 52, 1, 15–24.
- BELLA, P. – BRAUCHER, R. – HOLEC, J. – VESELÝ, M. 2014b. Datovanie pochovania alochtonných fluviálnych sedimentov v hornej časti Dobšinskéj ľadovej jaskyne (IV. vývojová úroveň systému Stratenskej jaskyne) pomocou kozmogénnych nuklidov. *Slovenský kras*, 52, 2, 101–110.
- BELLA, P. – GAÁL, L. 2005. Jaskyňa Ortová pri Silickej Brezovej – jedna z najstarších jaskýň Slovenského krasu. *Aragonit*, 10, 3–6.
- BOSÁK, P. – BELLA, P. – CÍLEK, V. – FORD, D. C. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – OSBORNE, A. – PRUNER, P. 2002. Ochtiná Aragonite Cave (Western Carpathians, Slovakia): Morphology, Mineralogy of the Fill and Genesis. *Geologica Carpathica*, 53, 6, 399–410.
- CÍLEK, V. – BEDNÁŘOVÁ, J. 1994. Bahenní železné rudy v krasových výplních lomu Combasek ve Slovenském krasu. *Slovenský kras*, 32, 41–46.
- CÍLEK, V. – BOSÁK, P. – MELKA, K. – ŽÁK, A. – LANGROVÁ, A. 1998. Mineralogické výzkumy v Ochtinské aragonitovej jeskyni. *Aragonit*, 3, 7–12.
- CÍLEK, V. – SVOBODOVÁ, M. 1999. Svrchnokriedové výplne závrtů v lomu Hostovce a Combasek ve Slovenském krasu. In Šmidt, J. (Ed.): *Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu*. Zborník referátov zo seminára (Hradok 23. – 25. 9. 1998). SAŽP – Správa CHKO Slovenský kras a ZO SZOPK Moldava nad Bodvou, Brzotín, 41–48.
- CLAUSEN, H. B. – VRANA, K. – HANSEN, S. B. – LARSEN, L. B. – BAKER, J. – SIGGAARD-ANDERSEN, M.-L. – SJOLTE, J. – LUNDHOLM, S. C. 2007. Continental ice body in Dobšinská Ice Cave (Slovakia) – Part II. – Results of chemical and isotopic study. In Zelinka, J. (Ed.): *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Workshop on Ice Caves (Demänovská Dolina, May 8–12, 2006)*. Liptovský Mikuláš, 29–37.
- DROPPA, A. 1971. Vzťah horizontálnych chodieb Jasovskej jaskyne k terasám Bodvy. In Kvítovič, J. (Ed.): *Problémy geomorfologického výskumu*. Zborník referátov z X. jubilejného zjazdu československých geografov (1965), Bratislava, 99–106.
- DUCHÁČ, V. – MLEJNEK, R. 2000. Neobisium slovacum – nejsevernější eutroglobiontní štěrek Evropy. *Speleofórum*, 19, 48–49.
- FORD, D. C. 2000. Caves Branch, Belize, and the Baradla-Domica System, Hungary and Slovakia. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (Eds.): *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 391–396.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley, Chichester, 562 s.
- FRIEDRICH, V. 2009. *Eisriesenwelt die größte Eishöhle der Erde*. Eisriesenwelt GmbH, Kunstverlag Peda, Passau.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 166 s.
- GAÁL, L. – VÁNEKOVÁ, H. – SÝKORA, M. 2007. Nový nález vrchnokriedovej výplne krasových dutín v Slovenskom krase ( lokalita Včeláre ). *Slovenský kras*, 45, 143–149.
- GÉCZY, J. – KUCHARIČ, L. 1995. Stanovenie mocnosti ľadovej výplne vo vybraných miestach Dobšinskéj ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): *Ochrana ľadových jaskýň*. Zborník referátov z odborného seminára (Dobšinská Ľadová Jaskyňa, 21. – 22. 9. 1995). SSJ, Liptovský Mikuláš, 17–23.
- GULIČKA, J. 1977. Neobisium (Blothrus) slovacum sp.n., eine neue Art des blinden Höhlenafterskorpions aus der Slowakei (Pseudoscorpionida). *Annotationes Zoologicae et Botanicae*, 117, 1–9.
- HILL, C. – FORTI, P. 1997. *Cave Minerals of the World*. Second Edition. National Speleological Society, Huntsville, 463 s.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Moldavská jaskyňa vo vzťahu ku geomorfologickému vývoju doliny Bodvy. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 52–58.
- HOCHMUTH, Z. 2013. *Atlas jaskyne Skalistý potok*. Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 80 s.
- HÓMZA, Š. – RAJMAN, L. – RODA, Š. 1970. Vznik a vývoj krasového fenoménu Ochtinskéj aragonitovej jaskyne. *Slovenský kras*, 8, 21–68.
- KATÓ, R. G. 2014. Jaskyňa Baradla v predhistorických časoch. In Gaál, L. – Gruber, P. (Eds.): *Jaskynný systém Domica-Baradla, jaskyňa, ktorá nás spája*. Jósvafö, 325–352.
- KLAPPACHER, W. – HASEKE-KNAPCZYK, H. 1985. *Salzburger Höhlenbuch*, 4. Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg, 556 s.
- KOVÁČ, L. 1999. *Eukoenia speleaea* (Peyerimhoff, 1902) – a cave dwelling palpigrade species (Arachnida, Palpigradida) from the Slovak Karst. In Tajovský, K. – Pižl, V. (Eds.): *Soil Zoology in Central Europe. Institute of Soil Biology AS CR*, České Budějovice, 157–160.
- KRAUS, S. 2003. Rákóczi 1. Sz. barlang. In Székely, K. (Ed.): *Magyarország fokozottan védett barlangjai*. Kiadó, Budapest, 93–96.
- KUČERA, B. 1976. Propast Čertova diera. *Československý kras*, 27, 79–84.
- LALKOVIC, M. 1995. On the problems of ice filling in the Dobšiná Ice Cave. *Acta Carsologica*, 24, 313–332.
- LEŠINSKÝ, G. 2006. Príspevok k najstarším jaskynam v Slovenskom krase. *Sinter*, 14, 22–23.
- MARSCHALKO, R. – MELLO, J. 1993. Turbidites as filling of cavities in Triassic limestones of the Silica nappe (Western Carpathians, Plešivec Karst Plateau). *Geologica Carpathica*, 44, 1, 35–42.
- MELLO, J. – SNOPKOVÁ, P. 1973. Vrchnokriedový vek výplní v dutinách triasových vápencov gombaseckého lomu. *Geologické práce, Správy* 61, Bratislava, 239–253.
- MITTER, P. 1979. Reliéf na travertinoch Slovenska. Záverečná správa, MSK Liptovský Mikuláš, 176 s.
- MITTER, P. 1988. Speleologický výskum krasových javov Plešivej planiny. Výskumné práce z ochrany prírody, 6A, Bratislava, 75–95.
- MOČK, A. – KOVÁČ, L. – ĽUPTAČIK, P. – TAJOVSKÝ, K. 2002. Najväčší troglobiont slovenských jaskýň. *Aragonit*, 7, 32–34.
- NOSEK, J. 1975. *Arrhopalites slovacicus* a new species of Collembola from Domica Cave. *Revue suisse de zoologie*, 82, 599–602.
- NOVOTNÝ, L. 1993. Treťohorné jaskynné úrovne a zarovnané povrchy v Slovenskom raji. *Slovenský kras*, 31, 55–59.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 1996. Výsledky najnovších výskumov v Dobšinskéj ľadovej jaskyni. *Slovenský kras*, 34, 139–147.
- OBLEITNER, F. – SPÖTL, C. 2011. The mass and energy balance of ice within the Eisriesenwelt cave, Austria. *The Cryosphere*, 5, 245–257.
- PETTERS, CH. – MILIUS, J. – BUCHROTHNER, M. F. 2011. Eisriesenwelt: Terrestrial Laser Scanning and 3D Visualisation of the Largest Ice Cave on Earth. In *Proceedings European LiDAR Mapping Forum*, Salzburg, Austria, 10 s.
- RACOVITĂ, G. – ONAĆ, B. P. 2000. *Scărișoara Glacier Cave*. Editura Carpatica, Cluj-Napoca, 139 s.
- RAJMAN, L. – RODA, Š. jr. – RODA, Š. sen. – ŠČUKA, J. 1993. Unterchungen (ber die Genese der Aragonithöhle von Ochtiná (Slowakei). Die Höhle, 44, 1, 1–8.
- RODA, Š. – RAJMAN, L. – ERDŐS, M. 1974. Výskum mikroklímy a dynamiky zafadnenia v Silickej ľadnici. *Slovenský kras*, 12, 157–174.
- ROTH, Z. 1937. Vývoj jeskyně Domice. Bratislava, 11, 129–163.
- ROTH, Z. 1939. Několik geomorfologických poznámek o jihoslovenském krasu a Silické lednici. *Rozpravy II. třídy České akademie*, 49, 8, 1–24.
- ROTH, Z. 1940. Charakteristika a vývoj šachtovitých závrtů a propastí typu Light holes Cvijić a novo-tvořených portálů vyšších pater říčních jeskyň. *Věstník Královské české společnosti nauk, Třída mat.-přír.*, 6, 1–11.
- SILVESTRU, E. 1999. Perennial ice in caves in temperate climate and its significance. *Theoretical and Applied Karstology*, 11–12, 83–94.
- SKRIVÁNEK, F. 1958. Výzkum propastí severní časti Silickej planiny v Jihoslovenském krasu. *Československý kras*, 11, 115–129.
- SKRIVÁNEK, F. 1966. Vývoj krasu Plešiveckej planiny v Jihoslovenském krasu. *Československý kras*, 17, 42–58.
- SKRIVÁNEK, F. – STÁRKA, V. 1956. Krasové zjevy státní přírodní rezervace Zádielska dolina. *Ochrana přírody*, 11, 10, 289–295.
- SMÍŽ, J. – KOVÁČ, L. – MIKEŠ, J. – LUKEŠOVÁ, A. 2013. *Microwhip scorpions (Palpigradi) feed on heterotrophic cyanobacteria in Slovak caves – a curiosity among Arachnida*. *Plos One*, 8, 10, e75989, 1–5.
- SOJÁK, M. 2005. Osídlenie jaskyň. In Jakál, J. (Ed.): *Jaskyne svetového dedičstva na Slovensku*. SSJ, Liptovský Mikuláš, 101–112.
- SOJÁK, M. 2008. Cave Settlement. In Jakál, J. – Bella, P. (Eds.): *Caves of the World Heritage in Slovakia*. SSJ, Liptovský Mikuláš, 109–122.
- SOJÁK, M. 2014. Domica v praveku. In Gaál, L. – Gruber, P. (Eds.): *Jaskynný systém Domica-Baradla, jaskyňa, ktorá nás spája*. Jósvafö, 353–364.
- SOJÁK, M. – TERRAY, M. (Eds.) 2007. Moldavská jaskyňa v zrkadle dejín. *A Szeps-barlang a történetem tükrében*. Moldava nad Bodvou, 87 s.
- SZILÁGYI, F. 1982. A Baradla Rövid-Alsó-barlangjának feltárása. *Karszt és Barlang*, 2, 65–70.
- TULIS, J. 1997. Pohyb ľadu v Dobšinskéj ľadovej jaskyni. *Aragonit*, 2, 6–7.

- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Osveta, Martin, 464 s.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1995. Čiastková správa o morfometrických parametroch v zaľadnených častiach Dobšinskéj ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Ochrana ľadových jaskýň. Zborník referátov z odborného seminára (Dobšinská Ľadová Jaskyňa, 21. – 22. 9. 1995). SSJ, Liptovský Mikuláš, 25–28.
- ZACHAROV, M. 2013. Nové poznatky z výskumu Drienovskej jaskyne. Slovenský kras, 51, 2, 111–120.

## OUTSTANDING VALUES OF THE WORLD HERITAGE SITE „CAVES OF THE SLOVAK AND AGGTELIK KARST“

### SUMMARY

The Caves of Slovak and Aggtelek Karst with the associated Ochtinská Aragonite Cave and caves in the Esztramos Hill were inscribed on the World Heritage List in 1995. This site was extended by the world-famous Dobšinská Ice Cave in 2000. The Slovak and Aggtelek Karst as a continuous karst area is a typical Central European karst plateau in the temperate climatic zone with many caves and abysses. It occupies an area of about 600 km<sup>2</sup>, of which two thirds are in the Slovak Republic and one third in Hungary. The representativeness and uniqueness of caves in this area is given mainly by their genetic and morphological diversity, high variability of carbonate fills as well as exceptional biological and archaeological values. At present, 1,184 caves are registered on the Slovak side and 280 caves on the Hungarian side. The Ochtinská Aragonite Cave is unique not only by the richness and variety of aragonite decorations, but also by the specific morphology and origin of underground spaces. The Dobšinská Ice Cave is a unique example of monumental ice-filled cave in the middle-mountain karst.

**Morphological and genetic diversity of caves.** Various morphological and genetic types of caves are known in the Slovak and Aggtelek Karst. Vertical shafts (Veľká Žomboj, Zvonivá Pit, Obrovská Abyss, Dvojtá Abyss, Almási, Vecsembükki) and stepped abysses (Brázda, Veľká Blkfa, Diviačia Abyss) are dominant from subsurface karst phenomena. They originated in the vadose zone by water infiltrating from rain and melting snow, in some places concentrating to occasional streams. Vadose drawdown inflow caves originated at the contact of impermeable shales with limestones on the Silická Plateau. Several abyss or cave entrances are the result of cave ceiling collapse, so-called "light holes" (Silická Ľadnica Cave). In several places, the abysses are concentrated in the very high density (up to 20 abysses occur on the area of 0.5 km<sup>2</sup> on the Dolný vrch Plateau). Horizontal and subhorizontal caves formed by underground streams, which outflow to the surface at the plateau foots (Gombasecká Cave, Brzotínska Cave, Krásnohorská Cave, Hrušovská Cave, Drienovská Cave) or valley bottoms dissecting karst plateaux (Kossuth's Cave, Vas-Imre Cave), by allochthonous streams sinking at the edge of the plateaux or water percolating from gravel formations on their contact with limestones (Domica-Baradla cave system, Béke Cave). These caves were created mostly in shallow phreatic zone, or along the piezometric surface of underground karst waters. Slightly inclined corridor leading from the Domica Cave through the state border and continued by the main part of the Baradla Cave to the Jósvafő is an excellent example of an "ideal watertable cave" referred in the world's karstological and speleological publications. In several places, the cave system is featured by numerous ceiling channels. The lower part of the Skalický potok Cave consists of subhorizontal channels with numerous loops and shallow lakes (25 siphons from a few meters to 100 m long). It is a typical example of "a cave with mixture of phreatic and watertable-levelled components". In addition to the Domica-Baradla cave system, some other river modelled caves were formed gradually in several developmental levels depending on the phased valley incision on the surface (Jasovská Cave). The Moldavská Cave represents the complicated maze of phreatic morphology, partly also the lower parts of the Jasovská Cave (both formed on the right side of the Bodva Valley). Senile horizontal caves on the surface of karst plateaux were formed at the time of the formation of the middle-mountain planation surface in the beginning of the Upper Miocene (Sarmatian – Pannonian), respectively during its initial dissection by younger landforms. Paleokarst cavities filled with Upper Cretaceous sediments were uncovered in the Gombasek quarry, the quarry at Hosťovce and the Včeláre quarry (remains of the oldest caves of the Slovak and Aggtelek Karst). Only so-called "unroofed caves" with ancient sedimentary fill remained from senile caves. Complicated multi-phased evolution of karst since the end of the Mesozoic era to the present is recorder in the morphology and sedimentary fills of several caves. The Rákóczi Cave 1 at the top of Esztramos Hill on Hungarian territory is mostly sculptured by spherical cavities originated in the phreatic zone. The upper part of the Drienovská Cave with a cupola-shaped morphology and large calcite crystals have character of hypogene origin (it should be confirmed by more detailed research). Crevice abysses and caves developed by gravity block movements occur along the steep edge of the plateau and valleys. Shelter caves formed by weathering, breakdown and gravity-driven sediment transport. In the Hájska Valley with travertine cascades, small syngenetic cave of the constructive travertine waterfalls has been described.

The main evolution level of the Stratenská Cave (formed in the Upper Pliocene), which includes the upper parts of the Dobšinská Ice Cave, is one of the best created cave levels in the Western Carpathians. In the very illustrative form, flat ceilings wide to 40 – 50 m originated by lateral erosion. The corridor of the main evolution level of the Dobšinská-Stratenská cave system belongs to most typical examples of cave levels with large flat ceilings.

The Ochtinská Aragonite Cave, formed in the lens of Paleozoic limestones and Lower Devonian crystalline ankerite amidst phyllites, is morphologically different from other caves. Several parts of this cave are characterized by well-developed triangular or trapezoidal cross-sections consisting of a flat ceiling (Laugdecken) and inward-sloping smooth walls (Facetten, facets, planes of repose). Solutional flat ceiling and horizontal wall notches show the former water table in the lens of carbonates. In several places flat ceilings cut older cupolas and cupola-like hollows originated in phreatic conditions by solution of limestones as a consequence of convection caused by mixing waters of different temperatures and chemical compositions. Laugdecken and Facetten have been described mainly in the gypsum caves, and in the most representative and comprehensive form in limestone caves occur in the Ochtinská Aragonite Cave.

**Variability and representativeness of carbonate fills in caves.** Several representative forms of calcite and aragonite fills occur in the caves of the Slovak and Aggtelek Karst. In Gombasecká Cave, there are unique straw stalactites, which reach up to three meters in length. In the Domica Cave, there are over 450 flowstone shields and drums, which can be observed in many morphological forms, especially on walls and ceilings. They also occasionally occur in the form of so-called stegamite growing up from the floor, for example the Willow tree in the Domica Cave. With its various forms and abundance of less common calcite formations, the Domica Cave is remarkable also from a global perspective. The Column of Rožňava Cavers in the Krásnohorská Cave is 34 m high and belongs to the largest sinter columns in Europe. Among the biggest uniqueness belong aragonite formations in the Ochtinská Aragonite Cave that were formed from water solutions with a high content of Mg, Fe and Mn ions in specific physico-chemical conditions in closed underground cavities with a stable microclimate. Aragonite produces milk kidney-hardened bodies of several decimetres, long needles and curved to spiral helictites (bunched or clustered into fruticose formations) or small fans. Snow-white aragonite formations contrast sharply with the dark grey marble rock aquifer, which gives the cave character of world uniqueness. The Ochtinská Aragonite Cave is one of the most beautiful caves with aragonite filling in the world.

Of the 38 main types of sinter forms known in the world (see Hill and Forti, 1997) in the cave system Domica-Baradla 17 types have been found, which ranks the cave among those with a great diversity of calcite formations. We can see the different shapes of stalactites, including spherical stalactites and helictites. Particularly impressive from stalagmites are pagoda, palm and stick forms. There are also stalagmites, curtains and overflows, flowstone dams (e. g. Roman Baths in The Domica Cave, Havasok in the Baradla Cave), sinter water lilies and various coraloids. Occasionally, there are also cave pearls, sinter calyces and plates floating on the surface of water. Helictites and variety of eccentric stalactites often with bizarre shapes can be admired in the Hrušovská Cave together with lacustrine coraloids in Rákóczi Cave in the Esztramos Hill. Sinter overflows and pea or

wart formations are known from the Brázda and Rejtek Abyss, Diviačia Abyss or Krásnohorská Cave, where they also occur with manganese crust. Wonderful lake formations were created in the Diviačia Abyss. White moon milk coatings are on the walls of a number of caves.

**Rarities of ice-filled caves.** The Dobšinská Ice Cave is one of the most important ice-filled caves in the world. Its entrance lies at an altitude of 969 m above the sea, underground glacier occurs at 920 to 950 m a. s. l. Ice surface is 9,772 m<sup>2</sup>, ice volume 110,132 m<sup>3</sup>, the largest ice thickness 26.5 m. Freezing waters form new layers of floor ice on the surface and the ice melts on the contact with the bedrock. Based on radiocarbon dating of bat skin (found 2.9 m above the ice base level), the average growth of ice during the last millennium was determined to 2.16 cm per year. Furthermore, it can be assumed that the exchange of ice fill takes about 1,250 years. The ice is slowly moving from the entrance, Small and Great Hall towards the Ground Floor and Ruffiny' Corridor (2 cm per year). The cave is unique not only by the volume of ice fill, but also by its lower elevation above the sea. Comparing with other well-known ice-filled caves it is situated below the 1,000 m a. s. l. (Scărișoara Cave in the Eastern Carpathians is located at an altitude of 1,165 m; the most important ice-filled caves in the Alps are at higher altitudes: the entrances to the Rieseneishöhle Cave at altitudes of 1,420 and 1,450 m a. s. l., the entrance to the Eisriesenwelt Cave at 1,641 m a. s. l.). Available data show that the Dobšinská Ice Cave has the largest volume of ice of all ice-filled cave in the world (but the ice volume in the Eisriesenwelt Cave is not precisely determined). The Silická ľadnica Cave is the lowest situated permanently ice-filled cave up to 50° north latitude, in the temperate climate zone. Its entrance lies at an altitude of 503 m, ice formations at 425 to 465 m a. s. l. The area and volume of ground ice are varied depending on the temperature and precipitation conditions during individual years.

**Cave fauna.** The environment of true cave animals is limited almost exclusively to underground spaces, without the possibility of spreading to surface habitats. The Slovak and Aggtelek Karst represents a limestone island with endemic species that are known only from this area. Such is the pseudoscorpion *Neobisium (Blothrus) slovacum*. The range of this species in Slovak and Aggtelek Karst is limited only to a few caves on four plateaux – Horný vrch, Dolný vrch, Zádielska and Plešivecká Plateaux. It was described in 1977 from Stará Brzotínska Cave, and its presence in Slovak and Aggtelek Karst is the northernmost finding of cave dwelling pseudoscorpion in Europe. Body size reached only about 5 mm and in cave food chain serve as predator of small arthropods (mites, springtails). The endemic fauna of the area comprises a cave diplopod *Typhloiolus* sp., which is the largest cave animal in Slovakia (body length 2.6 cm) and also animal with the highest number of legs (147 pairs of legs). It belongs to the very rare animals, still found only in four caves of the Slovak and Aggtelek Karst. The largest number of endemic cave species of this area is in the group of springtails. Described from guano in Domica Cave is the species *Pygmarrhopalites slovacicus*, which is still known only from this locality. From the Baradla Cave two troglobiotic species *Pseudosinella aggtelekiensis* and *Pygmarrhopalites aggtelekiensis* were described. The last one has a wider area and occurs in the surrounding karst regions. *Pseudosinella aggtelekiensis* is depigmented species with significantly elongated claws on legs that allow him to move on wet and slippery surface of the cave walls and sediments. So far it has been found only in the Slovak and Aggtelek Karst and Ochtinská Aragonite Cave. Endemic species of springtails is also *Pygmarrhopalites intermedius*, which was found only in caves and abysses on the Dolný vrch Plateau. We classified among the endemic forms also beetles of the family Carabidae: *Duvalius bokori* and *D. hungaricus*. Also other rare cave invertebrates such as palpigrade *Eukoenia spelaea* have been identified in the cave systems of the Slovak and Aggtelek Karst. Palpigrades belong to arachnids that inhabit the soils of tropical forests and in Central Europe occur almost exclusively in caves. The most important biospeleological locality in the Slovak and Aggtelek Karst is the Domica-Baradla cave system, in which more than 500 species of animal were explored. The complex of Domica-Baradla is also the best studied subterranean system in terms of aquatic fauna in central Europe. In its aquatic habitats the presence of eight specialized aquatic forms was found. Depigmented cave crustacean *Niphargus aggtelekiensis* often dwells in underground, where occurs in clean groundwater and thus represents good bio-indicator of its quality. An important group of animals in caves of Slovak and Aggtelek Karst are the bats. In Slovakia 28 species are known and all belong to important protected European species. The vast majority of our bats use the caves as a place of hibernation. Important wintering sites are especially Domica Cave (mainly represented by species *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rh. hipposideros*, *Rh. euryale*), Jasovská Cave (*Rhinolophus ferrumequinum*), Drienovská Cave (*Miniopterus schreibersii*) Čertova diera Cave, Erňa Cave (*Pipistrellus pipistrellus*) and Dobšinská Ice Cave (especially with a rare species of *Myotis mystacinus* / brandti). Some caves are also important as shelters for reproductive summer colonies and thus represent sites with bats all year round.

**Archaeological findings and historical monuments.** The caves of the Slovak and Aggtelek Karst are important also by preserved monuments explanatory representing the development of several prehistoric cultures. Since excavations started in 1876 in the Baradla Cave, archaeologists have demonstrated the presence of prehistoric man in more than 30 caves. The first traces of human stay in the Slovak part of this karst area are registered at the beginning of the Upper Paleolithic 40,000 to 35,000 years ago (spear points of the Szeletian culture from the Domica Cave). Slightly younger are the traces of settlement in the Jasovská Cave, which are 35,000 to 27,000 years old (Aurignacian). Here embers from the last interglacial period are also known, allowing to assume the Moustérian settlement from the middle Palaeolithic, rarely documented also from the Baradla Cave. The Upper Palaeolithic settlement is documented in the Slaninová Cave where the monuments (stone split and bone industry) fall into the Gravettian culture. The tooth of women belonging to human of present-type (*Homo sapiens sapiens*) is from the Malá ľadnica Abyss at the Silická Brezová Village. The dominant settlement of the area is linked to the culture of younger Stone Age – Neolithic. During the fifth millennium BC people of the culture with the Eastern Linear Pottery settled here (Baradla Cave, Domica Cave, Ardovská Cave, Čertova diera Cave, Silická ľadnica Cave), but especially the people of Bükk-Mountain culture, which was not missing almost in any of more spacious caves of the Slovak and Aggtelek Karst (especially Baradla Cave, Domica Cave, Ardovská Cave). The Domica Cave is a real pearl among the Slovak caves. In accordance with the finding situations documented in the Baradla Cave (ritual human graves and outbreaks), it was not only normal cave habitation but also cult center. Wall charcoal drawings made by a torch in the Posvätná Passage are the most convincing testimony, one of which (a walking hunter with a spear) arose only recently. As well as several remains of wall art from the Baradla Cave, their more precise chronological and cultural classification is unexplained for now. Ceramics with engraved (incrusted) ornaments is dominant in the cave. One clay pot coating by calcite is still visible in the Sieň odvahy Hall. An analogous finding situation is recorded in the Baradla Cave. Evidences of settlement from the 3<sup>rd</sup> millennium BC (the youngest Stone Age – Eneolithic), represented by the people of Baden culture (Maštaľná Cave, Jasovská Cave, Fajka Cave), are still modest. The intensity of settlement in the Early and Late Bronze Age by bearers of the Kyjatice culture (1100 – 750 BC) is comparable to the Bükk-Mountain settlement. Some caves, especially with a vertical character, were involved in the sphere of cultus. Unlike caves on the Hungarian side, the Domica Cave remained uncolonized after its leaving by people of the Bükk-Mountain culture. Findings of gold jewelry are known from several caves of the Aggtelek Karst (Baradla Cave, Julcsa Cave, Szölgilget-Hosszútétő Cave) including bronze depots (Baradla Cave). Cult masks of the Kyjatice culture made from the face part of human skulls are mostly rare (Majda-Hraškova Cave, Babská Abyss). There are also settlements from the older and younger Iron Age – Hallstatt and La Tène (Jasovská Cave, Slaninová Cave, Žihľavová Cave, Zbojnícka Cave, Silická ľadnica Cave, Čertova diera Cave, Kamenná tvár Cave). Surprising testimonies of contacts with a steppe element of the Vekerzug culture and the Track-Scythian culture from the 6<sup>th</sup> century BC were found in the Archaeological Dome of the Silická ľadnica Cave. In some caves, the settlement persisted to the Roman period (1<sup>st</sup> – 4<sup>th</sup> century AD). In addition to ceramic, finds of numismatic character are not missing (Jasovská Cave), indicating contacts with the Roman provinces south of the *Limes Romanus*. Traces of the Slavs, our direct ancestors, are rare (Žihľavová Cave, Zbojnícka Cave). The mixed Slavic-Hungarian inventory from 10<sup>th</sup> to 11<sup>th</sup> century is from the Zbojnícka Cave at the Silická Jablonica Village. Numerous monuments from the 13<sup>th</sup> century document the turbulent events of Mongolian-Tatar invasions to Slovakia in 1241 – 1242 (unique documents from the Moldavská Cave). The remarkable inscription preserved in the Bratrička Hall of the Jasovská Cave from 1452 is documenting the victory of J. Jiskra over J. Huňady in the battle at Lučenec one year before. During the Middle Ages and modern times, the part of this cave served on illegal activities (coiner's forge) or as a hermitage or provided the refuge during riots.

# VÝSKUM, OCHRANA A STAROSTLIVOSŤ O JASKYNE SVETOVÉHO DEDIČSTVA NA SLOVENSKU: PREHĽAD ČINNOSTÍ OD ROKU 1995

**Ludovít Gaál – Pavel Bella – Dagmar Haviarová – Ján Zelinka  
– Vladimír Papáč – Igor Balciar – Peter Labaška**

Od zápisu jaskyň Slovenského krasu do zoznamu svetového prírodného dedičstva v roku 1995 uplynulo 20 rokov. Za toto obdobie sa v záujme ich ochrany vykonal celý rad opatrení, ktoré sa týkali najmä legislatívnej, výskumu, monitoringu, manažmentu a environmentálnej výchovy. Už nasledujúci rok, v roku 1996, Vyhláškou Ministerstva životného prostredia SR č. 293/1996 Z. z. boli vyhlásené za národné prírodné pamiatky najvýznamnejšie jaskyne svetového dedičstva: Ardovská jaskyňa, Brázda, Diviačia priečasť, Domica, Drienovská jaskyňa, Gombasecká jaskyňa, Hrušovská jaskyňa, Jasovská jaskyňa, Krásnohorská jaskyňa, Kunia priečasť, Milada, Obrovská priečasť, Ochtinská aragonitová jaskyňa, Silická ľadnica, Skalistý potok, Snežná diera, Zvonivá jama a Dobšínská ľadová jaskyňa. Takisto v roku 1996 vláda Slovenskej republiky prijala uznesenie č. 509/1996 týkajúce sa Programu podpôr a koncepcí rozvoja lokality, ktoré sú zapísané v Zozname svetového a kultúrneho dedičstva UNESCO a uložila Ministerstvu životného prostredia SR vypracovať súborný program opatrení na ochranu slovenskej časti lokality svetového prírodného dedičstva. Vypracovaný program obsahoval opatrenia na komplexnú starostlivosť o toto územie do roku 2001. Po roku 2001 sa však tento program neobnovil. Výskum, monitoring, environmentálnu výchovu a praktickú starostlivosť o jaskyne svetového dedičstva v súčasnosti zabezpečuje Správa slovenských jaskyň. Nižšie podávame prieskum aktívnych týkajúcich sa najmä odborného výskumu a praktickej starostlivosťi o jaskyne svetového dedičstva, ako aj prehľad environmentálnej výchovy a vydaných propagačných materiálov.

## GEOLOGICKÝ VÝSKUM (Ľ. Gaál)

Výskum geologickej stavby patrí medzi základné podmienky poznania prírodných hodnôt jaskyň svetového dedičstva. V uplynulom období sa geologický výskum upriamil najmä na získavanie poznatkov o stratigrafii a tektonických pomeroch, priležitosne o rozšírení minerálov a niektoré práce sa dotkli aj výskytu paleontologických nálezov v jaskyniach svetového dedičstva.

Po zápisu jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu do zoznamu svetového dedičstva sa prvý komplexnejší geologický výskum vykonal v **Dobšínskej ľadovej jaskyni** najmä z dôvodu ochrany ľadovej výplne (Novotný a Tulis, 1996, 2000; Tulis, 2001; Tulis a Novotný, 2002). Z geologickej hľadiska sa podrobne skúmali aj ostatné jaskyne Slovenského raja. Získali sa nové poznatky týkajúce sa najmä veku jednotlivých etáp krasovatenia, ktoré sa zhrnuli do monografickej práce Tulisa a Novotného (2005).

V **Jasovskej jaskyni** vykonal podrobny geologickej výskum Zacharov (1996) a opísal základné horninové typy vápencov a dolomitov gutensteinského a steinalmského typu. Z geologickej stránky preskúmal aj súvisiace jaskyne, ako **Fajku**, **Líščiu dieru** a **Oblúkovú jaskyňu**. Neskôr preskúmal aj jaskyne **Gajdova štôlna** a **Kamená pivnica**, v ktorej objasnil vzťah k Jasovskej jaskyni (Zacharov, 1998, 2000). Zacharov (2000b, 2008, 2013) podrobne skúmal aj **Drienovskú jaskyňu** a niekoľko jaskyň vo východnej časti Jasovskej planiny. V Drienovskej jaskyni zistil výraznú dominanciu zlomov smeru SV-JZ, podradne aj SZ-JV so síntrálnym posunom, čo súvisí so zlomovou sústavou Darnó, ktorá sem zasahuje z Maďarska. V hornej úrovni jaskyne preukázal aj výskyt veľkých kalcitových kryštálov. Cílek (2000) vykonal mineralogický výskum v **Moldavskej jaskyni** a v **Mníchovej dieri**.

Roku 2004 sa realizoval geologickej výskum **Ochtinské aragonitovej jaskyne**, ktorý priniesol niekoľko nových poznatkov. Potvrdilo sa, že šikmo uložená ankeritovo-vápencová šošovka, v ktorej je vytvorená Ochtinská aragonitová jaskyňa, sice vystupuje na povrch, ale vápence nemusia komunikovať s povrchom. Tmavé vrstvy devónskych kryštalických vápencov vznikli z väpnitého kalu hlbšieho neritika šelfovej zóny, kym svetlé partie predstavovali útesy v plytkom prostredí. Vápencové telesá neskôr gravitačne sklzá do hlbokomorského bazénu s flyšoidnou sedimentáciou, a preto sú obklopené fylitmi. Celá šošovka bola zvrásnená, metamorfovaná a železitými roztokmi metasomaticky zatláčaná vo varískej etape. V alpínskej etape orogenézy boli niektoré zlomy rejuvenizované a vytvorila sa kličavá. Výsledky geologickejho výskumu poukázali aj na vysokú náučnú hodnotu odkrytych geologickej štruktúr v jaskyni (Gaál, 2004). V Ochtinské aragonitovej jaskyni sa vykonal aj revízny mineralogický výskum, ktorý objasnil zákonitosťi vzniku aragonitovej výzdoby (Cílek et al., 1998).

Pre nedostatok informácií o mnohých národných prírodných pamiatkach sa v roku 2006 pristúpilo k ich geologickejmu výskumu. Revízny výskum **Snežnej diery a Obrovskej priečasti** priniesol nové poznatky najmä z litologického a štruktúrno-tektonického hľadiska, ktoré boli aplikovateľné aj na vznik a genézu jaskyň. Skúmali sa zároveň aj ich jaskynné výplne (Psotka, 2006). V rokoch 2007 a 2008 sa preskúmala štruktúrno-geologickej schéma a typy speleotém **Hrušovskej jaskyne** a jaskyne **Milada**. Potvrdilo sa, že obe jaskyne sú vytvorené výlučne vo wettersteinských vápencoch, čím sa v prípade Milady posunula hranica wettersteinských a tisovských vápencov do oblasti pred vchodom jaskyne (ponory pred

jaskyňou sú už v tisovských vápencoch – Vlček, 2008, 2009). V jaskyni Milada sa preukázali aj foraminifery významné z hľadiska určenia veku vápencov *Agathamina austroalpina* a cf. *Pilaminella gemerica* (Boorová a Vlček, 2009) a riasa *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Na základe merania štruktúrnych prvkov sa zistilo, že v podzemných priestoroch výrazne dominuje zlom smeru SZ-JV. V oblasti jaskyne Milada sa v roku 2006 uskutočnil aj povrchový geofyzikálny prieskum s cieľom zistiť smerovanie podzemných chodieb a prípadné spojenie s Jaskyňou Imreho Vassa na maďarskej strane. V geofyzikálnom prieskume sa pokračovalo v roku 2014, keď sa preukázala existencia podzemných priestorov od estavely Vízfakadáša na maďarskej strane k jaskyni Milada.

**Gombasecká jaskyňa** patrí takisto k významným národným prírodným pamiatkam, z ktorých chýbali podrobnejšie geologicke údaje. Preto sa v roku 2008 pristúpilo k litologickému a štruktúrno-geologickejmu výskumu jaskyne. Zistilo sa, že skoršie údaje o prítomnosti gutensteinských vápencov sú nepravdivé a celá jaskyňa je vytvorená vo wettersteinských vápencoch pravdepodobne spodnokarnického horizontu. V mikrofáciách vápencov sa identifikovala foraminifera *Trochammina almtalensis*, dôležitá na zistenie veku karbonátového súboru. Významné nové poznatky sa získali štruktúrny výskumom, v rámci ktorého sa vyčlenilo v jaskyni niekoľko tektonických blokov (Gaál a Vlček, 2009). Sledoval sa aj vplyv mikroorganizmov na vznik mäkkého sintra v Suchej chodbe tejto jaskyne. Napriek tomu, že sa v mäkkom sintri zistilo bohaté spoločenstvo psychrotrofných baktérií a mikroskopických hub, neprekázala sa ich dominantná úloha v tvorbe sintrového materiálu (Seman et al., 2009).

Z geologickejho hľadiska sa najkomplexnejšie skúmala **Domica**. Zo stratigrafického hľadiska je najdôležitejšia práca Mella (2004), ktorá potvrdila, že celá jaskyňa je vytvorená vo wettersteinských vápencoch lagunárneho typu, avšak v blízkosti útesov. Vo vybrusovom materiáli sa okrem vápnitých rias z čeľade *Dasycladaceae* z prostredia tichých lagún vyskytli aj úlomky organizmov z útesov, ale aj schráinky ulitníkov a amonitov. Na túto prácu nadviazal podrobny štruktúrny výskum podzemných priestorov jaskyne (Gaál a Vlček, 2011). Zameraním 265 tektonických porúch sa zistila dominancia zlomov smeru SV-JZ a SZ-JV, ktorá svedčí o kompresnom napäti od juhu až juhovýchodu zrejme v oligocéne. Ďalším výrazným smerom tektonických porúch v jaskyni je ZSZ-VJV, čo pravdepodobne súvisí s blízkosťou násunovej línie domickej kryhy na severnejšie ležiacu kečovskú kryhu. Štruktúrno-tektonickým výskumom sa potvrdila

významná úloha tektonických porúch v tvorbe podzemných chodieb a dómov. Generálny smer vrstiev v Domici je približne Z-V a smerom k jaskyni Baradla sa mení na SV-JZ.

S cieľom zistiť smer pokračovania podzemných chodieb jaskyne Domica zo strany prítoku potoka Styx sa vykonali geofyzikálne merania. Zistilo sa, že podzemné chodby pokračujú k ponoru v Hančine juhozápadne od Kečova (Géczy a Kucharič, 1997, 1998). Rádiokarbónovým datovaním (uhlíková metóda  $^{14}\text{C}$ ) čiernych laminácií v sintroch (sadza z dreva spaľovaného v jaskyni) sa potvrdilo jej osídlenie v neolite. Rádiokarbónový vek organických častic čiernych laminácií spadá medzi 6460 a 6640 rokov a 7160 a 7330 rokov (Gradziński et al., 2007). Výsledky sú v súlade s rádioizotopovým datovaním sintrov (metódami U-series) v podloži a nadloži týchto laminácií (Gradziński et al., 2001, 2002). Úzke a vysoké palicovité stalagmity jaskyne Domica využili odborníci geofyzikálnych ústavov Maďarskej a Slovenskej akadémie vied na skúmanie seizmických aktivít v minulosti. Počas posledných niekoľko tisíc rokov v tejto oblasti nedošlo k väčšiemu zemetraseniu (Gribovszki et al., 2013a,b).

Mineralogický výskum v jaskyni vykonali Cílek (1999), Cílek et al. (2001) a Sejkora et al. (2004). Zistili tu prítomnosť početných minerálov, okrem kalcitu aj aragonit, opál, hematit a kaolinit. Pre Domicu sú zvlášť charakteristické minerály, ktorých vznik sa viaže na prítomnosť guána, ako sadrovec, brusit, apatit, viseít a taranakit. Výsledky všetkých doteraz vykonaných výskumov v jaskynnom systéme Domica-Baradla sú zhruňte v monografii (Gaál, Gruber et al., 2014).

V rámci súpisu fosílnych organizmov v jaskyniach Slovenska sa preskúmali aj niektoré jaskyne Slovenského krasu. V **Jaskyni Bleskového prameňa** sa našli vrchnotriassové koraly a ťaliovky, v **Skalistom potoku** schránky vrchnotriassových lastúrnikov a trs šeslúčového korala (Gaál et al., 2013). Z hľadiska vývoja krasu je mimoriadne dôležité poznať predchádzajúce krasové periody. Najstaršia známa dlhotrvajúca periódna krasovatenia na území Slovenského krasu nastala vo vrchnej kriede. Svedčia o tom rôzne veľké paleokrasové dutiny vyplnené pieskovcovovo-ilovitou výplňou v kameňolomoch **Gombasek**, **Hosťovce** a **Včeláre**. Ich vrchnokriedový vek bol preukázany na základe spôr sládcorastov a peľových krytosemenných rastlín (Cílek a Svobodová, 1999; Gaál et al., 2007).

Globálny pohľad na vývoj jaskýň Slovenského krasu prináša monografická publikácia Gaála (2008). Nové poznatky sa v nej týkajú spôsobu a veku presúvania karbonátových kryj silického príkrovu, charakteru vrchnokriedovej krasovej periody, spresnenia veku výzdvihu Slovenského krasu a následného ukladania štrkov, lokalizácie plešivského zlomu a vplyvu geodynamických pohybov na vývoj jaskýň územia.



Zisťovanie bývalých seizmických aktivít v jaskyni Domica. Foto: L. Gaál



Výskum kriedovej výplne paleokrasových jaskýň v Gombaseckom kameňolome. Foto: J. Kilić

Rozdielne paleoenvironmentálne podmienky sa odrazili aj na variabilite mikrofácii sintrovej kôry zo **Zvonivej diery** na Plešivskej planine, čo skúmali Gradziński et al. (1997). Gąsiorowski et al. (2014) datovali U/Th metódou viaceré generácie sintrov z **Krásnohorskéj jaskyne**, získané výsledky využili na vymedzenie jej hlavných vývojových fáz. Na základe záznamu stabilných izotopov a U/Th datovania stalagmitu z **Jaskyne na Kečovských lúkach** Gąsiorowski et al. (2015) rekonštruovali klímu na južnom Slovensku počas posledného glaciálu a skorého holocénu.

## GEOMORFOLOGICKÝ VÝSKUM (P. Bella)

Kedže jedným z hlavných kritérií na zapísanie jaskýň Slovenského krasu do svetového prírodného dedičstva bola ich geomorfologická významnosť, najmä neobyčajná početnosť výskytu a rôznorodosť v stredoeurópskom planinovom kraze mierneho klimatického pásma, poznatky o morfológii a genéze podzemných krasových javov treba nadálej prehľbať a dopĺňať. Riešenie zložitej problematiky speleogenézy si v mnohých prípadoch vyžaduje geovednú interdisciplinárnu spoluprácu. Za posledných 20 rokov sa geomorfologický výskum zameral najmä na doplnenie nových poznatkov o jaskyniach vyhlásených za národné prírodné pamiatky, prvotný výskum novobojavených častí jaskýň a prieskum, ako aj na riešenie problematiky vývoja podzemného krasu v rámci geomorfologického vývoja Slovenského krasu. Dôležité poznatky sa dosiahli aj pri geomorfologickom výskume Ochtinskej aragonitovej jaskyne a Dobšinskéj ľadovej jaskyne, ktoré sú takisto súčasťou tejto lokality svetového dedičstva, hoci ležia mimo Slovenského krasu.

**Fragmenty predkvarterných jaskynných systémov** v Slovenskom krásse opísal Hochmuth (1998). Zaraďuje k nim Silickú ľadnicu, horné časti jaskyne Skalistý potok, Hačavskú jaskynu, Domicu, ako aj Jaskynu v ponore Jašteričieho jazera. Možno k nim zaradiť aj jaskynu **Ortováň**, ktorú preskúmali Bella a Gaál (2005). Táto jedna z najvyššie položených horizontálnych jaskýň na Silickej planine sa pravdepodobne vytvorila v čase rozčleňovania stredohorského zarvananého povrchu Slovenského krasu, ktorý sa sformoval začiatkom vrchného miocénu (sarmat – panón). Jednými z najstarších krasových foriem sú tzv. **bezstropné jaskyne** (postjaskynné depresie), na ktorých výskyt v Slovenskom krásse poukazuje Lešinský (2006), ako aj Gaál (2008).

Diskutabilnou problematikou normálnej (odvrchu nadol), resp. obrátenej postupnosti vývoja úrovni **jaskyne Domica** sa zaobral Bella (2000). Prvotné výsledky paleomagnetického výskumu sedimentov v Suchej chodbe a v chodbe za Klenotnicou, ktoré majú normálnu magnetickú polaritu, podáva Pruner et al. (2000). V kombinácii s výsledkami rádiometrického datovania sintrových platní patria sedimenty v Suchej chodbe po stranách zahĺbeného prehliadkového chodníka do epochy Brunhes, t. j. sú mladšie než 780-tisíc rokov. Bella a Holubek (2001) opísali morfológiu a vývoj novozameranej bočnej Meandrovej chodby, ktorá viedie od ponorového závrtu za odbočkou cesty na Kečovo a pripája sa na riečisko Styxu južne od II. plavby. Gaál (2008) načrtáva vývoj úrovni jaskyne Domica v súvislosti s vývojom riečnych terás Slanej v Rimavskej kotline. Prepojenie medzi Čertovou dierou a Domicou zamerali a preskúmali pracovníci Ústavu geografie na Prírodovedeckej fakulte UPJŠ v Košiciach pod vedením Z. Hochmutha (Hochmuth, 2014). V rámci prípravy poslednej knižnej publikácie, ktorá výšla v roku 2014, sa dopĺňajúci výskum upriamil na morfogenetické segmenty jaskyne Domica, ktoré sa vyčlenili v kontexte celého jaskynného systému Domica-Baradla (Bella a Moga, 2014). V spolupráci s Prírodovedeckou fakultou Univerzity Komenského v Bratislave sa v laboratóriu CNRS CEREGE ASTER, Europôle Méditerranéen de l'Arbois v Aix-en-Provence vo Francúzsku zabezpečilo datovanie pochovania (splavenia a uloženia) alochtoných kremítich štrkov (pomocou kozmogénnych nuklidov  $^{10}\text{Be}$  a  $^{26}\text{Al}$ ) na hornej vývojovej úrovni jaskyne Domica. Datovaný vek  $3,47 \pm 0,78$  mil. rokov potvrdzuje doterajšie predpoklady o predkvarternom vývoji tejto časti jaskyne (Bella et al., 2014).

Problémy speleologického výskumu jaskýň Silicko-gombaseckého hydrologického

systému analyzoval Hochmuth (2002). Doplňujúci geomorfologický výskum **Gombaseckej jaskyne**, ktorá predstavuje jeho výberovú časť, vykonal Bella (2003). Skúmaním rozličných morfologických tvarov a analýzou ich morfostratigrafických vzťahov sa doplnili poznatky o morfológii a genéze tejto jaskyne s výraznými tvarmi riečnej modelácie, ktorá je známa najmä výskyтом dlhých slamkovitých stalagmitov (brk). Morfológiu a genézu jaskyne **Ludmila** (po otvorení jej dlhhodobu zasypného vchodu na okraji Gombaseckého lomu) objasňuje Gaál (2008). Morfológiu **Krásnohorskej jaskyne** opisuje Stankovič (2005), jej genézu v nadváznosti na geologickú stavbu predmetnej okrajovej časti Silickej planiny rieši Gaál (2008). Morfológiu **Hrušovskej jaskyne**, najmä skalné tvary riečnej modelácie, skúmal Psotka (2008).

Základný morfologický opis časti jaskyne **Skalistý potok**, objavených v rokoch 1999 a 2000 (v dolnej časti jaskyne vedúcich pozdĺž úpatia Jasovskej planiny smerom k obci Háj, v hornej časti siahajúcich pod povrch južnej časti Jasovskej planiny), podávajú Hochmuth a Hutňan (2001). Morfologickú charakteristiku a náčrt genézy horných častí jaskyne Skalistý potok spracovali Hochmuth et al. (2011). Dlhoročná prieskumná, meračská a výskumná činnosť Z. Hochmutha a jeho spolupracovníkov vyústila do publikovania Atlašu jaskyne Skalistý potok s rozsiahloou textovou prílohou, ktorá obsahuje aj morfologickú charakteristiku podzemných priestorov a pohľad autora na genézu tejto neobyčajnej jaskyne (Hochmuth, 2013). S cieľom hľadania vývojových súvislostí sa analyzovali priestorové vzťahy medzi podzemnými priestormi jaskyne Skalistý potok a morfológii povrchu južnej časti Jasovskej planiny (Hochmuth a Petrválská, 2010; Petrválská a Hochmuth, 2013).

Na základe doplňujúcich geologickej a geomorfologických výskumov Zacharov (2013) rozlíšil hlavné vývojové fázy **Drienovskej jaskyne**. Kým počas prvej fázy vznikli relatívne male, viac-menej uzavreté dutiny (pravdepodobne vystupujúcimi vodami) s bohatou kalcitovou mineralizáciou, počas nasledujúcich fáz sa fluvialnou disolučno-eróznou činnosťou vytvorili štyri vývojové úrovne zaberajúce hlavné časti jaskyne.

Revízny geomorfologický výskum **Jasovskej jaskyne**, zameraný na výskyt viacerých pozoruhodných tvarov skalného georeliéfu (stropné korytá, pendanty, stropné kupoly, zarovnané stropy a iné) a spresnenie jej vývoja, vykonal Bella (2000). Bella a Urata (2002) rozlíšili viaceré morfogenetické typy stropných kúpol a komínovitých vyhlíbení, ktoré sa vytvárali v odlišných fázach vývoja tejto jaskyne. Doterajšie názory na vývoj spodných častí Jasovskej jaskyne sa spresnili na základe paleomagnetického výskumu jaskynných sedimentov a hydrogeologických vrtov v riečisku Bodvy (Bella et al., 2007). Doplňujúci paleomagnetický výskum sedimentov v spodnej i hornej časti Jasovskej jaskyne zrealizoval Geologický ústav Akadémie vied Českej republiky (Bosák a Pruner, 2012). Na základe skúmania morfologických tvarov, ktoré vznikli výstupným prúdením vody, Bella et al. (2012) doplnili doterajšie názory na komplikovanú, viacfázovú genézu tejto jaskyne.

V súvislosti s domeriavaním labyrintu **Moldavskej jaskyne** sa problematikou jej genézy zaoberal Hochmuth (2000a,b). Opísal aj jej morfológiu, v rámci ktorej sa upriamil aj na problematiku vytvárania tzv. „obrátených poličiek“ (Hochmuth, 2004). Tieto pozoruhodné drobné formy koróznej modelácie predstavujú facetované výklenky s planárnou stropnou plochou. S cieľom spresniť genézu Moldavskej jaskyne sa vykonal paleomagnetický výskum sedimentov, ktoré sa usadili v podmienkach veľmi pomalého prúdenia vody, resp. z povodňových vôd Bodvy. Keďže majú normálnu magnetickú polaritu, vzhľadom na polohu jaskyne k terajšiemu riečisku Bodvy pravdepodobne prislúchajú epoché Brunhes, t. j. sú mladšie ako 780-tisíc rokov (Bella et al., 2007).

Z **novobjavených priepastí** sa opísali Slnečná pripasť na Plešivskej planine (Jerga a Thuróczy, 1998), Drozdia pripasť na Plešivskej planine (Baroň a Fiala, 1999) a Podhalená pripasť na planine Horný vrch (Psotka a Lešinský, 2008). Mnohé ďalšie pripasť a jaskyne sa opísali iba zo speleologickejho hľadiska, najmä v článkoch uverejnených v časopisoch Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti a Sinter. Množstvo poznat-

kov dôležitých pre geomorfologický výskum poskytujú aj súborné a prehľadové publikácie a správy od Stankoviča, Jerga et al. (2001), Vlka et al. (2001), Lešinského (1997, 2000, 2002) či Grega (1997). Baroň (1998) sa zaoberal problematikou vzniku rozsadlinových pripastí na okrajoch starších zasutinených hlbokých rútvitých zárvot. Psotka (2006) doplnil poznatky o **Obrovskej pripasti** na planine Dolný vrch, Zacharov (2006) o rozsadlinovorútvitej **Pripasti pod Hajagošom** na severovýchodnom okraji Jasovskej planiny. Procesy a fázy vývoja **vadzých pripastí** na planine Dolný vrch, ktoré vznikajú koróznym pôsobením stekajúceho povlaku agresívnej vody na spodnej šikmej ploche poruchy, skúmal Baroň (2001, 2002). Podotýka, že smerom ku dnu šachty koncentrácia CO<sub>2</sub> vzrástá, čo vplyva na intenzívnejšie rozpúšťanie vápencov. Pôsobením pôdnej korózie, koreňov stromov, vodného filmu a selektívnej kondenzačnej korózie sa šachty dotvárajú odsponu nahor, až kým sa nevotvoria na povrch planiny.

S cieľom spresniť a doplniť poznatky o genéze **Ochtinskej aragonitovej jaskyne** Bella (1998) vykonal jej detailný geomorfologický výstupom, ktorého výstupom je aj geomorfologická mapa tejto pozoruhodnej jaskyne. Skalné

tvary vytvorené rozpúšťaním vo freatických a epifreatických podmienkach, ako aj jemné klastické sedimenty usadzované vo vodnom prostredí poukazujú na bývalé hydrografické podmienky v čase vytvárania jaskyne. Na základe datovania jaskynných sedimentov (rádiometrická a paleomagnetická metóda) a morfostratigrafických vzťahov medzi morfologickými tvarmi sa zrekonštruovali hlavné fázy vývoja jaskyne (Bošák et al., 2002; Bella,



Zvyšky štrkov poltárskej formácie na stene chodby medzi Sieňou terás a Dómom mystérií splavené do jaskyne Domica pred asi 3,5 mil. rokou.  
Foto: P. Staník



Odber vzoriek sedimentov v Jasovskej jaskyni na paleomagnetický výskum. Foto: P. Bella



Laserové skenovanie Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Foto: P. Bella

2004). Najstaršie freatické dutiny vznikali koncom treťohôr, epifreatické zarovnané stropy sú zo spodného pleistocénu. Skúmali sa aj podsedimentové korózne tvary na podlahách pokrytých vlhkými sedimentmi, ktoré sa zaoblenými tvarmi odlišujú od ostrohranných tvarov zodpovedajúcich freatickej modelácií jaskyne (Bella a Urata, 2002). Mineralogický výskum realizovaný v roku 1997 Geologickým ústavom Akadémie vied Českej republiky potvrdil, že na chemizmus a agresivitu vôd, ktoré vytvárali jaskynu, výrazne vplývala rudná mineralizácia okolitých hornín. V novembri 2013 sa vykonal doplňujúci paleomagnetický výskum sedimentov v Oválnej chodbe (vzorkovanie s vysokým rozlišením), ktorý spresnil doterajšie poznatky o veku profilu a umožnil určiť rýchlosť sedimentácie vo vrchnej časti profilu (Bosák et al., 2014). Tým sa získali dôležité údaje na presnejšiu geochronologickú rekonštrukciu vývoja jaskyne. V júni 2014 pracovníci Ústavu geodézie, kartografie a geografických informačných systémov na Fakulte BERG Technickej univerzity v Košiciach vykonalí trojdimenziorné skenovanie jaskyne, ktorého výsledky umožňujú názornú vizualizáciu zložitej morfológie podzemných priestorov a generovanie morfometrických ukazovateľov.

**V Dobšinskej ľadovej jaskyni** Tulis a Novotný (2002) preskúmali jej horné nezaľadnené časti, kde sa zachovala pôvodná morfológia odrážajúca pôvodné procesy vytvárania jaskyne, resp. hlavnej vývojovej úrovne systému Stratenskej jaskyne (zarovnaný strop, stropné a bočné korytá). Bella (2012) opísal korózne šikmé facety (*Facetten, planes of repose*) v Rúffínyho koridore, ktoré umožňujú rekonštruovať freatickú modeláciu spodnej časti jaskyne v podmienkach pomaly prúdiacej až stagnujúcej vody. S cieľom presnejšie určiť dobu vytvárania hlavnej IV. vývojovej úrovne systému Stratenskej jaskyne sa v spolupráci s Geologickým ústavom Akadémie vied Českej republiky vykonal paleomagnetický a magnetostratigrafický výskum sedimentov v Májovej chodbe (Pruner et al., 2002). Rovnako ako v prípade jaskyne Domica sa zabezpečilo datovanie pochovania alochtoných fluviálnych sedimentov (pomocou kozmogénnych nuklidov  $^{10}\text{Be}$  a  $^{26}\text{Al}$ ) na hornej nezaľadnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne, ktorá je súčasťou IV. vývojovej úrovne systému Stratenskej jaskyne. Datovaný vek  $3,03 \pm 0,4$  mil. rokov potvrdzuje doterajšie predpoklady o jej predkvartérnom vývoji v čase formovania vrchnopliocénnej poriečnej rovne v prelomovej doline Hnilca v južnej časti Slovenského rajá (Bella et al., 2014). Keďže hlavná vývojová úroveň Stratenskej jaskyne je jednou z najlepšie vytvorených jaskynných úrovni na Slovensku, poznatky o jej veku sú dôležité z hľadiska rekonštrukcie vývoja reliéfu v rámci Západných Karpát koncom treťohôr, resp. vo vrchnom pliocéne.

## HYDROGEOLOGICKÝ VÝSKUM A MONITORING (D. Haviarová)

Mnohé jaskyne svetového dedičstva sú významné z hľadiska hydrogeologickej, hydrogeologickej a hydrogeochemickej ponámerov. S cieľom bližšieho poznania vodnej zložky v týchto jaskyniach, ich komplexnej ochrany, racionálneho využívania jaskyň, ale

aj aplikovaného využitia výsledkov pri výpracovaní rozličných stanovísk a dokumentov, prípadne ďalších činnostach spojených s praktickou starostlivosťou o jaskyne a pri následnej environmentálnej výchove sa na viacerých lokalitách svetového prírodného dedičstva postupne realizoval hydrogeologickej a hydrogeochemický výskum. Výskum sa zameral predovšetkým na zistenie chemického zloženia vód jaskynných tokov, podzemných jazier a priesakov, identifikáciu a stanovenie miery ich znečistenia. Ďalšou prioritou bolo kvantifikovanie vodnej zložky v jaskyniach a monitoring jej režimových zmien. V ostatnom čase sa do výskumu zaradili aj stopovacie skúsky, ktoré pomáhajú identifikovať podzemné hydrogeologicke systémy, vodozberné oblasti jaskyň a možnosti ďalších speleologickej prieskumov. Väčšinu výskumných aktivít na lokalitách uskutočnili pracovníci Správy slovenských jaskyň. Vzhľadom na obmedzené personálne možnosti a technické vybavenie sa niektoré, hlavne väčšie výskumné úlohy riešili v úzkej spolupráci aj s ďalšími odbornými subjektmi a jaskyniarskymi skupinami. V poslednom období sa niektoré aktivity zastrešujú rôznymi projektmi financovanými z fondov EÚ. Tie sa využívajú najmä na zaistenie moderného materiálno-technického vybavenia nevyhnutného pri hydrogeologickom monitoringu v jaskyniach.

Výskumné úlohy v jaskyniach svetového dedičstva boli prioritne zamerané na sprístupnené jaskyne a s nimi geneticky súvisiacé jaskyne, ktoré sú v porovnaní s ostatnými jaskyňami oveľa viac atakované negatívnymi vplyvmi.

K prvým aktivitám patrí hydrogeologický monitoring v jaskyni **Domica**, ktorý sa začal ešte v roku 1995 ako súčasť podporného projektu *Monitoring prírodného prostredia v krasových oblastiach pre projekt PHARE EC/MEA/10SI Ochrana prírodných zdrojov v krase* (Klaúč a Filová, 1996). V rámci podporného projektu, ktorý na začiatku organizačne zastrešovala Slovenská agentúra životného prostredia v Banskej Bystrici a z metodickej a výkonnej stránky realizovala firma SKOV, s. r. o., Bratislava, sa získala prvá monitorovacia technika určená na hydrogeologický monitoring v jaskyniach. Išlo o automatické a registračné staničné BABUC talianskej firmy SILENA, ktoré pre účely hydrogeologickej monitoringu doplnili talianske hĺbkové sondy LSI a upravené konduktometre typu LF 196 nemeckej firmy WTW. Na výsledky prvých monitorovacích prác na podzemnom toku Styx nad Rímskymi kúpeľmi (Klaúč a Filová, 1996) nadviazal ďalší hydrogeologický monitoring realizovaný v rokoch 1997 a 1998 firmou SKOV spoločne so Správou slovenských jaskyň (ďalej SSJ) (Klaúč et al., 1999). Cieľom monitoringu bolo charakterizovať základný hydrogeologickej režim v jaskyni so zameraním na príčiny nedostatku vody najmä v I. plavbe a zistenie prípadných miest úniku. Na základe výsledkov monitoringu sa zistilo, že jaskynný hydrogeologickej systém dopĺňa v posledných rokoch prakticky len Domický potok. Podľa výsledkov dvoch stopovacích skúšok sa v priestore Gotického dómu pri dne I. plavby identifikovalo miesto možného úniku vody z plavby. Po vypustení plavby sa tieto miesta utesňovali zmesou bentonitu.

Ďalší hydrogeologický monitoring v jaskyni zabezpečovala už len SSJ v rámci činnosti úseku ochrany jaskyň. V roku 1999 sa v ústí odvodňovacej štôlne ponoru Domického potoka inštaloval nový merný profil. Premiestnený bol aj pôvodný profil na Styxe z Majkovo domu do nesprístupnej časti Panenskej chodby. Na týchto miestach pokračoval v jaskyni hydrogeologickej monitoring so sledovaním prietoku, elektrickej vodivosti a teploty vody doplnený o monitoring kolísania hladiny v I. plavbe (Peško, 2003). Potreba dlhodobého hydrogeologickej monitoringu v jaskyni sa ukázala ako nevyhnutná po zápisе jaskyne Domica v roku 2001 medzi ramsarské lokality (medzinárodne významné mokrade). Ďalším dôvodom dlhodobého monitoringu v jaskyni je cezhraničná poloha podzemného hydrogeologickej systému Domica-Baradla a s tým súvisiace záväzky a vzájomná slovensko-maďarská spolupráca pri výskume o ochrane jaskynného systému. Pri monitorovaní jaskynných vod (občasného toku Styx a Domického potoka) sa priebežne využívala existujúca staršia technika z projektu PHARE, ktorú postupne nahradili nové monitorovacie zariadenia rovnakého typu. Túto techniku sa podarilo SSJ získať v rámci projektu pre environmentálnu ochranu jaskyň od Japonskej agentúry pre medzinárodnú spoluprácu (JICA) v roku 2002. Nová monitorovacia technika sa využívala aj pri hydrogeologickej a mikroklimatickej monitoringu v ďalších jaskyniach Slovenského krasu (Gombasecká jaskyňa, Jasovská jaskyňa). Aj tato technika však vzhľadom na jej životnosť a nepriaznivé podmienky v jaskyniach v spojení s častými poruchami vplyvom atmosférických výbojov postupne prestávala plniť svoj účel. V roku 2006 dožívajúcu techniku v jaskyni Domica a v Gombaseckej jaskyni nahradil nový *Integrovaný monitorovací systém* slovenskej firmy MicroStep-MIS, ktorý bol vytvorený na mieru na základe požiadaviek SSJ vrátane diaľkového prenosu dát a ich archivácie v centrálnej databáze (Gažík et al., 2009). V rámci systému sa hydrogeologický monitoring doplnil o kontinuálne sledovanie pH. Skúšobná prevádzka monitorovania koncentrácie dusičnanov a chloridov vo vode pomocou dodaných ión-selektívnych sond sa v jaskynných podmienkach neosvedčila, a preto trvala len krátko. V júni 2013 sa hydrogeologický monitoring v rámci inovácie integrovaného monitorovacieho systému rozšíril v jaskyni Domica o stanovište na konci druhej plavby. Výsledky monitoringu sa v mnohých prípadoch využili pri praktickej starostlivosti o jaskyňu v rámci viacerých rokovaní o návrhu ochranného pásmá jaskyne. Nadstavbovým použitím výsledkov monitoringu bolo napríklad využitie dát pri analýze hydrogeologickej procesov v ochrannom pásmi jaskyne (Kostka a Holko, 2003). V roku 2014 sa začali hydrogeologickej výskumu v jaskyni Domica venovať aj pracovníci Ústavu geografie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach.

V marci 2005 sa za priestormi II. plavby na podzemnom toku Styx vykonal stopovacia skúška, ktorá dokázala prepojenie postupne strácajúcich sa vod v koryte toku s vodami objavujúcimi sa v maďarských vyvieračkách Medence a Cső (Haviarová a Gruber, 2006a).

Okrem kvantitatívnych hydrologických meraní sa v jaskyni Domica podľa potreby vykonávali aj odbery krasových vôd na posúdenie ich kvality (Haviarová, 2004; Haviarová a Gruber, 2006a). Podrobnejší výskum formovania chemického zloženia vôd v jaskyni sa uskutočnil až v rokoch 2007 – 2010 a jeho súčasťou bolo aj stanovenie mikrobiologických parametrov a enterobakteriálnej mikrobioty v jaskynných vodách (Haviarová et al., 2010; Seman a Gaálová, 2009). Výskum vykonala SSJ v spolupráci s pracovníkmi Katedry hydrogeológie a Katedry molekulárnej biológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave.

V **Jasovskej jaskyni** SSJ realizovala v spolupráci s Prírodovedeckou fakultou Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach od februára 2000 hydrologický výskum kolísania vodnej hladiny vôd v Hessovom jazierku vo Veľkom dôme ako súčasť riešenia vzťahov povrchových a podzemných vôd v okolí Jasova. Výsledky výskumu boli publikované v rokoch 2002, 2003 a 2004 (Barabas et al., 2002; Barabas a Haviarová, 2003, 2004; Haviarová, 2004). Od roku 2004 sa pokračuje v dlhodobom monitoringu režimových zmien jazierka. Pôvodnú monitorovaciu techniku na lokalite (dataloger Babuc/A + hlbková sonda f. SILENA) pre jej časté výpadky záznamov v roku 2004 nahradila jednoduchá, ale spoľahlivá, na Slovensku vyrobená hlbková sonda Mars4i s vlastným datalogerom. Tú v marci 2013 v rámci zavedenia *Integrovaného monitorovacieho systému* v jaskyni, zameraného hlavne na mikroklimatický monitoring, vystriedala monitorovacia technika firmy MicroStep-Mis. Dlhodobý monitoring režimových zmien podzemného jazierka ukazuje na relatívne vysokú variabilitu kolísania vodnej hladiny. Počas meraní sa zaznamenalo niekoľkokrát zvýšenie hladiny podzemnej vody, spôsobujúce zatopenie prehliadkových chodníkov v blízkosti jazierka. Najvyšší stav bol zdokumentovaný v júni 2010.

V **Gombaseckej jaskyni** prebieha hydrologický a hydrogeochemický monitoring pre potreby ochrany a prevádzky jaskyň priebežne od novembra 2002. Jeho súčasťou je dlhodobé sledovanie režimových zmien podzemných vôd v Mramorovej studni a na Čiernom potoku, doplnené o sledovanie zmien elektrickej vodivosti a teploty vody (Haviarová, 2004). Aj v tejto jaskyni rovnako ako v prípade jaskyne Domica boli na monitoring pôvodne použité monitorovacie zariadenia Babuc/A + hlbková sonda firmy SILENA + konduktometer firmy WTW, ktoré v roku 2006 nahradila technika v rámci *Integrovaného monitorovacieho systému*, rozšírená o meranie pH vody. Kontinuálny monitoring v jaskyni doplnili občasné odbery vzorky vody určené na kontrolu jej kvality (Haviarová, 2004). Tieto výsledky sa použili aj pri interpretácii pôvodu vôd v Mramorovej studni (Haviarová, 2005). Mramorové studni a jej pokračovaní sa venoval aj J. Stankovič, ktorý na základe Abonyho testu prepočítal veľkosť plochy jazera na druhej strane sifónu zodpovedajúca cca 8,8 m<sup>2</sup> a objem vody strácajúci sa v Suchej chodbe stanovil na približne 0,67 l/s (Stankovič, 2006).

Výsledky sporadických odberov vôd z jaskyne kontrolujúcich ich kvalitu boli doplnené

systematickejším hydrogeochemickým výskumom celého Silicko-gombaseckého podzemného hydrologického systému. V rámci tohto výskumu sa v období 2007 – 2011 uskutočnili odbery vôd z Gombaseckej jaskyne, Silickej ľadnice a Farárovej jamy, určené na fyzičko-chemické a podrobnej mikrobiologické analýzy. Výskum vykonávali pracovníci SSJ v spolupráci s Prírodovedeckou fakultou Univerzity Komenského v Bratislave. Výsledkom výskumu bolo podrobnej zhodnotenie fyzičko-chemických a mikrobiologických vlastností krasových vôd systému na základe 28 mikrobiologických analýz a 46 chemických analýz doplnených o výsledky 41 starších chemických analýz a výsledkov kontinuálnych meraní (Haviarová et al., 2012). V rámci odobratých vzoriek za rok 2008 sa podrobnejšie zhodnotila enterobakteriálna mikrobiota v jaskynných vodách (Seman a Gaálová, 2009).

V októbri 2009 pracovníci Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v spolupráci s pracovníkmi SSJ vykonali na celej dĺžke Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni rezistivimetrické a termometrické merania. V rámci meraní sa nezaregistrovali žiadne skryté prestupy vôd z okolitého horninového prostredia do hlavného toku, naopak, potvrdil sa mierny drenážny účinok podzemného toku voči jeho okoliu (Malík et al., 2010).

V období od augusta 2010 do septembra 2013 sa Wróblewski (2015) z Jagelovskej univerzity v Krakove v rámci spracovávania dizertačnej práce venoval problematike vyzrážavania vápnika vo vodách vybraných povrchových a podzemných tokov Slovenského krasu naviazaných na krasové systémy. Medzi skúmané lokality patrila Krásnohorská, Drienovská a Gombasecká jaskyňa.

SSJ v rámci *Programu starostlivosti o svetové dedičstvo* sledovala v **Ochtinskej aragonitovej jaskyni** v období rokov 1999 – 2001 fyzičko-chemické vlastnosti piesakových vôd, výsledkom čoho bolo konštatovanie ich priaznivého stavu (Peško, 2002). Tieto che- mické analýzy doplnili o analýzu z roku 2002 a detailnejšie vyhodnotili Haviarová a Peško (2004). V roku 2005 SSJ začala so sledovaním režimových zmien podzemného jazera v Hlbokom dôme za použitia hlbkových sond Mars4i. V roku 2013 bola táto lokalita v rámci zaradenia jaskyne do *Integrovaného monitorovacieho systému* jaskyň napojená na zosievaný monitorovací systém, ktorý bol v jaskyni vybudovaný predovšetkým na monitoring mikroklimatických parametrov.

V turistickej sprístupnenej **Krásnohorskej jaskyni** v októbri 2009 vykonali pracovníci Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra a SSJ rezistivimetrické a termometrické merania pozdĺž podzemného toku v jaskyni s cieľom bližšieho poznania spôsobu komunikácie vôd medzi hlavným tokom v jaskyni a podzemnými vodami v horninovom prostredí. Na základe výsledkov meraní bol tok rozdelený na dva kontrastné úseky hydraulickej komunikácie. Prvým z nich je izolovaný krasový kanál od vstupného sifónu po Abonyho dóm, druhým tektonicky porušené prostredie medzi Abonyho dómom a plazivou do Heliktitového dómu charakteristické svojím drenážnym účinkom (Malík et al., 2011).

V roku 2009 SSJ v spolupráci s Prírodovedeckou fakultou Univerzity Komenského

v Bratislave začala v jaskyni podrobnej výskum zameraný na formovanie krasových vôd jaskynného systému, v rámci ktorého sa na základe 55 vzoriek vôd bližšie špecifikovalo ich chemické a mikrobiologické zloženie (Haviarová et al., 2012). Z výsledkov bolo prekvapivé najmä zistenie vyšších koncentrácií síranov a s tým spojenej vyšej mineralizácie vôd bočného prítoku pred Veľkou sieňou pravdepodobne ako následok prítomnosti sadrovca a anhydritov v obejových cestách týchto vôd. V príspievku sú zhodnotené aj výsledky kontinuálne sledovaných parametrov monitorovacieho zariadenia firmy MicroStep-MIS osadeného v jaskyni pred Veľkou sieňou v roku 2009 (monitorovaná teplota a EC hlavného toku, teplota vody bočného prítoku a teplota vzduchu).

Problematike zmien chemického zloženia vôd a prírastkom vyzrážaného vápnika z vôd podzemného toku v jaskyni a prameňa Buzgó sa v období od augusta 2010 do septembra 2013 venoval Wróblewski (2015). Na základe 13 sérií pozorovaní zmien chemického zloženia vôd a sledovania prírastkov vyzrážaného vápnika na doštičkách umiestnených v toku bola konštatovaná závislosť rýchlosť procesu vyzrážavania od stupňa zvodnenia krasového systému. Najvyššie prírastky zodpovedajúce forme subvakatických nátekov sa zistili na potoku pod jaskynou (0,95 mg/cm<sup>2</sup>/deň).

V roku 2012 sa v spojení s jaskynou začal riešiť projekt *Zavedenie trvalodržateľného využívania podzemnej vody v podzemnom krasovom systéme Krásnohorskej jaskyne LIFE+ 11 ENV SK 1023* s riešiteľskou organizáciou Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra. Jedným z cieľov projektu je získanie kvalitativno-kvantitatívnych informácií o krasových vodách lokality, celkové zlepšenie súčasného stavu miestnych podzemných vôd, ktoré sa využívajú ako zdroj pitnej vody, ako aj zníženie rizika environmentálneho znehodnotenia krasového systému (Malík et al., 2014).

Posledný hydrochemický výskum v **Dobsinskéj ľadovej jaskyni** zahrnujúci 7 odberov piesakových a 7 odberov zrážkových vôd vykonali pracovníci SSJ v roku 1998 (Peško, 2000). Po roku 2000, keď do svetového prírodného dedičstva pre výnimocnú výzbu a genézu jaskynných priestorov zahrnuli aj Dobšinskú ľadovú jaskynu, sa na tejto lokalite nevykonal z hľadiska vodnej zložky už žiadnený ďalší výskum ani monitoring.

Roku 2008 v **Stratennej jaskyni** na základe spolupráce SSJ so Speleologickej klubom Slovenský raj úspešne prebehla stopovacia skúška, keď sa stopovací aplikovaný do toku v Blatistej a Ponorej chodbe objavil po troch dňoch v povrchových vodách Hnilca pred obcou Stratená. Komunikácia medzi stráčajúcim sa tokom v jaskyni a prameňmi po obvode planiny Duča sa nepotvrdila (Tulis a Haviarová, 2008; Haviarová et al., 2009). O rok neskôr v jaskyni **Psie diery** prebehla druhá stopovacia skúška, ktorá pri aplikácii stopováča do jazera v Zablatenej chodbe priniesla negatívny výsledok na všetkých sledovaných prameňoch planiny Duča aj v povrchových vodách Hnilca a Tiesňav (Haviarová et al., 2009).

V júni 2006 SSJ v spolupráci so Správou Aggtelekského národného parku zrealizovala cezhraničnú stopovaciu skúšku zameranú na

zistenie smerov prúdenia podzemných vôd v okolí **jaskyne Milada** a overenie ich možnej podzemnej komunikácie s vodami v okolí Jaskyne Imreho Vassa v Maďarsku. Stopovacia skúška potvrdila podzemné hydrologické prepojenie jaskyne Milada, Bezodnej ľadnice a Kečovskej vyvieračky. Prepojenie s Jaskyňou Imreho Vassa sa nepotvrdilo (Haviarová a Gruber, 2006b; Haviarová et al., 2008). Podrobny hydrogeochemický a mikrobiologický výskum v jaskyni Milada prebiehal v období rokov 2007 až 2010. Výskum vykonali pracovníci SSJ spolu s pracovníkmi Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave. Výsledkom bolo podrobne zhodnotenie chemického a mikrobiologického zloženia vôd v jaskyni, ako aj v ďalších častiach podzemného Brezovsko-kečovského hydrologického systému a posúdenie aktuálneho stavu kvality vôd na tejto lokalite (Haviarová et al., 2011). V rámci odobratých vzoriek za rok 2008 sa podrobnejšie zhodnotila enterobakteriálna mikrobiota v jaskynných vodách (Seman a Gaálová, 2009). V septembri 2013 sa na hlavnom toku v jaskyni nainštalovala mobilná monitorovacia stanica firmy MicroStep-MIS, ktorá monitoruje kolísanie vodnej hladiny, jej teplotu a konduktivitu.

V roku 2014 sa na Silickej planine v rámci spolupráce SSJ so Správou Aggtelekského národného parku uskutočnil veľký cezhraničný slovensko-maďarský projekt HUSK Starostlosť o jaskyne svetového dedičstva Slovenského a Aggtelekského krasu. Jeho súčasťou bola okrem iných aktivít aj realizácia viacerých stopovacích skúšok. Stopovacími skúškami sa napr. potvrdilo podzemné hydrologické prepojenie maďarskej prieplasti Vízfakadás a ponárajúceho sa potoka Kráľovej studne s podzemným tokom v **jaskyni Milada**. Stopovacia skúška v **Ponorej prieplasti** potvrdila komunikáciu podzemných vôd s vodami Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni. Dokázané bolo aj hydrologické prepojenie **Farárovej jamy** so Silickou ľadnicou a ďalej s Čiernym potokom v Gombaseckej jaskyni a podzemná hydrologická komunikácia **Majkovej jaskyne** s prameňom Sokolia skala.

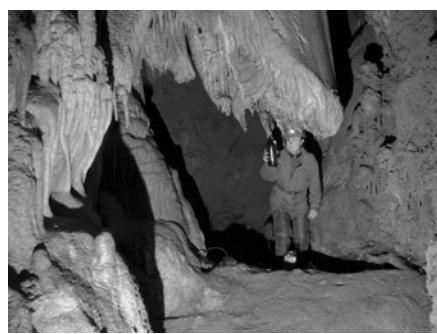
Roku 2008 vykonal SSJ v spolupráci s jaskyniarskym klubom Minotaurus stopovaci skúšku v **Šingliarovej prieplasti** zameranú na objasnenie odvodňovania severnej časti Plešivskej planiny. Výsledky skúšky potvrdili podzemné hydrologické prepojenie prieplasti s Brzotínskou vyvieračkou, prepojenie s Hučiacou vyvieračkou sa nepotvrdilo.

Roku 2008 sa začalo v rámci Plánu hlavných úloh ŠOP SR s hydrogeochemickým výskumom **Hrušovskej jaskyne**. Posledné odbery sa v jaskyni vykonal roku 2010.

V októbri 2009 pracovníci Štátneho geologickej ústavu Dionýza Štrúta, Katedry hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave a SSJ vykonalí na podzemnom toku v **Drienovskej jaskyni** rezistivimetrické a termometrické merania, ktoré okrem štyroch viditeľných prítokov hlavného toku v jaskyni dokumentovali na tomto toku aj tri skryté prestupy vôd (Malík et al., 2010). Fyzikálno-chemické zloženie vôd podzemného toku v jaskyni a intenzita vyzrážavania vápnika v týchto vodách sa sledovali od augusta 2010 do septembra 2013 (Wróblew-



Stopovacia skúška v Majkovej jaskyni, aplikácia stopovača. Foto: D. Haviarová



Odbor priesakových vôd v Hrušovskej jaskyni. Foto: P. Staník



Odpocet dát z monitorovacieho stacionára v Krásnohorskej jaskyni. Foto: P. Staník



Vzorkovanie vody v Gombaseckej jaskyni. Foto: P. Staník

ski, 2015). V septembri 2013 sa na podzemnom toku v jaskyni, rovnako ako v prípade jaskyne Milada, nainštalovala monitorovacia

stanica firmy MicroStep-MIS, monitorujúca okrem klimatických parametrov aj kolísanie vodnej hladiny, jej teplotu a konduktivitu.

Na jar 2011 na hlavnom podzemnom toku v jaskyni **Skalistý potok** jaskyniari pod vedením Z. Hochmutha vybudovali merný profil, na ktorom sa kontinuálne pomocou hĺbkovej sondy sleduje jeho režim (Hochmuth et al., 2011).

### SPELEOKLIMATICKÝ VÝSKUM A MONITORING (J. Zelinka)

Teplotný režim jaskynného prostredia vplyva na viacero abiotických prírodných procesov (tvorbu ľadovej výplne, mrazové zvetrávanie a pod.), ale aj na priestorové rozloženie biotopov jaskynnej fauny. Výskum a monitoring sa zameriava na detailné spoznanie procesov súvisiacich s jaskynnou klímom a spoznanie jej regeneračných schopností a stability. Poznanie týchto zákonitostí umožňuje stanoviť mieru optimálneho turistického využívania jaskýň, limitovanie návštěvnosti, ako aj operatívne usmerňovať prevádzku a technické zásahy v jaskyniach.

Prístrojové vybavenie, monitorovacia technika a počítačové možnosti, ktoré sa počas posledných rokov využívali na lepšie poznanie jaskynnej mikroklimy, prešli priam revolučným skokom. Momentálne automaticky nielen meríme a zaznamenávame požadované údaje, ďalejko ich kontrolujeme, nastavujeme i prenášame, čo nám umožňuje aj ich bezprostredné vyhodnocovanie. Prvým významným krokom bolo získanie datalogerov typu BABUC od talianskeho výrobcu SILENA, ktorí sa pôvodne využívali v rámci projektu PHARE. Po úpravách pracovali od roku 1994 v Ochtinskej aragonitovej jaskyni, neskôr aj v Gombaseckej, Jasovskej jaskyni a jaskyni Domica. Tri roky sa testovali v podmienkach Dobšinskéj ľadovej jaskyne, no neosvedčili sa. Dočasne boli nahradené záZNAMníkmi teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu vývojovým radu „Čierna skrinka“ (od výrobcu COMET SYSTEM z Čiech). Ich výhody – hlavne vlastné zdroje s pomerne dlhou životnosťou, malé rozmery a váha, bezúdržbovosť a jednoduchý a lacný servis s kalibráciou – ich neskôr predurčili na využitie v nesprístupnených jaskyniach alebo v častiach sprístupnených jaskýň bez možnosti pripojenia na miestne zdroje elektrického prúdu. V zaľadnených jaskyniach sme ich využívali až do roku 2008. Tiež sme využívali ich záZNAMníky teploty so štyrmi externými vstupmi na káblach požadovaných dĺžok. Pre veľmi presné merania a možnosť pripojenia ôsmich rôznych snímačov (a množ-

stvo iných od jedného výrobcu) súčasne, sme koncom roku 2006 zabezpečili nákup univerzálneho datalogera na expedičné, no i dlhodobé kontinuálne merania typu Almemo od špecializovaného nemeckého výrobcu AHLBORN. V roku 2002 nám Japonská agentúra pre medzinárodnú spoluprácu (JICA) na základe podporného projektu dodala najnovšie modely prístrojového radu BABUC. Inštalovali sme ich v Gombaseckej jaskyni a jaskyni Domica, no pre častú poruchovosť spojenú s výpadkami meraní sme ich roku 2006 nahradili novým *Integrovaným monitorovacím systémom (IMS)* od slovenského výrobcu MicroStep-MIS (Zelinka a Omelka, 2008). Systém bol financovaný zo štrukturálnych fondov EÚ. Ide o komplexný moderný systém, ktorý okrem vlastných meraní, diaľkového dohľadu a prenosu zaznamenaných údajov umožňuje aj ich kontrolu, spracovanie a archiváciu v rámci centrálnej databázy. Nasledujúceho roku bol systém rozšírený o monitoring mikroklímy Dobšinskej ľadovej jaskyne. Z nasledujúcich schválených projektov zo štrukturálnych fondov EÚ sme totožný, no zmodernizovaný stabilný IMS doplnili v roku 2013 o ďalšie stanice v jaskyni Domica i o nové a rozšírené stanice v Ochtinskej aragonitovej jaskyni a Jasovskej jaskyni. Mobilné stanice IMS sme v tom istom období inštalovali aj v Drienovskej jaskyni a jaskyni Milada.

Prínosná bola viacročná spolupráca s Univerzitou Palackého, Olomouc a Masarykovou univerzitou v Brne. Vychádzala z ponuky týchto univerzitných pracovísk a nadväzovala na gamaspektrometrické merania horninového prostredia predtým vykonané v jaskyniach Českej republiky. Spoločne sme vykonali merania prirodzenej rádioaktivity horninového prostredia všetkých sprístupnených jaskyň Slovenska a v rámci jaskynného systému Domica-Baradla aj v jaskyniach na maďarskom území (Štelcl et al., 2004, 2006; Zimák et al., 2001, 2002a,b,c, 2003a,b, 2004a,b).

Cieľom medzinárodného projektu zameraného na glaciologický výskum Dobšinskej ľadovej jaskyne bolo geochemické a izotopické štúdium, ako aj datovanie veku ľadu z odvrítaného jadra. Iniciátorom projektu a medzinárodným garantom vo vzťahu k financovaniu z fondov EÚ bola holandská firma Selor<sub>EEIG</sub>. Na Slovensku všetky činnosti spojené s projektom koordinoval zástupca Hydeko-KV z Bratislav. Technickú stránku projektu, ako vŕtanie jadra, jeho transport a spracovanie, vypracovanie izotopických a chemických analýz, realizovali skúsení zástupcovia Inštitútu Nielsa Bohra Kodanskej univerzity z Českej republiky, Špeciálne vrtnú supervíziu vyhotovili experti z Bernskej univerzity, Švajčiarsko. Datovanie kostrových pozostatkov netopiera vykonali v Kieliskej univerzite v Nemecku (Zelinka et al., 2004; Vrana et al., 2007).

Tradične vynikajúcemu spoluprácu máme aj v otázkach spojených s mikroklímom jaskyň s kolegami zo Správy jaskyň Českej republiky, hlavne pôsobiacich v Moravskom kraji. Tu pramenia aj prvé kontakty a spolupráca s odborníkmi – špecialistami na jaskynnú klímu z Nemecka a Poľska. Ide o zástupcov univerzitných pracovísk: Geografického inštitútu Rúrskej univerzity v Bochume, Nemecko a Inštitútu geografie a regionálneho rozvoja Vro-

avskej univerzity z Poľska. Spoločne v rámci medzinárodného programu pokračujeme vo výskume a monitoringu v Dobšinskej ľadovej jaskyni a v poslednom období aj v jaskyni Domica. Okrem spoločných projektov a výmeny skúseností sme mali od oboch inštitúcií dlhodobo zapožičanú rozličnú prístrojovú techniku. My sme im zas pomáhali „vychovávať“ študentov glaciológie. Študenti Rúrskej univerzity absolvovali na Slovensku tri terénné praxe, jedna študentka vypracovala magisterskú prácu a dva študenti Vroclavskej univerzity úspešne spracovali a obhájili svoje magisterské a v roku 2009 aj doktorandské práce, riešiace rôzne mikroklímatické (Piasecki et al., 2004, 2007, 2008a,b; Strug a Zelinka, 2008a,b,c) a glaciologické (Pflitsch et al., 2007; Strug et al., 2004, 2006, 2008a,b; Strug a Zelinka, 2008a,b,) problémy Dobšinskej ľadovej jaskyne. V rámci spolupráce s Prírodovedeckou fakultou Univerzity Komenského v Bratislave jedna študentka hydrologie a glaciológie riešila diplomovú a neskôr úspešne aj doktorandskú prácu, zameranú na vyhodnotenie mikroklímatických parametrov Dobšinskej ľadovej jaskyne.

Merania v jaskyniach sme vykonali podľa týchto priorit: zaradenie do zoznamu svetového dedičstva UNESCO, zaľadnenie jaskyne, prirodzená komunikácia „vzdušnín“ s vonkajšou klímou, antropogénne využívanie, potenciálne ohrozené jaskyne a iné. Pri posudzovaní miery antropogénnych vplyvov bol interval záznamu nastavený už od 10 sekúnd. Na poznanie základných klimatických charakteristik a ich denného, sezónneho či ročného chodu sa nám ukázal ako postačujúci 10-minútový, pri nesprístupnených jaskyniach až hodinový interval záznamu. Najväčšia pozornosť je venovaná jaskynam, ktoré sa pokladajú z pohľadu zmien a ovplyvňovania ich dominantných sekundárnych výplní (ľad, aragonit) za najcitlivejšie. Pri nich sa praktizuje dlhodobý monitoring. V ostatných jaskyniach je to kontinuálny monitoring v trvani minimálne jedného roka.

V Ochtinskej aragonitovej jaskyni prvá etapa monitoringu prebehla počas turistickej sezóny v roku 1996. Mala za cieľ poznanie zmien a vývoja speleoklimatického režimu sústavy v závislosti od návštevnosti jaskyne. Na základe výsledkov sa radikálne znížil počet návštevníkov na jeden vstup z pôvodných 80 na 30 – 35 s intervalom medzi vstupmi 15 minút (Klaučo et al., 1997, 1998; Zelinka et al., 1997). Druhá etapa monitoringu prebehla v klimatickom roku 1997 – 1998. Jej cieľom bolo poznanie ročného chodu základných mikroklímatických parametrov jaskyne a overenie amplitúdy mikroklímatických zmien po radikálnej úprave vstupného poriadku. Po vyhodnotení nameraných údajov a potvrdení času potrebného na regeneráciu jaskyne môže v súčasnosti do jaskyne v rámci jedného vstupu ísť max. 40 ľudí v 20-minútových intervaloch (Zelinka, 2002).

V rokoch 1988 a 2000 sa v jaskyni overovali rôznymi metódami a kontinuálnym sledovaním v extrémnych obdobiach návštevnosti v minulosti namerané zvýšené koncentrácie CO<sub>2</sub>. Najvyššie hodnoty dosahujú do 40 % najvyššej prípustnej koncentrácie a nepredstavujú hrozbu pre zamestnancov ani návštevníkov jaskyne (Bobro et al., 2002). Roku

2001 sa v jaskyni sledovala jej najchladnejšia a najteplejšia časť, ako aj zmeny teploty vo vertikálnom vzdušnom profile a najmä zmeny povrchovej teploty aragonitu a jeho regenerácie vplyvom návštevnosti v mieste jeho najväčšieho výskytu (Zelinka, 2004).

V roku 2013 bol v jaskyni inštalovaný Integrovaný environmentálny monitorovací systém, ktorý umožňuje optimálne kontinuálne sledovanie doterajších parametrov mikroklímy jaskyne doplnených o CO<sub>2</sub> na troch z tohto pohľadu rozdielnych stanovištiach a sledovanie parametrov vonkajšej klímy.

**Dobšinská ľadová jaskyňa** charakterom zaľadnenia patrí medzi najvýznamnejšie zaľadnené jaskyne na svete. Má prírodenú komunikáciu ovzdušia s vonkajšou atmosférou, čo významne vplýva na jej termodynamický režim, charakter a tvorbu sekundárnych ľadových výplní. Novodobý výskum a monitoring je zameraný práve na objasnenie a riešenie týchto otázok.

Prvá etapa novodobého mikroklímatického monitoringu prebehla v rokoch 1997 až 2001 za pomoci inštalovaných šiestich automatických staníc BABUC v jaskyni a jednej na povrchu. Po ich častej poruchovosti a preukázaní nevhodnosti na využitie pri teplotách pod 0 °C boli od januára 2001 do roku 2009 nahradené tzv. čiernymi skrinkami. Merania sa rozšírili o sledovanie teplotných zmien vzduchu v rámci vertikálneho profilu, povrchovej teploty horniny a ľadu, ako aj teploty vzduchu v nezaľadnených častiach. Na detailnejšie štúdium mikroklímy a glaciologický výskum jaskyne sme v rokoch 2002 – 2014 uzavreli dohodu o spolupráci s poľskou Vroclavskou univerzitou. Výskum bol zameraný hlavne na teplotné zmeny ovzdušia a ľadu v rôznych hlbkach vplyvom vonkajších zmien a návštevnosti, termodynamické zmeny ovzdušia a morfológie ľadu aj na základe detailného štúdia veľmi pomalých prúdení vzduchu v jednotlivých častiach jaskyne, z ktorých sme vychádzali pri zonácii jaskyne. Ďalej išlo o sledovanie sezónnych prírastkov a úbytku podlahového ľadu a vertikálnych ľadových útvarov, ako aj sezónnych plošných výskytov kondenzačných ľadových foriem. Posledné výskumy sú zamerané na štúdium stabilizácie mikroklímatických podmienok vo vstupných častiach jaskyne.

V roku 2007 bol v jaskyni inštalovaný nový integrovaný monitorovací systém. Po- zostáva z 11 datalogerov a 57 snímačov sledovaných veličín, čím je celá jaskyňa veľmi podrobne mikroklímaticky „zmapovaná“. Okrem nových stanovišť sú merania v jaskyni rozšírené o priestorové a plošné merania rýchlosť a smeru prúdenia vzduchu na stabilných miestach, povrchovej teploty horninového plášťa a jeho teploty v rôznych hlbkach. Vonkajšia meteorologická stanica sa doplnila o meranie zrážok.

**Domica** je jednou z najvýznamnejších jaskyň Slovenského krasu. Na jej vytvorenie mala hlavný podiel korózna a erózna činnosť podzemných tokov Styxu a Domického potoka. Práve ich neperiodická prítomnosť v jaskyni, ako aj značné kolísanie teploty vody Domickej potoka ako reakcia na rôzne klimatické situácie vonkajšej atmosféry, hlavne po technických zásahoch po dôvnejších záplavách

v jaskyni, významnou mierou ovplyvňujú zmeny teploty, relatívnej vlhkosti a prúdenia vzduchu, ktoré zas následne môžu urýchľovať degradáciu sintrových výplní. Detailný kontinuálny mikroklimatický monitoring jaskyne z roku 2001 nadväzoval na výsledky predchádzajúceho hydrologického monitoringu a aj v súčasnosti prebieha paralelne s jeho pokračovaním. Má za cieľ dlhodobé sledovanie zmien základných mikroklimatických parametrov jaskyne vo vzťahu k jej hydrologickému režimu, ako aj hodnotám vonkajšej klímy (Zelinka, 2003). Tie sú od roku 2006 v rámci nového integrovaného monitorovacieho systému rozšírené aj o meranie výparu, slnečného svitu a prúdenia vzduchu. Zároveň i na základe výsledkov samostatného monitoringu boli vytvorené v priestoroch výstupu z tzv. II. plavby podmienky na realizáciu liečebných pobytov, kde sa v roku 2013 inštalovali ďalšie tri kompatibilné datalogery so snímačmi.

V **Gombaseckej jaskyni**, podobne ako v jaskyni Domica, od roku 2001 dlhodobo prebieha speleoklimatický monitoring, ktorý má za cieľ okrem poznania ročného chodu základných speleoklimatických parametrov aj zistenie hydrologických vplyvov aktívneho vodného toku Čierneho potoka a občasného toku, objavujúceho sa za priaznivých podmienok v Mramorovej studni, ako aj vplyvu návštevnosti na zmeny mikroklimy jaskyne a dobu jej regenerácie. Oproti iným jaskyniam sa v Gombaseckej jaskyni pre dlhodobu zvýšené hodnoty kontinuálne meria aj obsah CO<sub>2</sub>. V jaskyni pôvodne využívané automatické stanice BABUC pre ich poruchosť dočasne nahradili tzv. čierne skrinky. V súčasnosti je jaskyňa napojená na novú sústavu v rámci integrovaného monitorovacieho systému.

V **Silickej ľadnici** sa nevykonával kontinuálny monitoring, no na základe pravidelných expedičných meraní počas štyroch rokov bolo v tejto unikátnej trvalo zaľadnejenej jaskyni zaznamenané nepríaznivé vzájomné termodynamické ovplyvňovanie jej zaľadených a nižšie situovaných nezaľadených častí. Aby nedošlo k zániku tohto fenoménu, boli vykonané v mieste stretu týchto častí technické zásahy, zabráňujúce vzájomnému ovplyvňovaniu a zároveň aj vstupu nežiadúcich osôb (Zelinka, 1999a,b,c; Gaál a Zelinka, 2008). V roku 2012 sa v jaskyni testovala termovízna kamera. Momentálne v jaskyni vykonávajú dlhodobý mikroklimatický monitoring za pomocí „čiernych skriniek“ dobrovoľní jaskyniari.

V **Ľadovej jaskyni v Havranej skale** išlo z mikroklimatického pohľadu o prvotné preskúmanie kontinuálneho chodu teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu počas jedného roka v jej dvoch rôznych častiach. Dosiahnuté výsledky a vizuálne pozorovania potvrdili dôvtedajšie útržkovité zmenky o celoročnom trvalom zaľadení jaskyne, ktoré je však podľa našich zistení za súčasných klimatických podmienok na hranici existencie (Zelinka, 2007).

V **Hrušovskej jaskyni, Milade a v Drienovskej jaskyni** prebiehal mikroklimatický monitoring ako doplnkový pri ich kompleksnom, hlavne hydrologickom výskume. Prvé informatívne kontinuálne merania sa realizovali za pomoci „čiernych skriniek“, ktoré v jaskyni Milada a Drienovskej jaskyni v roku 2013 nahradili mobilné stanice Integrovaného en-

vironmentálneho monitorovacieho systému. V mikroklimé týchto jaskyň sa nezistili nijaké anomálie a zároveň sa potvrdil prirodzený ročný priebeh teplotných zmien.



Stanica Integrovaného environmentálneho monitorovacieho systému v Mramorovej sieni Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Foto: J. Zelinka



Sledovanie teplotných zmien vo vertikálnom profile vo vstupnej časti Dobšinskéj ľadovej jaskyne. Foto: T. Sawinski

## BIOSPELEOLOGICKÝ VÝSKUM (V. Papáč)

Pestrá škála organizmov z jaskynného prostredia je známa prevažne zo subtropickej a tropickej oblasti. V miernom pásme Európy vystupuje z tohto hľadiska do popredia územie Slovenského a Aggtelekského kraja v rámci Západných Karpát. Veľká hustota jaskyň, dobré klimatické podmienky a vhodná geografická poloha podmienili vznik unikátnych druhov subteránnnej fauny. Územím Západných Karpát prebieha severná hranica rozšírenia pravých jaskynných živočíchov v Európe, čo zvyšuje jedinečnosť prírodných hodnôt tohto územia. Jaskyne Slovenského a Aggtelekského kraja navyše predstavujú významné evolučné centrum jaskynnej fauny v rámci Západných Karpát.

Najbohatšia endemická fauna je na území Slovenského a Aggtelekského kraja (Košel, 2009). Vyskytujú sa tu organizmy s rôznym stupňom adaptácie a viazanosti na jaskynné prostredie. Niektoré živočíchy sa dostanú do jaskyň náhodne a neprežijú v nich dlhšie ob-

dobie (troglobióny). Široká skupina živočíchov, nazývaných troglobif, sa vyskytuje v jaskyniach v určitej časti roka alebo počas celého roka, avšak žijú aj mimo jaskyňu. Najvzácnejšou skupinou sú troglobionty/stygobionty, často špeciálne adaptované terestrické/vodné živočíchy, schopné existovať iba v podmienkach subteránneho prostredia. Prispôsobenia jaskynných živočíchov sú podobné aj v prípade odlišných skupín fauny a zahrňajú prevažne morfologické a fyziologické zmeny.

Cieľom **základného inventarizačného výskumu bezstavovcov** v jednotlivých jaskyniach je získanie poznatkov o druhovom zložení prítomnej fauny, ktoré nám napovedia o miere zastúpenia troglobiontov a stygobiontov formou organizmov či iných vzácných, ohrozených a chránených druhov. Prednostne sa na výskum vyberajú lokality, ktoré sú zaradené medzi národné prírodné pamiatky. Vo viacročných cykloch sa v nich sledujú určité skupiny živočíchov, mikroorganizmov a hub. Dobrým príkladom je jaskyna **Domica**, kde sa od roku 1997 postupne uskutočňuje zoologický, mikrobiologický a potravnopreferenčný výskum, pravidelný chiropterologický monitoring tu prebieha od roku 1988. Na území Západných Karpát má jaskynný systém Domica-Baradla z biospeleologickej hľadiska výsadné postavenie. Patrí k najvýznamnejším lokalitám výskutu netopierov na Slovensku aj v Maďarsku (Uhrin et al., 2014). Sleduje sa tu druhové zastúpenie, početnosť a priestorová distribúcia chiropterafauny v jednotlivých fázach roka, predovšetkým v zimnom období. Väčšina zo zistených 16 druhov netopierov využíva jaskynný systém na hibernáciu (predovšetkým podkováre *Rhinolophus euryale*, *R. hipposideros*, *R. ferrumequinum*). Priestory jaskyne sú strategickým miestom výskytu podkovára južného, pričom v jaskyniach Slovenského krasu dosahuje tento druh netopiera severnú hranicu svojho rozšírenia. Jeho podrobnej ekológiou, parazitmi a analýzou trávenia počas celého roka sa zaoberali Miková et al. (2012, 2013). V jaskynnom systéme Domica-Baradla bolo objavených vyše 500 druhov jednobunkovcov a bezstavovcov, čo z biologickej hľadiska predstavuje unikátny podzemný ekosystém (Papáč et al., 2014; Salamon et al., 2014). V roku 1997 sa podarilo v Domici objaviť vzácnu jaskynnú mnohonôžku *Typhloiolus* sp. (Mock et al., 2002). Medzi bezstavovcami je významným objavom aj prvý nález štúroviek na Slovensku práve v Domici a neďalekej Ardovskej jaskyni (Kováč et al., 1999). Tieto pavúkovce sú známe z pôd tropických lesov a v strednej Európe sa vyskytujú iba v jaskyniach. Na území Slovenska dosahuju štúrovky (Palpigradi) najsevernejší výskyt na svete. U nás zistený druh *Eukoeneenia spelaea* sa neskôr našiel v ďalších 21 jaskyniach na Slovensku (Kováč et al., 2014). Na populáciu *E. spelaea* z Ardovskej jaskyne boli uskutočnené výskumy tráviaceho traktu, ktorými sa

preukázalo, že ich pravdepodobnou potravou sú sinice (Smrž et al., 2013). Podrobnejší výskum terestrických článkonožcov sa realizoval v Domici (Kováč et al., 2004a, 2005a). Komplex jaskyň Domica-Baradla je najlepšie preskúmaným podzemným systémom z hľadiska vodnej fauny v strednej Európe. V jej vodných biotopoch sa zistila vysoká druhová diverzita vodnej fauny (Hudec, 2000). Dominantnou zložkou sú kôrovce (Crustacea) s prevládajúcimi povrchovými druhmi, čo poukazuje na komunikáciu jaskynných vôd s príhlámy povrchovými vodnými biotopmi. Doložený tu bol výskyt ôsmich špecializovaných vodných subteránnych foriem – stygobiontov (napr. veslonôžky *Acanthocyclops venustus*, *Diacyclops languardoides* alebo rôznonožec *Niphargus aggletekiensis*). Unikátny charakter komplexu povrchových a podzemných vôd bol dôvodom na zaradenie systému Domica-Baradla medzi mokrade medzinárodného významu v rámci Ramsarskej konvencie. V Domici, Čertovej diere a Ardoškej jaskyni sa vôbec prvýkrát vykonal podrobny mikrobiologický výskum, výsledkom ktorého je zmapovanie štruktúry baktérií, rias a húb v jaskynnom systéme (Elhottová et al., 2003, 2004; Chroňáková et al., 2007, 2009a,b; Lukešová, 2007; Nováková, 2004, 2005, 2014; Seman a Gaálová, 2009). Zistená bola prítomnosť výšieho počtu spór mikromycétov vo vzduchu Ardoškej jaskyne v porovnaní s Domicou. Potvrdil sa aj výskyt viacerých potenciálnych ľudských patogénov (*Aspergillus* sp., *Myxotrichum deflexum*) vyvolávajúcich systémové mykózy, plútne ochorenia a alergie. Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že v sledovaných jaskyniach existuje pomerne bohatá mykoflóra vo vzduchu, ako aj v rozličných substrátoch, ako sú sedimenti, pôda, vermiculity či exkrementy (napr. netopierov, rovnakonôžok, dážďoviek, kún). Guano netopierov spolu s exkrementmi dážďoviek a rovnakonôžky *Mesoniscus graniger* sa ukázali ako substráty s najväčším výskytom húb. Z exkrementov *M. graniger* bol izolovaný zaujímavý druh saprotrofnej mikromycéty *Pidolpitchkoviella terricola*, čo predstavuje len druhý nález tohto druhu na svete (Nováková, 2004). Podrobné štúdium spoločenstiev húb a rias predstavovalo prvý stupeň pre následnú realizáciu potravnopreferenčných testov s vybranými druhmi bezstavovcov (Šustr et al., 2009, 2010). Testy potvrdili uprednostňovanie určitých druhov húb a rias rovnakonôžkou *M. graniger*. Detailnejší rozbor guána poukázal na prítomnosť ťažkých kovov a citlivosť mikroorganizmov k niektorým látкам obsiahnutým v guáne (Krištúfek et al., 2009, 2010). Výskum kopy guána v Palmovom háji v Domici poodhalil príčiny (inhibícia rozkladných procesov ťažkými kovmi) zachovania takýchto veľkých kôp v podzemí po veľmi dlhú dobu. Datovanie jednotlivých vrstiev kopy guána definovalo vek najstaršej vrstvy až na 1000 rokov (Krištúfek, 2008). Pomocou elektrónovej mikroskopie sa podarilo zdokumentovať zvyšky tieľ hmyzu z exkrementov netopierov a poodhalíť tak ich potravnú preferenciu v minulosti. Rovnaním fauny a mikrobiálneho spoločenstva Domice a neďalekej Ardoškej jaskyne, ktorá nie je sprístupnená verejnosti, sa ukázali isté štruktúrne rozdiely v spoločenstvách týchto

jaskyň. V Domici sa zistil vyšší počet druhov živočíchov, naproti tomu v Ardoškej jaskyni sa vyskytuje súčasne menej druhov, avšak s početom nejším zastúpením populácií pravých jaskynných chvostoskokov, ktoré v Domici chýbajú (Kováč, 1998, 2000). Podrobne boli sledované rozličné štadiá mikrobiálnej kolonizácie kopy netopierieho guána, pričom v čerstvom guáne prevládali iba určité typy odolných baktérií, neskôr pribudli huby a iné skupiny baktérií. Mikrobiálna aktivita tak viedla k výrazným zmenám vlastností guána (napr. zmena pH z 3,0 na 5,4) a umožnila využitie tohto potravného zdroja aj jaskynnými bezstavovcami (roztoče, chvostoskoky, rovnakonôžky). Mikrobiálna biomasa sedimentov Ardoškej jaskyne je podľa zistení nápadne vyššia ako v jaskyni Domica, čo má za následok zvýšenú koncentráciu určitých typov baktérií (Elhottová et al., 2006a,b). Z podzemných vôd Domice sa celkovo izolovalo 285 kmeňov enterobaktérií (Donauerová et al., 2013; Gaálová et al., 2014).

V **Jasovskej jaskyni** sa realizoval najmä podrobny chiropterologický monitoring, ktorý tu prebieha už od roku 1994 (Fulín a Matis, 2000). Dosiaľ tu bolo zaregistrovaných až 19 z celkového počtu 28 druhov známych z územia Slovenska. Väčšina druhov využíva priestory jaskyne ako zimovisko a populácia vzácneho podkovára južného (*Rhinolophus euryale*) skôr ako prechodný úkryt v jesennom období. Jaskyňa je jedným z najvýznamnejších zimovísk podkovára veľkého (*R. ferrumequinum*) na Slovensku. Komplexný výskum bezstavovcov realizoval Lukáň et al. (2004), ktorý zachytil pestru škálu článkonožcov viazaných na guáno, sedimenty a steny jaskyne. Významným nálejom v priestoroch Jasovskej jaskyne bol objav troglobiontného chvostoskoka *Neelus koselei* (Kováč a Papáč, 2010), ktorý predstavuje zriedkavý endemický druh jaskyň východného Slovenska.

Vo vybraných jaskyniach sa realizoval prvý monitoring s cieľom spoznať druhové zloženie a štruktúru spoločenstva bezstavovcov. Takto bola v roku 2003 prvýkrát zoologicky preskúmaná **Ochtinská aragonitová jaskyňa** (Kováč et al., 2004b). Z literatúry neboli dovtedy známe žiadne údaje o faune bezstavovcov. Jaskyňu charakterizuje úplná absencia netopierov, a teda aj guána ako potravného zdroja pre bezstavovce. Zároveň je v jaskyni veľmi obmedzený výskyt aj ďalšieho zdroja organickej hmoty – dreva. Celkovo sa podarilo zistiť 14 taxónov bezstavovcov, početnosťou jedincov a druhov jednoznačne dominovali chvostoskoky (Collembola). Pri prieskume boli zaznamenané dva troglobiontné chvostoskoky *Deuteraphorura cf. kratochvili* a *Pseudosinella aggletekiensis*. Obidva druhy sú typickými obyvateľmi jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu a predstavujú endemické druhy tohto územia.

V **Dobšinskej ľadovej jaskyni** sa doteraz podarilo zistiť 12 druhov netopierov. Lokalita je najvýznamnejšou v strednej Európe z hľadiska zimovania netopiera fúzatého (*Myotis mystacinus*) a netopiera Brandtovho (*M. brandtii*) a zároveň je na Slovensku aj najpočetnejším zimoviskom večernice severskej (*Eptesicus nilssonii*). Komplexný výskum bezstavovcov zatiaľ realizovaný nebol. Viaceré

práce sa týkajú inverzného stanovišta priamo pred vchodom jaskyne, prípadne náleزوň niektorých článkonožcov v okolitých jaskyniach súvisiacich s Dobšinskou ľadovou jaskyňou (Kováč a Košel, 1998; Kováč et al., 1999). V roku 2004 sa preto uskutočnil prvý orientačný prieskum kavernolónych článkonožcov na zistenie druhového zloženia v začadnených aj nezačadnených častiach jaskyne (Kováč et al., 2006). V jaskyni sa zaregistrovalo spolu 54 taxónov bezstavovcov, pričom podľa očakávania výšia diverzita fauny bola na stanovišti v blízkosti vchodu, hlbšie v jaskyni sa zistilo iba 23 druhov. Významný podiel zastúpenia subteránnych foriem však indikuje nenarušené prostredie. V nezačadnenom Bielom dóme sa zistila prítomnosť dvoch stygobiontných kôrovcovcov, hlbinovalky slepej (*Bathyphella natans*) a plazivky *Elaphoidella* sp. Nemenej zaujímavý je aj výskyt terestrických foriem, medzi ktorými dominujú jaskynné chvostoskoky *Pygmarhopalites aggletekiensis*, *Deuteraphorura kratochvili* a *Protaphorura janosik*. Nedávno objavený druh eutroglofilného chvostoskoka *Megalothorax carpaticus* sa zistil aj na hladine jazierok v Kvapľovej sieni. Porasty machov a pečeňoviek v inverznej časti vchodu sú miestom výskytu chvostoskoka *Hypogastrura crassaegranulata dobsinensis*. Ide o glaciálny relikt a dlho od svojho opisu (Stach, 1949) bol tento poddruh považovaný za endemita Dobšinskéj ľadovej jaskyne. Neskôr sa však našiel aj vo vchode Harmaneckej jaskyne – časť Izbička (Kováč et al., 2003).

Aj v iných jaskyniach Slovenského krasu rovnako prebiehali prvé komplexné výskumy spoločenstiev bezstavovcov. Roku 1998 bola preskúmaná **Gombasecká jaskyňa**, v ktorej sa podaril hneď výnimočný objav. Išlo o prvý nález jaskynnej mnohonôžky *Typhloius* sp. na Slovensku (Mock et al., 2002). Predstavuje najväčšieho suchozemského jaskynného živočicha (troglobionta) na Slovensku s dĺžkou tela 2,6 cm a zároveň živočicha s najväčším počtom nôh na Slovensku (147 párov nôh). Dosiaľ sa podarilo odchýtiť iba samičie pohlavie, prípadne nedospelé jedince a na podrobnej determinácii na druhovú úroveň je potrebný jedinec samičieho pohlavia. Porovnaním štruktúry spoločenstva chvostoskokov v sprístupnenej časti Gombaseckej jaskyne s nesprístupnenými jaskyniami Stará a Nová brzotínska jaskyňa na Plešivskej planine sa zaoberali Barciová et al. (2010). Potvrdila sa prítomnosť štyroch vzácnych troglobiontných chvostoskokov v sprístupnenej časti jaskyne a nebol pozorovaný negatívny vplyv na prítomné spoločenstvá pozdĺž prehliadkovej trasy. V geneticky súvisiaci **Silickej ľadnici**, ktorá patrí medzi najnižšie situované ľadové jaskyne v miernom pásme, prebiehali viacero zoologické a mikrobiologické výskumy. Vstupná časť s inverzným charakterom je miestom výskytu glaciálnych reliktov a predstavuje unikátny biotop na štúdium teplotnej adaptácie organizmov. Výskumy sa zamerali najmä na pôdne mikrobiálne spoločenstvo a edafickú mezofaunu, ako sú roztoče a chvostoskoky (Elhottová a Petrásek, 2009; Raschmanová et al., 2013).

Prvotný výskum bezstavovcov prebehol aj v ďalších **nesprístupnených jaskyniach**, ako Milada, Jaskyňa na Kečovských lúkach, Drie-



Zber fauny v jaskynnom systéme Domica-Baradla. Foto: L. Kováč

novská, Hrušovská, Krásnohorská, Majkova jaskyňa či Obrovská priečasť, Snežná diera, Leontína, Zvonivá jama, Diviačia a Šingliarová priečasť (Papáč et al., 2006; Papáč, 2007a,b; Kováč et al., 2005b,c, 2010, 2012). V prípade jaskyne **Leontína (Ľudmila)** v Gombaseckom lome sa pôvodne myšlelo, že lokalita zanikla, ale podrobnej prieskum jaskyniarov odhalil jej zaspaný vchod (Máté, 2006). Ide o významnú biospeleologickú lokalitu, typovú lokalitu (*locus typicus*) prvého troglobiontného živočícha opísaného z územia Slovenska, slepého chrobáka *Anophthalmus (Duvalius) bokori* (Csiki, 1910). V rokoch 2006 a 2008 sa tu podarilo uskutočniť prírodrovodený a archeologický výskum a následne bol vchod do jaskyne opäť uzavorený. Zoologické mapovania sú zhŕnuté v práci Košela et al. (2007) a Kováča et al. (2008).

V rámci výberu lokalít sa pozornosť sústredila aj na zachytenie fauny viacerých genetických typov jaskyň na rôznych planinách Slovenského krasu. Väčšina jaskyň predstavuje fluviokrasový typ, kde sú priestory jaskyne vytvorené aktívnym tokom, ktorý poskytuje biotop aj vodným organizmom. Medzi takéto lokality patrí jaskyňa Milada, Jaskyňa na Kečovských lúkach, Drienovská, Hrušovská, Krásnohorská a Majkova jaskyňa. V prítomnom spoločenstve bezstavovcov prevládali jaskynné formy, výnimku tvorila Drienovská jaskyňa, ktorú považujeme za eutrofizovanú a spoločenstvo charakterizovali niektoré odlišné článkonožce. Na planine Horný vrch sa realizoval prvotný výskum v rozsadielnej jaskyni Snežná diera (Papáč et al., 2007b). Na lokalite sa nepotvrdil výskyt jaskynných foriem, inverzne stanovište však preferujú chladnomilné pôdne druhy s výskyтом aj vo vchodoch jaskyň a priečasť. Výskum hlbokých koróznych priečasť, ako Obrovská priečasť na Dolnom vrchu a Zvonivá jama, Diviačia a Šingliarová priečasť na Plešivskej planine, potvrdil prítomnosť endemických jaskynných troglo-stygobiontov v tomto type podzemných priestorov. Vzácnym je najmä výskyt jaskynného šířika *Neobisium (Blothrus) slovacum*, chvostoskočka *Pygmarrhopalites intermedius* v Obrovskej priečasťi alebo slepých kôrovcov v jazerach Diviačej priečasťi.

Mnohé ďalšie jaskyne pokladáme za veľmi perspektívne a vyžadujú si realizáciu komplexného výskumu. Takýmito lokalitami sú

napríklad jaskyňa Skalistý potok na Jasovskej planine, ktorá bola dlhé roky dostupná iba pre potápačov. Pozoruhodné, niekoľko kilometrov dlhé labyrintové priestory Moldavskej jaskyne môžu priniesť rovnako zaujímavé nálezy.

Výskum jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu za posledných 20 rokov potvrdil prítomnosť endemických jaskynných živočíchov a priniesol aj objavy foriem života nových pre vedu. Podarilo sa poodhaliť štruktúru mikroorganizmov v podzemí a ich vzájomné potravné

vzťahy so živočíchmi. V niektorých jaskyniach prebiehal pravidelný monitoring spoločenstiev netopierov a získaval sa nové cenné poznatky o ich ekológií a reprodukčnom správaní. Všetky tieto poznatky pomohli lepšie pochopiť štruktúru spoločenstva organizmov žijúcich v jaskyniach, a tak vhodnejšie využadovať prípadné zásahy do podzemia.

## STAROSTLIVOSŤ O JASKYNE (I. Balciar, L. Gaál)

Medzi najdôležitejšie aktivity ochrany jaskyň svetového dedičstva patrí praktická starostlivosť. Pozostáva najmä zo zriadenia ochranných pásiem v okolí ohrozených jaskyň, uzavárania jaskynných otvorov, odstránenia prípadných nečistôt z podzemných priestorov, ochrany sintrovej výplne v sprístupnených jaskyniach a z kontrolnej činnosti.

**Vyhľásenie ochranných pásiem jaskyň.** Keďže nový zákon o ochrane prírody a krajiny v roku 1995 zrušil dovtedy vyhlásené ochranné pásmá jaskyň a Ministerstvo pôdohospodárstva SR v roku 2000 v medzirezortnom pripomienkovacom konaní zamietlo projekt ochranných pásiem 28 ohrozených jaskyň Slovenska, pracovníci Správy slovenských jaskyň od roku 2002 začali postupne spracovávať nové projekty, z ktorých sa viaceré týkali aj územia svetového dedičstva. Na základe nových návrhov potom orgán ochrany prírody (vtedajší Krajský úrad životného prostredia v Košiciach) po krátkych-dlhších prieťahoch vyhlásil ochranné pásmá nasledujúcich jaskyň: Domica v roku 2005 na ploche 616,6892 ha (návrh bol spracovaný a zadaný na úrad v roku 2003), Gombasecká jaskyňa v roku 2011 na ploche 642,4831 ha (návrh bol spracovaný tiež v roku 2003), Ochtinská aragonitová jaskyňa v roku 2009 (65,4455 ha, návrh z roku 2003) a Krásnohorská jaskyňa v roku 2007 (195,6266 ha, návrh z roku 2004).

Ochranné pásmo Jasovskej jaskyne sme nenavrhli, pretože leží na území Národnej prírodnnej rezervácie Jasovská dubina. Z rovnakého dôvodu neboli spracované projekty ani Dobšinsko-stratenéského jaskynného systému, ktorý sa nachádza v Národnej prírodnnej rezervácii Stratená. V budúcnosti sa plánuje spracovať projekt ochranného pásmá jaskyne Milada.

**Uzavávanie vchodov významných a ohrozených jaskyň.** Na uzavávanie sa vytypovali

otvory najhodnotnejších a najviac ohrozených jaskyň. V prevažnej väčšine prípadov sa použili mrežové uzávery, menej dverové uzávery, prevažne s otvorm na prelet netopierov (napr. Domica, Nová brzotínska jaskyňa, Krásnohorská jaskyňa a pod.). Proti pádu zvierat alebo ľudí sa vykonalo oplotenie otvorov niektorých priečasťí (napr. Zvonivá jama, Dvojtá priečasť, Malá Žomboj). V slovenskej časti územia svetového dedičstva je v súčasnosti uzavorených 35 jaskynných otvorov a oplotené 4 otvory. Od roku 2009 sa uzávery a ich opravy pre nedostatok finančných prostriedkov v štátnej ochrane prírody realizovali len veľmi obľúbené, prevažne z podpory fondov Európskej únie, čerpanie ktorých však bolo veľmi zdľhavé. Zoznam uzavorených jaskyň svetového dedičstva uvádzajú tabuľka č. 1.

**Odstránenie nečistôt z jaskyň.** K odstráneniu nečistôt z jaskyň svetového dedičstva sa systematicky pristúpilo len od roku 2002, keď kompetencia starostlivosti o vsetky jaskyne Slovenska prešla na Správu slovenských jaskyň. Na území svetového dedičstva sa vystílilo 19 jaskyň. Najzávažnejším prípadom bolo odstránenie toxicími látkami (pesticídmi, ropnými látkami, nebezpečnými prvkami a uhlíkovodíkmi) kontaminovanej zeminy z priečasťí Dvojtá, Fonotág a Zvonivá pri Silici v roku 2005 v celkovom množstve vyše 80 ton a v roku 2006 zo Snežnej priečasťi v množstve 100 ton. Čistenie sa uskutočnilo s podporou európskych fondov. Z rozpočtu Správy slovenských jaskyň sa uskutočnili menšie aktivity, ako vynášanie nečistôt z Gombaseckej jaskyne, Domice (2002 a 2003), priečasť Brázda, Novej brzotínskej jaskyne, Bezodnej ľadnice (2004), Dobšinskéj ľadovej jaskyne (2006 a 2007), Ponornej priečasťi (2007), Závoznej priečasťi, Priečasťi šiestich studní, Liščej diery, Čertovej diery (2008, odstránenie uhynutého dobytka) a priečasťi Veľká Žomboj (2014, odstránenie kadáveru spadnutého jeleňa).

**Opatrenia na ochranu sintrovej výzdoby v sprístupnených jaskyniach.** V úsekoch, kde návštěvníci mohli poškodiť hodnotné sintrové útvary, sa umiestnili ochranné siete. V Ochtinskej aragonitovej jaskyni sa inštaloval kamerový systém na sledovanie pohybu návštěvníkov. V uplynulom období sa pomocou chemikálií pravidelne odstraňovala aj lampová flóra. V súčasnosti sa však z európskych finančných prostriedkov vymieňajú osvetľovacie telesá za moderné LED-lampy s nižším výkonom, ktoré značne obmedzujú podmienky na rast lampovej flóry.

**Kontrolná a strážna činnosť.** Na Slovensku bola v roku 2002 založená speleologicálna strážna služba (z členov Slovenskej speleologickej spoločnosti), ktorá aj na území svetového dedičstva vykonávala systematickú kontrolu jaskyň, údržbu uzáverov a bohatú environmentálnovýzadovú činnosť. Najaktívnejší bol strážcovia z krahu prevádzkovateľov Krásnohorskéj jaskyne. Od roku 2010 sa však prestala strážna služba podporovať pre nedostatok finančných prostriedkov v štátnej ochrane prírody. Na území Slovenského krasu pracovalo 9 strážcov, z ktorých viacerí aj naďalej vykonávajú túto činnosť z vlastného presvedčenia a za vlastné prostriedky.

Tab. 1. Prehľad uzatvárania jaskýň zaradených do svetového dedičstva.  
Zostavil: I. Balciar

Jaskyňa	Druh uzáveru	Rok uzatvorenia	Rok opravy
Gemerskoteplická jaskyňa	mreža	pred rokom 2002	2015
Drienovská jaskyňa	poklop a mreža	pred rokom 2002	2008
Skalistý potok	mreža	pred rokom 2002	
Kunia pripasť	mreža	pred rokom 2002	
Gombasecká jaskyňa	dvere	pred rokom 2002	2005
Jaskyňa v ponore Jašteričieho jazera	mreža	pred rokom 2002	
Krásnohorská jaskyňa	dvere	pred rokom 2002	2015
Stratená jaskyňa - Psie diery	dvere	pred rokom 2002	2008
Vápenná jaskyňa	mreža	pred rokom 2002	2013
Zvonivá jama	oplotenie	pred rokom 2002	2007
Matilda	poklop	pred rokom 2002	
Krulova baňa	oplotenie	pred rokom 2002	
Pripasť Kóta	oplotenie	pred rokom 2002	
Domica pri II. plavbe	dvere	pred rokom 2002	2002
Nová brzotínska jaskyňa	dvere	pred rokom 2002	2011
Stará Domica	mreža	pred rokom 2002	2013
Diviačia pripasť	dvere	pred rokom 2002	2013
Hrušovská jaskyňa	dvere	pred rokom 2002	2013
Ardovská jaskyňa	dvere	pred rokom 2002	2005
Strieborná jama	mreža	pred rokom 2002	
Zúgó - Hučiaca vyvieračka	dvere	pred rokom 2002	2008
Milada	dvere	2002	
Kapusta štôlňa	dvere	2002	
Jaskyňa na Kečovských lúkach	poklop	2003	
Matilda	dvere	2003	
Milada, objavný vchod	mreža	2003	
Majkova jaskyňa	dvere	2003	
Psie diery	dvere	2004	
Šingliarová pripasť	mreža	2004	
Drienovská jaskyňa	poklop	2005	
Dvojité pripasť	oplotenie	2005	2015
Zvonivá jama pri Silici	poklop	2005	
Fonotág	poklop	2005	
Snežná diera	oplotenie	2006	
Silicko-gombasecký ponor	poklop	2006	
Drienka	poklop	2007	
Veľký ôsmy ponor	poklop	2007	
Kečovská biela jaskyňa	poklop	2008	
Prievanová diera	dvere	2011	

Poznámka: Správa slovenských jaskýň zabezpečuje ochranu nesprístupnených jaskýň od roku 2002

Medzi najvýznamnejšie prípady pri vykonávaní strážnej služby v minulosti patrilo zadržanie ilegálnych zberateľov vzácnych jaskynných chrobákov v Silickej ľadnici v roku 2003 (prípad bol ukončený súdom v Českej republike), riešenie ilegálneho vybudovania turistického chodníka do Farebnej pripasti v roku 2008, nález mŕtvoly v Číkovej dieri v roku 2009, ale strážcovia hlásili takmer všetky prípady znečistenia jaskýň a poškodenia ich uzáverov. Strážcovia z prevádzkovateľov Krásnohorskej jaskyne vybudovali náučný chodník ku Krásnohorskej jaskyni, usporiadali výstavu o svetovom dedičstve a vydali viaceré

naliehavou požiadavkou ochrany svetového dedičstva.

#### TECHNICKÉ VYBAVENIE SPRÍSTUPNENÝCH JASKÝŇ A ICH VSTUPNÝCH AREÁLOV (P. Labaška)

Prevádzka sprístupnených jaskýň ako náučných lokalít si vyžaduje dobudovávanie a udržiavanie vstupných areálov a technických zariadení v podzemí potrebných na poskytovanie a skvalitňovanie služieb pre náštevníkov a vytváranie podmienok pre ich bezpečnosť.



Oplotenie Dvojitej pripasti na Silickej planine v roku 2005. Foto: L. Gaál



Odstránenie toxicických látok zo Snežnej pripasti na Silickej planine v roku 2006. Foto: L. Iždinský

V jaskyni **Domica** sa v rámci projektu štrukturálneho fondu Európskej únie v roku 2004 zhotovil drevený prístrešok pri vstupnom areáli, upravilo sa okolie pamätného kameňa Národného parku Slovenský kras a nástup na náučný chodník Domica. V rokoch 2008 – 2009 sa ďalej vykonala úprava časti jaskyne pri prerážke k II. plavbe na speleoklimatické pobytu a v rokoch 2014 – 2015 rekonštrukcia prehliadkovej trasy (výmena zábradlia) v jaskyni. V **Gombaseckej jaskyni** sa v roku 2005 vykonala úprava vstupu do jaskyne s vybudovaním prístrešku, úprava chodníka a výmena vstupných dverí z projektu štrukturálneho fondu Európskej únie, v rokoch 2004 – 2005 rekonštrukcia elektroinstalácie v jaskyni (výmena sústavy TN-C na TN-C-S) a v rokoch 2014 – 2015 rekonštrukcia prehliadkovej trasy v jaskyni (výmena zábradlia). V **Jasovskej jaskyni** sa uskutočnila výstavba nového vstupného areálu ešte v rokoch 1995 – 1996, v roku 1998 rekonštrukcia elektroinstalácie a úprava vstupnej chodby, v roku 2002 oprava kanalizačnej prípojky a výmena zábradlia, sanácia skalného portálu nad jaskynou a inštalácia bezpečnostného pletiva (stabilizácia voči skalnému rúteniu) a o rok neskôr aj rekonštrukcia zá-



Zrekonštruovaný prehliadkový chodník v Dobšínskej ľadovej jaskyni. Foto: P. Bella

bradlia v jaskyni. V roku 2014 sa zrekonštrúovala bezpečnostná bariéra nad jaskyňou.

V **Ochtinskej aragonitovej jaskyni** z projektu štrukturálneho fondu Európskej únie prebiehala rekonštrukcia elektronštálace v rokoch 1996 – 1997, úprava vstupnej prerážky do jaskyne s inštaláciou protiprievanových dverí v rokoch 1998 – 1999, kamerový systém na sledovanie pohybu návštěvníkov a ochranu jaskyne v roku 2001 a rekonštrukcia prehliadkovej trasy v jaskyni v roku 2015.

Obdobné úpravy z rovnakého zdroja sa realizovali aj v **Dobšínskej ľadovej jaskyni**: najmä rekonštrukcia vstupného areálu v rokoch 1997 – 1998, rekonštrukcia osvetlenia v roku 1999, rekonštrukcia prehliadkového chodníka v jaskyni v rokoch 2004 – 2008, dobudovanie vstupného areálu v rokoch 2008 – 2010 s prívodom vody a ČOV, stabilizácia svahu vo vstupnej časti jaskyne v roku 2015 a stabilizácia mikroklimatických podmienok vo vstupnej časti jaskyne v roku 2015.

V rámci projektu ŠF EÚ Výmena dverí a mriež vo vchodoch do sprístupnených jaskyň Slovenska sa v rokoch 2005 – 2007 vymenili vchodové dvere a mreže v Dobšínskej ľadovej jaskyni, jaskyni Domica a Jasovskej jaskyni.

## ENVIRONMENTÁLNA VÝCHOVA (Ľ. Gaál)

Zápis jaskyň Slovenského a Aggtelekského krasu do zoznamu prírodného dedičstva sveta prináša so sebou nielen zodpovednosť za ich ochranu, ale je aj dôležitým kultúrnym odkazom, ktorý by sa mal prenášať z pokolenia na pokolenie. Z tohto dôvodu je tento odkaz nevyhnutné vstupovať návštěvníkom, mestným obyvateľom, pracovníkom hospodárskych organizácií územia, ale predovšetkým školskej mládeži oboch štátov. V záujme toho pracovníci Správy slovenských jaskyň pravidelne usporadúvajú výstavy, expoziče, vydávajú publikácie, uskutočňujú prednášky a prezentácie.

V roku 1998 vybudovala Správa slovenských jaskyň náučný chodník k Dobšínskej ľadovej jaskyni v dĺžke 470 metrov s 5 zastávkami.

Výstavy prezentujúce jaskyne svetového dedičstva Správa slovenských jaskyň inšta-

lovala vo vstupných areáloch jaskyne Domica (v roku 2005 s 5 vitrínami, s 3D modelmi krasových javov a s veľkoplošným premietaním), Ochtinskej aragonitovej jaskyne (v roku 1996, reštaurovaná v roku 2005 s panelmi svetového dedičstva), Jasovskej jaskyne (v roku 1997) a Dobšínskej ľadovej jaskyne (1998). Informačné panely o svetovom dedičstve sú umiestnené pri Gombaseckej jaskyni. V roku 2005 sa z iniciatívy J. Stankoviča, prevádzkovateľa Krásnohorskej jaskyne, usporiadala výstava o svetovom dedičstve, ktorú neskôr Banícke múzeum v Rožňave v spolupráci so Správou Aggtelekského národného parku a Správou slovenských jaskyň rozšírilo na 28 veľkých banerov. Slávnostné otvorenie výstavy sa konalo v roku 2008 v Baníckom múzeu v Rožňave, odvtedy však banery vystavili aj v Košiciach, v Maďarsku a Českej republike.

Označenie významných jaskyň svetového dedičstva zabezpečila správa vtedajšej Chranenej krajinnej oblasti Slovenský kras kovovými emblémami svetového dedičstva, v sprístupnených jaskyniach Správa slovenských jaskyň umiestnila kamenné emblémy. V rámci sprievodného slova pre návštěvníkov sprístupnených jaskyň sa podávajú informácie o ich zaradení do svetového dedičstva s poukázaním na ich reprezentatívne a výnimcoché hodnoty.

Správa slovenských jaskyň na propagáciu svetového dedičstva vydala plagáty, pohľadnice, skladačky a iné propagáčné materiály, určené najmä pre návštěvníkov sprístupnených jaskyň. V roku 2005 vydala Správa knižnú publikciu *Jaskyne svetového dedičstva na Slovensku* a v roku 2008 anglickú verziu *Caves of the World Heritage in Slovakia*. V roku 2014 sa v spolupráci s Aggtelekským národným parkom vydala monografia jaskynného systému Domica-Baradla.

V roku 2007 Správa slovenských jaskyň a Správa Aggtelekského národného parku spolupracovali na vyhotovení videofilmu o svetovom dedičstve. Film v trvanií 38 minút vyhotovila spoločnosť Cornix Artifex workshop.

Na Deň Zeme alebo Deň životného prostredia sa každočorčne usporadúvajú prednášky a prezentácie najmä pre školskú mládež.



Vstupný areál Jasovskej jaskyne. Foto: J. Zelinka



Náučná výstava vo vstupnom areáli Jasovskej jaskyne. Foto: P. Bella



Výstavné panely vo vstupnom areáli jaskyne Domica. Foto: Ľ. Gaál



Environmentálna miestnosť na premietanie vo vstupnom areáli jaskyne Domica. Foto: M. Soják

## LITERATÚRA

- BARABAS, D. – HAVIAROVÁ, D. 2003. Vzťah povrchových a podzemných vôd v okolí Jasova. Aragonit, 8, 20–22.
- BARABAS, D. – HAVIAROVÁ, D. 2004. Hodnotenie vzájomného vzťahu vybraných hydrologických prvkov spojených s rozdelením obehu vôd v oblasti Jasova za obdobie rokov 1999 – 2002. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 104–107.
- BARABAS, D. – HOCHMUTH, Z. – PEŠKO, M. 2002. Vzťah povrchových a podzemných vôd v okolí Jasova. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001). SSJ, Liptovský Mikuláš, 112–116.
- BARCIOVÁ, T. – KOVÁČ, L. – MIKULOVÁ, D. 2010. Impact of tourism upon structure and diversity of Collembola assemblages (Hexapoda) – a case study of the Gombasecká Cave, Slovak Karst (Slovakia). Slovenský kras, 48, 2, 269–281.
- BAROŇ, I. 1998. Ke vzniku a vývoji některých propastí Slovenského krasu. Speleofórum, 17, 49–51.
- BAROŇ, I. 2001. Speleogenese propasti Dolného vrchu. In Vlk, L. et al.: Dolný vrch. SMOPaj, Liptovský Mikuláš, 9–15.
- BAROŇ, I. 2002. Speleogenesis along sub-vertical joints: A model of plateau shaft development: A case study: The Dolný vrch Plateau. Cave and Karst Science, 29, 1, 5–12.
- BAROŇ, I. – FIALA, J. 1999. Objev Drozdej priečasti na Plešivecké planině (Slovenský kras). Speleofórum, 18, 55–56.
- BELLA, P. 1998. Morfológicke a genetické znaky Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Aragonit, 3, 3–7.
- BELLA, P. 2000a. Problematika vývojových úrovni jaskyne Domica. Aragonit, 5, 3–6.
- BELLA, P. 2000b. Základné morfológicke a genetické znaky Jasovskej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 42–51.
- BELLA, P. 2003. Morfológia a genéza Gombaseckej jaskyne. Slovenský kras, 41, 47–68.
- BELLA, P. 2004. Geomorfologické pomery Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Slovenský kras, 42, 57–88.
- BELLA, P. 2012. Korózne šikmé facety v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Aragonit, 17, 1–2, 14–18.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. 2013. Stropná erózia v jaskyniach: počiatky skúmania a Zdeněk Roth ako autor konceptu. Aragonit, 18, 2, 84–86.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – PRUNER, P. – HOCHMUTH, Z. – HERCMAN, H. 2007. Magnetostratigrafia jaskynných sedimentov a speleogenéza Moldavskej a Jasovskej jaskyne. Slovenský kras, 45, 15–42.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – ZACHAROV, M. 2012. Morfológicke indikátory výstupného prúdenia vody vo vzťahu ku genéze Jasovskej jaskyne. Slovenský kras, 50, 2, 135–147.
- BELLA, P. – BRAUCHER, R. – HOLEC, J. – VESELÝ, M. 2014a. Datovanie pochovania kremitého štrku na vrchnej vývojovej úrovni jaskyne Domica pomocou kozmogénnych nuklidov. Slovenský kras, 52, 1, 15–24.
- BELLA, P. – BRAUCHER, R. – HOLEC, J. – VESELÝ, M. 2014b. Datovanie pochovania alochtonných fluviálnych sedimentov v hornej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne (IV. vývojová úroveň systému Stratenskej jaskyne) pomocou kozmogénnych nuklidov. Slovenský kras, 52, 2, 101–110.
- BELLA, P. – GAÁL, L. 2005. Jaskyňa Ortová pri Silickej Brezovej – jedna z najstarších jaskýň Slovenského krasu. Aragonit, 10, 3–6.
- BELLA, P. – HOLUBEK, P. 2001. Meandrová chodba v jaskyni Domica. Aragonit, 6, 11–15.
- BELLA, P. – MÓCA, J. 2014. Morfológia jaskynného systému. In Gaál, L. – Gruber, P. (Eds.): Jaskynný systém Domica – Baradla. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 73–93.
- BELLA, P. – URATA, K. 2002a. Oválne stropné kupolovité a komínovité vyhĺbeniny v Jasovskej jaskyni. Aragonit, 7, 4–7.
- BELLA, P. – URATA, K. 2002b. Podsedimentové korózne tvary skalného georeliéfu v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. Aragonit, 7, 8–11.
- BELLA, P. – ZELINKA, J. – PEŠKO, M. – GAŽÍK, P. 2001. Ochtinská aragonitová jaskyňa – nové poznatky z geovedného výskumu a monitoringu a ich aplikácia pri praktickej ochrane a starostlivosťi. Slovenský kras, 39, 37–53.
- BOBRO, M. – HANČULÁK, J. – ZELINKA, J. 1995. Súčasné mikroklimatické pomery v Dobšinskej ľadovej jaskyni. In Bella, P. (Ed.): Ochrana ľadových jaskyň. Zborník referátov z odborného seminára (Dobšinská Ľadová Jaskyňa, 21. – 22. 9. 1995). SSJ, Liptovský Mikuláš, 29–34.
- BOBRO, M. – HANČULÁK, J. – ZELINKA, J. – KUPKA, D. 2002. Výskyt oxidu uhličitého v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001). SSJ, Liptovský Mikuláš, 145–152.
- BOBRO, M. – KREPEĽKA, F. – ZELINKA, J. 1995. Rekonštrukcia vstupného priestoru v Dobšinskej ľadovej jaskyni vo vzťahu k ubytku ľadu. In Bella, P. (Ed.): Ochrana ľadových jaskyň. Zborník referátov z odborného seminára (Dobšinská Ľadová Jaskyňa, 21. – 22. 9. 1995). SSJ, Liptovský Mikuláš, 35–36.
- BOSÁK, P. – BELLA, P. – CÍLEK, V. – FORD, D. C. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – OSBORNE, A. – PRUNER, P. 2002. Ochtiná Aragonite Cave (Western Carpathians, Slovakia): Morphology, Mineralogy of the Fill and Genesis. Geologica Carpathica, 53, 6, 399–410.
- BOSÁK, P. – PRUNER, P. 2012. Výzkum sedimentárnych výplní vybraných jeskyní na Slovensku. Etapová zpráva č. 7, Jasovská jaskyňa. Geologický ústav AV ČR, Praha, 61 s.
- BOSÁK, P. – PRUNER, P. – BELLA, P. 2014. Paleomagnetický výzkum profilu v Oválnej chodbe, Ochtinská aragonitová jaskyňa. Záverečná správa. Geologický ústav AV ČR, Praha, 33 s. + 20 s. príloha.
- CÍLEK, V. 1999. Mineralogické výzkumy v jeskyni Domica. Aragonit, 4, 9–11.
- CÍLEK, V. 2000. Mineralogické výzkumy v Moldavské jeskyni a Mniší díre ve Slovenském krasu. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 31, 4, 8–10.
- CÍLEK, V. – BOSÁK, P. – MELKA, K. – ŽÁK, K. – LANGROVÁ, A. – OSBORNE, A. 1998. Mineralogické výzkumy v Ochtinské aragonitové jeskyni. Aragonit, 3, 7–12.
- CÍLEK, V. – MELKA, K. – LANGROVÁ, A. 2001. Kontaktní vísání a konkrecionální apatit z jeskyně Domica. Slovenský kras, 39, 25–35.
- CÍLEK, V. – SVOBODOVÁ, M. 1999. Svrchnokrídové výplň závrtů v lomu Hostovce a Gombasek ve Slovenskom krasu. In Šimák, J. (Ed.): Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu. Zborník referátov zo seminára (Hrádok, 23. – 25. 9. 1998), SAŽP – Správa CHKO Slovenský kras a ZO SZOPK Moldava nad Bodvou, Brzotín, 41–48.
- CÍLEK, V. 1999. Mineralogické výzkumy v jeskyni Domica. Aragonit, 4, 9–11.
- DONAUEROVÁ, A. – GAĽOVÁ, B. – ŠEMAN, M. – PAPAJOVÁ, D. – BUJDÁKOVÁ, H. 2013. Výskyt beta-laktámovej rezistencie u baktérií Enterobacter cloacae izolovaných z jaskyne Domica. Aragonit, 18, 1, 60.
- EHOHTOVÁ, D. – KRISTÍUFÉK, V. – NOVÁKOVÁ, A. – KOVÁČ, L. – MOCK, A. – ŠUPLÍČEK, P. 2003. Domica a Arдовská jaskyňa – štúdium interakcií medzi faunou a mikroflórou. Aragonit, 8, 38–40.
- EHOHTOVÁ, D. – KRISTÍUFÉK, V. – NOVÁKOVÁ, A. – LUKEŠOVÁ, A. – TŘÍŠKA, J. – KOVÁČ, L. – MOCK, A. – ŠUPLÍČEK, P. 2004. Zdroje polynenasycených mastných kyselin v jeskyních Slovenského krasu. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 155–161.
- EHOHTOVÁ, D. – KRISTÍUFÉK, V. – LUKEŠOVÁ, A. – KOVÁČ, L. – MOCK, A. – ŠUPLÍČEK, P. 2006a. Biodiversity of Domica Cave and Arдовská Cave in the Slovak Karst National Park. In Moldovan, O. T. (Ed.): Abstract book, 18th International Conference on Subterranean Biology, Cluj, Romania, 73–74.
- EHOHTOVÁ, D. – KRISTÍUFÉK, V. – LUKEŠOVÁ, A. – KOVÁČ, L. 2006b. Microbial colonization of bat guano in the Domica Cave. In Moldovan, O. T. (Ed.): Abstract book, 18th International Conference on Subterranean Biology, Cluj, Romania, 74–75.
- EHOHTOVÁ, D. – PETRÁSEK, J. 2009. Studium adaptační odpovědi půdní mikrobiální složky v přirozeném teplotním gradientu propasti Silická ľadnica, NP Slovenský kras. Aragonit, 14, 2, 171.
- FULÍN, M. – MATIS, Š. 2000. Obsadzovanie jednotlivých priestorov Jasovskej jaskyne (Slovenský kras) podkovárom malým (*Rhinolophus hipposideros*) počas hibernácie. Vespertilio, 4, Praha – Revúca, 59–66.
- GAÁL, L. 2004. Geológia Ochtinské aragonitovej jaskyne. Slovenský kras, 42, 37–56.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskyň Slovenského krasu. Správa slovenských jaskyň, Liptovský Mikuláš, 166 s.
- GAÁL, L. – VANĚKOVÁ, H. – SYKORA, M. 2007. Nový nález vrchnokrídovej výplne krasových dutin v Slovenskom krase (lomalita Včeláre). Slovenský kras, 45, 143–149.
- GAÁL, L. – VÍČEK, L. 2009. Príspevok ku geológii Gombaseckej jaskyne. Aragonit, 14, 1, 22–26.
- GAÁL, L. – VÍČEK, L. 2011. Tektonická stavba jaskyne Domica (Slovenský kras). Aragonit, 16, 1–2, 3–10.
- GAÁL, L. – SABOL, M. – VÍČEK, L. – KOVÁČOVÁ, M. 2013. Fosílie slovenských jaskyň. Aragonit, 18, 1, 3–17.
- GAÁL, L. – GRUBER, P. (Eds.) 2014. Jaskynný systém Domica-Baradla. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 512 s.
- GAÁL, L. – ZELINKA, J. 2008. Regulačné lesopospodárske zásahy nad Silickou ľadnicou. Aragonit, 13, 2, 56.
- GAĽOVÁ, B. – DONAUEROVÁ, A. – ŠEMAN, M. – BUJDÁKOVÁ, H. 2014. Identification and β-lactam resistance in aquatic isolates of Enterobacter cloacae and their status in microbiota of Domica Cave in Slovak Karst (Slovakia). International Journal of Speleology, 43, 1, 69–77.
- GASIOROWSKI, M. – HERCMAN, H. – PAWLAK, J. – GRADZIŃSKI, M. – BELLA, P. 2015. Climate of Late Glacial and Early Holocene in Southern Slovakia reconstructed on the basis of high resolution stable isotope record from cave speleothem. Geophysical Research Abstracts, 17, EGU2015-1771.

- GĄSIOROWSKI, M. – HERCMAN, H. – GRADZIŃSKI, M. – STANKOVIČ, J. 2014. Pierwsze datowania uranowo-torowe nacieków z jaskini Krasnochorskiej (Południowa Słowacja). In Stefaniak, K. – Ratajczak, U. – Wróblewski, W. (Eds.): Materiały 48. Sympozjum Speleologiczne (Kletno, 16. – 19. 10. 2014), Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, Kraków, 64.
- GAŽÍK, P. – HAVIAROVÁ, D. – ŽELINKA, J. 2009. Integrovaný monitorovací systém jaskyň. Aragonit, 14, 2, 109–112.
- GÉCZY, J. – KUCHARIČ, Ľ. 1997. Geofyzikálny prieskum ponorej oblasti jaskyne Domica. Aragonit, 2, 8–10.
- GÉCZY, J. – KUCHARIČ, Ľ. 1998. Geofyzikálny prieskum jaskyne Domica (okolie Čertovej diery – Suchá chodba). Aragonit, 3, 12–13.
- GRADZIŃSKI, M. – HERCMAN, H. – BELLA, P. – DEBAENE, G. – NOWICKI, T. 2002. Tmavé laminácie v sintrových nátekoch jaskyne Domica ako indikátor aktivít pravekých ľudí. Slovenský kras, 40, 41–48.
- GRADZIŃSKI, M. – HERCMAN, H. – NOWAK, M. – BELLA, P. 2007. Age of black coloured laminae within speleothems from Domica cave and its significance for dating of prehistoric human settlement. Geochronometria, 28, 39–45.
- GRADZIŃSKI, M. – HERCMAN, H. – NOWICKI, T. – BELLA, P. 2001. Dark coloured laminae within speleothems as an indicator of the prehistoric man activity. Case study from Domica cave (Slovakia), preliminary results. Proceedings, 13<sup>th</sup> International Congress of Speleology, 1, Brasilia, 208–212.
- GRADZIŃSKI, M. – ROSPONDEK, M. – SZULC, J. 1997. Paleoenvironmental controls and microfacies variability of the flowstone cover from the Zvonivá Cave in the Slovakian Karst. Slovak Geological Magazine, 3, 4, 299–313.
- GREGO, J. 1997. Speleologický prieskum Plešivskej planiny. Slovenský kras, 35, 109–121.
- GRIBOVSKÝ, K. – BRIMICH, L. – VARGA, P. – KOVÁCS, K. – SHEN, CH. – KELE, S. – TÖRÖK, Á. – NOVÁK, A. 2013a. Estimation of an upper limit on prehistoric horizontal peak ground acceleration using the parameters of intact stalagmites and the mechanical properties of broken stalagmites in Domica cave, Slovakia. Geophysical Research Abstracts, Vol. 15, EGU2013-11541.
- GRIBOVSKÝ, K. – KOVÁCS, K. – MÓNUŠ, P. – SHEN, CH. – TÖRÖK, Á. – BRIMICH, L. 2013b. Estimation the upper limit of prehistoric peak ground acceleration using the parameters of intact stalagmites and the mechanical properties of broken stalagmites in Domica Cave, Slovakia. Slovenský kras, 51, 1, 5–14.
- HAVIAROVÁ, D. 2004. Predbežné výsledky hydrogeologickej monitoringu v Jasovskej jaskyni, Combaseckej jaskyni a jaskyni Domica. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 95–103.
- HAVIAROVÁ, D. 2005. Pôvod vód Mramorovej studne v Combaseckej jaskyni. Aragonit, 10, 9–12.
- HAVIAROVÁ, D. – FEAKOVÁ, R. – SEMAN, M. – GAĽOĽ, B. – ŽENIŠOVÁ, Z. 2012. Chemické zloženie a mikrobiologické vlastnosti krasových vód Silicko-gombaseckého jaskynného systému (Silická planina, Slovenský kras). Aragonit, 17, 1–2, 3–14.
- HAVIAROVÁ, D. – FEAKOVÁ, R. – SEMAN, M. – ŽENIŠOVÁ, Z. 2010. Formovanie chemického zloženia vód v jaskyni Domica. Podzemná voda, 13, 2, 153–161.
- HAVIAROVÁ, D. – FEAKOVÁ, R. – ŽENIŠOVÁ, Z. – SEMAN, M. 2011. Chemické zloženie a mikrobiologické vlastnosti krasových vód jaskyne Milada a jej podzemného hydrogeologickej systému (Silická planina, Slovenský kras). Podzemná voda, 17, 1, 34–51.
- HAVIAROVÁ, D. – GRUBER, P. 2006a. Najnovšie výsledky monitorovania vodnej zložky podzemnej mokrade Domica-Baradla. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 26. – 29. 9. 2005). SSJ, Liptovský Mikuláš, 136–143.
- HAVIAROVÁ, D. – GRUBER, P. 2006b. Stopovacia skúška v jaskyni Milada. Aragonit, 11, 43–45.
- HAVIAROVÁ, D. – GRUBER, P. – GÉCZY, J. – GAĽ, Ľ. 2008. Predbežné výsledky výskumu hydrogeologickej spojitosťi jaskyň Milada a Vass Imre. Slovenský kras, 46, 1, 115–126.
- HAVIAROVÁ, D. – PEŠKO, M. 2004. Základná charakteristika vód Ochtinské aragonitovej jaskyne. Slovenský kras, 42, 99–107.
- HAVIAROVÁ, D. – SEMAN, M. – STANKOVIČ, J. – FEAKOVÁ, R. – ŽENIŠOVÁ, Z. 2012. Chemické zloženie a mikrobiologický profil krasových vód Krásnohorskej jaskyne (Silická planina, Slovenský kras). Acta Geologica Slovaca, 4, 1, 31–52.
- HAVIAROVÁ, D. – TULIS, J. – PRISTÁŠ, P. 2011. Nové poznatky o odvodňovaní jaskynného systému Stratenskej jaskyne. Slovenský kras, 47, 2, 217–230.
- HLAVÁČ, J. – ŽELINKA, J. – ŠTECL, J. – ŽIMÁK, J. 2003. Přirozená rádioaktivita vápencov v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Aragonit, 8, 30.
- HOCHMUTH, Z. 1998. Predkvarterné jaskynné systémy na Slovensku a ich vzťah k zarovnánym povrchom. Prírodné vedy, 29, Folia geographica, 1, Prešov, 127–144.
- HOCHMUTH, Z. 2000a. Geomorfologický vývoj strednej časti doliny Bodvy a krasový fenomén okraja Slovenského krasu. In Lacika, J. (Ed.): Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV (Liptovský Ján, 21. – 23. 9. 2000). ASC pri SAV, Bratislava, 51–56.
- HOCHMUTH, Z. 2000b. Moldavská jaskyňa vo vzľahu ku jej geomorfologickému vývoju doliny Bodvy. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 52–58.
- HOCHMUTH, Z. 2002. Problémy speleologickej výskumu jaskyň Silicko-gombaseckého hydrogeologickej systému. Slovenský kras, 40, 105–116.
- HOCHMUTH, Z. 2004. Príspevok ku genéze drobných foriem modelácie jaskynných chodieb v Medzevskej pahorkatine. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 35–42.
- HOCHMUTH, Z. 2013. Atlas jaskyne Skalistý potok. Slovenská speleologicická spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 80 s.
- HOCHMUTH, Z. 2014. Mapovanie prepojenia Čertovej diery a Domice. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 45, 3, 18–23.
- HOCHMUTH, Z. – DANKO, S. – HUTNÁN, D. 2011. Prieskum, topografia a náčrt genézy horných častí jaskyne Skalistý potok. Slovenský kras, 49, 2, 111–122.
- HOCHMUTH, Z. – HUTNÁN, D. 2001. Skalistý potok – 1000 m nových objavov. Speleoform, 20, 48–51.
- HOCHMUTH, Z. – PETRVALSKÁ, A. 2010. Povrchové a podzemné krasové formy Jasovskej planiny. In Šumberová, M. (Ed.): Geografie pro život ve 21. století. Sborník příspěvků ze XXII. sjezdu České geografické společnosti (Ostrava 31. 8. – 3. 9. 2010). Ostravská univerzita, Ostrava, 15–19.
- HUDEC, I. 2000. Interakcia povrchových a podzemných vodných kôrovcov (Crustacea) v oblasti jaskyne Domica (Slovenský kras). In Mock, A. – Kováč, Ľ. – Fulín, M. (Eds.): Fauna jaskyň. Východoslovenské múzeum, Košice, 53–60.
- CHRÓŇÁKOVÁ, A. – KRIŠTÚFEK, V. – PETRÁSEK, J. – ELHOTTOVÁ, D. 2007. Non-thermophilic Crenarchaeota sequences dominate archaeal community of bat guano hill in cave Domica, Slovak Karst. In Abstracts, 9th Symposium on Bacterial Genetics and Ecology – BAGECO 9. Microbial Community Network, Germany, 108.
- CHRÓŇÁKOVÁ, A. – HORÁK, A. – ELHOTTOVÁ, D. – KRIŠTÚFEK, V. 2009a. Diverse archaeal community of a bat guano pile in Domica Cave (Slovak karst, Slovakia). Folia microbiologica, 54, 5, 436–446.
- CHRÓŇÁKOVÁ, A. – BALDRIAN, P. – ŠIMEK, M. – KRIŠTÚFEK, V. 2009b. Enzymatické aktivity mikrobiálnych spoločenstiev kupy netopýřího guána v jeskyni Domica (NP Slovenský kras). Aragonit, 14, 2, 171.
- JERG, Z. – THURÓCZY, J. 1998. Slnecná priečasť na Plešivskej planine v Slovenskom kraze. Slovenský kras, 36, 167–172.
- KLAUČO, S. – FILOVÁ, J. – PEŠKO, M. 1999. Hydrologický monitoring v jaskyni Domica v rokoch 1997 – 1998. Aragonit, 4, 11–14.
- KLAUČO, S. – FILOVÁ, J. – ŽELINKA, J. 1997. Speleoklimatický monitoring Ochtinské aragonitovej jaskyne. Aragonit, 2, 3–5.
- KLAUČO, S. – FILOVÁ, J. – ŽELINKA, J. 1998. Vplyv návštevnosti na speleoklimu Ochtinské aragonitovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z vedeckej konferencie (Mlynky, 8. – 10. 10. 1997). SSJ, Liptovský Mikuláš, 75–86.
- KLAUČO, S. – FILOVÁ, J. 1996. Hydrologický a hydrochemický monitoring jaskyne Domica. In Bella, P. (Ed.): Sprístupnené jaskyne – výskum, ochrana a využívanie. Zborník referátov z odborného seminára (Medzev, 18. – 20. 9. 1996). SSJ, Liptovský Mikuláš, 80–82.
- KOSTKA, Z. – HOLKO, L. 2003. Analýza hydrogeologickej procesov v ochrannom pásmi jaskyne Domica. Výpočet objemov povrchového odtoku pre návrhy ochranných opatrení. Záverečná správa. Liptovský Mikuláš, 32 s.
- KOŠEL, V. – PAPÁČ, V. – FENDA, P. – LUPTÁČIK, P. – MOCK, A. 2007. Zoologický výskum v jaskyni Ľudmila – Leontína po 48 rokoch (Národný park Slovenský kras). Slovenský kras, 45, 159–168.
- KOŠEL, V. 2009. Subteránná fauna Západných Karpát. Ústav pôdnej biologie, Biologické centrum, Akademie věd České republiky, České Budějovice, 203 s.
- KOVÁČ, Ľ. 1998. Chvostoskoky (Hexapoda, Collembola) jaskyne Domica. Slovenský kras, 36, 159–165.
- KOVÁČ, Ľ. 1999. Eukoenia spelaea (Peyerimhoff, 1902) – a cave dwelling palpigrade species (Arachnida, Palpigradida) from the Slovak Karst. In Tajovský, K. – Pižl, V. (Eds.): Soil Zoology in Central Europe. Institute of Soil Biology AS CR, České Budějovice, 157–160.
- KOVÁČ, Ľ. 2000. Porovnanie spoločenstiev chvostoskokov (Hexapoda, Collembola) v jaskyniach Ardovská, Domica a Čertova diera v Slovenskom kraze. In Mock, A. – Kováč, Ľ. – Fulín, M. (Eds.): Fauna jaskyň. Východoslovenské múzeum, Košice, 85–94.
- KOVÁČ, Ľ. – KOŠEL, V. 1998. Chvostoskoky (Hexapoda, Collembola) jaskyň Národného parku Slovenský raj. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z vedeckej konferencie (Mlynky, 8. – 10. 10. 1997). SSJ, Liptovský Mikuláš, 67–69.
- KOVÁČ, Ľ. – KOŠEL, V. – MIKLISOVÁ, D. 1999. Collembola (Hexapoda) of the Slovak Paradise National Park associated with forest sites and caves. In Tajovský, K. – Pižl, V. (Eds.): Soil zoology in Central Europe, Institute of Soil Biology, České Budějovice, 161–167.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – LUPTÁČIK, P. – HUDEC, I. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – SVATOŇ, J. – KOŠEL, V. 2003. Bezstavovce Harmaneckej jaskyne (Veľká Fatra). Aragonit, 8, 31–34.

- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – KOŠEL, V. 2004a. Terestrické článkonožce Domického jaskynného systému a Ardovskej jaskyne (Slovenský kras) – Mikrohabitatty a diverzita. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 138–144.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – HUDEC, I. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. 2004b. Prvé údaje o bezstavovcoch Ochtinskéj aragonítovej jaskyne. Slovenský kras, 42, 129–136.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. – SVAŤOŇ, J. – MAŠAN, P. 2005a. Terrestrial arthropods of the Domica Cave system and the Ardovská Cave (Slovak Karst) – principal microhabitats and diversity. In Tajovský, K. – Schlaghamerský, J. – Pižl, V. (Eds.): Contributions to Soil Zoology in Central Europe I. Institute of Soil Biology AS CR, České Budějovice, 61–70.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – VIŠŇOVSKÁ, Z. 2005b. Terestrické a vodné bezstavovce Diviačej priepasti (Slovenský kras). Aragonit, 10, 16–19.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – HUDEC, I. – NOVÁKOVÁ, A. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. – VIŠŇOVSKÁ, Z. 2005c. Živé organizmy. In Stankovič, J. – Čilek, V. (Eds.) – Bruthans, J. – Gaál, Ľ. – Višňovská, Z. – Kovacs, Á. – Rozložník, M. – Schmelzová, R. – Zeman, O. – Kováč, Ľ. – Mock, A. – Šlaptáčik, P. – Hudec, I. – Nováková, A. – Košel, V. – Fenda, P.: Krásnohorská jaskyňa – Buzgó. Regionálna rozvojová agentúra, Rožňava, 88–95.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – FENĎA, P. 2006. Bezstavovce (Evertebrata) Dobšinskéj ľadovej jaskyne (Slovenský raj). In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 26. – 29. 9. 2005). SSJ, Liptovský Mikuláš, 179–186.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – PAPÁČ, V. 2008. Biospeleologický výskum jaskyne Leontína a Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. Záverečná správa o výskume. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice, 14 s.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – NOVÁKOVÁ, A. – PAPÁČ, V. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – HUDEC, I. – STANKOVIČ, J. 2010. Jaskynné mikroorganizmy a bezstavovce. In Stankovič, J. – Čilek, J. – Schmelzová, R. (Eds.): Plešivecká planina. Jaskyne Plešiveckej planiny – svetové prírodné dedičstvo. Speleoklub Minotaurus, Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 143–149.
- KOVÁČ, Ľ. – PAPÁČ, V. 2010. Revision of the genus *Neelus* Folsom, 1896 (Collembola, Neelida) with the description of two new troglobiotic species from Europe. Zootaxa, 2663, 36–52.
- KOVÁČ, Ľ. – HUDEC, I. – MOCK, A. – ŠLAPTAČIK, P. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. – JÁSZY, T. – SVAŤOŇ, J. – ELHOTTOVÁ, D. – CHROŇÁKOVÁ, A. – KRIŠTUFÉK, V. – LUKEŠOVÁ, A. – NOVÁKOVÁ, A. 2012. Monitoring bezstavovcov jaskyň. Záverečná správa z monitoringu 2010–2012, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice, 191 s.
- KOVÁČ, Ľ. – ELHOTTOVÁ, D. – MOCK, A. – NOVÁKOVÁ, A. – KRIŠTUFÉK, V. – CHROŇÁKOVÁ, A. – LUKEŠOVÁ, A. – MULEC, J. – KOŠEL, V. – PAPÁČ, V. – UHRIN, M. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – HUDEC, I. – GAÁL, Ľ. – BELA, P. 2014. Jaskynná biota Slovenska. Štátна ochrana prírody, Správa slovenských jaskyň, Liptovský Mikuláš, 192 s.
- KORZYSTKA, M. – PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. – ZELINKA, J. 2011. Climatic system of the Dobšinská Ice Cave. In Bella, P. – Gažík, P. (Eds.): Proceedings of the 6<sup>th</sup> Congress International Show Caves Association. Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, 85–97.
- KORZYSTKA, M. – PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. – ZELINKA, J. (in press). Human impact on the ice cave climatic environment – case study from entrance area of the Dobšinská Ice Cave. Geografia Física e Dinâmica Quaternária.
- KRIŠTUFÉK, V. – ELHOTTOVÁ, D. – KOVÁČ, Ľ. – CHROŇÁKOVÁ, A. – ŽÁK, K. – SVĚTLÍK, I. 2008. Starí kupy netopýřího guána v jeskyni Domica (NP Slovenský kras) a elektronová mikroskopie exkrementů netopýrů. Slovenský kras, 46, 1, 163–170.
- KRIŠTUFÉK, V. – ELHOTTOVÁ, D. – CHROŇÁKOVÁ, A. – NOVÁKOVÁ, A. 2009. Citlivost mikroorganizmů k difúzním látkám obsaženým v kupě netopýřího guána z jeskyně Domica (NP Slovenský kras). Aragonit, 14, 2, 171.
- KRIŠTUFÉK, V. – CHROŇÁKOVÁ, A. – MULEC, J. 2010. The heavy metal content in bat guano heaps in karst caves. In Moškič, A. – Trontelj, P. (Eds.): Abstract book. 20<sup>th</sup> International Conference on Subterranean Biology, Postojna, Slovenia, 101–102.
- LEŠINSKÝ, G. 1997. Lokalizácia a registrácia krasových javov na planine Dolný vrch v Slovenskom krase. Manuskrift, SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 82 s.
- LEŠINSKÝ, G. 2000. Inventarizačný výskum krasu Jasovskej planiny v Slovenskom krase a územia Pipitky vo Volovských vrchoch. Manuskrift, SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 112 s.
- LEŠINSKÝ, G. 2002. Výsledky speleologickej inventarizácie na Jasovskej planine v Slovenskom krase. Slovenský kras, 40, 137–173.
- LEŠINSKÝ, G. 2006. Príspevok k najstarším jaskyniam v Slovenskom krase. Sinter, 14, 22–23.
- LUKÁŇ, M. – RAJEČOVÁ, K. – KOVÁČ, Ľ. – ŠLAPTAČIK, P. – MOCK, A. 2004. Predbežné výsledky prieskumu spoločenstiev terestrických článkonožcov (Arthropoda) Jasovskej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 169–173.
- LUKEŠOVÁ, A. 2007. Pôdne fázy vybraných jeskyní České republiky a Slovenska. Aragonit, 12, 138.
- MALÍK, P. – GREGOR, M. – BOTTLK, F. – ŠVASTA, J. 2014. Kvantitatívna charakteristika prirodzených výstupov podzemnej vody v oblasti Krásnohorskej Dlhéj Lúky. In Fláková, R. – Ženíšová, Z. (Eds.): Zborník zo 17. slovenskej hydrogeologickej konferencie Nové výzvy v oblasti ochrany vôd (Piešťany, 14. – 17. 10. 2014). Slovenská asociácia hydrogeologov, Bratislava, 66–69.
- MALÍK, P. – GREGOR, M. – ŠVASTA, J. – HAVIAROVÁ, D. – GAÁL, Ľ. 2010. Rezistivimetrické a termometrické merania podzemného vodného toku v Gombaseckej jaskyni. Podzemná voda, 16, 2, 193–203.
- MALÍK, P. – GREGOR, M. – ŠVASTA, J. – HAVIAROVÁ, D. 2010. Rezistivimetrické a termometrické merania podzemného vodného toku v Drienovskej jaskyni. Aragonit, 15, 2, 71–76.
- MALÍK, P. – GREGOR, M. – ŠVASTA, J. – HAVIAROVÁ, D. 2011. Interpretácia meraní teploty a mernej elektrickej vodivosti v profile podzemného toku Krásnohorskej jaskyne. Slovenský kras, 49, 1, 41–55.
- MÁTE, T. 2006. Znovuobjavenie Leontíny v Slovenskom krase. Správajúci Slovenskej speleologickej spoločnosti, 37, 4, 13–19.
- MELLO, J. 2004. Geologicke prostredie jaskyne Domica a jej okolia. Aragonit, 9, 3–8.
- MIKOVÁ, E. – ANDREAS, M. – BOLDOCH, S. – DOBRÝ, M. – JEHLIČKOVÁ, V. – LÖBBOVÁ, D. – NAĐO, L. – ŠEVČÍK, M. – UHRIN, M. 2012. Rhinolophus euryale (Chiroptera: Rhinolophidae): the summary results of ecological research of cave dwelling bat. In Kováč, Ľ. – Uhrin, M. – Mock, A. – Šlaptáčik, P. (Eds.): 21<sup>st</sup> International Conference on Subterranean Biology. Abstract book, Pavol Jozef Šafárik University, Košice, 71–72.
- MIKOVÁ, E. – VARCHOLOVÁ, K. – BOLDOCH, S. – UHRIN, M. 2013. Winter diet analysis in Rhinolophus euryale (Chiroptera). Central European Journal of Biology, 8, 9, Warszaw, 848–853.
- MOCK, A. – KOVÁČ, Ľ. – ŠLAPTAČIK, P. – TAJOVSKÝ, K. 2002. Najväčší troglobiont slovenských jaskyň. Aragonit, 7, 32–34.
- NOVÁKOVÁ, A. 2004. Saprotrófni mikroskopické houby v jeskyních Národného parku Slovenský kras. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 162–168.
- NOVÁKOVÁ, A. 2005. Interesting and rare saprotrophic microfungi isolated from excrements and other substrata in the Domica and Ardovská Caves (Slovak National Park, Slovakia). In Tajovský, K. – Pižl, V. – Schlaghamerský, J. (Eds.): Contributions to Soil Zoology in Central Europe I. Proceedings of the 7<sup>th</sup> Central European Workshop on Soil Zoology, České Budějovice, 103–106.
- NOVÁKOVÁ, A. 2014. Huby. In Gaál, Ľ. – Gruber, P. (Eds.): Jaskynný systém Domica-Baradla. Správa Aggtelekského národného parku, Jósvafő, 259–266.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 1996. Výsledky najnovších výskumov v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Slovenský kras, 34, 139–147.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2000. Najnovšie poznatky o litologických a štruktúrno-tektonických pomeroch v sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 38, 19–32.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2002. Nové poznatky o kvapľových častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001). SSJ, Liptovský Mikuláš, 36–49.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2005. Kras Slovenského raja. Správa slovenských jaskyň, Liptovský Mikuláš – Slovenská speleologická spoločnosť – Knižné centrum, Žilina, 175 s.
- PAPÁČ, V. – KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. 2006. Terestrické článkonožce (Arthropoda) vybraných jaskyň Silickej planiny. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 26. – 29. 9. 2005). SSJ, Liptovský Mikuláš, 187–199.
- PAPÁČ, V. – ŠLAPTAČIK, P. – FENĎA, P. 2007a. Terestrické článkonožce NPP Obrovská priečast (Slovenský kras, Dolný vrch). Aragonit, 12, 51–53.
- PAPÁČ, V. – ŠLAPTAČIK, P. – KOŠEL, V. – CHRISTOPHORYOVÁ, J. 2007b. Spoločenstvá terestrických článkonožcov NPP Snežná diera. Slovenský kras, 45, 151–157.
- PAPÁČ, V. – HUDEC, I. – KOVÁČ, Ľ. – ŠLAPTAČIK, P. – MOCK, A. 2014. Bezstavovce Domica. In Gaál, Ľ. – Gruber, P. (Eds.): Jaskynný systém Domica-Baradla. Správa Aggtelekského národného parku, Jósvafő, 267–306.
- PEŠKO, M. 2000. Fyzikálno-chemické vlastnosti presakujúcich atmosférických vôd v Dobšinskej ľadovej jaskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 107–111.
- PEŠKO, M. 2002. Fyzikálno-chemické vlastnosti priesakových vôd v Ochtinskéj aragonítovej jaskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001). SSJ, Liptovský Mikuláš, 108–111.
- PEŠKO, M. 2003. Výsledky hydrologického monitoringu jaskyne Domica v rokoch 1999 – 2001. Aragonit, 8, 15–17.

- PETRALVSKÁ, A. – HOCHMUTH, Z. 2013. The Skalistý potok cave in the relationship to the relief of the south part of Jasovská plateau (Slovak karst) after 25 years of research. In Filippi, M. – Bosák, P. (Eds.): Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Congress of Speleology (July 21 – 28, 2013, Brno, Czech Republic), volume 3, 201–205.
- PIASECKI, J. – PLITSCH, A. – SAWIŃSKI, T. – ZELINKA, J. 2008. Dobšinská Ice Cave thermal-circulation system in the light of the newest studies. In Kadebskaya, O. – Mavluodov, B. – Pyatunin, M. (Eds.): Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Workshop on Ice Caves, Kungur, 23–25.
- PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. – ZELINKA, J. 2008. The structure of airflow inside the Lower Part of the Dobšinská Ice Cave (the Underground Floor and Ice Cliff area). Slovenský kras, 46, 1, 127–140.
- PIASECKI, J. – ZELINKA, J. – PLITSCH, A. – SAWIŃSKI, T. 2004. Structure of air flow in the upper parts of the Dobšinská Ice Cave. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 113–124.
- PLITSCH, A. – PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. – STRUC, K. – ZELINKA, J. 2007. Development and degradation of ice crystals sediment in Dobšinská Ice Cave (Slovakia). In Zelinka, J. (Ed.): Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Workshop on Ice Caves (Demänovská Dolina, May 8 – 12, 2006). Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, 38–49.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – VENHODOVÁ, D. – BELLA, P. 2000. Paleomagnetic výzkum sedimentárnych výplní vybraných jeskyní na Slovensku. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 13–25.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – MAN, O. – TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 2002. Magnetostratigrafie sedimentárnej výplne IV. jeskynnej úrovne ve Stratenské jeskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, ochrana a využívanie jaskyň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001). SSJ, Liptovský Mikuláš, 50–57.
- PSOTKA, J. 2006. Geologické a geomorfologické pomery Obrovskej priepasti na planine Dolný vrch v Slovenskom krase. Aragonit, 11, 20–23.
- PSOTKA, J. 2008. Príspevok k formám modelácie Hrušovskej jaskyne. Slovenský kras, 46, 2, 315–324.
- PSOTKA, J. – LESÍNSKÝ, G. 2008. Poodhalená priepasť na planine Horný vrch v Slovenskom krase. Sinter, 16, 16–17.
- RASCHMANOVÁ, N. – MIKLISOVÁ, D. – KOVÁČ, Ľ. 2013. Soil Collembola communities along steep microclimatic gradient in the collapse doline of the Slická ľadnica cave, Slovenský kras (Slovakia). Biologia, 68, 3, 470–478.
- SALAMON, G. – DÁNYI, L. – ANGYAL, D. – BALÁZS, G. – FORRÓ, L. 2014. Bezstavovce Baradla. In Gaál, Ľ. – Gruber, P. (Eds.): Jaskynný systém Domica-Baradla. Správa Aggtelekského národného parku, Jósvafő, 280–306.
- SEJKORA, J. – ĎUĎA, R. – ČEJKOVÁ, J. – EDEROVÁ, J. – NOVOTNÁ, M. 2004. Tarananit ( $K(NH_4)Al_3(PO_4)_3(OH)$ )  $9H_2O$  vzniknutý rozkladem guána netopýrů v jeskyni Domica (Slovenská republika). Mineralia Slovaca, 36, 3–4, 343–348.
- SEMAN, M. – GAÁL, Ľ. – ŠEDLÁČEK, I. – LAICHMANOVÁ, M. – JELEN, S. 2009. Mikroflóra mäkkého sintra zo slovenských jaskyň. Slovenský kras, 47, 1, 99–111.
- SEMAN, M. – GAÁLOVÁ, B. 2009. Enterobakteriálna mikrobiota jaskynných vôd Silickej planiny. Slovenský kras, 47, 2, 283–290.
- SMETANOVÁ, I. – HOLÝ, K. – JURČÁK, D. – OMELKOVÁ, A. – ZELINKA, J. 2010. Radon monitoring in Domica Cave, Slovakia – preliminary results. In Bella, P. – Gažík, P. (Eds.): Proceedings of the 6<sup>th</sup> Congress International Show Caves Association. Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš 136–140.
- SMETANOVÁ, I. – HOLÝ, K. – ZELINKA, J. – OMELKOVÁ, A. – JURČÁK, D. 2012. Kontinuálne meranie objemovej aktivity radónu v jaskyni Domica. Aragonit, 17, 1–2, 24–27.
- SMRŽ, J. – KOVÁČ, Ľ. – MIKEŠ, J. – LUKEŠOVÁ, A. 2013. Microwhip scorpions (Palpigradi) feed on heterotrophic cyanobacteria in Slovak caves – a curiosity among Arachnida. Plos One, 8, 10, e75989, 1–5.
- STACH, J. 1949. The aperygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects. Families: Neogastruridae and Brachystomellidae. Polska Akademia Umiejetnosci, Kraków, 341 s.
- STANKOVIČ, J. 2005. Morfológia priestorov jaskyne. In Stankovič, J. – Čílek, V. (Eds.) – Bruthans, J. – Gaál, Ľ. – Višňovská, Z. – Kovacs, Á. – Rozložník, M. – Schmelzová, R. – Žeman, O. – Kováč, Ľ. – Mock, A. – Luptáčik, P. – Hudec, I. – Nováková, A. – Košel, V. – Fenda, P.: Krásnohorská jaskyňa – Buzgó. Regionálna rozvojová agentúra, Rožňava, 41–58.
- STANKOVIČ, J. 2006. Mramorová studňa v Combacekej jaskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 26. – 29. 9. 2005). SSJ, Liptovský Mikuláš, 238–240.
- STANKOVIČ, J. – JERG, Z. (Eds.) – GRECO, J. – JERG, A. – KÓNA, V. – MATÉ, T. 2001. Plešivecká planina – atlas krasových javov. SSS, Speleoklub Minotaurus, Rožňava, 301 s.
- STRUC, R. – PERŠOĽI, A. – ZELINKA, J. 2008. Preliminary results of ice temperature measurements in the Dobšinská Ice Cave (Slovakia) and Scărișoara Ice Cave (Romania). In Kadebskaya, O. – Mavluodov, B. – Pyatunin, M. (Eds.): Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Workshop on Ice Caves, Kungur, 16–22.
- STRUC, K. – PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. – ZELINKA, J. 2004. The ice crystals deposit in the Dobšinská Ice Cave (Tvorba ľadových kryštálov v Dobšinskej ľadovej jaskyni). In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 125–133.
- ŠTEĽCL, J. – ZIMÁK, J. – ZELINKA, J. 2004. Přirozená radioaktivita hornin v jeskynním systému Domica-Baradla. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 78–82.
- ŠUSTR, V. – LUKEŠOVÁ, A. – NOVÁKOVÁ, A. – VOŠTA, O. 2009. Potravní preference jeskynního stejnonožce Mesoniscus graniger (Isopoda, Oniscidea) v laboratórních testezech. Slovenský kras, 47, 2, 275–281.
- ŠUSTR, V. – NOVÁKOVÁ, A. – LUKEŠOVÁ, A. – VOŠTA, O. 2010. Feeding biology of the cave isopod Mesoniscus graniger (food preference and digestive enzymes). In Moškrič, A. – Trontelj, P. (Eds.): Abstract book, 20<sup>th</sup> International Conference on Subterranean Biology, Postojna, Slovenia, 123.
- TULIS, J. 2001. Výskum Dobšinskéj ľadovej jaskyne. Aragonit, 6, 4–5.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 2005. Kras Slovenského raja. Správa slovenských jaskyň, Liptovský Mikuláš – Slovenská speleologická spoločnosť – Knižné centrum, Žilina, 175 s.
- TULIS, J. – HAVIAROVÁ, D. 2008. Stopovacia skúška v Stratenskej jaskyni. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 39, 4, 36–38.
- UHRIN, M. – BOLDORCH, S. – SALAMON, G. 2014. Stavovce. In Gaál, Ľ. – Gruber, P. (Eds.): Jaskynný systém Domica-Baradla. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 307–322.
- VÍČEK, L. 2008. Geologický prieskum Hrušovskej jaskyne v Slovenskom krase. Aragonit, 13, 1, 12–19.
- VÍČEK, L. 2009. Geologický prieskum jaskyne Milada na Silickej planine v Slovenskom krase. Slovenský kras, 47, 2, 201–215.
- VÍČEK, L. (Ed.) – BAROŇ, I. – LESÍNSKÝ, G. – NYERGES, M. – NYERGES, A. – NOVOTNÁ, J. – NOVOTNÝ, M. – ZACHAROV, M. – ZÁVIŠKA, M. – ŽÁK, K. 2001. Dolný vrch. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 143 s.
- VRANA, K. – BAKER, J. – CLAUSEN, H. B. – HANSEN, S. B. – ZELINKA, J. – RUFLI, H. – OČKAĽ, Ľ. – JANOČKO, J. 2007. Continental ice body in Dobšiná Ice Cave (Slovakia) – Part I. – project and sampling phase of isotopic and chemical study. In Zelinka, J. (Ed.): Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Workshop on Ice Caves (Demänovská Dolina, May 8 – 12, 2006). Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, 24–28.
- WRÓBLEWSKI, W. 2015. Czynniki warunkujące wzrost współczesnych martwic wapiennych na podstawie badań podziemnych i powierzchniowych odcinków wybranych potoków południowej Słowacji. Praca doktorska, Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- ZACHAROV, M. 1996. Geologické pomery Jasovskej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Sprístupnené jaskyne – výskum, ochrana a využívanie. Zborník referátov z odborného seminára (Medzev, 18. – 20. 9. 1996). SSJ, Liptovský Mikuláš, 19–24.
- ZACHAROV, M. 1998. Geologické pomery jaskyne Kamenná pívnička a jej vztah k Jasovskej jaskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z vedeckej konferencie (Mlyny, 8. – 10. 10. 1997). SSJ, Liptovský Mikuláš, 24–28.
- ZACHAROV, M. 2000a. Geologické a geomorfologické pomery jaskyne Gajdova štôlňa (Jasovská planina). In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 66–70.
- ZACHAROV, M. 2000b. Geologická stavba východnej časti Slovenského krazu a jej vplyv na vznik endokrasu. Slovenský kras, 38, 7–17.
- ZACHAROV, M. 2006. Štúdium geologických a geomorfologických pomeroval Pripasti pod Hajagošom na Jasovskej planine. Slovenský kras, 44, 153–159.
- ZACHAROV, M. 2008. Výskum disjunktívnej tektoniky Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. Slovenský kras, 46, 2, 287–300.
- ZACHAROV, M. 2013. Nové poznatky z výskumu Drienovskej jaskyne. Slovenský kras, 51, 2, 111–120.
- ZELINKA, J. 1996. Rekonštrukcia vstupných častí Dobšinskéj ľadovej jaskyne. Aragonit, 1, 15–16.
- ZELINKA, J. 1999. Problematika stabilizácie speleoklimatických pomeroval NPP Slická ľadnica. Aragonit, 4, 18–19.
- ZELINKA, J. 1999. Uzavorenie národnej prírodnej pamiatky Slická ľadnica. Chránené územia Slovenska, 40, 30.
- ZELINKA, J. 1999. Uzavorenie národnej prírodnej pamiatky Slická ľadnica. In Šmidt, J. (Ed.): Výskum a ochrana prírody Slovenského krazu. Zborník referátov zo seminára (Hrádok, 23. – 25. 9. 1998), SAŽP – Správa CHKO Slovenský kras a ZO SZOPK Moldava nad Bodvou, Brzotín, 37–39.
- ZELINKA, J. 2002. Microclimatic monitoring in the Ochtinská Aragonite Cave. In Carrasco, F. – Durán, J. J. – Andreo, B. (Eds.): Karst and Environment. Nerja – Malaga (Spain), 521–527.
- ZELINKA, J. 2003. Posúdenie vplyvu prírodných a antropogénnych faktorov na zmeny mikroklimatického režimu jaskyne Domica. Aragonit, 8, 17–20.
- ZELINKA, J. 2004. Prehľad najnovších poznatkov z mikroklimatického monitoringu Ochtinskéj aragonitovej jaskyne. Slovenský kras, 42, 109–120.

- ZELINKA, J. 2007. Výsledky speleoklimatologického monitoringu jaskyne Snežná diera v klimatickom roku 2005 – 2006. Aragonit, 12, 43–46.
- ZELINKA, J. – FILOVÁ, J. – KLAUČO, S. 1997. Speleoclimatic monitoring of Ochtinská Aragonitová Cave. In Dluholucký, S. – Bozalková, I. (Eds.): Protection and Medical Utilisation of Karst Environment. Proceedings of International Conference (Banská Bystrica, 3 – 5 June 1997). SAŽP, Banská Bystrica, 31–32.
- ZELINKA, J. – OMELKA, J. 2008. New integrated monitoring system in show caves with ice fill in Slovakia. In Kadobskaya, O. – Mavluodov, B. – Pyatunin, M. (Eds.): Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Workshop on Ice Caves, Kungur, 30–32.
- ZELINKA, J. – VRANA, K. – JANOČKO, J. 2004. Nový prístup ku geochemickému štúdiu ľadu v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Aragonit, 9, 23–26.
- ZIMÁK, J. – ŠTECL, J. – ZELINKA, J. 2004. Přirozená radioaktivita hornin v Combacecké a Jasovské jeskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 83–88.
- ZIMÁK, J. – ŠTECL, J. – VÁVRA, V. – ZELINKA, J. 2004. Přirozená radioaktivita horninového prostředí v Ochtinské aragonitové jeskyni. Slovenský kras, 42, 121–128.

## A SZLOVÁKIAI VILÁGORÖKSÉGI BARLANGOK KUTATÁSÁNAK, VÉDELMÉNEK ÉS KEZELÉSÉNEK ÁTTEKINTÉSE 1995-TŐL

A Világörökség jegyzékébe való 1995. évi felkerülés óta a szlovákiai részen számos intézkedés született, amelyek az érintett barlangok vizsgálatára, megfigyelésére, kezelésére és védelmére vonatkoztak. A környezetvédelmi miniszterium már a rákötkező évben nemzeti természeti emlékké nyilvánította a legjelentősebb barlangokat: a Barázdlást, Domicát, Szilicei-jégbarlangot, Ochtinai-aragonitbarlangot, Csengő-lyukat, Hő-lyukat, a Gombaszögi-, Kövespataki-, Milada-, Körtvélyesi-, Jászói-, Buzgó-, Ardói- és Somogyi-barlangot valamint a Vaddisznós-, Nyest- és Óriás-zsombolyt. Szintén 1996-ban fogadott el a kormány egy koncepcióról szóló határozatot, amely 2001-ig biztosította a Világörökség barlangjainak fejlesztését. Ezt a koncepciót 2001 után azonban már nem hosszabbították meg. Szlovákiában a Világörökség barlangjainak kutatását, monitorozását és kezelését a Szlovákiai Barlangok Igazgatósága végzi.

### FÖLDTANI KUTATÁSOK (Gaál L.)

Átfogó földtani vizsgálatokat végeztek a **Dobsinai-jégbarlangban**, amelyek elsősorban a jégtakaró védelmére irányultak, de a Sztracenai-hegység többi barlangját is érintették (Novotný és Tulis, 1996, 2000; Tulis, 2001; Tulis és Novotný, 2002). Új eredmények születtek a karsztosodás lényeges szakaszait illetőleg, amelyek egy monográfia formájában láttak napvilágot (Tulis és Novotný, 2005).

A **Jászói-barlang** Gutensteini és Steinalmi mészkőveit Zacharov (1996) vizsgálta, majd a vizsgálatokat kiterjesztette a **Pipa-, Róka-, Iv-, Gajda-táro- és Kópince-barlangra** (Zacharov, 1998, 2000). Legaprólékosabban azonban a **Somogyi-barlangot** kutatta át, amelynek szerkezeti felépítését összefüggésbe hozta a Darnó-vonallal, a barlang felső szintjén pedig nagyméretű kalcitkristályokat írt le (Zacharov, 2000b, 2008, 2013). A **Szepsibarlangban** és a **Barát-lyukban** Cílek (2000) végezett ásványtani megfigyeléseket.

2004-ben az **Ochtinai-aragonitbarlangban** végeztek részletes földtani vizsgálatokat. A főbb eredmények közé tartozott, hogy a ferde ankerites-mészkőves lencse ugyan kilép a felszínre, összefüggése a barlang mészkővel azonban nem bizonyított. A márvánnyá kristályosodott devonkori mészkő sötét részei a devonkori self mélyebb részein ülepedtek le mészsízapként, míg a világos helyek sekélyvízi zátony eredetűek. A mészkőtestek hatalmas olisztolitokként csúsztak a mélytengerbe, ezért fillit burkolja be ezeket. A mészkőlencse a variszkuszi gyűrűdés folyamán gyűrűdött, átalakult és vastartalmú oldatokkal itatódtott át. E folyamat következményeit több helyen

egyedülállan társa elérők a barlang fala (Gaál, 2004). A barlang aragonitképződményeit újabban Cílek et al. (1998) vizsgálta.

Szerkezeti és litológiai vizsgálatokat végeztek a **Hő-lyukban** és az **Óriás-zsombolyban** (Psotka, 2006), majd a **Körtvélyesi-** és **Milada-barlangban**, amelyben a Tiszolci és Wettersteini Mészkő határát sikerült pontosítani (Vlček, 2008, 2009). A Milada és a Vass Imre-barlang esetleges összefüggését vizsgálva 2006-ban geofizikai méréseket végeztek a felszínen. Újabb geofizikai mérések történtek 2014-ben a Milada és a határ közvetlen közelében nyíló Vízfakadás katastrofára között.

A **Gombaszögi-barlangban** 2008-ban végeztek litológiai és szerkezeti megfigyelések bebizonyították, hogy a barlang kizárolag Wettersteini Mészkőben jött létre (korábbi adatok Gutensteini Mészkő jelenlétéit is említették), amely itt több szerkezeti tömbre bontható (Gaál és Vlček, 2009). A barlang hegyitej képződményeiben a mikroorganizmusok hatását vizsgálták. Számos pszichrotróf baktérium és mikroszkópikus gomba jelenléte ellenére nem bizonyított ezek hatása a képződmény létrejöttére és növekedésére (Seman et al., 2009).

Földtani szempontból legrészletebben a **Domica-barlangot** vizsgálták. Mello (2004) munkája bebizonyította, hogy a barlang szlovákiai része teljes terjedelmében Wettersteini Mészkő laguna fáciében fejlődött ki. A vékonycsiszolatokban *Dasycladaceae* moszatokon kívül számos kagylóhéj és ammonitesz-madarvány is felismerhető, de szerves törmelékek alapján a zátonyok sem voltak távol. A barlang részletes szerkezeti térképét Gaál és Vlček (2011) készítették el, amelynek alapján 265, főleg ÉK-DNy, ÉNy-DK valamint NyÉNy-KDK irányú törésvonalat azonosítottak. A barlangjárakat folytatásának felderítésére geofizikai méréseket is végeztek, amelyek kimutatták, hogy a befolyó víz által kialakított járatok a kecsői Hancsa-rét nyelői alá vezetnek (Géczy és Kucharič, 1997, 1998). A képződmények fekete szennyeződésének rádiokarbon elemzése (<sup>14</sup>C) pontosította a neolitikum emberének idejét a barlangban 6460 és 6640, valamint 7160 és 7330 évre (Gradziński et al., 2007). A barlang egyes állóceppköveinek geofizikai vizsgálata pedig azt bizonyította, hogy a környéken az utolsó néhány ezer évben nem történtek jelentős szeizmikus rengések (Gribovszki et al., 2013a,b). A barlang ásványtani vizsgálatai több ásvány jelenlétéit is kimutatták, mint a kalcit, aragonit, opál, hematit, kaolinit és a denevér-rürükhez kötődő gipsz, brushit, apatit, viséit és taranakit (Cílek, 1999; Cílek et al., 2001; Sejkora et al., 2004; Gaál és Gruber et al., 2014).

A Szlovákia barlangaiban végzett őslénytanári vizsgálatok keretén belül találtak felsőtriasz korallokat és krinoidákat a **Szörnyükút-barlangban** valamint kagylóhéjakat a **Kövespataki-barlangban** (Gaál et al., 2013). Felső krétekori pollencsemcsék kerültek elő a **gombaszögi-, bódvavendégi** és **méheszi** kőbányák paleokarsztos üregeinek agyagos-homokos kitöltéseihez, amelyek rendkívül fontosak a kréta időszaki karsztosodás jellegének megismeréséhez (Cílek és Svobodová, 1999; Gaál et al., 2007).

A Gömör-Tornai-karszt barlangjainak egyes fejlődési állomásait Gaál (2008) monogramája jellegű munkája társa fel, amely új ismertekkel járul hozzá a Szilicei-takaró pikkelyeinek lecsúszásához, a kréta időszaki karsztosodáshoz, a karszt kiemelkedésének időpontjához és a Pelsőci-törésvonal szerepéhez.

A legújabb kormeghatározási és őskörnyezeti vizsgálatok a **Csengő-lyuk**, a **Buzgó-barlang** és a **Kecsőréti-barlang** képződményeire irányultak, amelyek az utolsó eljegesedésben és a holocénben lejátszódó klímaváltozásokra derítettek fényt (Gradziński et al., 1997; Gąsiorowski et al., 2014, 2015).

### GEOMORFOLÓGIAI VIZSGÁLATOK (Bella P.)

A negyedidőszak előtti barlangok maradványait Hochmuth (1998) vette számba. Ide sorolja a Szilicei-jégbarlangot, a Kövespataki-barlang felső szintjét, a Falucskai-barlangot, a Domicát és a Gyökerréti-víznyelőbarlangot. Kétségtıl ide tartozik még azonban a Bella és Gaál (2005) által átkutatott Borzova melletti **Ortovány-barlang** is, amelynek kora szarmata-panóniaira becsülhető. Hasonló idejük lehetnek a karsztvidék **mennyezet nélküli barlangjáratai** is (Lešinský, 2006; Gaál, 2008).

A **Domica-barlang** fejlődését Bella (2000) vizsgálta. Pruner et al. (2000) paleomágneses elemzése kimutatta, hogy a Szárazág és a Kincsár mögötti járat cseppkőréteges üledékei fiatalabbak 780 ezer évnél. Bella és Holubek (2001) a Meanderes-mellékág morfolójáját tették közzé, amely a Demiklápa nyelőjének vizeit vezeti le. Gaál (2008) a barlang egyes szintjeit a Rima és a Sajó teraszával hozza összefüggésbe. Újfent átkutatták az Ördög-lyuk és a Domica közötti járatokat is (Hochmuth, 2014). A barlang morfolójáját egészében a Baradla-Domica-barlangrendszer monografiája taglalja (Bella és Móga, 2014). Rendkívül jelentős a barlang legfelsőbb járata kavicsuledékének kormeghatározása <sup>10</sup>Be és <sup>26</sup>Al kozmogén nuklidok segítségével  $3,47 \pm 0,78$  mil. évben, amely a rendszer fejlődésének plioceni kezdetét támasztja alá (Bella et al., 2014).

**A Gombaszögi-barlang** morfológiáját Bella (2003) tárgyalta, de a szilice-gombaszögi földalatti vízrendszer barlangtani jelentősége Hochmuth (2002) is részletesen elemezte. A **Leontina-barlang** bejárátat a gombaszögi kőbánya szélén huzamosabb ideig omlás zárt a el, az újból megnyitás után morfológiáját és fejlődését Gaál (2008) világította meg. A **Buzgó-barlang** morfológiáját Stankovič (2005), a **Körtvélyesi-barlang** pedig Psotka (2008) jellemzette. A **Kövespataki-barlang** (Skalisty potok) különleges helyzetben van, mivel alsó vizes járata kopírozva a Jászói-fennsík déli szegélyét Áj község felé kanyarodik, felső, száraz részei pedig a fennsík felé vezetnek. A barlangrendszeret 1999-től kutatták, morfológiája és fejlődése főleg Hochmuth és Hunčan (2001), Hochmuth et al. (2011), Hochmuth és Petrvalská (2010) valamint Petrvalská és Hochmuth (2013) munkáiban található. Kiadták a barlangrendszer atlaszát is (Hochmuth, 2013). Zacharov (2013) a **Somogyi-barlangban** földtaní vizsgálatai mellett geomorfológiai megfigyeléseket is végzett, amelyek alapján a barlang fejlődésének első fazisában feltehetőleg a feláramló vizeknek köszönhetően kisebb zárt üregek jöttek létre gazdag kalicitbevonatokkal, míg a következő fazisokban a földalatti patak négy szintet alakított ki.

A **Jászói-barlang** alaktanának újabb vizsgálatai is nyújtottak néhány érdekes ismeretet. Bella (2000) valamint Bella és Urata (2002) a mennyezeti üstök különböző fejlődési szakszokban létrejött változatait különböztették meg. A barlang fejlődésének pontosításához nagyban hozzájárultak a paleomágneses vizsgálatok, valamint a Bódva árterén végzett hidrogeológiai fúrások (Bella et al., 2007; Bosák és Pruner, 2012). Ezek alapján Bella et al. (2012) felvázolta a járatrendszer többfázisos keletkezését, melyben szerepet játszottak a felfelé áramló vizek is. A **Szepsi-barlang** labirintusának keletkezésével Hochmuth (2000a,b, 2004) foglalkozott. Paleomágneses vizsgálatok alapján a barlang üledékei fiatalabbak 780 ezer évnél (Bella et al., 2007).

Sor került néhány **újabban feltárt barlang** leírására is, mint a Napos-zsomboly (Jerg és Thuróczy, 1998) és a Rigó-zsomboly a Pelsőci-fennsíkon (Baroň és Fiala, 1999) valamint a Kitakart-zsomboly a Felső-hegyen (Psotka és Lešinský, 2008). További barlangtani adatok találhatók Stankovič és Jerg et al. (2001), Vlk et al. (2001), Lešinský (1997, 2000, 2002) és Grego (1997) munkáiban. Psotka (2006) az **Óriás-zsomboly**, Zacharov (2006) pedig a **Hajagos-alatti-zsomboly** morfológiájához szolgáltattak adatokat. Az Alsó-hegy zsombolyainak genetikájához Baroň (1998, 2001, 2002) járult hozzá, aki szerint a zsombolyok feneke felé nő a CO<sub>2</sub> koncentráció, ami fokozott korrozióhoz vezet.

Az **Ochtinai-aragonitbarlang** részletes morfológiai vizsgálatát és alaktani térképezést Bella (1998) valamint Bella és Urata (2002) végezték el, akik rávilágítottak a járatok oldásos eredetére freatikus és epifreatikus körülmenyek között. Bosák et al. (2002, 2014) és Bella (2004) radiometrikus és paleomágneses módszerrel pontosították a barlang fejlődésének egyes szakaszait, amelyek értelmében a legidősebb üregképződés a harmadidőszak végén, a lapos mennyezet keletkezése pedig

az idősebb pleisztocénben zajlott. 2014 júniusában a cassai Műszaki Egyetem munkatársai 3D szkennelést is végeztek a barlangban.

A **Dobsinai-jégbarlangban** Tulis és Novotný (2002) megfigyelték a felső, jégnélküli járatok eredeti alakzatait, amelyeket összefüggésbe hoztak a Sztracenai-barlang IV. szintjével. Bella (2012) a Ruffinyi-folyósó ferde korroziós oldalfalaír írta le (*Facetten, planes of repose*), amelyek lassan mozgó vagy állóvíz oldása révén jöttek létre. A Sztracenai-barlang Májusi-ágában Pruner et al. (2002) paleomágneses vizsgálatokat végzett, Bella et al. (2014) pedig <sup>10</sup>Be és <sup>26</sup>Al kozmogén nuklidok segítségével meghatározta a Dobsinai-jégbarlang felső szintjében található kavicsrétegek korát 3,03±0,4 mil. évben, amely a Sztracenai-barlangban megfelel a Gölnic-patak pliocén eróziója által kialakított IV. fejlődési szintnek.

## HIDROGEOLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK (Haviarová D.)

Ezek elsősorban a barlangi vízfolyások, tavak és beszivárgó vizek vegyi összetételére, szennyeződésük megállapítására vonatkoztak. Az utóbbi időkben elvégzett víznyomjelzéses vizsgálatok pedig az egyes összefüggésekre próbálnak fényt deríteni. A vizsgálatok folyamán előnyben részesültek az idegenforgalmi és a veszélyeztetett barlangok.

A **Domica-barlang** hidrológiai megfigyelése 1995-ben kezdődött, amikor egy projekt keretében sikerült a monitorozásnak megfelelő műszaki háttérét biztosítani (Klaučo és Filová, 1996; Klaučo et al., 1999). Ennek célja elsősorban a vízhiány pótlásának lehetősége és a vízfolyás elnyelődésének meghatározása voltak. Megállapították, hogy a barlang vízkészletét az utóbbi években úgyszólvan csupán a Domica-patak biztosítja. Két víznyomjelzéses vizsgálat alapján beazonosították a víz elnyelődésének helyét a Gótikus-dóm-ban, amit bentonitos anyaggal tömték be. A további monitorozást a Szlovákiai Barlangok Igazgatósága végezte, amelynek keretén belül 1999-ben a Domica-patak mesterséges tárójánál és a Szűz-járat nem látogatható szakaszában új vízhozammérő berendezéseket helyeztek be, amelyek lehetővé tették a vezetőképesség és hőmérséklet méréset is (Peško, 2003). 2001-ben a Domica Ramsari jegyzékbe való felkerülése és a magyar féllel való szorosabb együttködés után azonban szükségessé vált a folyamatos monitorozás. Az Igazgatóság ezért a műszaki mérőberendezéseket 2002-ben, majd 2006-ban az új integrált környezetvédelmi megfigyelőrendszer kiépítése keretén belül korszerűbbekre cserélte, amelyek a pH értéket is folyamatosan mértek. A műszereket a Gombaszögi- és Jászói-barlangba is betelepítették. Ezek már képesek voltak a mért adatokat távúton közvetíteni az Igazgatóság liptószentmiklósi épületébe, ahol egy központi adatbázisban tárolják (Gažík et al., 2009). 2013 júniusában a mérőberendezést a Domica második csónakjáratába is be helyezték.

2005 márciusában víznyomjelzéses vizsgálatra került sor a második csónakjárat utáni szakaszon, amely bizonyította a Styx vizének és a Jósva-forráscsoport Medence és Cső forrásainak összefüggését (Haviarová és Gruber, 2006a). Részletes vízminőségi, főleg vízkém-

ai és mikrobiológiai vizsgálatokat is végeztek a barlangban (Haviarová, 2004; Haviarová és Gruber, 2006a; Haviarová et al., 2010; Seman a Gaál, 2009).

A **Jászói-barlangban** 2000 februárja óta figyelik a víz szintjének ingadozását a Hess-tóban (Barabas et al., 2002; Barabas és Haviarová, 2003, 2004; Haviarová, 2004). A hosszúszávú mérések a vízszint aránylag gyakori változékonyságát mutatják, a tóból kiömlő víz többször is előntotte a betonjárdákat. A legmagasabb értéket 2010-ben érte el.

A **Gombaszögi-barlang** hidrológiai és vízkémiai megfigyelése 2002 novembere óta tart folyamatosan. A mérések a Fekete-patak és a Márvary-kút vizére irányulnak, amelyekhez vízminőségi elemzések is járulnak (Haviarová, 2004, 2005). A Márvary-kút vizének származását és a mögötte levő járatok felkutatásának lehetőségeit taglalja Stankovič (2006) munkája. 2007 – 2011 között sor került az egész szilice-gombaszögi földalatti vízrendszer vízkémiai és mikrobiológiai vizsgálatára (Haviarová et al., 2012; Seman és Gaál, 2009). 2009 októberében a Gombaszögi-barlang Fekete-patakjában végeztek rezisztivimetriai és termometriai méréseket, amelyek nem támasztottak alá beszivárgást, de érvényesül a patak enye drénhatása (Malík et al., 2010).

A **Ochtinai-aragonitbarlangban** 1999 és 2001 között a beszivárgó víz fizikai-kémiai összetételét vizsgálták, amely kedvezőnek bizonyult (Peško, 2002). Részletesebb vizsgálatok 2002-ben történtek (Haviarová és Peško, 2004), majd 2005-ben a Mély-terem tavacskája vízszintváltozásai figyelték Mars4i szondával. 2013-tól a műszer klímaméréseket is végez, az adatokat pedig automatikusan a liptószentmiklósi központba továbbítja távúton.

A **Buzgó-barlang** pataküzében 2009 októberében végeztek rezisztivimetriai és termometriai méréseket, amelyek alapján bebizonyosodott, hogy a végső szifontól az Abonyi-teremig terjedő szakasz önálló karsztos csatorna, míg az innen a Helikít-teremig húzódó tektonizált résznek jellegzetes drénhatása van (Malík et al., 2011). 2009-ben vízkémiai és mikrobiológiai vizsgálatokra is sor került, amely meglepő eredményt hozott: magasabb szulfátkoncentrációt mutatott ki a Nagy-terem oldalbefolyásában, ami feltehetőleg a víz útjában levő gipsz- és anhidritelőfordulásoknak köszönhető (Haviarová et al., 2012). A Buzgó-forrás vízkémiai összetételét és a mészkicsapódás mértékét vizsgálta Wróblewski (2015), de mérlegelték az ivóvízbázis környezetvédelmi szempontjait is (Malík et al., 2014). A **Dobsinai-jégbarlang** utolsó vízkémiai vizsgálatát 1998-ban végezték (Peško, 2000). A vele összefüggő **Sztracenai-barlang** és **Kutya-lyuk** rendszerben 2008-ban víznyomjelzéses vizsgálatot végeztek. Blatistá és Ponorná járatokba táplált nyomjelző anyag három nap elteltével után jelent meg a Gölnic-patakban Sztracena falu előtt (Tulis és Haviarová, 2008; Haviarová et al., 2009). Egy évvel később a Kutya-lyukban is betápláltak nyomjelző anyagot, ami viszont negatív eredménnyel járt (Haviarová et al., 2009).

2006 júniusában került sor a **Milada** és **Vass Imre** barlangok esetleges összefüggését vizsgáló víznyomjelzésre. Bebizonyosodott a Milada összefüggése a Feneketlen-lednicével

és a Kecsői-forrással, a Vass Imre-barlanggal azonban nem (Haviarová és Gruber, 2006b; Haviarová et al., 2008). Ezután 2007 és 2010 között részletes vízkémiai és mikrobiológiai vizsgálatokra került sor a Miladában, amely elsősorban a rendszer felszín alatti vizeinek minőségére és esetleges szennyeződésére irányult (Haviarová et al., 2011; Seman és Gálová, 2009). 2013 szeptemberében a barlang patakjába MicroStep-MIS típusú mozgó mérőműszert telepítettek, amely méri a vízsint ingadozását, hőmérsékletét és vezetőképességet.

Magyar-szlovák határmenti együttműködési projekt keretén belül került sor 2014-ben a Szilicei-fennsík több nyelőjének víznyomjelzéses vizsgálatára. Bebizonyosodott a Vízfakadás katavotra és a Királykúti-patak összefüggése a Milada-barlanggal, a Nyírsári-zsomboly kapcsolata a Gombaszögi-barlang Fekete-patakjával, a Papverme-tó vizének rákapcsolódása a Szilicei-jégbarlang és a Gombaszögi-barlang Fekete-patakjára valamint a Majko-barlang összefüggése a Sólyom-kő forrásával.

2008-ban a **Singliar-zsombolyban** történt víznyomjelzéses vizsgálat a Pelsőci-fennsík északi részén, amely bizonyította a zsomboly és a berzétei Gyepű-forrás kapcsolatát. A **Körtvélyesi-barlangban** 2008-tól történnek rendszeres vízkémiai vizsgálatok. 2009 októberében rezisztivimetriai és termometriai méréseket végeztek a **Somogyi-barlang** patakjában is. A négy látható vízbefolyásón kívül három rejtett beszivárgást is észleltek (Málik et al., 2010). A barlang forrásában Wroblewski (2015) a mész kicsapódásának mértékét vizsgálta, 2013 szeptemberében pedig a felszín alatti patak vizébe MicroStep-MIS típusú mozgó megfigyelőállomást telepítettek.

2011 tavaszán a **Kővespataki-barlang** vízfolyásán szondával ellátott vízhozammárról telepítettek (Hochmuth et al., 2011).

## BARLANGKLÍMA MEGFIGYELÉSEK (Zelinka J.)

A barlangklíma megfigyelések, ezek műszaki háttere és számítógépes feldolgozása az utóbbi években forradalmi változásokon ment keresztül. Jelenleg az adatok nemcsak folyamatosan mérődnek, de automatikusan távúton továbbítódnak a központ felé, ami lehetővé teszi a mért adatok folyamatos kiértékelését és ellenőrzését. Az első telepített műszerek a PHARE projekt keretén belül beszerzett olaszországi BABUC típusú adatrögzítők voltak, amelyeket 1994-től az Ochtinai-aronitbarlangban, majd később a Gombaszögi-, Jászói-, Domica- és a Dobsinai-jégbarlangban helyeztünk üzembe. 2002-ben további műszereket szerezünk be egy japán együttműködési projekt (JICA) keretében, majd a MicroStep-MIS cégtől (Zelinka és Omelka, 2008). Ezeket 2013-ben tökéletesítettük az ún. integrált monitoring rendszer kiépítése keretében, amely lehetővé teszi az adatok folyamatos távközlését a liptószentmiklósi központba. Ilyen mobilis készülékeket helyeztünk üzembe a Somogyi- és a Milada-barlangban is.

A barlangklíma megfigyelések terén rendkívül hasznos a brúnii Masaryk és az olmützi Palacky egyetemekkel való többévelségügyűlök. Közösen végeztük el a szlo-

vákiai idegenforgalmi barlangok befogadó körzeteinek természetes radonsugárzás mérésein, amit a Domica-Baradla-barlangrendszer keretén belül kiterjesztettünk a magyarországi részekre is (Štelc et al., 2004, 2006; Zimák et al., 2001, 2002a,b,c, 2003a,b, 2004a,b). További hasznos eredményeket hoztak a Dobsinai-jégbarlangban jégmin-tákon végzett geokémiai, izotóp, és a fúrás magból nyert kormeghatározásos vizsgálatok. A közös nemzetközi projekt keretén belül közreműködtek hollandiai, dániai, svájci, németországi és pozsonyi egyetemek, ill. cégek (Zelinka et al., 2004; Vrana et al., 2007). A Dobsinai-jégbarlang klímaviszonyainak kutatásába bekapsolódta más intézmények is, mint a Cseh Köztársaság Barlangigazgatósága, amellyel hagyományosan jók a kapcsolatok, továbbá a németországi bochumi és lengyelországi wroclawi egyetemek (Piasecki et al., 2004, 2007, 2008a,b; Strug a Zelinka, 2008a,b,c; Pflitsch et al., 2007; Strug et al., 2004, 2006, 2008a,b; Strug a Zelinka, 2008a,b).

A **Ochtinai-aronitbarlang** első klimatológiai megfigyelései 1996-ban kezdődtek. Céljuk elsősorban a barlanglátogatás hatásának megállapítása a barlangi klímára. A mérések alapján lecsökkentették a látogatók 15 perces időközönkénti belépéseinek számát az eredeti 80-ról 30–35 főre (Klaučo et al., 1997, 1998; Zelinka et al., 1997). A megfigyelések második szakasza 1997 – 1998-ban történt, amelynek célja a barlang klímaviszonyainak évi változása és az új belépései rend hatásának megállapítása a barlangi klímára. Eredményeképpen jelenleg a barlangba egy belépéstre 40 fő juthat be 20 perces időközökben (Zelinka, 2002). A barlangban 1988 és 2000 közt végrehajtott mérések alapján a műszerek magasabb CO<sub>2</sub> koncentrációt rögzítettek. A legmagasabb értékek előttek a megengedett koncentráció 40 %-át, ami azonban még nem veszélyezteti a látogatókat és a személyzetet (Bobro et al., 2002). 2001-ben figyelték a barlang leghidegebb és legmelegebb részeit és a hőmérsékletengedőzés hatását az aragonit képződményekre (Zelinka, 2004). 2013-tól a barlangba telepített automatikus műszerek rögzítik a felszín alatti járatok klímaváltozásait és CO<sub>2</sub> mennyiséget 3 különböző helyszínen. Hasonlóan, a felszíni klímaviszonyok is megfigyelésre kerültek.

A **Dobsinai-jégbarlang** a világ legjelentősebb joges barlangjai közé tartozik. Az újabb mérések célja a barlang levegőjének természetes kapcsolata a felszínnel, ami jelentősen befolyásolja a jégképződést is. Az újkori klímamérések első szakasza 1997 és 2001 között valósult meg 6 automatikus BABUC mérőállomással a barlangban és egygel a felszínen. A gyakori meghibásodás után 2001-től 2009-ig ezeket ún. „fekete dobozokra” cseréltek le. A léghőmérséklet változásait függőleges szelvényekben mérték, valamint rögzítették a kőzet és a jég hőmérsékletét. 2002 – 2014-ben a wroclawi egyetem munkatársai folytatották a jég morfológiájára és termodinamikai változásaira, szezonális növekedésére és csökkenésére valamint a kondenzációs jégképződményekre irányuló méréseket. A barlangba 2007-ben új megfigyelőrendszer telepítettek 11 adatrögzítővel és 57 érzékelővel, amelyek

a levegő áramlását, a befogadó kőzet hőmérsékletét is mérik különböző mélységekben. A felszínen rögzítik a csapadék mennyiségét is.

A **Domica-barlang** rendszertelen vízháztartása és a Domica-patak hőmérsékletének gyakori ingadozása jelentős mértékben befolyásolják a járatok hőmérekletét, relatív páratartalmát és légáramlását, ami a képződmények degradációját is előidézheti. Ezért kiemelten szükséges a barlang klímájának folyamatos megfigyelése, amely 2001-től a korábbi hidrológiai vizsgálatokra kapcsolódott és a mai napig párhuzamosan fut velük (Zelinka, 2003). Ezen kívül 2006-tól az ún. integrált monitoring rendszer keretében mérődik a felszíni elpárolgás, a napfénytevékenység és légáramlás is. A második csónakjárát felett gyógyítás céljából kiépített teremben 2013-ban további 3 mérőműszert telepítettek.

A **Gombaszögi-barlangban** 2001 óta folyik folyamatos barlangklíma megfigyelés, amely elsősorban a barlangi légkör alapértékeinek rögzítésére, kiértékelésére és a látogatottság hatásának meghatározására irányul. A megfigyelések párhuzamosan történnek a Fekete-patak és az időszakos Márvány-kút hidrológiai adatgyűjtésével. Folyamatosan mérődik a levegő CO<sub>2</sub> tartalma is, mivel itt a többi barlanghoz viszonyítva magasabb értékek mutathatók ki. A barlangban kezdetben BABUC automatikus mérőműszereket alkalmaztak, ezeket azonban a gyakori meghibásodás folytán lecseréltek fekete dobozokra. A barlang jelenleg az integrált monitoring rendszerre kapcsolódik és folyamatos megfigyelés alatt áll.

A **Szilicei-jégbarlangban** nem folytak folyamatos megfigyelések, de a négyéves rendszeres mérések alapján kimutatható volt a joges rész alatti melegebb hőmérsékletű járatok nemkívánatos hatása a jégképződésre. Ennek megakadályozására 1998-ban a Szlovákiai Barlangok Igazgatósága hermetikusan lezártja a felső joges és az alatta levő járatok közötti szűkületet, amivel megszüntette a meleg levegő feláramlását és egyúttal az illegális látogatók behatolását (Zelinka, 1999a,b,c; Gaál és Zelinka, 2008). 2012-ben a barlangban termovíziós kamerát is teszteltek. Jelenleg a barlang lékgöri viszonyait az ún. fekete dobozok segítségével követik nyomon önkéntes barlangutatók.

A **Hollókő-jégbarlangban** először történtek klimatikus mérések. A barlang két különböző részén egyéves időtartamban figyeltük a hőmérséklet változásait és a relatív páratartalmat. A nyert eredmények a barlang egész évben tartó eljegesedését támasztották alá, az utóbbi évek klímaváltozásai hatására azonban a jégképződés csaknem a megszűnés határán van (Zelinka, 2007).

A **Körtvélyesi-, Milada- és Somogyi-barlangban** folyó klímamegfigyelések egy szélesebb hidrológiai vizsgálat részei képezi. Az első informatív jellegű folyamatos mérések „fekete dobozok” segítségével történtek, 2013-ban a két utóbbi barlangban azonban mobil állomásra cserélődtek le az integrált monitoring rendszer keretében. A barlangok hőmérséklete megfelel a évi természetes folyamatoknak, a klímamérések nem mutattak ki különösebb változásokat.

## BARLANGBIOLÓGIAI VIZSGÁLATOK (Papáč V.)

A barlangok aránylag nagy sűrűsége a Gömör-Tornai-karszton, a jó klímaviszonyok és a megfelelő földrajzi elhelyezkedés jelentősen befolyásolta, hogy a térségben európai vizonylatban is egyedülálló barlangi állatvilág fejlődött ki számos endemikus fajjal (Košel, 2009). A barlangbiológiai vizsgálatok során előnyt élveztek a nemzeti természeti emlékké nyilvánított barlangok. A Domicában 1997-től folynak zoológiai és mikrobiológiai vizsgálatok, rendszeres denevérmegfigyelések pedig 1988-tól. Megfigyelésre kerül a denevérek faji összetétele, gyakorisága, térbeli elhelyezkedése, különösen a téli időszakban, mivel a beazonosított 16 faj túlnyomó része a barlangot telelére használja ki, mint pl. a *Rhinolophus euryale*, *R. hipposideros* és *R. ferrumequinum* patkósorrúak (Uhrin et al., 2014). A Domica a kereknyergű patkósdenevér strágégiai előhelye, ahol a faj elterjedésének északi határát éri el. Ökolójáját Miková et al. (2012, 2013) tanulmányozta részletesen. A Baradla-Domica-barangrendszerben több mint 500 gerinctelen és egysejtű fajt azonosítottak, ami biológiai szempontból rendkívüli felszín alatti ökoszisztémának minősül (Papáč et al., 2014; Salamon et al., 2014). A Domicában 1997-ben sikeresült fellelni a *Typhloius* sp. ikerszelvényest (Mock et al., 2002), de értékesek a Domicában és az Ardói barlangban talált szálfarkúak is (Kováč et al., 1999). Az *Eukoenia spelaea* szálfarkút később Szlovákia 21 más barlangjában is megtalálták (Kováč et al., 2014). Az **Ardói-barlangban** előforduló faj emésztőrendszerét is vizsgálták, aminek alapján állítható, hogy táplálékuk túlnyomó részét feltehtőleg kékmoszatok képezik (Smrž et al., 2013). A Domica izeltlábuival Kováč et al. (2004a, 2005a) foglalkozott részletesen. Főleg a rágók mutatnak nagy változékonyságot. Összesen 8 vízi barlanglakó (stygobiont) fajt sikeresült beazonosítani, mint pl. *Acanthocyclops venustus*, *Diacyclops languidoides* vagy a *Niphargus aggtelekiensis* (Hudec, 2000). A vízi gerinctelen fauna egyik meghatározó értéke a barlangrendszer Ramsari előhellyé való nyilvánításának. A Domicában és az Ardói-barlangban elsőként végeztek átfogó mikrobiológiai vizsgálatokat, amelyek eredményeként a baktériumok, moszatok és mikroszkopikus gombák szerkezetére is fény derült (Elhotová et al., 2003, 2004; Chroňáková et al., 2007, 2009a,b; Lukešová, 2007; Nováková, 2004, 2005, 2014; Seman a Gaál, 2009). Az Ardói-barlang levegőjében nagyobb mennyiségen találtak mikroszkopikus gombák spóráit, amelyek egy része az ember számára is veszélyes lehet (pl. *Aspergillus* sp., *Myxotrichum deflexum*). A denevérek, férgek és a *Mesoniscus graniger* ászkarák ürülékeiben különösen magas gombatartalom észlelik, közöttük a *Pidoplichkoviella terricola* szaprotró gombát, amely a világ második lelete (Nováková, 2004). Tesztekkel támasztották alá, hogy a *M. graniger* ászkarák némely gomba és moszat-faj fogyasztását előnyben részesít (Šustr et al., 2009, 2010). A denevérrürékek részletes elemzése nehézfémek jelenlétéit is kimutatta, vizsgálták ezek okát és az ürülék korát is, amelyek legkorábbi felhalmozódásai ezer évre tehetők (Krištufek, 2008; Krištufek et al.,

2009, 2010). A mikróbák jelenléte az ürülék tulajdonságainak megváltozását is maga után vonta (pl. pH értékének változása 3-ról 5,4-re), ami számos gerinctelen fajnak (atkáknak, ugróvillásoknak, ászkarákoknak) lehetővé tette a guanó táplálékul való kihasználását. A Domica vizének baktériumainál érezhető a környező mezőgazdasági tevékenység hatása (Donauerová et al., 2013; Gaál et al., 2014).

A **Jászói-barlangban** főleg a denevérek megfigyelése folyt 1994-től (Fulín és Matis, 2000). Összesen 19 fajt azonosítottak a barlangban, főleg telelőket, a kereknyergű patkósdenevér (*Rhinolophus euryale*) viszont átmeneti helyként inkább összel keresi fel a barlangot. Különösen jelentős a nagy patkósdenevér (*R. ferrumequinum*) előfordulása. A gerinctelenek vizsgálatával Lukáč et al. (2004) foglalkozott, de rendkívül értékes a *Neelus koseli* endemikus barlanglakó ugróvillás észlelése is (Kováč és Papáč, 2010).

2003-ban először végeztek zoológiai megfigyeléseket az **Ochtinai-aragonitbarlangban** (Kováč et al., 2004b). A barlangban denevérek nem fordulnak elő, így guanó sem, ráadásul szerves anyagokban is szegényesek a járatok. A gyér állatvilágból 14 taxont sikeresít beazonosítani, amelyekből az ugróvillások voltak túlsúlyban, közülük 2 troglobiont faj: a *Deuteraphora cf. kratochvili* és a *Pseudosinella aggteliensis*.

Jelentősebb a **Dobsinai-jégbarlang** állatvilága. A 12 denevérfaj közül Európaszerte is különlegességek számít a bajuszos denevér (*Myotis mystacinus*) és a Brandt denevér (*M. brandtii*) előfordulása. A gerinctelenek vizsgálatára, eltekintve néhány korábbi adattól (Kováč a Košel, 1998; Kováč et al., 1999), csupán 2004-ben került sor. Összesen 54 taxont azonosítottak be. A jégnélküli Fehér-teremben két stygobiont rákfajt is találtak: *Bathyneura natans* és *Elaphoidella* sp. A teresztrikus fajokból jelentősek az ugróvillások, mint pl. a *Pygmarrhopalites aggteliensis*, *Deuteraphorura kratochvili*, *Megalothorax carpaticus* és a *Protaphorura janosik*. A *Hypogastrura crassaegranulata dobsinensis* ugróvillás glaciális reliktum (Stach, 1949).

1998-ban vizsgálták a **Gombaszögi-barlangot**, amely rögtön egy jelentős felfedezéssel lepte meg a tudományt: a *Typhloius* sp. első előfordulásával Szlovákiában (Mock et al., 2002). Testének 2,6 cm hossza folytán Szlovákia legnagyobb barlanglakó gerinctelen faja és 147 pár lábával a legtöbb lábú fajnak számít. Az **Új- és a Régi-Berzétei-barlangban** Barciová et al. (2010) végzett faunisztkai vizsgálatokat ugróvillásokon, aki az itt talált fajokat összehasonlíttat a Gombaszögi barlang állatvilágával. A **Szilicei-jégbarlangban** szintén végeztek zoológiai és mikrobiológiai megfigyeléseket. Elsősorban mikroorganizmusok valamint atták és ugróvillások alkalmazkodását vizsgálták a barlang hideg környezetéhez (Elhotová és Petrásek, 2009; Raschmanová et al., 2013).

További előzetes kutatások folytak a következő, idegenforgalom számára nem hozzáérhető barlangokban: a **Milada-, Kecsőréti-, Somogyi-, Körtvélyesi-, Majko- és Leontina-barlangban** valamint az **Óriás-, Vaddisznós- és Singliar-zsombolyban**, továbbá a **Hó-lyukban** és a **Csengő-lyukban** (Papáč et al., 2006; Papáč, 2007a,b; Kováč

et al., 2005b,c, 2010, 2012). Az említett zsombolyokban több értékes barlanglakó fajt észlelték, amelyek közül kitűnik a *Neobisium (Blothrus) slovacum* álskorpio és *Pygmarrhopalites intermedius* ugróvillás az Óriászsombolyban. Különösen érdekes a sokáig beomlottnak hitt Leontina-barlang, ahonnan az első troglobiont bogárfajt írták le *Anophthalmus (Duvalius) bokori* néven (Csiki 1910). Az újabb zoológiai vizsgálatok Košel et al. (2007) és Kováč et al. (2008) munkáiban találhatók. Számos más barlang azonban még további kutatásokra vár. Ilyen a Kövespatakibarlang, amelynek alsó részeit túlnyomórészt csak bűvárok látogathatják, vagy a Szepsibarlang labirintusrendszere.

## A BARLANGOK KEZELÉSE (Balciar I., Gaál L.)

**Felszíni védőövek létesítése.** Az új természetvédelmi törvény 1995-ben egyrészt minden barlangot védett nyilvánított, másrészt azonban automatikusan eltörülte a meglevő felszíni védőöveket. 2000-ben még történt egy kísérlet 28 veszélyeztetett barlang védőövét kijelenteni, ez azonban a mezőgazdasági minisztérium vétőja miatt kudarcba fulladt. A Szlovákiai Barlangok Igazgatósága ezért 2002-től fokozatosan készítette el a kiemelt barlangok védőövénnek terveit, amelyeket hosszabb-rövidebb huzavona után a kerületi hivatal határozatban ki is jelentett. A Világörökség helyszín területén a következő barlangok védőöveit jelentették ki: Domica 2005-ben (616,6892 ha területen), Buzgó-barlang 2007-ben (195,6266 ha), Ochtinai-aragonitbarlang 2009-ben (65,4455 ha), Gombaszögi-barlang 2011-ben (642,4831 ha területen). A Jászói-barlang körül nem létesült védőöv, mivel ez a Jászói-tölgyes rezervátumban fekszik, hasonlóan a Dobsina-Sztracenai-barlangrendszerhez, amely a Sztracenai-rezervátumban helyezkedik el.

**Veszélyeztetett barlangok bejáratainak lezárasa.** Ezek túlnyomó része rács, kisebb mértékben ajtó. Állatok, esetleg emberek beesésének meggyilkolása okából több zsomboly nyilását is bekerítették (pl. Csengő-lyuk, Ikri-zsomboly, Kis-zsomboly). A Világörökség szlovákiai részén jelenleg 35 lezárt barlang és 4 bekerített zsombolnyilás található.

**Szenyezőanyagok eltávolítása.** A szennyezőanyagok rendszeres eltávolítása a barlangokból 2002 óta történik, amikor minden barlang a Szlovákiai Barlangok Igazgatósághoz került. A Világörökség szlovákiai részén 19 barlangból távolították el a hulladék. Közülük különösen fontos volt a mérgező anyagok (növényvédő szerek, nehézfémek, szénhidrogének) eltávolítása az Ikri, Fonottság- és a szilicei Csengő-zsombolyból 2005-ben 80 tonna összmennyiségben, majd 100 t mennyiségen a szilicei Havas-zsombolyból 2006-ban. Ezek igen költségesek voltak, amelyek Eu-pályázatokból fedeződték. Kisebb mennyiségű hulladékanyag eltávolítására került sor a Gombaszögi-barlangból és a Domicából (2002 és 2003), a Barázdálászsombolyból, az Új-Berzétei-barlangból és a Feneketlen-zsombolyból (2004), a Dobsinai-jégbarlangból (2006 és 2007), a Nyírsáriszsombolyból (2007), a Závoz-zsombolyból,

a Hat-kúti-zsombolyból, Róka-lyukból, az Ördög-lyukból (2008, elhullott háziállat teteme) és a Nagy-zsombolyból (2014), amely fenevéken beesett szarvas teteme volt.

**Képződmények védelme idegenforgalmi barlangokban.** Néhány helyen védőhálók helyeződtek el a képződmények védelme érdekében, az Ochtinai-aronitbarlangban pedig térfogelő kamerával monitorozzák a látogatókat. A lámpaflóra ellen korábban vegyszeres tisztítást végeztek, az utóbbi időben azonban a világítást LED lámpáakra cserélve próbálnak védekezni a lámpaflóra ellen.

**Barlangi órszolgálat.** Szlovákiában 2002-ben önkéntes barlangutatókból barlangi órszolgálat létesítésére került sor, amelynek tagjai a veszélyeztetett barlangok rendszeres ellenőrzését, a lezárt barlangok karbantartását és környezetvédelmi nevelőmunkát is végeztek. 2010-ben azonban az Állami Természetvédelem ezt a tevékenységet pénzhiány miatt megszüntette. A Világörökség helyszín területén 9 barlangi őr működött, akik jelenleg csak saját megggyőződésből dolgoznak.

#### IDEGENFORGALMI BARLANGOK MŰSZAKI BEBIZTOSÍTÁSA (Labaška P.)

Az idegenforgalmi barlangok műszaki hátterének biztosítása (kiépítések, korlátok kicserelése, villanyvilágítás korszerűsítése, stb.) főleg uniós forrásból fedeződött. A **Domica-barlang** bejáratának környékét 2004-ben parkosították esőbeállóval és a Domica-tanösvény kapujával. 2008–2009-ben a második csónakjárát felettesen barlangi gyógyászatra alkalmas

helyiséget építettek ki bejáratí tárával, majd 2014–2015-ben kicsereálték a korlátokat rozsdamentes anyagra. A **Combaszögi-barlang** bejáratához 2005-ben műanyagtetőt helyeztek el és kicsereálték a bejáratí ajtót, majd 2004 és 2005-ben felújították a villanyvilágítást, 2014–2015-ben pedig a korlátokat cserélték le.

A **Jászói-barlang** fogadóépületét még 1995–1996-ban újították fel, majd 1998-ban a villanyvilágítást és a bejáratí szakaszt, 2002-ben pedig a csatornázás csatlakoztatását és a barlang látogatási útvonalának korlátait cserélték ki. Abban az évben egy kőomlás megakadályozására biztonsági hálót helyeztek el a bejáratí szikla falára. 2014-ben a barlang felületi biztonsági korlátokat újították fel. A villanyvilágítás felújítását az **Ochtinai-aronitbarlangban** is elvégezték 1996–1997-ben, majd 2001-ben a látogatók megfigyelésére ipari kamerákat szereltek fel. 2015-ben felújították a látogatási útvonalat. 1997–1998-ban elvégezték a **Dobsinai-jégbarlang** fogadóépületének teljes felújítását, a rákövetkező évben pedig a barlang villanyvilágítását cserélték le. 2004–2008-ban felújításra került a látogatási útvonal, kicsereálték a bejáratí zárat, majd 2008–2010-ben a fogadóépületbe bevezették az ivóvizet, az épületet pedig szennyezítetlenítő berendezéssel látották el. 2015-ben a barlang bejáratí részénél sziklafalak megerősítésére került sor.

#### KÖRNYEZETVÉDELMI NEVELÉS (Gaál L.)

A Szlovák- és Aggteleki-karszt barlangvilágának felvétele a Világörökség jegyzékébe nemcsak a barlangok védelme iránti felelő-

séget vonja maga után, de fontos kulturális üzenet is, amely generációkról generációkra kell hogy öröklődjön. Ezt kiállításokkal, kiadványokkal, előadásokkal és lelkismeretes neveléssel lehet elérni.

A Szlovákiai Barlangok Igazgatósága 1998-ban 470 m hosszú tanösvényt épített ki a Dobsinai-jégbarlanghoz 5 megállóval. 2005-ben állandó kiállítás nyílt a Domica fogadóépületében 5 vitrinnel, a karsztjelenségek térbeli modelljeivel és vetítőteremmel, 1996-ban az Ochtinai-aronitbarlang épületében rendeztek kiállítást, amelyet 2005-ben felújítottak. Használó kiállítás nyílt a Jászói-barlang fogadóépületében is 1997-ben. 2005-ben J. Stankovič kezdeményezésére a Rozsnyói Bányaismúzeum és az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága nagyszabású vándorkiállítást rendezett 28 banderon, amit több országban is bemutattak.

A Világörökség legjelentősebb barlangja itt a világörökség emblémájával jelölték meg. A Szlovákiai Barlangok Igazgatósága számos kiadvány és propagációs anyag kiadását biztosította be, amelyekből legjelentősebb az 2005-ben kiadt Világörökségi barlangok Szlovákiában (*Jaskyne svetového dedičstva na Slovensku*) c. könyv. 2008-ban angol nyelven is a nagyközönség elé került *Caves of the World Heritage in Slovakia* címen. 2014-ben az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóságával közösen került kiadatásra a Baradla-Domica-barlangrendszer c. monográfia. 2007-ben 38 perces videofilm készült a Világörökség barlangjairól, amelyet 2015-ben angol nyelvre is lefordítottak.

## VÝSKUM, OCHRANA A STAROSTLIVOSŤ O NEŽIVÚ PRÍRODU V AGGTELEKSKOM KRASE: DVADSAŤROČNÁ RETROSPEKTÍVA

**Péter Gruber**

Pravidlá svetového dedičstva si vyžadujú aj zabezpečenie udržiavania jeho kultúrnych či prírodných hodnôt. Z tohto dôvodu treba vykonávať opatrenia na ochranu a starostlosť o svetové dedičstvo. Dôležitou súčasťou týchto opatrení je aj výskum a prieskum.

#### UZATVÁRANIE A REKONŠTRUKCIA JASKYNNÝCH VCHODOV, ROZVOJOVÉ OPATRENIA OCHRANY PRÍRODY

Po zápisu jaskyň do zoznamu svetového dedičstva na území Aggtelekского krasu bolo prvým ochranárskym opatrením zabezpečenie vchodu **Frankovej jaskyne** pri Bódvaszilasi. Jaskynu otvorili v roku 1971, neskôr sa však vstupná studňa upchala do hĺbky 4 m. V roku 1996 pracovníci národného parku závaly odstránili a vchod zabezpečili proti ďalšiemu upchaniu.

So sprístupnením **Jaskyne Imreho Vassa** pre verejnosť sa počítalo už dávnejšie. Národný park dal odstrániť staré zvyšky sprístupnenia, obnovil elektrické osvetlenie a v roku 2000 jednoduchým turistickým spôsobom

začal prevádzkovať jaskyne bez betónových chodníkov. V súčasnosti je návšteva jaskyne začlenená do ekologickej túry.

V Maďarsku sa v ostatnom čase zvyšovali požiadavky na adrenalínové jaskynné túry. V záujme toho sa uskutočnili menšie úpravy v **jaskyni Béke** (Mieru) a na prelome tisícročia ju sprístupnili pre skupiny návštěvníkov. Na Veľkej sintrovej hrádzi sa pre jej ochranu vybudovala kovová lávka z nehrdzavejúceho materiálu a odvodnil sa priestor bývalého Sanatória. Upravený bol aj vchod pri Szomorhegy po povodniach, odstránila sa nebezpečné balvany a vybudoval sa oporný mýrik.

V roku 1999 I. Szenthe našiel neobyčajné archeologické nálezy v jaskyni **Hosszú-tetői**. V záujme ochrany zlatých predmetov kyatickej kultúry z bronzovej doby jaskynu v roku 2000 správa národného parku uzatvorila.

Do niektorých často navštievovaných prieskumov **Dolného vrchu** umiestnili počas kongresu UIS v roku 1989 kotvenia na zostupy. Pre opotrebovanosť ich národný park v rokoch 2001 a 2002 vymenil.

V rámci príprav na turistické sprístupnenie **Kossuthovej jaskyne** správa národného parku v roku 2002 upravila areál vchodu, zrekonštruovala pôvodné výverové miesto prameňa Veľká Tohonya, v jaskyni umiestnila rebríky z nehrdzavejúceho materiálu a fixné horolezecké laná vymenila za ocelové. Nové ocelové laná umiestnila aj nad Veľkým jazrom a takisto upravila miesto zanorenia pre potápáčov v Beznádejnom sifóne.

Dlhoročným problémom bol spôsob protikorózneho osvetenia zábradlia v **Baradle**. Pracovníci národného parku vyskúšali niekoľko druhov farbiva a rôznych prípravkov, nakoniec v roku 1999 vymenili mimo brehov Plavebného jazera (Csónakázó-tó) celú dĺžku zábradlia aggtelekského úseku za nehrdzavejúci ocelový materiál. Po osvedčení riešenia podobnú metódu zaviedli aj v ostatných jaskyniach Maďarska. Paralelne s touto výmenou namontovali na zábradlie aj bezpečnostné osvetľovacie telesá chodníkov. V jaskyni Baradla po prelome tisícročia sa uskutočnili aj hydrochemické výskumy vtekajúcich vôd

a príležitostné mikroklimatické pozorovania. V roku 2002 sa vybudovala environmentálna detekčná sieť, ktorá zabezpečila plynulé monitorovanie vody a ovzdušia. Jednotlivé stanovištia sa umiestnili do chodby Róka-ág, do Kaffkovej siene, ako aj do vody Styxu a Acheronu.

Za najväčšie rekonštrukčné práce za posledných 20 rokov sa dá považovať vybudovanie úseku medzi Vörös-tó a Jósavafő v rokoch 2004 – 2005. Projekt sa realizoval za podpory Európskej únie (PHARE) prostredníctvom konzorcia Kaffka Péter s celkovým rozpočtom takmer 1 miliarda forintov. Pri vchode Vörös-tó sa vybudoval trojpodlažný vstupný areál s bufetom, pokladňou, prednáškovou miestnosťou, služobným bytom a veľkým parkoviskom. Obnovené bolo aj okolie vchodu pri Jósavafő. Vstupnú budovu predĺžili za účelom umiestnenia transformačnej stanice elektriny a vybudovali diaľkové signalizačné zariadenie. V jaskyni, v úseku medzi Vörös-tó a Jósavafő, sa zabezpečili alebo odstránili uvoľnené balvany, vybudovali oporné mury, ochranné piliere, schody a mosty. Nový betónový chodník konštruovali tak, aby sledoval oblúky koryta podzemného toku, a opatrnili ho obrubníkmi z prírodného kameňa. Na nebezpečných miestach chodník zabezpečili zábradlím z nehrdzavejúceho oceľového materiálu. Premiestnením schodov v Sále obrov zlikvidovali nadbytočné oporné mury. Pre elektrické káble a rúry vybudovali nové betónové kanály, nainštalovali automaticky zapínajúce elektrické osvetlenie pomocou infračervených brán vrátane bezpečnostných svietidiel s výbojkami. Elektrinu plynule dodáva ústredná stanica na povrchu. Moderné elektrické osvetlenie výrazne obmedzuje aj tvorbu lampovej flóry. Pri kopaní základov vstupného areálu Vörös-tó odkryli zvislú krasovú dutinu **Vörös-tói-zsomboly**, ktorú pracovníci národného parku zdokumentovali. Bolo potrebné zmeniť priebeh základov budovy a jaskyňu nakoniec uzatvorili a opatrnili kovovým rebrikom.

Roku 2007 pre ochranu atraktívnych sintrových útvarov nad sintrovými hrázmi vo Viasz utca položili mostík z nehrdzavejúceho materiálu. Roku 2008 začal národný park realizovať projekt na zachovanie hodnôt neživej prírody, najmä na rekonštrukciu jaskyň, banských priestorov a geologických profilov. V jaskyniach sa menili aj osvetľovacie telesá na žiarovky LED. V rámci projektu sa uskutočnili práce na týchto lokalitách:

**Železorudná baňa Tornaszentandrás.** Nachádza sa na severnej strane vrchu Esztramos. Z banských priestorov sa otvára niekoľko významných jaskyň. Cieľom prác bolo zabezpečiť dostupnosť do jaskynných priesto-



Rekonštrukcia štôlne bývalej železorudnej bane Esztramos pre účely ochrany prírody. Foto: M. Szabó  
Természetvédelmi rekonstrukció az Esztramos egykori vasércbányá vágatában. Szabó M. felvételle



Nový vchod do Földváriho jaskyne. Foto: M. Szabó  
Földvári Aladár-barlang új bejárata. Szabó M. felvételle



Vybudovanie jaskyne Surrantós z dôvodu jej ochrany. Foto: M. Szabó  
Surrantós-barlang természetvédelmi célú kiépítése. Szabó M. felvételle

a umiestnili rebríky vo vstupnej šachte a kovové lávky z nehrdzavejúceho materiálu k Veľkému jazeru.

V rámci rekonštrukcie elektrického osvetlenia sa vymenili staré zdroje za žiarovky LED v týchto jaskyniach: Baradla – aggelekský úsek a úsek medzi Vörös-tó a Jósavafő, osvetlené časti Jaskyne Imreho Vassa a Rákócziho jaskyne. Základná koncepcia výmeny bola taká, aby sa výkon nových žiaroviek LED podľa možnosti vyroval starým. Počas inštalácie sa uskutočnili skúšobné osvetlenia a podľa toho sa určil počet a typ žiaroviek. Intenzita osvetľovacích telies je nastaviteľná aj individuálne, prípadne je meniteľná predložkovými skľíckami. Do uvedených štyroch úsekov sa na miesto pôvodných 759 telies inštalovalo 806 nových žiaroviek.

## VEDECKÉ VÝSKUMY

### GEOLOGICKÝ A GEOFYZIKÁLNY VÝSKUM

Významným prínosom geologických prác bolo definovanie nového vápencového typu: jenejských vápencov v jaskyni Baradla a v okolitom území (Piros, 2002; Hips, 1996; Velledits et al., 2011). Súvrstvie v spodnej časti pozostáva z červenkastých alebo sivých vápencov s amonitmi a konodontmi, vyššie z jemnozrných vápencov s brachiopódmi a krinoidmi. Vo vyššej časti obsahuje aj rádiolárie a ihlice húb s vložkou kyslého tufitu z vulkanickej aktivity v oblasti lokálnej panvy kontinentálneho šelfu (Velledits et al., 2011). Jenejské vápence sa v Baradle objavujú v jósavfskom úseku v oblasti Sárkányfej.

V jaskyni Baradla J. Móga a P. Bosák uskutočnili určovanie veku a paleomagnetické výskumy (Bosák et al., 2004), ktoré potvrdili výsledky skorších prác Lauritzena a Leél-Őssyho (1994), pretože usadeniny datovali na max. 120-tisíc rokov. Sintrové vrstvy v Münnichovom priechode stanovili na 114- až 115-tisíc rokov. Zámbó et al. (2002) porovnávajú údaje o veku kvapľov (vrátane

rov, znova utvoril sutinou uzavorené vchody, zabezpečí prístupové cesty k nim, zachoval sintrové útvary a biotopy pre netopiere na celkove 10 lokalitách.

Baňa **Bomboly** pri obci Mád. Ťažbu v nej pozastavili v roku 1980 a odvtedy jej priestory osídliли netopiere v mimoriadne veľkých skupinách. Baňa je v správe národného parku, pohyb v jej priestoroch bol však nebezpečný, napriek tomu ich často navštevovali ilegálne. V rámci úprav správa uzavrtala vchod do banských priestorov a odstránila nebezpečné závaly.

V hornej časti vrchu Esztramos sa nachádza aj **Földváriho jaskyňa**. V rámci projektových prác bol upravený vchod, vymenil sa uzáver aj skorodované rebríky vo vnútri za rebríky z nehrdzavejúceho materiálu.

Ďalšie úpravy sa uskutočnili v prieplasti **Rejték** severovýchodne od Szögligetu. Obnovil sa uzáver otvoru so zabezpečením preletu netopierov a pre ochranu sintrových útvarov sa upravili rebríky, skorodované časti sa vymenili za rebríky z nehrdzavejúceho materiálu.

Nevyhnutné bolo obnoviť aj zarastené a sutinou zakryté základné **geologické profile** na území Aggelekského národného parku. Rekonštrukčné práce sa uskutočnili na 17 významných profiloch.

Ďalšou významnou jaskyňou železorudnej a vápencovej bane vrchu Esztramos pri obci Tornaszentandrás je **Rákócziho jaskyňa č. 2**. V záujme ochrany krehkých sintrových útvarov sa z jaskyne odstránili banské haldy

najstarších) s paleoklimatickými podmienkami a konštatujú, že pravdepodobne žiadne útvary nepresahujú vek 200-tisíc rokov. Na základe vekov terasových stupňov v jaskyni sa podľa nich dá tvrdiť, že jaskynné priestory boli vo würme vyplnené viac ako dnes. Siklósy et al. (2011) preukázal v sintrových materiáloch klimatické zmeny aj v kratších cykloch. Rast kvapľov sa zhoduje s klimatickými optimami pred cca 118-tisíc rokmi, ale pred 117-tisíc rokmi už podľa zmien v sintri nastalo ochladenie. V sieni Olympos skúmali paleoseizmické aktivity na stalagmitoch, pričom zistili, že za posledných 60- až 70-tisíc rokov nedošlo k otrasmom s horizontálnym zrýchlením väčším než  $\sim 0,4 \text{ m/s}^2$  (Szeidovitz et al., 2004, 2005).

Dlhší čas skúmali aj usadeniny jaskyň Baradla a Béke. Zistili, že hlavným minerálom usadenín je kremeň, ktorý môže pochádzať z hlinitej povrchovej pokryvky Aggtelekského krasu, pretože o kratšom transporte svedčí okrem idiomorfného kremeňa aj turmalín (Berényi et al., 2005, 2006; Viktorik et al., 2012). V priestoroch jaskyne sa vyskytuje niekoľko minerálov, z ktorých časť sa na povrchu vyskytuje len zriedkavo. Z mineralogického hľadiska sa skúmali aj minerály viazané na guánové kopy (Szakáll, 2007; Kereskényi et al., 2014).

V roku 2014 Ľ. Gaál uskutočnil v jaskyni Baradla orientačný tektonický výskum, ktorý nadávalo na merania Gy. Szentesa v úseku medzi Vörös-tó a Jósvafő a potvrdil prítomnosť síniských vrstiev v sieni Medvekarmos (Gruber a Gaál, 2014).

V rôznych častiach Aggtelekského krasu sa uskutočnili aj geofyzikálne výskumy na objasnenie genézy zárvtorov (Veress, 2010, 2012, 2014).

V rokoch 2013 – 2014 sa v rámci programu cezhraničnej spolupráce realizoval projekt Starostlivosť o jaskyne svetového dedičstva v Slovenskom a Aggtelekskom kraze, ktorého prínosom boli aj geofyzikálne práce uskutočnené konzorciami Karst Survey metódou VES (80 meraní) a RMT (2000 meraní) v oblasti jaskyň Milada, Vízfakadás a Vass Imre. Výsledkom práce boli aj dve mapy zraniteľnosti krasu.

## GEOMORFOLOGICKÝ VÝSKUM

Geomorfologické pomery územia skúmali v uplynulých 20 rokoch viacerí autori. Prvý súhrnný opis pochádza od Zámbóia (1998), ale Aggtelekský kras niekoľko rokov podrobne skúmal J. Móga, ktorý vyhotobil aj geomorfologickú mapu územia (Móga, 1998, 1999, 2001, 2002a, 2002b). Matematicko-kartografické a geoinformatické výhodnotenie mapových podkladov robil T. Telbisz od roku 2001. V oblasti Aggtelekského krasu, Plešivskej planiny a Silickej planiny sa zameral na morfometrické zhodnotenie zárvtorov (Telbisz, 2001; Telbisz et al., 2005, 2006). V oblasti Aggtelekského krasu vypracoval model vzniku zárvtorov „rodič-dcéra“ po hlavných a podružných tektonických liniach. Podľa tohto modelu je vysvetliteľné aj kríkovite sa vetylacie rozšírenie zárvtorov a zárvtorových radov okolo centrálnej prieplavy v Aggtelekском kraze (Sümegi et al., 2012). Aplikáciou metó-



Stopovacia skúška v ponore Agancsos. Foto: P. Gruber  
Víznyomjelzés az Agancsos-réti-víznyelőben. Gruber P. felvétele



Stopovacia skúška v ponore Farárovej jamy. Foto: I. Balázs  
Víznyomjelzés a Papverme-víznyelőnél. Balázs I. felvétele

dy GIS na zmeny krasového povrchu sa zoberali aj niektorí ďalší autori (Gruber, 2003; Mari, 2003; Nagy, 2003, 2008).

Travertínové lokality Aggtelekského a Rudabanského pohoria skúmal Sásdi (2005), podľa ktorého najstaršie vrstvy pochádzajú zo spodného panónu. V práci sa zmieňuje aj o travertínoch na mieste predpokladaného paleovýtoku z jaskyne Baradla na Kaffkovej lúke, ktorého vek predpokladá na stredný pleistocén. Vývojom úrovní Baradly sa zaoberala niekoľko autorov. Gaál (2008) začiatok vzniku jaskynných chodieb predpokladá vo vrchnom pliocéne a na základe rozmiestnenia terás Rimavy a Slanej ich ďalší vývoj považuje za odraz výzdívov v interglaciáloch. Podľa Veressa (2008, 2012) korózne dutiny jaskyne sa začali vytvárať už v neskorom panóne. Gyuricza a Sásdi (2009) na základe paleogeografickej rekonštrukcie predpokladajú vývoj jaskyne od stredného pleistocénu.

## HYDROLOGICKÝ VÝSKUM

Za uplynulých 20 rokov prebiehali hydrologické práce na území Aggtelekského krasu plynulo. Ich stredobodom bol jaskynný systém Domica-Baradla a potenciálny súvis jaskyň Milada a Imreho Vassa. Roku 2006 prvýkrát v území použili stopovacie skúšky metódou bakteriofágov. Výsledky potvrdili spojenie jaskyň Milada a Bezodná lánica s Kečovskou vývieračkou, resp. strácajúcich sa vod v koryte Kečovského potoka s Dlhou spodnou jaskyniou, ale nedokázali spojenie medzi Miladou a Jaskynou Imreho Vassa (Haviarová a Gruber, 2006; Haviarová et al., 2008). Na základe toho sa rozšírila vodozberná oblasť Baradly o brezovsko-kečovský podzemný hydrologický systém.

V októbri 2008 sa aplikovali bakteriofágy v Gabiho ponore pri Milade; objavili sa v bočnom prítoku jaskyne Milada, ale nie v maďarských prameňoch (Gaál, 2008). Znamenalo to, že ani v Gabiho ponore nenastáva bifurkácia tokov smerom na Jaskyňu Imreho Vassa.

Posledné stopovacie skúšky v širšej oblasti jaskyne Milada sa uskutočnili v roku 2014 v rámci spoločného projektu Aggtelekského národného parku a Správy slovenských jaskyň. Pomocou eozínu sa podarilo potvrdiť spojenie medzi Potokom Kráľovej studne a Miladou (po 9 hodinách objavenia farbiva) a medzi estavelou Vízfakadás s Miladou (pomocou bakteriofágov po 56 hodinách). Rodamínom sa farbilo v ponore Agancsos-rét, z ktorého vody sa objavili na 6 detegovaných miestach: najprv v Silickej lánici, potom v Gombaseckej jaskyni, v Milade a po 18 dňoch v maďarských prameňoch Babot-kút a Malá Tohonya (Gruber et al., v tlači).

Skúmali sa aj prirodzené a umelé jazerá územia. Konštatovalo sa, že ich hladina v posledných rokoch značne klesla následkom globálneho oteplovania, vplyvom antropogennych aktivít sa urýchliло ich zanašanie a viaceré z nich sú znečisťované poľnohospodárskymi produktmi, často aj vyššou koncentráciou Ni, Cr a Cd (Samu a Keveiné, 2009; Samu et al., 2012).

Pokračovalo sa aj v spracovaní údajov získaných bývalým hydrologickým výskumným ústavom VITUKI, ktoré doplnili novším pozorovaniami. Skúmali vplyv zrážok na denný režim výdatnosti prameňov (Maucha – Németh, 2006), režim vyprázdnenia vyvieračiek Aggtelekského krasu (Maucha, 2002), zmeny nasýtenosti krasu podľa hodnôt výdatnosti prameňov (Maucha, 2005), zmeny vplyvov tlaku vzduchu na výdatnosť prameňov (Maucha, 2008) a prameňe so zvláštnym režimom výdatnosti (Maucha, 2007). Zaobrali sa aj hydrológicou jaskyne Baradla a hydrochemickou analýzou prameňov (Maucha, 1998; Szőke a Keveiné, 2003; Gruber, 2004, 2006; Gruber et al., 2012, 2014). V podzemných tokoch Styx a Acheron v jaskyni Baradla nainštalovali pracovníci národného parku na prelome tisícročí fixné hydrochemické monitorovacie stanice, ktoré plynulo registrujú teplotu, pH, rozpustený kyslík, vodivosť, redox potenciál a koncentráciu dusičnanov. V prípade povodní dokáže automatický systém ihneď rozlišiť vonkajšie poľnohospodárske či iné znečistenie. Uskutočnili sa pritom aj príležitosťné jednorazové odbery na analýzu, výhodnotil sa obsah fažkých kovov vo vzorkách sintrov, hliny a bahna, ako aj priesakových vôd na miestach koróznej degradácie kvapľov.

## VÝSKUM JASKYNNÉHO OVZDUŠIA

Výskumu sa uskutočnili najmä v jaskyni Baradla. J. Stieber zaregistroval vystupujúci teplejší vzduch z podzemných ponorov jósavfského úseku, čo pokladal za odraz prítomnosti mierne teplejších vôd v Dlhej spodnej jaskyni (Stieber, 2001, 2010, 2013). Koncentrácie  $\text{CO}_2$  na týchto miestach ukázali extrémne hodnoty, ktoré sledujú zmeny hladiny vody a tlaku vzduchu

v spodných úsekok. V roku 1999 sa sledoval obsah CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub>, ako aj aerosól v jaskynnom ovzduší. Preukázala sa súvislosť medzi hladinou vody v ponore Dancza a odtiaľto vystupujúcim teplejším vzduchom s vyšším obsahom oxídu uhlícteho, ktorý pochádza z neznámych chodieb Dlhej spodnej jaskyne (Stieber, 2013).

V rokoch 1998 – 2002 sa meraním koncentrácie radónu zistil lokálny zdroj radónového žiarenia z jaskynej hliny. Využijúc merania radónu v agttelekskej časti jaskyne vymapovali letný a zimný režim prúdenia vzduchu a dokázalo sa, že jaskyňa najviac komunikuje s povrhom cez Netopieriu vetvu (Denevér-ág). Vymapovali sa zdroje žiarenia i miesta pohľovačov radónu (Dezső et al., 2001).

## ODKRÝVAČSKÉ PRÁCE

Jaskyňu **Baradla** speleologicky skúmali prakticky od prvých mapovacích prác (Sartori, 1794; Raisz, 1802). Jej priestory boli známe až po Železnej vráte (Vaskapu) a v tých časoch sa pravdepodobne dostali aj prototoku Styxu až k sifónom. Ďalšie úseky od Železnej vráte objavil I. Vass až po Javisko (Színpad) za Sieňou obrov, čo znázorňuje aj na svojej mape z roku 1825. Za posledných dvadsať rokov najvýznamnejšie objavy v jaskyni dosiahla Jaskyniarska skupina Baradla. Jaskyniari I. Szabó a Zs. Végh v bočnej chodbe Retek-ág prenikli na dvoch miestach do rozsiahlych chodieb vyššieho poschodia. Ďalšie nové chodby odkryli pod vedením P. Grubera a L. Szabó a nad Netopierou vetvou a vo vyššie položených úsekok časti Viasz-utca. Takisto v tomto období, v roku 2002, sa začal intenzívny prieskum v podzemnom

ponore Dancza, ktorý predstavuje dobre vyvinutý hľač Dlhej spodnej jaskyne. Prieskum ponoru dodnes pokračuje pod vedením P. Grubera, v poslednom období P. Kisa. Hĺbka hľača dnes dosiahla takmer 40 m od úrovne hlavného riečiska Baradly. Ďalšie menšie objavy sa uskutočnili aj počas nového mapovania, čím súhrnná dĺžka jaskyne vzrástla takmer o 1,5 km.

V **Kossuthovej jaskyni** v roku 1997 potápači potápačskej sekcie I. Plózera objavili v II. jazere **Rákóczihó jaskyně** novú bočnú chodbu, ktorá viedla do rozsiahleho vodou zatopeného labiryntu. V roku 2002 sa tam stratil jeden z potápačov, na záchrannu ktorého sa začala najväčšia záchranná akcia v Maďarsku s medzinárodnou účasťou. Nakoniec úsilie niekoľkých stoviek záchranárov bolo korunované úspechom, keď sa potápača po 118 hodinách podarilo vyslobodiť. V roku 2005 ďalší prieskum v tejto časti uskutočnili potápači klubu Amphora, ktorí zmapovali objavené priestory, v roku 2011 medzi I. a II. jazerom našli spojovaci chodbu. Preskúmali aj jazerá jaskyne **Surran-tós**, tu však nenašli ďalšie priestory.

V roku 2000 členovia potápačskej sekcie I. Plózera pod vedením Z. Szabóa preskúmali jaskyňu **Vízfakadás** a začali odstraňovať jej hlinitú výplň. Počas niekoľkých tábrov sa podarilo dosiahnuť bývalé dno, kde bolo počuť tečúcu vodu. Keďže geofyzikálne merania, uskutočnené v rámci slovensko-maďarského projektu v roku 2014, preukázali v tesnej blízkosti jaskyne prítomnosť väčších podzemných dutín, v odkryvačských prácach pokračovali jaskyniari už na jar a dosiahli riečisko smerujúce k jaskyni Milada. V prieskume sa dodnes pokračuje.

V jaskyni **Béke** v rokoch 1998 a 2000 sa A. Nyerges a M. Kucsera dostali lezeckou technikou do 73-metrovej komínovej časti, čím dĺžka jaskyne vzrástla na 7183 m. V tom čase dosiahli úspechy aj jaskyniari klubu BEAC v jaskyni **Féldecis** a v prienosti **Moszkítós** na Dolnom vrchu. Od roku 2002 prieplasti a jaskyne Dolného vrchu systematicky skúmali a dokumentovali českí jaskyniari pod vedením L. Vlka. Vďaka ich práci sa odkrylo niekoľko nových jaskýň, ako **Hana-lyuk**, **Buksi-zsomboly** alebo **Csehek-szakadéka**.

V roku 2014 zhodnotil Agtteleký národný park stav prírodného prostredia osobitne chránených jaskýň, pričom spracovateľia materiálu vo viacerých jaskyniach našli aj nádejné miesta na pokračovanie. Na základe toho sa znova začali skúmať jaskyne **Vass Imre**, **Baradla-tetői-zsomboly** a **Musztáng**. Prieskum vo všetkých troch jaskyniach trvá dodnes.

## LITERATÚRA

- BERÉNYI ÜVEGES, I. – BERÉNYI ÜVEGES, J. – VID, G. 2005. Jártalp alatti vízszelés a Baradla-barlangban. *Karsztfejlődés*, X, Szombathely, 121–125.  
 BERÉNYI ÜVEGES, I. – BERÉNYI ÜVEGES, J. – VID, G. 2006. Adalékok a Baradla-barlang fejlődésének elméletéhez üledékvizsgálatok alapján. *Karszt és Barlang*, 1–2, Budapest, 33–46.  
 BOSÁK, P. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – MÓGA, J. – PRUNER, P. 2004. Paleomagnetic and U-series dating of cave sediments in Baradla Cave, Hungary. *Acta Carsologica*, 33, 2, 218–238.  
 DEZSŐ, Z. – HAKL, J. – MOLNÁR, L. 2001. Radon vizszonyok a Baradla-barlangban. *Karsztfejlődés*, 6, Szombathely, 305–313.  
 GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskyň Slovenského krasu. *Sz. Liptovský Mikuláš*, 1–166.  
 GRUBER, P. 2003. Tájtörténeti kutatások a Baradla-barlang vízgyűjtőjén. *Karsztfejlődés*, VIII, Szombathely, 243–252.  
 GRUBER, P. 2004. A Baradla-barlang hidrológiai észlelő (monitoring) rendszerének bemutatása. *Karsztfejlődés*, IX, Szombathely, 339–347.  
 GRUBER, P. 2006. A Baradla-barlang környezeti monitoring rendszerének bemutatása és az eredmények értékelése. *Barlangkutatók szakmai találkozója*, Szeged, CD.  
 GRUBER, P. – KERÉSKÉNYI, E. – KOLTAI, G. – KEVEINÉ BÁRÁNY, I. 2012. Data on the hydrogeographical conditions of Baradla cave: seepage and drip waters. *Acta climatologica et chorologica*, Universitatis Szegediensis, Tomus 46, 125–134.  
 GRUBER, P. – KERÉSKÉNYI, E. – KOLTAI, G. – KEVEINÉ BÁRÁNY, I. 2014. Adatok a Baradla-barlang hidrogeografiájai vizszonyaihoz, különös tekintettel a befolyó és cseppegő vizekre. ANP füzetek, Jósvafő, 9–27.  
 GRUBER, P. – HAVIAROVÁ, D. – BALÁZS, I. – MÁTRAHALMI, T. – SERFŐZŐ, Á. – AMBRUS, M. in press. Víznyomjelzéses vizsgálatok a Haragistya – Szilice – Borzova karszttérületen.  
 GRUBER, P. – GAÁL, L. (szerk.) 2014. A Baradla–Domica-barlangrendszer – A barlang, amely összeköt. Agtteleki Nemzeti Park Igazgatósága.  
 GYURICZA, Gy. – SÁSIDI, L. 2009. A Baradla-barlangrendszer kialakulásának kérdései a tágabb környezet földtaní fejlődésének tükrében. *Földtani Közlöny*, 139, 1, 83–92.  
 HAVIAROVÁ, D. – GAÁL, L. – GRUBER, P. – GÉCZY, J. 2008. Predbežné výsledky výskumu podzemného hydrologického prepojenia jaskyň Milada a Vass Imre. *Slovenský kras*, 46, 1, 115–126.  
 HAVIAROVÁ, D. – GRUBER, P. 2006. Stopovacia skúška v jaskyni Milada. *Aragonit*, 11, 43–45.  
 HIPS, K. 1996. Stratigraphical and facies evaluation of the Lower Triassic formations in the Agttelek–Rudabánya Mountains, Northeastern Hungary. *Acta Geologica Hungarica*, 39, 4, 369–411.  
 KERÉSKÉNYI, E. – SZAKÁL, S. – FEHÉR, B. – ZAJZON, N. – KRISTÁLY, F. 2014. Foszfátásványok vizsgálati eredményei a Baradla–Domica-barlangrendszerből. *Barlangkutatók Szakmai találkozója*, Cserépfalu, Előadás.  
 LAURITZEN, S.-E. – LEEL-ÖSSY, Sz. 1994. Előzetes koradatok egyes baradai cseppkövekről. – *Karszt és Barlang*, I–II, Budapest, 3–8.  
 MARI, L. 2003. Felszínborítás-változás vízsgálata térinteraktív módszerekkel az Agtteleki Nemzeti Park területén. *Karsztfejlődés*, VIII, Szombathely, 231–242.  
 MAUCHA, L. 1997. Magyarország karsztforrásainak különleges vízhozam változásai az Agtteleki-karsztfvidéken. *Karszt és Barlang*, I–II, Budapest, 31–39.  
 MAUCHA, L. 2002. Az Agtteleki-karsztfvidék nagyobb forrásainak kiürülési vizszonyai – *Karsztfejlődés*, VII, Szombathely, 105–128.  
 MAUCHA, L. 2005. A karszttelítettség változásának vízsgálata az Agtteleki-karsztfvidék évi minimális forráshozam értékei alapján. *Karsztfejlődés*, X, Szombathely, 61–76.  
 MAUCHA, L. 2008. A légnymás-ingadozás hatása a források vízhozam-változására. *Karsztfejlődés*, XIII, Szombathely, 61–73.  
 MAUCHA, L. – NÉMETH, Z. 2006. A csapadék-hatás mechanizmus a Agtteleki-karsztfvidéken faktadó források napi hozamának kialakulásában. *Karsztfejlődés*, XI, Szombathely, 63–79.  
 MÓGA, J. 1998. Felszínalaktani megfigyelések a Gömör-Tornai-karsztfvidéken. Doktori (PhD) disszertáció, ELTE TTK Természettudományi Kar, Földrajz Tanszék, 141 p.  
 MÓGA, J. 1999. Reconstruction of the development history of karstic water network on the southern part of the Gömör-Torna karst on the basis of ruined caves and landforms. *Acta Carsologica*, 28, 2, 159–174.  
 MÓGA, J. 2001. A szerkezet és kőzetfelépítés szerepe a Szilicei-fennsík karsztos felszínformáinak kialakításában. *Karsztfejlődés*, VI, Szombathely, 143–159.

- MÓGA, J. 2002a. A tornai Alsó-hegy felszínalaktani vizsgálatának új eredményei. Karszt és Barlang, I-II, Budapest, 95–104.
- MÓGA, J. 2002b. Felszínalaktani vizsgálatok a Galyaság területén. Karsztfejlődés, VII, Szombathely, 173–186.
- NAGY, D. 2003. Tájtörténeti kutatások a Gömör-Tornai-karszon. Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban. ANP füzetek II. Jósvafő.
- NAGY, D. 2008. A Gömör-Tornai karszt történeti felszínborítása. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 107 p.
- PIROS, O. 2002. Anianis to Carnian carbonate platform facies and dasycladacean biostratigraphy of the Aggtelek Mts, Northeastern Hungary. *Acta Geologica Hungarica*, 45, 119–151.
- SAMU, A. – BÁRÁNY KEVEI, I. 2009. Characterization and changes in the state of lakes in the field of Aggtelek and Slovak Karst. *Acta climatologica et chorologica, Universitatis Szegediensis*, 121–131.
- SAMU, A. – FEKETE, I. – KEVEI, I. B. 2012. Sequential extraction procedure for the speciation of heavy metals in the sediments of shallow karstic lakes on the Aggtelek and Slovak karst (Hungary and Slovakia). *Slovenský kras*, 50, 1, 55–64.
- SÁSFI, L. 2005. Az Aggtelek-Rudabányai-hegység édesvízi mészkarcolásai. Karsztfejlődés, X, Szombathely, 137–155.
- SÍKLOSY, Z. – DEMÉNY, A. – LÉLŐÖSSY, SZ. – SZENTHE, I. – LAURITZEN, S. E. – SHEN, C. C. 2011. A cseppkövek kormeghatározása és azok paleoklimatológiai jelentősége. *Földtani Közlöny*, 141, 1, 73–87.
- STIEBER, J. 2001. Helyzetismeret és a Baradla-barlang Gyógybarlanggá nyilvánítási eljárásához. Tanulmány, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság.
- STIEBER, J. 2010. A barlangi aeroszol mintavétele és elemzése. 100 éves a szervezett magyar barlangkutatás – konferencia előadások. Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, 111–120.
- STIEBER, J. 2013. A Baradla-árvíz klíma-hatásai a Jósvafői-szakaszon (2013. 03. 31. – 04. 01.) Beszámoló klímamérésekkel. Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat Tájékoztat. Ifj. SÜMEGI, Gy. – id. SÜMEGI, Gy. – VARGA, B. 2012. Töbör-csoporthoz köthető vonásai a Jósvafői-fennsíkon. Karsztfejlődés, XVII, Szombathely, 165–178.
- SZAKÁLL, S. 2007. Új ásványok Magyarországról 2006-ban. *Geoda* XVII. évfolyam 1. szám, 12–17.
- SZEIDOVITZ, Gy. – LÉLŐÖSSY, SZ. – SURÁNYI, G. 2004. Egykorú földrengések felismerése cseppkövek segítségével. *Földrajzi Közlemények*, CXXVIII (LII), 140–146.
- SZEIDOVITZ, Gy. – LÉLŐÖSSY, SZ. – SURÁNYI, G. – CZIFRA, T. – GRIBOVSKY, K. 2005. Paleorengések által gerjesztett maximális horizontális gyorsulásamplitúdók számítása cseppkövek törőszílárdáságának ismeretében. *Magyar Geofizika*, 46, 3, 91–101.
- SZÓKE, E. – KEVEINÉ BÁRÁNY, I. 2003. Karsztvíz vizsgálatok az aggteleki karszon, különös tekintettel a nehézfém szennyezésre. Karsztfejlődés, VIII, Szombathely, 173–185.
- TELBISZ, T. 2001. Új megközelítések a töbör-morfológiában az Aggteleki-karszt peldáján. *Földrajzi Közlemények*, 125 (49), 1–2, 95–108.
- TELBISZ, T. – MÓGA, J. 2005. Töbör-morfometriai elemzések a Szilincei-fennsík középső részén. Karsztfejlődés, X, Szombathely, 245–266.
- TELBISZ, T. – MÓGA, J. – KÓSIK, Sz. 2006. Töbör-morfometriai elemzések a Szilicei-fennsík DNy-i részén. Karsztfejlődés, XI, Szombathely, 133–152.
- VELLEDITS, F. – PÉRÓ, Cs. – BLAU, J. – SENOWBARI-DARYAN, B. – KOVÁCS, S. – PIROS, O. – POCSAI, T. – SZÜGYI-SIMON, H. – DUMITRICA, P. – PÁLFY, J. 2011. The oldest Triassic Platform margin reef from the Alpine-Carpathian region (Aggtelek, NE Hungary): Platform evolution, reefal biota and biostratigraphic framework. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 11762, 221–268.
- VERESS, M. 2008. Adalékok az Aggteleki-fennsík völgyeinek fejlődéséhez. Karszt és Barlang, I-II, Budapest, 3–12.
- VERESS, M. 2010. Adalékok az Aggteleki-fennsík völgyeinek fejlődéséhez. Karszt és Barlang, I-II, Budapest, 3–12.
- VERESS, M. 2012. New data on the development of the Baradla Cave (Hungary, Aggtelek Karst). *Acta Carsologica*, 40, 2–3, 193–204.
- VERESS, M. 2014. Az Aggteleki-karszt karszatos zónái. ANP füzetek, Jósvafő, 27–43.
- VIKTORIK, O. – BERÉNYI ÜVEGES, I. – NÉMETH, T. – JÓZSA, S. – BENDÖ, Zs. – BERÉNYI ÜVEGES, J. – VID, G. 2012. Baradla-barlang Münnich-átjáró előterének földtani viszonyai. Karsztfejlődés, XVII, Szombathely, 23–33.
- ZÁMBÓ, L. 1998. Az Aggteleki-karszt felszínalaktani jellemzése. *Földrajzi Értesítő*, 47, 3, 359–378.
- ZÁMBÓ, L. – FORD, D. – TELBISZ, T. 2002. Baradla-barlangi cseppkökoradatok a késő negyedidőszaki klímaingadozások tükrében. *Földtani Közlöny*, 132/különszám, 231–238.

## ÉLETTELEN TERMÉSZETI ÉRTÉKEK MEGŐRZÉSE, KUTATÁSA ÉS KEZELÉSE AZ AGGTELEKI-KARSZTON: VISSZATEKINTÉS AZ ELMÚLT 20 ÉVRE

### BEVEZETÉS

Az Aggteleki- és Szlovák-karszt barlangvilágát a két ország közös felterjesztése alapján az UNESCO Világörökség Bizottsága 2005. december 06-án, Berlinben tartott ülésen a Természeti Világörökség részévé nyilvánította. A Világörökség Lista az UNESCO által működtetett olyan speciális program, amelynek célja az emberiség kulturális és természeti örökségének, kiemelkedő egyetemes értékének védelme, nyilvántartásba vétele.

A Világörökség Egyezmény szabályzata értelmében erre a címre csak a legkiemelkedőbb, viszonylag sértetlen természeti értékek pályázhatnak, amelyek megőrzése biztosított. Az Aggteleki- és Szlovák-karszt barlangjai címen, Magyarország és Szlovákia közösen összeállított és a Világörökség Bizottság elé terjesztett pályázati anyagának legfőbb szakmai érvei a felszín alatti világ rendkívüli genetikai és alaktani változatossága, sűrűsége, a képződmények sokrétűsége, valamint a barlangrendszer egyedülálló élővilága és régészeti emlékei voltak. Ilyen komplexitásban barlangok a mérsékelt égőv zónájában sehol a világon nem fordulnak elő. Jelenleg a szlovákiai oldalon 1140, a magyarországi részen pedig 280 barlang ismert.

Jelen tanulmányban a Világörökség Listára kerülés óta eltelt 20 év barlangvédelmi, kezelői tevékenységeit, illetve ezen időszak alatt elvégzett feltáró és tudományos kutatások eredményeit foglaljuk össze.

### BARLANGKIÉPÍTÉSEK REKONSTRUKCIÓJA, LEZÁRÁSOK, TERMÉSZETVÉDELMI SZEMPONTÚ KIÉPÍTÉSEK

Az Aggteleki-karszon a világörökség listára való felkerülés után az első barlangvédelmi beavatkozás a **Frank-barlang** bejáratának biztosítása volt. A Bódvaszilas község határában, az Acskó-forrás felett 357 m tszf. magasságban nyíló barlangot 1971-ben bontással tárta fel. A bejáratnak akna mintegy 4 m mélységgel a 80-as években eltömődött, s a rendszer hosszú időre megközelíthetetlenné vált. Újra feltárássára 1994-ben került sor, majd 1996-ban az Aggteleki Nemzeti Park végegesen biztosította a bejáratot, megakadályozva annak további feltöltődését.

Az igazgatóság és a miniszterium szakemberei már rég óta foglalkoztatták a **Vass Imre-barlang** megnyitásának lehetősége a nagyközönség számára. A barlang egykorú kutatása és az évtizedeken át folyt tudományos vizsgálatok megszűnése után, eltávolították a bent maradt barlangidegen tárgyakat, felújították a barlang elektromos hálózatát és kétirányú szakaszolt díszvilágítást építettek ki. A barlangba a bejárat szakaszán kívül betonjárda nem került kiépítésre, mivel a barlang természetes aljzata megfelelő a biztonságos közlekedés számára. A barlangot 2000-ben nyitotta meg a nagyközönség számára az Aggteleki Nemzeti Park, amely azóta is öökötűre keretén belül tekinthető meg.

Szintén évtizedes probléma volt a **Baradla-barlang** korlátjainak korrózió elleni védelme. Több speciális festék, kezelőanyag kipróbálása után, 1999-ben az ANPI kicerélté az aggteleki szakasz összes korlátját savalló acélra, melynek íves hajlítása különleges esztétikai látványa lett a barlangnak. Az egykorú Csónakázó-tó partján nem került visszaépítésre a korlát. Mivel a korlátok cseréje megfelelőnek bizonyult, ezért azóta az összes magyarországi barlangban ezt a technológiát alkalmazzák. A korlát cseréjével párhuzamosan az új korlátokra került rögzítésre a barlang járatvilágítása, amely egyben a szakasz biztonsági világítását is szolgálja.

Az egyre növekvő igény miatt elkezdődött azon barlangok felülvizsgálata, amelyek alkalmasak lehetnek overállós túrák vezetésére. Ezek megnyitása azonban kisebb-nagyobb beavatkozásokkal járt, így került kialakításra elsők között, az ezredfordulón a **Beke-barlang**. Nagy-tufagátján egy rozsdamentes, tüzhorganyzott járófelület kialakítására, amely célja a további taposási károkozás megszüntetése volt. A másik beavatkozás a Szomor-hegyi bejáratnál található egykorú Szánatórium-termények vízmentesítése volt, ugyanis nagyobb árvizek után az itt összegyűlt víz teljesen kitöltötte ezen barlangszakasz aljzatát, az előzetes tervezek alapján a túrákhöz itt került volna kialakításra az átöltözéshez felület.

1999-ben Szenthe István földtani kutatók során különleges régészeti leletre buk-

kant a **Hosszú-tetői-barlang**ban. A következő évben meginduló régészeti feltárás hamar igazolta, hogy a barlang a bronzkor kiétei kultúrájának fontos lelőhelye, ezért a lelőhely védelmények érdekében 2000-ben a barlang lezárára került. Ugyanebben az évben bronzkori arany ékszer kerültek elő a barlangból.

Az **Alsó-hegy** néhány leggyakrabban látogatott barlangjában még 1989-ben a nemzetközi barlangtani unió kongresszusának látogatása alkalmából helyeztek el ragasztott nittfületeket. Ezek az évek során jelentősen elhasználódtak, illetve több zsombolyban megszaporodtak az illegális dűbelezések, ezért 2001-ben és 2002-ben igazgatóságunk kicsérítette a régi nittfületeket, illetve több zsomboly hasonlóan kiépített. Ezen kiépítések felülvizsgálatát az idei évben kezdtük meg.

Már az ezzredforduló után elkezdők a **Baradla-barlang** befolyó vizeinek vízkémiai vizsgálatát, illetve alkalmanként mértük a barlang klímaviszonyainak változását. Az alkalmi méréseket folyamatos monitoringgá bővítettük 2002-ben, amikor kiépítésre került a **Baradla-barlang** környezeti észlelő hálózata. Klímaállomás került a Róka-ágba és a Kaffka-terembe, vízkémiai állomás a Styx- és az Acheron-patak vizébe.

Az overállós túrák további kiterjesztése érdekében 2002-ben rendezésre került a **Kosuth-barlang** előtere és elkészült természetvédelmi szempontú kiépítése. A munkálatok során sikerült visszaállítani a Nagy-Tohonya-forrás eredeti fakadási pontjait, melyre a táróhajtás során keletkezett robbantási törmeléket terítették. A barlang egykor nehézkes felmászásainál tüzhorganyzott létra került beépítésre, a hegyrászó köteleket acél kapaszkodó drótkötelekre cseréltük. Szintén két feszített drótkötél lett elhelyezve a Nagy-tó felett, mely a vízzel telt járatban a közelkedést segíti, az alsó a lépő, a felső pedig a kapaszkodó kötél. Elbontásra került a barlangban egykor létesített, de több éve használaton kívül lévő betonbukóág. A Reménytelen-szifon bejárata felett bűvár merülések kiszolgálásához tüzhorganyzott rácsból stég lett kialakítva.

Következő év csapadékos tavaszán a **Békabarlang** Szomor-hegyi bejáratának támala összedőlt. Az intenzív csapadék megbontotta a bejárat irobantott tárószakasz főjtétjét is, kisebb omlások történtek. A táró omlásveszélyes főtéje végig lett kopogózva, a veszélyes kőtömbök el lettek távolítva. A bejárat támfal mögött a sziklás hegyloldal fel lett részszíve és az esetleges kipergő kisebb kődarabok megfogására egy kis magasságú fogótámfal került megépítésre.

Az elmúlt 20 év legnagyobb barlang-rekonstrukciója 2004 – 2005 között zajlott a **Baradla-barlang** Vörös-tó – Jósvafő közötti szakaszán. A PHARE támogatásával megvalósult, a speciális feladatra létrejött Kaffka Péter Konzorcium által kivitelezett, majd 1 milliárd forint összegű beruházás nemcsak a felszín alatti járatokra, hanem a funkcionálisan hozzá tartozó felszíni terüetre is kiterjedt.

A vörös-tói lejáratnál háromszintes látogatóközpont épült, ahol helyet kapott a barlang bejárata, a turizmus kiszolgálását biztosító műszaki berendezések, pénztár, büfé, illemhely, előadóterem, túravezetői tartózkodó, valamint egy szolgálati lakás. A töböroldal ívét kö-

vető épület lehetővé teszi a vendégek kulturált fogadását, a támfalában elhelyezett 18 tábla a nemzeti park értékeivel, látnivalóival ismerte meg az érdeklődőket, az országút mellett kialakított személyautó- és autóbusz-parkoló pedig a jósvafői kijárat zárt, korlátozott kapacitású völgyét tehermentesítí.

A beruházás keretén belül megújult a jósvafői barlangbejárat környéke is. A meghosszabbított épületrétszben illemhely, a kettősenergia-ellátást biztosító transzformátorállomás és főelosztó, valamint a barlangi biztonsági világítás energiaellátását szolgáló központi szünetmentes áramforrás kapott helyet. Az új barlangi villamos berendezés, a barlangon belül vezetett, a fogadóépületet ellátó és a barlangi járda tisztítását lehetővé tévő vízvezeték, valamint a szennyvízátemelő felügyeletére távjelző berendezés létesült, ami a jósvafői és a vörös-tói kezelőhelyiségen a berendezések üzemiállapotát, esetleges hibáit jelzi.

A barlangszakasz rekonstrukciója a régi műszaki berendezések elbontásával, a korábbi munkák során bent hagyott hulladékdepó felszámolásával, s ezen anyagok felszínre szállításával kezdődött. Ezután – kőzetállékony-sági vizsgálat alapján – a túraútvonal környezetében valamennyi omlásveszélyes helyet megszüntették kőzetcsavarozással, a laza tömbök eltávolításával, illetve védőpillérek, támfalak létesítésével.

A biztonságos és kényelmes haladás érdekében a patakmeder vonalát folyamatos ív mentén követő, kiegyenlített szintkülönséggű, új terméskő járdaszegélyfal, simított betonfelületű járda, lépcsők és hidak létesültek. A veszélyes helyeken, az út íve mentén, hegeszett szerkezetű rozsdamentes acélkorlátot helyeztek el. A Pokol-szakaszon megszűnt a baleset-veszélyes csigalépcső, helyét – az omlást megakadályozó támfal mellett – egynemes karú lépcső váltotta fel. Az Óriások termébe fel, illetve levezető lépcsősor áthalmozásával nagy mennyiséggű támfal szűnt meg, és áttekinthetőből vált hazánk legnagyobb barlangterme. A vörös-tói lejtős akna, a jósvafői kijárat táró és a Kaffka-átjáró kényelmesen járhatóvá bővült.

A kábelek és csővezetékek számára a kábelaknánál nyitható, beton közműcsatornát létesítettek. A látványt korszerű, kis energiagényű általános és díszvilágítás biztosítja. Az önműködő, infrakapcs vezérlőberendezéssel működő világítási szakaszokat a túravezetési szokásoknak megfelelően alakították ki. Így biztosítja a berendezés a legrövidebb bekapcsolt állapotot. A teljes szakaszon korszerű, kompakt fénycsöves biztonsági világítás létesült, melynek energiaellátását a felszínen telepített központi szünetmentes áramforrás biztosítja. Ezeket a lámpatesteket a korlátokon vagy egyedi lábakon helyezték el, ennek eredményeként a barlang oldalfalán a lámpaflóra kialakulása nagymértékben csökkenthető.

A Baradla-barlang Vörös-tói látogatóközpontjának alapozása során, az alapot ásó munkagép feltárt egy új karsztos hasadékot. A barlangot, amely a **Vörös-tói-zsomboly** nevet kapta, a szakemberek azonnal bejárták, fotódokumentációt és térképet készítettek róla. A feltárult új barlang miatt nem csak az épület alapozását kellett módosítani, hanem a barlangot is az épületből kellett külön lezá-

ni, amely a gépészeti térből került kialakításra. A lezáráson kívül az aknába a könnyebb közelkedés szempontjából rozsdamentes létra került beépítésre.

2007-ben a **Baradla-barlang** rendkívül sérvilékeny és látványos képződménye védelmények érdekében a Viasz utca mésztufagátai fölé rozsdamentes hídszerkezet került elhelyezésre.

2008-ban kezdte meg az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság a 2007 – 2014 évi fejlesztési keret Környezet és Energia Operatív Program (KEOP) keretén belül az élettelen természeti értékek megőrzését szolgáló komplex pályázat összeállítását. A pályázatok összeállítása során külön pályázatot nyújtott be barlangok, bányavágotok és földtani alapszervények rekonstrukcióára és a kivilágított barlangok világításának LED-es fényforrásokra történő cseréjére. Mindkettő kétfordulós pályázat volt, mely biztosította a fedezetet az előkészítésre. Az első projekt 2010 – 2012 között, míg a második projekt 2012 – 2013-ban valósult meg.

Az „Élettelen természeti értékek megőrzése az Aggteleki Nemzeti Park területén” elnevezésű projekt közvetlen célja a barlangok, földtani alapszervények, földtani természetvédelmi értéket képviselő bányák és az ezekhez kapcsolódó élővilág hatékony és korszerű megőrzése, rehabilitációja, az alábbi tartalommal:

A **tornaszentandrasi vasércbánya** Borsod-Abaúj-Zemplén megyében található, az Esztramos-hegy északi oldalán Bódvaráró és Tornaszentandrás között. A bányán belül több szinten is találhatók jelentős méretű, egyedi, különleges és bejárató barlangok, valamint a bányaműveletek során omladékkal elfedett barlangi üregek. A jelen beruházási elem alapvető célja részben a már fokozottan védetté nyilvánított barlangok bányavágotokon keresztüli biztonságos megközelítése, továbbá a bányászati műveletekkel (vágathajtás, fejtés stb.) feltárt, majd omladékkal és tömörendekkel lezárt barlangok újraindítása, a hozzájuk vezető vágatok és egyéb közelkedést szolgáló bányatérsegék biztonságossá tétele, a barlangi képződmények megóvása és a denevér élőhelyek biztonságos fenntartása. Az alprojekten belül 10 db önálló beavatkozási hely került kijelölésre a VI. és VII. szinteken, illetve ezen szintek között.

A Borsod-Abaúj-Zemplén megye területén, Mád község külterületén elhelyezkedő **Bomboly-bánya** az ANPI gondozásában, kezelésében van. Az 1980-ban történő bezárást követően európai viszonylatban is egyedülálló denevérfajok hatalmas mennyisége telepedett meg a járatrendszer omlásveszélyes, biztosítatlan, külszínről nyíló üregeiben. A bányának a külszíni és mélyműveléses területei a projekt előtt akadály nélküli megközelíthetőek és bal-szeszélyesek voltak. A denevér élőhelyek nemcsak a vágatok omlásveszélyessége miatt voltak veszélyeztetve, hanem a járatokba illetéktelen behatoló személyek által is. A munkálatok során lezárára kerültek a vágatok bejáratai, az omlásveszélyes részek pedig biztonságossá lettek téve.

A Bódvaráró településhez tartozó, a Szalonai-hegység részét képező Esztramos-hegy felső szintjén található a **Földvári-barlang**. A barlang bejárati szakasza és lezárása átépí-

tére került. A barlangban a biztonságos közlekedés érdekében elhelyezett korrodált vaslétrák rozsdamentes kivitelűre lettek cserélve.

Az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóságának kezelésében és felügyelete alatt lévő, fokozottan védett **Rejték-zsomboly**, Szögliget től északkeletre elhelyezkedő fás, erdős dombvidék egyik gerincén helyezkedik el. A korszerűtlen, elhasználódott bejárat nyilásnak biztonságos, természetvédelmi célú, denevérbárát felújítását kellett elvégezni. Továbbá a képződmények védelme érdekében a tönkrement acéllétrák fellazult befogásait is szintén fel kellett újítani, a korrodált létrákat pedig rozsdamentes kivitelűre kellett cserélni. A munkálatok során figyelembe kellett venni a megtelpült, védett denevérfajok élőhelyének biztonságos megőrzését.

Az Aggteleki Nemzeti Park területén lévő védett **földtani alapszelvények** állapota leromlott, felújításuk elkerülhetetlen volt. A feltárások benövényesedtek, több helyen feltöltődtek kőzettermelékkel, illetve agyaggal és egyéb hordalékkal. Ennek következtében ezen jelentős földtani rétegeket már nehezen lehetett tanulmányozni. A kiemelt jelentőségű földtani alapszelvények megóvása, fenntartása érdekében 17 különböző helyszínenként végeztünk el a rekonstruktív munkákat.

A **Rákóczi 2. sz. barlang** a volt tornaszentandrási vasérc- és mészkarbantartású bánya un. Csillér-tájának a vájvégéről nyílik a VII. szinten. A sérülékeny képződmények védelme érdekében a barlangot szennyező bányászati törmelekkel el kellett távolítani, majd rozsdamentes létrák helyeztünk el a bejáratí aknában, illetve járófölületet építettünk ki a Nagy-tó irányában.

A „Világításrekonstrukció” az Aggteleki Nemzeti Park által üzemeltetett, kivilágított barlangokban” elnevezésű projekt célja a barlangokban egykor kialakított világítási rendszerek energiatakarékos, a lámpaflára kialakulását és terjedését minimalizáló átalakítása volt. A világításrekonstrukció során korszerű LED-es fényforrások kerültek beépítésre az alábbi helyszíneken:

**Baradla-barlang** aggteleki kivilágított szakasza,

**Baradla-barlang** Vörös-tó – Jósvafő között lévő kivilágított szakasza,

**Vass Imre-barlang** kivilágított szakasza,

**Rákóczi-barlang** kivilágított szakasza.

A világításrekonstrukció alapkonceptiója volt, hogy lehetőleg a meglévő lámpatest teljesítményével egyenértékű LED-es fényforrás kerüljön beépítésre. A kivitelezés során próbavilágításokkal határozta meg a végleges lámpa darabszámot és a beépítésre került LED-es fényforrás típusát. A próbavilágítások során kiderült, hogy nem alkalmazható az alapkonceptió mindenhol, hiszen több lámpatest elhelyezésével szébb megvilágítást érhetünk el. A fényforrások fényereje egyenként szabályozható, illetve a különböző mintázatú előtétüvegek felhelyezésével, tovább lehetett fokozni a megvilágítás esztétikai élményét. A 4 barlangsakaszban összesen 806 db lámpatest került beépítésre, az eredeti 759 db helyett.

## TUDOMÁNYOS KUTATÁSOK ÉS VIZSGÁLATOK

A világörökség barlangjaira vonatkozó első tudományos említések Bél Mátyás név-

hez kötődnek, aki 1723 és 1742-ben kiadott munkáiban – részben Buchholtz György adatai alapján – leírta a Baradlát, a Szilicei-jégbarlangot, a borzovai Kis-lednicét és egy Szádelő melletti barlangot. Az ezt követő időszakban neves kutatók dolgoztak a területen, nagymértékben hozzájárulva a terület megismeréséhez. Jelen tanulmányban csak az elmúlt 20 év kutatási eredményeit foglaljuk össze.

### FÖLDTANI ÉS GEOFIZIKAI KUTATÁSOK

A geológiai kutatások legjelentősebb eredménye egy új formáció, a Jenei Mészkarból Formáció leírása, illetve a feltároló tövábbi formációk elterjedésének pontossága volt a Baradla-barlangban és felszíni területén. A kutatások Péró Csaba, Piros Olga, Velledits Felicitás és Hips Kinga irányításával zajlottak (Piros, 2002; Hips, 1996; Velledits et al., 2011). A formáció alsó néhány métere vöröses vagy szürke finomszemcsés mészkarból, amely ammoniteszeket és halszerű állatkák apró rágószerveit – conodontákat tartalmaz. Ezt finomszemcsés mészkarból követi, gazdag pörgekarú (brachiopoda) és tengeri liliom (crinoidea) maradványokkal. Az ammoniteszes réteg fölött 30 méterrel jelennek meg az első zátonyalkotó élőlények. A réteg conodontákat is tartalmaz (*Gondolella liebermanni*, *G. constricta cornuta*). Az ammoniteszes réteg fölött 80 méterrel sugárállatkákat (radioláriák) és szivacstűket tartalmazó, 2 m vastag réteg található, amelyben 2 cm vastag tufitbetelepülés figyelhető meg. Anyaga geokémiai vizsgálatok alapján savanyú (riolit-riodacit-dacit) vulkanitból származik. A formáció képződése a kontinentális platformon kialakult medencében történt (Velledits et al., 2011). A képződmény a Baradla-barlangban a jósvafői szakaszban a Sárkányfej-Sárkánybarlang környékén található.

Móga János Pavel Bosákkal (Bosák et al., 2004) a barlangi üledékek paleomágneses vizsgálatát végezte a Baradla-barlangban. Az elvégzett vizsgálatok eredményei megérőítették a korábbi koradatokat (Lauritzen és Leél-Őssy, 1994), hiszen az üledékre 120.000 éves maximális kort adtak. A Münich-átjáró üledékes kitöltésében eltemetett cseppkő képződését 114 000 – 115 000 évben határozták meg. Egy újabb kutatás a cseppkövek koradatainak vizsgálata mellett, megvizsgálta azok fejlődését a paleoklímával összehasonlíta (Zámbó et al., 2002). Megállapítják, hogy a lerakódások (a legnagyobb kidőlt sztalagmitok legöregebb részeit is beleírtve) egyike sem valószínű, hogy idősebb lenne 200 000 évesnél. A barlang keletkezése ugyan feltehetőleg a késő-paleisztocegnél korábbi (Móga, 1998), de az utolsó nagy eróziós időszakban az idősebb lerakódások maradványai mind lerombolódtak és kipucsolódtak a barlangból. A főág valószínűleg minimum 150 000 éves. A főági meder méretei az utolsó interglaciális óta nem sokat változtak a meder közelében található cseppkő illetve mészkarbantartásnak alapján. A teraszlerakódások koradatai azt sugallják, hogy a würm időszakban a barlang valószínűleg jobban ki volt töltve, mint manapság. Azok az árvizek amelyek a jelenlegi meder fölött 4, 5 m-rel található kavics és agyag-

rakódásokat létrehozták, minden bizonnyal a legnagyobb cseppkőoszlopok kidőlésében is főszerepet játszottak. Egy újabb vizsgálat során (Siklósy et al., 2011) a Baradla-barlangból származó cseppkőmintán megállapították, hogy a földtörténeti múlt jelentős változásait tükrözik a cseppkövek, de ezen felül a rövidebb ciklusidejű klíma és környezetváltozások is kimutathatóak. Kimutatható, hogy a cseppkő növekedése egybeesik a klímaoptimumok kialakulásának időpontjával, jelezve a térség legmelegebb időszakát (kb. 118 000 éve). Kb. 117 000 évvel ezelőtt jelentős lehűlés kezdődött, amelyre a cseppkő vízárványainak mért δD és a karbonát oxigenizotíp-érték változásai egyaránt utalnak. A csökkenő csapadékmenetben a lehűlő klíma mellett lassuló cseppkőnövekedést eredményezett, valamint kb. 110 100 éve megszüntette a további cseppkőképződést is. Ez a leállás egybeesik az addig időszak leghidegebb időszakával. További cseppkőnövekedési fázisok mutathatók ki 59 500–56 900 év között, illetve 34 700 – 32 700 év között.

Szeidovitz és társai (Szeidovitz et al., 2004, 2005) különleges paleoföldtengerek vizsgálata végezte el a Baradla-barlang Olimposztermében található karcsú, több mint 5 méter magas állócsapadékban. A rezgésvizsgálatok és a kormeghatározások alapján megállapították, hogy a térséget az utóbbi 60-70000 évben ~0,4 m/s<sup>2</sup>-nél nagyobb horizontális gyorsulást okozó földrengés nem érte.

A Baradla- és a Béke-barlang kitöltését több éven keresztül vizsgálták (Berényi et al., 2005, 2006; Viktorik et al., 2012). Megállapították, hogy a magasabb szintben kialakult járatok és termek (Meseország, Münnich-táj) alját helyenként egészen a mennezetig finom szemcséjű barna agyagrétegek töltik ki, amelyek lassan áramló vízből ülepítik le. A Baradlába behordott üledék fő alkotó ásványa a kvarc, egyéb ásványok alárendelt szerepet játszanak. Az ásványtani és agyagrásványtani vizsgálatok alapján nem zárták ki, hogy a barlangi üledékanyag az Aggteleki-karszt felzini talajaiból, agyagraiból származik. A rövid szállítási útra utal az idiomorf kvarc és turmalin jelenléte a mintákban.

A karszt barlangjaiban számos ásvány fordul elő, melyek közül néhány a felszínen csak elvétve található meg, mások pedig különféle felszín alatti folyamatokról árulkodnak. A magyarországi részen részletes vizsgálat csak a Baradla-barlangban történt (Szakáll, 2007; Kereskényi et al., 2014), ám ezen vizsgálatok is a guanótelepekhez köthető elsősorban foszfát ásványokat mutatták ki.

2014-ben Gaál Lajos, Szentes György – aki a Vörös-tó – Jósvafő közötti barlangsakasz tektonikai térképét készítette el – munkáját kiegészítve elkészítette a Baradla-barlang tektonikai alaptérképét. Gaál szintén megerősítette (Gruber és Gaál, szerk., 2014) a Medvekarmos-teremben a Szini Márta Formáció jelenlétéit.

A 2000-es évek közepétől Veress Márton vezetésével (Veress, 2010, 2012, 2014) geofizikai mérések sorozatát végezték az Aggteleki-karszt alábbi helyszínein: Derenk, Magas-tető, Bába-völgy, Zombor-lyuk-víznyelő, Ravasz-lyuk-víznyelő, Vizletes, Keresű-tó lapa, Dász-töbör. 2013 – 2014-ben az Aggteleki-

leki Nemzeti Park és a Szlovákiai Természetvédelmi Igazgatóság sikeres Határon Átnyúló Együttműködési Programot bonyolított le, „Az Aggteleki-karszt és a Szlovák-karszt vi-lágörökség barlangjainak kezelése” (azonosító száma: HUSK/1101/221/0180) címmel. A program keretében zajlott geofizikai vizsgálatokat a Karst Survey Konzorcium (Geo-Gold Kárpátia Környezetvédelmi és Mérnöki Szakértő Kft. és KSZI Környezetvédelmi Szakértői Iroda Kft.) végezte el. A projekt célja volt, hogy a különböző vizsgálatok alapján a Vass Imre- és a Milada barlangok vízgyűjtő területét (védőterületét) meghatározzák. A geofizikai vizsgálatok során 80 db VESZ mérést (vertikális elektromos szondázás) és 2000 db RMT (rádió-magneto-tellurika) mérést végeztek el. Ebből 50 db földtani szelvénnyel szerkesztettek meg, amely alapján elkészítették a mintaterület repedezettségi térképét. Ezek alapján 2 db karszt sérülékeny-ségi térképet készítettek el.

### GEOMORFOLÓGIAI KUTATÁSOK

Az elmúlt 20 évben több kutató foglalkozott a terület felszínalaktani leírásával, fejlődéstörténetének összeállításával. Az első átfogó leírást Zámbó László készítette (Zámbó, 1998), aki nagyban támaszkodott Móga János geomorfológiai térképező munkájára. Móga több év munkája alapján elkészítette a Gömör-Tornai-karszt részletes geomorfológiai térképét és a terület részletes leírását (Móga, 1998, 1999, 2001, 2002a, 2002b). Az elkészült térképalomány részletes feldolgozását, matematikai kiértékelését Telbisz Tamás kezdte el 2001-ben, munkája során egy-egy karszterület részletes statisztikai, geoinformatikai feldolgozása készült el. A térinformatika fejlődésével több kutató foglalkozott a karszt felszínborításának alakulásával, egy-egy karszterület tájtörténeti változásával (Gruber, 2003; Mari, 2003; Nagy, 2003, 2008).

Az utóbbi években az Aggteleki-, ill. a Pelsőci- és Szilice-fennsíkon térinformatikai módszerekkel végzett töbör-morfometriai vizsgálataink újabb eredményeket szolgáltattak a töbörök méreteiről, alakjáról és genetikájáról (Telbisz, 2001; Telbisz et al., 2005, 2006). Az Aggteleki-karszt töbörmorphometriai vizsgálatai alapján Telbisz (2001) megállapította, hogy a töbörfejlődés a fő- és másodrendű törésvonalak mentén kedvező, amely képződési folyamatra alkalmazható a „szülő-leány” töbörterjedési modell. Kutatása szerint az Aggteleki-karszon a sortöbörök aránya meghatározó. A „szülő-leány” töbörterjedési modell segítségével jól magyarázható a fennsíkon az egy központi mélyedés körül bokorszerűen elrendeződő halmaztöbörök és a víznyelők hátraharapózása útján létrejövő töbörösök kialakulása (Sümegi et al., 2012). Megállapították, hogy a bokorszerűen elrendeződő halmaztöbörök csoportos, az egyes sortöbörök típusok soros, a sortöbörök egymással történő keveredése rácsos térbeli eloszlási mintázatokat alakított ki a fennsíkon, továbbá a laza fedőüledékkel fedett szuffiózis eredetű töbörök a fennsík peremén fordulnak elő.

Részletes leírás készült az Aggtelek-Ru-dabányai-hegység édesvízi mészkő előfordu-

lásairól (Sásdi, 2005). Megfigyelése szerint a legidősebb ismert édesvízi mészkő az alsó-pannon időszakból való és 300 méteres tengerszint feletti magassághoz köthető. Munkájában részletesen beszámol a Baradla-barlang egykor ősi forrásából lerakódott travertinről a Kaffka-réten, képződését a középső-pleisztocénre tette.

A Baradla-barlang fejlődésével és kialakulásával is több kutató foglalkozott az elmúlt 20 év során. Gaál (2008) a barlangrendszer kialakulásának kezdetét a késő pliocénre teszi, pleisztoceni fejlődését pedig, a Rima-medence teraszainak fekvése alapján, az interglaciálisokban történt kiemelkedések függvényének tartja. Ettől kissé eltérő Veress (2008, 2012) elkezelése, aki szerint a Baradla oldódásos üregei már a késő-pannoniai korszakban kezdték kialakulni. A pleisztocénben, amikor az Aggteleki-karszt megemelkedett, megkezdtődött a völgyképződés és a víznyelők kialakulása, az oldódáshoz erőző is társult. Gyuricza és Sásdi (2009) ősföldrajzi rekonstrukció és erőző-dinamikai folyamatok alapján a barlang kialakulását és fejlődését a pleisztocén középső részétől valószínűsítik.

### HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATOK

Folyamatos hidrológiai vizsgálatok zajlottak az elmúlt 20 év során, mind a felszínen, mind a barlangokban. A kutatás főbb tárgyát az összefüggés-vizsgálatok, vízgyűjtő területek lehatárolásai, vízkémiai vizsgálatok és források matematikai elemzései képezték. A nyomjelzéses vizsgálatok központjában a Baradla-Domica-barlangrendszer, illetve a Milada-Vass Imre-barlang összefüggésének kérdése állt. A karszon elsőként 2006-ban alkalmaztak sikeres biológiai nyomjelzést tengeri bakteriofágokkal, amikor a Milada-Vass Imre-barlang kapcsolatát vizsgálták. Az eredmények igazolták a Milada - Fenecketlen Lednice - Kecső-forrás kapcsolatát, illetve az elnyelődő Kecső-patak és a Baradla Hosszú-Alsó-barlang kapcsolatát, a Milada és a Vass Imre-barlang eredménye negatív volt (Haviarová és Gruber, 2006; Haviarová et al., 2008). Ennek eredményeképpen lett a Baradla szélesebb vízgyűjtőjéhez kapcsolva a borzova-kecsői rendszer vízgyűjtő területe is. Feltételezhető tehát, hogy a föld alatti vízrendszerben a főfolyás nem bifurkálódott a Vass Imre-barlang irányába, a Kecső-patak vize azonban rejtegett nyelőkön keresztül bejut a Baradla föld alatti rendszerébe.

2008 októberében a Milada vízrendszeréhez tartozó Gabi-nyelőben végeztek nyomjelzést (Gaál, 2008), ismételten bakteriofágokat alkalmazva. A fágok a Milada-barlang baloldali, állandó vízfolyású, a főágba a mesterséges tárótól északra torkolló mellékágában jelentek meg, ahol a beöntéstől egy hónap elteltével is érzékelhetőek voltak. Ugyanakkor a magyarországi forrásokat is figyelték (Babot-kút, Jósva-forrás, Szabó-kút, Kis-Tohonya), amelyekben azonban nem jelentek meg a fágok, tehát a nyomjelzés a Gabi-nyelőbe befolyó vizek bifurkációját sem támasztotta alá.

A Milada-barlang vízgyűjtőterületén az utolsó összefüggés vizsgálatot 2014. május-júniusában hajtotta végre az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság és a Szlovákiai

Barlangok Igazgatósága. A nyomjelzés eozin festékanyag segítségével bizonyította az elnyelődő Király-kúti-patak összefüggését a Milada-barlanggal, ahol a nyomjelző 9 óra elteltével jelent meg. Sikerült kimutatni továbbá a Vízfakadás katavotra összefüggését is a Milada-barlanggal. Nyomjelző anyagként itt bakteriofágok szolgáltak, amit a barlangban 56 óra eltelté után észleltek. Ekkor végeztek nyomjelzést az Agancsos-reti víznyelőnél is, ahol a betáplált Rhodamin WT festékanyag hat mintavételi helyszínén jelent meg, mely-lyel valószínűleg egy trifurkációs hidrológiai rendszert sikerült kimutatni. Elsőként a Szilicei-jégbarlangban, majd a Gombaszögi-barlang Fekete-forrásában jelentkezett, majd a Milada-patak vizében mutatták ki végül a Nagy-Kecső-forrásban távozott a rendszerből, igen lecsökken koncentrációval. Meglepő eredmény volt a festékanyag megjelenése a betáplálást követő 18. napon először a magyarországi Babot-kútban, majd 10 óra múlva a Kis-Tohonya-forrásban (Gruber et al., in press).

Átfogóan vizsgálták a karszt természetes és mesterséges tavait. Megállapították, hogy vízszintük az utóbbi évtizedekben felerősödött globális felmelegedés hatására visszahúzódott. Az antropogén hatások között tarthatjuk számon feltöltődésük felgyorsulását, valamint a nem megfelelő szennyvízelzélest, művelési módokat, műtrágyahasználatot és a legeltetés hatásait is (Samu és Keveiné, 2009). A Vörös-tó vize eutróf jellegű, a szennyezés a viszonylag nagyobb szervesanyag-mennyiséggel, összes foszfortartalommal és a környező talajok magasabb vastartalmával magyarázható, de a tó üledékeiben kimutatható magasabb nikkel, króm és kadmium-koncentráció is (Samu és Keveiné, 2009; Samu et al., 2012). A vízminőségi vizsgálatok alapján az Aggteleki-tó vize szennyezettnek tekinthető. A szennyezőanyagok a tó környékéről, elsősorban a falu felől érkeznek. Alátámasztja ezt a magasabb ortofoszfát- és a mangántartalom is. A nehézfém-koncentráció határértékeknek túllépése is kimutatható. A tó vízminőségén a csapadékosabb 2010-es év sem segített, még több szennyeződés mosódhatott be (Samu és Keveiné, 2009). A tó üledékeiben magasabb nikkel és króm koncentráció is kimutatható (Samu et al., 2012).

A VITUKI által elvégzett mérési eredmények feldolgozása ez elmúlt időszakban is folytatódott, párhuzamosan újabb mérésékkel. Vizsgálták a csapadék-hatás mechanizmusát a források napi hozamának kialakulása tükrében (Maucha és Németh, 2006), az Aggteleki-karszvidék nagyobb forrásainak kiürülési viszonyait (Maucha, 2002), a karsztelitelttség változását az évi minimális forráshozam értékei alapján (Maucha, 2005), a légnymás-ingadozás hatását a források vízhozam-változásaira (Maucha, 2008), illetve a különleges vízhozam változású forrásokat (Maucha, 2007). A Baradla-barlang hidrológiai vizsgálatával és a források vízkémiai elemzésével több kutató is foglalkozott (Maucha, 1998; Szőke és Keveiné, 2003; Gruber, 2004, 2006; Gruber et al. 2012, 2014). Az ezredfordulón állandó vízkémiai monitoring hálózatot üzemeltet be az Aggteleki Nemze-

ti Park a Baradla-barlang Acheron- és Styx-patakjába, mely folyamatosan méri a víz kémiai összetételét. A hálózat folyamatosan mérte a hőmérséklet, pH, oldott oxigén tartalom, vezetőképesség, redoxpotenciál, nitrát koncentráció értékeit. Az automatikus adatrögzítés után értékeltük ki az adatokat. Az árvizek megindulása esetén folyamatos megfigyelés azonnal kiszűri a külső, pl. szántóföldi eredetű szennyező anyagokat. A korábbi évek szóránymérései alapján jelöltük ki azokat a pontokat, ahol rendszeres monitorozásra van szükség. Alkalmi, pontszerű vizsgálatokat is végeztünk. A cseppkő-, agyag- és iszapminták nehézfém-tartalmának kiértékelése, illetve a recens cseppkő degradációs helyszínek vízmintáinak vizsgálatára is sor került. Méresi pontokat telepítettünk a forrászónában, amelyből nyomon követhető a felhalmozódás és a kiürülés.

#### A BARLANGI LEVEGŐ VIZSGÁLATA

Kutatások elsősorban a Baradla-barlangban folytak. Stieber felfigyelt a jósavfűi szakasz nyelőiből feláramló melegebb levegőre, ami a szakasz átlaghőmérséklet emelkedéséért felelős, és azt a Hosszú-Alsó-barlang enyhén melegebb vizeivel kitöltött járatokkal való kapcsolatban erősít meg (Stieber, 2001, 2010, 2013). Szén-dioxid-koncentráció méréseken ugyanezenekben a pontokon szélsőséges értékeket mutatnak, amelyek követik az alsó járatokvízszint- és a légnyomás-változását is. 1999-ben megrendezett élettani kutatóbor során a barlangi levegő CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> és SO<sub>2</sub> tartalmának megfigyelésén kívül aerosol-min-tavétel és elemzés is készült. Kapcsolatot talált a Dancza-nyelő vízállása és az onnan feláramló szén-dioxidban dús, melegebb levegő közzött, amely a Hosszú-Alsó-barlang ismeretlen járatáiból származik (Stieber, 2013).

Dezső Zoltán és Molnár Lajos 1998 – 2002 között radon-mérésekkel mutatta ki a barlangi radon keletkezése és a barlangi agyag, mint lokális radonforrás kapcsolatát. A Baradla-barlangban az ezredforduló után végzett radon-mérések megmutatták, hogy a hagyományos barlangkutatási módszerek mellett a radonkoncentráció finom időfelbontású szisztematikus vizsgálata is eredményesen használható a barlangi klíma kutatásában. Felhasználva a barlangi radonforrásra vonatkozó új elméleteket, mind nyári, minden téli viszonyokra jellemző légkörzést terépeztek fel az agyteleki oldal járatrendszerében. A felmerülő klimatológiai kérdésre, miszerint melyik ágon keresztül kommunikál a felszín-nél a barlang Fő-ága, a méresi eredmények egyértelműen megadták a választ, hogy a Denevér-ág a barlang „tüdeje”. A barlang hossz szelvénye mentén helyi elsődleges és másodlagos forrásokat, valamint radonnyelők helyét jelölték meg a radon mérések. Bebizonyosodott, hogy a valós idejű radonmérésekre alapozott barlangi szerkezett-feltároló kutatásoknak van létfogaltsága a hazai barlangkutatásban is (Dezső et al., 2001).

#### FELTÁRÓ KUTATÁSOK

Az első feltárásiak a **Baradla-barlang** első térképeinek elkészítéséhez fűződik, melyet Sartory József (1794) és Raisz Ke-

resztely (1802) készítettek el. Raisz Baradla térképe már az akkor ismert teljes járatrendszert ábrázolja. Ekkor a Vaskapuig jutnak el, de feltehetően 300 m-t (a szifonsorig) behatoltak a Styx-ágba is. Bartholomaeides László (1806) térképén jelenik meg először a Domica-barlang három nagyobb terme, egyelőre a Baradlától elkülönítve. A következő előrelépést a Vass Imre által végzett bejárás és térképezés jelenti 1825-ben. Az ismert járatszakasz ekkor – „hivatalosan” is – elérte az Óriások-termét ill. azon túl a Színpadot. Ekkor történt meg a Retek-ág első bejárása is a 32-es szifonig, de a Törökmeccset-ágban nem jutottak előre. Továbbiakban jeles karsztkutatók, barlangászok dolgoztak a terület barlangjainak feltárássát, azonban jelen tanulmányban, az elmúlt 20 év feltáró kutatásainak eredményeit foglaljuk össze.

1997-ben a Plózer István Víz Alatti Barlangkutató Szakosztály bútárai ájtutottak a **Kossuth-barlang** Reménytelen-szifonjának szükületén, a szifon ismert hosszát 50 méterről nagyjából 97 méterre emelte, 33 méteres mélységet elérve. Az Agyagos folyosóban a BEAC barlangkutatói folytatták a szifonkerülő járat bontását, melyben egy kisebb aknát is hajtottak. A kutatásnak egy bútár halásos balesete vetett véget. 2005-ben az Amphora Bútár Klub kutatói kezdték el kutatni Irsai Sándor vezetésével a Rákóczi és a Kossuth-barlang víz alatti részeit. A Kossuth-barlangban négyévenyi munka eredményeként végül 2009-ben jutottak át a szifonon és emelkedhettek fel a másik oldalon, ahol egy nagy termet (Apáink-terme) és 15 méter széles, 30 – 40 méter hosszú tavat találtak. Az Amphora bútárai 2010-ben részletesen felterépeztek a Reménytelen szifont és az új szakaszokat, majd a szabad vízfelületen túl újabb szifont találtak, ahol jelenleg is folytatják a kutatást.

1998 és 2000 között Nyerges Attila és Kucséra Márton vezetésével csak különleges sziklamászó technikával elérhető kúrtót másztak ki a **Béke-barlangban**, köztük a 73 méter zsombolyszerű arcultatot mutató Égi dagonyát. A kutatások eredményeként a barlang hossza 7183 méter lett. Ugyan ebben az időszakban a BEAC barlangkutatói kisebb eredményeket értek el, elsősorban Alsó-hegyi zsombolyok, vagy zsombolyszerű barlangok feltárássában, például a **Féldécis-barlangban**, vagy a **Moszkitós-zsombolyban**.

Az **Alsó-hegy** zsombolyainak kutatásában fordulópontról jelentett, amikor 2002-től egy cseh kutatókból álló kollektíva Luděk Vlk vezetésével elkezdte a terület szisztematikus felmérését, a talált objektumok feltárássát, dokumentálását. Munkájuknak köszönhetően az eltelet időszakban számos új és jelentős barlang tárt fel, például **Hana-lyuk**, **Buksi-zsomboly**, **Csehek-szakadéka**.

Az ezredforduló legjelentősebb barlangunk életében is új fejezetet nyitott, amikor a Baradla Barlangkutató Csoport ifjú kutatói elkezdték a **Baradla-barlang** kutatását. Az első sikereket Szabó István és Végh Zsolt érte el a Retek-ágban, ahol két ponton is egy kiterjedt felső emeleti rendszert sikerült

feltárniuk, ezen felbuzdulva a barlang több pontján sikeres kúrtómászásokat hajtottak végre. Ilyen nagyobb feltáras volt, amikor a szerző és Szabó Levente vezetésével sikerült feltárnival a Denevér-ág felett húzódó fosszilis barlangjáratot, vagy a Viasz-utca és környékének kúrtóit, felső járatait. Szintén ebben az időszakban, 2002-ben indult meg az aktív kutatás a Dancza-víznyelőben, ami Hosszú-Alsó-barlang egyik fejlett víznyelője. A kutatások minden napig folynak előbb a szerző irányításával, az elmúlt évektől kezdve pedig Kis Péter vezetésével. A nyelőjárat jelenleg közel 40 méteres mélységet ér el a Baradla főágához képest. További kisebb feltárásiak történtek a barlang újra térképezése során is, az elmúlt 20 évben közel 1,5 km-rel növekedett a Baradla hossza.

1998-ban a Plózer István Víz Alatti Barlangkutató Szakosztály bútárai egy új oldal-járatra bukkantak a **Rákóczi-barlang** II. sz. tavában, a következő évben felmérték az új részt és egy kiterjedt víz alatti labirintusjáratra lelteket, a rész az Ördög sörözöje elnevezést kapta. 2002-ben ebben a részben tűnt el egy bútár, aminél életéért megkezdődött az eddig leghosszabb, legtöbb erőforrást igénylő magyarországi barlangi mentés. A bajbajtottat 118 órával eltűnése után sikerült a barlangi menőknek, nemzetközi összefogással, barlangkutatók segítségével, és több száz fő részvételével felszínrre hozniuk. 2005-ben az Amphora Bútár Klub kutatói kezdték el kutatni az Esztramos Rákóczi barlangjainak víz alatti részeit. A Rákóczi-barlangban feltérképezték az Ördög-sörözöje részt, melyből számos irányba új járatot találtak, 2011-ben megtalálták az I. és a II. sz. tó között az összekötő járatokat. Átvizsgálták a **Surrantós-barlang** tavait is, azonban itt új víz alatti járatot nem sikerült feltárnival.

2000-ben a Plózer István Víz Alatti Barlangkutató Szakosztály kutatói Szabó Zoltán vezetésével átvizsgálták a **Vízfakadás-barlang** föltölföldött bejáratot aknáját, majd megkezdték annak kitakarítását. Néhány év alatt kisebb táborok alkalmával sikerült elérniük a barlang egykor végpontját, ahol gyengén csordogáló víz hangjára lettek figyelmesek. Átütő sikert a barlang kutatásában a 2014. év hozta, amikor „Az Aggteleki-karszt és a Szlovák-karszt világörökség barlangjainak kezelése” projekt keretén belül az elvégzett geofizikai vizsgálatok föld alatti barlangjáratot és nagyobb barlangi termeket mutatott ki a barlang közvetlen szomszedságában. Még a tavasszal megindult feltáró kutatás túljutott az addigi végponton és sikerült elérni a patakos barlangjáratot. A kutatás jelenleg is aktívan zajlik, a barlangjárat a víznyomjelzéses vizsgálatok alapján a Milada-barlanghoz vezet.

2014-ben az Aggteleki Nemzeti Park elkezítette a fokozottan védett barlangok természeti állapotfelvételét, és a munka során több barlangban kutatásra ígéretes pontot találtak a kutatók. Ennek köszönhetően újra megindult a feltáró kutatás a **Vass Imre-barlangban**, a **Baradla-tetői-zsombolyban** és a **Musztáng-barlangban**. Mindhárom helyszínen jelenleg is zajlik a kutatás és ígéretes továbbjutás küsszöbén állnak a kutatók.

# AKTUÁLNY STAV PRIEKUMU DOBŠINSKO-STRATENSKÉHO JASKYNNÉHO SYSTÉMU

**Ján Tulis**

Dobšinsko-stratenský jaskynný systém predstavuje výnimočný prírodný fenomén Slovenska z prírodnno-estetického a vedeckého hľadiska, zaradený aj do svetového dedičstva UNESCO. Systém prešiel dlhým a zložitým geologicko-geomorfologickým vývojom. Jeho objavovanie trvalo dlho, prieskumy a výskumy sa uskutočnili v náročných podmienkach.



V Stratenskej jaskyni prevláda sintrová výplň bielej farby. Foto: J. Tulis

Celá história sa začala v masíve Duča pri studenej ľadovej jame, ktorá bola známa od nepamäti. Práve týmto chladom vyvolávala u ľudí zvedavosť, ktorú naplnil až v roku 1870 E. Ruffíny so svojimi spoločníkmi, keď prekonal obavy z ľadovej jamy a zostúpil cez ňu do Dobšinskej ľadovej jaskyne. V rokoch 1947 a 1949 boli objavené nezačadené časti jaskyne v dĺžke 730 m (Kvietok, 1948).

O 102 rokov po objave Dobšinskej ľadovej jaskyne sa rok 1972 stal významným medzníkom v objavovaní jaskynného systému. Vtedy v tejto časti Slovenského raja začal Speleologicický klub Slovenský raj intenzívny speleologicický prieskum, ktorého výsledkom sú ďalšie veľkolepé objavy. Predovšetkým je to objav najvýznamnejšej a najroziahlejšej časti systému – Stratenskej jaskyne (19 752 m) V. Košelom a J. Volekom dňa 1. decembra 1972 (Tulis a Novotný, 1989). Možnosť prepojenia Dobšinskej ľadovej jaskyne a Stratenskej jaskyne je už dávnejšie známa, avšak od tohto zámeru sa upustilo vzhľadom na možné narušenie mikroklímy v Dobšinskej ľadovej jaskyni.

Jaskyna Psie diery je druhá najdlhšia jaskyna Dobšinsko-stratenského systému. Prvých 170 m v jaskyni Psie diery bolo známych od nepamäti. Ďalšie, vyše 2 km dlhé úseky objavili v rokoch 1984 – 1994 spiškonovoveskí jas-

kyniari. V týchto rokoch prepojili prechodom i meračsky jaskynu Psie diery so Stratenskou jaskynou. Prechod cez úzku priečapu, ktorá je dostupná len pre štýlých jaskyniarov (Novotný a Tulis, 2005), je veľmi náročný.

V jaskyni Duča bolo odnepamäti známych 136 m jaskynných priestorov. Napriek tomu, že v roku 1986 bola jaskyňa zameraná, pri objaviteľskom ošiasli v Stratenskej jaskyni a Psich dierach zostávala jaskyňa Duča v úzadí záujmu. Až roku 2010 naši noví mladí jaskyniari začali skúmať aj túto jaskyňu. Práce boli v balvanmi zatarasených priestoroch veľmi náročné a nebezpečné. Pri objavovaní sa tu prejavil efekt oneskoreného teplotného gradiantu. Zaľadnená chodba objavená v apríli bola celé leto utesnená ľadovou zátkou. Ľadová zátna povolila roztopením sa až v decembri a januári nasledujúceho roku.

Objavené priestory smerovali na juh do blízkosti Dobšinskej ľadovej jaskyne, preto sa prieskum týmto smerom zastavil a preorientoval sa východným smerom. V rokoch 2012 – 2014 boli objavené nové priestory smeru SZ-JV, výškovo zodpovedajúce najvýznamnejšej a najlepšie vyvinutej IV. jaskynnej úrovni. Ďalšie chodby boli objavené a príčlenené k III. jaskynnej úrovni. Juhovýchodný smer chodieb ukazoval, že týmto chodbami možno spojiť jaskyňu Duča so Stratenskou jaskynou. Nakoniec 30. januára 2015 sa členom klubu Slovenský raj podarilo preniknúť zo Stratenskej jaskyne do priestorov jaskyne Duča a 30. mája 2015 sa uskutočnil prvý úplný fyzický prechod so vstupom do Stratenskej jaskyne a východom z jaskyne Duča (Technické denníky Speleologickej klubu Slovenský raj z rokov 1972 – 2015).

Pri prieskume sa venuje osobitná pozornosť prepojeniu jaskyne Duča s Dobšinskou ľadovou jaskynou. Fyzický prechod medzi týmito jaskynami sa doteraz neuskutočnil, ale všetky naše poznatky smerujú k tomu, že spojenie existuje cez závaliská, cez zrútené podzemné priestory. Pred 250-tisíc rokmi (v rísskej ľadovej dobe) bol jaskynný systém spojený od Zelenej jaskyne cez jaskyňu Psie diery do Stratenskej jaskyne a pokračoval cez jaskyňu Duča do Dobšinskej ľadovej jaskyne. Až po deštrukčných a rútvivých pochodoch v dôsledku prepadnutia stropu nad jaskynnými priestormi medzi Stratenskou jaskynou a Dobšinskou ľadovou jaskynou sa vytvorilo prepadisko Duča. Tým nastalo oddelenie

jednotlivých jaskýň, čím v Dobšinskej ľadovej jaskyni vznikol osobitný klimatický režim (Novotný a Tulis, 1996, 2001).

Jaskynný systém je vyvinutý v strednotriásových vápencoch na SZ a S orientovaných vetvach slanského zlomového pásma s úkonom na východ. Vytvorili ho dva podzemné vodné toky – rieka Hnilec a potok Tiesňavy.



Pagody a minarety v Chodbe prekvapení, Stratenská jaskyňa. Foto: J. Tulis

Hnilecký koridor predstavuje v prevahe horizontálne priestory veľkých rozmerov, zahrnujúce mohutné chodby, siene a dómy so šírkou 40 – 80 m a výškou 16 – 28 m, s merným klesaním zo SZ na JV (3 ‰). Prepojenie jednotlivých jaskýň len potvrdzuje, že rieka Hnilec po ponore do Dobšinskej ľadovej jaskyne pretekala jaskyňou Duča a Stratenskou jaskynou. V súčasnosti nie je známy výver vo východnom smere v doline Tiesňav alebo v Hnileckom kaňone.

Tiesňavské podzemné priestory sú prevažne S-J smeru, chodby sú úzke, ale vysoké, s výškovo pretiahnutým priečnym profilom. V južnej časti Stratenskej jaskyne tiesňavské chodby vytvárajú podzemný labirynt. Potok Tiesňavy sa prvý raz ponoril pravdepodobne v jaskyni Nad košiarom a vytvoril samostatnú jaskyňu. Nasledoval druhý ponor do Zelenej jaskyne, ďalej tiekol do jaskyne Psie diery a pokračoval v Stratenskej jaskyni, kde sa napojil na Hnilecký korridor. V súčasnosti na juh. stráni planiny Duča predpokladáme ďalšie ponory do jaskyne Psie diery a najmenej ďalších 5 ponorov do Stratenskej jaskyne. Všetko vysiae uvedené sa týka predovšetkým IV. jaskynnej úrovne. V Tiesňavskom koridore je aj v menšej miere vyvinutá II. jaskynná úroveň v Psich dierach a Stratenskej jaskyni. Ostatné úrovne nie sú vytvorené v celom systéme, ale iba lokálne, a boli vytvorené asi lokálnymi autochtonými tokmi. Iba potok Tiesňavy sa ponáral aj na II. úrovni v jaskyni Psie diery a Stratenskej jaskyni.

Spojovacie chodby pod IV. úrovňou počítačujú na nižšie úrovne skokovite (analógia vodopádov na povrchu v roklinách) až po prvú úroveň, ktorá je na úrovni eróznej bázy súčasných povrchových tokov Hnilca a Tiesňav. Tieto spojovacie chodby smerujú

na východ po smeroch sklonu tektonických zlomových štruktúr.

Najväčším a najdôležitejším problémom jaskynného systému je nájsť výstup (výver) podzemnej rieky Hnilec na povrch. Niektoré jaskyne na ľavom, sv. svahu doliny Tiesňavy

a výskyt fragmentov hnieleckých riečnych štrukov na tomto svahu potvrdzujú naše predpoklady, že rieka Hnilec vystúpila z podzemia v doline Tiesňavy. To je aj najbližšia a najdôležitejšia úloha, ktorú členovia Speleologickej klubu Slovenský raj v súčasnosti riešia.

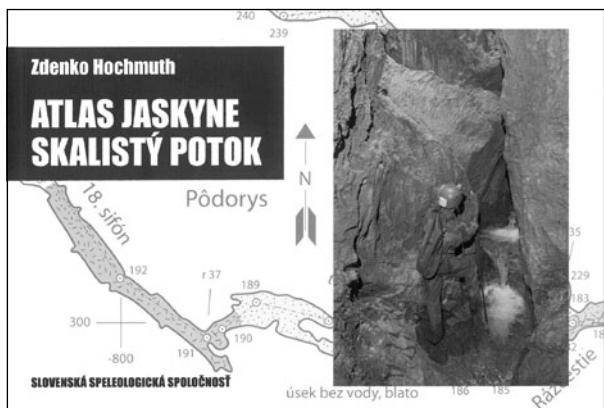
## LITERATÚRA

- KVIETOK, L. 1948. Nová kvapľová jaskyňa v Dobšinskej ľadovej. Krásy Slovenska, 25, 7–8, 154–160.  
 NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 1996. Výsledky najnovších výskumov v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Slovenský kras, 34, 139–147.  
 NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2001. Dobšinská ľadová jaskyňa – kvapľová časť. Geomorfologický a speleologickej výskum. Záverečná správa. Správa slovenských jaskyň, Liptovský Mikuláš, 51 s. + 5 príloh.  
 NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2005. Kras Slovenského raja. Správa slovenských jaskyň, Liptovský Mikuláš – Slovenská speleologickej spoločnosti – Knižné centrum, Žilina, 175 s.  
 TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Osveta, Martin, 459 s.

## Z. Hochmuth:

### Atlas jaskyne Skalistý potok

**Slovenská speleologickej spoločnosť,  
Liptovský Mikuláš 2013, 80 strán,  
ISBN 978-80-970734-2-8**



Publikácia podáva ucelený pohľad na jaskyňu Skalistý potok, známú speleopotápacsú lokalitu, ktorá predstavuje jeden z najvýznamnejších speleologickej objavov na Slovensku. V súčasnosti je najdlhšou a najhlbšou jaskyňou Slovenského krasu (dĺžka 8123 m, denivelácia 376 m). Nachádza sa na juhozápadnom okraji Jasovskej planiny a pozoruhodná je predovšetkým z hydrologického a morfogenetického hľadiska. Publikácia vyšla formou brožúry s farebnou tlačou. Jej takmer polovicu tvorí prehľadná mapová dokumentácia jaskyne. Textová časť podáva základné údaje, prehľad prieskumu a výskumu, ako aj súčasný stav poznatkov o jaskyni.

V textovej časti sa okrem polohy, základnej charakteristiky jaskyne a prehľadu doteraz publikovaných informácií o jaskyni detailne opisuje najmä história jej náročného 25-ročného prieskumu (pod vedením autora tejto publikácie) a morfológia podzemných priestorov. Spodnú časť jaskyne tvorí subhorizontálna chodba (vo výške prevažne 200 m n. m.) s početnými sifónmi a jazerami, ktorá vedie zoz. smerom popod úpatie planiny smerom k obci Háj. Potápači tu museli prekonáť 25 sifónov dlhých od niekoľko

metrov do 100 m. Naopak vrchná časť jaskyne severným smerom stúpa až do výšky 512 m n. m., pod zarovnaný povrch Jasovskej planiny. Jej súčasťou sú šachty hlboké 5 až 30 m, prepájané meandrujúcimi chodbami. Pozoruhodnosť je, že asi 40 až 60 m pod povrchom planiny sa vyskytujú subhorizontálne úrovňové chodby (vo výške okolo 450 m n. m.). Priestorovú pozíciu jaskyne udáva priemet jej pôdorysu do topografickej mapy predmetnej časti Jasovskej planiny, ako aj výškový profil jaskyne a svahu planiny (zobrazená je aj nedaleká Kunia priečasť a ostatné jaskyne v okolí). S cieľom detailnejšieho zobrazenia je jaskyňa rozdeľená na menšie úseky, ktorých podrobnejšie mapy sú uvedené na 29 listoch. Opísaná je i metodika a priebeh mapovania jaskyne. Na konci textovej časti publikácie sa nastolujú a analyzujú vybrané odborné problémy súvisiace s výskumom jaskyne – problematika vodozbernej oblasti, sedimenty a sintrová výzoba, hydrologické pomery,

mikroklíma, biospeleológia, dnešný pohľad na genézu jaskyne. Pritom sa sumarizujú výsledky doterajšieho vedeckého výskumu, zväčša publikované v osobitných článkoch. V súvislosti s genézou jaskyne sa autor zaobráva najmä diskutabilnou problematikou vývoja úrovňových chodieb v hornej časti jaskyne (predpokladá ich vytváranie vo vrchnom pliocéne) a výskytom sifónov v najvyšších častiach jaskyne. Spomínajú sa aj prebiehajúce výskumy.

Z hľadiska slovenskej speleológie ide o významnú publikáciu prezentujúcu výsledky náročnej prieskumnnej, meračskej i výskumnnej činnosti jaskyniarov (na prieskume jaskyne sa podieľali aj viacerí českí potápači). Poskytuje nielen množstvo dôležitých údajov a poznatkov potrebných pre ďalší prieskum a výskum jaskyne Skalistý potok, ale aj jej súbornú charakteristiku, využiteľnosť najmä pri geomorfologickom a hydrologickom výskume krasu, prezentáciu prírodných hodnôt Slovenského krasu a ochrane prírody. Okrem jaskyniarov táto prehľadná spracovaná a vydarená publikácia určite zaujme aj mnohých odborníkov, ktorí sa zaobrájú výskumom a ochranou krasu a jaskyň.

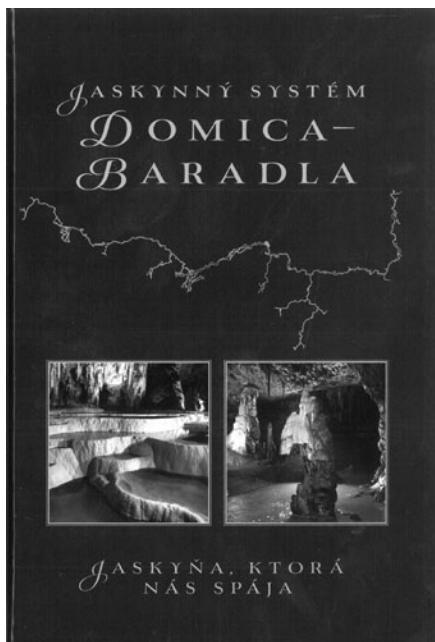
Pavel Bella

## L. Gaál – P. Gruber (Eds.):

### Jaskynný systém Domica-Baradla

**Agteleki Nemzeti Park Igazgatóság,  
Jósvafő, 512 strán,  
ISBN 978-615-80050-3-6**

Ako terénny geológ som už zažil všetkaké pracovné podmienky – mapovanie v zablatených plazivkách či v mohutných vertikálach na lane nebolo žiadnu výnimkou. Ale mapovanie tektoniky z člna, plaviaceho sa po podzemnej rieke – to bola pre mňa atraktívna novinka práve z jaskynného systému Domica-Baradla! Pred rokmi sme sa spolu s Ľudom Gaálom ako geológovia podujali na neľahkú úlohu, no zvládli sme ju. Tak ako aj všetci členovia medzinárodného kolektívu autorov nádhernej novej publikácie – knihy *Jaskynný systém Domica-Baradla: Jaskyňa, ktorá nás spája*. Jej editormi sú L. Gaál a P. Gruber.



O Domici sme toho počuli už neúrekom. O Baradle, čoby dlhé stáročia najrozsihlajšej jaskyni Maďarska, tiež. Poznáte však napr.

dĺžku celého jaskynného systému? Uvádzala sa 25 868 m, pričom Domica je dlhá 5368 m a Baradla 20 500 m (dĺžka Domice zahŕňa aj Čertovu dieru a Starú Domicu). Sumárny údaj som sa dočítal v knihe, hneď na prvej strane! Domeriavaním ďalších chodieb pod vedením Z. Hochmutha dĺžka Domice vzrástla.

Táto kniha už na prvý pohľad upúta kvalitou tvrdou väzbou, kvalitným kriedovým papierom a vizuálne príťažlivou obálkou vo farbe jaskynnej hliny. Vznikla na pôde Štátnej ochrany prírody Slovenskej republiky – Správy slovenských jaskýň a Správy Aggtelekského národného parku ako výsledok bilaterálnej spolupráce v rámci Programu cezhraničnej spolupráce Slovensko – Maďarsko (HUSK 1101/221/0180). Len na jej texte spolupracovalo 15 autorov zo Slovenska, 16 z Maďarska a jedna autorka z Českej republiky. Fotografie a kresby v publikácii pochádzajú od 40 autorov. Osem samostatných kapitol knihy sa po všeobecnom úvode a lokalizácii skúmaného jaskynného systému venuje postupne jeho geologickej stavbe, morfológii a genéze podzemných priestorov, vode v krase – tak na povrchu, ako aj v podzemí, jaskynnemu ovzdušiu, subteránnnej biote, ale i dlhodobému vzťahu človeka k jaskyni a ochrane špecifického jaskynného geoekosystému. Posledná krátkta kapitola je venovaná prevádzke dvoch

sprístupnených jaskýň, ktoré sa v rámci jaskynného systému vymájú ako mimoriadne cenné lokality cestovného ruchu. Aj z odbornej stránky ide o grandiozne dielo, v ktorom nosný element jednotlivých kapitol predstavuje práve ich vedecký prínos. Takmer 1300 titulov citovanej literatúry svedčí o vieroohodnosti publikácie ako zdroja cenných informácií pre ďalší výskum nielen v krasových územiach Slovenského a Aggtelekského krasu, ale aj v omnoho širšom regionálnom zábere.

Kniha, ktorej rozsah predstavuje 512 strán, je rozsiahlym monotematickým dielom, aké sa v našich podmienkach nevyskytuje často. Kvalita informácií sa vyrovňáva kvantite. Vedecký obsah i mapová a fotografická dokumentácia je na vysokej úrovni. Vyzdvihnut treba mimořiadne vydarené fotografie P. Staníka a Cs. Egriho, predstavujúce akýsi spájajúci element medzi dokumentáciou a umením, pretože sa svojou koncepciou, náplňou i stvárením niekedy približujú až k hraniciam dokonalosti v jaskynnej fotografii. Niektoré z nich sú príhodne umiestnené na celých stranach. Fotografie spolu s publikovaním historických plánov, pozvánok a pohľadníc možno považovať za prínosný presah diela smerom do umeleckej sféry. Súčasný celkový plán jaskynného systému sa nachádza samostatne, aj vložený do ortofotomapy v rozkladacej prílohe pub-

likácie. Výčitať by sa dala absencia detailnejšieho speleologického plánu, akú poznáme v prípade Domice z diel A. Droppu (1961, 1962), no speleotopografia rozsiahlych jaskynných systémov na celom svete je jedným z najháklivejších problémov ich dokumentácie. Prílohu publikácie dopĺňa prehľadný geologický plán krehkých tektonických štruktúr v jaskynnom systéme. Detailne spracovaná história podzemia vo vzťahu k človeku nielen ako história novodobého poznávania jaskýň, ale aj ako priestor neolitickeho rozvoja menšnej i materiálnej kultúry spája prírodné vedy s archeológiou a filozofiou. Názory na niektoré akademické problémy sa rôznia, preto sa v jednotlivých kapitolách knihy uvádzajú viaceré teórie, preferované medzi slovenskými alebo maďarskými speleológmi. Atraktívnejší a ucelenejší prehľad karsologických a speleologickej tém, ktoré poskytuje tento významný cezhraničný krasový fenomén, než aký prináša táto publikácia, si však len ľahko predstaviť. Okruh čitateľov, ktorých dokáže osloviť, je preto široký.

Kniha má v súlade s projektovou dokumentáciou dve zrkadlové jazykové mutácie, okrem slovenčiny sa dá prečítať aj po maďarsky. Obe knižné publikácie sú dielom hodným nasledovania.

Lukáš Vlček

## Odišiel Ján Mello

Dňa 2. júna 2015 dotíklo srdce človeka, ktorého celý produktívny život bol spojený s geológiou krasových území Slovenska. Jeho húzevnatý, terénnymi prácmi zotužený organizmus premohla zákerná choroba a neúprosne dala bodku za mimoriadne plodnou životnou dráhou jedného z najvýkonnejších geológov Slovenska. Janko Mello patril totiž ku generácii geológov, ktorí počtovo, krok za krokom, pochodili určené územie, starostlivo zaznamenajúc každý typ horniny, každú skamenelinu alebo štruktúrny pravok, aby na koniec zostrojili základnú geologickej mapu danej oblasti, nevyhnutne potrebnú pre ďalší prieskum a plánovanie. Vďaka mrväcej práci tejto generácie je dnes samozrejmosťou, že na polici môžeme siahnúť za geologickej mapou, ktoréjkoľvek oblasti Slovenska. Títo geológovia z terénnych prác spravidla získali aj klúčovo dôležité poznatky o stavbe mapovaného územia, ktoré pravidelne publikovali, čím významne prispeli k formovaniu názoru na globálny vývoj Západných Karpát. RNDr. Ján Mello, CSc., začal mapovacie práce v Chočských vrchoch, neskôr spracoval mapy Slovenského krasu, Slovenského raja, Galmusu, Čierfaže, Veľkej Fatry, mapoval mezozoikum v Slovenskom rudohorí či na strednom Považí. V roku 2004 výšla v Maďarsku spoločná geologickej mapa geomersko-bükkskej oblasti, ktoréj jedným zo zostavovateľov bol takisto Ján Mello. Mapy zosnulého sú podkladmi, ktoré pozná každý jaskyniar a berie si ich do rúk pred plánovaním speleologickej práce.

Jankovi Mellovi najviac prirástol k srdcu Slovenský kras. Ako prvý tu rozpoznal význam mikrofaciálnej analýzy pre stratigrafia a tektoni-



RNDr. Ján Mello (prvý zľava) s RNDr. P. Reichwaldrom a prof. M. Mišíkom na exkurzii v Bukových horách koncom sedemdesiatych rokov.

Foto: Ľ. Gaál

ku územia, postupne rozluštil, kde sa pred 200 – 240 miliónmi rokov rozprestierali lagúny, kde útesy a panvy. Zo Silickej planiny opísal aj novú riasu pre vedu *Plexoramea cerebriiformis* MELLO. Ako prvý rozpoznal vrchnekriedovú výplň paleokrasových dutín v Gombaseckom kameňolome. Podrobne spracoval výskypy meliatika, čím výrazne prispel k chápaniu vývoja oceánskej kôry mezozoika Vnútorných Západných Karpát. Bol autorom a spoluautorom mnohých významných publikácií, domáčich alebo zahraničných vedeckovýskumných projektov, hlbokých štruktúrnych vrtov, členom viacerých

odborných komisií, redakčných rád odborných časopisov a na jeho pracovisku, Geologickom ústave Dionýza Štúra v Bratislave, zastával vysoké riadiace a vedecké funkcie. Roku 2004 publikoval hodnotný príspevok aj v našom časopise Aragonit o geologickej stavbe jaskyne Domica.

RNDr. Ján Mello, CSc., sa narodil v Prievidzi, v časti Veľká Lehôtka, dňa 16. 4. 1941. Po skončení základnej školy sa rozholol študovať geológiu: prihlásil sa na Strednú priemyselnú školu geologickú a baníku do Spišskej Novej Vsi a potom na Prírodovedeckú fakultu Univerzity Komenského do Bratislav. Po absolvovaní vysokoškolského štúdia nastúpil pracovať na vtedajší Geologickej ústav Dionýza Štúra v Bratislave, ktorému zostal verný až do odchodu na dôchodok. V rokoch 1982 až 1985 bol vyslaný ako expert do Tuniska. Ani po odchode do dôchodku nestrácal kontakt s kolegami a s geológiou. Keď bolo treba, pomáhal všade a každému, nezíšte odovzdával svoje bohaté skúsenosti mladším. Naposledy jaskyniarovi Šašovi Lačnému, ktorý v rámci dizertačnej práce skúma územie západne od Slovenského krasu. Tu, v Striežovciach, sme sa stretli v máji 2013, keď som naposledy videl Janka. V kruhu kolegov sme dlho do noci diskutovali o siliciku, turnaiku, meliatiku a pospomínaли na spoločné terény v Slovenskom kraze. Vtedy ešte nikto netušil, že o dva roky už jeho pomocná ruka navždy ochabne, ústa zamíknú a jeho rady i svojrázny humor zostanú minulosťou.

Janko, slovenskí jaskyniar Ti navždy zostávajú vďační za poznatky o krasových územích a za geologickej mapy, ktoré sú pre nás nenahraditeľnými zdrojmi informácií a ktoré si s takou precíznosťou a vysokou odbornosťou pripravoval. Tvoju pamiatku si uchováme!

Ľudo Gaál

# ABSTRACTS

## 10<sup>th</sup> SCIENTIFIC CONFERENCE “RESEARCH, USE AND PROTECTION OF CAVES” RESEARCH AND PROTECTION OF CAVES OF THE SLOVAK AND AGGTELIK KARST

**Rožňava – Bódvaszilas**

**22. – 25. 9. 2015**

### GEOLOGY

#### GEOPHYSICAL EXPLORATION OF THE HARAGISTYA – SILICA – SILICKÁ BREZOVÁ KARST AREA

**Ilma Balázs<sup>1</sup> – Tibor Mátrahalmi<sup>1</sup> – Antal Serfőző<sup>1</sup>  
– Magdolna Ambrus<sup>2</sup> – Péter Gruber<sup>3</sup> – Ľudovít Gaál<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Geogold Kárpátia LTD., Mátyás király u. 59,  
4183 Kába, Hungary; info@geogold.eu

<sup>2</sup> KSZI Environmental Consultants LTD., Kresz Géza u. 18,  
1132 Budapest, Hungary; kszikft@kszikft.hu

<sup>3</sup> Aggtelek National Park Directorate, Tengerszem oldal 1,  
3758 Jósvafő, Hungary; gruber.anpi@gmail.com

<sup>4</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic,  
Slovak Caves Administration, Hodžova 11,  
031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; ludovit.gaál@ssj.sk

This paper presents the results of geophysical studies carried out within the framework of the project “Management of the Aggtelek and Slovak Karst World Heritage Caves” (HUSK/1101/221/0180). The geophysical research was made possible through funding by the Hungary-Slovakia Cross-Border Co-operation Programme and was carried out by the Karst Survey Consortium (GeoGold Kárpátia Környezetvédelmi és Mérnöki Szakértő Kft. and KSZI Környezetvédelmi Szakértő Iroda Kft.) in cooperation with the Aggtelek National Park Directorate and the Slovak Caves Administration.

The study area is located directly along the Hungarian-Slovakian border in the south-western part of Slovakia and within the Aggtelek-Slovak Karst. The distinctiveness of the area is highlighted by valuable karst landforms, underground water networks and a large number of caves which developed within the Middle Triassic limestone and dolomites.

The geophysical investigations used vertical electrical sounding (VES) and radio magneto telluric (RMT) measurements. A total of 80 VES assessments were made. The tests were designed to complement the RMT measurements, identify structural changes in the Upper Triassic limestone and dolomite aquifers and clarify the relationships and thickness of the cover sequences (especially in the Pleistocene).

Two thousand RMT measurements were made in the 2 km<sup>2</sup> recharge area of the Imre Vass Cave. The primary objective of the measurements was to gain more specific field information concerning the size, position and depth of cracks in the formations.

Five geological cross-sections were constructed based on this information, providing us with a map of the fracturing in the study area. Finally, two karst vulnerability maps were created.

#### NEW RESULTS OF PALEOMAGNETIC RESEARCH IN THE OCHTINSKÁ ARAGONITE CAVE, SLOVAKIA AND THEIR SPELEOGENETIC INTERPRETATION

**Pavel Bosák<sup>1,2</sup> – Petr Pruner<sup>1,2</sup> – Pavel Bella<sup>3,4</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Geology of the CAS, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6,  
Czech Republic; bosak@gli.cas.cz, pruner@gli.cas.cz

<sup>2</sup> Institute of Karst Research, SRC SASU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenia

<sup>3</sup> Department of Geography, Faculty of Education, Catholic University  
in Ružomberok, Hrabovecká cesta 1, 031 04 Ružomberok,  
Slovakia; Pavel.Bella@ku.sk

<sup>4</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves  
Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia;  
pavel.bella@ssj.sk

The well-known Ochtinská Aragonite Cave (Revúcka Highlands, southern Slovakia) is characterized by remarkable geological, morphological, genetic and mineralogical features (Rajman et al., 1993; Bella, 1998, 2004; Bosák et al., 2002; Gaál, 2004 and others). Its complicated multi-phased genesis is still the

object of ongoing researches. Revision high-resolution paleomagnetic sampling of the sedimentary profile in the Oválna Passage followed original pilot sampling from 1999. In September 2013, 40 paleomagnetic samples covered 60 cm thick profile. Following the study of Bosák et al. (2002), the paleomagnetic Bunhes/Matuyama boundary (0.78 Ma) was more precisely determined at 13 cm below the top of the profile. Newly, the short normal polarized magnetic zone at 33 cm below the profile top was interpreted as the Jaramillo event (0.99 to 1.07 Ma). The depositional rate between the Brunhes/Matuyama boundary and the upper boundary of the Jaramillo magnetic zone is about 0.09 cm ka<sup>-1</sup> (19 cm long section deposited during 210 ka). The very slowly depositional rate resulted from slow water flow with only occasionally turbid water loaded only in extremely fine-grained material (clays; i. e. highly sieved material). If the depositional rate has been similar also in the lower section of the studied profile under the Jaramillo magnetic zone (28 cm long section deposited during 310 ka), the sedimentation on the bottom bedrock began ca 1.3 – 1.4 Ma ago. The prevailing NE-SW direction of magnetic lineation from the anisotropy of magnetic susceptibility measurements indicates uniform direction of water flow during the accumulation of sediments, i. e. from the Hlboký Dome through Oválna Passage to Sieň mliečnej cesty Hall. Seeing that the age of flowstone covering this sedimentary profile is 177 ka (Bosák et al., 2002), these sediments were eroded in the period of ca >780 to 177 ka, probably as a result of oscillations of underground water table from the lowest cave part, still flooded. The striking upraised oscillation and long-lasting stagnation of water table is related with the corrosion of the principle flat ceiling between the Oválna Passage and Hlboký Dome that cut an older ceiling hollow with aragonite and calcite fills. Based on their U-series dating (Bosák et al., 2002), this oscillation can be dated between 405 and 177 ka. The new results of paleomagnetic research conduct to the geochronological reconstruction of epiphreatic developmental phases of the Ochtinská Aragonite Cave.

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under contract APVV-0625-11 and Institutional financing of the GLI CAS CZ No. RV06798531.

#### REFERENCES

- BELLA, P. 1998. Morfológické a genetické znaky Ochtinskéj aragonitovej jaskyne. Aragonit, 3, 3–7.
- BELLA, P. 2004. Geomorfologické pomery Ochtinskéj aragonitovej jaskyne. Slovenský kras, 42, 57–88.
- BOSÁK, P. – BELLA, P. – CÍLEK, V. – FORD, D. C. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – OSBORNE, A. – PRUNER, P. 2002. Ochtiná Aragonite Cave (Western Carpathians, Slovakia): Morphology, Mineralogy of the Fill and Genesis. Geologica Carpathica, 53, 6, 399–410.
- GAÁL, L. 2004. Geológia Ochtinskéj aragonitovej jaskyne. Slovenský kras, 42, 37–56.
- RAJMAN, L. – RODA, Š. jr. – RODA, Š. sen. – ŠČUKA, J. 1993. Untersuchungen (ber die Genese der Aragonithöhle von Ochtiná (Slowakei). Die Höhle, 44, 1, 1–8.

#### MAIN TECTONIC FEATURES OF BARADLA CAVE

**Ľudovít Gaál**

*State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration,  
Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota, Slovakia; ludovit.gaál@ssj.sk*

Geologic research of Domica-Baradla cave system during the 2013 – 2014 brought some new knowledge about tectonic structure of Baradla Cave and its surroundings. In this research the results of tectonic measurements of Domica Cave were also used (Gaál and Vlček, 2011). One of the main results was the detection of western continuation of the thrust fault running along the Jósva Valley. This fault is deducible from Kečovo and Peňažná valleys to Dlhá Ves Village in Slovakia in the W-E direction. The carbonate block lying in the south of this fault in Slovakia was called as south wing of Kečovo anticline (Bystríký, 1964) or Domica block (Gaál, 2008), in Hungary as Teresztenye partial syncline (Less et al., 1988). The dip of carbonate beds in this block is to the south or south-west. In contrast, the dip of the block lying to the north of the thrust fault is to the north (Haragistya syncline, Kečovo block). Therefore we can consider the Domica block – Teresztenye syncline as a separate clip of the Silica Nappe.

According to measuring of tectonic faults in Baradla Cave realised in autumn of 2014, the three directions are predominating in the cave: about N-S (mainly NNE-SSW – also Szentes, 1965), NE-SW and NW-SE (Gaál, 2014). These directions moderately deviate from directions of the fault in Domica Cave, where in addition predominate also faults near W-E direction. The difference is probably connected by the thrust fault running near Domica Cave mentioned above. This thrust fault probably represents an original boundary between two carbonate clip slides in Cretaceous and they were activated in Early Tertiary. Along this thrust fault the main displacement zone may be generated. The other directions of Domica and Baradla caves, NE-SW and NW-SE, are probably represented by the synthetic and antithetic faults of simple shear system as a result of stress from south or south-west in Late Oligocene (see Vass et al., 1993). In this case we can suppose that NW-SE dextral strike-slip faults and NE-SW sinistral strike-slip faults were created. The presence of some NW-SE faults with striae in Vörös-tó branch can be supposed. But it is hard to detect the similar suitable planes in cave system, because they are corroded or covered by speleothems. In this scheme the dominantly NNE-SSW faults in Baradla represent a tension faults with some helicoidal shape. The submitted information is only preliminary, in future it would be advisable to realize detailed tectonic research in the cave system.

#### REFERENCES

- BYSTRICKÝ, J. 1964. Slovenský kras. Stratigrafia a Dasycladaceae mezozoika Slovenského krasu. Ústredný ústav geologický, Bratislava, 204 p.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskyň Slovenského krasu. Liptovský Mikuláš, 166 p.
- GAÁL, L. 2014. Szerkezeti viszonyok. In Gruber, P. – Gaál, L. (Eds.): A Baradla-Domica-barlangrendszer. Aggteleki Nemzeti Park, Jósvafő, 45–59.
- GAÁL, L. – VLČEK, L. 2011. Tektonická stavba jaskyne Domica. Aragonit, 16, 1–2, 3–11.
- LESS, GY. – GILL, J. – GYURICZA, Gy. – RÓTH, L. – SZENTPÉTERY, I. 1988. Az Aggtelek-Rudabányai-hegység fedetlen földtani térképe (Uncovered geological map of the Aggtelek-Rudabánya Hills), M = 1:25 000. Magyar Allami Földtani Intézet, Budapest.
- SZENTES, Gy. 1965. Földtani, tektonikai és genetikai vizsgálatok a Baradla- és Béke-barlangban. Karszt és Barlang, 2, 71–78.
- VASS, D. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – ELEČKO, M. 1993. Sled paleogénnych a neogénnych tektonických udalostí v juhoslovenských kotlinách vo svetle napäťových analýz. Mineralia Slovaca, 25, 79–92.

### LATE GLACIAL – HOLOCENE TRANSITION RECONSTRUCTED ON THE BASIS OF HIGH RESOLUTION STABLE ISOTOPE RECORD FROM SOUTHERN SLOVAKIA

Michał Gaśiorowski<sup>1</sup> – Helena Hercman<sup>1</sup> – Jacek Pawlak<sup>1</sup>  
– Michał Gradziński<sup>2</sup> – Pavel Bella<sup>3</sup> – Šárka Matoušková<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Poland; mgasior@twarda.pan.pl, hhercman@twarda.pan.pl, dzeq@twarda.pan.pl

<sup>2</sup> Institute of Geological Sciences, Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, Oleandry 2a, 30-063 Kraków, Poland; michał.gradzinski@uj.edu.pl

<sup>3</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; pavel.bella@ssj.sk

<sup>4</sup> Institute of Geology of the CAS, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6, Czech Republic; matouskov@gli.cas.cz

We studied stable isotopic record (O, C) from 826 mm long stalagmite collected in the Jaskyna na Kečovských Lúkach cave located in the Slovakian Karst. The record was precisely dated with  $^{230}\text{Th}/\text{U}$  dating method using mass spectrometry. Age-depth model was calculated using MOD-AGE software.

**Datings.** The age-depth model was monotonous in the first half of the record (0 – 400 mm from basal part of speleothem). However, U-Th dates were characterized by relatively high uncertainties resulting in wide confidence bands. The change in calculated deposition rate was found ~400 mm from the base of speleothem, but is not correlated with any significant change in speleothem calcite structure. Hence, we linked this change with distribution of U-Th dates along the profile. The dates are not so consistent in the upper half of the profile. Moreover, datings for the most upper part (~150 mm) were unsuccessful due to higher contamination with detrital thorium. It resulted in higher uncertainty of the age-depth model for the upper part of the speleothem.

**Late Glacial record.** The termination of Late Glacial Maximum (LGM) period is clearly recorded in both stable isotope curves.  $\delta^{18}\text{O}$  increased rapidly over 2 ‰ suggesting relatively fast temperature increase. Carbon isotopes did not react so quickly, but continuous decline to the lower  $\delta^{13}\text{C}$  values suggest steady development of soil and vegetation cover over the cave till ~17 kyr. Next deterioration of climate condition was recorded in both isotope records during the Oldest Dryas (17 – 15 kyr). The climate changes during Bølling – Older Dryas – Allerød oscillations were not so clearly reflected in Southern

Slovakian record. However, fine increase in  $\delta^{13}\text{C}$  and decline in  $\delta^{18}\text{O}$  are precisely correlated with Older Dryas stadial.

**Holocene record.** The most distinct feature of South Slovakian record is significant difference in timing of shift from Late Glacial to interglacial climate. There is no significant change in carbon and oxygen isotope records on the beginning of the Holocene. The increase in  $\delta^{18}\text{O}$  is recorded ~1.5 kyr later, on the beginning of Boreal chronozone. This delay might be a result of different air circulation on the beginning of the Holocene or is a artefact of age-depth model uncertainty. While oxygen isotope record suggests increase in temperature, carbon isotopes point to lower share of biogenic carbon. Higher values of  $\delta^{13}\text{C}$  can also suggest change from close to open landscape (i. e. from forest to steppe/meadow).

Generally, the correlation between speleothem record and Greenland ice core records suggests that climate of Southern Slovaka after the LGM was formed mainly by Atlantic air circulation with significant Mediterranean influences during Late Glacial.

This study was supported by the National Science Centre and Higher Education grant no. N N306 602340.

### MODERN POLLEN GRAINS IN WIERZCHOWSKA GÓRNA CAVE, POLAND

Magdalena Łata

Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, Oleandry 2a, 30-063 Kraków, Poland; magdalena.lata@hotmail.com

This paper deals with presence of modern pollen grains in Wierzchowska Góra Cave (Jaskinia Wierzchowska Góra) (Kraków Upland, Polish Jura). The filed study was conducted in the spring and summer of 2014. For this purpose containers which bottom was covered with glycerine were placed inside the cave and outside close to the entrance. The collected material was subjected to chemical treatment. After performing microscopic preparations, the contents of the samples were analyzed and pollen grains were identified. The results were interpreted in terms of such factors as: the cave microclimate, location and exhibition of entrances, the configuration of the corridors, places of the containers and the tourist route.

The contents of the containers varied in number and type of pollen grains, depending on these factors. Most pollen grains were in the sample placed near the entrance, which tourists get into the cave. This is caused by frequent opening of the door and air inflow. In places where air movement is weak the smallest number of pollen grains were deposited. The most important factor of the cave microclimate, which is determining the presence of pollen in the cave, seems to be air circulation and the position of entrances. In both of the campaigns (spring and summer) pollen grains of anemophilous plants and also trees and bushes dominated. Pollen spectrum showed seasonality between spring and summer. Affiliation of pollen grains to plant genera and species highly depends on the season of flowering and presence of pollen in the outside atmosphere and also on the types of plants growing in this area. The collected data, related to the presence and spread of modern pollen grains in the cave, showed that pollen grains are a good indicator of the taxonomic composition of local or regional vegetation. It proves that the pollen grains preserved in cave sediments can be considered a reliable source of palaeoenvironmental information.

### STABLE ISOTOPE ANALYSES OF INCLUSION WATER IN A STALAGMITE FROM THE BARADLA CAVE, HUNGARY

László Palcsu<sup>1</sup> – Yuri Dublyansky<sup>2</sup> – István Futó<sup>1</sup> – Anikó Horváth<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hertelendi Laboratory of Environmental Studies, Institute for Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences, Bem tér 18/C, 4026 Debrecen, Hungary; palcsu.laszlo@atomki.mta.hu, futo@atomki.hu, horvath.aniko@atomki.mta.hu

<sup>2</sup> Quaternary Research Group, Institute of Geology, University of Innsbruck, Inrain 52, 6020 Innsbruck, Austria; juri.dubyansky@uibk.ac.at

In the framework of an INTIMATE short term scientific visit to the Quaternary Research Group, University of Innsbruck, fluid inclusion stable isotope analyses were performed for a stalagmite from Baradla Cave. The water amounts in the carbonate were between 0.4 and 1.4 µl/g, which is rather high compared to other speleothems in continental climate settings.

$\delta^{18}\text{O}$  values of inclusion waters vary from -9.0 and -10.5 ‰ V-SMOW, and the  $\delta^2\text{H}$  values vary between -68 and -64 ‰ V-SMOW. The oxygen measurements show a wide scatter compared to hydrogen measurement. Hydrogen values are very close to the isotope composition of seepage water from 2006, while oxygen values are rather different. Therefore, only hydrogen isotope values have been used for further calculations.

Using carbonate and water oxygen isotope ratios, the temperature at which the carbonate has precipitated can be calculated. For these calculations the  $\delta^{18}\text{O}$

values of inclusion waters were derived from measured  $\delta^2\text{H}$  values using the Global Meteoric Water Line equation. Although winter precipitation are more represented in the infiltration water than summer precipitation, and therefore we expect that the oxygen isotope signature of the seepage water in the cave represents lower temperatures than MAAT, yet,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{water}}$ - $\delta^{18}\text{O}_{\text{calcite}}$  pairs are supposed to provide correct temperatures at equilibrium conditions. Using the Tremaine's equation, calculated oxygen isotope ratios of water and measured oxygen isotope compositions of carbonate we obtained temperatures between 5 and 9 °C. The mean annual air temperature (MAAT) in the area of the Baradla cave is 10 °C. These first results are in a relative good agreement with this assumption. However, further analyses are needed to constrain the temperature range and to obtain more reliable climate information.

## GEOLOGICAL FORMATIONS OF THE BARADLA CAVE: AN OVERVIEW

Olga Piroš

*Geological and Geophysical Institute of Hungary, Stefánia út. 14,  
1143 Budapest, Hungary; piros.olga@mfgi.hu*

The main formations of the Baradla Cave are the Gutenstein, Steinalm and Wetterstein Limestones. These formations are typical in the Silica Nappe of the Aggtelek-Rudabánya Mts. The limestone (and dolomite) of reef and lagoonal facies were formed on platform, which was continuously deepening from the beginning of the Middle Triassic. The bulk of the limestone is represented by lagoonal formations, extremely rich in dasycladaleans.

The investigation of these carbonate formations began ca 150 years ago. Austrian geologists F. Hochstetter, F. Foersterle, H. Wolf and F. R. Hauer determined a Middle Triassic age of the light coloured limestone of the plateau, and F. Foersterle correlated the sequence with the Gutenstein Limestone.

In the last hundred years Zoltán Schréter (1935), Julius Pia (1940), Kálmán Balogh (1940 - 1948), Gábor Scholz, Sándor Mihály, Sándor Kovács (1970 - 1990), Czech and Slovak geologists, e. g. Ján Bystríký (1964), Mária Kochanová et al. (1975) and Ján Mello (1975 - 1976) worked on the area. These geologists mainly researched on the surface, and the biggest outcrop of the area, the cave, was unknown from the geological point of view.

Between 1979 and 1985 during the geological field mapping had a possibility to detailed research of the hills. Also in this time interval Zsolt Borka made his diploma works from the geology of Baradla Cave. He mentioned first from the Jósvafő part of the main branch the Anisian algae. At this time in the Hungarian part of the cave 5 geological key sections established. At this time I deal with the dasycladalean of the lagoonal facies. By the dasycladalean biostratigraphy could be subdivided the lagoonal facies two part, Steinalm and Wetterstein, and determined the age of the oldest part of the reef.

Kinga Hips (1998 - 2007) and Felicitász Vellelits (2008 - 2011) and her colleagues made a detailed investigation of the cave. K. Hips investigated the Gutenstein Limestone, F. Vellelits a complex palaeontological investigation of the Steinalm and Wetterstein Limestone of the cave and its neighbourhood.

## MODERN SUBAQUEOUS FLOWSTONES FROM SELECTED CAVES OF THE SLOVAK KARST (SOUTHERN SLOVAKIA)

Wojciech Wróblewski<sup>1</sup> – Michał Gradziński<sup>1</sup> – Jacek Motyka<sup>2</sup>  
– Jarosław Stankovič<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geological Sciences, Institute of Geological Sciences,  
Jagiellonian University,  
Oleandry 2a, 30-063 Kraków, Poland; wojciech.wroblewski@uj.edu.pl,  
michal.gradzinski@uj.edu.pl

<sup>2</sup> Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH  
University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30,  
30-059 Kraków, Poland; motyka@agh.edu.pl

<sup>3</sup> Speleoclub Minotaurus, Edelénska 10, 048 01 Rožňava; stankov@ke.psg.sk

Flowstones represent a type of carbonate speleothems developed commonly in caves in vadose conditions. They are relatively well known and described in terms of their internal structure, petrology, and geochemical features. Conversely, subaqueous flowstones occur less frequently and hence the knowledge about their characteristic and growth condition is very limited.

Occurrence of these unique speleothems have been noted in two resurgence caves in the Slovak Karst (southern Slovakia) – Krásnohorská Cave and Drienovská Cave. Recently flowstones grow within riverbeds of underground streams flowing through the caves. They form laminated nonporous crusts on the distance of several hundred meters upstream from a resurgence. Individual laminae reach up to a few hundred micrometres in thickness and are composed of columnar and mosaic sparry calcites. Subordinately, some of the laminae are composed of micrite enriched in fine, detrital non-carbonate minerals, especially phyllsilicates. The growth rate of the studied flowstones reach 0.3 mm per year, which seems to surpass that of 'normal' flowstone being fed by a film of water seeping down.

Stable carbon and oxygen isotope composition ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) of analysed flowstones is quite uniform and show only subtle changes. The values of  $\delta^{13}\text{C}$  range from -10.94 to -10.10 ‰ V-PDB whereas the values of  $\delta^{18}\text{O}$  range between -8.02 and -7.34 ‰ V-PDB.

Seasonal observations of depositional rate and hydrological conditions conducted between August 2010 and September 2013 reveal that deposition of subaqueous flowstones in Krásnohorská Cave and Drienovská Cave significantly depends on the hydrological conditions, particularly groundwater level fluctuations. During the periods of low ground water levels (spring discharges below 25  $\text{l s}^{-1}$ ) subaqueous flowstones were deposited in form of sparry calcites, while during the period of high groundwater levels (spring discharges greater than 1000  $\text{l s}^{-1}$ ) in form of micrite or they do not form at all. The micritic character of laminae seems to result from incorporation of non-carbonate particles, transported and deposited during high water level, which prevents the growth of columnar crystals.

Above changes in growth rate reflect changes in water physicochemical characteristic and ability of calcite to precipitate. Supersaturation of waters expressed by calcite saturation index (SI) during the periods of low groundwater level reaches values up to 0.81 whereas during the periods of high groundwater level fall to -0.05.

## GEOMORPHOLOGY

### CONTACT KARST ON THE SILICKÁ PLATEAU, SLOVAK KARST

Pavel Bella

*State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration,  
Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; pavel.bella@ssj.sk*

*Department of Geography, Faculty of Education, Catholic University in  
Ružomberok, Hravovská cesta 1, 031 04 Ružomberok, Slovakia; Pavel.Bella@ku.sk*

From the geological viewpoint the Silická Plateau differs from the other karst plateaux of the Slovak Karst. A transverse belt of Lower Triassic sandstones and shales (anticlinal structure) is uncovered in its central and north-eastern part (Roth, 1939; Mello et al., 1996). On the top of the plateau, this belt is bordered by Middle and Upper Triassic carbonates of Silica Nappe from both sides. Several blind valleys, karst marginal lakes, sinkholes and inflow caves have originated at the contact of these non-soluble and soluble rocks. Blind valleys are the most notable landforms on the surface: 2 km long blind valley north of Silická Brezová Village, 0.8 km long half-blind valley north of Bulan (530 m) and west of Silica Village, blind valleys east of Silica Village (Jakál, 1975; Kučera, 1975; Liška, 1994). A basin-like depression south-east of Silická Brezová Village presents a set of blind valleys bounded by low limestone ridges (Bella and Gaál, 2013). Occasional streams are sinking to the underground through ponors in the end parts of blind valleys (they are flooded during rainy seasons and snow melting). Recently, some marginal karst lakes originated and disappeared in the Slovak Karst including the contact karst near the Silica Village. The Jašteričie (Silické) Lake, which had an area of 1.22 ha (Kunský, 1939), ceased to exist due to the natural opening of the new ponor (Jaskyňa v ponore Jašteričieho jazera Cave) at its edge and the filling of the lake by flushed soil sediments from adjacent fields on Lower Triassic shales and its overgrowing by vegetation (Čílek, 1996). Conversely, in 1953 the new marginal karst lake originated by the clogging of ponor in the end of small blind valley named Farárova jama (Papverme) on the south-eastern edging of the Silica Village (Lešinský, 2005). The largest caves and underground hydrological systems of the central and north part of the Silická Plateau (Silica – Silická Ľadnica Cave – Combasecká Cave, Milada Cave – Bezodná Ľadnica Abyss – Kečovo Spring, sinkholes in the areas of Rakata and Žedem – Krásnohorská Cave, Jaskyňa v ponore Jašteričieho jazera Cave, Majkova Cave) are genetically associated with the lithological contact on the top of the plateau (watershed areas of occasional surface streams occur on unpermeable rocks). It is the main distributional factor of these inflow caves and inputs into underground hydrological systems. In consequence of a hydraulic gradient, vadose drawdown passages originated in the inflow caves (Bella, 1995).

## REFERENCES

- BELLA, P. 1995. Ku genéze ponorných fluviokrasových jaskyň alogénnych území Západných Karpat. In Hochmuth, Z. (Ed.): Reliéf a integrovaný výskum krajiny. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Prešov 26. – 27. 10. 1995. UPJŠ, Prešov, 7 – 18.
- BELLA, P. – GAÁL, L. 2013. Reliéf a hydrografia ponornej zóny Brezovsko-kečovského podzemného hydrologického systému, Silická planina, Slovenský kras. Slovenský kras, 51, 1, 15 – 29.
- ČÍLEK, V. 1996. Silica – zrození a smrt jazera. Speleofórum, 15. Praha, 36 – 42.
- JAKÁL, J. 1975. Kras Silickej planiny. Osveta, Martin, 152 s.
- KUČERA, B. 1975. Krasové jevy Vápencového vrchu na Silické planině. Československý kras, 26 (1974), 35 – 51.
- KUNSKÝ, J. 1939. Jezera Slovenského krasu. Rozpravy II. triedy České akademie, 49, 25, 1 – 17.
- LEŠINSKÝ, G. 2005. Speleologický prieskum južnej časti Silickej planiny, 1. časť. Záverečná správa, SMOPAJ, Liptovský Mikuláš, 62 s.

- Liška, M. 1994. Formy reliéfu v krase. In Rozložník, M. – Karasová, E. (Eds.): Chránená krajinná oblasť – Biosférická rezervácia Slovenský kras. Osveta, Martin, 203–213.
- MELLO, J. (Ed.) – ELEČKO, M. – PRISTÁŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPKO, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. 1996. Geologická mapa Slovenského krasu 1 : 50 000. GS SR, Bratislava.
- ROTH, Z. 1939. Geologie okolí Silice u Rožňavy. Rozpravy II. třídy České akademie, 49, 1, 1–22.

## COSMOGENIC NUCLIDE DATING OF ALLOCHTHONOUS FLUVIAL SEDIMENTS IN THE DOMICA CAVE AND DOBŠINSKÁ ICE CAVE: MORPHOGENIC AND PALEOGEOGRAPHICAL IMPLICATIONS

Pavel Bella<sup>1,2</sup> – Régis Braucher<sup>3</sup> – Juraj Holec<sup>4</sup>  
– Michal Veselský<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Geography, Faculty of Education, Catholic University in Ružomberok, Hrabovecká cesta 1, 031 04 Ružomberok, Slovakia; Pavel.Bella@ku.sk

<sup>2</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; pavel.bella@ssj.sk

<sup>3</sup> Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, A. V. L. P., 13545 Aix-en-Provence, France; braucher@cerege.fr

<sup>4</sup> Department of Physical Geography and Geocology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4, Slovakia; juraj.holec@uniba.sk, michal.veselsky@uniba.sk

New data on the geochronology of levelled river caves in the south and north part of the Slovenské Rudohorie Mts. (Domica Cave, Dobšinská Ice Cave) were obtained from the cosmogenic nuclide dating of allochthonous fluvial sediments in 2014 and 2015.

The Domica Cave presents a part of the extensive multi-levelled Slovak-Hungarian cave system Domica-Baradla (Slovak and Aggtelek Karst) that was formed in relation to incision phases of the Jósva River valley (the right tributary of Bodva River). The Domica Cave (Slovak part of the cave system) originated in two evolution levels, slightly decreasing from 341 to 338 m and 335 to 314 m a. s. l. Based on the drill hole in the Panenská Passage also the lower evolution level at 318 m a. s. l. is supposed; in the relevant section of the cave the upper level is located at 340 m and the middle level at 328 m a. s. l. (Droppa, 1961, 1972; Jakál, 1975). The passage of the middle cave level, that forms the main part of the cave system, slightly decreases (with an inclination of about 7.5 %) towards the outflow part near Jósvafő Village in Hungary (it reaches at 260 to 270 m a. s. l. in the end part of the Baradla Cave). There are known several different opinions about the age of this large cave system. According to Kašpar (1936), Kunský (1950), Jakál (1975), Juhász (1983), Hochmuth (1998) and Verres (2012) the Domica and Baradla present pre-Quaternary caves, their main passages were formed in Pliocene and partially remodelled during Pleistocene. Droppa (1961, 1972), Gaál (2008), Gyuricza and Gaál (2014) explained the formation of the Domica and Baradla caves from Pliocene to Early or Middle Pleistocene. Cholnoky (1930), Roth (1937), Láng (1955), Jakucs (1984) and Sádsi (1990) supposed the Pleistocene age of both mentioned caves. Gyuricza and Sádsi (2009) put the juvenile phase of development of the main river channel of the cave system in Middle Pleistocene. Data obtained from of U-series dating and paleomagnetism of dripstones, flowstones and fine-grained allochthonous sediments (Lauritzen and Leél-Össy, 1994; Ford and Zámbó, 1997; Pruner et al., 2000; Zámbó et al., 2002; Bosák et al., 2004) shows only younger accumulative phases of cave evolution. For the geochronological reconstruction of older evolution phase, cemented quartz gravel from the upper cave level of Domica Cave (the passage between the Hall of Terraces and Dome of Mysteries) was dated using cosmogenic nuclides <sup>10</sup>Be and <sup>26</sup>Al. Its burial age is 3.47±0.78 Ma. The quartz gravel was transported into the cave together with other allochthonous sediments by inflow streams from the Poltár Formation (Pontian – Late Pliocene?) covering subsided tectonic blocks of Triassic carbonates at the south-western edge of Slanská Plateau (Slovak Karst). Based on this result of cosmogenic nuclide dating the upper evolution level of the cave system originated in (or before) Middle Pliocene (Bella et al., 2014a,b). The middle evolution level (located 10 – 12 m below the upper level) probably also originated in relation to the formation of large pediment (of Pliocene age after Láng, 1955) which remnants (at 250 – 275 m a. s. l.) are conserved on both slopes of the Jósva River valley. Within the denudation chronology of the Western Carpathians this pediment probably corresponds to the river-side level (Late Pliocene – Early Quaternary).

The Dobšinská-Stratená cave system with a length more than 25 km is one of the most important caves in Slovakia. It is located on the Duča Plateau in the southern part of the Slovak Paradise, Spišsko-Gemerský Karst. The well-known Dobšinská Ice Cave represents the past inflow part of this large multi-levelled system formed by underground allochthonous streams in Middle Triassic limestones. The upper western ice-free parts of the Dobšinská Ice Cave (940 – 945 m a. s. l.) consist of wide passages and halls with flat solution ceilings, ceiling channels and wall channels, and allochthonous fluvial sediments. They were developed by the sinking paleo-Hnilec River (Droppa, 1957, 1980;

Novotný and Tulis, 2002). Genetically, these parts of the Dobšinská Ice Cave belong to the IV<sup>th</sup> evolution level of the larger Stratenská Cave. This evolution level, featured by distinctive wall channels and flat solution ceilings, is more than 6.4 km long with an inclination of 3 ‰ (Tulis and Novotný, 1989; Novotný and Tulis, 2002, 2005). It belongs to the most extensive cave levels in Slovakia. They can be used for a geochronological reconstruction of landscape evolution (the development of cave levels is correlated with the development of river terraces, pediments or planation surfaces). Cosmogenic nuclide dating (<sup>10</sup>Be and <sup>26</sup>Al) of quartz sand from the Grape Hall, located west of the ice-filled Great Hall (the dominant chamber in the Dobšinská Ice Cave), was used for a more precise determination of the geochronology of this large cave level. Allochthonous fluvial sediments were transported into the cave by sinking stream from the adjacent non-karst area, mainly from the eastern edge of the Nízke Tatry Mts (the area of Mt. Kráľova hoľa). Their burial age is 3.02±0.4 Ma. Consequently, the studied cave level developed during (or before) Late Pliocene. The result dates more exactly the assumed age of this cave level (see Jakál, 1971; Tulis and Novotný, 1989; Novotný, 1993; Novotný and Tulis, 2005), supported by paleomagnetism and magnetostratigraphy of cave sediments (Pruner et al., 2002). Pediment remnants on the surface along the Hnilec River valley (between Dobšinská Ľadová Jaskyňa Colony and Stratená Village) are conserved at the same altitude as the dated cave level. This pediment also corresponds to the river-side level within the denudation chronology of the Western Carpathians.

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under contract APVV-0625-11 and the grant VEGA No. 1/0430/15.

## REFERENCES

- BELLA, P. – BRAUCHER, R. – HOLEC, J. – VESELSKÝ, M. 2014a. Datovanie pochovania kremitého štrku na vrchnej vývojovej úrovni jaskyne Domica pomocou kozmogenných nuklidov. Slovenský kras, 52, 1, 15–24.
- BELLA, P. – BRAUCHER, R. – HOLEC, J. – VESELSKÝ, M. – PRUNER, P. – BOSÁK, P. 2014b. Geochronology of the Domica – Baradla cave system (Slovakia, Hungary) based on cave sediment dating. In Bučová, J. – Puškelová, L. (Eds.): Environmental, Sedimentary & Structural Evolution of the Western Carpathians. Abstract Book, 9<sup>th</sup> ESSEWECA Conference (November 5 – 7, 2014, Smolenice, Slovakia). Geophysical Institute, Geological Institute, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 7–8.
- BOSÁK, P. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – MÓGA, J. – PRUNER, P. 2004. Palaeomagnetic and U-series dating of cave sediments in Baradla Cave, Hungary. Acta Carsologica, 33, 2, 219–238.
- DROPPA, A. 1957. Dobšinská ľadová jaskyňa. Geografický časopis, 9, 2, 99–118.
- DROPPA, A. 1961. Domica – Baradla, jaskyne predhistorického človeka. Šport, Bratislava, 151 p.
- DROPPA, A. 1972. Príspevok k vývoju jaskyne Domica. Československý kras, 22, 65–72.
- DROPPA, A. 1980. Jaskyne južnej časti Slovenského raja. Československý kras, 30 (1978), 51–65.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskyň Slovenského krasu. ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
- GYURICZA, Gy. – GAÁL, L. 2014. Vznik a vývoj jaskynného systému. In Gaál, L. – Gruber, P. (Eds.): Jaskynný systém Domica-Baradla. Jaskyňa, ktorá nás spája. Správa Aggtelekského národného parku, Jósvafő, 95–116.
- GYURICZA, Gy. – SÁSDI, L. 2009. A Baradla-barlangrendszer kialakulásának kérdései a tágabb környezet földtaní fejlődés tükrében. Földtani Közlöny, 139, 1, 83–92.
- FORD, D. C. – ZÁMBÓ, L. 1997. U series dating of phases of speleothem deposition and erosion in Baradla Cave, Aggtelek National Park, Hungary. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Congress of Speleology (La Chaux-De-Fonds, 10 – 17 August 1997), 1, Basel, 14.
- HOCHMUTH, Z. 1998. Predkvartérne jaskynné systémy na Slovensku a ich vzťah k zarovnaným povrchom. Prírodné vedy, 29, Folia geographica, 1, Prešov, 127–144.
- CHOLNOKY, J. 1930. Az aggteleki cseppköbarlang története. Magyar Földrajzi Évkönyv, 157–169.
- JAKÁL, J. 1971. Morfológia a genéza Dobšinskéj ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 9, 27–33.
- JAKÁL, J. 1975. Kras Silickej planiny. Osveta, Martin, 152 p.
- JAKUCS, L. 1984. Az aggteleki Baradla-Domica barlangrendszer. In Kordos L. (Ed.): Magyarország barlangjai. Gondolat Kiadó, Budapest, 88–109.
- JUHÁSZ, Á. 1983. Évmilliók emlékei. Gondolat Kiadó, Budapest, 511 p.
- KAŠPAR, J. 1936. Domica minulá, přítomná a budoucí. Časopis turistů, 48, Praha, 187–190.
- KUNSKÝ, J. 1950. Kras a jeskyně. Přírodovědecké nakladatelství, Praha, 163 p.
- LAURITZEN, S.-E. – LEÉL-ÖSSY, Sz. 1994. Előzetes koradatok egyes baradla cseppkövekről. Karszt és Barlang, I-II, 3–8.
- LÁNG, S. 1955. Geomorfológiai tanulmányok az Aggteleki-karsztvidéken. Földrajzi Értesítő, 4, 1, 1–16.
- NOVOTNÝ, L. 1993. Treťohorné jaskynné úrovne a zarovnané povrhy v Slovenskom raji. Slovenský kras, 31, 55–59.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 1996. Výsledky najnovších výskumov v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Slovenský kras, 34, 139–147.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2002. Nové poznatky o kvapľových častiach Dobšinskéj ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum využívania a ochrana jaskyň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001). SSJ, Liptovský Mikuláš, 36–49.

- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2005. Kras Slovenského raja. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš – Slovenská speleologická spoločnosť – Knižné centrum, Žilina, 175 p.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – MAN, O. – TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 2002. Magnetostratigrafie sedimentárnej výplní IV. jeskynní úrovne ve Stratenskej jeskyni. In Bella, P. (Ed.): Výskum, ochrana a využívanie jaskýň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001). SSJ, Liptovský Mikuláš, 50–57.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – VENHODOVÁ, D. – BELLA, P. 2000. Palaeomagnetický výzkum sedimentárnych výplní vybraných jeskyní na Slovensku. In Bella, P. (Ed.): Výskum, ochrana a využívanie jaskýň, zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 13–25.
- ROTH, Z. 1937. Vývoj jeskyní Domice. Bratislava, 11, 129–163.
- SÁSDI, L. 1990. Az Aggtelek-Rudabányai-hegység karsztjának földtani fejlődéstörténete. Karszt és Barlang, 1, 3–8.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Osveta, Martin, 464 p.
- VERESS, M. 2012. New data on the development of the Baradla Cave (Hungary, Aggtelek Karst). Acta Carsologica, 41, 2–3, 193–204.
- ZÁMBÓ, L. – FORD, D. – TELBÍZ, T. 2002. Baradla barlangi cseppköadatok a késő-negyedidőszaki klímaingadozások tükrében. Földrajzi Közlöny, 132/különszám, 231–238.

## CORROSIONAL PITS IN UPPER JURASSIC MASSIVE LIMESTONE (OJCÓW NATIONAL PARK, POLAND)

Anna Gądeck

Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, Oleandry 2a, 30-063 Kraków, Poland; anna.lula@doctoral.uj.edu.pl

The corrosional structures, called pits were formed on the vertical and sub-vertical surfaces of crags built of massive limestone of Upper Jurassic (Oxfordian) age in the area of the Ojców National Park (Polish Jura). The most characteristic features of the pits are irregular morphology, size of the pits and hierarchical arrangement. The parameters obtained for the pits are as follows: width of 5 to 19 cm, height of 5.5 to 16 cm, and depth of 5 to 51 cm. Five types of pits were distinguished, based on their geometry and concentration on a given rocky surface. The pits are most common up to 5.3 m above the base of rocky crags.

Small pits can have formed by dissolution of bare rock wall as well as under small, isolated clumps of vegetation. Conversely, the largest, most complex pits developed under cover of soils most probably formed on loess. The irregular morphology and size of the pits indicate collectively their close resemblance to the corrosional forms developing under cover of weathering waste and soils known as cavernous karren, kavernösen or as subcutaneous rock forms.

The pits are relatively young forms, they document that at last the bottom parts of rock crags were mantled by loess and soil covers. Development of pits took place between deposition of loess in climatic pessimum of the last glaciation and the erosion of soil and underlying loess in the Neolithic period (mid Holocene). The exposition of the pits on the surface of the rocks resulted from the erosion of loess. Thus, such pits can be regarded as an indicator of existence of, at least, episodic cover of clastic material on the walls of rock crags.

## DERIVATION OF DOLINE MORPHOMETRICAL DATA FROM LIDAR AND CONTOUR-BASED DTMS

Tamás Látos<sup>1</sup> – Tamás Telbisz<sup>1</sup> – Márton Deák<sup>1</sup>  
– Balázs Székely<sup>2</sup> – Zsófia Koma<sup>2</sup> – Tibor Stándovář<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ELTE Természetföldrajzi Tanszék, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary; latostamas@gmail.com, telbisztom@caesar.elte.hu, dmarton@gmail.com

<sup>2</sup> ELTE Geofizikai és Úrtudományi Tanszék, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary; balazs.szekely@ttk.elte.hu, komazsofi@gmail.com

<sup>3</sup> ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary; standy@caesar.elte.hu

It is well-known for long that dolines are the diagnostic landforms of karst terrains, but there are recent advances in doline morphometrical methods. The aim of our study is to test the applicability of up-to-date GIS methodology to derive doline morphometric parameters using Aggtelek Karst as a study area. In order to examine this, we calculated doline parameters by 3 different ways and compared the results. First, we used the 1:10 000 scale topographic maps and delineated dolines by their outermost closed contour lines (TOPO method). Second, we created a digital terrain model (DTM) from the same topographic maps using kriging algorithm, and deter-

mined dolines using hydrologic modelling tools (KRIG method). Third, we got a LiDAR database from the Aggtelek National Park, and we created a DTM from the raw LiDAR data, then we used the same hydrologic modeling tools to infer dolines (LiDAR method). During the GIS-based hydrologic modelling, sink points are determined first and depressions are filled to the lowermost points of their rim and dolines are defined as the contours of the filled depressions. For the whole study area (Aggtelek Karst except Szalonka Karst), we got the following result: 1053 dolines by the TOPO method, 1052 by KRIG and 1196 by LiDAR. Further on, we compared on an individual basis the following parameters: doline area, perimeter, depth, circularity, elongation, depth-area ratio, axis direction. And we also considered the summary statistics for subunits (plateau): doline density, doline area ratio, doline area median.

Finally it is concluded that GIS-based hydrologic modelling is suitable for deriving doline morphometric parameters although the automatically derived sink point data need some manual editing. It is also demonstrated that the classical method using large-scale topographic maps provide reliable results for the study area, but DTM-based methods are more precise and more effective (once the DTM is given), and the main advantage of LiDAR is that it is capable to identify smaller area dolines as well.

## HYDROLOGY AND HYDROCHEMISTRY

### TRACER TESTS IN THE HARGISTYA – SILICA – SILICKÁ BREZOVÁ KARST AREA

Ilma Balázs<sup>1</sup> – Péter Gruber<sup>2</sup> – Dagmar Havariarová<sup>3</sup>  
– Tibor Mátrahalmi<sup>1</sup> – Antal Serfőző<sup>1</sup> – Magdolna Ambrus<sup>4</sup>  
– László Gaál<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geogold Kárpátia LTD., Mátyás király u. 59, 4183 Kaba, Hungary; info@geogold.eu

<sup>2</sup> Aggtelek National Park Directorate, Tengerszem oldal 1, 3758 Jósvafő, Hungary; gruber.anpi@gmail.com

<sup>3</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; dagmar.havarirova@ssj.sk, ludovit.gaal@ssj.sk

<sup>4</sup> KSZI Environmental Consultants LTD., Kresz Géza u. 18, 1132 Budapest, Hungary; kszikft@kszifft.hu

This study presents the examinations based on fluorescent and biological tracers and their results achieved within the project "Management of the Aggtelek and Slovak Karst World Heritage Caves" (HUSK/1101/221/0180). The tracer based examinations were carried out by the Karst Survey Consortium, under the technical supervision of the Aggtelek National Park and the Slovak Caves Administration.

The examined area is located at the south-western part of the Gömör-Torna Karst, directly on the Hungarian-Slovakian border. In Slovakia the examined area covers the south-eastern part of the Silická Plateau, touching villages Silica, Silická Brezová and Gombasek. In Hungary, the examination area was extended to the area of the Hargistya Plateau, partly the north-western part of the Jósvafő Plateau, as well as the western part of the Alsó-hegy, the western limit being the Lófej-valley.

The aim of the research was to detect and determine the hydrological connection between the sinkholes and springs in the Hargistya – Silica – Silická Brezová karst area, including a measurement of hydraulic leakage parameters and a more accurate mapping of the catchment area.

The specific structure of the area is originated in the well-karstified Upper Triassic limestone and dolomite. These rocks are in complicated tectonic relation with the coupled Lower Triassic sandstone and shale layers: these rock-layers can occur side by side or one above the other. This is also indicated by the appearance of creased, scaly and faulted structures in the area. The morphology of the area is characterized by the presence of karst plateaux that are divided into smaller units by deep valleys. These hydrogeological formations of smaller extent show considerable differences – primarily depending on the rock types available in the place – regarding their flow system as well as the yields of karst springs corresponding to their tapping.

The locations of the tracer tests were designed based on the former results of karst hydrologic and tracer based investigations, targeting the following main tasks:

- delineation of the catchment areas of the Vass Imre and Milada caves,
- demonstration of the formerly assumed connection between these caves,
- demonstration of the hydrogeological connection between the feed-in locations and the available karst springs,
- characterization of the drift and carriage parameters of the subsurface water flows.

Five Slovak (Farárova jama, Kráľova studňa Stream, Ponorná Abyss, Červený kameň Sinkhole and Majkova Cave) and two Hungarian tracer injection locations (Vízfakadás, Agancsos-réte Sinkhole) were included in the tracer study and 23 observation points (springs) were selected.

Since we planned relatively simultaneous coloring at different locations, we had to take care also during the selection of tracers: they could be distinguished simultaneously in the same measurement locations. Moreover, we had to take into account that the tracer could not be toxic, since the expected appearance locations could coincide with drinking water sources. Taking into account the above restrictions we used five types of tracers: *Uranine* ( $\text{Na-fluoresceine, C}_{20}\text{H}_{10}\text{Na}_2\text{O}_5$ ), *Eozine* ( $\text{C}_{20}\text{H}_6\text{Br}_4\text{Na}_2\text{O}_5$ ), *Rhodamine WT* ( $\text{C}_{29}\text{H}_{29}\text{Cl}_2\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_5$ ), *Tinopal CBS-X* ( $\text{C}_{28}\text{H}_{20}\text{O}_6\text{S}_2\text{Na}_2$ ), the last being the bacteriophage of *H40/1* type.

The tests successfully revealed leakage and flow factors. The results of tracer tests demonstrated many assumed hydraulic connections in the area, but also produced unexpected results:

Tracer injection location Tracer used	Sampling places with positive detection	Time of injection	Time of first appearance	Elapsed time [h]
Ponorná Abyss (SK) Bacteriophage	Čierny Stream (Gombasecká Cave, SK)	10. 2. 2014 13:30	21. 2. 2014	264
Vízfakadás Estavela (HU) Bacteriophage	Milada Stream (Milada Cave, SK)	20. 5. 2014 12:10 – 12:22	22. 5. 2014 20:00	56.00
Agancsos-rét Sinkhole (HU) Rhodamine-WT	Silica Ice Cave (SK)	20. 5. 2014 14:42 – 15:26	uninterpretable results	
	Gombasecká Cave (SK)		24. 5. 2014 21:00	101.51
	Milada Stream (Milada Cave, SK)		28. 5. 2014 0:00	176.55
	Kečovská Resurgence (SK)		1. 6. 2014 4:00	276.55
	Babot-kút Spring (HU)		6. 6. 2014 1:00	393.55
	Kis-Tohonya Spring (HU)		6. 6. 2014 12:30	405.00
Farárova jama losing stream (SK) Uranine	Silica Ice Cave (SK)	20. 5. 2014 17:30 – 17:50	uninterpretable results	
	Čierny Stream (Gombasecká Cave, SK)		24. 5. 2014 16:00	94.17
	Babot-kút Spring (HU)		6. 6. 2014 21:00	411.17
	Kis-Tohonya Spring (HU)		7. 6. 2014 6:30	421.00
Červená skala Sinkhole (SK) Tinopal	Silica Ice Cave (SK)	23. 5. 2014 9:30 – 9:45	uninterpretable results	
	Čierny Stream (Gombasecká Cave, SK)		24. 5. 2014 12:00	26.25
Kráľova studňa losing stream (SK) Eozine	Milada Stream (Milada Cave, SK)	27. 5. 2014 15:18 – 15:30	28. 5. 2014 0:00	8.50
	Kečovská Resurgence (SK)		1. 6. 2014 4:00	108.50
Majkova Cave (SK) Bacteriophage	Sokolia skala Spring (SK)	7. 7. 2014 15:10 – 15:25	14. 7. 2014 10:20	163.00

The tracer test with Uranine of Farárova jama losing stream has demonstrated the connection between the Silica Ice Cave and Gombasecká Cave, linked by an underground stream system. Earlier assumptions have also certified, that the Ponorná Abyss (SK) and Červená skala Sinkhole (SK) are parts of the Silica-Gombasek cave underground hydrological system. Up until now, the hydrological connection between Babot-kút Spring, Kis-Tohonya Spring and the catchment area's sinkholes (Agancsos Sinkhole and Farárova jama Sinkhole) had not been confirmed. Negative results were obtained from the Sokolia skala Spring (SK), Mogyorós-kút Spring (HU) and Lófej Spring situated east and south-east from the Agancsos-rét Sinkhole.

The Rhodamine WT tracer injected in the Agancsos-rét Sinkhole appeared in six monitoring locations, demonstrating probably the presence of a trifurcation flow structure. The tracer first time appeared in the Silica Ice Cave, then in the Čierny Stream of Gombasecká Cave, followed by the stream of Milada Cave, departed from the Kečovská Resurgence (SK), with decreased concentration. The tracer also appeared after 18 days in the Hungarian Babot Well and Kis-Tohonya Spring, which was a surprising result.

The bacteriophages inserted in the Vízfakadás Estavela appeared in a single location, in the stream of Milada Cave, demonstrating that under normal saturation conditions the Vízfakadás as the part of the Brezová-Kečovo underground hydrogeological system. Negative results were achieved at all springs monitored in Hungary (Babot Well, Jósva Spring, Kis-Tohonya Spring). This time the connection between Milada and Vass Imre caves was also not demonstrated.

Similar results were achieved during the tracer marking of the Kráľova studňa losing stream. The tracer Eozine arrived nearly after 9 hours to the Milada Cave after the load, and after 108 hours it also appeared in the Kečovská Resurgence (in an expected way).

In addition, the hydrological connections between (1) the Majkova Cave and

Sokolia skala Spring; (2) Ponorná Abyss and Čierny Stream in the Gombasecká Cave; (3) Farárova jama, Silica Ice Cave and Čierny Stream in Gombasecká Cave; (4) Červená skala Sinkhole and Čierny Stream in the Gombasecká Cave were established.

## DEGRADATION STUDIES OF DRIPSTONES IN THE BARADLA CAVE

Péter Gruber

Aggtelek National Park Directorate, Tengerszem oldal 1, 3758 Jósvafő, Hungary; gruber.anpi@gmail.com

Several studies have been made in recent years concerning dripstone degradation in the Baradla Cave. The following paper summarises the results of this research. Test points are indicated on a map, degrading formations were photographed, and notes were taken on the observable phenomenon. A total of 278 traces of degradation were identified at 131 sites in the cave.

Dripstones may deteriorate for several reasons (in order of frequency): water condensation, leaking corrosive unsaturated water, leaking water, contact with guano, acidic roots and flood inundation.

The corrosion generates several different kinds of formations, including drip craters or basins, drip fountains, dissolution grooves, dissolution troughs, coarse (pitted) surfaces, punctures, fraying, layered degradation, chipped dripstones bodies, cavities, and dissolution tissue and shelling.

The most common type of degradation found in the Baradla Cave involves stalactites and hanging flags or fraying strips and perforation. In addition, decay of the substrate and side wall coatings is frequent. Cratering and furrowing of stalagmites is also visible. The third group consists of affected dripstones bodies and cavities exhibiting rarer problems such as dissolution tissue, dissolution troughs, chipping and shelling. The phenomenon is relatively common in the cave system as a whole, and the current rate of dripstone degradation should not endanger the formations.

## CHEMICAL COMPOSITION AND WATER QUALITY OF SELECTED CAVE HYDROLOGICAL SYSTEMS OF THE SILICKÁ PLATEAU (SLOVAK KARST)

Dagmar Haviarová<sup>1</sup> – Renáta Fláková<sup>2</sup> – Zlatica Ženíšová<sup>2</sup>  
– Barbora Šutarová<sup>2</sup>

<sup>1</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; dagmar.havirova@ssj.sk

<sup>2</sup> Department of Hydrogeology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4, Slovakia; rflakova@fns.uniba.sk, zenisova@fns.uniba.sk, sutarova@fns.uniba.sk

The report summarily assesses the chemical composition and water quality of four cave hydrological systems in the Silická Plateau that are important from the hydrological point of view. It is Brezová-Kečovo cave hydrological system, Silica-Gombasek cave hydrological system, Krášnohorská cave system and Domica cave system. Assessment is based on the processing of 191 chemical analyzes that have been carried out on the water samples taken at locations in 2007 – 2011. In some cases the older chemical analyses from these sites were used too. The chemical composition, quality and saturation with respect to the major carbonate minerals of underground streams and seepage waters were monitored in the systems.

Chemical composition of water in the cave systems of carbonate complexes of the Silická Plateau is not quite homogeneous, correlating with the geological characteristics of their circulation. The results showed smaller or greater differences in space and time. These, in the case of seepage water, affect the thickness of roof and retardation of water in the unsaturated zone too. In the case of underground streams the differences are mainly conditioned by the character of the circulation routes, proportion and mixing of autochthonous and allochthonous waters.

All waters of monitored cave hydrological systems are primary of  $\text{Ca-HCO}_3$  type. A common feature of water is predominant with  $\text{HCO}_3^{2-}$  anions and  $\text{Ca}^{2+}$  cations (Table 1). The mineralization of seepage water ranged from 329 to 599  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  according to results of chemical analyzes with average value of 503  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . The mineralization range of underground streams was from 160 to 1 097  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  (average value 542  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ). The results of continuous measurements of conductivity indicated that in the case of higher proportion of allochthonous components the range may be even bigger. The majority of chemical analyzes don't include the ones from the short-time states with the lowest mineralization waters. They occur mainly in underground streams linked to active open ponors (e. g. Domica Cave). Substantially minor mineralization changes occur in underground streams, which are divided by increased distance from the ponor zone, however the ponors

Table 1. Overview of selected physical and chemical components of water of studied cave hydrological systems of Silická Plateau

Physical and chemical components		Silická Plateau							
		Brezová-Kečovo system		Krásnohorská Cave		Silica-Gombasek system		Domica Cave	
		underground stream	seepage water	underground stream	seepage water	underground stream	seepage water	underground stream	seepage water
t (°C)	min.	6.9	7.5	9.0	9.1	8.9	8.6	4.7	8.2
	max.	9.9	12.4	10.1	9.3	10.1	11.0	16.2	10.4
	average	8.6	8.5	9.3	9.2	9.5	9.2	9.9	9.7
pH	min.	7.0	7.0	7.0	7.3	7.0	7.2	7.0	7.6
	max.	7.6	8.0	7.9	7.8	7.7	8.1	8.4	8.2
	average	7.2	7.5	7.3	7.5	7.3	7.5	7.7	7.9
M (mg·l⁻¹)	min.	414.7	329.4	488.1	533.0	499.5	418.7	160.3	533.7
	max.	611.1	559.6	1096.8	569.0	643.1	534.3	665.7	599.4
	average	550.2	417.0	580.1	545.0	552.0	492.1	484.3	557.6
Ca²⁺ (mg·l⁻¹)	min.	38.7	16.3	63.9	90.0	57.7	74.2	18.3	121.0
	max.	143.0	147.0	399.0	143.0	136.0	137.0	154.0	150.0
	average	113.4	93.4	133.5	128.0	116.7	114.3	94.2	134.4
Mg²⁺ (mg·l⁻¹)	min.	3.7	0.9	1.3	1.4	2.0	1.8	4.3	1.2
	max.	43.6	62.4	32.7	38.8	44.2	15.2	56.8	3.9
	average	11.9	9.9	11.7	7.9	9.1	7.5	13.4	3.5
HCO₃⁻ (mg·l⁻¹)	min.	264.8	205.8	325.4	360.0	333.3	285.7	65.5	354.5
	max.	413.6	352.7	400.0	373.0	395.5	369.7	452.3	417.9
	average	379.5	282.2	361.3	367.0	370.2	333.4	305.2	392.5
SO₄²⁻ (mg·l⁻¹)	min.	17.7	11.5	21.4	25.9	16.9	10.7	14.8	11.5
	max.	39.9	23.8	322.6	33.3	59.7	38.0	65.0	30.0
	average	30.5	16.6	60.7	29.8	31.5	29.5	38.4	21.2
NO₃⁻ (mg·l⁻¹)	min.	3.8	0.9	4.5	4.3	1.3	0.6	1.0	0.3
	max.	11.4	5.1	8.2	6.7	19.4	3.1	17.0	2.7
	average	6.6	2.5	6.0	5.6	7.7	2.0	7.7	1.9
Cl⁻ (mg·l⁻¹)	min.	4.5	2.7	2.6	3.3	3.0	2.6	4.1	2.7
	max.	9.2	9.5	4.2	5.6	15.1	11.8	33.6	4.9
	average	5.9	3.8	3.4	3.9	7.0	4.7	13.2	3.7
pCO₂ (MPa)	min.	5.85·10⁻⁴	1.06·10⁻³	2.92·10⁻⁴	4.68·10⁻⁴	6.56·10⁻⁴	2.06·10⁻⁴	4.81·10⁻⁵	2.34·10⁻⁴
	max.	2.97·10⁻³	2.29·10⁻³	2.57·10⁻²	1.29·10⁻³	2.71·10⁻²	1.9·10⁻³	3.56·10⁻³	9.18·10⁻³
	average	1.88·10⁻³	1.15·10⁻³	3.21·10⁻³	9.55·10⁻⁴	2.58·10⁻³	9.82·10⁻⁴	6.75·10⁻⁴	1.09·10⁻³

are not open, thus water does not flow directly from them through large karst channels and autochthonous waters dominate in the underground stream (e. g. Krásnohorská Cave).

The main differences in the chemical composition of water systems are between autochthonous and allochthonous waters. Autochthonous waters entering the cave system have mostly lower mineralization as compared with autochthonous waters. The exception is for example the lateral inflow in the Krásnohorská Cave with higher mineralization conditioned by increased concentrations of sulphate.

The concentrations of chlorides and nitrates in cave waters are low unless there is no significant impact of human activity. The concentration of SiO₂ and metal elements is low, too. The temperature of seepage water of caves ranges from 7.5 to 12.4 °C with average value of 9.2 °C. In the case of groundwater cave stream the temperature ranges from 4.7 to 16.2 °C with average value of 9.3 °C. The results of continual measurements of temperature of underground stream showed a slightly greater temperature range, which is manifested in underground streams actively and quickly communicating with the ponors. The average pH value of seepage water is 7.6 and 7.4 in underground cave streams.

Saturation with respect to calcite and dolomite is unstable and is higher for the seepage water. The water of underground cave stream is in majority in equilibrium with calcite and undersaturated with respect to dolomite. Seepage water is mainly characterized by equilibrium and supersaturation with respect to calcite. The equilibrium and supersaturation with respect to dolomite is very rare. Qualitatively, the occasional pollution (mainly organic and bacteriological) has been only within horizontal water circulation. Compared to the past, the cave water quality (e. g. in the Domica Cave, Silická ľadnica Cave) is gradually improving.

This research was realised under the Plan of the main tasks of the Slovak Caves Administration for the relevant years. This research was supported by the grants VEGA No. 1/0899/12 and VEGA No. 1/0636/15 financed by the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic.

## THE FLOW AND CLIMATE REGIMES IN THE CATCHMENT AREA OF THE STYX STREAM IN THE DOMICA-BARADLA CAVE SYSTEM

Zdenko Hochmuth – Alena Petrváská

Institute of Geography, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University  
in Košice, Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovakia;  
hochmuth@upjs.sk, alena.petrvalská@upjs.sk

The Domica-Baradla cave system, located on the border between Slovakia and Hungary is interwoven with underground streams. Their contemporary flow does not correspond with the cave corridors size. The flow also slightly decreases. The probable reason is in the channel bed and water discharge variability. This situation also presents problems with water supply for the man-made canalized part of the cave.

The unbalanced flow regime of the subsurface streams in the Domica-Baradla cave system was systematically monitored only in the parts of the cave opened to the public. Discontinuous regime data from Styx in the Panenská chodba (Virgin Passage) are well known and also the data measured on the tributary stream of Domický potok (Domický Stream). There were no doubts about their catchment area, because the tributary stream of the Styx flows very close to the Smrdlavé jazierko – Budóstó (Smelly Lake) sink. These irregularities were observed by researchers, but the systematic measurements of the upper parts of the Styx Stream and its western and eastern tributaries were not taken into account. Dye tracing tests were also not realized.

We decided to monitor the water streams on more locations in period of 2014 – 2015. We installed 3 combined Thomson-Poncelot gauges on the Styx tributaries in the underground and installed also pressure registration probes. We also installed microclimatological automatic devices on the surface and also in the underground. The relationship to the height and snow melting

on the flow regime in these tributaries is really interesting. It is also possible to register the flood water wave or flood waves merging and their effect on the cave climate. We will refer also about the water chemistry differences on these tributaries in relation to the flow discharge, water temperature, vegetation period and a rainfall on the karst surface. Differences caused by the catchment areas of the tributaries. We need to delineate those areas by the means of adequate tracing methods.

Acknowledgement: Studying of the flow and climate regime is supported by the project APVV-0176-12 "New methods of the spatial modeling by the help of the laser scanning and 3D GIS", which is realized on the Institute of Geography, University of P. J. Šafárik in Košice.

## GEOCHEMICAL FACTORS OF KARST PHENOMENA FORMATION AND DEVELOPMENT ON THE SITE OF HAVRANIA SKALA (MALÉ KARPATY MTS.)

**Tomáš Lánczos – Petronela Filipčíková**

*Department of Geochemistry, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4, Slovakia; lanczos@fns.uniba.sk, nela.filipcikova@gmail.com*

The study area is located in Malé Karpaty Mts. Our model locations are caves belonging to the Plavecký and the Kuchyňa-Orešany karst regions which lies across the mountains in southwest-northeast direction. The Havranická Cave which was considered as the key location for this research, is situated in Havranica massif (717 m) nearby of Smolenice village. Other five sites were examined for comparison. On these locations we measured cave atmosphere characteristics as CO<sub>2</sub> concentration, temperature and humidity. We also measured chemical composition of mostly epiphreatic but also vadose zone water samples. The data we obtained were used as input for thermodynamical calculations to model geochemical processes like corrosion and secondary autochthonous fillings creation in caves, and also the significance level of different factors that are influencing karst features formation. Our results point out the abyssal origin of CO<sub>2</sub> rather than the atmospheric and/or biogenic origin. The corrosive potential of H<sub>2</sub>S with synsedimentary origin in the gutenstein limestone was determined through our calculations as low, contributing to the limestone dissolution less than 10 %. We have also documented the seasonal changes in selected parameters (concentration of CO<sub>2</sub>, temperature, humidity) in the Havranická Cave, where the highest concentrations of CO<sub>2</sub> were observed during autumn. The influence of the outer atmosphere upon the cave climate, according to our measurements, lasts to the deep of about -30 m. In further spaces no significant influence manifested as fluctuations in measured characteristics was observed.

## FLOW ACCRETION SURVEY AT STREAMS IN ZÁDIELSKA AND HÁJSKA DOLINA VALLEYS (SLOVENSKÝ KRAS MTS., SLOVAKIA) – SIGNS OF A LARGE REGIONAL DRAINAGE PATTERN

**Peter Malík<sup>1</sup> – František Bottlik<sup>1</sup> – Miloš Gregor<sup>1</sup>  
– Juraj Michalko<sup>2</sup> – Alexandra Pažická<sup>1</sup> – Jozef Kordík<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> State Geological Institute of Dionýz Štúr, Department of Hydrogeology and Geothermal Energy, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11, Slovakia; peter.malik@geology.sk, frantisek.bottlik@geology.sk, milos.gregor@geology.sk, alexandra.pazicka@geology.sk

<sup>2</sup> State Geological Institute of Dionýz Štúr, Laboratory of Isotope Geology, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11, Slovakia; juraj.michalko@geology.sk

<sup>3</sup> State Geological Institute of Dionýz Štúr, Department of Environmental Geochemistry, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11, Slovakia; jozef.kordik@geology.sk

Flow accretion survey can be carried out by measuring discharge at frequent intervals along streams to identify losing and gaining reaches to help inform hydrostratigraphic permeability variation in aquifers (Worthington, 2009; Arnott et al., 2009; Soley et al., 2012; Malík et al., 2013). Discharge measurements by current meter represent a standard method used in hydrogeological surveys for decades, and their results can be used both for estimation of outflow from a watershed or hydrogeological structure (or specific runoff, in taking into account areal extent of a drained region) or, as previously mentioned, to identify hydraulical communication of surface streams with its neighbourhood. In this way, by measurements of discharge in less or more regularly distanced intervals of surface stream, taking into account discharges of all its tributaries, one can identify intervals with hydraulic role of gaining river (stream drains groundwater from its neighbourhood) or surface stream intervals which are invisibly losing discharge (losing river – water infiltrates into the ground recharging the local groundwater). Such measurements were performed during hydrogeological investigations

in the Slovenský kras Mts. (Slovakia) leading to construction of hydrogeological map at 1:50,000 scale (Malík et al., 2013) in the Zádielska dolina and Hájska dolina valleys.

Discharge measurements were performed mostly by current meter (OTT, C2 type), and sometimes when possible – in the case of smaller streams or streams – volumetric method (dish & stop watch) was applied. In the case of one tributary from adjacent spring (Vízavat, profile Z2 in the Zádielska dolina valley), readings on V-notch ("Thomson gage" used in the past during its discharge monitoring by Slovak Hydrometeorological Institute) were used to determine its discharge. During current meter measurements, flow velocity measuring points were regularly distributed on vertical lines with 5 cm distance interval starting from the bottom. These were performed on a profile, perpendicular to stream direction, with the mutual distance of measured verticals of 10 cm for profile with less than 1 meter, 20 cm distance of measured verticals for profiles of 1 to 3 meters of widths and 40 cm distance of measured verticals for profile (stream) widths more than 3 meters. In addition, to catch more precisely streambed geometry, stream depth measurements were performed not only in measured verticals, but also in between. In this way, in a profile of e. g. 90 cm of width, flow velocity was measured at 9 measured verticals (5 cm / 15 cm ... 75 cm / 85 cm from the bank) while depths were determined at 19 verticals (0 cm / 5 cm / 10 cm / 15 cm ... 80 cm / 85 cm / 90 cm). Before current meter measurements, streambed had to be cleaned from free stones and stream banks regularized by larger stones / boulders to achieve vertical line on the first last depth reading. Measurements of discharge at streams in both valleys were repeatedly performed during field work campaigns in 2011 – 2012. Together 148 discharge measurements were taken during September 27 – October 1, 2011; June 12 – 16, 2012 and October 16 – 18, 2012. Generally, four series of measurements was performed for each selected stream interval in the Zádielska dolina and Hájska dolina valleys. In the case of the Zádielska dolina valley, only its upper part was measured once on September 27, 2011 and only the lower part of the stream was measured on October 1, 2011, but another three series of flow accretion survey were complete for all parts of this stream within one day. Position of discharge measurement profiles are shown on Fig. 1 and their coordinates in WGS84 can be found in Tables 1 and 2. Together with discharge measurements, values of water temperature and its electric conductivity were recorded which would later on help to find hidden surplus endmembers using mixing equations (Malík et al., 2013).

Results of flow accretion survey at Blatný potok stream (sometimes listed also as Chotárny potok stream) in the Zádielska dolina valley and Turnianska kotlina basin downstream show that this stream represents a typical losing river, when almost all its discharge is gradually drained to the underground starting from the right tributary of the Baksova dolina valley down to the Dvorníky municipality. Below this, nearly all discharge of the whole stream is lost and at dry periods, streambed under the T15 profile remains dry. The major loss was repeatedly found by all series of measurements between the T11 and T10 profiles (Fig. 1) in the lower part of the Zádielska dolina valley. Average discharge loss here is 26.68 l·s<sup>-1</sup> (Table 1) and it was measured within the interval of 21.0 – 44.4 l·s<sup>-1</sup>. Together in average, around 77 l·s<sup>-1</sup> of stream discharge are seeping toward the underground. In the Hájska dolina valley, the Hájsky potok stream can be characterized as a loosing river, too, although its upper part is effectively draining surrounding karstified rock environment (see Table 2 – mainly interval between profiles H7 and H6). Average discharge here is much less than that of Blatný/Chotárny potok stream probably due to more elevated position of its watershed. Beneath the Háj municipality (H9 profile – Fig. 1, Table 2), the Hájsky potok stream is continuously but gradually decreasing its discharge. At low water stages (e. g. in October 2012), its streambed is dry below the H10 profile. In average, some 5 to 20 l·s<sup>-1</sup> of discharge are entering water circulation in the underground.

Both Zádielska dolina and Hájska dolina valleys are located in karstified Middle Triassic limestones and dolomites, which certainly would create suitable conditions for connection of both of them by groundwater flow and water exchange. However, groundwater flow direction from there is not clear at the moment – it was not proven by any trace experiments or hydrodynamic testings. It should be only supposed, that groundwater flow direction from both of these karstic watersheds should be towards south or southeast, where two major drains – natural groundwater outlets – are located. One of them is spring group Rybníky 1 – 3 in Turňa nad Bodvou / Turnianske Podhradie with average discharge of about 205 l·s<sup>-1</sup>, another and more distanced is Hlavný spring in Drienovec (average discharge 212 l·s<sup>-1</sup>). It is also possible, that wellfield near former Žigárt spring (ca 1 km west from Turňa nad Bodvou / Turnianske Podhradie), naturally discharging only 12 l·s<sup>-1</sup> is draining at least part of groundwater lost from stream discharge in both valleys due to depression cone induced by wellfield pumping. Exact amounts of pumped groundwater are unclear, but may dramatically rise in dry periods. Given data are suggesting possible both qualitative and quantitative risk to these exploited groundwater sources, if any undesirable potential polluting activities would be performed within these watersheds. The fact that groundwater floating beneath Zádiel and Háj municipalities may appear in these sources underlines the need of proper investigations to establish adequate groundwater protection zones for in both Hlavný and Rybníky 1 – 3 springs as well as for Žigárt wellfield. However, without trace experiments performed on several streamflow locations of both Blatný/Chotárny potok stream and Hájsky potok stream, our findings would still be only informative.

## REFERENCES

ARNOTT, S. – HILTON, J. – WEBB, B. W. 2009. The impact of geological control on flow accretion in lowland permeable catchments. *Hydrology Research*, 40, 6, 533–543.

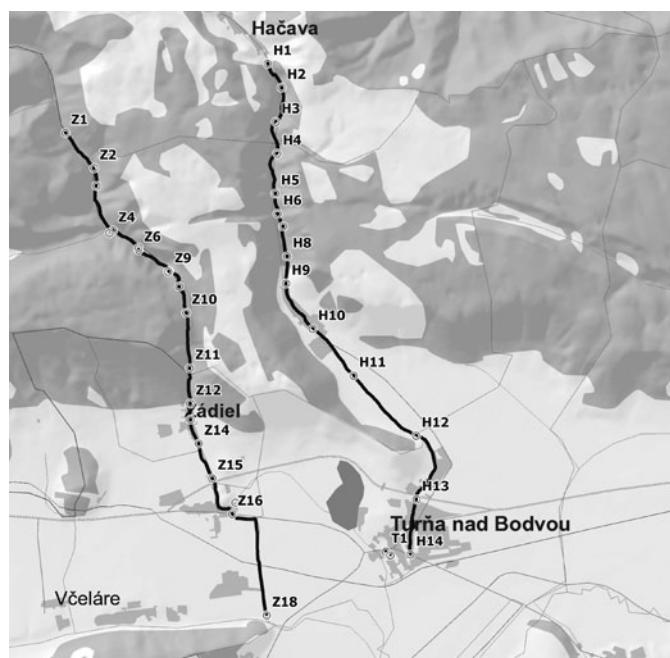


Fig. 1. Position of discharge measurement profiles at streams in Zádielska and Hájska dolina valleys (Slovenský kras Mts., Slovakia)

Table 1. Results of flow accretion survey at Blatný (Chotárny) potok stream in Zádielska dolina valley and Turnianska kotlina basin by interval current meter measurements in four series (27. 9. 2011, 29. 9. 2011, 1. 10. 2011, 12. 6. 2012, 16. 10. 2012, 17. 10. 2012) – average values of discharges and hidden surpluses or losses of discharge

Profile	Profile location (WGS 84)	Name of the measured stream	Average discharge on the main stream or tributary (marked by *), 4 series of measurements [ $\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	Hidden surplus / loss of discharge [ $\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
Z1	E20.80439°/N48.65150°	Blatný/Chotárny potok	41.85	
Z2	E20.81048°/N48.64700°	Vízavat spring – tributary	5.01*	
Z3	E20.81114°/N48.64466°	Blatný/Chotárny potok	76.06	29.20
Z4	E20.81492°/N48.63882°	Blatný/Chotárny potok	79.49	3.43
Z5	E20.81425°/N48.63843°	Baksova dolina valley – right tributary	4.10*	
Z6	E20.82034°/N48.63641°	Blatný/Chotárny potok	83.59	0.00
Z7	E20.82030°/N48.63670°	M38 spring – left tributary	0.02*	
Z8	E20.82650°/N48.63370°	Blatný/Chotárny potok	80.02	-3.59
Z9	E20.82666°/N48.63375°	M39 spring – left tributary	3.95*	
Z10a	E20.82883°/N48.63181°	Blatný/Chotárny potok	82.75	-2.26
Z10	E20.83053°/N48.62835°	Blatný/Chotárny potok	79.79	-1.93
Z11	E20.83182°/N48.62102°	Blatný/Chotárny potok	43.56	-26.68
Z12	E20.83229°/N48.61630°	Blatný/Chotárny potok	39.29	-5.78
Z13	E20.83255°/N48.61417°	Blatný/Chotárny potok	29.44	-9.85
Z14	E20.83448°/N48.61105°	Blatný/Chotárny potok	20.95	-8.49
Z15	E20.83753°/N48.60648°	Blatný/Chotárny potok	12.42	-8.53
Z17	E20.84191°/N48.60188°	Turniansky kanál artificial channel	1.67*	
Z16	E20.84239°/N48.60340°	Blatný/Chotárny potok	5.48	-5.27
Z18	E20.84990°/N48.58860°	Blatný/Chotárny potok	0.62	-4.86

MALÍK, P. – HAVIAROVÁ, D. – ŠVASTA, J. – GREGOR, M. – AUST, A. 2013. Groundwater / surface water mixing in the underground hydrologic system of the Demänovská dolina Valley (Slovakia). *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology*, Brno, 21. – 28. 7. 2013, Vol. 3, 370–375.

MALÍK, P. – KORDÍK, J. – GREGOR, M. – KOVÁČIK, M. – LENHARDTOVÁ, E. – BOTTLIK, F. 2013. Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Slovenského krasu v mierke 1 : 50 000. Čiastková záverečná správa. Manuskrift – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava (mag sheet; in Slovak).

SOLEY, R. W. N. – POWER, T. – MORTIMORE, R. N. – SHAW, P. – DOTTBRIDGE, J. – BRYAN, G. – COLLEY, I. 2012. Modelling the hydrogeology and managed aquifer system of the Chalk across southern England. In Shepley, M. G. – Whiteman, M. I. – Hulme, P. J. – Grout, M. W. (Eds.): *Groundwater Resources Modelling: A Case Study from the UK*. Geological Society, London, Special Publications, 364, 129–154.

Worthington, S.R.H. 2009. Diagnostic hydrogeologic characteristics of a karst aquifer (Kentucky, USA). *Hydrogeology Journal*, 17, 7, 1665–1678.

Table 2. Results of flow accretion survey at Hájsky potok stream in Hájska dolina valley and Turnianska kotlina basin by interval current meter measurements in four series (28. 9. 2011, 30. 9. 2011, 13. 6. 2012, 14. 6. 2012, 18. 10. 2012) – average values of discharges and hidden surpluses or losses of discharge. In the last two rows, hidden surpluses of unexploited karstic groundwater of the Rybníky 1 + 3 springs in Turnianske Podhradie are shown

Profile	Profile location (WGS 84)	Name of the measured stream	Average discharge on the main stream (4 series) [ $\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	Hidden surplus / loss of discharge [ $\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
H1	E20.84431° / N48.66215°	Hájsky potok	3.62	
H2	E20.84736° / N48.65902°	Hájsky potok	4.27	0.65
H3	E20.84654° / N48.65442°	Hájsky potok	6.20	1.93
H4	E20.84720° / N48.65020°	Hájsky potok	3.57	-2.63
H5	E20.84546° / N48.66219°	Hájsky potok	4.76	1.20
H6	E20.84786° / N48.64218°	Hájsky potok	0.91	-3.85
H7	E20.84910° / N48.64056°	Hájsky potok	16.74	15.83
H8	E20.85026° / N48.63660°	Hájsky potok	17.77	1.03
H9	E20.85033° / N48.63299°	Hájsky potok	17.79	0.01
H10	E20.85614° / N48.62712°	Hájsky potok	15.57	-2.21
H11	E20.86481° / N48.62115°	Hájsky potok	12.07	-3.50
H12	E20.87807° / N48.61357°	Hájsky potok	5.41	-6.66
H13	E20.87880° / N48.60507°	Hájsky potok	0.10	-5.31
H14	E20.87817° / N48.59772°	Hájsky potok	0.00	-0.10
T1	E20.87316° / N48.59791°	Turniansky kanál	9.82	
T2	E20.87408° / N48.59745°	Turniansky kanál	25.27	15.45

## DIFFERENCES IN TEMPORAL CHANGES OF SELECTED WATER QUALITY PARAMETERS ON THE JASOVSKÁ PLANINA PLATEAU

Alena Petrvalská<sup>1</sup> – Gabriela Koltařík<sup>2</sup> – László Palcsú<sup>2</sup>  
– Veronika Straková<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geography, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovakia; alena.petrvalská@upjs.sk, veronika.straková@student.upjs.sk

<sup>2</sup> Hertelendi Laboratory of Environmental Studies, Institute for Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences, Bem tér 18/C, 4026 Debrecen, Hungary; Gabriella.Koltařík@uibk.ac.at, palcsu.laszlo@atomki.mta.hu

Our study presents the hydrochemical data obtained from six perennial springs located on the Jasovská planina Plateau, which is the easternmost plateau of the Slovak Karst. It is part of the largest and most heavily karstified area in Slovakia extending into northern Hungary where it is called Aggtelek Karst. 31 perennial and episodic springs are situated on the foothill of the plateau and sub-mountain plateau surface. Three of these springs have been monitored for discharge by the Slovak Hydrometeorological Institute. Monthly observations of discharge, temperature and the calcium content have been carried out on six perennial springs for one year. Since December 2013 the seasonal changes of the basic hydrochemical parameters (water temperature, electric conductivity, pH and major ions) and the stable isotope composition of water and its tritium content have been measured on a regular basis. Except for alkalinity and  $\text{Ca}^{2+}$  the statistical analysis shows no significant relationship between the different monitored parameters of water when all data is considered, nevertheless correlation was discovered between the various springs concerning the fluctuations of water temperature, electric conducti-

vity, pH and Ca<sup>2+</sup>.

Except for water temperature, no other parameter showed a clear seasonal signal. Statistically significant relationships were discovered between some springs concerning the fluctuation of the various parameters. The stable isotope analyses of the water samples showed that the springs are of meteoric origin, their stable isotope composition varied between -74.9‰ to -62.1‰ and from -10.5‰ to -9.5‰ for δD and δ<sup>18</sup>O, respectively. Based on their tritium concentrations, the mean residence time of the water varies between 3 and 7 years.

## HYDROGEOCHEMISTRY OF LOW-SATURATED DRIPS IN MORAVIAN KARST

Pavel Pracný – Jiří Faimon

Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic; pavelpracny@mail.muni.cz

Water infiltrating into cave as dripwater is (1) source of component for speleothem growth and (2) source of information about climate in given region. Depending on the processes along the water flow path, dripwater can show different properties. Generally, the dripwater entering a cave releases CO<sub>2</sub>, becomes supersaturated by calcite that precipitates and forms a speleothem. However, the extent of water saturation can vary spatially in a wide range. This study presents theoretical background on three processes leading to low saturation: (I) quick influx of non-saturated rainfall water, (II) mixing of different water types coming from different perched collectors in fracture system, (III) prior calcite precipitation above the water-sampling site (i.e., in overlaying free spaces as upper cave floors, air pockets, shafts, etc.).

Dripwater hydrogeochemical data from Punkva Caves and Býčí Skála Cave (Moravian Karst, Czech Republic) are used to illustrate the discussed processes. Ordinary drips in Punkva Caves show high electrical conductivity EC = 615±2.3 µS.cm<sup>-1</sup> and saturation index with respect to calcite (SI<sub>calcite</sub>) in the range from 0.8 to 1.1. In contrast, the drip from a curtain developed on the edge of a crevice in Tunnel Corridor (Punkva Caves) shows much lower conductivity EC = 297±0.9 µS.cm<sup>-1</sup> and SI<sub>calcite</sub> close to equilibrium. Its hydrology and Mg/Ca ratio indicate the prior calcite precipitation. The water flowing over a corroded limestone wall in Býčí Skála Cave shows similar properties: low electrical conductivity 274±5 µS.cm<sup>-1</sup> and SI<sub>calcite</sub> in range 0.5 to 0.1. However, according to its flow variability and low content of CO<sub>2</sub>, the water is probably fed from rapidly infiltrating surface water, which does not have enough time to equilibrate with calcite. In addition, both drips are probably affected by mixing along their flow path. The study clearly shows that the variety of drip and seepage waters in the same cave and caves in the same region is wide as result of many concurrent processes. It is therefore necessary to study the whole context of a speleothem site including water transport paths before any conclusions about paleoclimate can be made.

## WHAT DO WE KNOW ABOUT THE JAZERNÁ CAVE AT ALL?

Lukáš Vlček<sup>1,2</sup> – Dušan Hutka<sup>2</sup> – Peter Kubička<sup>3</sup>  
– Tomáš Lánczos<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Slovak Exploring Team, Záhradnícka 60, 821 08 Bratislava, Slovakia;  
lukasvlcek@yahoo.com

<sup>2</sup> Speleoclub Tisovec, Malinovského 1179, 980 61 Tisovec, Slovakia;  
hutkatisovec@gmail.com

<sup>3</sup> Section of Speleodiving, Cementárska 15, 900 31 Stupava, Slovakia; kubi@kubi.sk

<sup>4</sup> Department of Geochemistry, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 811 04 Bratislava,  
Slovakia; lanczos@fns.uniba.sk

The Jazerná Cave (the Lake Cave) is situated in the SE part of Muráň Plateau, near city of Tisovec (so-called Tisovec Karst). The height of the entrance is 483 – 485 m a. s. l., approximately 20 m above the Periodical Spring in the Furmanec Valley, and 23 m above the erosional basis of Furmanec brook. The length of the cave is 270 m with vertical span of 42 m. It is one of the oldest discovered caves in the area, known since 1952 (Kámen, 1953a,b,c). Few underground lakes interconnected through siphons with the Periodical Spring were discovered in the cave. One of the first speleodiving works in Slovakia was realized in the Jazerná Cave. The flooded space is situated deeper than the erosional basis of adjacent valley is.

The water of the Periodical Spring is one of the two intermittent springs within the area of the Western Carpathians. The spring is discharging from the 10 m long cave with the same name. The oscillation of the discharge is Q = 2.0 – 70.0 l.s<sup>-1</sup> in time periods of ca 45 minutes (Kámen, 1953; Padúch, 1998; Michalko and Vojtková, 2003). Nowadays the spring is used as a source of potable water for the Tisovec region. The periodicity of outflowing water was described also by Pacl (1949) and Kámen (1955, 1958, 1959a,b). All the cited articles are concluding in a hypothesis assuming a depressurized siphon system, however this assumption was not proved yet. Mišík (1953), Kámen

(1954, 1959a) and Vlček et al. (2013) emphasized the need of protection of this unusual and from geomorphological, hydrogeological and speleogenetic points of view extremely important karst site.

The cave morphology, space configuration and still not clearly explained origin of water in Jazerná Cave led to an explanation of the formation of the cave as a hypogenic speleogenesis. The cave was modelled by atmospheric water flowing from the Hradová (Grúnky) massif and maybe also by the ponor water from the Kášter massif crossing the valley uprising through the deep tectonic faults situated close to the axis of the Furmanec Valley. Indices for this conclusion came from hydrogeological mapping and papers of Vojtková and Malík (2002), Michalko and Vojtková (2003), Vojtková et al. (2008) and also from the detail study of geological map of area (Vojtko, 2000).

The underground hydrological system of the Jazerná Cave and the Periodical Spring was investigated by speleodivers in last years. They have discovered new space on the bottom of flooded abyss of the Jazerná Cave. Another one strange phenomenon have been occurred and documented twice in 2014 and 2015 is a cloud of mud periodically blown into the water body from the thin corridor at the bottom of the above mentioned abyss. The explanation of this unusual phenomenon is still unclear.

## REFERENCES

- KÁMEN, S. 1953a. Jazerná jaskyňa a periodická vývieračka pri Tisovci. Geografický časopis, 5, 1–2, 90–91.  
 KÁMEN, S. 1953b. Periodická vývieračka a Jezerní jeskyně u Tisovce. Československý kras, 6, 219–223.  
 KÁMEN, S. 1953c. Prieskum Jazernej jaskyne pri Tisovci. Krásy Slovenska, 30, 1, 17–18.  
 KÁMEN, S. 1954. Ochrana periodickej vývieračky pri Tisovci na Slovensku. Ochrana prírody, 9, 6, 176–178.  
 KÁMEN, S. 1955. Periodická vývieračka. Za krásami domova, 1, 7, 18.  
 KÁMEN, S. 1958. Periodická vývieračka u Tisovca. Lidé a země, 7, 1, 6–7.  
 KÁMEN, S. 1959a. Periodická vývieračka pri Tisovci. Krásy Slovenska, 36, 6, 228–230.  
 KÁMEN, S. 1959b. Die periodische Quelle von Tisovec. Nachrichten des Verbandes DHKF, München, 26–27.  
 MICHALKO, J. – VOJTKOVÁ, S. 2003. Environmentálne izotopy v podzemnej vode prameňov Periodická vývieračka a Teplica v Tisovskom kraji. Podzemná voda, 9, 1, 14–22.  
 MIŠÍK, I. 1953. Návrh na ochranu periodického prameňa pri Tisovci na Slovensku. Ochrana prírody, 8, 3, 54–55.  
 PACL, J. 1949. O periodickom prameni pri Furmanci. Príroda, 4 (1948 – 1949), 85–91.  
 PADÚCH, F. 1998. Zaujímavosti hydrologického režimu Periodickej vývieračky v Tisovci. Práce a štúdie 57, SHMÚ, Bratislava, 7–17.  
 VLČEK, L. – HOLUBEK, P. (Eds.) 2013. O troch jaskyniaroch. Slovenská speleologická spoločnosť, 120 s.  
 VOJTKO, R. 2000. Are the tectonic units derived from the Meliata-Hallstatt through incorporated into the tectonic structure of the Tisovec Karst? (Muráň karstic plateau, Slovakia). Slovak Geological Magazine, 6, 4, 335–346.  
 VOJTKOVÁ, S. – MALÍK, P. 2002. Prestop krasových vôd do tokov Rimava a Furmanec v hydrogeologickej štruktúre Tisovského krasu. Podzemná voda, 8, 2, 141–149.  
 VOJTKOVÁ, S. – VOJTKO, R. – MALÍK, P. 2008. Podzemné vody v oblasti Tisovského krasu. Podzemná voda, 14, 2, 139–150.

## ON-LINE WATER QUALITY MEASURING SYSTEMS ON SEVERAL SPRINGS OF AGGTELEK NATIONAL PARK

Zoltán Zsilák<sup>1</sup> – Zsófia Kovács<sup>2</sup> – Krisztián Stoller<sup>3</sup>  
– Péter Gruber<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institute of Chemistry, University of Pannonia, Egyetem u.10, 8200 Veszprém, Hungary; zsilak.zoltan@mk.uni-pannon.hu

<sup>2</sup> Institute of Environmental Engineering, University of Pannonia, Egyetem u.10, 8200 Veszprém, Hungary; zsofia.kovacs@outlook.com

<sup>3</sup> Aqua-Terra Lab Ltd., Wartha Vince u. 1/2, 8200 Veszprém, Hungary; stoller.krisztian@aquaterra.hu

<sup>4</sup> Aggtelek National Park Directorate, Tengerszem oldal 1, 3758 Jósvafő, Hungary; gruber.anpi@gmail.com

The pollution of the surface water runs down in a short time, which makes it impossible to detect with traditional sampling and laboratory methods. On-line measurement techniques can handle this problem by producing a large amount of data continuously. Thanks to this and the remote management we can get alarm messages, see the current results and the system status any time of the day. During the project we have installed on-line monitoring systems at four springs in the area of Aggtelek National Park: Kis-Tohonya spring, Nagy-Tohonya spring, and two springs of Jósva spring group: Medence-spring (Long-Under-Cave), and the Tárol-spring (Short-Under-Cave). They are suitable to measure water temperature, pH, ORP, conductivity, dissolved oxygen, nitrate and chloride concentrations. The water discharge measuring device, which operates by the Tárol-spring spring is a part of the monitoring system too. The water discharges of the other

springs are followed with several already existing devices. By the Kis-Tohonya spring the data are stored in a local data logger, while the other stations' data are transferred to the database server of the Aggtelek National Park Directorate via WiFi network. Using the on-line monitoring system the information of the possible occurrence of the pollution are available immediately. Thanks to this technique we have the possibility to take water samples in the right time. The outspread and the type of the pollution can be detected with laboratory analysis. On the other hand using the large volumes of data in the mathematical analysis the hydrological conditions of the karst system can be explored.

## CAVE CLIMATE

### SPATIAL DIFFERENTIATION OF AIR TEMPERATURE IN THE DEEP PARTS OF DEMĀNOVSKÁ ICE CAVE – RESULTS OF INVESTIGATIONS FROM 2012 – 2014

Magdalena Korzystka-Muskala<sup>1</sup> – Tymoteusz Sawiński<sup>1</sup>  
– Ján Zelinka<sup>2</sup> – Piotr Muskala<sup>1</sup> – Jacek Piasecki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geography and Regional Development, Department of Climatology and Atmosphere Protection, University of Wrocław, ul. Kosiby 6/8, 51-621 Wrocław, Poland; magdalena.korzystka-muskala@uwr.edu.pl, tymoteusz.sawinski@uwr.edu.pl, piotr.muskala@uwr.edu.pl, jacek.piasecki@uni.wroc.pl

<sup>2</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; jan.zelinka@ssj.sk

The study presents results of a detailed research on spatial diversity of air temperature, conducted in Demänovská Ice Cave in the years 2012 – 2014. The aim of the research was to supplement and extend the findings of previous works, which had resulted in the determination of spatial differentiation of the thermal conditions in the cave interior, with particular emphasis on its icy part. The current project was particularly focused on the deepest parts of the cave – ice-free, relatively warm and static (with average annual air temperature changes between 5 and 6 °C), separated from the icy part with high rock heap, surmounted by an artificial wall with sealed door.

The analyses were carried out mainly on the basis of data obtained from patrol measurements, performed with use of portable high accuracy ventilated thermometer, with time resolution of 1 second. The measurements effected in detailed, continuous information on the variability of temperature field throughout the whole cave. As a reference for patrol measurements we used data from permanent speleoclimatological monitoring system installed in the cave.

The obtained results show that in the deep parts of the cave, which – so far – have been considered as static, significant spatial changes of air temperature occur. Their range is of about 4 – 5 °C at the beginning of the non-icy zone (just behind the door separating it from the icy cave parts), to more than 6 °C in its innermost closing part. The increase of air temperature however is not steady, but occurs as a sharp leap, observed always in the same area. Based on this information, in the investigated section of the cave we can distinguish two different temperature zones, separated by a narrow transitional zone with sharp change of air temperature. Location of this zone corresponds to the location of a clear morphological barrier – a large rock heap, which rises to a considerable height above main corridor bottom and blocks its entire width.

The described findings form a basis for modification and supplementation of current climatological zonation of Demänovská Ice Cave, by separating additional thermal zones in its deepest parts. At the same time determination of clear connection between the identified microclimatic boundaries and the corridors configurations and elevation diversity, provides an interesting contribution to detail studies on the role of cave morphological features in the formation of its climate system.

### INFLUENCE OF CAVE CO<sub>2</sub> LEVELS BY ADVECTIVE FLUXES FROM EPIKARST

Marek Lang – Jiří Faimon

Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic; 309580@mail.muni.cz

The dynamic model of cave CO<sub>2</sub> level evolution was proposed. Analysis of generally presumed CO<sub>2</sub> fluxes from soils/epikarst showed that additional advective fluxes are necessary to reach usual cave CO<sub>2</sub> concentrations. Based on CO<sub>2</sub> different seasonality, two conceptual models of dynamic caves were distinguished: (1) the caves of geometry A, characterized by a free lower entrance and hidden upper openings, and (2) the caves of geometry B, consisting of free upper entrance and hidden lower openings. It is supposed that all the hidden openings are filled by clastic sediment permeable for air and serve as a channel for advective fluxes of epikarstic CO<sub>2</sub>. In the caves of geometry A, the reached CO<sub>2</sub> levels are usually low during upward airflow (UAF) mode due to low advective flux input

from external atmosphere. In contrast, the CO<sub>2</sub> levels during downward airflow (DAF) mode are higher by magnitude due to the advective fluxes from epikarst. In the caves of geometry B, the higher concentrations are associated with UAF mode and the lower concentrations are associated with DAF mode. For simulating the spring evolution of cave CO<sub>2</sub> concentrations, two-reservoir model was proposed. The model was applied on the cave of geometry A due to its broader incidence world wide. It consists of two reservoir, soils/epikarst and cave, and fluxes among them. At first, only ordinary fluxes were considered: (1) the input diffusive flux from soils/upper epikarst, (2) the input advective flux from external atmosphere, (3) the input flux derived from dripwater degassing, and (4) the output advective flux from the cave. Based on published data, the principally attainable values of input fluxes were chosen as follows: 5.4 × 10<sup>-2</sup> mol.s<sup>-1</sup> for advective flux, 5.8 × 10<sup>-7</sup> mol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> for the diffusive flux, and 2.5 × 10<sup>-7</sup> mol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> for the flux derived from dripwater degassing. Based on CO<sub>2</sub> concentration in cave and airflow velocity, the output fluxes reached up to 9.6 mol.s<sup>-1</sup>. Regardless of the UAF and DAF modes, the modeling showed the low values of cave CO<sub>2</sub> levels that did not reach common cave CO<sub>2</sub> levels. The model expanded by the input advective CO<sub>2</sub> flux from epikarst confirmed the hypothesis about that a direct advective CO<sub>2</sub> flux from epikarst is necessary for reaching usual maxima of cave CO<sub>2</sub> levels. The values of such flux could reach up to 15.5 mol.s<sup>-1</sup>.

### APPLICATION OF BIOMETEOROLOGICAL MODELS FOR ANALYSING HUMAN BODY HEAT BALANCE IN CAVE ENVIRONMENT

Tymoteusz Sawiński<sup>1</sup> – Magdalena Korzystka-Muskala<sup>1</sup>  
– Jiří Hebelka<sup>2</sup> – Jacek Piasecki<sup>1</sup> – Ján Zelinka<sup>3</sup> – Piotr Muskala<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geography and Regional Development, Department of Climatology and Atmosphere Protection, University of Wrocław, ul. Kosiby 6/8, 51-621 Wrocław, Poland; tymoteusz.sawinski@uwr.edu.pl, magdalena.korzystka-muskala@uwr.edu.pl, jacek.piasecki@uni.wroc.pl, piotr.muskala@uwr.edu.pl

<sup>2</sup> Cave Administration of the Czech Republic, Cave Administration of Moravian Karst, Svitavská 11–13, 678 01 Blansko, Czech Republic; hebelka@caves.cz

<sup>3</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; jan.zelinka@ssj.sk

One of the key issues connected with environmental management in show caves is the control of human driven heat supply to the cave interior and assessment of the influence of this supply on each components of the cave environment. In analyses of such issues there are three main problems taken into consideration: heat supply connected with cave illumination, heat supply connected with disturbances of ventilation processes (opening/closing of entrances) and heat supply from tourists' bodies (Halaš, 1989; Huppert et al., 1993; Piasecki, 1996; Klaučo et al., 1997; Jernigan and Swift, 2001; Crouzeix et al., 2003; Kennedy, 2004; Strug et al., 2008; Hebelka et al., 2011). The first two factors may be easily controlled by appropriate technical solutions such as energy-saving illumination system, air locks in entrance holes preventing unwanted ventilation etc. The third factor however is of a dynamic character and its calculation must take into consideration a set of components connected with: organization of the touristic traffic (especially length of the touristic path, its configuration as well as number and duration of stops), characteristics of tourist groups (their size, age structure, movement speed, type of clothes etc.) as well as in-cave meteorological conditions (especially temperature, humidity and velocity of air movement).

One of the tools allowing a detailed quantitative characteristic of the above-mentioned factor is the analysis of human body heat balance based on modern bioclimatological models. The models are a set of empiric equations that allow to calculate each components of the balance, taking into account numerous variables: physiological, environmental and connected with the performed activity (Błażejczyk, 1993, 1994; Fjala et al., 2001; Matzarakis and Rutz, 2005; Matzarakis et al., 2008). Although the models have been designed for use in analyses of the open (external) environment, in the authors' opinion they may be successfully used also in cave research (Strug et al., 2008).

Fot the needs of this work MENEX 2005 human body heat balance model was used, designed by K. Błażejczyk and implemented in BioKlima 2.6 software (Błażejczyk, 1993, 1994; BioKlima 2.6). In this model human body heat balance is defined as the resultant of heat fluxes produced and emitted or absorbed by human body and can be expressed by the following formula:

$$\mathbf{S} = \mathbf{M} + \mathbf{R} + \mathbf{L} + \mathbf{C} + \mathbf{E} + \mathbf{Res} + \mathbf{K}$$

where:  $\mathbf{S}$  – net heat storage (heat balance of human body),  $\mathbf{M}$  – metabolic heat production,  $\mathbf{R}$  – absorbed solar radiation,  $\mathbf{L}$  – heat exchange by long-wave radiation,  $\mathbf{C}$  – heat exchange by convection,  $\mathbf{E}$  – heat exchange by evaporation,  $\mathbf{Res}$  – heat exchange in respiration processes,  $\mathbf{K}$  – heat exchange by conduction. Among these factors the key ones for the cave environment are:  $\mathbf{L}$ ,  $\mathbf{C}$ ,  $\mathbf{E}$  and  $\mathbf{Res}$ , that allow to define the value of heat flux emitted by human body. Parameters  $\mathbf{R}$  and  $\mathbf{K}$  should be omitted due to lack of solar energy influx and virtually no direct contact between body and ground that would allow conduction. The analyses of human body heat balance were performed for three caves with different environmental features: Dobšinská Ice Cave (Slovak Republic, Slovak Paradise), Punkva Caves (Czech Republic, Moravian Karst) and Niedzwiedzia Cave (Poland, East Sudetes). The components of the heat balance were calculated mainly based on a set of variables containing typical meteorological

Table 1. Components of heat emission from human male body [ $\text{W.m}^{-2}$ ] in different cave environments, with regards to types of activity (slow walk through the cave, standing during the guide speech) and clothing insulation (proper clothing, suitable for cold cave environment, light summer clothing adequate to external conditions)

Environmental parameters of the caves	slow walk ( $1 \text{ m.s}^{-1}$ ) – $M = 135 \text{ W.m}^{-2}$					standing – $M = 110 \text{ W.m}^{-2}$					(proper clothing 1.5 clo)
	C	E	L	Res	Sum	C	E	L	Res	Sum	
Dobšinská Ice Cave – upper level; $T = 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	87.7	30.1	40.5	18.3	176.6	50.6	18.6	52.2	14.9	136.3	
Dobšinská Ice Cave – lower level; $T = -0.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	89.1	30.0	40.9	18.4	178.4	51.4	18.5	52.8	15.0	137.7	
Niedzwiedzia Cave – deep parts; $T = 6.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	68.8	31.7	34.2	16.4	151.1	39.3	19.7	43.8	13.3	116.1	
Punkva Caves – upper level; $T = 8.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	61.9	32.3	31.8	15.6	141.6	35.3	20.1	40.5	12.7	108.6	
Punkva Caves – lower level; $T = 7.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	65.6	32.0	33.1	16.0	146.7	37.4	19.9	42.2	13.1	112.6	
Punkva Caves – Water Passages; $T = 6.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	67.3	31.8	33.7	16.2	149.1	38.5	19.7	43.1	13.2	114.5	
Dobšinská Ice Cave – upper level; $T = 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	170.3	31.1	78.9	18.3	298.6	89.5	18.9	92.7	14.9	216.0	
Dobšinská Ice Cave – lower level; $T = -0.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	173.0	31.0	79.7	18.4	302.1	91.0	18.8	93.7	15.0	218.5	
Niedzwiedzia Cave – deep parts; $T = 6.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	133.6	33.7	66.8	16.4	250.5	69.9	20.3	78.2	13.4	181.8	
Punkva Caves – upper level; $T = 8.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	120.2	34.7	62.1	15.6	232.6	62.7	20.9	72.5	12.7	168.8	
Punkva Caves – lower level; $T = 7.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	127.3	34.2	64.6	16.0	242.1	66.5	20.6	75.5	13.1	175.7	
Punkva Caves – Water Passages; $T = 6.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH = 100 %, $v = 0 \text{ m.s}^{-1}$	130.8	33.9	65.8	16.2	246.8	68.4	20.4	76.9	13.2	179.0	

parameters for each examined cave in the period open for tourists. Data was obtained from long-term speleoclimatological measurements performed by authors in the examined caves (Piasecki and Sawiński, 2009; Hebelka et al., 2011; Korzystka et al., 2011). Additionally the information on the sex of visitors, their speed, clothes insulation and metabolic heat production ( $M$ ) was assumed, according to different types of activity during cave sightseeing. The assumptions for the  $M$  parameter were taken according to ISO 8996 norm, clothes insulation – ISO 9920. The example results are shown in Table 1. It show great variation of human heat supply, induced not only by the environments of the studied caves but also by the type of touristic activity and (what is particularly important) by the use of clothes with different insulation.

The obtained results show a high potential of use of the bioclimatological models both in research and protective activities performed in cave environment. They particularly allow to obtain detailed quantitative data on the amount and dynamics of heat supply caused by tourist presence in caves, as well as distribution of this heat throughout the cave area. The obtained data may be used in analyses of show cave heat balance (Halaš, 1989; Strug et al., 2008) as well as in the assessment of current and anticipated loads and threats caused by human driven heat supply to particular parts of caves (Huppert et al., 1993; Hoyos et al., 1998).

#### REFERENCES

- BŁAŻEJCYK, K. 1993. Wymiana ciepła między człowiekiem a otoczeniem wróżnych warunkach środowiska geograficznego. Prace Geograficzne, 159, IGiPZ PAN, 123 p.
- BŁAŻEJCYK, K. 1994. New Climatological-and-Physiological Model of Man-Environment Heat Exchange (MENEX) and its Application in Bioclimatological Studies. Zeszyty IGiPZ PAN, 29, 28–58.
- CROUZEIX, C. – LE MOUËL, J.-L. – PERRIER, F. – RICHON, P. – MORAT, P. 2003. Long-term thermal evolution and effect of low power heating in an underground quarry. Comptes Rendus Geoscience, 335, 4, 345–354.
- FIALA, D. – LOMAS, K. J. – STOHRER, M. 2001. Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions. International Journal of Biometeorology, 45, 3, 143–159.
- HALAŠ, J. 1989. Tepelná bilancia Dobšinskéj ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 23, 57–71.
- HEBELKA, J. – ROŽNOVSKÝ, J. – KORZYSTKA, M. – PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. – STŘEDOVÁ, H. – FUKALOVÁ, P. – STŘEDA, T. – LEJSKA, S. – LITSCHMANN, T. 2011. Stanovení závislosti jeskynního mikroklimatu na vnějších klimatických podmínkách ve zprístupněných jeskyních České republiky – Závěrečná zpráva projektu SP/2d5/07, Program výzkumu a vývoj, Ministerstvo životního prostředí České republiky. Acta Speleologica, 2/2011, 290 p.
- HOYOS, M. – SOLER, V. – CAÑAVERAS, C. J. – SÁNCHEZ-MORAL, S. – SANZ-RUBIO, E. 1998. Microclimatic characterization of a karstic cave: human impact on microenvironmental parameters of a prehistoric rock art cave (Candamo Cave, northern Spain). Environmental Geology, 33, 4, 231–242.
- HUPPERT, G. – BURRI, E. – FORTI, P. – CIGNA, A. A. 1993. Effects of tourist development on caves and karst. In Williams, P. W. (Ed.): Karst Terrains: Environmental Changes and Human Impact. Catena Special Supplement, 25, 251–268.
- ISO 8996 (2004). Ergonomics of the thermal environment – Determination of metabolic rate. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 9920 (2007). Ergonomics of the thermal environment – Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. International Organization for Standardization, Geneva.
- JERNIGAN, J. W. – SWIFT, R. J. 2001. A mathematical model of air temperature in Mammoth Cave, Kentucky. Journal of Cave and Karst Studies, 63, 1, 3–8.
- KENNEDY, J. 2004. Pre- and Post-gate microclimate monitoring. In Vories, K. C. – Throgmorton, D. – Harrington, A. (Eds.): Bat Gate Design, a Technical Interactive Forum. USDI Office of Surface Mining, Alton, Illinois, 353–357.
- KLAUČO, S. – FILOVÁ, J. – ŽELINKA, J. 1998. Vplyv návštěvnosti na speleoklímę Ochtinskéj aragonitovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum využívania a ochrany jaskýň. Zborník referátov z vedeckej konferencie (Mlyny, 8. – 10. 10. 1997). SSJ, Liptovský Mikuláš, 75–86.
- KORZYSTKA, M. – PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. – ŽELINKA, J. 2011. Climatic system of the Dobšinská Ice Cave. In Bella, P. – Gažík, P. (Eds.): Proceedings, 6<sup>th</sup> Congress of the International Show Caves Association (Demänovská Valley, Slovakia, October 18 – 23, 2010). Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, 85–97.
- MATZARAKIS, A. – MATUSCHEK, M. – NEUMCKE, R. – RUTZ, F. – ZALLOOM, M. – ENDLER, C. 2008. Tools for biometeorological and climatological studies. Proceedings, 18<sup>th</sup> International Congress on Biometeorology (Tokio, 22 – 26 September 2008), 1–4.
- MATZARAKIS, A. – RUTZ, F. 2005. Application of RayMan for tourism and climate investigations. Annalen der Meteorologie, 41, 2, 631–636.
- PIASECKI, J. 1996. Przyczyny zmian klimatu Jaskini Niedzwiedziej w Kleńniewie. Acta Universitas Wratislaviensis No 1794, Prace Instytutu Geograficznego, Seria C, Meteorologia i Klimatologia, 3, 33–55.
- PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. 2009. The Niedzwiedzia Cave in the climatic environment of the Kleśnica Valley (Śnieżnik Massif). In Stefanik, K. – Tyc, A. – Socha, P. (Eds.): Karst of the Częstochowa Upland and of the Eastern Sudetes – paleoenvironment and protection, Studies of the faculty of Earth Sciences University of Silesia, No. 56, 423–454.
- STRUG, K. – SOBIK, M. – ŽELINKA, J. 2008. The thermal balance of the icy part in the Demänovská Ice Cave (Slovakia) between 2005 and 2007. In Kadebskája, O. – Mavljudov, B. – Pjatunin, M. (Eds.): Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Workshop on Ice Caves (Kungur Ice Cave, Russia, May 12 – 17, 2008). Kungur, 85–92.
- Internet sources: BioKlima 2.6 software, <https://www.igipz.pan.pl/Bioklimazigk.html>, access: 2015-07-23 16:00

## PEACE CAVE OBSERVED ACCUMULATION OF CARBON DIOXIDE CAUSES AND CONSEQUENCES

József Stieber<sup>1</sup> – Szabolcs Leél-Őssy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> STIEBER Environmental Testing Laboratory, Nyerges u. 6, 1181 Budapest, Hungary; stieber@stieber.hu

<sup>2</sup> Department of Physical and Historical Geology, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary; losz@iris.geobio.elte.hu

Since January 2013 within the framework of the Hungarian Scientific Research Fund researchers carried out a monthly climatology and water chemical tests of the Béke (Peace)-Cave, where 70 working days, more than 300 hours spent. In summer 2010 the cave collapsed, *Felfedező* (Discovery)-arm of the entrance, and in March 2013 the blocked cave siphon endpoint, so currently only done

two-way air flows through the Fő (front)-door. The infiltration and river waters continue accessing carbon dioxide can not kiszellőzni the cave, the carbon-dioxide concentration in the Fő (Main)-branch to inside continues to rise and exceeds the internal parts of 3 % (v/v). The cave bag acts as a in which the concentration of carbon-dioxide due to ingress of water content of carbon-dioxide exhibits seasonal changes. Due to the temperature difference between causes cracks in the rock can start with some ventilation, but it just felt in winter. Compared with earlier data we determine that the Béke (Peace)-Cave atmosphere of discovery back into the year of the state where the explorers have been achieved by using only one entrance to the cave. We are confident that this degree of increase in carbon-dioxide has no similarity after the discovery status, as this is a unique phenomenon. Increased carbon-dioxide levels affect bats staying indoors, affect the organization of cave tours, prevent exploitation for therapeutic purposes, in the long run slow down the formation of stalactites and contribute to the aerosol, re-acceleration of the process. Because of the blockage persists siphon so accustomed over the last 50 years, states can only return as a result of artificial intervention.

## BIOSPELEOLOGY AND MICROBIOLOGY

### STUDY ON NIPHARGUS AGGTELEKIENSIS SCHIÖDTE, 1849 (CRUSTACEA: AMPHIPODA) POPULATIONS IN THE CAVES OF THE AGGTELEK KARST

Gergely Balázs<sup>1</sup> – Dorottya Ángyal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Systematic Zoology and Ecology, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary; balazsgrg@gmail.com

<sup>2</sup> Hungarian Natural History Museum, Baross u. 13, 1088 Budapest, Hungary; angyal.dorottya@gmail.com

Although the blind amphipod genus, *Niphargus* Schiödte, 1849 is among the most significant elements of European subterranean communities with more than 300 described species, their identification can be rather challenging. The *Niphargus* species of the Aggtelek Karst was first identified as *N. stygius*. During the detailed faunistic survey of the Baradla Cave, Dudich found out that the specimens inhabiting the cave were erroneously identified as *N. stygius*, therefore he described a new species as *N. aggtelekiensis*. A few years later Schellenberg identified specimens from Domica Cave as *N. tarensis*. This inconsistent species identification raised questions. To have a solid based answer, a wide range molecular and morphological study would be necessary including all the known populations, therefore for the present study we accepted the species level of *N. aggtelekiensis*. Populations of the Baradla Cave, Baradla Rövid Alsó Cave (these two caves were treated as the same system), Kossuth Cave and Vass Imre Cave were investigated. Detailed morphological description of the species was made on 5 – 5 specimens from the Baradla Cave and the Kossuth Cave, using 230 characters on each individual. Comparison was made between the two populations to find possible variations. We found eight consistently differing characters between the two populations, suggesting at least subspecies level distinctness; therefore the two populations should be treated as separate conservation biological units. Although the two populations are geographically close and hydrologically connected with surface streams, it seems that even such short length of unfavorable environment can act as a strong barrier and lead to fragmentation. The study was supported by the cross border co-operation "Management of caves of the World Heritage in the Aggtelek and Slovak Karst", HUSK/1101/2.2.1./0180.

### QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS OF MICROBIOTA FROM DOMICA-BARADLA CAVE SYSTEM

Barbora Gaállová<sup>1</sup> – Milan Seman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Microbiology and Virology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4, Slovakia; gaalova@fns.uniba.sk

<sup>2</sup> Department of Hydrogeology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4, Slovakia; seman.mikro@gmail.com

Microbial diversity of a groundwater in Domica-Baradla cave system was analysed in this study. A direct count pure plate was compared with direct epifluorescent microscopic enumeration of microorganisms. The main bacterial groups (enterococci, enterobacteria, pseudomonads) were isolated on selective media. Randomly selected isolates were identified by biochemical tests and confirmed by 16S rDNA sequencing. Microbial diversity was analysed also by PCR-DGGE using nested PCR of 16S rDNA gene via an isolation of total DNA from water samples.

Total counts of microorganisms from two sampling locations inside of Domica Cave (Styx underground stream and Druhá plavba Corridor) were approximately the same ( $\approx 10^4$ ), as well as the numbers of cultivable microorganisms ( $\approx 10^2$ ).

External sampling site, the Ponor of Domica Stream showed a higher numbers especially of cultivable bacteria ( $\approx 10^3$ ), whereas the faecal indicators of water contamination, *E. coli* and faecal enterococci were isolated. Psychrophilic microorganisms were dominated in water samples of Druhá plavba Corridor and Styx Stream. Total counts of microorganisms from two sampling locations inside of Baradla Cave (Styx and Acheron streams) were higher ( $\approx 10^3$ ) than those in Domica Cave, but the counts of cultivable counts were much lower ( $10^2$ ). Overshooting of microbiological limits for drinking water observed in Baradla Cave was not caused by faecal indicators of microbial contamination, but environmental bacteria identified as *Hafnia alvei* and *Serratia* spp., especially *Serratia plymuthica*. One isolate of *S. plymuthica* was a producer of a red prodigiosin pigment, a bioactive secondary metabolite, which might have biotechnological uses. Other isolated bacteria belonged to the group of nonfermenting bacteria (*Pseudomonas* sp. and closer relatives).

Progressive molecular techniques were used to analyse bacterial spectrum from water samples. 16S rDNA profiles obtained from whole genomic DNA of two sampling sites in Domica Cave were markedly different, that refers to the different taxonomic representation. On the contrary, DNA bacterial profiles of Baradla Cave sampling sites were almost the same, that refers to the same taxonomic representation. On the other hand, the affluxes of Baradla Stream, the group of Jósva springs (Tunnel, Basin and Tube), had completely different taxonomic representations, that indicated to different source of streams.

### COMMUNITIES OF ARTHROPODS IN CAVES OF THE GALMUS PLATEAU (VOLOVSKÉ VRCHY, SLOVAKIA) – PRELIMINARY DATA

Miloš Melega<sup>1</sup> – Andrej Mock<sup>1</sup> – Vladimír Čech<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Moyzesova 11, 041 54 Košice, Slovakia; andrej.mock@upjs.sk

<sup>2</sup> Department of Geography and Applied Geoinformatics, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 1, 081 16 Prešov, Slovakia; vladimir.cech@unipo.sk

Galmus Plateau – the smallest (70 km<sup>2</sup>) from the four plateau karst areas in Slovakia is a north-eastern part of the Western Carpathian superunit Silicicum known as the region with the highest diversity of endemic cave fauna in the Central Europe. Nevertheless biospeleology was not carried out here in detail before. Recently only few faunistic data were published by R. Mlejnek and V. Košel. More than 120 caves were created here in Triassic limestone, but only few of them exceed 20 m. During spring season in 2015 we have began complex study of invertebrates in 4 longest caves (25 – 177 m). The caves are differing mainly in slope orientation (Homološova diera in the south, Šarkania diera, Galmuská diera, Svatohájnska Cave in the north) and in elevation of the entrances (540 – 776 m). Only in the Šarkania diera there are permanent water pools, other caves represent only terrestrial environments. Pitfall traps and individual collecting was realised here as same as measuring of climate. We have confirmed the presence of wide distributed cavernicolous, as *Niphargus tarensis* and *Mesoniscus graniger* and also the troglobite springtail *Pygmarrhopalites aggtelekiensis*, endemic for Silicicum or subendemic troglophilous beetle *Duvalius bokori valyianus*. Other data are analysed and will be presented in the conference. The study was supported by the grant VEGA 1/0199/14.

### TERRESTRIAL AND AQUATIC ARTHROPODS (ARTHROPODA) OF THE DOMICA-BARADLA CAVE SYSTEM

Andrej Mock<sup>1</sup> – Lubomír Kováč<sup>1</sup> – Vladimír Papáč<sup>2</sup>

– Peter Luptáčik<sup>1</sup> – Andrea Parimuchová<sup>1</sup> – László Forró<sup>3</sup>

– Dorottya Ángyal<sup>3</sup> – László Dányi<sup>3</sup> – Győző Szél<sup>3</sup>

– Gergely Balázs<sup>4</sup> – Vladimír Košel<sup>5</sup> – Peter Fenda<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Moyzesova 11, 041 54 Košice, Slovakia; andrej.mock@upjs.sk, lubomir.kovac@upjs.sk, peter.luptacik@upjs.sk, andrea.parimuchova@upjs.sk

<sup>2</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Železníčná 31, 979 01 Rimavská Sobota, Slovakia; vladimir.papac@ssj.sk

<sup>3</sup> Hungarian Natural History Museum, Baross u. 13, 1088 Budapest, Hungary; forro@nhmus.hu, angyal.dorottya@zoo.nhmu.hu, danyi@nhmu.hu, szel@nhmu.hu

<sup>4</sup> Department of Systematic Zoology and Ecology, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary; balazsgrg@gmail.com

<sup>5</sup> Hornádska 24, 821 07, Bratislava, Slovakia; kosel2@azet.sk

<sup>6</sup> Department of Zoology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4, Slovakia; fenda@fns.uniba.sk

The Domica-Baradla cave system with total length of 25.5 km is crossing Slovak-Hungarian border. It is an unprecedented biospeleological local-

ity in the Western Carpathians with high biodiversity of organisms and stable populations of some obligate cave arthropods, e. g. palpigrade *Eukoenia spelaea*, millipede *Typhloiolus* sp., dipluran *Plusiocampa spelea*, springtails *Pygmarhopalites aggtelekiensis*, *P. slovacicus*, *Pseudosinella aggtelekiensis*, amphipod *Niphargus aggtelekiensis*, etc. Expressive dominance of common adapted species over relict fauna is characteristic for the cave ecosystem. Complex of subterranean habitats, variable nutrient sources, relatively high air temperature and position in the Slovak-Aggtelek Karst as the most important biogeographic refuge in Central Europe could explain this phenomenon. The cave system is under negative influence of human activities in and around the cave and crowded cave visits by tourists. More than 500 invertebrate species were summarized in the recent monograph (Gaál and Gruber, 2014), the cave is type locality for dozens of them. In the contrary, only 12 % of the species are common for both Slovak and Hungarian parts of the cave system, thus reflecting the differences in conditions and asymmetry in investigations of particular caves. Recent study yielded new data and uncovered further perspectives of the research in the cave. Many species were recorded in the system for the first time, terrestrial communities were described, data on distributional pattern of relict fauna were gained. The western part of the system with sinking waters and deposits of bat guano hosts the crucial portion of the subterranean fauna. Long term biological monitoring of this unique underground world in the early future is essential.

The study was supported by the cross border co-operation "Management of caves of the World Heritage in the Aggtelek and Slovak Karst", HUSK/1101/2.2.1./0180 and the grant of the Slovak Scientific Grant Agency VEGA 1/0199/14.

## MICROSCOPIC FUNGI OF THE DOMICA-BARADLA CAVE SYSTEM – RESULTS FROM SEVERAL YEARS STUDIES

Alena Nováková

Institute of Microbiology of the CAS, v. v. i., Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4, Czech Republic; ANmicrofungi@seznam.cz

Microscopic fungi of the cave system Domica-Baradla (the show part of the Domica Cave, Čertova diera Cave, corridor behind the "Druhá plavba") were studied in 2002 – 2014. They were isolated from various cave substrates, such as cave air, cave sediment, bat guano, vertebrate and invertebrate excreta, cadavers etc. and also from outside air and soil above the cave. During these long-term studies, more than 200 microfungal species were identified from this cave system – some of them belong to rather rare microfungal species, e. g. *Pidoplichkoviella terricola*, *Botryosporium longibrachiatum* or *Dimargaris bacilliflora*, some of them were described as novel species, e. g. *Chrysosporium speluncarum* from bat guano and *Trichosporon aggtelekiense* from cave sediment. Obtained colony forming units (CFU) in inside and outside air show interesting records about air-borne microfungi occurrence in various parts of this cave system and outside environment. Results from feeding preference tests which were carried out in cave environment as well as in laboratory conditions complete information about microfungi and invertebrates interactions.

## UNDERGROUND ENVIRONMENT AS POTENTIAL SOURCE OF THE WHITE NOSE SYNDROME (WNS) FOR BAT POPULATION

Alena Nováková<sup>1,2</sup> – Alena Kubátová<sup>2</sup> – Tomáš Bartonička<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Microbiology of the CAS, v. v. i., Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4, Czech Republic; ANmicrofungi@seznam.cz

<sup>2</sup> Department of Botany, Faculty of Science, Charles University in Prague, Benátská 2, 128 01 Praha 2, Czech Republic; kubatova@natur.cuni.cz

<sup>3</sup> Institute of Botany and Zoology, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic; bartonic@sci.muni.cz

White Nose Syndrome (WNS), the dangerous bats illness, was firstly discovered in North American caves in 2006 and the causal agent, microfungal species *Pseudogymnoascus destructans* (formerly *Geomyces destructans*) was described in 2009. Since this time, scientists and cavers were focused on finding the source of this illness in nature using the isolation techniques as well as molecular analyses – unfortunately until now mostly without important results. Similarly our previous attempts of *P. destructans* isolation from air and sediments in underground environment of the Czech Republic (caves, tunnels, and abandoned mines) were also fruitless. This year, our interest was focused on finding *P. destructans* in two known bat hibernacula (Kateřina's Cave, Šimon and Juda mines) using the new formula of isolation medium and lot of swabs from underground walls during one sampling procedure. These attempts were finally successful – several strains were isolated from both sites.

## MICROBIAL PROFILE OF CAVE WATER OF THE SILICKÁ PLATEAU

Milan Seman<sup>1</sup> – Barbora Gaállová<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Hydrogeology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4, Slovakia; seman.mikro@gmail.com

<sup>2</sup> Department of Microbiology and Virology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4, Slovakia; gaalova@fns.uniba.sk

Silická Plateau, orographic subunit of Slovak Karst, is a cave-rich territory, having in a small space a high density of caves. These caves contain quantity of groundwater representing important sources of drinking water in that region. The main objectives of this study were to explore structure and diversity of microbial communities in karst groundwater of selected caves: Domica Cave, Gombasecká Cave, Milada Cave and Krásnohorská Cave.

Microbial monitoring widely used to evaluate the quality of surface waters can be an interesting approach also for karst groundwater. Cultivable heterotrophic microbiota of this biotops was studied using microbiological and molecular methods. Median values of two microbiological indicators (cultivable microorganisms at 22 °C, coliforms) of water quality during the whole monitored period were satisfactory according to legislative requirements. Molecular analysis revealed the abundance and variability of microbiota between selected sampling sites of cave aquatic biotops.

Enterobacteria (enteric bacteria, respectively), the dominant bacterial taxa of karst aquatic environments, were studied in detail. Three hundred and fifty-two enterobacterial isolates were successfully identified by biochemical testing and selected isolates confirmed by molecular techniques (PCR, 16S rDNA sequence analysis). A total of 40 enterobacterial species were isolated from cave waters, with predominance of *Escherichia coli*, *Serratia* spp. and *Enterobacter* spp. Sequence analysis of 16S rDNA confirmed that all of the selected isolates belong to the family Enterobacteriaceae.

The method of polyphasic taxonomy was used to determine species identity of genus *Serratia*, the most abundant enterobacterial taxa, in which were identified species: *S. fonticola*, *S. marcescens*, *S. liquefaciens* and *S. plymuthica*. The ten taxonomic valid isolates of *Serratia* spp. were deposited in the Czech Collection of Microorganisms (Brno, Czech Republic).

## GEOINFORMATICS, CAVE MAPPING AND DOCUMENTATION

### LARGE SCALE MAPPING OF BARADLA CAVE BASED ON 3D LASER SCAN TECHNOLOGY

Sarolta Borzsák<sup>1</sup> – Csaba Egri<sup>2</sup> – Judit Kisbán<sup>3</sup>  
– Gábor Szunyogh<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Rákóczi u. 33, 2094 Nagykávási, Hungary;  
borzsak.sari@gmail.com

<sup>2</sup> Rákóczi u. 33, 2094 Nagykávási, Hungary; csegr@freemail.hu

<sup>3</sup> Zulejka u. 8, 1126 Budapest, Hungary; samu9@t-online.hu

<sup>4</sup> Zoltán u. 9, 1054 Budapest, Hungary;

szunyogh.gabor@bgk.uni-obuda.hu

After the Caves of Aggtelek Karst and Slovak Karst became an UNESCO World Heritage site, there was a need for a qualitatively new, high-precision, 1:100 scale map of the Baradla Cave. The new map was expected to be suitable for technical interventions related to building up the cave, such as planning, construction and maintenance. The aim was that on the map clearly may be indicated scientific research sites (sampling points, measuring points, etc.) and be capable of solving traditional tasks like orientation, or exploratory research. This task was almost impossible with traditional cave mapping manner due to enormous size of the Baradla and the lack of electric light, but with the method developed by us has turned to reality.

Firstly it was carried out the 3D scanning of the total internal surface area of the cave using fixed points of an earlier geodetic survey. As a result we got a dense point cloud containing coordinates of each point of the cave. Based on this a draft floor plan was delineated by rotating and slicing the point cloud into different positions. This draft map displayed not just the main outline of the cave, but the location of all other essential object like watercourses, boulders, stalagmites, columns and technical facilities. The different types of landforms and speleothems were marked with different colors, and were located in different layers.

The final map was made on the spot inside the cave, by completing the printed layout of the draft map, and it shows the main features of every single formations. The eventual map was made by scanning and digital redrawing of the site plan. The complete Baradla atlas consists of 130 piece of A/1 scale map sheets.

## TERRESTRIAL LASER SCANNING OF THE OCTHINSKÁ ARAGONITE CAVE

Katarína Pukanská<sup>1</sup> – Karol Bartoš<sup>1</sup> – Pavel Bella<sup>2,3</sup>  
– Štefan Rákay ml.<sup>1</sup> – Juraj Gašinec<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geodesy, Cartography and Geographical Information Systems,  
Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnology, Technical  
University in Košice, Park Komenského 19, 040 01 Košice, Slovakia;  
katarina.pukanska@tuke.sk, karol.bartos@tuke.sk, stefan.rakay@tuke.sk,  
juraj.gasinec@tuke.sk

<sup>2</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration,  
Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; pavel.bella@ssj.sk

<sup>3</sup> Department of Geography, Faculty of Education, Catholic University in  
Ružomberok, Hrabovská cesta 1, 031 04 Ružomberok, Slovakia; Pavel.Bella@ku.sk

The Ochtinská Aragonite Cave (Revúcka Highlands, southern Slovakia) is featured by various morphologies as a result of speleogenesis in isolated, partially fractured lenses of Paleozoic crystalline limestones in insoluble graphitic and sericitic-graphitic phyllites. The cave consists of striking linear passage formed along a steep fault and longer irregular spongework labyrinth of passages and halls with many cupolas, ceiling deep or shallow hollows, niches, water level notches and floor looped conduits. Almost all passages and halls, enlarged from original phreatic irregular conduits, are characterized by solutional flat ceilings (Laugdecken) and facets (Facetten, planes of repose), mostly forming a flat-roofed triangular cross-section (Laughöhle profile). Numerous morphologies, sculptured in the phreatic, epiphreatic and vadose zone, refer to a long-lasting and multi-phased origin of the cave. Existing plans and maps of the cave display predominantly the ground plan of its underground spaces, but cross and longitudinal sections are not sufficiently numerous and precise. Many medium-sized morphologies (e.g. cupolas, spherical hollows deepened into the ceiling, flat ceilings, facets) are not displayed, although they are important for more detailed morphological studies or the inventory and protection of aragonite forms. Classic surveying and mapping of bedrock surfaces with irregular and rugged morphologies is very lengthy and not very precise. From this reason terrestrial laser scanning was used in geodetic surveying and 3D mapping of the cave in June 2014.

Geodetic measurement of the Ochtinská Aragonite Cave was realized by the method of terrestrial laser scanning from points of the original survey net. Suitable survey stations were chosen after the terrain reconnaissance, while points of the geodetic control monumented in the concrete sidewalk of the guided route were used as initial surveying points. The spatial coordinates of morphological structures were determined in the coordinate system Datum of Uniform Trigonometric Cadastral Network (S-JTSK) and vertical coordinate system Baltic Vertical Datum – After Adjustment (Bpv) using a terrestrial laser scanner Leica ScanStation C10. Overall, more than 121 million points from 52 survey stations monumented in the concrete sidewalk was measured during the laser scanning. The spatial resolution of 20 × 20 mm was achieved. A triangulated irregular network (TIN) model with the resolution of points up to 100 mm, longitudinal sections and vertical cross-sections of individual parts of the cave were created by subsequent processing. The export of spatial display of final data in the PDF format is one of the interesting outputs.

## MAPPING THE DOMICA CAVE USING LASER SCANNING AND HYDROCLIMATE MONITORING

Jaroslav Hofierka – Zdenko Hochmuth – Michal Gallay  
– Ján Kaňuk – Alena Petrvalská – Dušan Barabas

Institute of Geography, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University in Košice,  
Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovakia; jaroslav.hofierka@upjs.sk, hochmuth@upjs.sk,  
michal.gallay@upjs.sk, jan.kanuk@upjs.sk, alena.petrvalská@upjs.sk,  
dusan.barabas@upjs.sk

The karst landscape represents a complex system with strong vertical and horizontal interactions between landscape components. Modern software tools and data collection methods can be used to demonstrate various spatial aspects in a complex karst environment. Recent developments in data collection methods, such as laser scanning, provides new tools for effective cave mapping and monitoring that help to better understand spatial interactions, dynamics and evolution of karst systems.

During the year of 2014, we have used the terrestrial (TLS) laser scanning and airborne laser scanning (ALS) technology for mapping the accessible parts of the Domica Cave and adjacent surface parts of the Silická planina Plateau. TLS was conducted from 328 scanner positions with the ranging precision of 2 mm at 10 m distance. After relative orientation of the individual scans (accuracy of 4 – 5 m) the final point cloud comprises over 11 billion of 3D coordinates of the cave surface. Georeferencing of the final data based on RTK-GPS positioning of three control points introduced a very low uncertainty of about 12 mm. The accuracy and level of detail of the dataset is unprecedented.

ALS of the landscape above the cave generated a highly detailed point representation of the terrain and above-terrain features. The density of terrain points is between 16 – 0.5 points/m<sup>2</sup> which enabled generation of a highly detailed digital terrain model for geomorphometric analyses. The topographic mapping of the Domica cave and the above-surface has been coupled with hydroclimate monitoring. We installed 4 stream gages with water depth data loggers and 18 thermometers with data loggers throughout the cave system during the year of 2014. The continuous measurement of the environmental variables, 3D surface models will be integrated in the future research to develop a complex 3-D GIS model of the area. New effective methods for processing the new massive data will be developed for this purpose. The results and progress on the project can be found at <http://spatial3d.science.upjs.sk/>. We would like to thank the Slovak Cave Administration for granting the permission to conduct this research.

## CURRENT NUMBER AND DISTRIBUTION OF CAVES IN THE SLOVAK KARST

Gabriel Lešinský<sup>1</sup> – Jozef Psotka<sup>1</sup> – Peter Holubek<sup>2</sup> – Ivica Hlaváčová<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, workplace Košice,  
Ďumbierska 26, 041 17 Košice, Slovakia; gabishark@gmail.com, jozef.psotka@post.sk

<sup>2</sup> Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, Školská 4,  
031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; holubek@smopaj.sk, hlavacova@smopaj.sk

During the EU project of obtaining coordinates of cave entrances in Slovakia and building up of archives of underground karst phenomena in the Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, Slovak Karst area as the significant geomorphological unit with 1/6 of all known caves in Slovakia was also involved. Two museum employees together with two voluntary cavers from the Slovak Speleological Society used GPS units to obtain required coordinates since 2008 to 2015, making simultaneously also photodocumentation and fundamental written documentation regarding each cave. Other three museum employees helped with non-field agenda. Until now, 1,184 caves were localized, still several dozens of known caves are to be measured though. In connection with it is estimated, that about 1,300 caves can be really found in the Slovak Karst. The caves of adjacent geomorphological subunits, which geologically belong to the Slovak Karst, are added over that number already.

Table 1. The number of registered caves in the Slovak Karst and adjacent karst areas

Geomorphological unit	Geomorphological subunit	Number of caves	
Slovak Karst	Dolný vrch Plateau	159	1,196
	Horný vrch Plateau	213	
	Jasovská Plateau	105	
	Jelšavský Karst	16	
	Koniarska Plateau	40	
	Plešivská Plateau	231	
	Silická Plateau	336	
	Turnianska Basin	1	
	Zádielska Plateau	95	
Volovské vrchy Mts.	Pipitka	20	
Košická Basin	Medzevská Hilly Land	59	
Total count		1,275	

## SPELEOLOGICAL EXPLORATION OF THE SLOVAK KARST BY CAVERS FROM THE SLOVAK MUSEUM OF NATURE PROTECTION AND SPELEOLOGY, AND SPELEOCLUB DRIENKA FROM 1989

Gabriel Lešinský

Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, workplace Košice,  
Ďumbierska 26, 041 17 Košice, Slovakia; gabishark@gmail.com  
Speleoclub Drienka of the Slovak Speleological Society, Košice

During the last 26 years we did, together with collaborators, approximately 6,000 speleological actions oriented to recognizing, prolongation, discover-

ing, exploring, documenting and surveying of caves in the Slovak Karst and its adjacent geomorphological subunits. We explored almost 1,000 caves from 1,300 caves known in the Slovak Karst. We also explored surface karst landforms and its displays and relations to the underground karst in detail. By digging we discovered dozens of new vertical as well as horizontal caves; the total length of newly discovered spaces of the 7 longest caves overruns 1,000 m. We now have an idea where several, until now not known cave systems can be found. Considering to the rate of explorations having been done, we can make analogies on developing of some genetic types of caves. Considering the rate of karstification of explored area, still fragments of existing cave systems are known, though systematic cave exploration have already been performed for 90 years in the Slovak Karst. And this is the greatest speleological challenge. Also, the greatest documentation challenge is to summarize obtained knowledge and make reasonable connections.

## WHAT INFORMATION YOU CAN GET FROM JESO WEB APPLICATION

Olga Suldovská

Cave Administration of the Czech Republic, Květnové náměstí 3,  
252 43 Průhonice, Czech Republic; [suldovska@caves.cz](mailto:suldovska@caves.cz)

For a start, little about what JESO is. It is the name of the Czech database – The Unified Database of Speleological Objects. JESO contains information about karst and pseudokarst phenomena of the Czech Republic. The most of data that can be found in this database refer to caves. But caves are not the only part of this database. JESO also collects data about hydrological objects (such as sinks and resurgences) and data about dolines. Data are continuously added and updated. Currently (as of June 1, 2015) there were data about 3617 caves, 153 dolines and 57 hydrological objects.

JESO is available on the Web at the URL: <http://jeso.nature.cz>. It is administrated by Nature Conservation Agency of the Czech Republic (NCA CR), which cooperates with Cave Administration of the Czech Republic and Czech Speleological Society on the filling the data to database and data evaluation.

Who can view database JESO. JESO is administrated as a public register, but only some data are available for general public. It is possible to see name of all speleological objects, their code and what karst area they are situated in. Further information is available for selected objects only (show caves and other commonly known speleological objects). For example, there are data about dimension (length, depth, height, denivelation of caves and depth, width, area, perimeter of dolines), localization by territorial units of the Czech Republic, information about existence of protection area above speleological object, description of object (it consists of text part and nomenclature part as morphology, hydrology, sediments, speleothems, speleogens, biota, paleontology, archeology...), preview of photos, information about existence of map or other documentation, bibliographic references – books, articles or other documents where you can find more information about speleological objects. More information (especially detailed information about all speleological objects and also some more information about caves, e. g. about coordinates of entrances, type of their closures, process research, construction works, views of maps or scanned documents) can be obtained only by users with access rights based on the contract with Nature Conservation Agency of the Czech Republic (operator of this database).

Map application called JESOVIEW is integrated into JESO system. This geographic part of application uses GIS technology ArcGIS Online and Arc GIS API for Java Script. JESO Map Service is presented by technology ArcGIS for Server. What can you see on this map application? It is publicly accessible, therefore there are only show caves and other commonly known speleological objects. JESO Map service contains polygonal and point layers of entrance and converted plan views of caves, hydrological objects, karst relief and other special and base maps. Plan views of significant caves are transformed into GIS layers and displayed as a part of JESO Map Service. Map application uses public map services (for example base maps of the Czech Republic, cadastral maps, geographical data of digital elevation model, maps of protected areas and Nature 2000 network, geographical names, waters) from servers of State Administration of Land Surveying and Cadastre, Czech Environmental Information Agency, Nature Conservation Agency of the Czech Republic, Czech Geological Survey and others institutions. So you can make combination of JESO data and different map basis depending on what information about the surrounding area of speleological object you want to get. JESOVIEW also makes thematic compositions from those services and their layers. It is possible to make a query on a chosen object or use an information from other public databases (cadastre, geological data, data of protected areas and of course data of JESO).

JESO is the extensive database and updated data and data about new speleological objects are still to be added into it. Cave Administration of the Czech Republic continually adds newly discovered data and data obtained from its archive. Future plans are to fill the data into JESO so as to be actual and useful to other users.

## USE AND PROTECTION OF KARST AND CAVES

### THE EFFECT OF KARST ON SOCIAL CONDITIONS – THE EXAMPLE OF GÖMÖR-TORNA KARST

Tamás Telbisz<sup>1</sup> – Zsolt Bottlik<sup>2</sup> – László Mari<sup>1</sup>  
– Alena Petrválská<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Physical Geography, Eötvös Loránd University,  
Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary;  
[telbisztom@caesar.elte.hu](mailto:telbisztom@caesar.elte.hu), [agria@gmx.net](mailto:agria@gmx.net)

<sup>2</sup> Department of Regional Science, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter  
sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary; [mari.laci@gmail.com](mailto:mari.laci@gmail.com)

<sup>3</sup> Institute of Geography, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University  
in Košice, Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovakia; [alena.petrvalskova@upjs.sk](mailto:alena.petrvalskova@upjs.sk)

Human-environment interactions have always been in the forefront of geographical thinking. Deterministic views stated that environmental conditions absolutely determine socio-economic development, whereas nihilistic approaches ignored the effect of nature on social conditions. Today, geographic possibilism is between these extreme views, but the site- and time-specific rate of environmental impact on socio-economic development is worth to be studied. Among other natural factors, we emphasize the karst, as karstlands are usually less densely inhabited areas due to their special hydrologic, topographic and pedologic settings. Therefore the aim of this study is to explore the direct and indirect quantitative impact of natural settings on socio-economic development using GIS-aided, statistical methods as a modern approach within geographic possibilism by the case study of Gömör-Torna Karst.

Relationships between natural factors (elevation, slope, relative height, distance from significant rivers) and land cover as well as between natural factors and social data (population density, settlement density, mean settlement population, population change, road network density) have been studied by regression analysis in order to determine how strongly these social parameters are influenced by the above natural factors. In certain cases (land cover categories, road network) slope is the best estimator, while in other cases (population density, longterm population change), the distance from significant river provides the best correlation. Most settlements in the Gömör-Torna Karst are depopulating and ageing like many other karst terrains on Earth, but there are several interesting questions in connection with it. First, whether it is a recent process or a longterm situation. Second, whether the karst is different from the neighbouring non-karst areas from the viewpoint of demography. Third, whether the karst area is homogeneous from social point of view. Cluster analysis based on demographic changes since 1828 helped to explore inner variations of population scenarios. Certain social characteristics (e. g. unemployment) show a relatively (but only relatively) favorable present position of Aggtelek karst, while the Slovak Karst is economically more disadvantageous. Karst-related tourism is measurable but until recently it had a decreasing trend and it is rather localized around Aggtelek. Human attitude is also an important factor, that is also briefly discussed based on semi-structured interviews with local people.

### THE ANHROPOGENIC CHANGES AND BURDENS IN THE DOMICA CAVE SYSTEM

Zdenko Hochmuth

Institute of Geography, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University  
in Košice, Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovakia; [hochmuth@upjs.sk](mailto:hochmuth@upjs.sk)

The impacts of human activities in the Domica Cave were of much lower intensity, than the impact on its Hungarian counterpart – the Baradla Cave. The earlier discovered Baradla suffered from the unorganised visits and the destruction of its speleothem as early as in the 19<sup>th</sup> century.

From the discovery of the Domica Cave in the year 1926, the preservation of its natural and aesthetic values was a priority. But in 1931, Paloncy, the mine surveyor was disturbed by the damage in the Majkov dóm (Majko's Dome) in the Čertova diera (Devil's Hole) part of the cave system. The majority of the human impact to Domica Cave is connected to its opening for public. It is important to say, that the construction of the access pavements and stairs was subtle – the aesthetics of the sidewalk tracing should be admired even today. The boat cruise is hard to forget and the majority of the visitors still remember the Domica Cave as the subterranean river cave. The effort to maintain the cruises is also embarrassing.

The construction of the port and its concrete dam created a 100 m long lake on the underground stream of Styx. The second boat route was created some years later, with a separate surface access. This route (600 m long) was sometimes called "The longest underground boat cruise in Europe". This so-called Diamond Cruise is not functional for more than 40 years, but the

underground riverbed is used as a retention reservoir. The first and shorter boat trip is sporadically used even today. The causes of its non-use are partly objective (water leaks) and subjective – the ease of operations.

The water shortage and the irregularity of the water supply were discovered shortly after the public opening in the year 1935. The water level greatly rises during downpours and the sidewalk is being flooded and devastated. Part of the cave was changed to a retention reservoir when trying to solve this problem (Panenská chodba Corridor). To fight the floods a protection wall and a drainage shaft were built. Sadly, the shaft was soon undermined and lost its original purpose. With the long boat cruise defunct, the monolith of the port embankments and the dam in the Panenská chodba Corridor are still standing in the underground space. Various installation debris, metal holders in the cave walls, or the wooden constructions still remained in the parts of the cave not opened to public. The visitor, waiting in the access hall of the Domica Cave has a gloomy view on the dilapidated, once modern complex in front of the cave accompanied by the ruins of the Czechoslovak Tourist Club lodge, long before a part of a flourishing tourist attraction. The number of visitors drops and the disgusted tourist rather visit the close cave of Baradla in Hungary across the border.

## ARCHEOLOGY AND HISTORY

### BEGINNINGS OF INTEREST IN CAVES IN THE LIGHT OF PRESENT KNOWLEDGE

Marcel Lalkovič

M. R. Štefánika 4/47, 043 01 Ružomberok; m.lalkovic@gmail.com

Initial interests in caves in Slovakia reach back to the 11<sup>th</sup> century. It is indicated in the old Ugric legend from the period between 1064 – 1070. Its author, bishop Maurus, described the life of a monk Andrej Svorad in hermit solitude and a fate of his scholar Benedikt from Skalka near Trenčín. According to the legend, Benedikt led a hermit life here and died after being wounded by robbers. Even before, Svorad is thought to lead hermit life in a monastery in Zobor and it is passed on that he led such life in a small cave near the monastery. It follows that we should connect the two localities with initial interest in caves in Slovakia. Hermit life of Svorad in a cave in Zobor cannot be supported by a concrete source. The situation is more favourable in the case of Benedikt's pilgrimage at Skalka near Trenčín, though the first mention on his activities in this area comes from the 13<sup>th</sup> century. It is in the foundation deed from 1224, by which the bishop of Nitra established the Benedictine Abbey at Skalka. Only from this deed it is obvious, that the local cave can be connected with events from the first half of the 11<sup>th</sup> century, which later led to origin of the abbey. The 13<sup>th</sup> century thus starts the period when we, on the basis of documents or other knowledge from that period, start to form a picture on how the existence of caves was perceived in the context of that time realities of life. In the case of the Kráľovská Cave in Zádielska Valley, it is a legend according to which Belo IV should have been hiding here after the lost war with Tatars at the Slaná River in 1241. Some local names, like Kráľovská jaskyňa (King's Cave), Kráľovská studňa (King's Well), Kráľovský stôl (King's Table), are pointing to this event. Also J. M. Korabinsky, in his lexicon from 1786 in the entry Zádiel, mentions a cave in which Belo IV after a defeat at the Slaná River was looking for a shelter.

The personality of Belo IV is, within the context of caves, connected also with the mention, which is related to the Šarkanova diera Cave. In 1253 Belo IV presented a forest along both sides of the Hornád River near Hrušov Village to Vítek. One of the border points of the territory in the donation deed is stated as natural formation *peta Dupe*. According to Števík (2003) the formation is nothing else than a rocky cliff with a cave, the present Šarkanova diera. The existence of a cave is referred to in a remark of the medieval document from 1266, which describes borders of a lot in Šankovce in Gemer district. One of the border points in this document is stated as a cliff *rupes Munuhpest* on the bank of the Turiec Brook. Analysis of the name *Munuhpest* showed that it is a composite word, where the first part *munuh* in church Latin means monachus – monk. The second part *pest* was used in the Old Slavic language also in the meaning of a cave. Thus the name *rupes Munuhpest* in the document from 1266 can be connected with a cliff having the Mnichova Cave (Monk's Cave), this time Kamenná diera Cave, which was also confirmed by field observation.

The period of the 13<sup>th</sup> century is contextually closed by the Esztergom Chapter Deed from 1299. The borders of magister Andrej property to the south from Palúdzka are stabilized there. The border led over the hill with hollows and caves, in the hill there were also big and deep fissures and remarkable springs. Though it cannot be connected with any known cave of the Demänová Valley, these mentions need to be understood that caves were a phenomenon adequately known and easily identifiable in the field.

A similar trend could persist also during the 14<sup>th</sup> century, however nobody studied it from the viewpoint of caves. Perhaps this is the argument, by which the time hiatus persisting until the half of the 15<sup>th</sup> century can be explained. A new dimension is represented by the inscription from 1452 in the Jasovská Cave, which was left by members of Jiskra's escort during the visit of the Jasov monastery. In the light of present knowledge, the beginnings of interest in caves in Slovakia are within such intentions closed in the manuscript codex of Pietro Ranzano from

1488 – 1490. Along with the cavity with poisonous fumes near Rybáre Village, they are connected with the Ľadová jaskyňa na Dreveníku (Ice Cave in Dreveník).

## REFERENCES

- ŠTEVÍK, M. 2003. Prírodnogeografické pomery a prírodné názvy na Spiši v písomných dokumentoch z 13. a 14. storočia. In Gladkiewicz, R. – Homza, M. (Eds.): Terra Scepusiensis. Stav bádania o dejinách Spiša. Levoča – Wrocław, 103–114.

## NEW RESULTS OF ARCHAEOLOGICAL RESEARCH IN THE BARADLA CAVE

Gábor Rezi Kató

Hungarian National Museum, Esztergom Castle Museum, Szent István tér 1, 2500 Esztergom, Hungary; rezikg@gmail.com

The archaeological research of Baradla Cave has its half and one centuries of history. The list of the excavations, the articles on finds and studies are very long. Despite this, the research is still struggling with a modern summary monograph. Prominent line of researchers have dealt with the early history of the cave, but the lack of integrated management left their mark on the findings, the fate of documents as well as on the lack of a comprehensive summary analysis. Beside the topoi, often based on assumptions, incorporated into the public awareness, many questions have remained unanswered, however, primary sources have become forgotten. An integrated approach to reviewing the accumulated research data and the conclusions drawn, makes only possible to set up a map of potential problems. As for Baradla, on the one hand, classic chronological questions arise; for example the existence of Paleolithic finds in the cave, or to which culture and population the burials explored by Jenő Nyáry in the Bone-house and in the Burial corridor can be connected. On the other hand, yet the biggest question and mystery of Baradla Cave – in fact, regarding every known historical era – is the role and significance of the cave as settlement history and / or ritual space. The modern new research trends of archaeology and history of religion can also help a lot with these analyzes, but new source materials (e. g. scratches) and other options having been ignored in research so far have to be also take into consideration.

We are trying to find answers to the questions by analyzing and rethinking of the known prior findings and data. We cannot say any sure about the questions after half-and-one a century of research, either. It would be necessary launch an interdisciplinary project, which beside the full review of the findings so far, will look for answers to the problems by carrying out a number of modern scientific tests and certification excavations.

## PREHISTORIC CHARCOAL DRAWINGS AND TRACES FROM TORCHES IN THE DOMICA CAVE AND OTHER CAVES IN THE SLOVAK REPUBLIC

Alena Šefčáková

Slovak National Museum, Natural History Museum, Vajanského nábrežie 2, P. O. Box 13, 810 06 Bratislava 6, Slovakia; alena.sefcakova@snm.sk

In contrast to Franco-Cantabrian region, only a few sites in Central Europe provided evidence of prehistoric rock art, and in most cases the dating is not secure. Over the last decade various investigators explored a number of caves in the Slovak and Czech Republics, and suggested that some may be potential rock art localities dating to either the Upper Palaeolithic or to the Neolithic. Charcoal drawings were recorded in the Domica Cave (Slovak Karst) in 1931. The cave provided archaeological evidence of Neolithic settlements and thus the drawings were attributed to the Neolithic Bükk Culture. However, some time ago we attempted to obtain first direct dates from rock signs in Domica Cave. The drawings with very thin colour coverage appeared too difficult to sample. Therefore, a carbon sample was taken from a near oval-shaped, black coloured accumulation. The dating yielded an absolutely unexpected result of 11,310 years ±50 BP (uncalibrated), suggesting the Late Pleistocene age.

Additional research took place in the nearby Ardovská Cave. Here, the archaeological research started in 1934. At that time there were noticeable traces of charcoal on the walls. The researchers later discovered four different charcoal drawings in the abyss corridor of the cave. Archaeologically, this cave provided evidence of Iron Age, Late Bronze Age, and Neolithic (Bükk) occupations. However, a detailed investigation of these so-called drawings was never made. The sample was taken from carbon traces on the rock wall and provided an even earlier result of 42 300 years ±750 BP (uncalibrated). There are occasional references to other prehistoric rock drawings in the Slovak caves (e. g. Praslen, Silická Ľadnica).

In summary, we assert that despite the prevailing scepticism, prehistoric parietal art played an important role in eastern Central Europe. Palaeolithic age of other paintings and torch traces in other eastern Central European caves remains possible and will become an object of further research.

DOBŠINSKO-STRATENSKÝ  
JASKYNNÝ SYSTÉM

Dobšinská Ľadová  
Jaskyňa

Jaskyně  
Dučá

Dobšinská l'adová  
jaskyňa

Stratenšká jaskyňa

An aerial photograph of a vast, dark green landscape, likely a forest or scrubland, featuring a prominent, winding network of light blue and yellow lines representing cave systems. The network is highly branched and extends across the frame, with some segments appearing as bright yellow paths through the green terrain.

Esie dier

Sintrová jaskyňa





ISSN 1335-213X



INTERNATIONAL SNOW CAVING ASSOCIATION