

# SLOVENSKÝ KRAS

ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

ROČNÍK 58  
ČÍSLO 1

Dobšinská ľadová jaskyňa  
1870 – 2020



**90 rokov**

Slovenského múzea  
ochrany prírody  
a jaskyniarstva

1930 – 2020



**50 rokov**

Správy  
slovenských  
jaskýň

2020

Liptovský Mikuláš

# SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

Vedecký karsologický a speleologický časopis

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3878/09

ISSN 0560-3137



Environmentálny fond

Tento projekt bol finančne podporený Environmentálnym fondom MŽP SR

## **Editor / Editor**

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD.

## **Výkonný redaktor / Executive Editor**

Ing. Peter Holúbek

## **Redakčná rada / Editorial Board**

### **Predseda / Chairman**

doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc.

### **Členovia / Members**

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD., prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc., RNDr. Václav Cílek, CSc., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., Dr. hab. Michal Gradziński, Ing. Jozef Hlaváč, Ing. Peter Holúbek, doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc., RNDr. Vladimír Košel, CSc., prof. RNDr. Lubomír Kováč, CSc., acad. prof. Dr. Andrej Kranjc, RNDr. Alexander Lačný, PhD., RNDr. Peter Malík, CSc., doc. Mgr. Martin Sabol, PhD., PhDr. Marián Soják, PhD., prof. Ing. Michal Zacharov, CSc.

### **Recenzenti / Reviewers**

prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc., Zoltán Jerg, Mgr. Peter Kaňuch, PhD., RNDr. Jozef Kordík, PhD., Mgr. Blanka Lehotská, PhD., RNDr. Peter Malík, CSc., Mgr. Miroslav Nemeč, PhD., RNDr. Michal Rendoš, PhD.

## OBSAH – CONTENTS

### ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – SCIENTIFIC PAPERS

*Pavel Bella, Ján Tulis:*

Morfológia a genéza klesajúcich častí Dobšinskej ľadovej jaskyne  
*Morphology and genesis of the inclined parts of the Dobšiná Ice Cave, Slovakia* ..... 5

*Dagmar Haviarová, Renáta Flaková, Milan Seman:*

Chemical and microbiological composition of waters in the Dobšiná Ice Cave, preliminary results of 2019 research  
*Chemické a mikrobiologické zloženie vôd v Dobšinskej ľadovej jaskyni, predbežné výsledky výskumu z roku 2019* ..... 17

*Zuzana Višňovská, Marcel Uhrin, Andrea Hájková:*

The structure and long-term dynamics of bat assemblage hibernating in the Dobšiná Ice Cave  
*Štruktúra a dlhodobá dynamika spoločenstva netopierov zimujúcich v Dobšinskej ľadovej jaskyni* ..... 39

*Vladimír Papáč, Vladimír Košel, Lubomír Kováč, Peter Luptáčik, Andrej Mock, Andrea Parimuchová, Natália Raschmanová, Zuzana Višňovská:*

Invertebrates of Dobšiná Ice Cave and Stratená Cave System, Slovak Paradise, Slovakia  
*Bezstavovce Dobšinskej ľadovej jaskyne a Stratenského jaskynného systému, Slovenský raj, Slovensko* ..... 69

*Miroslav Kudla, Lubomír Očkaik:*

Sprístupnenie a zmeny prehliadkovej trasy Dobšinskej ľadovej jaskyne  
*Development and changes of the tourist trail in the Dobšiná Ice Cave* ..... 97

*Zoltán Jerg:*

Nándor Fehér – spoluobjaviteľ Dobšinskej ľadovej jaskyne a iniciátor jej vedeckého výskumu  
*Nándor Fehér – co-discoverer of the Dobšiná Ice Cave and initiator of its scientific research* ..... 117

### RECENZIE – REVIEWS

*Pavel Bella:*

Ján Tulis, Ladislav Novotný: Atlas Dobšinsko-stratenského jaskynného systému  
*Ján Tulis, Ladislav Novotný: Atlas of the Dobšiná-Stratená Cave System* ..... 142



SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	58/1	5 – 15	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2020
--------------------------------------------	------	--------	------------------------

## ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – SCIENTIFIC PAPERS

# MORFOLÓGIA A GENÉZA KLESAJÚCICH ČASTÍ DOBŠINSKEJ ĽADOVEJ JASKYNE

PAVEL BELLA<sup>1,2</sup> – JÁN TULIS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; pavel.bella@ssj.sk

<sup>2</sup> Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok; pavel.bella@ku.sk

<sup>3</sup> Speleologický klub Slovenský raj, Brezová 9, 052 01 Spišská Nová Ves; speleorajsk@gmail.com

**P. Bella, J. Tulis: Morphology and genesis of the inclined parts of the Dobšiná Ice Cave, Slovakia**

**Abstract:** The Dobšiná Ice Cave is one of the world's best-known ice caves. Morphologically, it consists of two different parts. Its upper parts represent horizontal passages and halls that are integrated segments of the largest IV<sup>th</sup> evolution level (Late Pliocene) of the Stratená Cave System featured by wide flat-roofed passages (resulted from the alluviation of looped cave parts). The lower parts of the Dobšiná Ice Cave are formed by voluminous sack-like cavity, mostly filled with ice, and inclined passages and halls. But their origin of has not been clearly explained. According to older studies, the sack-like cavity is a result of the collapse of bedrock floor between horizontal passages of cave levels. However, solution ceiling pockets and inward-sloping smooth facets preserved in its eastern edge refer that this cavity did not developed only by the collapse itself. Moreover, small segments of horizontal passages in the lower parts of the cave do not represent sufficient evidence for the occurrence of lower-lying cave levels. Compared to the IV<sup>th</sup> evolution level, the lower-lying cave levels are substantially less pronounced to less obvious, mostly in the inflow part of the cave system including the Dobšiná Ice Cave. Therefore, the studied inclined parts of the Dobšiná Ice Cave with solution morphologies are probably remnants of primary phreatic conduits, later enlarged and remodelled. Original inclined and subhorizontal solution phreatic conduits and cavities were interconnected into one larger cavity due to the collapse of bedrock floors and partitions. Narrower inclined to steep conduits in the non-glaciated part of the cave probably represent undercaptures originated in response to the later base-level lowering.

**Key words:** karst geomorphology, cave morphology, speleogenesis, flat-roofed cave level, sack-like cavity, phreatic loop, undercapture passage, breakdown, Stratená Cave System, Slovak Paradise, Western Carpathians

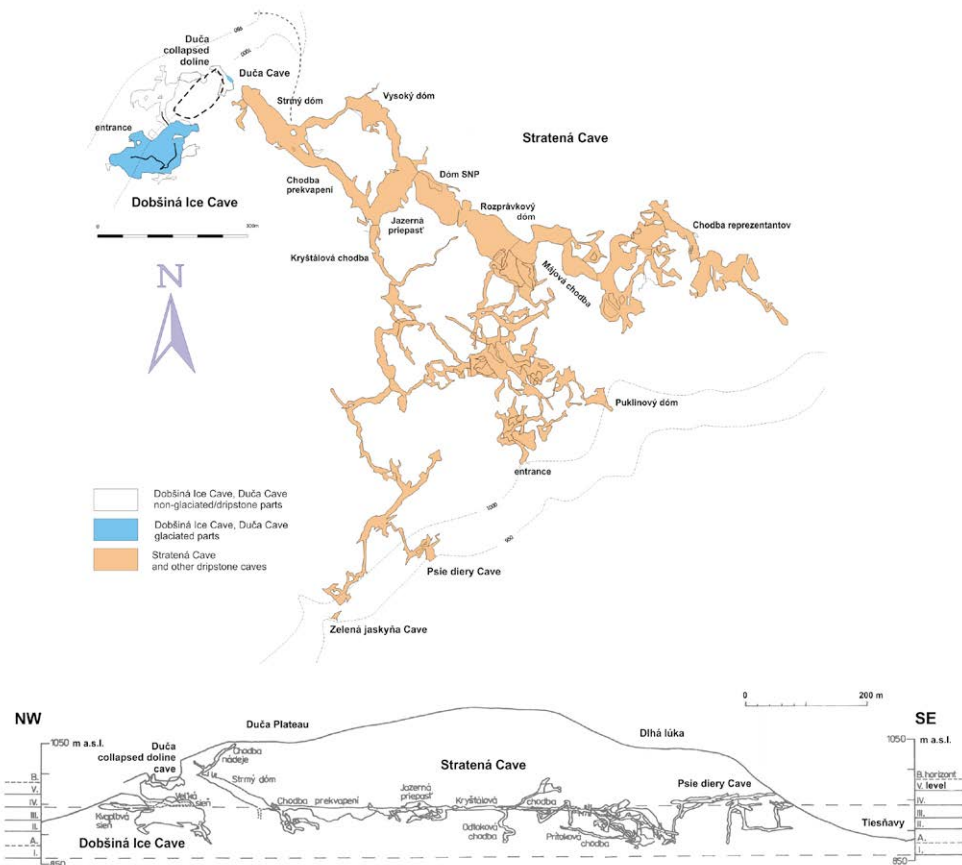
## ÚVOD

Zo speleoklimatického hľadiska je nevyhnutnou podmienkou zaľadnenia statických, resp. staticko-dynamických jaskýň vrecovitý tvar podzemných priestorov s horným otvorom na povrch, cez ktorý chladný vzduch preniká a klesá do nižšie položených častí podzemia. Medzi najtypickejšie príklady takýchto trvale zaľadnených jaskýň na svete patrí Dobšinská ľadová jaskyňa, ktorá je národnou prírodnou pamiatkou, ako aj súčasťou svetového prírodného dedičstva. V tomto príspevku sa zaoberáme problematikou vzniku jej klesajúcich častí, ktoré sú v prevažnej miere vyplnené ľadom. V kontexte s hlavnými morfogenetickými znakmi a základnou rekonštrukciou vývoja systému Stratsenskej jaskyne predkladáme novší pohľad na genézu zaľadneného priestoru tejto unikátnej jaskyne.

## ZÁKLADNÉ ÚDAJE A PROBLEMATIKA VÝSKUMU

Dobšinská ľadová jaskyňa je vytvorená v strednotriasových svetlých steinalmských a wettersteinských vápencoch stratenského príkrovu silicika (Novotný a Tulis, 2000, 2002). Dosahuje dĺžku 1 483 m a vertikálne rozpätie 75 m. Z hľadiska vývoja je súčasťou systému Stratenskej jaskyne, ktorý meria vyše 23,6 km a je treťou najdlhšou jaskyňou na Slovensku.

Horné nezaľadnené časti Dobšinskej ľadovej jaskyne v nadmorskej výške okolo 945 m tvoria prevažne horizontálne oválne chodby so stropnými korytami, zarovnanými stropmi a zachovanými alochtónnymi riečnymi sedimentmi (Novotný a Tulis, 2002). Zahrňujú Kvapľovú sieň a príľahlé časti nezaľadnenej časti jaskyne, ako aj pôvodné priestory v úrovni dnešnej Malej siene, Veľkej siene a Zrúteného dómu (vývojové štádium „A“ Dobšinskej ľadovej jaskyne podľa Droppu, 1957, 1960). Výškovou polohou prislúchajú rozsiahlej IV. vývojovej úrovni Stratenskej jaskyne (označenej podľa Tulis a Novotného, 1989; obr. 1), ktorú v tejto časti podzemia planiny Duča vytvorili ponorné vody Hnilca koncom treťohôr vo vrchnom pliocéne (Jakál, 1971; Tulis a Novotný, 1989; Novotný, 1992, 1993; Novotný a Tulis, 2002, 2005; Pruner et al., 2002). Droppa (1980) predpokladá, že táto jaskynná



Obr. 1. Pôdorys (Tulis et al., 1999) a bočný priemet systému Stratenskej jaskyne (Novotný a Tulis, 2005)

Fig. 1. Ground plan (Tulis et al., 1999) and side projection of the Stratená Cave System (Novotný and Tulis, 2005)

úroveň vznikla už v strednom pliocéne. Vek pochovania kemitého štrku v hornej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne je  $3,03 \pm 0,4$  mil. rokov potvrdzuje, že úroveň bola vytvorená najneskôr vo vrchnom pliocéne (Bella et al., 2014).

Južnú časť Dobšinskej ľadovej jaskyne tvorí priestranná dutina s podlahou klesajúcim pod uhlom  $30^\circ$  až  $40^\circ$  na juh do hĺbky 70 m (Droppa, 1960, 1980; obr. 2). Jej objem je viac ako  $140\,000\text{ m}^3$  (Novotný a Tulis, 2002, 2005). Ľad miestami siaha až po skalný strop tejto dutiny, čím sa člení na Malú a Veľkú sieň, Ruffinyho koridor a Prízemie. Čiastočne zaľadnený je Zrútený dóm, ktorého okraj zasahuje pod prepadisko Duča. Objem ľadovej výplne v jaskyni je viac ako  $110\,000\text{ m}^3$  (Tulis a Novotný, 1995; Novotný a Tulis, 1996). Morfológiu stropu Malej a Veľkej siene podmieňuje antiklinálny ohyb vápencov (os antiklinály vedie líniou Veľká sieň – Zrútený dóm) prestúpený viacerými tektonickými poruchami (Novotný a Tulis, 1999, 2000). Pôvodné tvary koróznej, resp. koróznno-eróznej modelácie sú zväčša remodelované skalným rútením a mrazovým zvetrávaním.

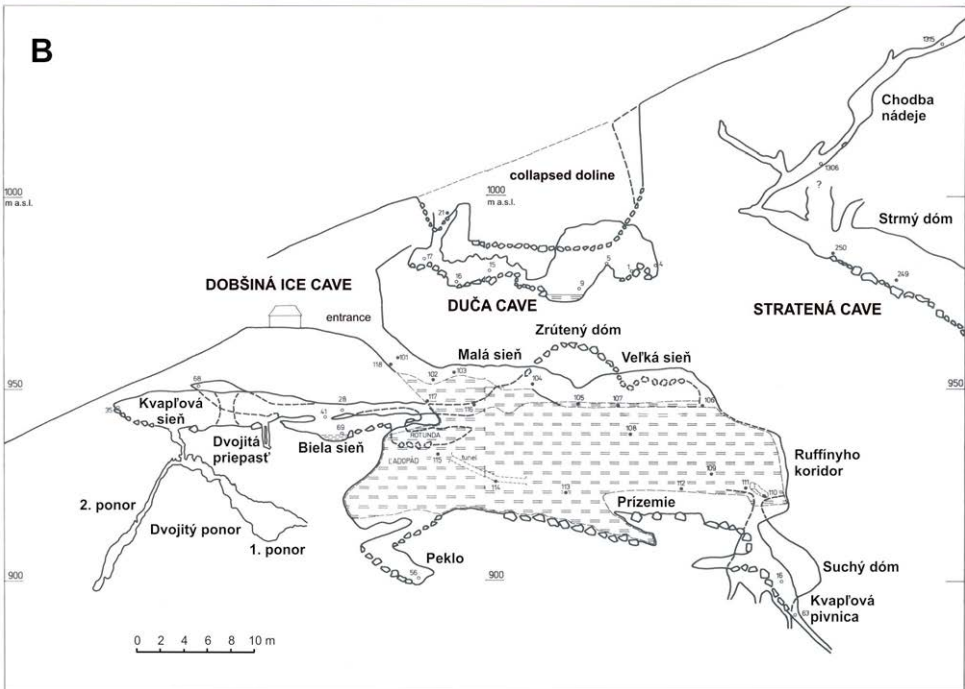
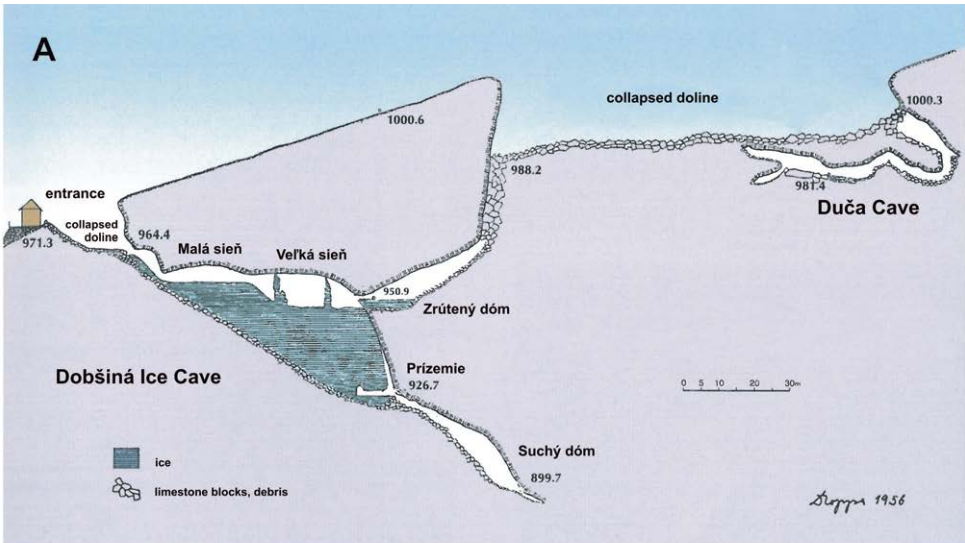
Hlavná zaľadnená dutina jaskyne údajne vznikla preborením skalných podláh medzi horizontálnymi chodbami, ktoré vytvoril ponorný tok Hnilca v niekoľkých vývojových úrovniach (Droppa, 1957, 1960, 1980; Jakál, 1971). V nezaľadnenej časti jaskyne sú na podlahe úroveň tiahnucej sa vo výške okolo 945 m viaceré prepadiská (v Kvapľovej a Bielej sieni), ktoré svedčia o existencii nižších vývojových úrovní, najmä III. vývojovej úrovne vo výške 925 – 912 m n. m. (Tulis a Novotný, 1989; Novotný a Tulis, 2002, 2005). Horizontálna oválna chodba riečneho pôvodu vo výške 890 m n. m. v Kvapľovej pivnici (vývojové štádium „B“ Dobšinskej ľadovej jaskyne podľa Droppu, 1957, 1960) výškovou polohou zodpovedá II. vývojovej úrovni jaskynného systému Stratenskej jaskyne (pozri Tulis a Novotný, 1989). O jaskynnej úrovni medzi hornými a spodnými časťami Dobšinskej ľadovej jaskyne (v priestore terajšieho Prízemia) uvažoval už Jakál (1971).

Korózne šikmé facety (pozri Lange, 1963; Kempe et al., 1975 a ďalší) a freatická morfológia skalnej steny Ruffinyho koridoru však poukazujú, že spodné časti Dobšinskej ľadovej jaskyne (v súčasnosti prevažne zaľadnené) nevznikli iba rútením skalných podláh medzi vývojovými úrovňami, ale miestami ide o zvyšky pôvodných klesajúcich freatických dutín vytvorených najmä pozdĺž medzivrstvových plôch strednotriasových vápencov (Bella, 2012). Podobne Droppa (1960) podotýka, že rútenie “pomáhali rúrovité kanály” spájajúce chodby hornej a dolnej úrovne (z nich sa zachovala časť kanála v skalnej stene za Ružovou záhradou). Oválne freatické tvary chodieb a kanálov, nezmenené mrazovým zvetrávaním, sa zachovali aj v Kvapľovej pivnici a na severovýchodnom okraji Suchého dómu (Droppa, 1957, 1960). Z nezaľadenej Kvapľovej siene, ležiacej na hornej vývojovej úrovni, klesá priepasť Dvojité ponor do hĺbky 26 m (1. ponor) a 39 m (2. ponor), Dvojité priepasť do hĺbky 6 m (Novotný a Tulis, 2002).

Priestorovú pozíciu týchto klesajúcich úsekov voči hlavnej vývojovej úrovni, ako aj spôsob ich vytvárania treba interpretovať v súvislosti s celkovým vývojom rozsiahleho systému Stratenskej jaskyne, ktorý sa tiahne podzemím planiny Duča, zväčša na pravom strane doliny Hnilca (v úseku medzi osadou Dobšinská Ľadová Jaskyňa a obcou Stratená).

## MORFOLÓGIA A PRIESTOROVÁ DISPOZÍCIA HLAVNÝCH MORFOGENETICKÝCH ČASTÍ SYSTÉMU STRATENSKEJ JASKYNE

V Stratenskej jaskyni Kucharič et al. (1980) vyčlenili šesť vývojových úrovní, Tulis a Novotný (1989) päť úrovní a dva horizonty (pozri tiež Novotný a Tulis, 2005; obr. 1). Jaskynné úrovne sa vytvárali počas dlhodobejšej stabilizácie eróznej bázy. Vývojové horizonty sú vytvorené v menšom rozsahu, morfológicky sú menej výrazné, vytvorili sa počas kratšieho prerušenia tektonického zdvihu.



Obr. 2. A – zjednodušený pozdĺž profil zaľadnenou časťou Dobšinskej ľadovej jaskyne, prepadliskom a jaskyňou Duča (Droppa, 1957); B – bočný priemet Dobšinskej ľadovej jaskyne, prepadliska a jaskyne Duča a príľahlej časti Stratená jaskyne (Tulis a Novotný, 1989 – doplnený podľa Novotného a Tulisa, 2002; Tulisa a Novotného, 2020).

Fig. 2. A – simplified longitudinal section of the glaciated part of the Dobšiná Ice Cave, the collapse doline and Duča Cave (Droppa, 1957); B – side projection of the Dobšiná Ice Cave, the collapse doline and Duča Cave, and the adjacent part of the Stratená Cave (Tulis and Novotný, 1989 – updated after Novotný and Tulis, 2002; Tulis and Novotný, 2020).



Najvýraznejšia IV. vývojová úroveň systému Stratenskej jaskyne leží vo výške 930 – 950 m n. m., tiahne sa od horných častí Dobšinskej ľadovej jaskyne cez spodnú časť jaskyne Duča do Stratenskej jaskyne. Jej chodby sú pozoruhodné širokým zarovnaným stropom a výraznými bočnými korytami (obr. 3). Chodby hnilleckého koridoru sú v priečnom reze podstatne širšie ako vyššie (široké do 46 m a vysoké do 18,7 m), vytvárali sa prevažne bočnou eróziou. V pozdĺžnom profile je sklon stropov minimálny – iba 3 ‰ (Tulis a Novotný, 1989; Novotný, 1992, 1993). Vzhľadom na prislúchajúce úseky terajšieho dna doliny Hnilca sú priestory tejto vývojovej úrovne v Dobšinskej ľadovej jaskyni v relatívnej výške 105 m, na východnom okraji Stratenskej jaskyne v relatívnej výške 125 m.



Obr. 3. Chodba hlavnej IV. vývojovej úrovne so zarovnaným stropom, Stratenská jaskyňa. Foto: F. Mihál'

Fig. 3. Passage of the main IV<sup>th</sup> evolution level with a flat ceiling (flat-roofed passage), Stratená Cave. Photo: F. Mihál'

Podlaha chodby IV. vývojovej úrovne s výrazným zarovnaným stropom je miestami nadol „zubovito“ prehĺbená (zarovnaný strop morfológicky kontrastuje v nepravidelnej podlahe, pripomína tvar píly s nadol vyčnievajúcimi zubami), pravdepodobne v úsekoch prvotných, nadol ohnutých freatických kolenovitých ohybov. Na iných miestach z podlahy nadol vedú šikmé kanály či špirálovité a studňovité priepasti, ktoré sú v dolných častiach zväčša vyplnené sedimentmi. Vo vzťahu k morfológii celého jaskynného systému Tulis a Novotný (1989) uvádzajú, že úrovne a horizonty sú navzájom prepojené početnými spojovacími chodbami a priepastami.

### REKONŠTRUKCIA VÝVOJA HLAVNEJ ÚROVNE SYSTÉMU STRATENSKEJ JASKYNE A NIŽŠIE POLOŽENÝCH ŠIKMÝCH CHODIEB

IV. vývojová úroveň, miestami charakteristická „pílovitým“ tvarom pozdĺžneho profilu (so zarovnaným stropom a podlahovými zubovitými vyhlbeninami), sa vytvorila ná-

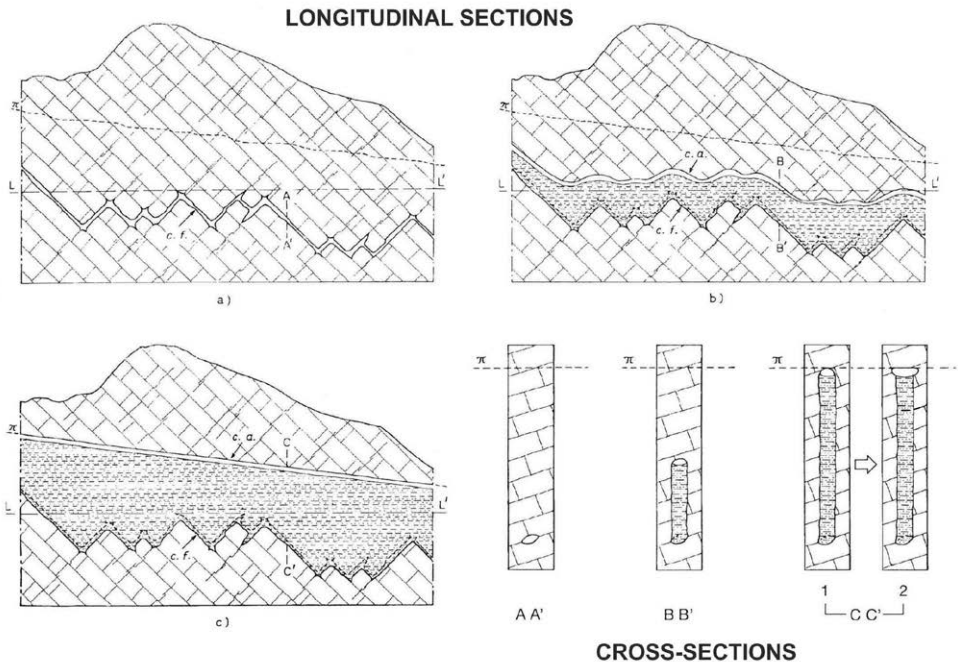
sledkom paragenetickej erózie stropu odspodu nahor v nadväznosti na dlhodobu trvajúcu sedimentáciu alochtónnych fluvialných sedimentov v spodných ohyboch freatických slučkovitých chodieb a následnej postparagenetickej postrannej erózie stropu (v kontexte paragenetického a postparagenetického vývoja jaskýň podľa Pasiniho, 1967, 1975, 2012; obr. 4). Počas paragenetického vývoja piezometrický povrch podzemných vôd siahal nad horné okraje slučkovitých chodieb a do jaskyne sa dlhodobu transportovali alochtónne fluvialne sedimenty. Postupujúcou parageneticou modeláciou stropu sa pôvodne slučkovité chodby kompletne remodelovali a pretvorili na subhorizontálnu chodbu so stropným korytom a skalnými podlahovými „postslučkovitými“ vyhlbeninami vyplnenými naplavenými sedimentmi. Nakoniec pozdĺžne zrovnávaný stropný kanál dosiahol výškovú pozíciu piezometrického povrchu. V čase vyplňovania drenážnych ciest alochtónnymi fluvialnými sedimentmi sa miestami medzi hornými okrajmi zaplnených slučkovitých chodieb vytvorili prepojovacie kanály zv. *bypass tubes*, resp. *passages* (Ford, 1965, 2000; Renault, 1968; Ford and Ewers, 1978). Keďže piezometrický povrch podzemných vôd zostal dlhý čas v rovnakej (nezmenenej) výškovej pozícii, stropné koryto sa postranne rozšírilo do podoby zarovnaného stropu (pozri Pasini, 2012; obr. 4). Postparagenetický zarovnaný strop je jedným zo základných typov zarovnaných stropov v jaskyniach (Bella, 2003, 2005).

Po znížení lokálnej eróznej bázy na povrchu a s tým súvisiaceho poklesu piezometrického povrchu podzemných vôd sa z úrovňovej chodby alochtónne sedimenty začali vyplavovať. Odtokovými vodami sa pritom vytvárali nadol klesajúce šikmé až strmé odvodňovacie kanály zv. *undercaptures*, resp. *soutirages* (Ford, 1965, 1971; Jeannin et al., 2000; Häuselmann et al., 2003; Worthington, 2005; pozri tiež Ford and Williams, 2007). Na mnohých miestach vedú z dolných ohybov prvotných freatických slučkovitých kanálov. Tieto odvodňovacie chodby vznikali od výverovej časti jaskyne, skôr reagujúcej na zníženie lokálnu eróznú bázu, smerom proti prítoku vody cez hlavnú IV. vývojovú úroveň. Klesajúce odvodňovacie chodby sú prevažne sklonené v smere odtoku do centrálnej a výverovej časti jaskyne (obr. 1), miestami sa navzájom poprepájali. V dôsledku postupovania spätnej erózie, nadväzujúcej na stagnáciu eróznej bázy na povrchu po jej znížení, spodné sčasti týchto odvodňovacích chodieb sa vytvárali prevažne subhorizontálne. Sú výrazne kratšie ako hlavná vývojová úroveň so zarovnaným stropom. Tulis a Novotný (1989) ich vyčlenili ako nižšie jaskynné úrovne (obr. 1).

## IMPLIKÁCIE VO VZŤAHU K MORFOLÓGII A GENÉZE KLESAJÚCICH ČASTÍ DOBŠINSKEJ ĽADOVEJ JASKYNE

Šikmé zaľadnené časti spolu s nadväzujúcimi nadol klesajúcimi časťami (Suchý dóm, horčá časť Kvapľovej pivnice) spolu s Dvojítym ponorom a Dvojitou priepastou klesajúcimi z nezaľadenej Kvapľovej siene morfológicky kontrastujú s ostatnými (úrovňovými) časťami Dobšinskej ľadovej jaskyne.

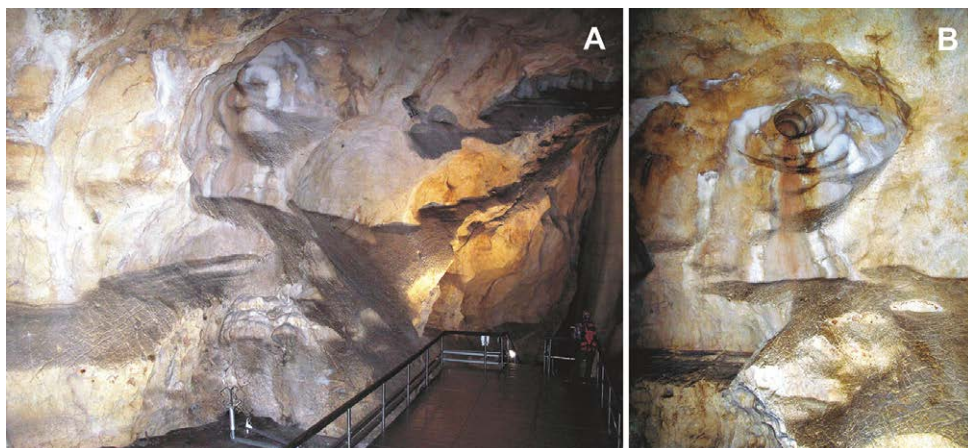
Dovnútra sklonené ploché facety, stropné hrnce, stenové výklenky a ďalšie korózne tvary na strmej, v hornej časti previsnutej stene Ruffínyho koridoru svedčia, že ide zvyšok väčšej dutiny korózneho freatického pôvodu, t. j. vytvárali sa v čase úplného vyplnenia podzemného priestoru vodou (Bella, 2012; obr. 5). Na skalnej stene Ruffínyho koridoru nie sú horizontálne zárezy, ktoré by zodpovedali dlhodobším fázam stabilizácie vodnej hladiny počas etapovitého znižovania eróznej bázy v nadväznosti na etapovité zahľbovanie doliny Hnilca. Ruffínyho koridor predstavuje fragment klesajúcej freatickej vetvy pod hornou jaskynnou úrovňou. Prvotne bol jedným z prudko klesajúcich rúrovitých kanálov, ktoré pozdĺž medzivrstvových plôch vápencov zostupovali do Pekla, Kvapľovej pivnice a Suchého domu (pozri Droppa, 1957, 1960). Vo freatických podmienkach pomaly prúdiacej



Obr. 4. Schéma paragenetického (antigravitáčného) vývoja jaskyne vo vrstevnatých a rozlamaných krasovatejúcich horninách počas dlhodobej stagnácie piezometrického povrchu podzemných vôd (Pasini, 1967, 2012): a) normálny systém freatických trubíc vytvorených pozdĺž medzivrstvových plôch a fraktúr; b) a c) vývoj freatickej chodby v prechodnej fáze a na konci paragenetického erózneho procesu (freatické trubice sú nútené vytvárať sa nahor antigravitáčnou eróziou kvôli ich neustále narastúcemu vyplňovaniu naplavovanými sedimentmi, ktoré núti podzemný kanalizovaný vodný prúd erodovať iba stropy a horné steny trubíc až kým sa nedosiahne piezometrický povrch podzemných vôd).  $\pi$  – piezometrický povrch podzemných vôd; LL' – lokálna erózna báza; c.f. – systém freatických trubíc; c.a. – systém antigravitáčnych freatických trubíc. Ak piezometrický povrch podzemných vôd zostane dostatočne dlho na úrovni  $\pi$ , antigravitáčná freatická trubica s klenutou klenbou (obr. 4c, priečný rez CC'.1) sa zmení na postantigravitáčnú (postparagenetickú) trubicu s plochým subhorizontálnym stropom (priečný rez CC'.2).

Fig. 4. Scheme of paragenetic (antigravitative) evolution of cave in bedded and fractured karstifiable rocks during a long-lasting stagnation of the piezometric surface of underground waters (Pasini, 1967, 2012): a) normal system of phreatic tubes developed along bedding planes and fractures; b and c) evolution of phreatic passages in an intermediate phase and at the end of the paragenetic erosion process (phreatic tubes are compelled to develop upwards by antigravitative erosion because of the ever-growing sedimentary filling, which forces the underground canalized stream to erode only the ceilings and upper walls of the conduits until the piezometric surface of underground waters is reached).  $\pi$  – piezometric surface of underground waters; LL' – local base level; c.f. – system of phreatic tubes; c.a. – system of antigravitative phreatic tubes. If the piezometric surface remains long enough at level  $\pi$ , the antigravitative phreatic tube with arched vault (Fig. 4c, cross-section CC'.1) turns into a postantigravitative (post-paragenetic) conduit with a flat subhorizontal ceiling (cross-section CC'.2).

až takmer stagnujúcej vody sa následne zväčšil a dotvoril do terajšej podoby s uvedenými koróznymi tvarmi freatickej modelácie. Pravdepodobne bol súčasťou klesajúceho úseku pôvodnej freatickej slučky. Žiadne alochtónne fluvialné sedimenty sa tu zatiaľ nezistili.



Obr. 5. Freatická morfológia Ruffínyho koridoru: A – korózne šikmé facety a stenové výklenky, B – stropná hrncovitá vyhlbenina. Foto: P. Bella

Fig. 5. Phreatic morphology of the Ruffíny's Corridor: A – corrosion inclined facets and wall niches, B – ceiling pocket. Photo: P. Bella

Užšie priepastvovité chodby klesajú z podlahy Kvapľovej siene v nezaľadnenej časti jaskyne. V Dvojitom ponore sa vyskytujú alochtónne štrky, v jeho spodnej časti sa vytvorilo stropné koryto (Novotný a Tulis, 2002). Morfológicky Dvojitý ponor i Dvojitá priepasť viac zodpovedajú odvodňovacím kanálom vytvoreným po znížení eróznej bázy pod IV. vývojovú úroveň. Prevažne ide o úzke strmé až zvislé chodby, resp. dutiny (horný úsek Dvojitého ponoru a jeho 1. ponor, Dvojitá priepasť). Nižšie položené časti Dvojitého ponoru tvorené vetvami 1. a 2. ponoru môžu predstavovať fragment nahor vyklenutej časti freatickej slučkovitej chodby vytvorenej pod chodbou IV. vývojovej úrovne po znížení piezometrického povrchu podzemných vôd v nadväznosti na zníženie eróznej bázy na povrchu.

## ZÁVER

Na základe našich doplnujúcich geomorfologických pozorovaní v Dobšinskej ľadovej jaskyne možno konštatovať, že hlavný zaľadnený priestor Dobšinskej ľadovej jaskyne pravdepodobne nevznikol rútením skalných podláh medzi chodbami jaskynných úrovní. Výskyt nižšie položených jaskynných úrovní v tejto jaskyni nie je preukázateľne dokázaný (predpokladali sa najmä na základe prepadlísk na podlahe chodby IV. vývojovej úrovne). Vápencové bloky, ktoré na Prízemí vidieť v podloží ľadovca, sa pravdepodobne zrútili zo stropu Veľkej siene (rútenie podmienené štruktúrno-geologickými pomermi), prípadne ich časť je produktom rútenia skalných priechok medzi šikmými chodbami klesajúcimi z hornej časti jaskyne. Na strope Veľkej siene sú vrstvy vápencov uložené antiklinálne a značne narušené zlomami. Jej severozápadnú stenu ohraničuje zlom, pozdĺž ktorého vody intenzívne presakujú z povrchu. Pritom vytvorili výrazný komín, z ktorého sa naďalej uvoľňujú horninové úlomky (Novotný a Tulis, 2000 (Novotný a Tulis, 2000).

Na to, že hlavný zaľadnený priestor nevznikol iba rútením, poukazujú šikmé korózne facety a ďalšie korózne freatické tvary zachované na skalnej stene Ruffínyho koridoru. Klesajúce jaskynné chodby môžu byť remodelovanými fragmentmi zostupných častí bývalých freatických slučiek vytvorených najmä pozdĺž medzivrstvových plôch vápencov (pred paragenetickým vývojom chodby IV. vývojovej úrovne) alebo môžu predstavovať odtokové kanály vytvorené po znížení eróznej bázy pod chodbu IV. vývojovej úrovne.

Rútenie nastalo vo vadóznej fáze vývoja jaskyne, t. j. keď podzemný vodný tok jaskyňou už netiekol. Sčasti mohlo byť podporené mrazovým zvetrávaním (najmä v pokročilej fáze dotvárania terajšej morfológie jaskyne), keď sa jaskyňa prechladila studeným vzduchom zostupujúcim z povrchu a zaľadňovala zamŕzaním priesakových vôd z topiaceho sa snehu, resp. zo zrážok.

Táto práca bola podporovaná vedeckým grantovým projektom VEGA č. 1/0146/19. Za cenné rady a pripomienky ďakujeme recenzentom prof. RNDr. Pavlovi Bosákovi, DrSc., a doc. RNDr. Zdenkovi Hochmuthovi, CSc.

## LITERATÚRA

- Bella P. 2003. Zarovnané stropy – morfoskulptúrne planárne formy jaskynného georeliéfu. Slovenský kras, 41, 7–27.
- Bella P. 2005. Lateral planation and notched forms of cave georelief: morphology, typology and developmental features. Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Congress of Speleology (21 – 28 August 2005, Athens, Kalamos, Hellas), vol. 2, 601–604.
- Bella P. 2012. Korózne šikmé facety v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Aragonit, 17, 1–2, 14–18.
- Bella P., Braucher R., Holec J. & Veselský M. 2014. Datovanie pochovania alochtónnych fluviálnych sedimentov v hornej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne (IV. vývojová úroveň systému Stratenskej jaskyne) pomocou kozmogénnych nuklidov. Slovenský kras, 52, 2, 101–110.
- Droppa A. 1957. Dobšinská ľadová jaskyňa. Geografický časopis, 9, 2, 99–118.
- Droppa A. 1960. Dobšinská ľadová jaskyňa. Šport, Bratislava, 115 s.
- Droppa A. 1980. Jaskyne južnej časti Slovenského raja. Československý kras, 30 (1978), 51–65.
- Farrant A. R. & Smart P. L. 2011. Role of sediment in speleogenesis; sedimentation and paragensis. Geomorphology, 134, 1–2, 79–93.
- Ford D. C. 1965. The origin of limestone caverns: a model from the central Mendips Hills, England. Bulletin of the National Speleological Society, 27, 4, 109–132.
- Ford D. C. 1971. Geologic structure and a new explanation of limestone cavern genesis. Transactions of the Cave Research Group of Great Britain, 13, 2, 81–94.
- Ford D. C. 2000. Speleogenesis Under Unconfined Settings. In Klimchouk A. B., Ford D. C., Palmer A. N. & Dreybrodt W. (Eds.): Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U.S.A., 319–324.
- Ford D. C. & Ewers R. O. 1978. The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth. Canadian Journal of Earth Sciences, 15, 1783–1798.
- Ford D. C. & Williams P. W. 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley, Chichester, 562 s.
- Häuselmann P., Jeannin, P. Y. & Monbaron M. 2003. Role of the epiphreatic zone and soutirages in conduit morphogenesis: the Bärenschacht example (BE, Switzerland). Zeitschrift für Geomorphologie, NF, 42, 2, 171–190.
- Jakál J. 1971. Morfológia a genéza Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 9, 27–33.
- Jeannin P. Y., Bitterli T. & Häuselmann P. 2000. Genesis of a large cave system: case study of the North of Lake Thun System (Canton Bern, Switzerland). 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., 338–347.
- Kempe S., Brandt A., Seeger M. & Vladi F. 1975. “Facetten” and “Laugdecken”, the typical morphology of caves developing in standing water. Annales de Speleology, 30, 4, 705–708.
- Kucharič L., Novotný L., Steiner A. & Tulis J. 1980. Geologicko-geofyzikálny prieskum medzi Stratenskou jaskyňou a Dobšinskou ľadovou jaskyňou a niektoré otázky genézy týchto jaskýň. Slovenský kras, 18, 29–57.
- Lange A. 1963. Planes of repose in caves. Cave Notes, 5, 6, 41–48.
- Novotný L. 1992. Terciérne sedimenty v jaskynnom systéme Stratenskej jaskyne. Slovenský kras, 30, 103–108.
- Novotný L. 1993. Tret'ohorné jaskynné úrovne a zarovnané povrchy 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. 1999. Dobšinská ľadová jaskyňa (sprístupnená časť). Geologicko-tektonická mapa, M = 1 : 250. Archív, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš.
- Novotný L. & Tulis J. 2000. Litologické a štruktúrne-tektonické pomery sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 59–65.
- Novotný L. & Tulis J. 2002. Nové poznatky o kvapľových častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella P. (Ed.): Výskum využívanie a ochrana jaskýň. 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 s.
- Pasini G. 1967. Nota preliminare sul ruolo speleogenetico dell'erosione "antigravitativa". Le Grotte d'Italia, 4, 1, 75–90.
- Pasini G. 1975. Sull'importanza speleogenetica dell' "Erosione antigravitativa". Atti del Seminario Internazionale di Speleogenesi, Varenna (Como, Italy), 1972. Le Grotte d'Italia, 4, 4, 297–322.
- Pasini G. 2012. Speleogenesis of the "Buco dei Vinchi" inactive swallow hole (Monte Croara karst sub-area, Bologna, Italy), an outstanding example of antigravitative erosion (or "paragenesis") in selenitic gypsum. An outline of the "post-antigravitative erosion". Acta Carsologica, 41, 1, 15–34.
- Pruner P., Bosák P., Kadlec J., Man O., Tulis J. & Novotný L. 2002. Magnetostratigrafie sedimentární výplně IV. jeskynní úrovně ve Stratské 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.
- Renault, P. 1968. Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. Annales de Spéléologie, 23, 259–307, 529–596.
- Tulis J. & Novotný L. 1995. Čiastková správa o morfolometrických parametroch v zaľadnených častiach Dobšinskej 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.
- Tulis J. & Novotný L. 1989. Jaskynný systém Stratskej jaskyne. Osveta, Martin, 464 s.
- Tulis J. & Novotný L. 2020. Atlas Dobšinsko-stratského jaskynného systému. Speleologický klub Slovenský raj Spišská Nová Ves – GEORG Žilina, 210 s.
- Tulis J., Novotný L. & Bella P. 1999. Dobšiná Ice Cave – nomination for inscription on the World Heritage List. Manuscript, ECS Slovakia Ltd., Spišská Nová Ves – Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš – Ministry of the Environment of the Slovak Republic, 41 p.
- Worthington S. R. H. 2005. Evolution of caves in response to base-level lowering. Cave and Karst Science, 32, 1, 3–12.

## MORPHOLOGY AND GENESIS OF THE INCLINED PARTS OF THE DOBŠINÁ ICE CAVE

### S u m m a r y

Developmentally, the well-known Dobšiná Ice Cave is a part of the larger Stratená Cave System which is more than 23.6 km long. The length of the Dobšiná Ice Cave is 1,483 m with a vertical span of 75 m. It consists of two morphologically different parts. Its upper horizontal wide passages and halls are featured mostly by a flat ceiling and some other paragenetic morphologies, as well as allochthonous fluvial sediments (Droppa, 1957, 1960; Novotný and Tulis, 2002). This very significant cave level (the IV<sup>th</sup> evolution level within the morphostratigraphy of the Stratená cave system), that is known also in the lower part of the Duča Cave and mostly in the Stratená Cave, was formed by the sinking allochthonous palaeo-river Hnilec in the Late Pliocene (in the southern and eastern parts of the Stratená Cave also by the sinking paleo-stream Tiesňavy). Probably in the Middle Pleistocene, the levelled passage between the Dobšiná Ice Cave and the Stratená Cave was

divided by breakdown linked with the origin of the Duča collapsed doline (Tulis and Novotný, 1989; Novotný and Tulis, 1996).

The lower part of the Dobšiná Ice Cave is represented by a large downward inclined cavity and several continuing mostly sloping passages and larger cavities. According to older studies, a descending sack-like voluminous cavity (later for the most part permanently filled with ice) originated because of the collapse of the bedrock floor between levelled passages (Jakál, 1971). Similarly, the recent cave entrance resulted from the collapse of the cave ceiling. However, an original solution morphology with ceiling pockets and inward-sloping smooth facets show that this voluminous cavity was probably not originated only by the collapse of the rock floors between levelled passages.

The longitudinal profile of the Stratená Cave system shows that in its morphology are dominant slightly inclined levelled passages with a flat ceiling (flat-roofed passages) which are directly connected with lower-lying looped passages or conduits. Paragenetic morphologies, formed by ceiling erosion, are dominant in these downstream slightly inclined levelled passages. Supposed lower-lying cave levels (see Tulis and Novotný, 1989) are not significant. Cave levels were formed from the spring of allochthonous streams by backward erosion in relation to the stagnant base level of erosion in the Hnilec Valley and the adjacent side Tiesňavy Valley, in varying extents due to unequal stabilization periods of the base level of erosion.

The irregular long section of the phreatic looped cave was gradually aligned mostly by the ceiling incision of the downward apex of phreatic loops due to the sediment accumulation, the development of a 'bypass tube' above the downward apex of phreatic loops completely filled with sediments (*sensu* Ford, 1965, 2000; Renault, 1968; Ford and Ewers, 1978), or the development of paragenetic upper parts of cave passages upwards to the piezometric surface due to the continued aluviation (*sensu* Pasini, 1967, 1975; see also Farrant and Smart, 2011 and others). As a result of the later incision of the Hnilec River valley, allochthonous fluvial sediments were partially removed from the cave and sinkpoints connecting the main IV<sup>th</sup> evolution level with lower-lying flooded looped conduits captured allogenic waters. In these places, many downward inclined parts of primary phreatic loops or subhorizontal conduits were enlarged or new series of inclined passages (so-called 'undercaptures' or 'soutirages'), propagating headwards through the cave system, were developed (*sensu* Ford, 1965, 1971; Jeannin et al., 2000; Häuselmann et al., 2003; Worthington, 2005; see also Ford and Williams, 2007).

Inclined parts of the Dobšiná Ice Cave with solution morphologies (Ruffinyho koridor, steep segments of the Kvapľová pivnica, Peklo and Suchý dóm) in its glaciated part can be explained as remnants of primary descending phreatic loops or conduits, later significantly enlarged or remodelled to the present morphology and dimensions (Bella, 2012). Many primary phreatic conduits could be partially enlarged by allogenic waters descending from the IV<sup>th</sup> evolution level to lower-lying phreatic conduits. The largest cavity between the present Veľká sieň and the Prízemie was certainly also formed due to the collapse of destabilized bedrock floors or partitions among numerous subhorizontal passages and larger cavities.

Narrower inclined to steep conduits leading from the floor of Kvapľová sieň in its non-glaciated part morphologically more correspond to undercaptures originated in response to the lowering of local erosion base on the surface (after the formation of the IV<sup>th</sup> evolution level). Their lower parts may represent a fragment of the upward apex of phreatic loop formed below the IV<sup>th</sup> evolution level when the piezometric surface of underground water has been lowered.





SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	58/1	17 – 38	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2020
--------------------------------------------	------	---------	------------------------

## CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL COMPOSITION OF WATERS IN THE DOBŠINÁ ICE CAVE, PRELIMINARY RESULTS OF 2019 RESEARCH

DAGMAR HAVIAROVÁ<sup>1</sup> – RENÁTA FLAKOVÁ<sup>2</sup> – MILAN SEMAN<sup>2,3</sup>

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

<sup>2</sup> Comenius University in Bratislava, Faculty of Natural Sciences, Department of Hydrogeology, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovakia; renata.flakova@uniba.sk

<sup>3</sup> University of Ss. Cyril and Methodius in Trnava, Faculty of Natural Sciences, Department of Biology, Nám. J. Herdu 2, 917 01 Trnava, Slovakia; milan.seman@ucm.sk

**Abstract:** The Dobšiná Ice Cave belongs to the most important ice-filled caves in Slovakia and in the world. In addition to ice, the water in the cave is in the form of dripping and smaller lakes in non-glaciated parts. In the past, little attention was given to the chemical and microbiological composition of the seepage water in the Dobšiná Ice Cave. The aim of the study was to determine the chemical and microbiological composition of cave waters, their quality and temporal and spatial variability. The dripping water and water from the small lake was sampled from several places in the cave: Malá sieň (Small Hall), Veľká sieň (Great Hall), Zrútený dóm (Collapsed Dome), Kvapľová sieň (Dripstone Hall). A total of 24 water samples and 2 ice samples was taken during the year. The main process of forming the chemical composition of waters is the dissolution of carbonates. The TDS (total dissolved solids) values of monitored waters ranged from 218 mg·L<sup>-1</sup> to 357 mg·L<sup>-1</sup>. Water is characterized by the basic distinct Ca-HCO<sub>3</sub> type with the highest proportion of A2 components. Generally, the cave water is supersaturated and in equilibrium with respect to calcite, under-saturated with respect to dolomite. At selected localities, we determined the microbial profile of the samples by identifying cultivable chemotrophic microbiota on the basis of legally determined main microbiological indicators of water quality. The abundance of cultivable psychrophilic microorganisms ranged in the order of values above 10<sup>1</sup>–10<sup>2</sup> CFU/ml, cultivable psychrotolerant mesophiles above 10<sup>1</sup> CFU/ml and total coliform bacteria counts less than 10<sup>1</sup> CFU/ml. No faecal contamination (*Escherichia coli* and *enterococci*) was noted.

**Key words:** Dobšiná Ice Cave, chemical composition, seepage water, water quality, microbiota

### INTRODUCTION

The Dobšiná Ice Cave is a world phenomenon inscribed on the UNESCO World Natural Heritage List since 2000. It is part of the Dobšiná-Stratená Cave System with a total length of 25,270 m. The length of the cave itself is 1,483 m (Tulis & Novotný, 2020). Unlike in the past, no water flow flows through the cave at present. Water dominates here mainly in the solid state with an ice volume of about 110,000 m<sup>3</sup> (Géczy & Kucharič, 1995; Tulis & Novotný, 1995; Tulis & Novotný, 2020).

According to available sources, hydrogeochemical research in the Dobšiná Ice Cave was carried out in the past in the period from 1984 to 1990 (Tereková, 1990) and in 1998 (Peško, 2000). Tereková (1990) dealt with the hydrogeochemical evaluation of rainwater,

surface and groundwater near the cave (Hnilec, springs below the cave and its surroundings) and floor ice and white frost in the cave. More detailed monitoring of water directly from the cave was not the subject of her research. The results of Tereková were followed up in 1998 by Peško (2000), who continued to monitor the chemical composition of rainwater at the site. He supplemented the observations with one sampling point of seepage water in the cave. Microbiological analyses of water in both studies were absent. Accounting for the small range of observations and the results obtained, it has not yet been possible to describe in more detail the chemical composition of the waters within the entire cave. Therefore, in 2019, the monitoring and research of this component of the cave environment was resumed. The presented paper presents preliminary results from water sampling in the Dobšiná Ice Cave for the year 2019 and on the basis of them evaluates the physico-chemical and microbiological state of cave waters.

## THE CAVE WATER

The surroundings of the Dobšiná Ice Cave are part of the MG 116 hydrogeological district “Mesozoic of the Slovenský raj (Slovak Paradise or Slovenský raj Mts.) and Havranie vrchy Mts. with the adjacent Palaeozoic”, the sub-region of the Hornád basin HD, the partial district HD 20 – Mesozoic between Veľká Biela voda and Ondrejisko. Within the definition of groundwater bodies, the area belongs to the SK200460KF unit Dominant karst – fissure groundwater of the Slovak Paradise (Slovenský raj Mts.) and Galmus of the Hornád catchment area.

The water in the Dobšiná Ice Cave is in two states, in liquid and solid. Ice represents a solid state of water crystallizing in a hexagonal system. The basic conditions for ice formation include the presence of water and a suitable temperature, i. e. air temperature below or around zero. The source of water in the Dobšiná Ice Cave is atmospheric precipitation, the amount and intensity of which significantly affect the volume of seepage water and the formation of its ice. The intensity of seepage in the cave is different; it shows significant changes in space and time. It ranges from a few drops to 200 to 500 ml per minute, under ideal conditions this volume can increase several times in the most exposed places. Depending on the intensity of the seepage, the water temperature and the air temperature, floor ice and various forms of ice decoration (ice stalagmites, stalactites, etc.) are formed in the cave from the seepage water. During intense seepage of warmer precipitation, various ablation depressions are formed on the floor ice. A more detailed description and occurrence of such glacial ablation forms from the Dobšiná Ice Cave is described by Bella (2003). During intense precipitation, excess drip (both concentrated and non-concentrated) also drains into the lower parts of the cave or an unknown subsoil. Much of this outflow is concentrated in artificially created channels in the floor ice. In the non-glaciated parts of the cave (e.g. the Dripstone Hall), sinter ice decoration of various shapes and sizes is created from the seepage water, or this water accumulates in occasional lakes or drains into the subsoil similarly as in the glaciated parts. The area as well as the depth of water in the lakes varies, it changes significantly during the year. Some lakes dry out completely in dry periods. According to Novotný & Tulis (2005), there are three genetic types of lakes in the non-glaciated part of the cave – lakes in corrosion-erosion depressions, rimstone lakes and lakes in the bottom depressions formed by collapse.

Rainwater passes through the overburden of a cave with a thickness of 10 to 50 meters (Droppa, 1957). Its occurrence in the cave largely depends on the tectonic failure of the rock massif. According to Novotný & Tulis (2000), there are various tectonic fissures and fault failures with and without filling in the accessible part of the Dobšiná Ice Cave. Based

on their detailed mapping, the authors describe the tectonic fissures in the cave as “closed”, with no signs of water seepage. In general, the intensity of seepage in the icy part of the cave is low, with the exception of open faults and karst channels. Most seepage and water outflows are in the ceilings at the fault of the NNE direction with a dip of 68–77° to the ESE, which runs from the southern edge of the cave through the Malá opona (Small Curtain), the Small Hall and along the NW edge of the Great Hall, and its pinnate branches to the north. Water discharges at transverse faults of the NW direction are less frequent (fault in the Great Hall, from which water discharges form Oltár (Altar); faults with water discharges in the Collapsed Dome). Water discharges are also tied to fractures filled with tectonic breccia and other fillings. A typical example is a more intense leak from a corrosive chimney above the Veľký vodopád (Great Falls or Niagara), where there is a breccia in the fault of the NNE direction, which is gradually released due to the outflow of water and frost weathering.

## GEOLOGICAL SETTINGS IN THE CAVE

While the tectonic conditions of the rock massif mainly affect the amount of seepage waters in the cave, the geological conditions are among the main factors influencing their basic chemical composition.

The Dobšiná Ice Cave is located in the karst plain of Duča. The predominant part of the plain is built of Wetterstein Limestone of the Stratená Nappe (Middle Triassic), in the foothill sections of the slope the Steinalm Limestone is also present. There are also Wetterstein and Dachstein Dolomites in the great meander of Hnilec. On the south-eastern side of the plain, a tectonic fault rises from Tiesňavy, accompanied by shales of the Early Triassic, which can be observed only at the southern edge of the plain after a hiatus (Novotný & Tulis, 2005).

In the bedrock of the cave, three types of the Middle Triassic Steinalm Limestone are identified (Novotný & Tulis, 2000). Most of the known underground spaces (e.g. abyss with entrance, Small Hall, Great Hall) are developed in fine-grained, light-grey, grey, rarely spotted dark-grey Steinalm Limestone of a massive appearance with indistinct stratification. The second type consists of pinkish, grey-pink to brown, distinctly coarse-bedded (5–25 cm) stratified limestones, with a transition to thin-bedded and thick-bedded ones. They form lenticular bodies with a length of 3–12 m and a thickness of 0.5–2 m in massive limestones of the first type. They occur at the entrance to the cave, in the northern parts of Small and the Great Hall, in the southern part of the Collapsed Dome, in the area of Ľadopád (Icefall) and Organ (Organ). The third type with a rare occurrence (northern part of the Great Hall, southern part of the Collapsed Dome, non-glaciated parts) are breccia limestones formed by fragments of light grey limestone, cemented with light pink-brown to red-brown limestone. The walls of the Ruffinyho koridor (Ruffiny’s Corridor) and the eastern corner of the Collapsed Dome are made of light grey to dark grey, massive Wetterstein Limestone with no signs of stratification (Novotný & Tulis, 2000).

## CHEMICAL COMPOSITION OF WATER FROM PRECIPITATION

The precipitation water is the source water of the cave. Its gradual penetration through the vegetation, soil and rock environment leads to significant metamorphic processes of the chemical composition. The chemical composition of precipitation waters can be approximated on the basis of archival results of monitored precipitation in the vicinity of the Dobšiná Ice Cave (Tereková, 1990; Peško, 2000) and monitoring of snow cover by the Dionýz Štúr Geological Institute at Dobšiná during a 36-year observation cycle within the research of the chemical composition of snow cover in Slovakia (Bodiš et al., 2012).

Tab. 1. Chemical composition of precipitation waters (average data).

	pH	M	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe	Mn	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	(mg·L <sup>-1</sup> )												
immediate precipitation (Dobšiná Ice Cave), according to Tereková (1990)	4.6	18.13	0.704	1.64	0.7	0.032	0.006	0.04	0.06	1.21	4.51	2.6	5.86
cumulate precipitation (Dobšiná Ice Cave), according to Tereková (1990) and Peško (2000)	5.7	26.11	0.685	3.18	1.1	0.053	0.083	0.15	0.15	1.91	6.59	1.63	14.34
snowfall (Dobšiná) according to Bodiš et al. (2012)	5.7	13.93	0.50	1.78	0.38	0.19	-	0.21	0.11	1.10	3.45	1.81	2.85

According to Tereková (1990), immediate precipitation of the site represents a predominantly mixed type of chemical composition with a predominance of Ca-Mg-SO<sub>4</sub> component or a transient Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> type with mineralization in the range of 9.84 to 25.9 mg·L<sup>-1</sup>, pH from 3.5 to 5.6, sulphate content from 2.3 to 7.41 mg·L<sup>-1</sup> and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> content from 3.66 to 8.54 mg·L<sup>-1</sup>. Of the trace elements, Zn, Cu, Pb, Cr, Cd are present in the rainwater. Accumulated precipitation (snow) is mostly of insignificant Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> type with mineralization from 13.53 to 33.46 mg·L<sup>-1</sup>, pH value from 3.65 to 6.35, sulphate content from 2.47 to 8, 23 mg·L<sup>-1</sup> and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> content from 6.10 to 18.31 mg·L<sup>-1</sup>.

The results of all analyses confirm the low mineralization of rainwater and their predominantly acid character (Tab. 1).

## METHODOLOGY

For the purposes of determining the chemical and microbiological composition of water, we initially selected sampling points in the cave. These were chosen to cover various parts of the cave (glaciated and non-glaciated), and thus to identify any spatial variability in the chemical and microbiological composition of the water. Rainwater was not sampled in 2019; its trial sampling is not expected until 2020.

In 2019, the samples were taken in the Dobšiná Ice Cave continuously from March to November (March 27, 2019; May 17, 2019; June 26, 2019; September 4, 2019; November 13, 2019). Water samples for chemical analysis were taken in conventional polyethylene wide-necked sample bottles with a screw cap, always in the same places, provided that the intensity of seepage was sufficient. In the case of the Small Hall, we were forced to change the sampling points due to the instability of seepage. In two cases, we also removed ice fragments from the Great Hall from falling ice formations. During the sampling, field measurements of selected physicochemical indicators (water temperature, pH, electrolytic conductivity (EC), oxidation-reduction potential (*Eh*), oxygen saturation, dissolved oxygen) were performed. The EC measurements were performed using a WTW Multi 350i portable instrument with a TetraCon<sup>R</sup>325 electrode. The WTW Multi 350i portable instrument with SenTix<sup>R</sup>41 electrode was used for pH measurement, the WTW pH 340i portable instrument with SenTix<sup>R</sup>ORP electrode for *Eh* measurement and the WTW Oxi 340i/SET portable instrument with DurOx<sup>R</sup>325-3 electrode for dissolved oxygen and oxygen saturation measurements

(Pitter, 2009). The values of  $KNK_{4,5}$  and  $ZNK_{8,3}$  were determined by titration directly during sampling. The concentrations of free  $CO_2$  and  $HCO_3^-$  ion were determined from the values of  $KNK_{4,5}$  and  $ZNK_{8,3}$ .  $Eh$  values were converted to a standard hydrogen electrode (Pitter, 2009). Chemical analyses of water were performed by standard laboratory procedures (Horáková et al., 2003) at the Department of Hydrogeology, Faculty of Natural Science, Comenius University in the range of  $COD_{Mn}$ ,  $NH_4^+$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HPO_4^{2-}$  and in laboratories INGEO – ENVILAB, s.r.o. Žilina ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $Si$ ).

In the classification of waters according to chemical composition, the classification based on the principle of predominant ions (Fláková et al., 2010) with the criterion of equivalent component content above 20 and 25 meq·L<sup>-1</sup>% and the Gazda classification (Gazda, 1974) based on the principle of ion combinations were used.

In the PHREEQC-2 program (Parkhurst & Appelo, 1999), special modelling with saturation index ( $SI$ ) calculation was performed from the results of chemical analyses.  $SI$  values indicate the state of saturation of the solution with the respective mineral.  $SI$  values close to zero indicate an equilibrium state, positive values indicate a state of supersaturation to the mineral, negative values indicate a state of under-saturation of the solution to the respective mineral.

The quality of the chemical composition of water was evaluated according to the Decree of the Ministry of Health of the Slovak Republic no. 247/2017 laying down details of drinking water quality.

Simultaneously with the chemical samples, provided the intensity of seepage at the sampling point allowed, samples were also taken for microbiological analyses. Samples were taken in sterile dark 100 ml glass bottles. The samples were heat preserved (5 °C), transported in a car refrigerator and processed immediately upon arrival in the laboratory. The overall microbial profile of the culturable heterotrophic microbiota was determined by determining indicator microorganisms in the range: Cultivable microorganisms at 22 °C (KM22), Cultivable microorganisms at 36 °C (KM36), Coliform bacteria (KB), Thermo-tolerant coliform bacteria (TKB) and Enterococci (EK) in accordance with the Häusler reference method (1994).

## RESULTS

Within the glaciated parts of the cave, seepage water was taken from the Small and Great halls, which in two cases supplemented the collection of ice coming from the destruction of the ice decoration in the Great Hall. Another sampling point was the Collapsed Dome, which is at the transition between the glaciated and non-glaciated part (dripstone parts) of the cave. From the non-glaciated parts, the space of the Dripstone Hall was selected for sampling (Fig. 1).

The first sampling (March 27, 2019) in the cave was reduced in terms of the number of samples. Water samples were taken only from the lake in the Dripstone Hall, from the seepage in the Small Hall and in the Collapsed Dome. At the time of this sampling, the outdoor air temperature was 9.0 °C, the snow was only minimally in the immediate vicinity of the cave. Sampling was preceded by a relatively dry period with a small amount of precipitation. The seepages were weak in the cave, the water leaked only from the largest tectonic fissures. The artificially cut channels in the floor ice were dry, the lake in front of the Collapsed Dome fully frozen. The second sampling (May 17, 2019) was accompanied by sunny weather with an air temperature of around 17 °C. Three days ago, an unusually large amount of snow fell in the vicinity of the cave at this time, which melted over the course of two days and had a more pronounced effect on the intensity of seepage in the

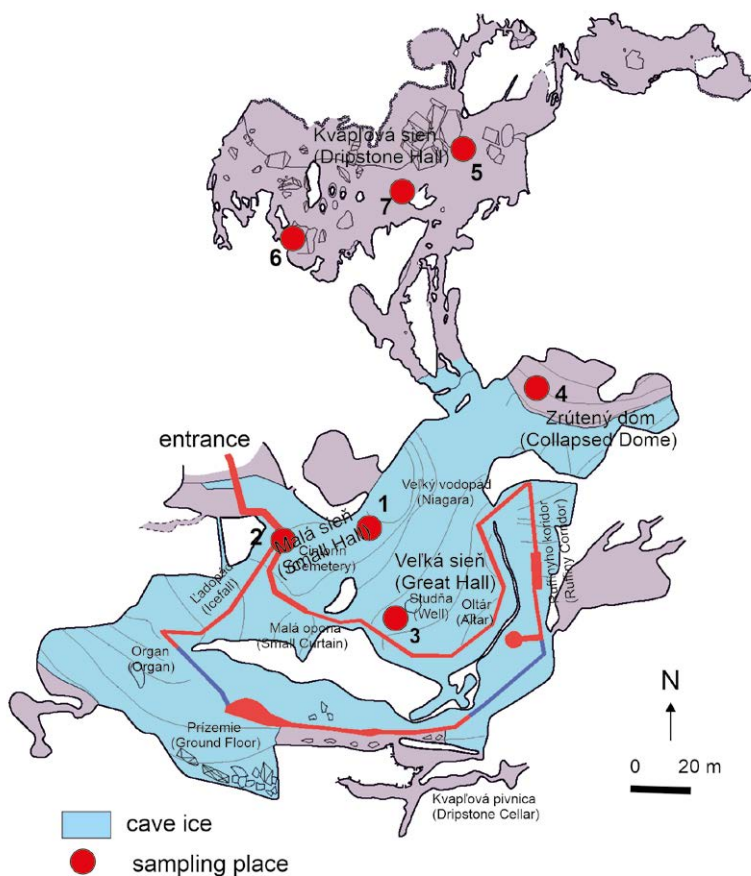


Fig. 1. Map of the cave with sampling places of waters (adapted according to Tulis & Novotný, 2020): 1 – Small Hall A, 2 – Small Hall B, 3 – Great Hall, 4 – Collapsed Dome, 5 – Dripstone Hall, dripping water, 6 – Dripstone Hall, small lake, 7 – Dripstone Hall, occasional lake

cave. The water, which did not manage to freeze, was concentrated in artificially cut out drainage channels in the ice, which drained it to the lower parts of the cave. Most of the cracks and minor tectonic faults in the cave were decorated with ice stalactites of various sizes, which were formed mainly by slower seepage of rainwater. The other two samples (June 26, 2019 and September 4, 2019) were similar in terms of the intensity of seepage in the cave. The deficit of precipitation on the surface dampened the process of dripping in the cave. However, in contrast to the March intake, some artificial channels in the ice drained minimal amounts of water, which was also related to higher outdoor, but mainly indoor air temperatures in the cave. The November sampling (November 13, 2019) was preceded by intense, several days of rain, which naturally manifested itself in the cave with strong leaks. Intense seepage of warmer rainwater in the cave was manifested on the floor ice (mainly in the Small and Great Halls) by various supraglacial ablation forms. There were identified, e.g. dripping holes and recesses of various sizes and shapes supplemented in several cases by drainage channels. The rush of seeping water was intense from most of the tectonically disturbed ceiling parts, the water flowed flat over the floor ice to artificial channels, which led it to the lower parts of the cave. In terms of the amount and area of seepage in the cave,

the November sampling met the characteristics of the sampling with the highest intensity of leaks in 2019.

## Great Hall

In the Great Hall, seepage water was taken from its most dominant ice formation Studňa (Well), where the intensity of seepage was the highest and at the same time the most stable (Fig. 2). In 2019, 4 water samples were taken from this place (May 17, 2019; June 26, 2019; September 4, 2019; November 13, 2019). During the September sampling, a water sample had to be taken directly from the Well for minimal seepage, i. e. from accumulated seepage water. In the samples taken directly from the seepage, the content of substances dissolved in water was in the range of 249 to 266 mg·L<sup>-1</sup>, the pH value reached the range of 7.87–8.25. The mineralization of the water taken from the well was lower, with a value of only 188 mg·L<sup>-1</sup> at pH 8.11. From a genetic point of view, the seepage waters of the Great Hall represent petrogenic waters with carbonatogenic mineralization of the basic significant Ca-HCO<sub>3</sub> type. The main ions in water are Ca<sup>2+</sup> cations (57.8 to 64.4 mg·L<sup>-1</sup>; 50.1 mg·L<sup>-1</sup> in well water) and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> anions (175 to 181 mg·L<sup>-1</sup>; 122 mg·L<sup>-1</sup> by Well water). The contents of other ions in water are relatively low (Tab. 2). They are characterized by relatively low variability. Concentrations of chlorides, sulphates and nitrates do not exceed 10.0 mg·L<sup>-1</sup>. Of the cations, the values of ammonium ions are increased with an average value of 0.47 mg·L<sup>-1</sup>. The COD<sub>Mn</sub> values are also slightly higher, with an average value of 4.8 mg·L<sup>-1</sup>. Due to the low concentrations of magnesium in water (0.74–1.30 mg·L<sup>-1</sup>), the value of the characterization coefficient rMg/rCa (0.02–0.04) is also low.

The seepage water of the Well is slightly supersaturated with respect to calcite (average  $SI_{\text{calcite}} = 0.26$ ), stably under-saturated with respect to dolomite (average  $SI_{\text{dolomite}} = -1.28$ ) and gypsum (average  $SI_{\text{gypsum}} = -2.69$ ). The average value of the partial pressure of CO<sub>2</sub> from the samples taken was converted to 1.09·10<sup>-4</sup> MPa.



Fig. 2. Sampling place in the Great Hall – the Well. Photo: D. Haviarová

Tab. 2. Chemical composition of water in the Dobšiná Ice Cave, period 2019, statistical evaluation

	$t_{\text{only}}$	pH	M	COD <sub>mn</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Fe	Mn	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Si
	(°C)																
(mg.L <sup>-1</sup> )																	
<b>Great Hall (4 samples)</b>																	
Minimum	0.1	7.87	188.6	2.61	0.43	0.13	0.240	0.74	50.13	0.025	0.002	2.238	2.99	3.00	0.139	122.8	0.54
Maximum	2.6	8.25	266.3	7.35	1.43	0.60	0.640	1.30	64.37	0.157	0.013	3.098	5.95	9.05	0.712	181.2	0.84
Median	0.4	8.10	250.7	4.58	1.08	0.18	0.502	1.18	58.75	0.067	0.005	2.582	4.55	3.50	0.150	176.0	0.71
Average	0.9	8.08	239.1	4.78	1.01	0.27	0.471	1.10	58.00	0.079	0.006	2.625	4.51	4.76	0.288	164.0	0.70
<b>Small Hall A (2 samples)</b>																	
Minimum	0.5	8.07	276.0	-	0.36	0.10	0.47	1.17	62.46	0.031	0.002	3.098	6.41	5.35	0.061	175.2	0.72
Maximum	1.8	8.19	282.3	-	0.36	0.54	0.47	1.26	67.81	0.085	0.004	7.401	10.82	16.46	0.061	194.6	0.79
Median	1.2	8.13	279.1	-	0.36	0.32	0.47	1.22	65.14	0.058	0.003	5.250	8.62	10.91	0.061	184.9	0.76
Average	1.2	8.13	279.1	-	0.36	0.32	0.47	1.22	65.14	0.058	0.003	5.250	8.62	10.91	0.061	184.9	0.05
<b>Small Hall B (3 samples)</b>																	
Minimum	0.1	8.00	218.1	5.54	0.30	0.12	0.34	0.98	49.87	0.048	0.002	2.238	2.37	0.82	0.013	154.0	0.76
Maximum	2.1	8.34	244.0	10.32	0.44	5.22	0.78	1.12	61.10	0.112	0.157	2.754	4.39	9.88	0.168	157.1	0.82
Median	1.1	8.23	218.5	8.20	0.36	0.15	0.69	1.03	51.46	0.051	0.004	2.409	4.28	3.29	0.030	155.8	0.81
Average	1.1	8.19	226.8	8.02	0.37	1.83	0.60	1.04	54.14	0.070	0.054	2.467	3.68	4.66	0.070	155.6	0.79
<b>Dripstone Hall, small lake (5 samples)</b>																	
Minimum	0.7	6.80	221.2	2.46	0.27	0.04	0.27	2.13	26.84	0.011	0.002	2.409	4.68	0.82	0.031	181.2	0.66
Maximum	2.3	8.39	307.1	4.10	0.41	0.18	0.54	3.21	72.06	0.055	0.007	9.123	7.94	18.52	0.160	209.9	0.81
Median	1.8	8.37	294.7	2.99	0.36	0.12	0.36	2.55	64.06	0.022	0.005	2.926	5.31	7.94	0.085	202.4	0.70
Average	1.5	8.00	279.2	3.11	0.35	0.11	0.37	2.64	58.73	0.029	0.005	4.062	5.78	7.49	0.089	197.5	0.73
<b>Dripstone Hall, dripping water (4 samples)</b>																	
Minimum	3.1	7.83	224.3	5.74	0.29	0.10	0.37	1.16	52.01	0.085	0.002	2.582	2.79	1.23	0.016	157.1	0.76
Maximum	4.0	8.09	274.8	11.09	0.43	1.40	0.92	1.47	69.31	0.301	0.013	7.746	7.99	8.64	0.120	182.4	1.40
Median	3.9	8.06	247.0	7.47	0.40	0.13	0.64	1.20	57.32	0.144	0.006	5.250	6.58	3.09	0.081	166.9	0.93
Average	3.7	8.01	248.3	7.94	0.38	0.44	0.64	1.26	58.99	0.168	0.007	5.207	5.99	4.01	0.075	168.3	1.01
<b>Collapsed Dome (5 samples)</b>																	
Minimum	2.7	8.03	224.4	1.70	0.33	0.09	0.180	4.04	58.37	0.024	0.002	2.582	4.04	4.53	0.027	199.3	0.72
Maximum	3.1	8.51	356.6	4.77	0.84	9.70	0.620	5.27	111.10	0.264	0.380	8.606	17.46	28.39	0.150	206.8	1.08
Median	3.0	8.31	313.5	2.01	0.54	0.18	0.490	4.59	69.11	0.034	0.004	3.443	7.04	9.05	0.057	199.3	0.82
Average	2.9	8.27	300.4	2.62	0.54	2.07	0.439	4.62	76.15	0.081	0.097	4.230	8.41	12.10	0.073	201.7	0.86
<b>Dripstone Hall, occasional lake (1 sample)</b>																	
13. 11. 2019	3.7	8.12	241.9	11.97	0.55	0.12	1.110	1.19	55.47	0.130	0.004	4.131	4.02	1.646	0.170	170.8	0.92



## Small Hall

In the Small Hall, there are several places with seeping water, to which the presence of several dominant ice formations (Cintorín – Cemetery) changes during the year, changing its size and shape. The intensity of seeping in this part of the cave was quite variable in 2019, so samples were taken from two places. The first was a relatively intense seepage over the Great Fall (Niagara) active in the March and September samplings (designated as Small Hall A). For other samples, this seepage was zero or so minimal that it did not allow sampling. The chemical composition of water from this place was stable (Tab. 2), with minimal variability, as evidenced by the values of TDS of water samples (276 and 282  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). The waters were of the basic significant  $\text{Ca}\text{-HCO}_3$  type, or according to the classification of predominant ions ( $> 20$  and  $25 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}\%$ ) of  $\text{Ca}\text{-HCO}_3$  type. Strongly alkaline waters with an average pH value of 8.1 had only very low concentrations of  $\text{Mg}^{2+}$  (up to  $1.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), while  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations were measured in the values of 62.46 and  $67.81 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . The second sampling point in the Small Hall (Small Hall B) was chosen as an alternative to the sampling above the Great Fall. It was located next to the tour sidewalk, in the Cemetery section (Fig. 3). Samples were taken here on May 17, 2019; June 26, 2019 and November 13, 2019. Although its intensity was lower than the intensity of the first seepage, the values of TDS were also lower (average value  $227 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). This is mainly related to lower values of  $\text{HCO}_3^-$  anions (average value almost  $30.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  lower), at which the largest concentration difference was found within the main cations and anions in the water from both places. Overall, we can mark the seepage from this part of the Small Hall as the least mineralized within all sampling points in the cave, which is probably related to the smaller

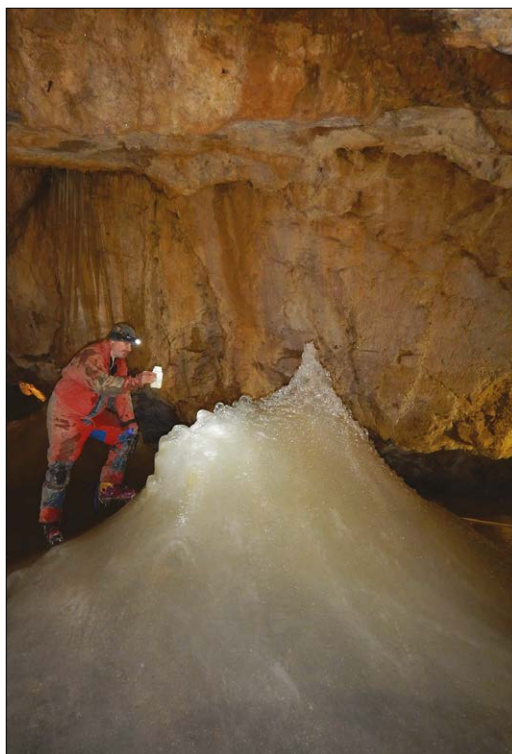


Fig. 3. Sampling place in the Small Hall (B). Photo: D. Haviarová

thickness of the overburden. Despite the lower mineralization, the seepage waters from the Cemetery are positive saturated with respect to calcite (average value of  $SI_{\text{calcite}} = 0.32$ ), the values of their saturation indices with respect to calcite are comparable to the sampling point above the Great Fall. The same agreement applies to the under-saturation of waters from both places with respect to dolomite and gypsum.

### **Collapsed Dome**

The Collapsed Dome is located at the interface of glaciated and non-glaciated parts of the cave. The icy parts are located in the southern part of the dome. In the northern part of the Dome there are several places with less intense seeping. Due to the lower air temperature, a temporary fragile ice decoration is formed in this part of the cave from the dripping water in the winter months as well, and the debris accumulation of the dome is covered in places with a thin layer of ice.

Seepage water samples were taken from the Collapsed Dome from its northern part during all five sampling campaigns. Relatively large ice stalactites were observed in the dome only during the March campaign. By May, all these stalactites had collapsed, the rubble still covered with a thin layer of ice. The most intense seepage in the Collapsed Dome occurred in May, during the melting of snow (1 l in 20 minutes). The lowest water mineralization in the samples taken at this location corresponded to the most intensive seepage (only  $221 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). In further samplings at a significantly lower intensity of seepage (1 drop in 6 to 10 seconds), the value of TDS ranged from 271 to  $307 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . The average pH was 8.0, the average water temperature  $1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ . As with the Great Hall, the waters of all samples taken were of the basic significant Ca-HCO<sub>3</sub> type with the highest proportion of Ca<sup>2+</sup> cations ( $26.81$  to  $72.10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> anions ( $181$  to  $210 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). According to the average value of concentrations, the second anion in the total chemical composition of waters are sulphates ( $0.823$  to  $18.518 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  with an average value of  $7.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), in the case of cations it is magnesium ( $2.1$  to  $3.09 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  with an average value of  $2.6 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). In addition to the lowest water TDS, the May sampling was also characterized by a higher content of ammonium ions in the water ( $0.539 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and a higher value of COD<sub>Mn</sub> ( $4.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). The saturation of the seepage waters of the collapsed dome to calcite showed considerable variability over time. While the waters from the March sampling were significantly under-saturated with respect to calcite ( $SI_{\text{calcite}} = -0.89$ ), the waters sampled in May and June were slightly supersaturated with respect to calcite ( $SI_{\text{calcite}} = 0.29$  and  $0.27$ ) and the waters from the last two samplings were significantly oversaturated with respect to calcite ( $SI_{\text{calcite}} = 0.74$  and  $0.75$ ). In the case of dolomite and gypsum, it was the under-saturation of waters (average  $SI_{\text{dolomite}} = -0.81$ , average  $SI_{\text{gypsum}} = -2.84$ ).

### **Dripstone Hall**

Water samples were taken from three places in the Dripstone Hall. The first was a permanent seeping in the central part of the dome, the other a permanent sinter lake in the western part of the Hall (Fig. 4). On November 13, 2019, a sample was also taken once from the occasional lake, which is the largest lake in the area of the hall, formed by the accumulation of seepage water flowing from several places during the most intensive seepage (Fig. 5). The November collection was the only time the lake was in the hall.

In the case of the monitored seepage water in the Dripstone Hall, it is true that its TDS was in a negative correlation with the intensity of the seepage. The least mineralized were the waters during the May sampling ( $224 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), the most mineralized waters were from the sampling on September 4, 2019 ( $275 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). All waters were alkaline to strongly



Fig. 4. Sampling place in the Dripstone Hall, small lake. Photo: D. Haviarová



Fig. 5. Occasional lake in the Dripstone Hall. Photo: P. Staník

alkaline with a temperature ranging from 3.1 to 4.0 °C. As at other sampling sites,  $\text{Ca}^{2+}$  cations (52.01 to 69.31  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and  $\text{HCO}_3^-$  anions (157.1 to 182.44  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) dominated in the chemical composition. Concentrations of other ions in water were low, including nitrates (mean 6.0  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), sulphates (mean 4.0  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), chlorides (mean 5.2  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and magnesium (mean value 1.3  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Ammonium ion values (0.37 to 0.92  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  (5.74 to 11.09  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) were increased again (Tab. 2). Similar chemical compositions with minor differences were also in the sinter lake waters. The water temperature in the lake was close

to the air temperature, its average value was 2.9 °C, which is almost a degree lower than in the case of seepage. On the contrary, the pH values were slightly higher, ranging from 8.03 to 8.51. The biggest difference was in the TDS of the water, which was the highest of all monitored samples in the cave (average value 300 mg·L<sup>-1</sup>). This was mainly due to higher values of HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> anions (199.3 to 206.8 mg·L<sup>-1</sup> with an average value of 201.7 mg·L<sup>-1</sup>). Mildly higher magnesium values should also be mentioned (average value 4.6 mg·L<sup>-1</sup>). In contrast to the seepage, the COD<sub>Mn</sub> values in the lake were significantly lower (average value only 2.6 mg·L<sup>-1</sup>). The chemical composition of the waters from the large lake sample correlated significantly with the seepage water taken from the hall (the value of the correlation coefficient was up to 0.999), despite the fact that the lake was supplemented by other waters flowing into the lake. Despite some differences, all monitored waters of the Dripstone Hall were of the basic significant Ca-HCO<sub>3</sub> type, or according to the classification of predominant ions (> 20 and 25 meq·L<sup>-1</sup>%) of the Ca-HCO<sub>3</sub> type with saturation with respect to calcite and predominant under-saturation with respect to dolomite and gypsum.

## Ice

The chemical composition of water from melted ice taken from broken stalactites in the Great Hall was significantly different than in the case of other water samples from the cave (Tab. 3). Its TDS was very low (41.5 and 35.5 mg·L<sup>-1</sup>), although these waters before freezing passed through a comparable rock environment as the seepage from other icy parts of the cave. The pH of the monitored waters was higher; the waters were strongly alkaline to very strongly alkaline. The highest concentrations among anions reached HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ions (24.16 and 20.75 mg·L<sup>-1</sup>), followed by sulphates, chlorides and nitrates. Of the cations, the highest contents were determined for calcium (5.03 and 6.51 mg·L<sup>-1</sup>), followed by ammonium ions (2.69 and 0.91 mg·L<sup>-1</sup>), sodium (1.31 and 0.65 mg·L<sup>-1</sup>), potassium (1.25 and 0.52 mg·L<sup>-1</sup>), and magnesium (0.21 and 0.25 mg·L<sup>-1</sup>) was fifth. According to the Gazda classification, the waters were of the basic significant Ca-HCO<sub>3</sub> type. In terms of saturation, they were under-saturated with respect to calcite ( $SI_{\text{calcite}} = -0.82$  and  $-0.32$ ), dolomite ( $SI_{\text{dolomite}} = -3.11$  and  $-2.14$ ) and gypsum ( $SI_{\text{gypsum}} = -3.85$  and  $-3.95$ ).

Tab. 3. Chemical composition of ice waters from broken ice stalactites (Great Hall)

	pH	M	COD <sub>Mn</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
	(mg·L <sup>-1</sup> )							
26. 6. 2019	8.82	41.535	1.47	1.31	1.25	2.69	0.21	5.03
4. 9. 2019	9.33	35.512	1.03	0.65	0.52	0.91	0.25	6.51
	Fe	Mn	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Si
	(mg·L <sup>-1</sup> )							
26. 6. 2019	0.166	0.011	2.238	0.996	3.292	0.012	24.163	0.06
4. 9. 2019	0.137	0.012	2.582	0.630	2.058	0.091	20.745	0.15

## Water microbiology

By determining the indicator microorganisms KM22 and KM36, a microbial recovery of seepage waters was found. For parameter KM22 in the order of values 10<sup>2</sup> KTJ/ml, for parameter KM36 10<sup>1</sup> – 10<sup>2</sup> KTJ/ml. The values of total coliform bacteria were of the order of <10<sup>1</sup> CTU/ml. Faecal contamination (TKB and EK parameters) was not recorded

(Tab. 4). No significant differences were observed in the quantitative microbial profile of seepage waters within sampling points. The exceptions are, on average, lower values of the KM22 parameter in the pond from Dripstone Hall compared to the seepage waters of other sampling points (Fig. 6).

Tab. 4. Selected parameters of microbiological profile of the cave water, statistical evaluation. Explanations: KM22 – Microorganisms cultivable at 22 °C, KM36 – Microorganisms cultivable at 36 °C, KB – Coliforms, TKB – Faecal coliforms, EK – Enterococci, CFU – colony forming unit

	<b>KM22 CFU/ml</b>	<b>KM36 CFU/ml</b>	<b>KB CFU/ml</b>	<b>TKB CFU/ml</b>	<b>EK CFU/ml</b>
<b>Great Hall (4 samples)</b>					
Minimum	161	98	0	0	0
Maximum	318	214	5	0	0
Median	237	125	2	0	0
Average	238	141	2	0	0
<b>Dripstone Hall, small lake (5 samples)</b>					
Minimum	76	19	2	0	0
Maximum	142	85	9	0	0
Median	98	38	4	0	0
Average	102	45	5	0	0
<b>Collapsed Dome (5 samples)</b>					
Minimum	147	82	1	0	0
Maximum	208	92	8	0	0
Median	175	87	2	0	0
Average	176	87	3	0	0
<b>Small Hall B (3 samples)</b>					
Minimum	167	79	2	0	0
Maximum	296	119	4	0	0
Median	201	95	3	0	0
Average	221	98	3	0	0
<b>Small Hall A (1 sample)</b>					
27.3.2019	224	97	3	0	0
<b>Dripstone Hall, dripping water (4 samples)</b>					
Minimum	118	39	1	0	0
Maximum	137	78	11	0	0
Median	127	63	6	0	0
Average	127	61	6	0	0

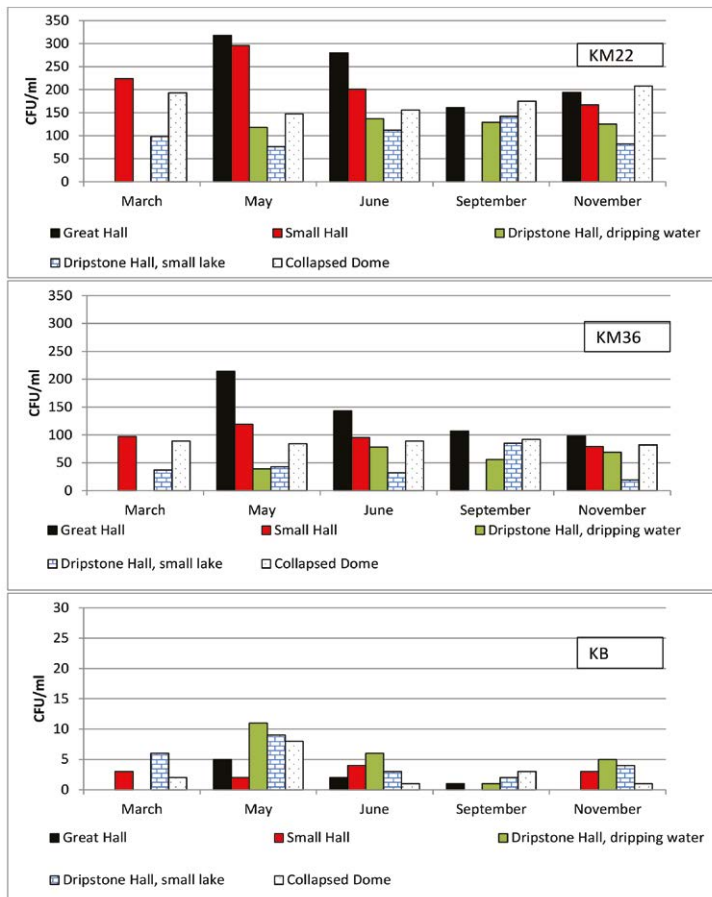


Fig. 6. Diagram of selected parameters of microbiological profile of the cave water. Explanations: KM22 – Microorganisms cultivable at 22 °C, KM36 – Microorganisms cultivable at 36 °C, KB – Coliforms, CFU – colony forming unit

## DISCUSSION

The results of seepage water sampling within the cave indicate a relatively homogeneous character in terms of their overall chemical composition, without obvious spatial variability of the determining chemical parameters. No significant differences were identified between the glaciated and non-glaciated parts either. We can only talk about a smaller variability of the chemical composition of water between sampling points and a certain dependence on the time factor. Due to the geological-tectonic conditions, the individual differences in the chemical composition of water are caused mainly by the longevity of the interaction of seeping water with the soil and rock environment. All cave waters represent waters with carbonatogenic mineralization characterizing the basic significant Ca-HCO<sub>3</sub> type with the highest proportion of A<sub>2</sub> component in the range of 80 to 95 meq·L<sup>-10%</sup> (Tab. 5). All seepage waters are moderately mineralized with a TDS from 189 to 307 mg·L<sup>-1</sup>, with an average value of 255 mg·L<sup>-1</sup>. Slightly higher is the average value of stagnant water in the Dripstone Hall small lake (300 mg·L<sup>-1</sup>). The most mineralized waters of the seepage water come from the Collapsed Dome. Lower values of TDS are in the Small and Great Halls (Tab. 5, Fig. 7),

Tab. 5. Palmer-Gazda characteristics and main characteristic coefficients of cave waters, statistical evaluation. Explanations: c – molarity, z – oxidation number,  $rSO_4/M - M$  is sum of cations and anions in  $meq \cdot L^{-1}\%$ , r – concentrations in  $meq \cdot L^{-1}\%$ ,  $pCO_2$  – partial pressure of  $CO_2$

	rMg/rCa	rSO <sub>4</sub> /M	r(Na+K)/r(Ca + Mg)	S <sub>1</sub> (NO <sub>3</sub> ) (c-z%)	S <sub>1</sub> (Cl) (c-z%)	S <sub>1</sub> (SO <sub>4</sub> ) (c-z%)	S <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) (c-z%)	S <sub>2</sub> (Cl) (c-z%)	S <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) (c-z%)	A <sub>1</sub> (c-z%)	A <sub>2</sub> (c-z%)	A <sub>3</sub> (c-z%)	P <sub>CO2</sub> (MPa)
<b>Great Hall (4 samples)</b>													
Minimum	0.02	0.01	0.007	1.49	0.00	0.00	0.00	1.17	2.01	0.00	89.92	0.03	$7.08 \times 10^{-5}$
Maximum	0.04	0.03	0.030	3.00	1.63	0.00	1.29	2.50	5.70	0.00	93.07	0.23	$1.80 \times 10^{-4}$
Median	0.03	0.01	0.016	1.68	0.38	0.00	0.46	2.13	2.77	0.00	91.49	0.08	$9.18 \times 10^{-5}$
Average	0.03	0.02	0.017	1.96	0.59	0.00	0.55	1.98	3.31	0.00	91.49	0.10	$1.09 \times 10^{-4}$
<b>Small Hall A (2 samples)</b>													
Minimum	0.03	0.02	0.006	0.56	0.00	0.00	1.39	2.50	3.19	0.00	79.78	0.04	$9.23 \times 10^{-5}$
Maximum	0.03	0.05	0.009	1.57	0.00	0.00	4.29	5.80	9.53	0.00	91.26	0.09	$1.11 \times 10^{-4}$
Median	0.03	0.04	0.007	1.07	0.00	0.00	2.84	4.15	6.36	0.00	85.52	0.07	$1.02 \times 10^{-4}$
Average	0.03	0.04	0.007	1.07	0.00	0.00	2.84	4.15	6.36	0.00	85.52	0.07	$1.02 \times 10^{-4}$
<b>Small Hall B (3 samples)</b>													
Minimum	0.03	0.00	0.007	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	88.05	0.07	$5.27 \times 10^{-5}$
Maximum	0.03	0.03	0.047	2.43	2.17	0.39	0.20	2.49	6.67	0.00	94.98	0.29	$1.17 \times 10^{-4}$
Median	0.03	0.01	0.009	2.33	0.86	0.00	0.00	2.03	2.51	0.00	92.41	0.07	$6.70 \times 10^{-5}$
Average	0.03	0.01	0.021	2.06	1.01	0.13	0.07	1.51	3.27	0.00	91.81	0.14	$7.89 \times 10^{-5}$
<b>Dripstone Hall, small lake (5 samples)</b>													
Minimum	0.08	0.01	0.004	1.19	0.00	0.00	0.00	0.84	2.63	0.00	80.28	0.02	$4.63 \times 10^{-5}$
Maximum	0.11	0.07	0.046	3.04	1.72	0.00	5.68	6.03	14.53	0.00	93.06	0.37	$1.39 \times 10^{-4}$
Median	0.11	0.02	0.008	1.40	0.00	0.00	1.33	2.39	4.97	0.00	89.06	0.04	$7.51 \times 10^{-5}$
Average	0.10	0.03	0.015	2.74	0.34	0.00	1.80	2.74	6.43	0.00	86.87	0.10	$8.80 \times 10^{-5}$
<b>Dripstone Hall, dripping water (4 samples)</b>													
Minimum	0.03	0.00	0.005	1.16	0.00	0.00	0.00	2.21	0.85	0.00	83.68	0.10	$9.93 \times 10^{-5}$
Maximum	0.04	0.03	0.016	2.34	0.94	0.00	2.80	6.72	5.53	0.00	92.54	0.31	$1.90 \times 10^{-4}$
Median	0.04	0.01	0.011	1.84	0.00	0.00	1.22	4.54	2.03	0.00	90.60	0.19	$1.16 \times 10^{-4}$
Average	0.04	0.01	0.011	1.80	0.24	0.00	1.31	4.50	2.61	0.00	89.35	0.20	$1.30 \times 10^{-4}$
<b>Collapsed Dome (5 samples)</b>													
Minimum	0.06	0.00	0.004	0.86	0.00	0.00	0.00	1.34	0.55	0.00	81.14	0.01	$5.66 \times 10^{-5}$
Maximum	0.13	0.05	0.014	2.41	0.83	0.00	2.28	6.29	9.43	0.00	94.82	0.06	$2.36 \times 10^{-3}$
Median	0.07	0.01	0.006	1.02	0.00	0.00	1.50	2.27	2.81	0.00	92.70	0.04	$6.68 \times 10^{-5}$
Average	0.08	0.02	0.008	1.27	0.17	0.00	1.30	2.90	4.12	0.00	90.21	0.04	$5.32 \times 10^{-4}$
<b>Dripstone Hall, occasional lake (1 sample)</b>													
13.11.2019	0.04	0.00	0.009	2.15	0.84	0.00	0.00	3.02	1.14	0.00	92.70	0.16	$9.89 \times 10^{-5}$

probably caused by a combination of a smaller overburden thickness and a faster water circulation at the site of the overburden tectonic failure. The pH value of the cave waters is also balanced, with no difference between the glaciated and the dripstone part. Its previous values were measured in the range from 6.80 to 8.51 with an average value of 8.10. In the case of physical parameters, there are differences in water temperature within the cave. It is higher in the dripstone part. For stagnant water in the lake, the average water temperature is 2.9 °C, for seepage water it is up to 3.7 °C. In the Collapsed Dome, this temperature decreases, the average value is only at the level of 1.5 °C. In the glaciated parts, the seepage temperature documented by us ranged from 0.2 to 2.6 °C depending on the intensity of the seepage and the outside air temperature. However, higher values during intense summer precipitation cannot be excluded.

Piper's systematization diagram (Fig. 8) characterizes the chemical composition of groundwater in the cave. The main ions of the cave waters are calcium and bicarbonates

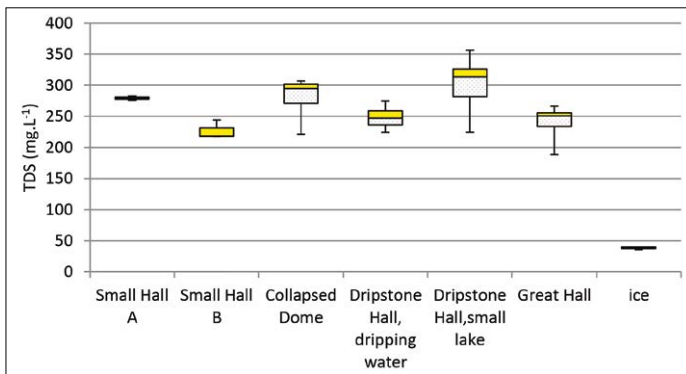


Fig. 7. Box plot of TDS of the cave waters; the box plot from the top to bottom represent 90<sup>th</sup>, 75<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup>, 25<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> quantiles

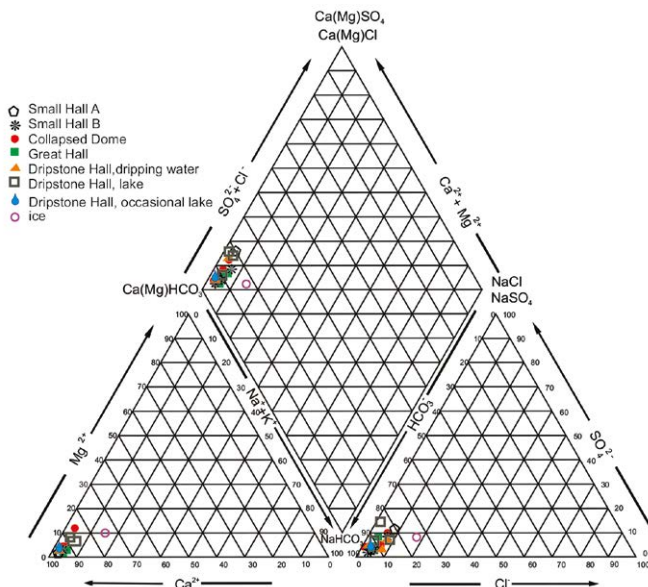


Fig. 8. Piper's diagram of the cave waters



(Tab. 2). Calcium concentrations are relatively balanced, ranging from 26.8 mg·L<sup>-1</sup> to 111.1 mg·L<sup>-1</sup> with an average value of 62.11 mg·L<sup>-1</sup>. For bicarbonates, the concentration range is from 122.8 mg·L<sup>-1</sup> to 209.9 mg·L<sup>-1</sup> with an average value of 180.54 mg·L<sup>-1</sup>. The rMg/rCa ratio is low, its average value is 0.057, which indicates the passage of water only through the limestone overburden, without a significant admixture of the dolomite component. Low concentrations of magnesium (0.74–5.27 mg·L<sup>-1</sup>) in the waters are characteristic of the whole cave. The highest concentrations (4.04–5.27 mg·L<sup>-1</sup>) have been identified so far in the waters of the sinter lake of the Dripstone Hall. The values of the characterization coefficient r(Na + K) / r(Ca + Mg) are equally low (mostly below 0.02, Tab. 5), which excludes the influence of hydrolytic decomposition of silicate minerals on the chemical type of water (low proportion of clay minerals). Si concentrations within all monitored sites range only in the diapason from 0.54 to 1.4 mg·L<sup>-1</sup>. Sulphates occur in the cave waters in concentrations from 0.83 to 28.39 mg·L<sup>-1</sup>, with an average value of only 6.0 mg·L<sup>-1</sup>. The average value of the characterization coefficient rSO<sub>4</sub>/M is 0.019, which is less than the average value of this coefficient given for groundwater of Triassic limestones of the Slovak Paradise (Slovenský Raj Mts.) (0.041; Bajtoš et al., 2010).

Ice samples of recent hanging forms have been taken from the cave only twice so far as additional information to the characteristics of the chemical composition of seepage waters that participate in their formation. Significant differences were found between their TDS and the TDS of the seepage waters. Although the waters from the melted ice were also of the basic significant Ca-HCO<sub>3</sub> type with proportion of A<sub>2</sub> component in the range of 52 to 72 meq·L<sup>-10</sup> (Tab. 6), their mineralization was 6 to 10 times lower than in the case of seepage waters. How is such a big difference possible? These values are rather comparable with the results of Tereková (1990) from 2 samples of frost deposit from the Small and Great Halls, whose TDS was equally low (19.15 mg·L<sup>-1</sup> and 31.54 mg·L<sup>-1</sup>), or with the results of TDS of the floor ice (81.07 mg·L<sup>-1</sup>, 70.36 mg·L<sup>-1</sup>, 46.3 mg·L<sup>-1</sup>). According to Mulvaney et al. (1988) by freezing mineralized waters, a complex of a multiphase substance containing solid, liquid and gaseous phases is formed. When the mineralized seepage water (aqueous solutions) in the cave freezes, the so-called salt displacement takes place. Some dissolved components reach the saturation limit and precipitate as cryogenic minerals or e.g. powder forms of microcrystalline carbonates (Orvošová, 2012). It is possible that such mineralization may also be associated with low TDS of melted ice, provided that higher mineralized frost inclusions did not enter the solution when the sample was melted.

According to Peško (2000), in terms of thermodynamic equilibriums and the ability of the cave waters to further form or destroy the cave decoration, the values of calcite imbalance indices in seepage waters range from 1.07 to 1.43 in negative values, indicating their ability

Tab. 6. Palmer-Gazda characteristics and main characteristic coefficients of ice waters from broken ice stalactites (Great Hall). Explanations: c – molarity, z – oxidation number, rSO<sub>4</sub>/M – M is sum of cations and anions in meq·L<sup>-10</sup>, r – concentrations in meq·L<sup>-10</sup>, pCO<sub>2</sub> – partial pressure of CO<sub>2</sub>

	rMg/rCa	rSO <sub>4</sub> /M	r(Na+K)/ r(Ca+Mg)	S <sub>1</sub> (NO <sub>3</sub> ) (c·z%)	S <sub>1</sub> (Cl) (c·z%)	S <sub>1</sub> (SO <sub>4</sub> ) (c·z%)	S <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) (c·z%)
26. 6. 2019	0.07	0.06	0.332	2.95	11.60	12.4	2.95
4. 9. 2019	0.06	0.05	0.118	2.17	15.57	3.04	2.17
	S <sub>2</sub> (Cl) (c·z%)	S <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) (c·z%)	A <sub>1</sub> (c·z%)	A <sub>2</sub> (c·z%)	A <sub>3</sub> (c·z%)	P <sub>CO2</sub> (MPa)	
26. 6. 2019	0.00	0.00	19.28	52.33	1.24	2.81x10 <sup>-6</sup>	
4. 9. 2019	0.00	6.12	0.00	71.89	1.21	7.45x10 <sup>-7</sup>	

o further dissolve the limestone bedrock. Our observations have not yet confirmed these results. Seepage waters in the Small Hall had values of saturation indices with respect to calcite greater than zero during all samplings. The same result was obtained for most other samples, with the exception of seepage water in the Collapsed Dome, where the sample from the March sampling was under-saturated with respect to calcite. The main reason for these differences may be the fact that only the EC value and temperatures were measured in situ during the 1998 sampling, other indicators, including bicarbonates and pH, were determined only subsequently in the laboratory, which may have skewed the results. Also, the older procedure of recalculation of saturation indices, which did not use the PHREEQC-2 program, is not obvious. From the point of view of saturation of seepage waters respect to calcite, according to our results, a certain spatial and temporal heterogeneity is shown (Fig. 9). It is unambiguously possible to state the highest saturation of the waters of the

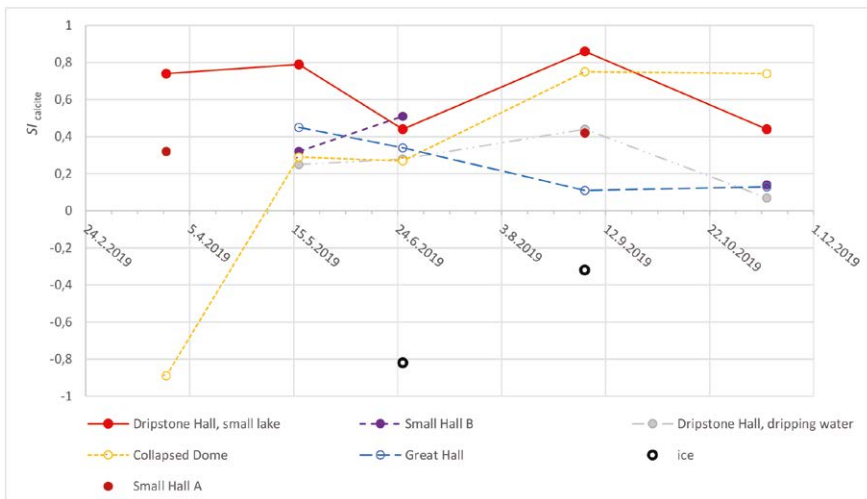


Fig. 9. Diagram of the cave waters saturation with respect to calcite

sinter lake in the Dripstone Hall (average value is up to 0.65), where the water has the best conditions for gradual saturation. The equilibrium state prevails in seepage waters, provided that we consider the interval -0.5 to + 0.5 (according to Pačes, 1983). The under-saturation of seepage waters with respect to calcite is associated with more intense seepage at the time of collection. From the existing data, a positive correlation was found between the values of the equilibrium indices with respect to calcite and the TDS. The value of the correlation coefficient was calculated to a value of 0.76, which is a relatively high number. The sample from the Collapsed Dome from March 27, 2019, which had an  $SI$  value of only -0.89 at TDS of  $307.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , was not included in this correlation. The reason was the low pH value (6.8), which was not confirmed in further samples. Significant differences between the saturation of seepage waters to the calcite of glaciated and non-glaciated parts have not yet been confirmed. However, differences in saturation over time are shown. In the case of dolomite, the state of under-saturation prevails in the case of seepage waters (Fig. 10); In the case of gypsum, the state of under-saturation applies to all cave waters. For ice samples, there is a state of under-saturation with respect to calcite, dolomite and gypsum. By its melting, the most aggressive waters towards the limestone bedrock are formed.

In terms of quality, the waters of the cave are of good quality within the monitored chemical indicators. Commonly occurring pollutants in karst waters had their concentrations

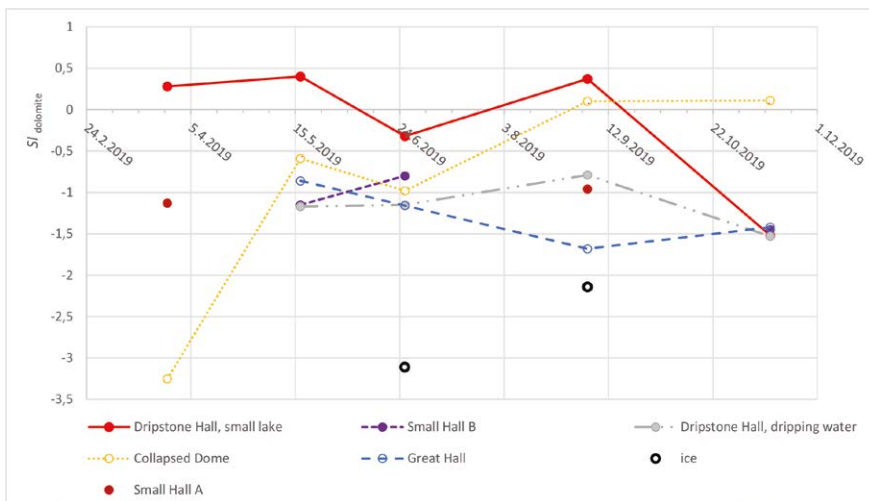


Fig. 10. Diagram of the cave waters saturation with respect to dolomite

mostly below the limit values set by the Decree of the Ministry of Health of the Slovak Republic no. 247/2017 Coll. The only exceptions were higher concentrations of iron in the Dripstone Hall and in one case higher concentrations of manganese in the Small and Dripstone Halls. The worse situation was in the case of ammonium ions, where in up to 52% of cases the specified contents exceeded the limit values of the Decree, i. e. concentration  $0.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . These were mostly higher concentrations from all sampling points at sampling on May 17, 2020; September 4, 2020 and November 13, 2020, with the exception of leaks in the Collapsed Dome. Due to such an area increase and also due to higher average values of this indicator in precipitation waters, it is possible to look for the origin of their higher concentrations in precipitation. Also in the case of  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  values as an indirect indicator of the content of organic substances in water, concentrations higher than  $3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  were identified in up to 62% of samples, which is the limit value set by the Decree. In this case, the higher values are probably more related to the higher content of organic substances in the cave overburden, as in older precipitation analyses these values were mostly below  $2.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . With the exception of the Collapsed Dome, the highest values were again measured in samples taken on November 13, 2019. In the case of magnesium, the recommended value set by the standard was not reached at any of the sampling points. Only ammonium ion concentrations were exceeded in ice samples. The good water quality in the cave from a chemical point of view is related to the minimal anthropogenic influence at the surface of the area. Chlorides, nitrates, but also some other chemical components ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) have their origin mainly in rainwater, a higher proportion of organic matter probably comes from the soil cover. From a microbiological point of view, according to the Decree 247/2017, water samples did not comply with the limit values for mass supply in the indicator of coliform bacteria at all sampling points during all sampling campaigns, with the exception of the November sampling in the Great Hall. For KM22, the cut-off value was exceeded in 27% of samples, especially in the case of samples from the Great and Small Halls. However, the exceedance in terms of frequency was minimal, as with KM36. This indicator was documented to be exceeded in 77% of samples.

The presence of psychrophilic/psychrotolerant microbiota was detected in the examined samples. Microbiota quantification has two methodological aspects. The first means the

determination of the total (absolute) number of microorganisms in the sample, i.e. the culturable and non-culturable component by epifluorescence microscopy. This technique makes it possible to capture any microbial cell present in the sample. The second aspect is the determination of the cultivable (relative) number of microorganisms in a sample by culturing methods. Cultivable microorganisms are those that are able to grow under given culture conditions (substrate, incubation conditions). However, these culture conditions do not satisfy all the microorganisms present in the analysed samples. We therefore assume that the real numbers of microorganisms, which express the indicators KM22 and KM36, will be at least one order of magnitude higher in the waters.

## CONCLUSIONS

The ice mass of the Dobšiná Ice Cave is a witness to how water entered the cave for centuries, where it changed its state and formed an ice monolith under suitable conditions. Its current monitoring allows us to clarify the conditions for the formation of its chemical composition and determine its qualitative character.

According to previous results (24 analyses of water in 2019 from seven different sampling points), the waters of the Dobšiná Ice Cave in terms of genetic classification belong to atmospheric waters with petrogenic mineralization. Their chemical composition is closely correlated with the mineralogical-petrographic character of the rock environment, which is dominated by Middle Triassic limestones. The waters are moderately mineralized with an average TDS value of  $255 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . They represent the  $\text{Ca-HCO}_3$  chemical type of water. The average representation of the main cations in water is in the order  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+$ ;  $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$  applies to the anions. The results so far have shown an influence on the chemical composition of the cave waters mainly from the already mentioned mineralogical-petrographic composition of the rock environment, amount and physico-chemical properties of precipitation waters, nature of soil cover and vegetation in the cave overburden and longevity of water interaction with rock environment. Within the cave, only a small spatial and temporal variability of the chemical and microbiological composition of the water was confirmed, which of the above-mentioned factors is mainly influenced by the overburden thickness and the length of interaction with the rock environment. The condition for more accurate interpretations is a larger number of samples, which will be gradually implemented. The seepage waters of the cave are most often in equilibrium with calcite in terms of saturation, at the same time they are under-saturated with respect to dolomite. The highest water saturation compared to calcite and dolomite is shown in the stagnant waters of the ponds of the non-glaciated parts of the cave.

Cave waters are of relatively good chemical and microbiological quality. The most frequent undesirable increase in  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  and  $\text{NH}_4^+$  values, faecal contamination of water was not recorded. Microbiological analysis confirmed the permanent presence of culturable psychrophilic and psychrotolerant microbiota in seepage water and sinter lake water samples.

The qualitative aspect of the chemical and microbiological composition of waters reflects relatively low anthropogenic risks and factors predisposed to their contamination. There are mostly forest habitats in the overburden of the cave. With the exception of the entrance area of the cave, there are no buildings or landfills. Pursuant to Government Regulation no. 69/2016 SR above the cave and in its immediate vicinity is zone A of the Slovak Paradise (Slovenský raj Mts.) National Park with the strictest 5<sup>th</sup> degree of protection, which limits unwanted activities in this area.

Research is planned to continue in 2020. Prospectively, further sampling of the cave waters supplemented with rainwater samples, complex processing of samples and

summarization of all achieved results is planned. In ongoing research, the microbial profile of the cave's seepage water will continue to be monitored together with the microbial profile of the floor ice. It was also monitored in 2019, but its results are not part of this paper. Their mutual interaction will be investigated in more detail. It is also intended to monitor the qualitative taxonomic structure of putative dominant psychrophilic bacterial groups, such as non-fermenting bacteria, firmicutes and actinobacteria.

**Acknowledgements:** The authors of the article would like to thank P. Staník (State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration) for help in water sampling in the Cave, M. Šramelová (Comenius University in Bratislava, Faculty of Natural Sciences, Department of Hydrogeology) for help in the field and laboratory analyses and Dobšiná Ice Cave staff for cooperation in research.

## REFERENCES

- Bajtoš P., Cicmanová S., Gregor M., Gluch A., Suchá G. & Blahut J. 2010. Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Slovenského raja v mierke 1 : 50 000 [Basic hydrogeological and hydrogeochemical map of the Slovak Paradise (Slovenský raj Mts.) at a scale of 1: 50 000]. Čiastková záverečná správa. ŠGÚDŠ Bratislava. 167 p. (in Slovak).
- Bella P. 2003. Glaciálne ablačné formy v Dobšinskej ľadovej jaskyni [Glacial ablation forms in the Dobšiná Ice Cave]. *Aragonit*, 8, 3–7 (in Slovak).
- Bodiš D., Kordík J. & Slaninka I. 2012. Variabilita chemického zloženia zimných zrážok na Slovensku za 36 rokov pozorovania [Variability of chemical composition of winter precipitations in Slovakia for 36 years of observation]. *Mineralia Slovaca*, 44, 443–460 (in Slovak).
- Droppa A. 1957. Dobšinská ľadová jaskyňa [Dobšiná Ice Cave]. *Geografický časopis*, 9, 2, 99–118 (in Slovak).
- Hřáková R., Ženišová Z. & Seman M. 2010. Chemická analýza vody v hydrogeológii. [Chemical analysis of water in hydrogeology]. Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, 166 p. (in Slovak).
- Gazda S. 1974. Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. [Groundwater chemistry of the Western Carpathians and its genetic classification]. In Leško B. (Ed.): Materiály z III. celoslovenskej geologickej konferencie, II. časť. Bratislava, Slovenský geologický úrad, pp. 43–50 (in Slovak).
- Géczy J. & Kucharič L. 1995. Stanovenie mocnosti ľadovej výplne vo vybraných miestach Dobšinskej ľadovej jaskyne [Determination of the ice thickness at selected sites of the Dobšiná Ice Cave]. In Bella, P. (Ed.): Ochrana ľadových jaskýň, Proceedings, Dobšiná Ľadová Jaskyňa 21. – 22. 9. 1995. SŠJ, Liptovský Mikuláš, pp. 17–23 (in Slovak).
- Häusler J. 1994. Mikrobiologické kultivační metody kontroly jakosti vod. [Microbiological cultivation methods of water quality control] Díl II. Ministerstvo zemědělství České republiky, 164 p. (in Czech).
- Horáková M., Janda V., Koller, J., Kollerová L., Palatý J., Koubíková J., Pokorná D., Ptáková H., Schejbal P., Smrečková Š., Strnadová N., Sýkora V. & Ptáková H. 2003. Analytika vody [Water analytics]. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 335 p. (in Czech).
- Mulvaney R., Wolff E. W. & Oates, K. 1988. Sulfuric acid at grain boundaries in Antarctic ice. *Nature* 331, 247–249.
- Novotný L. & Tulis J. 2000. Litologické a štruktúrne-tektonické pomery sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne [Lithological and structural-tectonic settings of the accessible part of Dobšiná Ice Cave]. In Bella P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999. SŠJ, Liptovský Mikuláš, pp. 59–65 (in Slovak).
- Novotný L. & Tulis J. 2005. Kras Slovenského raja [The karst of the Slovak Paradise (Slovenský raj Mts.)]. Správa slovenských jaskýň, Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš; Knižné centrum, Žilina, 175 p. (in Slovak).

- Orvošová M. 2012. Orientačný experiment pomalého mrazenia jaskynnej vody a jeho prvé výsledky [Orientation experiment of slow freezing of cave water and its first results]. *Sinter*, 21, 5–8 (in Slovak).
- Pačes T. 1983. *Základy geochemie vod* [The basis of water geochemistry]. Praha. Academia. 304 p. (in Czech).
- Parkhurst D. L. & Appelo C. A. J. 1999. PHREEQC-2, A Hydrogeochemical Computer Program. U.S. Geological Survey Water Resources Investigation Report 99–4259, 312 p.
- Peško M. 2000. Fyzikálno-chemické vlastnosti presakujúcich atmosférických vôd v Dobšinskej ľadovej jaskyni [Physico-chemical properties of seeping atmospheric waters in the Dobšiná Ice Cave]. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*, Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, pp. 107–111 (in Slovak).
- Pitter P. 2009. *Hydrogeochemie* [Hydrogeochemistry]. Praha, Vydavatelství VŠCHT, 579 p. (in Czech).
- Tereková V. 1990. Výskum hydrochemických pomerov sprístupnených jaskýň Slovenska – Dobšinská ľadová jaskyňa [Research of hydrochemical conditions of show caves in Slovakia – Dobšiná Ice Cave]. *Záverečná správa*, archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 20 p. + appendices (in Slovak).
- Tulis J. & Novotný L. 1995. Čiastková správa o morfometrických parametroch v zaľadnených častých Dobšinskej ľadovej jaskyne [Partial report on morphometric parameters in the glaciated parts of Dobšiná Ice Cave]. In Bella, P. (Ed.): *Ochrana ľadových jaskýň*, Proceedings, Dobšinská Ľadová Jaskyňa 21. – 22. 9. 1995. SSJ, Liptovský Mikuláš, pp. 25–28 (in Slovak).
- Tulis J. & Novotný L. 2020. *Atlas Dobšinsko-stratenského systému* [Atlas of the Dobšinsko-stratenský Cave System]. Vydal Speleologický klub Slovenský raj vo vydavateľstve GEORG, Žilina, 211 p.
- Vyhláška č. 247 / 2017 Z. z. Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou [the Decree of Slovak Health Ministry No. 247/2017 Coll., which lays down details on drinking water quality, drinking water quality control, monitoring program and risk management at drinking water supply]

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	58/1	39 – 67	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2020
--------------------------------------------	------	---------	------------------------

## THE STRUCTURE AND LONG-TERM DYNAMICS OF BAT ASSEMBLAGE HIBERNATING IN THE DOBŠINÁ ICE CAVE

ZUZANA VIŠŇOVSKÁ<sup>1</sup> – MARCEL UHRIN<sup>2,3</sup> – ANDREA HÁJKOVÁ<sup>4</sup> \*

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

<sup>2</sup> Department of Zoology, Institute of Biology and Ecology, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Šrobárova 2, 041 54 Košice, Slovakia; marcel.uhrin@gmail.com

<sup>3</sup> Slovak Speleological Society, Speleoclub Tisovec

<sup>4</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Paradise National Park, Štefánikovo nám. 9, 052 01 Spišská Nová Ves, Slovakia; andrea.hajkova@sopsr.sk

**Abstract:** The paper provides an overview of knowledge about bats wintering in the Dobšiná Ice Cave near the village Stratená (Slovenský raj Mts., eastern Slovakia), including the latest original results for the period 1999–2019. It contains an evaluation of the long-term qualitative and quantitative characteristics of the local bat assemblage. Altogether, the presence of 14 bat species has been known in the cave up to now. Nine of these species were recorded hibernating inside the cave during the winter seasons 1999–2019 (*Myotis mystacinus*, *Myotis brandtii*, *Myotis nattereri*, *Myotis myotis*, *Myotis blythii*, *Myotis dasycneme*, *Epescicus nilssonii*, *Barbastella barbastellus*, *Plecotus auritus*). The last hibernation of *Myotis bechsteinii* in the cave was observed in 1996, and four other species are known only from an analysis of bat skeletal remains (*Rhinolophus hipposideros*, *Myotis daubentonii*, *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus noctula*). The cave represents a noteworthy underground wintering roost of the cold-adapted forest bat species *M. mystacinus*, *M. brandtii* (max. 643 individuals of both species together) and *E. nilssonii* (max. 64 ind.) in Central Europe, with significant representation of other species, such as *P. auritus* (max. 14 ind.), *M. dasycneme* (max. 13 ind.) and *M. nattereri* (max. 7 ind.), being of national importance. From the long-term perspective (since 1962), a gradually increasing population trends have been recorded for the *M. mystacinus/brandtii* group and *E. nilssonii* and a slightly increasing population trend for *M. dasycneme*, in contrast to a slightly decreasing trend for the *M. myotis/blythii* group. The population trends of other bat species could not be exactly detected. The composition of the wintering bat community in particular parts of the Dobšiná Ice Cave is significantly different. Glaciated parts are occupied by *E. nilssonii* almost exclusively (over 93% of all bats there), while the microclimatically warmer, non-icy spaces of the cave are characterized by eudominant representation of *M. mystacinus* and *M. brandtii* (over 92% of all bats here). The Kvapľová sieň Hall is the space with both the highest species diversity and the highest abundance of bats within the cave. A grouping of the major part of the *M. mystacinus/brandtii* population into tight clusters is typical here, with the cluster size between 2–105 individuals. Regarding data on banded bats, a 32-year-old male *M. brandtii* was recorded in the cave in 2005.

**Key words:** Chiroptera, bat hibernacula, abundance, long-term changes, winter census, Slovenský raj Mts., Slovakia

\* In this paper we also used unpublished original data from the written estate of chiropterologist Lucia Bobáková (†33). Her intensive field research during the years 1999–2006 contributed significantly to the knowledge of bat fauna in the Dobšiná Ice Cave. We dedicate this article to her memory.

## 1. INTRODUCTION

The Dobšiná Ice Cave (“Dobšinská ľadová jaskyňa” in Slovak) is a rare natural karst phenomenon of worldwide importance. It is unique in the unusually large volume of ice in the mid-mountain position of the temperate climate zone, below the alpine zone (Bella & Zelinka, 2018). The cave is also one of the most significant hibernating sites for bats in Europe. Based on the Agreement on the Conservation of Populations of European Bats (EUROBATS; [https://www.eurobats.org/activities/intersessional\\_working\\_groups/underground\\_sites](https://www.eurobats.org/activities/intersessional_working_groups/underground_sites)), the Dobšiná Ice Cave was listed among the underground sites of European importance, together with the Stratená jaskyňa and Duča caves, which are other parts of the same underground Dobšiná-Stratená Cave System having a total length of more than 25 km (Uhrin, 1998; Višňovská et al., 2017; Tulis & Novotný, 2020).

The Dobšiná Ice Cave is one of a few underground sites in Slovakia where a long-term winter monitoring of bats has been performed, in this case for almost seven decades. This makes it one of the most valuable model sites in Europe. The aim of this paper is to provide an overview of previous and recent knowledge about the Dobšiná Ice Cave from a chiropterological aspect. The paper can be considered as a continuation of the summary publications (Uhrin, 1998; Bobáková, 2002b) dealing with the bat community in the Dobšiná Ice Cave since the early period after the cave’s discovery at the end of 19th century until 2001. It presents a synopsis of both published and the latest original results from winter censuses of bats for the period 1999–2019 (hereinafter referred to, in some cases, as the “last research period”). Evaluating the qualitative and quantitative characteristics of the local bat assemblage as well as a long-term changes in abundance of bat species populations from the studied cave are given in more detail. We also present the main records and new data from analyses of fossil remains of bats and bat banding.

## 2. LOCATION AND CHARACTER OF THE SITE

The Dobšiná Ice Cave is located in the southern part of the Slovenský raj (Slovak Paradise) National Park, north of the town of Dobšiná (Rožňava District) in eastern Slovakia. Slovak Paradise represents one of the most important karst areas in the Western Carpathians, with numerous caves, including the third longest cave system in Slovakia (Dobšiná-Stratená Cave System) (Tulis, 2017). The cave is a typical example of glaciation of descending sack-like cavity-trapped cold air.

The entrance to the Dobšiná Ice Cave (N 48°51'48'', E 20°18'43''), northwest-facing in a coniferous forest, is located on the north-western slope of Duča Hill (1,141 m) at an elevation of 969 m above sea level and 130 m above the bottom of the Hnilec River valley. The cave entrance/exit is closed by a lattice enclosure, which enables the bats to fly through it. The cave is 1,483 m long with a vertical span of 75 m (Tulis & Novotný, 2020) and consists of the main large chamber filled with perennial ice masses as well as partly glaciated and deeper non-glaciated parts (Fig. 1). The air temperature in the glaciated parts of the cave usually varies from -3.8 to +0.5 °C and in the non-glaciated parts from +0.8 to 3.5 °C (e.g. Tulis, 2017).

The cave was discovered on 15 June 1870 and has been opened to the public since 1871. Nowadays, the show path is 515 m long and passes only through the icy parts of the cave (Lalkovič, 1994; Bella et al., 2018). The cave is closed to the public each year from October to mid-May.



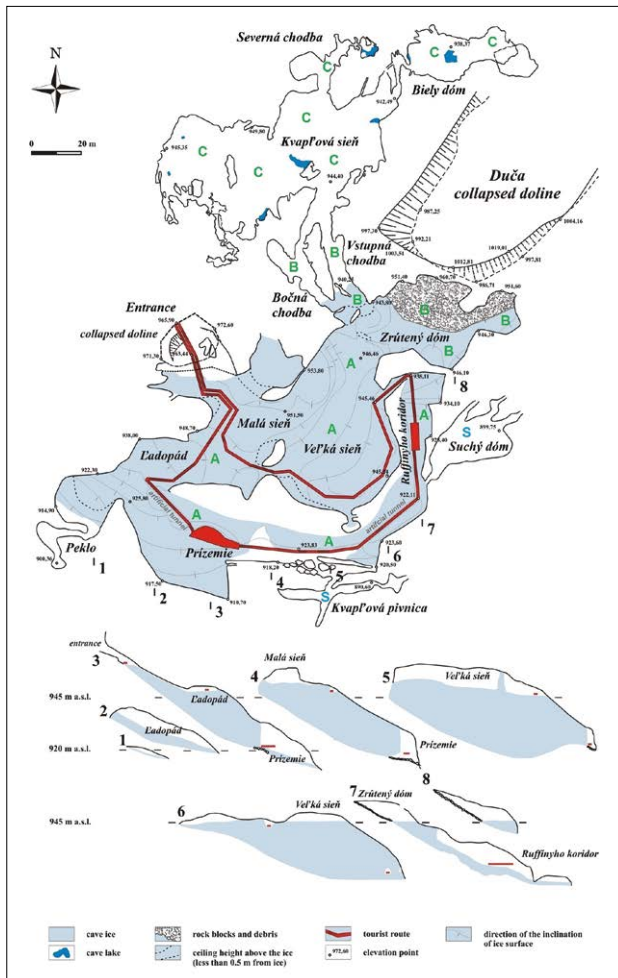


Fig. 1. Map of the Dobšiná Ice Cave showing the glaciated (A), partially glaciated (B) and non-glaciated (C) spaces regularly inspected and other spaces (S) surveyed only once or twice during the winter monitoring of bats for the period 1999 – 2019 (the map source with the cross-sections through its ice fill from Tulis et al., 1999)

### 3. HISTORY OF BAT RESEARCH UNTIL 1999

From the period shortly after the discovery of the Dobšiná Ice Cave (1870) we have no mentions of the occurrence of bats in the cave. This is logical from the knowledge we have today, because at that time only the icy parts of the cave, where bats tend to occur only in winter and in relatively low numbers, moreover, mostly hidden in rock crevices and cavities, were known. The attention of first researchers was focused primarily on researching the cave's glaciation phenomenon, and not on the possible presence of animals (Uhrin, 1998).

The first specific mentions on the presence of bats in the Dobšiná Ice Cave date from 1925 (Lalkovič, 1994). During a visit to the lower parts of the cave by the members of Carpathian Club in September and October 1925, they noticed the presence of a large number of bats without a specific identity in the abyss space called Peklo (Hell), as well

as the bones of various mammal species at the bottom of this non-glaciated chamber. However, the real beginnings of research on bats in the cave date to the middle of the 20th century (Mošanský, 1957; Vachold, 2003).

In August 1947, new non-glaciated spaces were discovered in the northern upper part of the cave. Today they are called the Vstupná chodba (Entrance Passage), Kvapľová sieň (Dripstone Hall) and Biely dóm (White Dome), and they subsequently became a subject of interest for zoologists. The first exact data on the species composition and abundance of bat assemblages as well as some ecological aspects date back to the period from the 1950s to the 1970s. In the winter of 1951, Mošanský (1957) mentioned a mass presence of the whiskered bat (*Myotis mystacinus*) in the Kvapľová sieň Hall (note: at that time *M. mystacinus* had not yet been distinguished from a very similar related species of *M. brandtii* in Slovakia). After the discovery of winter colonies of *M. mystacinus*, the founder of modern Slovak chiropterology, Július Vachold, studied bats in the cave. Part of the material from his winter collections of bats for the period 1951 – 1958 is currently stored in the collections of the East Slovak Museum in Košice (Vachold, 1956, 2003; Mošanský, 1981). During this period, in addition to the mentioned whiskered bat, the occurrence of three other species was confirmed: *Myotis myotis*, *Myotis blythii* and *Eptesicus nilssonii*. At the beginning of the 1960s, a systematic research of bats began in the cave under the leadership of the founders of the Czechoslovak or Czech school of chiropterology, Jiří Gaisler and Vladimír Hanák. In the winters between 1963–1973, they counted and banded bats in detail here (Gaisler & Hanák, 1970, 1972, 1973; Gaisler et al., 2003). The data they obtained about the wintering bat community currently provide us with valuable data for evaluating the development of local populations of individual species of bats over a relatively long period of time. Thanks to a taxonomic revision of *M. mystacinus* carried out by Hanák (1965, 1970, 1971), also on the basis of material from the Dobšiná Ice Cave, a new separate species – the Brandt's bat (*Myotis brandtii*) – was included in the fauna of the then Czechoslovakia. Osteological material of bats collected from several non-glaciated spaces of the cave was analysed by Horáček (1976). These findings document the composition of the bat community in the subrecent period to Holocene. Findings from the winter censuses for the period 1979–1988 (Ivan Horáček, František Bernadovič, Stanislav Šroll and others) have been summarized in review works of a synecological nature (Gaisler, 1975; Obuch, 1994; Uhrin, 1998).

Regular winter bat censuses have been renewed since 1995 thanks to the Slovak Bat Conservation Society (abbreviated SON – mostly by Marcel Uhrin, Ervín Hapl, Lucia Bobáková, Ján Obuch, Michal Šara and others) in cooperation with Czech chiropterologists (Ivan Horáček, Josef Hotový, Petr Benda, Radek Lučan and others), been coordinated by the Slovak Caves Administration, or the State Nature Conservancy of the Slovak Republic, respectively. A summary of the results for the period 1995–1999, as well as a thorough review of previous faunistic data including a complex bibliography until 1999 referring to bats of the Dobšiná Ice Cave, were compiled by Uhrin (1998) and Bobáková (2002b).

#### 4. BAT RESEARCH AFTER 1999

The SON members also continued their chiropterological monitoring of this important locality after 1999. Since 2008, experts from the Slovak Caves Administration (Zuzana Višňovská and others), the Slovak Paradise National Park Administration (Andrea Hájková and others) and occasionally from other organizational units of the State Nature Conservancy of the Slovak Republic (Štefan Matis, Peter Bryndza, Ivan Bryndza and others), have been more actively involved in the monitoring. The main data analysed in this paper include the results of the above-mentioned chiropterological research and

monitoring, referring to the period from September 1999 to February 2019 (i.e. the winter seasons from 1999/2000 to 2018/2019). We supplement our own results with the available literature and the original data of other persons with the intention of presenting a synthesis of this knowledge. A total of 56 winter bat censuses (only a method of visual searching) were performed in the Dobšiná Ice Cave during 18 different winter seasons. Some counts are missing from the data set for two particular years (2009 and 2012) for different reasons. Partial bat records related to the period under study have already been published (Bobáková, 2002a,b, 2004a, Uhrin et al., 2008; Višňovská et al., 2017). Several others are available in the form of monitoring reports, brochures from winter censuses, or thesis (Bobáková, 2001a,b, 2002c, 2004b, 2005, 2006; Lehotská & Lehotský, 2002; Pjenčák & Fulín, 2006a, b, c; Pjenčák, 2008; Uhrin, 2013) – we include these data in the parts “New winter data since 1999” within the chapter “Overview of bat species”.

The most complex chiropterological research in the cave was conducted on a monthly investigation schedule during the years 1999–2003 by Lucia Bobáková and collective (Bobáková, 2001a, 2002a, 2004a). This research provided, in much more detail than ever before, knowledge about the entire assemblage of bats, including its seasonal dynamics, spatial distribution, character, and the wintering strategy or mechanism of clustering of bats on the site. It has been confirmed that the cave is used by bats almost exclusively during winter season.

Since 2004, visual controls of bats have been carried out at the site only once or twice each winter season, most often in February. In order to obtain as complete data on bats as possible, a combination of the following methods was used:

**(I) Visual survey on a constant route.** The method is based on regular winter surveys of bats on a constant trail in order to learn more about the abundance and distribution of bat populations in Dobšiná Ice Cave. During each visit, particular bat species, their abundance and spatial distribution, together with a measuring of the air temperature using a Checktemp 1 digital thermometer (between 2008–2019, see Tab. 1), were recorded in the cave. The constant trail passes through all the parts open to public (along the show path) and several parts closed to the public (Fig. 1). For the purposes of this article, the constant route was divided into three main parts: (A) glaciated cave spaces: Malá sieň (Small Hall) – a space covered with ice close to the cave entrance, open to public; Veľká sieň (Great

Tab. 1. Range of air temperature values recorded in particular parts of the Dobšiná Ice Cave during February surveys of bats in 2008–2019

Part of the cave	Air temperature (°C)	
	T min.	T max.
<b>glaciated spaces</b>		
Malá sieň	-4.2	-0.5
Veľká sieň	-3.6	-0.4
Ruffinyho koridor – Kaplnka	-2.8	-0.7
nad Peklom	-3.9	-0.9
<b>partly glaciated spaces</b>		
Zrútený dóm	-2.6	0.6
Vstupná chodba – Bočná chodba	-2.2	2.3
<b>non-glaciated spaces</b>		
Kvapľová sieň	3.0	4.4
Biely dóm	3.5	3.9
Severná chodba	4.2	4.5

Hall) – the largest icy part of a dome character with an air temperature in February usually from -3.6 to -0.4 °C, open to public; some partly icy small cavities directly neighbouring with the spaces of Malá sieň and Veľká sieň, such as Ružová záhrada (Rose Garden) and Malá opona (Small Curtain); Ruffinyho koridor (Ruffiny’s Corridor), Kaplnka (Chapel), Prízemie (Ground Floor), “nad Peklom” (“above Hell”) and Ľadopád (Icefall) – icy spaces in the lower part of the cave with an air temperature in February usually in the range of -3.9 to -0.7 °C, open to public; (B) partly glaciated cave spaces: Zrútený dóm (Collapsed Dome) – a partly icy larger chamber neighbouring the icy space of Veľká sieň with an air temperature varying around the freezing point, closed to the public; Vstupná chodba (Entrance Passage) and Bočná chodba (Side Corridor) together with Hroznová sieň (Grapes Hall) – two parallel cold passages connecting the icy and back non-icy parts of the cave, closed to the public; (C) non-glaciated cave spaces: Kvapľová sieň (Dripstone Hall) – the largest unglaciated space in the upper part of the cave with an average temperature +3.5 °C, closed to the public; Biely dóm (White Dome) – the back unglaciated space of the cave with an average temperature +3.7 °C, closed to the public; Severná chodba (North Passage) – a narrow side corridor running from Kvapľová sieň, an air temperature reaching here up to 4.5 °C, closed to the public.

**(2) Occasional survey.** This supplementary method was used for an occasional visual survey of cave parts not included in the constant trail in order to record the presence and abundance of bats there. Such a space is Suchý dóm (Dry Dome), which was surveyed once during the research period – on 12 February 2008 by Š. Matis (unpubl.), and also Kvapľová izbica (Dripstone Cellar), surveyed twice in total – both times in February, in 2000 and 2001 (Bobáková, 2002a). These are the smaller non-glaciated chambers in the lowest part of the cave (Fig. 1), but their entrance parts have recently been almost clogged with ice.

We used the names of cave spaces according to Tulis & Novotný (2020). As a winter season “*sensu stricto*” we mean in this paper the period from November to March. But in the case of reporting on intra-season variations in the total abundance of bats, we evaluate the period from September to May as a winter season “*sensu lato*”.

The full scientific names of the bat species (Chiroptera) and their abbreviations used in the text and tables are as follows: *Rhip* – *Rhinolophus hipposideros* (Borkhausen, 1797), *Mmyo* – *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797), *Mbly* – *Myotis blythii* (Tomes, 1857), *Mmyo/bly* – *Myotis myotis/blythii*, *Mbech* – *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817), *Mnat* – *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817), *Mmys* – *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817), *Mbra* – *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845), *Mmys/bra* – *Myotis mystacinus/brandtii*, *Mdau* – *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817), *Mdas* – *Myotis dasycneme* (Boie, 1825), *Msp.* – *Myotis* species, *Enil* – *Eptesicus nilssonii* (Keyserling et Blasius, 1839), *Eser* – *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774), *Paur* – *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758), *Bbar* – *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), *Nnoc* – *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), indet. – indeterminate species, ind. – individual, in litt. – “*in litteris*” (in personal writing correspondence), unpubl. – not yet published. In this paper, the pairs of morphologically similar and related species *Myotis myotis* and *M. blythii* as well as *M. mystacinus* and *M. brandtii* were assessed together as group taxa – *M. myotis/blythii* and *M. mystacinus/brandtii*, respectively. Data and abbreviations in the parts “New winter data since 1999” within the chapter “Overview of bat species” mean as follows: date in the order: day, month and year – number of detected live individuals (the number of fresh cadavers in parentheses, if detected) – names of the determiners or counting persons, respectively (the data source in parentheses, if present).

## 5. RESULTS AND DISCUSSION

### 5.1. OVERVIEW OF BAT SPECIES

#### **Lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*)**

Published records since 1999: none.

New winter data since 1999: none.

The long-term absence of representatives of the genus *Rhinolophus* from the Dobšína Ice Cave is apparent not only during a hibernation period, but practically throughout the year (Uhrin, 1998; Bobáková, 2002a). Due to the ecological demands of horseshoe bats, considered to be thermophilic forms, the current microclimatic conditions in this cave are inappropriate for their hibernation. The only two known records of horseshoe bats from this cave are from the analysis of skeletal remains of the Holocene and older subrecent period collected from the Kvapľová sieň Hall. Both findings are related to the species *R. hipposideros* (Horáček, 1976; Obuch, 2012).

#### **Whiskered bat (*Myotis mystacinus*) and Brandt's bat (*Myotis brandtii*)**

Published records since 1999: *M. mystacinus*, *M. brandtii*: from February 1999 to February 2001 (Bobáková, 2002a,b); from January to December 2003 (Bobáková, 2004a).

New winter data since 1999: *M. mystacinus*: 6. 9. 2001 – **1 ex.** – det. L. Bobáková & M. Šara (Bobáková, 2001b, 2004a); 2. 11. 2001 – **1 ex.** – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2001b, 2004a); 24. 11. 2004 – **11 ex.** – det. L. Bobáková & T. Bartonička (Bobáková, 2004b); 8. 2. 2010 – **7 ex.** – det. R. Lučan, P. Bačkor, P. Bryndza, I. Bryndza, P. Balko, M. Kubešová, E. Knotková & Z. Višňovská. *M. brandtii*: 6. 9. 2001 – **2 ex.** – det. L. Bobáková & M. Šara (Bobáková, 2001b, 2004a); 6. 2. 2002 – **1 ex.** – det. L. Bobáková, V. Hanák, I. Horáček & E. Suchomelová (Bobáková, 2002c; Lehotská & Lehotský, 2002); 11. 10. 2002 – **1 ex.** – det. L. Bobáková & M. Šara (Bobáková, 2002c); 24. 11. 2004 – **14 ex.** – det. L. Bobáková & T. Bartonička (Bobáková, 2004b); 25. 1. 2005 – **1 ex.** – det. E. Hapl, J. Obuch & R. Lučan (Bobáková, 2005; Pjenčák & Fulín, 2006b); 12. 2. 2008 – **1 ex.** – det. Š. Matis, Z. Višňovská & A. Hájková; 8. 2. 2010 – **22 ex.** – det. R. Lučan, P. Bačkor, P. Bryndza, I. Bryndza, P. Balko, M. Kubešová, E. Knotková & Z. Višňovská; 3. 2. 2011 – **4 ex.** – det. P. Pjenčák, Z. Višňovská, A. Hájková & L. Cibula. *M. mystacinus/brandtii*: 4. 3. 2001 – **258 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.; Bobáková, 2004a); 4. 4. 2001 – **231 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.; Bobáková, 2004a); 9. 5. 2001 – **226 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.; Bobáková, 2004a); 6. 9. 2001 – **51 ex.** – det. L. Bobáková & M. Šara (Bobáková, 2001b, 2004a); 4. 10. 2001 – **115 ex.** – det. L. Bobáková (Bobáková, 2001b, 2004a); 2. 11. 2001 – **158 ex.** – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2001b, 2004a); 8. 12. 2001 – **200 ex.** – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Šara (Bobáková, 2001b, 2004a); 9. 1. 2002 – **269 ex.** – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 6. 2. 2002 – **256 ex.** – det. L. Bobáková, V. Hanák, I. Horáček & E. Suchomelová (Bobáková, 2002c; Lehotská & Lehotský, 2002); 10. 3. 2002 – **239 ex.** – det. E. Hapl, M. Šara & D. Šara (Bobáková, 2002c); 23. 4. 2002 – **297 ex.** – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Detko (Bobáková, 2002c); 19. 5. 2002 – **250 ex.** – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2002c); ? 9. 2002 – **70 ex.** – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2002c); 11. 10. 2002 – **72 ex.** – det. L. Bobáková & M. Šara (Bobáková, 2002c); 14. 11. 2002 – **113 ex.** – det. L. Bobáková, K. Petrželková & D. Carlson (Bobáková, 2002c); 8. 12. 2002 – **204 ex.** – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 12. 2. 2004 – **393 ex.** – det. E. Hapl, I. Labudíková & M. Polačik (Bobáková, 2004b; Pjenčák & Fulín, 2006a); 24. 11. 2004 – **266 ex.** – det. L. Bobáková & T. Bartonička (Bobáková, 2004b); 25. 1. 2005 – **433 ex.** – det. E. Hapl, J. Obuch & R. Lučan (E. Hapl in

litt.; Bobáková, 2005; Pjenčák & Fulín, 2006b); 21. 12. 2005 – **311 ex.** – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2005); 4. 2. 2006 – **332 ex.** – det. L. Bobáková, I. Bryndza, Z. Polačiková & I. Labudíková (Bobáková, 2006; Pjenčák & Fulín, 2006c); 6. 3. 2007 – **333 ex.** – det. P. Bryndza, I. Bryndza, Z. Pochop & E. Denešová (Pjenčák, 2008); 12. 2. 2008 – **526 ex.** – det. Š. Matis, Z. Višňovská & A. Hájková; 8. 2. 2010 – **284 ex.** – det. R. Lučan, P. Bačkor, P. Bryndza, I. Bryndza, P. Balko, M. Kubešová, E. Knotková & Z. Višňovská; 3. 2. 2011 – **349 ex.** – det. P. Pjenčák, Z. Višňovská, A. Hájková & L. Cibula; 4. 3. 2013 – **507 ex.** – det. E. Hapl, M. Šara & M. Detko (Uhrin, 2013); 14. 2. 2014 – **453 ex.** – det. E. Hapl, D. Löbbová, Z. Višňovská, G. Benčuríková, M. Jarošíková & D. Csepányiová; 6. 2. 2015 – **395 ex.** – det. D. Csepányiová, L. Dovrtel, J. Rys & M. Šara; 11. 2. 2016 – **498 ex.** – det. Z. Višňovská, A. Hájková, L. Cibula & M. Lehocký; 8. 2. 2017 – **643 ex.** – det. Z. Višňovská, A. Hájková, M. Rendoš & L. Cibula (Višňovská et al., 2017); 15. 2. 2018 – **410 ex.** – det. Š. Matis, A. Hájková, Z. Višňovská & J. Popovics; 12. 2. 2019 – **505 ex.** – det. Z. Višňovská, L. Cibula & J. Richnavský.

Based on species-determined findings from the territory of Slovakia, *M. brandtii* has a scattered and often syntopical occurrence with *M. mystacinus* (Danko et al., 2012b). Both species are considered to be cold-adapted forms associated with forest ecosystems, which often hibernate in colder underground shelters especially in mountain and foothill areas in northern or central Slovakia (Kováč et al., 2014). Both species were confirmed as occurring in the Dobšiná Ice Cave thanks to a taxonomic revision of the whiskered bat carried out by Hanák at the turn of the 1960s and 1970s (Hanák, 1965, 1970, 1971). Analyses of further osteological material (Horáček, 1976; Obuch, 2012) from different parts of the cave confirmed a slight prevalence of the numbers of *M. mystacinus* over *M. brandtii*, as also indicated by the examination of hibernating bats carried out in an early chiropterological monitoring (Gaisler, 1975). Due to morphological similarity of the two bat species, they have typically not been distinguished during later regular winter bat censuses and only total numbers of *M. mystacinus/brandtii* have been recorded.

An open question for the present is the possible occurrence of the recently described European species *Myotis alcaethoe* von Helversen et Heller, 2001 in the Dobšiná Ice Cave. This species was taxonomically distinguished from the very similar species *M. mystacinus* and *M. brandtii* in specimens from Greece and Hungary (von Helversen et al., 2001). The occurrence of *M. alcaethoe* in Slovakia was recorded for the first time in the summer of 2001 at the entrance to Stĺpová jaskyňa Cave in the basaltic plateau of the Cerová vrchovina Uplands (Benda et al., 2003). No remains of *M. alcaethoe* have been recognized in Holocene and older skeletal material in the Dobšiná Ice Cave, but some older findings of bats belonging to the genera *Myotis* may represent this species (Sachanowicz et al., 2012; Gradziński et al., 2016).

The whiskered bat and the Brandt's bat are the most abundant and eudominant species in the cave (Tab. 2, Fig. 2). The mass occurrence of these two species represents the most important value of the Dobšiná Ice Cave from the chiropterological point of view. In the period 1999–2019, they accounted together for up to 84.55% of all bat finds in the cave. The seasonal peaks of *M. mystacinus/brandtii* abundance inside the cave varied from 297 to 643 individuals. The 643 individuals dated to February 2017 (Višňovská et al., 2017) represent the highest known number of wintering *M. mystacinus/brandtii* individuals that has been recorded in Dobšiná Ice Cave so far. The abundance of the population varies during the winter season, with the maximum occurring mostly in February or March (Bobáková, 2004a). Compared to the previous period, i.e. prior to 1997 the total abundance of these species did not exceed 270 individuals in the cave (Gaisler & Hanák, 1972, 1973; Uhrin

Tab. 2. Maximum abundance of individual bat species populations and the summary numbers of bats in the Dobšiná Ice Cave for particular winter seasons during the years 1999–2019. The number of visual controls during a winter season is given in parentheses. For abbreviations of bat species see the section “Bat research after 1999”

Winter season	<i>Mmys/</i> <i>bra</i>	<i>Enil</i>	<i>Mmyo/</i> <i>bly</i>	<i>Paur</i>	<i>Bbar</i>	<i>Mdas</i>	<i>Mnat</i>	<i>Msp.</i>	indet.	Total $\Sigma$ ind.
1999/2000 (9×)	374	45	11	6	—	1	6	1	4	448
2000/2001 (9×)	328	63	21	6	—	3	4	1	2	428
2001/2002 (9×)	297	60	11	3	1	4	3	—	2	381
2002/2003 (9×)	371	64	15	5	—	2	2	—	—	459
2003/2004 (5×)	393	46	15	9	—	2	2	—	—	467
2004/2005 (2×)	434	50	12	14	—	4	7	—	—	521
2005/2006 (2×)	332	29	14	4	—	5	6	1	—	391
2006/2007 (1×)	333	34	6	3	—	—	1	—	—	377
2007/2008 (1×)	527	62	24	12	—	7	6	1	—	639
2009/2010 (1×)	313	24	20	3	—	4	—	—	—	364
2010/2011 (1×)	353	37	12	3	—	2	2	2	1	412
2012/2013 (1×)	507	52	18	3	—	4	3	—	2	589
2013/2014 (1×)	453	60	18	3	—	13	2	—	—	549
2014/2015 (1×)	395	43	14	2	—	5	—	—	—	459
2015/2016 (1×)	498	25	24	7	—	6	4	—	3	567
2016/2017 (1×)	643	37	14	10	—	11	5	—	2	722
2017/2018 (1×)	410	40	21	1	—	7	6	—	1	486
2018/2019 (1×)	505	33	23	2	—	6	2	—	—	571
<b>Total <math>\Sigma</math> ind.</b>	<b>7466</b>	<b>804</b>	<b>293</b>	<b>96</b>	<b>1</b>	<b>86</b>	<b>61</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>8830</b>
<b>Frequency – F%</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>5.6</b>	<b>94.4</b>	<b>88.9</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>100</b>
<b>Dominance – D%</b>	<b>84.55</b>	<b>9.11</b>	<b>3.32</b>	<b>1.09</b>	<b>0.01</b>	<b>0.97</b>	<b>0.69</b>	<b>0.07</b>	<b>0.19</b>	<b>100</b>

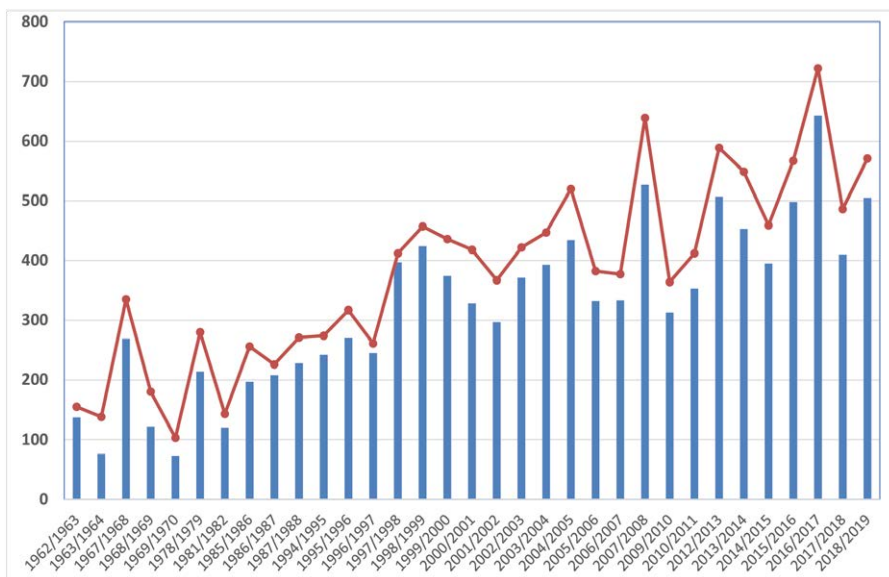


Fig. 2. Changes in abundance of the *Myotis mystacinus/brandtii* population (blue columns) and of the total abundance of bats (red line) in the Dobšiná Ice Cave between the winter seasons for the period 1962–2019

1998; Bobáková 2002b; Vachold 2003). The last two decades has seen a gradual increase in the total abundance of *M. mystacinus/brandtii* within the cave (Fig. 2). This corresponds to the situation in some other important wintering sites of the both species in Slovakia (e.g. Višňovská, 2008; Bella et al., 2014). Recent available findings have shown that the Dobšiná Ice Cave, along with the neighbouring Duča Cave, with which it is genetically related, is the unique wintering site of these two species within Central Europe. Their total number in both caves in February 2016 totalled as many as 1,695 individuals (Višňovská et al., 2017).

Both species have been found most often in the microclimatically transitional and static warmer parts of the cave having an air temperature between zero and 4 °C. Kvapľová sieň is the space most important for the hibernation of *M. mystacinus* and *M. brandtii* in the cave (Fig. 3). This is a permanently non-glaciated area with a stable air temperature reaching 3–4 °C. On average, up to 80% of all individuals of these species winter here (Fig. 4). The remaining individuals are dispersed in other non-glaciated or partially glaciated spaces, occupying mostly Suchý dóm, Biely dóm or the corridors connecting the icy and non-icy sections (Vstupná chodba, Bočná chodba, Hroznová sieň). Collections of older skeletal remains of bats gathered in 1995–2006 (Obuch, 2012) confirmed these two species to be prevalent in the past in non-glaciated parts of the cave (including Suchý dóm and Kvapľová pivnica).

In addition to free-hanging individuals on the walls, solitary individuals that are hidden deeper in rock fissures, crevices or cavities are also common. At this hibernaculum, more than a half (on average between 55–75%) of the present populations of *M. mystacinus* and *M. brandtii* tend to form tight winter clusters of various sizes (Fig. 5). More numerous mixed clusters (together more than 3 ind.) can be found almost exclusively in the Kvapľová sieň Hall. During the research period between 1999 and 2019, winter clusters composed of 2 to 105 individuals were observed here. The proportion of solitary individuals was between 27 and 45%, pairs or triplets between 5 and 17%, clusters of 4 to 10 individuals between 9 and 26%, and clusters composed of over 10 individuals formed about 26 to 52% of the entire *M. mystacinus/brandtii* population in the cave (Bobáková, 2001a; Višňovská et al., unpubl.). The common clustering of individuals of these species characteristic for this cave



Fig. 3. Visual searching of bats in the space of Kvapľová sieň. Photo: Z. Višňovská



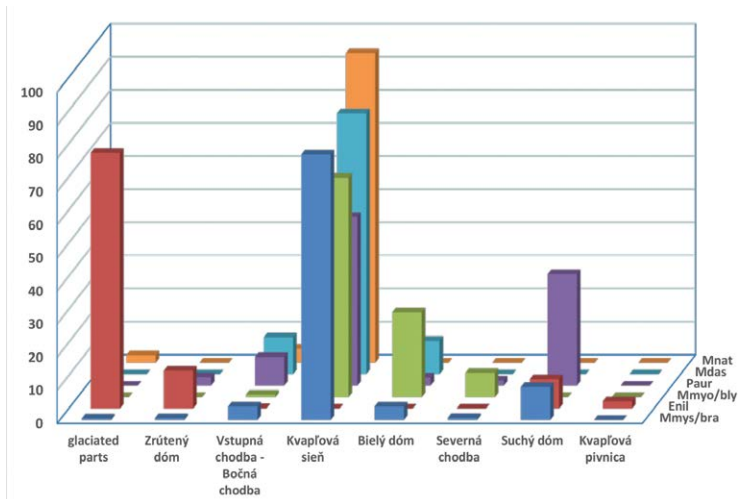


Fig. 4. Spatial distribution (%) of the population of each bat species within the cave (average of the values from the February inspections in the period 2000–2019)



Fig. 5. A winter cluster of the species *Myotis mystacinus* and *Myotis brandtii*. Photo: Z. Višňovská

contrasts noticeably with the situation at their second largest known cave hibernaculum in Slovakia – Demänová Ice Cave (the Low Tatra Mts.) – where individuals winter almost exclusively as solitary, without clustering (Kováč et al., 2014). The phenomenon of different behaviour of these species between similar hibernacula has not yet been elucidated.

#### **Greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) and Lesser mouse-eared bat (*Myotis blythii*)**

Published records since 1999: *M. myotis*, *M. blythii*: from February 1999 to February 2001 (Bobáková, 2002a,b; Uhrin et al., 2008); from January to December 2003 (Bobáková, 2004a).

New winter data since 1999: *M. myotis*: 4. 3. 2001 – **19 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 4. 4. 2001 – **14 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 9. 5. 2001 – **3 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 4. 10. 2001 – **4 ex.** – det. L. Bobáková (Bobáková, 2001b);

2. 11. 2001 – 7 ex. – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2001b); 8. 12. 2001 – 9 ex. – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Šara (Bobáková, 2001b); 9. 1. 2002 – 8 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 6. 2. 2002 – 10 ex. – det. L. Bobáková, V. Hanák, I. Horáček & E. Suchomelová (Bobáková, 2002c; Lehotská & Lehotský, 2002); 10. 3. 2002 – 10 ex. – det. E. Hapl, M. Šara & D. Šara (Bobáková, 2002c); 23. 4. 2002 – 10 ex. – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Detko (Bobáková, 2002c); 19. 5. 2002 – 2 ex. – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2002c); ?. 9. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2002c); 11. 10. 2002 – 3 ex. – det. L. Bobáková & M. Šara (Bobáková, 2002c); 14. 11. 2002 – 5 ex. – det. L. Bobáková, K. Petrželková & D. Carlson (Bobáková, 2002c); 8. 12. 2002 – 6 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 12. 2. 2004 – 15 ex. – det. E. Hapl, I. Labudíková & M. Poláčik (Bobáková, 2004b; Pjenčák & Fulín, 2006a); 24. 11. 2004 – 8 ex. – det. L. Bobáková & T. Bartonička (Bobáková, 2004b); 25. 1. 2005 – 12 ex. – det. E. Hapl, J. Obuch & R. Lučan (E. Hapl in litt.; Bobáková, 2005; Pjenčák & Fulín, 2006b); 21. 12. 2005 – 12 ex. – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2005); 4. 2. 2006 – 12 ex. – det. L. Bobáková, I. Bryndza, Z. Poláčiková & I. Labudíková (Bobáková, 2006; Pjenčák & Fulín, 2006c); 6. 3. 2007 – 6 ex. – det. P. Bryndza, I. Bryndza, Z. Pochop & E. Denešová (Pjenčák, 2008); 12. 2. 2008 – 23 ex. – det. Š. Matis, Z. Višňovská & A. Hájková; 8. 2. 2010 – 20 ex. – det. R. Lučan, P. Bačkor, P. Bryndza, I. Bryndza, P. Balko, M. Kubešová, E. Knotková & Z. Višňovská; 4. 3. 2013 – 18 ex. – det. E. Hapl, M. Šara & M. Detko (Uhrin, 2013); 6. 2. 2015 – 14 ex. – det. D. Csepányiová, L. Dovrtel, J. Rys & M. Šara; 15. 2. 2018 – 14 ex. – det. Š. Matis, A. Hájková, Z. Višňovská & J. Popovics. *M. blythii*: 21. 12. 2005 – 1 ex. – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2005); 4. 2. 2006 – 2 ex. – det. L. Bobáková, I. Bryndza, Z. Poláčiková & I. Labudíková (Bobáková, 2006; Pjenčák & Fulín, 2006c); 12. 2. 2008 – 1 ex. – det. Š. Matis, Z. Višňovská & A. Hájková; 15. 2. 2018 – 7 ex. – det. Š. Matis, A. Hájková, Z. Višňovská & J. Popovics. *M. myotis/blythii*: 9. 1. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 10. 3. 2002 – 1 ex. – det. E. Hapl, M. Šara & D. Šara (Bobáková, 2002c); 8. 12. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 3. 2. 2011 – 12 ex. – det. P. Pjenčák, Z. Višňovská, A. Hájková & Ľ. Cibula; 14. 2. 2014 – 18 ex. – det. E. Hapl, D. Löbbová, Z. Višňovská, G. Benčuriková, M. Jarošíková & D. Csepányiová; 11. 2. 2016 – 24 ex. – det. Z. Višňovská, A. Hájková, Ľ. Cibula & M. Lehocký; 8. 2. 2017 – 14 ex. – det. Z. Višňovská, A. Hájková, M. Rendoš & Ľ. Cibula; 12. 2. 2019 – 23 ex. – det. Z. Višňovská, Ľ. Cibula & J. Richnavský.

Due to its wide ecological valence, the species *M. myotis* is one of the most common and abundant hibernating bats in Slovak caves, especially in the mountainous areas of central and northern Slovakia, including the Slovak Paradise Mts. (Kováč et al., 2014). The thermophilous Mediterranean element, *M. blythii*, was recently noted mainly from the southern parts of Slovakia, and the Dobšiná Ice Cave is near the northernmost margin of its distribution range in Europe (Uhrin et al., 2008). This is a species very similar to the greater mouse-eared bat; thus, during visual inspections, the two species have usually not been distinguished from each other.

Both species were confirmed in Dobšiná Ice Cave (e.g. Mošanský, 1981; Gaisler & Hanák, 1972, 1973; Bobáková, 2002a). Analysis of previous osteological collections (Horáček, 1976; Obuch, 2012) from different parts of the cave confirmed the prevalence of *M. myotis* over *M. blythii* (mutual ratio equal to or higher than 4 to 1), which was also indicated by an examination of hibernating bats carried out during the early chiropterological monitoring in the 1960s and 1970s (Gaisler & Hanák, 1972, 1973; Uhrin, 1998).

Since 1999, the mouse-eared bats represent a euconstant but subdominant component of the cave bat community in winter (F = 100%, D = 3.32%). Their populations have

occurred almost exclusively in warmer back non-glaciated spaces with an internal temperature between 3.0–4.5 °C, such as Kvapľová sieň, Biely dóm and Severná chodba (Fig. 4). Individuals most commonly winter here alone, though they occasionally form small clusters, mostly in pairs or triplets.

Long-term trends in the abundance of *M. myotis* and *M. blythii* in cave hibernacula vary from region to region in the country (e.g. Uhrin et al., 2010). The Dobšiná Ice Cave has not seen any significant changes in the abundance of *M. myotis/blythii* over the last two decades, but compared to the previous periods (between 1960s–1980s), an overall decline in their populations has been noticeable (Fig. 6). The highest abundance of *M. myotis/blythii* (39 to 52 ind.) in the cave was recorded in the 1960s (Gaisler & Hanák, 1972, 1973), when it also ranked among the eudominant components of the cave community of bats (D = 20% on average). Since 1999, a lower but relatively balanced population state has been observed, with seasonal maxima of 6 to 24 individuals, which they usually reach in March (Tab. 2).

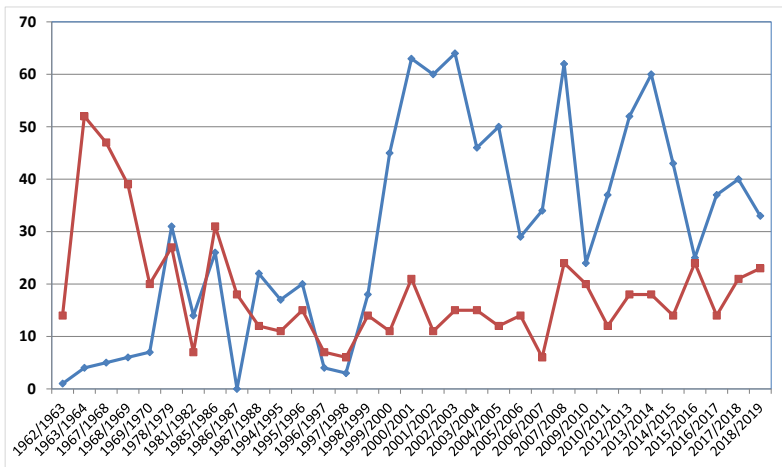


Fig. 6. Changes in abundance of the populations of *Eptesicus nilssonii* (blue) and *Myotis myotis/blythii* (red) in the Dobšiná Ice Cave between the winter seasons for the period 1962–2019

### Natterer's bat (*Myotis nattereri*)

Published records since 1999: from February 1999 to February 2001 (Bobáková, 2002a,b); from January to December 2003 (Bobáková, 2004a).

New winter data since 1999: 4. 3. 2001 – 2 ex. – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 4. 4. 2001 – 1 ex. – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 23. 4. 2002 – 3 ex. – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Detko (Bobáková, 2002c); 8. 12. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 12. 2. 2004 – 2 ex. – det. E. Hapl, I. Labudíková & M. Polačik (Bobáková, 2004b; Pjenčák & Fulín, 2006a); 24. 11. 2004 – 2 ex. – det. L. Bobáková & T. Bartonička (Bobáková, 2004b); 25. 1. 2005 – 7 ex. – det. E. Hapl, J. Obuch & R. Lučan (Bobáková, 2005; Pjenčák & Fulín, 2006b); 21. 12. 2005 – 6 ex. – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2005); 6. 3. 2007 – 1 ex. – det. P. Bryndza, I. Bryndza, Z. Pochop & E. Denešová (Pjenčák, 2008); 12. 2. 2008 – 6 ex. – det. Š. Matis, Z. Višňovská & A. Hájková; 3. 2. 2011 – 2 ex. – det. P. Pjenčák, Z. Višňovská, A. Hájková & L. Cibula; 4. 3. 2013 – 3 ex. – det. E. Hapl, M. Šara & M. Detko (Uhrin, 2013); 14. 2. 2014 – 2 ex. – det. E. Hapl, D. Löbbová, Z. Višňovská, G. Benčuríková, M. Jarošíková & D. Csepányiová; 11. 2. 2016 – 4 ex. – det. Z. Višňovská, L. Cibula, A. Hájková & M. Lehocký; 8. 2. 2017 – 5 ex. – det. Z. Višňovská, A. Hájková,

M. Rendoš & L. Cibula; 15. 2. 2018 – 6 ex. – det. Š. Matis, A. Hájková, Z. Višňovská & J. Popovics; 12. 2. 2019 – 2 ex. – det. Z. Višňovská, L. Cibula & J. Richnavský.

The Natterer's bat is a forest species having natural roosts in tree cavities (Danko et al., 2012a). In winter, it occurs, but only rarely, in small numbers in caves and mines, mostly in western and central Slovakia. Dobšiná Ice Cave is one of the most occupied cave hibernacula of *M. nattereri* in the country (Kováč et al., 2014). During the second half of the 20th century, this species was observed only sporadically in the cave (Uhrin, 1998). After 1999, however, an increased frequency of its occurrence began being recorded, first around the entrance to the cave (Bobáková, 2002a), and then inside the cave, where the number of hibernating individuals gradually increased slightly year-to-year (Fig. 7). A maximum number of seven individuals (January 2005) has thus far been recorded in the cave (Bobáková, 2005).

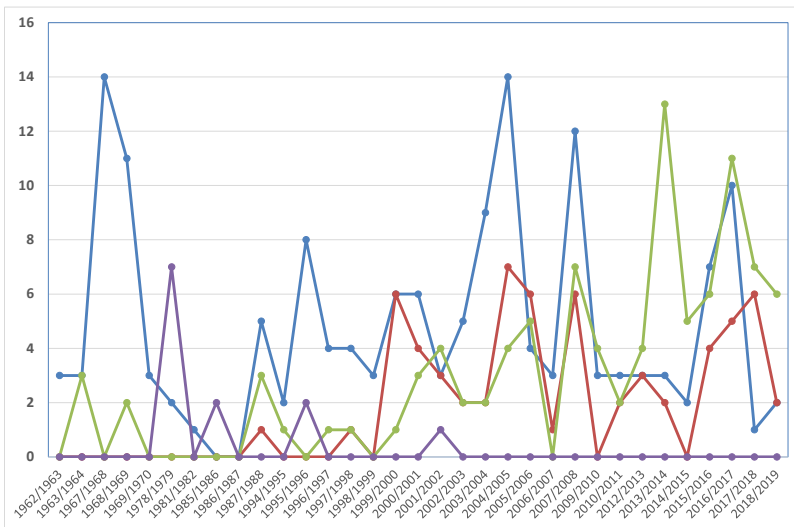


Fig. 7. Changes in abundance of the populations of *Plecotus auritus* (blue), *Barbastella barbastellus* (violet), *Myotis dasycneme* (green) and *Myotis nattereri* (red) in the Dobšiná Ice Cave between the winter seasons for the period 1962–2019

The species most often occurs in the relatively warm space of Kvapľová sieň, with an average temperature of 3.5 °C (93.5% of all finds of this species), but it does not avoid colder or partially icy places (Tab. 3, Fig. 4). A similar nature of the occurrence was also confirmed by findings of the species in samples of subfossil osteological material as well as in the Suchý dóm space (Horáček, 1976; Obuch, 1995, 2012).

### Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*)

Published records since 1999: none.

New winter data since 1999: none.

Bechstein's bat is an accessory component of the bat community in the Dobšiná Ice Cave. Hibernation of this species has thus far been observed here two times, in the winters of 1982 and 1996 (Uhrin, 1998). It is more frequent in the osteological material, with the most findings coming from the spaces of Suchý dóm and Kvapľová sieň (Horáček, 1976; Obuch, 1995, 2012). Besides that, a living individual of *M. bechsteinii* was netted at the entrance to the cave in the summers of 1999 and 2000 (Bobáková, 2002a).

Tab. 3. Average numbers of individuals of each bat species from February inspections for the period 2000–2019 in selected parts of the cave. Explanations: \* means these cave spaces were surveyed only once or twice for the period; D % = percentage expression of the occupancy of individual parts of the cave by bats

	<i>Mmys/bra</i>	<i>Enil</i>	<i>Mmyo/bly</i>	<i>Paur</i>	<i>Mdas</i>	<i>Mnat</i>	indet.	Mean $\Sigma$ ind.	D %
glaciated parts	2.15	34.69	0.01	0.08	0.00	0.08	0.07	37.08	6.58
Zrútený dóm	2.62	5.15	0.00	0.23	0.00	0.00	0.23	8.23	1.46
Vstupná chodba – Bočná chodba	19.77	0.08	0.15	0.77	0.62	0.15	0.00	21.54	3.82
Kvapľová sieň	385.31	0.00	12.92	4.54	4.38	3.31	0.23	410.69	72.84
Biely dóm	19.67	0.00	5.00	0.22	0.56	0.00	0.11	25.56	4.53
Severná chodba	3.00	0.00	1.43	0.14	0.00	0.00	0.14	4.71	0.83
Suchý dóm*	48.00	4.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	55.00	9.76
Kvapľová pivnica*	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.18
<b>Mean <math>\Sigma</math> ind. in the cave:</b>	<b>480.52</b>	<b>44.92</b>	<b>19.51</b>	<b>8.98</b>	<b>5.56</b>	<b>3.54</b>	<b>0.78</b>	<b>563.81</b>	<b>100%</b>

### Pond bat (*Myotis dasycneme*)

Published records since 1999: from February 1999 to February 2001 (Bobáková, 2002a,b); from January to December 2003 (Bobáková, 2004a).

New winter data since 1999: 4. 3. 2001 – 3 ex. – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 4. 4. 2001 – 2 ex. – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 4. 10. 2001 – 1 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2001b); 2. 11. 2001 – 2 ex. – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2001b); 8. 12. 2001 – 1 ex. – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Šara (Bobáková, 2001b); 9. 1. 2002 – 2 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 10. 3. 2002 – 2 ex. – det. E. Hapl, M. Šara & D. Šara (Bobáková, 2002c); 23. 4. 2002 – 4 ex. – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Detko (Bobáková, 2002c); 19. 5. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2002c); ? 9. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2002c); 8. 12. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 12. 2. 2004 – 2 ex. – det. E. Hapl, I. Labudíková & M. Polačík (Bobáková, 2004b; Pjenčák & Fulín, 2006a); 24. 11. 2004 – 4 ex. – det. L. Bobáková & T. Bartonička (Bobáková, 2004b); 25. 1. 2005 – 3 ex. – det. E. Hapl, J. Obuch & R. Lučan (Bobáková, 2005; Pjenčák & Fulín, 2006b); 21. 12. 2005 – 2 ex. – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2005); 4. 2. 2006 – 5 ex. – det. L. Bobáková, I. Bryndza, Z. Polačíková & I. Labudíková (Bobáková, 2006; Pjenčák & Fulín, 2006c); 12. 2. 2008 – 7 ex. – det. Š. Matis, Z. Višňovská & A. Hájková; 8. 2. 2010 – 4 ex. – det. R. Lučan, P. Bačkor, P. Bryndza, I. Bryndza, P. Balko, M. Kubešová, E. Knotková & Z. Višňovská; 3. 2. 2011 – 2 ex. – det. P. Pjenčák, Z. Višňovská, A. Hájková & Ľ. Cibula; 4. 3. 2013 – 4 ex. – det. E. Hapl, M. Šara & M. Detko (Uhrin, 2013); 14. 2. 2014 – 13 ex. – det. E. Hapl, D. Löbbová, Z. Višňovská, G. Benčuríková, M. Jarošíková & D. Csepányiová; 6. 2. 2015 – 5 ex. – det. D. Csepányiová, L. Dovrtel, J. Rys & M. Šara; 11. 2. 2016 – 6 ex. – det. Z. Višňovská, A. Hájková, Ľ. Cibula & M. Lehocký; 8. 2. 2017 – 11 ex. – det. Z. Višňovská, A.



Fig. 8. The pond bat (*Myotis dasycneme*). Photo: Z. Višňovská

Hájková, M. Rendoš & L. Cibula; 15. 2. 2018 – 7 ex. – det. Š. Matis, A. Hájková, Z. Višňovská & J. Popovics; 12. 2. 2019 – 6 ex. – det. Z. Višňovská, L. Cibula & J. Richnavský.

The pond bat ranks among the rarest species of bats in Slovakia (Uhrin et al., 1995; Danko & Krištofík, 2012). It regularly winters in lower numbers only in a few caves of mountain and foothill areas located mainly in the Slovenský kras Mts., Košická kotlina Basin, Muránska planina Mts., or the Slovenský raj Mts., where the Dobšina Ice Cave is the most important site (Kováč et al., 2014). It was in this cave where in 1964 the species *Myotis dasycneme* (Fig. 8) was discovered for the first time in Slovakia (Gaisler & Hanák, 1972, 1973). Within

the last twenty years, the species has represented a quite stable element of the bat winter community in the cave, if a comparison is made with the period before 1999, when the species was rather irregular hibernant there (Gaisler & Hanák, 1972, 1973; Horáček & Hanák, 1989; Uhrin, 1998). It hibernates almost exclusively in Kvapľová sieň and its neighbouring spaces (Fig. 4), which corresponds to the findings of the species in samples of Holocene osteological material (Horáček, 1976; Obuch, 2012). Bats of this species winter individually, but rare cases of their occurrence within the *M. mystacinus/brandtii* clusters are known, too.

Long-term monitoring has shown an increase in the number of finds and also the number of wintering individuals (max. 13 ind.) since the year 2000, which indicates a slightly upward population trend of *M. dasycneme* in this cave (Fig. 7).

#### **Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*)**

Published records since 1999: none.

New winter data since 1999: none.

In addition to a few findings in the osteological material from the older subrecent period (Horáček, 1976; Obuch, 2012) only one recent case of the presence of a resting *M. daubentonii* individual in the cave (Kvapľová sieň Hall), dated to a summer period, is known (Bobáková, 2001a, 2002a). Hibernation of this species has not yet been observed here.

#### **Serotine bat (*Eptesicus serotinus*)**

Published records since 1999: December 2006 – in a sample of older osteological material (Obuch, 2012).

New winter data since 1999: none.

The only known finding of one individual of the serotine bat in the cave comes from an analysis of skeletal remains of bats taken from the Suchý dóm space (Obuch, 2012).

#### **Northern bat (*Eptesicus nilssonii*)**

Published records since 1999: from February 1999 to February 2001 (Bobáková, 2002a,b); from January to December 2003 (Bobáková, 2004a).

New winter data since 1999: 4. 3. 2001 – **43 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.; Bobáková, 2004a); 4. 4. 2001 – **58 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.; Bobáková, 2004a); 9. 5. 2001 – **29 ex.** – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.; Bobáková, 2004a); 6. 9. 2001 – **26 ex.** – det. L. Bobáková & M. Šara (Bobáková, 2001b, 2004a); 4. 10. 2001 – **46 ex.** – det. L. Bobáková (Bobáková, 2001b, 2004a); 2. 11. 2001 – **60 ex.** – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2001b, 2004a); 8. 12. 2001 – **59 ex.** – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Šara (Bobáková, 2001b, 2004a); 9. 1. 2002 – **35 ex.** – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 6. 2. 2002 – **31 ex.** – det. L. Bobáková, V. Hanák, I. Horáček & E. Suhomelová (Bobáková, 2002c; Lehotská & Lehotský, 2002); 10. 3. 2002 – **40 ex.** – det. E. Hapl, M. Šara & D. Šara (Bobáková, 2002c); 23. 4. 2002 – **52 ex.** – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Detko (Bobáková, 2002c); 19. 5. 2002 – **13 ex.** – det. L. Bobáková & E. Hapl (Bobáková, 2002c); ? 9. 2002 – **8 ex.** – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2002c); 11. 10. 2002 – **18 ex.** – det. L. Bobáková & M. Šara (Bobáková, 2002c); 14. 11. 2002 – **27 ex.** – det. L. Bobáková, K. Petrželková & D. Carlson (Bobáková, 2002c); 8. 12. 2002 – **64 ex.** – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 12. 2. 2004 – **26 ex.** – det. E. Hapl, I. Labudíková & M. Polačik (Bobáková, 2004b; Pjenčák & Fulín, 2006a); 24. 11. 2004 – **36 ex.** – det. L. Bobáková & T. Bartonička (Bobáková, 2004b); 25. 1. 2005 – **50 ex.** – det. E. Hapl, J. Obuch & R. Lučan (Bobáková, 2005; Pjenčák & Fulín, 2006b); 21. 12. 2005 – **29 ex.** – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2005); 4. 2. 2006 – **27 ex.** – det. L. Bobáková, I. Bryndza, Z. Polačiková & I. Labudíková (Bobáková, 2006; Pjenčák & Fulín, 2006c); 6. 3. 2007 – **34 ex.** – det. P. Bryndza, I. Bryndza, Z. Pochop & E. Denešová (Pjenčák, 2008); 12. 2. 2008 – **62 ex.** (+ 1†) – det. Š. Matis, Z. Višňovská & A. Hájková; 8. 2. 2010 – **24 ex.** – det. R. Lučan, P. Bačkor, P. Bryndza, I. Bryndza, P. Balko, M. Kubešová, E. Knotková & Z. Višňovská; 3. 2. 2011 – **37 ex.** – det. P. Pjenčák, Z. Višňovská, A. Hájková & Ľ. Cibula; 4. 3. 2013 – **52 ex.** – det. E. Hapl, M. Šara & M. Detko (Uhrin, 2013); 14. 2. 2014 – **60 ex.** – det. E. Hapl, D. Löbbová, Z. Višňovská, G. Benčuríková, M. Jarošíková & D. Csepányiová; 6. 2. 2015 – **43 ex.** – det. D. Csepányiová, L. Dovrtel, J. Rys & M. Šara; 11. 2. 2016 – **25 ex.** – det. Z. Višňovská, A. Hájková, Ľ. Cibula & M. Lehocký; 8. 2. 2017 – **37 ex.** – det. Z. Višňovská, A. Hájková, M. Rendoš & Ľ. Cibula; 15. 2. 2018 – **40 ex.** – det. Š. Matis, A. Hájková, Z. Višňovská & J. Popovics; 12. 2. 2019 – **33 ex.** – det. Z. Višňovská, Ľ. Cibula & J. Richnavský.

The northern bat (Fig. 9) is a rare cold-adapted forest species in Slovakia but is locally common and relatively numerous (Danko et al., 2012c). It is a typical hibernant of colder caves at higher altitudes in the mountain regions of central and northern Slovakia (Kováč et al., 2014). The Dobšiná Ice Cave and Demänová Ice Cave in the Low Tatra Mountains (Bella et al., 2014) are the most important wintering sites of *E. nilssonii* in the country. In each of them, it regularly winters in a maximum number of about 60 individuals.

When conducting winter surveys during the 2nd half of the 20th century, the abundance of *E. nilssonii* in the Dobšiná Ice Cave usually had not exceeded



Fig. 9. The northern bat (*Eptesicus nilssonii*). Photo: Z. Višňovská

30 individuals, and in the 1950s and 1960s not even 10 individuals (Gaisler & Hanák, 1972, 1973; Uhrin 1998; Bobáková 2002b; Vachold 2003). The highest number of the species reported in those times was 31 individuals, dated to January 1979 (Fig. 6). Since 2000, a generally higher numbers of *E. nilssonii* have been recorded in the cave compared to the previous period, but the relatively high fluctuation in its abundance between the individual winter seasons is interesting. The exact causes of this high inter-season variation of the species have not yet been elucidated. This may be in part due to a subjective factor (different success rates for the bat census in difficult conditions of glaciated spaces), and between 2003 and 2008 the population may have really been declining due to an objective disturbing factor, which was the gradual entire reconstruction of the tourist path along the all glaciated parts of the cave (Labaška, 2004, 2008). However, similar significant fluctuations in abundance were also recorded in other seasons, when no reconstruction work was being carried out in the cave. So far, the highest recorded number of *E. nilssonii* in the cave is 64 individuals dated to December 2002 (Bobáková, 2002c).

Most of the northern bat population (more than 88%) in the Dobšiná Ice Cave winters in icy and partly icy spaces, especially Veľká sieň, Zrútený dóm and the lower section between Prízemie and Ladopád (Fig. 4). Of the non-glaciated spaces, the Suchý dóm area (Š. Matis, unpubl.) seems to be relatively preferred, too (nearly 9% of its cave population). This species is characterized by the hibernation of solitary individuals, which hang freely on the walls and ceilings of cave spaces or are hidden in smaller cavities or crevices. In the samples of skeletal material, the northern bat was detected in a low abundance in various parts of the cave, including the non-glaciated Kvapľová sieň or Kvapľová pivnica spaces, while most of the finds are located in the area of Suchý dóm (Obuch, 2012).

### **Western barbastelle (*Barbastella barbastellus*)**

Published records since 1999: none.

New winter data since 1999: 8. 12. 2001 – **1 ex.** – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Šara (Bobáková, 2001b).

The western barbastelle is a forest species that hibernates in caves and often also in artificial underground spaces in lower to middle positions up to 900 m a. s. l. (Kováč et al., 2014). It has been a sporadically observed bat species (Fig. 7) in the Dobšiná Ice Cave since the 1950s. A maximum number of seven individuals, dated to winter 1979, has been recorded there (Uhrin, 1998). During the research period 1999–2019 (Tab. 2), the hibernation of *B. barbastellus* was last observed in the cave in December 2001 (Bobáková, 2001b). However, it is numerously represented in the osteological material. Analyses from collections of skeletal remains gathered between 1971–2006 (Horáček, 1976; Obuch, 1995, 2012) confirmed this species to be present in non-glaciated and partly glaciated parts of the cave in the past, and surprisingly it was the very numerous and dominant ( $D = 58\%$  of all local bone finds) in the space of Suchý dóm. It can be assumed that in the period when a numerous winter colony of *B. barbastellus* was present in this non-glaciated lower part of the cave, the place served as a food reserve of the European pine marten (Obuch, 2012). Their stay in the cave may have lasted until the recent past, as there were mentions in the 1920s of the observation of large numbers of non-specified bats in the lowest non-glaciated parts of the cave (Lalkovič, 1994). One possible reason why the colony of these bats suddenly abandoned the winter roost, Obuch (2012) assumes, may have been the frequent disturbing (by humans or perhaps by martens) of the sites of their winter colonies in the first decades after discovery of the cave and after it being opened to the public. On the other hand, it should be noted that the lowest spaces of the cave (Peklo, Suchý



dóm, Kvapľová pivnica) have recently only been sporadically inspected due to the more difficult entry to them (their entrances have recently been rather clogged with ice), and thus the possible occurrence of the species in these parts of the cave could have escaped our attention in previous times.

### **Brown long-eared bat (*Plecotus auritus*)**

Published records since 1999: from February 1999 to February 2001 (Bobáková, 2002a,b); from January to December 2003 (Bobáková, 2004a).

New winter data since 1999: 4. 3. 2001 – 4 ex. – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 4. 4. 2001 – 3 ex. – det. L. Bobáková (E. Hapl in litt.); 4. 10. 2001 – 2 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2001b); 8. 12. 2001 – 1 ex. – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Šara (Bobáková, 2001b); 9. 1. 2002 – 3 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 6. 2. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková, V. Hanák, I. Horáček & E. Suchomelová (Bobáková, 2002c; Lehotská & Lehotský, 2002); 10. 3. 2002 – 3 ex. – det. E. Hapl, M. Šara & D. Šara (Bobáková, 2002c); 23. 4. 2002 – 1 ex. – det. L. Bobáková, E. Hapl & M. Detko (Bobáková, 2002c); 8. 12. 2002 – 5 ex. – det. L. Bobáková (Bobáková, 2002c); 12. 2. 2004 – 9 ex. – det. E. Hapl, I. Labudíková & M. Polačík (Bobáková, 2004b; Pjenčák & Fulín, 2006a); 24. 11. 2004 – 3 ex. – det. L. Bobáková & T. Bartonička (Bobáková, 2004b); 25. 1. 2005 – 14 ex. – det. E. Hapl, J. Obuch & R. Lučan (Bobáková, 2005; Pjenčák & Fulín, 2006b); 21. 12. 2005 – 3 ex. – det. L. Bobáková & coll. (Bobáková, 2005); 4. 2. 2006 – 4 ex. – det. L. Bobáková, I. Bryndza, Z. Polačíková & I. Labudíková (Bobáková, 2006; Pjenčák & Fulín, 2006c); 6. 3. 2007 – 3 ex. – det. P. Bryndza, I. Bryndza, Z. Pochop & E. Denešová (Pjenčák, 2008); 12. 2. 2008 – 12 ex. (+ 3†) – det. Š. Matis, Z. Višňovská & A. Hájková; 8. 2. 2010 – 3 ex. – det. R. Lučan, P. Bačkor, P. Bryndza, I. Bryndza, P. Balko, M. Kubešová, E. Knotková & Z. Višňovská; 3. 2. 2011 – 3 ex. – det. P. Pjenčák, Z. Višňovská, A. Hájková & Ľ. Cibula; 4. 3. 2013 – 3 ex. – det. E. Hapl, M. Šara & M. Detko (Uhrin, 2013); 14. 2. 2014 – 3 ex. – det. E. Hapl, D. Löbbová, Z. Višňovská, G. Benčuríková, M. Jarošíková & D. Csepányiová; 6. 2. 2015 – 2 ex. – det. D. Csepányiová, L. Dovrtel, J. Rys & M. Šara; 11. 2. 2016 – 7 ex. – det. Z. Višňovská, A. Hájková, Ľ. Cibula & M. Lehocký; 8. 2. 2017 – 10 ex. – det. Z. Višňovská, A. Hájková, M. Rendoš & Ľ. Cibula; 15. 2. 2018 – 1 ex. – det. Š. Matis, A. Hájková, Z. Višňovská & J. Popovics; 12. 2. 2019 – 2 ex. – det. Z. Višňovská, Ľ. Cibula & J. Richnavský.

Of representatives of the genus *Plecotus*, only the cold-adapted forest species *P. auritus* has appeared in the Dobšiná Ice Cave almost regularly since the 1960s (Gaisler & Hanák, 1972, 1973; Uhrin, 1998; Bobáková, 2002b). It is a species that occasionally and in lower numbers enters the caves at higher altitudes situated especially in the mountain regions of central and northern Slovakia. The Dobšiná Ice Cave, along with the neighbouring Duča Cave, rank among the most important hibernacula of this species in Slovakia (Kováč et al., 2014). The maximum abundance of *P. auritus* year-on-year, but also within the same winter season, varies considerably in the range from zero to 14 individuals (Fig. 7). An interesting case occurred in February 2008, when we visually identified 12 alive hibernating individuals as well as three fresh cadavers belonging to this species. Thus, the highest number of *P. auritus* individuals recorded in the cave was 15.

First individuals appear at the site relatively soon. During September and October, increased flight activity of the species (detected using the netting method) in the vicinity of the cave entrance was recorded, while some of them then fly deeper into the cave, where they subsequently overwinter (Bobáková, 2001a, 2002a, 2004a). The highest number of *P. auritus* finds in the cave falls between December and February. The species most

often occupies upper non-glaciated to partly glaciated spaces in the section from Kvapľová sieň (on average 51% of the cave population of the species) through Vstupná chodba – Bočná chodba (approx. 11% of the finds) to Zrútený dóm (2.6% of finds). Off the standard route of visual inspections, Suchý dóm (Š. Matis, unpubl.) appears to be a suitable place for its hibernation (Fig. 4), as also evidenced by the relatively numerous findings of this species in local accumulations of skeletal material (Obuch, 2012). Single bats hibernate hidden in the fissures and small cavities of cave walls and ceilings, occasionally free-hanging on walls. They end their hibernation and leave the cave during April, one of the first bats in the local community to do so.

### **Common noctule (*Nyctalus noctula*)**

Published records since 1999: December 2006 – in a sample of older osteological material (Obuch, 2012).

New winter data since 1999: none.

The only known finding of this species (1 ind.) in the cave comes from an analysis of skeletal remains of bats taken from older cave deposits in the space of Suchý dóm (Obuch, 2012).

## 5.2. BAT COMMUNITY IN THE CAVE

### **Species diversity and frequency**

During the visual winter censuses carried out between 1999 and 2019, altogether the nine following bat species were recorded in the Dobšiná Ice Cave: *Myotis mystacinus*, *M. brandtii*, *M. myotis*, *M. blythii*, *M. nattereri*, *M. dasycneme*, *Eptesicus nilssonii*, *Plecotus auritus* and *Barbastella barbastellus*. In comparison with the period before 1999, no living individual of *Myotis bechsteinii* hibernating directly inside the cave was recorded, but it was netted at the entrance to the cave during the research in 1999–2001 (Bobáková, 2002a). Sporadic findings of four other species (*Myotis daubentonii*, *Rhinolophus hipposideros*, *Eptesicus serotinus* and *Nyctalus noctula*) were documented by the analysis of osteological material from the Holocene and the older subrecent period (Horáček, 1976; Obuch, 2012). Thus, a total of 14 species of bats are thus far known from the Dobšiná Ice Cave.

In terms of frequency, the group taxa *M. mystacinus/brandtii* and *M. myotis/blythii* along with *E. nilssonii* and *P. auritus* being recorded each winter season (F = 100% for each species), can be considered the main hibernating species in the cave (Tab. 2). Two other species with a frequency exceeding 85% were *M. dasycneme* (F = 94.4%) and *M. nattereri* (F = 88.9%).

Regarding the period from 1999–2004 (Bobáková, 2002a, 2004a), the maximum number of bat species during a winter season were recorded in the months of December to March. If winter censuses are performed in this period, there is a high probability of capturing the total species spectrum of the bat community present.

### **Abundance and dominance**

In the period from 1999 to 2019 (“the last research period”), the total number of bats wintering in the Dobšiná Ice Cave reached seasonal maxima of 364 to 722 individuals (Tab. 2). The number of 722 individuals in February 2017 represents the highest known number of bats recorded in the cave so far. Generally, the sibling taxa *M. mystacinus* and *M. brandtii* (D = 84.5% together) are the eudominant and *E. nilssonii* (D = 9.1%) the dominant components of the entire bat community in the cave. *M. myotis* and *M. blythii*, representing together on average 3.3% of the bat community, are a subdominant element.

The remaining species ( $D = 1\%$  or less) were subprecedent (Tab. 2). When comparing the dominance of three main components of the bat community in the cave with some previous periods, e.g. winters during the 1960s (Gaisler & Hanák, 1972, 1973), significant changes can be seen. The level of dominance of *M. myotis/blythii* is currently much lower than in the past (from approximately 20% to less than 5%) and the dominance of *E. nilssonii* currently higher (increase from 3% to about 9%). The level of dominance of *M. mystacinus/brandtii* is currently slightly to moderately higher than in the 1960s (from approximately 73 to 85%).

During the years 1999–2004, when seasonal dynamics in abundance within the bat community were explored in more detail (Bobáková, 2001, 2002a,b, 2004a), it was confirmed that the cave is used by bats almost exclusively for wintering and that hibernation takes an unusually long time here. Higher numbers of bats enter the cave early, in September. The last bats then leave the wintering site very late, at the turn of May to June. During the summer only occasionally lone resting individuals of bats were observed in the cave. Within each winter season (meaning the period from September to May), the number of bats fluctuated in the cave. The abundance of the entire bat community reached its maximum mostly during February or March due to peaks in the abundance of the *M. mystacinus/brandtii* population at that time. While the second most numerous species, *E. nilssonii*, reached the maximum number of individuals between November and February, the abundance of *M. myotis/blythii* was usually at its highest in March. Other species, such as *P. auritus*, *M. nattereri* or *M. dasycneme*, varied considerably in abundance during each season, showing different peaks.

In the temperate zone, long-term population trends of several species of bats can be well estimated by counting hibernating bats in their underground roosts. The Dobšiná Ice Cave is one of a few underground localities in Slovakia where a winter monitoring of bats has been going on for the period of more than six decades. Regarding the long-term evaluation in the number of bats within this cave community, several changes were recorded compared to the past. This course is especially evident for the species *M. mystacinus* and *M. brandtii*, which have been significantly involved in the overall abundance of the bat community in the cave since at least the 1960s, when the more detailed monitoring of bats began.

The wintering population of *M. mystacinus/brandtii* increased from an average of 135 individuals in the 1960s to 453 individuals in the second decade of the 21st century (2010–2019). This is an almost 3.5-fold increase in their number over the 60-year period (Fig. 2). The huge difference may be caused partially by direct disturbance of the bats in their roosts by humans, including the mass banding of bats conducted in the cave during the 1950s, 1960s and 1970s (Gaisler & Hanák, 1973; Uhrin, 1998; Vachold, 2003). These human interventions later stopped, because they began being considered one of the main threats affecting bat communities (e.g. Bárta et al., 1981; Gaisler et al., 2003). This corresponds to a gradual slight increase in the total number of bats in the period 1986–1998 (Uhrin, 1998). Recently, a general increase in the abundance of these species has also been reported from other cave sites (Zukal & Gaisler, 1989; Řehák, 1997; Višňovská, 2008; Kováč et al., 2014). The winter population of *E. nilssonii* in the Dobšiná Ice Cave also reached a higher abundance after 2000 in comparison with the previous period (Fig. 6). In contrast, the population of *M. myotis/blythii* appears to be a species with a declining abundance tendency, or with a stable but low abundance of its wintering population from the end of the 1980s until now of between 5 and 25 individuals (Fig. 6).

The remaining species (*P. auritus*, *M. nattereri*, *M. dasycneme*, *B. barbastellus*) have never exceeded 15 individuals in the cave, and a very high both inter-season and intra-

season variability in their population abundance is evident (Fig. 7). This may be due in part to the fact that these are mainly crevice or cavity bat species, which usually hide deeper within various rock crevices, fissures or cavities, and can therefore be easily overlooked during our visual inspections. Sporadic or no findings of two other species (*B. barbastellus*, *M. daubentonii*) in the cave could also be explained by the same reason. Another reason for their fluctuating abundance may be the climatic conditions of the surface environment during the individual winter seasons. It is well known that the abundance of these species in caves is usually higher during prolonged freezing weather, in contrast to the warm winter periods, when the number of these bats is rather smaller in caves. These are the main reasons why the population trends of these species can not be exactly detected. However, *M. dasycneme* seems to show a slightly increasing abundance curve, and *B. barbastellus* seems to be a species disappearing from this cave.

### Spatial distribution

Regarding spatial distribution of wintering bats, the composition and abundance of the bat community in individual parts of the cave is significantly different (Tab. 3, Fig. 10). The warmest non-glaciated spaces in the back upper part of the cave (Kvapľová sieň, Biely dóm, Severná chodba) are characterized by the highest species diversity and the highest abundance of bats within the whole cave, with eudominance of *M. mystacinus/brandtii* (more than 92% of the local bat community). It is here that an average of 78% of all bats wintering in the cave was recorded for the period of 1999–2019 (Tab. 3). Thus far, 630 individuals is the maximum number of bats found in these parts of the cave. In the space of Kvapľová sieň, seven species have been confirmed so far by the method of visual searching and additional five species from the osteological material. This is the space most important for most species of bats, especially for the hibernation of *M. mystacinus* and *M. brandtii*. On average, up to 80% of their populations winter here. Also, a major part of the populations of *M. nattereri* (93% of its cave population), *M. dasycneme* (79%), *M. myotis/blythii* (66%) and *P. auritus* (51%) are concentrated in this space (Fig. 4). The only species that apparently avoids the non-glaciated upper parts of the cave is the northern bat (*E. nilssonii*).

All the above-mentioned species also occur irregularly and in low abundance in the microclimatically transitional sections of the cave, which are usually partly glaciated. While *M. mystacinus/brandtii*, *M. dasycneme*, *M. nattereri* and *M. myotis/blythii* are more often found in the Vstupná chodba, Hroznová sieň and Bočná chodba passages towards the non-glaciated Kvapľová sieň Hall, *E. nilssonii* predominates in the Zrútený dóm Dome,

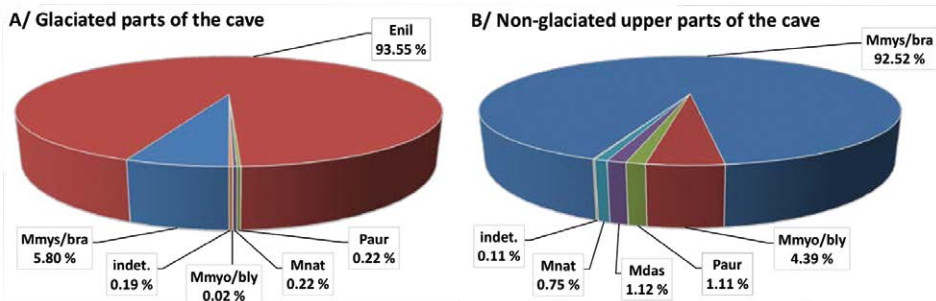


Fig. 10. Dominance (in %) of individual bat species within the glaciated parts (A) and non-glaciated upper parts (B) of the cave – this is the mutual share of the number of individuals of species in the local bat community (the average from the February inspections in the period 2000–2019)

which is close to the icy Velká sieň (Tab. 3). The occupancy of these cave areas by bats is on average 30 individuals.

The non-glaciated colder chamber of Suchý dóm in the lowest part of the cave seems to be the space second most numerously inhabited by bats. According to our estimates, up to about 8 to 10% of all bats occurring inside the cave may spend the winter there (Tab. 3). From this space, however, we have for the last research period only a verified record from one winter census, in February 2008, when Š. Matis (unpubl.) counted 55 bats of four species (*M. mystacinus*, *M. brandtii*, *E. nilssonii*, *P. auritus*) here. An additional record from this space is provided by Obuch (2012), when hibernation of these the same species was observed during the collecting of osteological material of vertebrates in December 2006, but the numbers of individuals present were not specified in detail.

The glaciated spaces have been the area third-most inhabited by bats within the cave, representing on average 6.6% of the whole bat community. The total maxima of bats in the cave's icy parts between the winters 1999 and 2019 ranged from 25 to 65 individuals. These areas are characterized by a low diversity of bat species, with the eudominance of *E. nilssonii*, which represents circa 94% of all bats recorded there (Fig. 10). The remaining 6% of the finds were most often represented by the species *M. mystacinus* and *M. brandtii*. Velká sieň is the icy part most intensively inhabited by bats. On average 50% of all bats present within the cave's icy parts were recorded here. Other individuals are more or less dispersed in other areas, especially in the lower section of the cave from the Ruffinyho koridor to Ladopád, with a higher number of individuals in the space "nad Peklom" (about 18.5% of bats here). Several species (*M. blythii*, *M. myotis*, *M. dasycneme*) apparently avoid the permanently glaciated parts of the cave.

### Older remains of bats

The fact that this cave was used by bats in the ancient past is evidenced by the subfossil or subrecent skeletal remains of several species of bats in various places in the cave, as well as occasionally bats frozen and subsequently preserved in the body of the cave ice. The relative proportion of particular bat species in osteological cave deposits reflects the proportion of species hibernating in the cave at a certain period of time, depending on climatic conditions in the cave and its wider surroundings, where the bats spend the growing season. Those remains found in the surface layer of cave sediments are assumed to be of recent to subfossil age (Holocene).

Bat assemblages in deposits from various parts of the Dobšiná Ice Cave were analysed by Horáček (1976) and Obuch (1994, 1995, 2012). In most samples, the composition of bat species is similar to the results of winter censuses performed in the cave since the 1960s. In total, 14 bat species were determined in the skeletal material. From among them, *M. mystacinus*, *M. brandtii* and *P. auritus* are the most frequent and the most abundant, except for the samples taken from the Suchý dóm space, where *B. barbastellus* (58% of all local finds) is locally predominant. The findings of skulls of the European pine marten (*Martes martes*) suggest that the accumulated bat bones are non-consumed remains of their food reserves in the period when a numerous colony of *B. barbastellus* hibernated in the lower parts of the cave (Obuch 1995, 2012).

Frozen bat remnants preserved inside the cave ice in the Dobšiná Ice Cave have become an object of interest in two palaeoenvironmental studies focused on interpreting the dating of bat samples applied to the dating of cave ice. Frozen bat remains belonging to the *M. blythii* and *M. mystacinus* morpho-group were sampled from the lowermost part of the perennial ice block the Ruffinyho koridor. The radiocarbon ( $^{14}\text{C}$ ) dating of soft

tissues from these bats yielded ages of 1266–1074 cal. years BP and 1173–969 cal. years BP (Gradziński et al., 2016). The skin remnants of another undetermined bat, found in the same cave section in 2002, was previously dated at 1178–988 cal. yr BP (Clausen et al., 2007). The dates testify that the ice crystallized at the turn of the Dark Ages Cold Period and the Medieval Warm Period (Gradziński et al., 2016). The presence of the remains of thermophilous *M. blythii* in the ice fossil assemblage analysed indicates that the ice that hosted this assemblage formed in a relatively warm climate, similar to the present-day climate (Gradziński et al., 2016). The *M. mystacinus* morpho-group and *M. blythii* determined are known from Holocene deposits (Horáček, 1976) as well as nowadays occurring in the Dobšiná Ice Cave. Also, a few other bat specimens belonging to the cold-adapted species *M. mystacinus*, *M. brandtii*, *E. nilssonii* and *P. auritus* were taken from inside the ice and identified (Obuch, 2012).

## Bat banding

During the field research after 1998, several bat individuals banded in the past managed to be recorded in the Dobšiná Ice Cave. The most interesting case is the finding of a ringed male Brandt's bat (*M. brandtii*) in the cave on 16 April 1999 (Bobáková, 2002a). This individual was banded by I. Horáček on 7 February 1973 at the same site. Thus, 26 years 2 months and 9 days lapsed between the time when it was banded and observed again (Bobáková et al., 2002a). The same individual was observed here again in October 2002 (L. Bobáková and M. Šara, in litt.) and for the last time on 25 January 2005 (E. Hapl, J. Obuch and R. Lučan, in litt.) at the age of almost 32 years. Its real maximum age could potentially be at least 32.5 years. This individual thus ranks among the oldest of this species in Europe in terms of longevity (Gaisler et al., 2003). However, the maximum known age for free-living bats of this species has recently found to be even higher. A male was recaptured in one of the Siberian caves in Russia at the age 41 years, making it the world's longevity champion among bats (Podlutzky et al., 2005).

Among other cases, on 5 February 2000 a fresh cadaver of *M. myotis* having a marked ring was found in the cave. The bat was banded by V. Hanák on 2 March 1963 in the Aksamitka Cave in the Pieniny Mts., which is approximately 60 km more northerly, on the Poland-Slovakia border (Bobáková, 2002a).

## 6. CONCLUSION

The Dobšiná Ice Cave is an important wintering roost for bats in Europe. It is a rare example from among the underground localities in Slovakia where bat research has a long-term tradition. Altogether, data from wintertime bat monitoring in the cave coming from the period of almost 70 years (1951–2019) were analysed in the paper. Thus far, 14 species of bats have been identified in the cave. During winter censuses, a total of ten bat species have been recorded by the method of visual surveys. An additional four species are known from bat osteological assemblages in the cave deposits: *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis daubentonii*, *Eptesicus serotinus* and *Nyctalus noctula*. In general, it can be stated that from the ecological aspect, these are mainly the cold-adapted forest species of bats (e.g. *Myotis mystacinus*, *M. brandtii*, *Eptesicus nilssonii*, *Plecotus auritus*), with representation of the eurythermic element (*M. myotis*) and some other forest cavity and crevice species (*Myotis nattereri*, *M. bechsteini*, *Barbastella barbastellus*) at the site. The more thermophilic forms (*Myotis blythii*, or *M. daubentonii* with *R. hipposideros* known from the past) represent accessory elements of bats. The period of their hibernation is relatively long here, usually lasting from October to May.

The bat assemblage reaches its total maximum abundance in the cave most often in February or March. As for spatial distribution of bats, Kvapľová sieň, which has been regularly occupied by the highest number of bats (more than 72% of all bats on average), represents the most species-diverse part of the cave. The whiskered bat (*M. mystacinus*) and Brandt's bat (*M. brandtii*) are the most numerous and eudominant species of bats in the cave (D = approx. 84% together). In the period from 1999–2019, both species hibernated here in summary numbers ranging mostly between 300–600 individuals per season. The highest number recorded in the cave thus far is 643 individuals of *M. mystacinus* and *M. brandtii* (February 2017). For hibernation they use mostly non-glaciated parts of the cave, especially Kvapľová sieň, which has an average temperature of about 3.5 °C. Grouping into different-sized clusters (between 2–105 ind.) is typical for these species here. During the field research, a 32-year-old male *Myotis brandtii* was found to hibernate in the cave, which is interesting from a bat longevity point of view.

The northern bat (*E. nilssonii*) occurs almost exclusively in the glaciated cave spaces. Its total abundance in the Dobšiná Ice Cave reaches about 30–60 individuals per season (max. 64 ind. dated to December 2002), which is comparable to the winter population in the Demänová Ice Cave in the Nízke Tatry Mts. (Bella et al., 2014). Both localities represent the most important well-known hibernacula of the northern bat in Slovakia. Large *Myotis* species, such as the greater mouse-eared bat (*M. myotis*), together with the more thermophilous lesser mouse-eared bat (*M. blythii*), are present almost exclusively in the warmer non-glaciated spaces of the cave, with their total number not exceeding 25 individuals in recent times. Significant representation of other bat species having national importance, such as *P. auritus* (max. 14 ind.), *M. dasycneme* (max. 13 ind.) and *M. nattereri* (max. 7 ind.), was also recorded here. The presence of other species (*B. barbastellus*, *M. bechsteini*) in the cave during winters is sporadic.

From the long-term perspective (since 1962), a gradually increasing population trend was recorded for *M. mystacinus/brandtii* and *E. nilssonii* and an apparent slightly increasing population trend for *M. dasycneme*, in contrast to a slight decrease of population for *M. myotis/blythii* compared to the past. Due to the low total abundance and high inter-seasonal variability in abundance, the population trends of other bat species could not be exactly detected.

The Dobšiná Ice Cave is a noteworthy bat hibernaculum of European importance. Current available data have shown that the Dobšiná Ice Cave, along with the neighbouring Duča Cave, with which it is genetically related, are among the most important wintering roosts of cold-adapted forest species of bats (especially *M. mystacinus*, *M. brandtii* and *E. nilssonii*) in Central Europe. Therefore, the need for increased protection of the mentioned underground sites by minimizing disturbing influences during the bat hibernation is of the utmost importance.

**Acknowledgements:** For the professional assistance during our field research in 1999 – 2019 we would like to thank the other chiropterologists from Slovak Bat Conservation Society and Czech Bat Conservation Society, namely L. Bobáková, E. Hapl, Š. Matis, R. Lučan, V. Hanák, I. Horáček, T. Bartonička, P. Benda, A. Reiter, M. Andreas, D. Weinfurtová, J. Hotový, P. Pjenčák, M. Rendoš, D. Löbbová, P. Bačkor, P. Bryndza, M. Šara, B. Hájek, J. Rys, D. Csepányiová, I. Labudíková, G. Benčuríková, and M. Jarošíková. The authors are also very grateful to E. Hapl, L. Bobáková, J. Obuch, V. Hanák, I. Horáček, E. Suchomelová, L. Dovrtel, J. Rys, M. Šara, D. Šara, M. Detko, P. Bryndza, I. Bryndza, Z. Pochop, E. Denešová, D. Csepányiová, Z. Polačiková, I. Labudíková, T. Bartonička, J. Salaj, S. Hoza, R. Koch, A. Reiter, M. Andreas, D. Weinfurtová, M. Rolíneck, P. Jakubčo, O. Kekeňák, P. Benda, J. Hotový, G. Demeter, K. Petrželková, D. Haplová, M. Brinžík, M. Polačik, E. Denešová and D. Carlson for kindly providing selected data from their own bat

censuses and for their valuable advice. The authors especially thank the colleagues and co-workers from the Administration of Slovak Paradise National Park (T. Dražil, L. Cibula, M. Lehocký), Slovak Caves Administration (L. Očkaik) and several others (M. Kubešová, E. Knotková, J. Popovics, J. Richnavský, P. Balko), for their technical or personal support of the field monitoring, and to David Lee McLean for language revision.

## REFERENCES

- Bárta Z., Červený J., Gaisler J., Hanák P., Hanák V., Horáček I., Hůrka L., Miles P., Nevrlý M., Rumler Z., Sklenář J. & Žalman J. 1981. Výsledky zimního sčítání netopýrů v Československu: 1969 – 1979 [Results of the winter census of bats in Czechoslovakia: 1969–1979]. Sborník Okresního Muzea v Mostě, Řada přírodovědná, 3, 71–116. (in Czech, English summary)
- Bella P., Haviarová D., Kováč L., Lalkovič M., Sabol M., Soják M., Struhár V., Višňovská Z. & Zelinka J. 2014. Jaskyne Demänovskej doliny, Ramsarská lokalita stredohorského alogénneho krasu Západných Karpát [Caves of the Demänová Valley, The Ramsar site of the middle-mountain allogenic karst of the Western Carpathians Mts.]. Speleologia Slovaca 4, 191 p. (in Slovak, English summary)
- Bella P., Hlaváčová I. & Holúbek P. 2018. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 31. 12. 2017) [List of caves of the Slovak Republic (as of 31 December 2017)]. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 528 p. (in Slovak)
- Bella, P. & Zelinka, J. 2018. Ice caves in Slovakia. In Perçoiu, A. & Lauritzen, S.-E. (Eds.): Ice caves. Elsevier, Amsterdam – Oxford – Cambridge, pp. 657–689.
- Benda P., Ruedi M. & Uhrin M. 2003. First record of *Myotis alcaethoe* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Slovakia. Folia Zoologica, 52, 4, 359–365.
- Bobáková L. 2001a. Netopiere vybraných lokalít (Dobšinská ľadová jaskyňa, Harmanecká jaskyňa a Domica) vo vzťahu k ekologickým podmienkam a antropickým aktivitám [Bats of selected localities (Dobšiná Ice Cave, Harmanecká Cave and Domica Cave) in relation to ecological conditions and anthropic activities]. Diploma thesis, 90 p. (in Slovak) [Depon. in Department of Ecosoziology and Physiotactics, Faculty of Science, Comenius University, Bratislava]
- Bobáková L. 2001b. Správa z výskumu chiropterofauny jaskyne Domica, Harmaneckej jaskyne a Dobšinskej ľadovej jaskyne v období september – december 2001 [Research report on the chiropterofauna of the Domica Cave, Harmanecká Cave and Dobšiná Ice Cave in the period September – December 2001]. Report, 5 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš]
- Bobáková L. 2002a. Quantitative and qualitative characteristics of bat fauna of the Dobšiná Ice Cave (E Slovakia). Lynx, 33, 47–58.
- Bobáková L. 2002b. Zimovanie netopierov v jaskynnom systéme Dobšinská ľadová jaskyňa – jaskyňa Duča [Wintering of bats in the cave system Dobšiná Ice Cave – Duča Cave]. Vespertilio, 6, 245–248. (in Slovak)
- Bobáková L. 2002c. Výskum netopierov Dobšinskej ľadovej jaskyne, Harmaneckej jaskyne a jaskyne Domica v roku 2002 [Research of bats in the Dobšiná Ice Cave, Harmanecká Cave and Domica Cave in 2002]. Final report, 7 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Bat Conservation Society, Revúca]
- Bobáková L. 2004a. Chiropterologický výskum Dobšinskej ľadovej jaskyne a jaskyne Domica v roku 2003 [Chiropterological research of the Dobšiná Ice Cave and Domica Cave in 2003]. Aragonit, 9, 40–43. (in Slovak, English summary)
- Bobáková L. 2004b. Chiropterologický výskum jaskýň Domického systému, Harmaneckej jaskyne, Liskovskej jaskyne a Dobšinskej ľadovej jaskyne. Final report for 2004, 12 p. [Depon. in Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš]
- Bobáková L. 2005. Chiropterologický výskum vybraných jaskýň: jaskyne Domického systému, Liskovská jaskyňa a Dobšinská ľadová jaskyňa [Chiropterological research of selected caves: caves of the Domický System, Liskovská Cave and Dobšiná Ice Cave]. Final report for 2005, 5 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš]



- Bobáková L. 2006. Chiropterologický monitoring vybraných jaskýň: jaskyne Domického systému, Dobšinská ľadová jaskyňa, Harmanecká jaskyňa a Liskovská jaskyňa [Chiropterological monitoring of selected caves: caves of the Domický System, Dobšiná Ice Cave, Harmanecká Cave and Liskovská Cave]. Report on monitoring results in 2006, 12 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Bat Conservation Society, Zvolen]
- 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 Dobšiná 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, Slovak Republic, May 8–12, 2006. Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, pp. 29–37.
- Danko Š. & Krištofík J. 2012. Netopier pobrežný – *Myotis dasycneme*. In Krištofík, J. & Danko. Š. (Eds.): Cicavce Slovenska – rozšírenie, bionómia a ochrana [Mammals of Slovakia – distribution, bionomy and protection]. Veda, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, pp. 314–318. (in Slovak, English summary)
- Danko Š., Pjenčák P., Kaňuch P. & Krištofík J. 2012a. Netopier riasnatý – *Myotis nattereri*. In Krištofík, J. & Danko. Š. (Eds.): Cicavce Slovenska – rozšírenie, bionómia a ochrana [Mammals of Slovakia – distribution, bionomy and protection]. Veda, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, pp. 343–348. (in Slovak, English summary)
- Danko Š., Uhrin M. & Krištofík J. 2012b. Netopier Brandtov – *Myotis brandtii*. In Krištofík, J. & Danko. Š. (Eds.): Cicavce Slovenska – rozšírenie, bionómia a ochrana [Mammals of Slovakia – distribution, bionomy and protection]. Veda, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, pp. 310–314. (in Slovak, English summary)
- Danko Š., Uhrin M. & Krištofík J. 2012c. Večernica severská – *Eptesicus nilssonii*. In Krištofík J. & Danko Š. (Eds.): Cicavce Slovenska – rozšírenie, bionómia a ochrana [Mammals of Slovakia – distribution, bionomy and protection]. Veda, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, pp. 348–353. (in Slovak, English summary)
- Gaisler J. 1975. A quantitative study of some populations of bats in Czechoslovakia (Mammalia: Chiroptera). Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemoslovacae Brno, 9, 5, 1–44.
- Gaisler J. & Hanák V. 1970. Tajemství Dobšinské jeskyně [The secret of the Dobšiná Ice Cave]. Živa, 18, 1, 33–35. (in Czech)
- Gaisler J. & Hanák V. 1972. Netopýři podzemních prostorů v Československu [Bats of the underground sites in Czechoslovakia]. Sborník Západočeského muzea v Plzni – Příroda, 7, 1–46. (in Czech)
- Gaisler J. & Hanák V. 1973. Aperçu de chauves-souris des grottes Slovaques. Slovenský kras, 11, 73–84.
- Gaisler J., Hanák V., Hanzal V. & Jarský V. 2003. Výsledky kroužkování netopýřů v České republice a na Slovensku, 1948 – 2000 [Results of a ringing of bats in the Czech and Slovak Republics, 1948–2000]. Vespertilio, 7, 3–61. (in Czech, English summary)
- Gradziński M., Hercman H., Peresviet-Soltan A., Zelinka J. & Jelonek M. 2016. Radiocarbon dating of fossil bats from Dobšiná Ice Cave (Slovakia) and potential palaeoclimatic implications. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 86, 3, 341–350.
- Hanák V. 1965. Zur Systematik der Bartfledermaus *Myotis mystacinus* Kuhl, 1919 und über das Verbreitung von *Myotis ikonnikovi* Ognev, 1912 in Europa. Věstník Československé společnosti zoologické, 29, 353–367.
- Hanák V. 1970. Notes on the distribution and systematics of *Myotis mystacinus* Kuhl, 1819. Bijdragen tot de Dierkunde, 40, 1, 40–44.
- Hanák V. 1971. *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845) (Vespertilionidae, Chiroptera) in der Tschechoslowakei. Věstník Československé společnosti zoologické, 35, 3, 175–185.
- Helversen O. von, Heller K. G., Mayer F., Nemeth A., Volleth M. & Gombkötő P. 2001. Cryptic mammalian species: a new species of whiskered bat (*Myotis alcathoe* n. sp.) in Europe. Naturwissenschaften, 88, 217–223.

- Horáček I. 1976. Přehled kvartérních netopýrů (Chiroptera) Československa [Review of Quaternary bats in Czechoslovakia]. *Lynx*, 18, 35–58. (in Czech, English summary)
- Horáček I. & Hanák V. 1989. Distributional status of *Myotis dasycneme*. In Hanák, V., Horáček, I. & Gaisler, J. (Eds.): *European Bat Research 1987*, Charles University Press, Praha, 565–590.
- Kováč L., Elhottová D., Mock A., Nováková A., Krištůfek V., Chroňáková A., Lukešová A., Mulec J., Košel V., Papáč V., Luptáčík P., Uhrin M., Višňovská Z., Hudec I., Gaál E. & Bella P. 2014. The cave biota of Slovakia. State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, 192 p.
- Labaška P. 2004. Rekonštrukcia prehliadkovej trasy v Dobšinskej ľadovej jaskyni [Progressive reconstruction of the tourist path in the Dobšiná Ice Cave]. *Aragonit*, 9, 51–52. (in Slovak)
- Labaška P. 2008. Rekonštrukcia prehliadkového chodníka v Dobšinskej ľadovej jaskyni ukončená [Reconstruction of the visitors' path in the Dobšiná Ice Cave finished]. *Aragonit*, 13, 1, 41. (in Slovak)
- Lalkovič M. 1994. Karpatský spolok a jaskyne na Slovensku [Carpathian Society and caves in Slovakia]. *Slovenský kras*, 32, 91–118. (in Slovak, German and English summary)
- Lehotská B. & Lehotský R. (Eds.) 2002. Zimné sčítanie netopierov na Slovensku 2001/2002 [Winter census of bats in Slovakia in 2001/2002]. 20 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Bat Conservation Society, Revúca]
- Mošanský A. 1957. Príspevok k poznaniu rozšírenia a taxonomie niektorých druhov drobných cicavcov na východnom Slovensku [Contribution to the knowledge of distribution and taxonomy of some species of small mammals in eastern Slovakia]. *Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci*, 3, 1–42.
- Mošanský A. 1981. Teriofauna východného Slovenska a katalóg mammaliologických zbierok Východoslovenského múzea. I. časť (Insectivora, Chiroptera) [Teriofauna of eastern Slovakia and the catalog of mammaliological collections of the East Slovak Museum. Part I (Insectivora, Chiroptera)]. *Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach, Prírodné vedy*, 21 (1980), 29–87.
- Obuch J. 1994. Types of the bat assemblages (Chiroptera) recorded in Slovakia. *Folia Zoologica*, 43, 4, 393–410.
- Obuch J. 1995. Nové poznatky o výskyte netopierov v jaskynných tanatocenózach [New findings on the occurrence of bats in cave tanatocenoses]. *Netopiere*, 1, 29–38.
- Obuch J. 2012. Assemblages of bats in deposits of the Dobšiná Ice Cave, Slovenský raj National Park, Slovakia. *Vespertilio*, 16, 205–210.
- Pjenčák P. (Ed.) 2008. Zimné sčítanie netopierov na Slovensku 2006/2007 [Winter census of bats in Slovakia in 2006/2007]. 28 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Bat Conservation Society, Zvolen]
- Pjenčák P. & Fulín M. (Eds.) 2006a. Zimné sčítanie netopierov na Slovensku 2003/2004 [Winter census of bats in Slovakia in 2003/2004]. 28 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Bat Conservation Society, Revúca]
- Pjenčák P. & Fulín M. (Eds.) 2006b. Zimné sčítanie netopierov na Slovensku 2004/2005 [Winter census of bats in Slovakia in 2004/2005]. 24 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Bat Conservation Society, Revúca]
- Pjenčák P. & Fulín M. (Eds.) 2006c. Zimné sčítanie netopierov na Slovensku 2005/2006 [Winter census of bats in Slovakia in 2005/2006]. 22 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Bat Conservation Society, Revúca]
- Podlutzky A. J., Khrítankov A. M., Ovodov N. D. & Austad S. N. 2005. A new field record for bat longevity. *Journal of Gerontology, Biological Sciences*, 60A, 11, 1366–1368.
- Řehák Z. 1997. Trendy ve vývoji početnosti netopýrů ve střední Evropě [Long-term changes in the size of bat populations in Central Europe]. *Vespertilio*, 2, 81–96.
- Sachanowicz K., Mleczek T., Gottfried T., Ignaczak M., Piksa K. & Piskorski, M., 2012. Winter records of *Myotis alcaethoe* in southern Poland and comments on identification of the species during hibernation. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 55, 1, 97–101.
- Tulis J. 2017. Dobšinsko-stratský Cave System. Bulletin of the Slovak Speleological Society, Issued for the purpose of the 17<sup>th</sup> Congress of the IUS, Sydney 2017, 39–48.

- Tulis J. & Novotný L. 2020. Atlas Dobšinsko-stratenského jaskynného systému [Atlas of the Dobšinsko-stratenský Cave System]. Speleological Club Slovenský raj, Slovak Speleological Society, GEORG, Žilina, 210 p.
- Tulis J., Novotný L. & Bella P. 1999. Dobšiná Ice Cave – nomination for inscription on the World Heritage List. Manuscript, ECS Slovakia Ltd., Spišská Nová Ves – Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš – Ministry of the Environment of the Slovak Republic, 41 p.
- Uhrin M. 1998. Prehľad poznatkov o netopieroch (Mammalia: Chiroptera) systému Dobšinská ľadová jaskyňa – Stratenská jaskyňa [Review of the knowledge on bats (Mammalia: Chiroptera) of the Dobšiná Ice Cave – Stratená Cave System]. Aragonit, 3, 15–18. (in Slovak, English summary)
- Uhrin M. (Ed.) 2013. Zimné sčítanie netopierov na Slovensku 2012/2013 [Winter census of bats in Slovakia in 2012/2013]. 16 p. (in Slovak) [Depon. in Slovak Bat Conservation Society, Bardejov]
- Uhrin M., Benda, P. Obuch J. & Danko Š. 2008. Lesser mouse-eared bat (*Myotis blythii*) in Slovakia: distributional status with notes on its biology and ecology (Chiroptera: Vespertilionidae). Lynx, 39, 153–190.
- Uhrin M., Benda P., Obuch, J. & Urban P. 2010. Changes in abundance of hibernating bats in central Slovakia (1992–2009). Biologia, 65, 349–361.
- Uhrin M., Danko Š. & Obuch J. 1995. Rozšírenie netopierov na Slovensku, časť II.: *Myotis dasycneme* a *Myotis daubentonii* [Distribution of bats in Slovakia, part II.: *Myotis dasycneme* and *Myotis daubentonii*]. In Urban P. (Ed.): Výskum a ochrana cicavcov na Slovensku II. Slovak Environment Agency, Banská Bystrica, pp. 71–85. (in Slovak)
- Vachold J. 1956. K otázke výskytu a rozšírenia netopierov (Chiroptera) na Slovensku [On the issue of the occurrence and distribution of bats (Chiroptera) in Slovakia]. Biologické práce, 2, 14, 1–68. (in Slovak)
- Vachold J. 2003. Výskyt a rozšírenie netopierov na Slovensku s ekologickými dodatkami [Occurrence and distribution of bats in Slovakia with ecological supplements]. Vespertilio, 7, 185–233. (in Slovak) [the work is a comprehensive transcript of the author's dissertation originally prepared in 1960]
- Višňovská Z. 2008. Netopiere (Chiroptera) Belianskej jaskyne [The bats (Chiroptera) of the Belianska Cave]. Slovenský kras, 46, 2, 393–408. (in Slovak, English summary)
- Višňovská Z., Cibula L., Hájková A. & Rendoš, M. 2017. Pozoruhodný chiropterologický nález po objavení nových priestorov v jaskyni Duča (Slovenský raj) [Noteworthy chiropterological find after the discovery of new spaces in the Duča Cave (Slovak Paradise Mts.)]. Aragonit, 22, 2, 81. (in Slovak)
- Zukal J. & Gaisler J. 1989. K výskytu a zmenám početnosti netopýra severního, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling et Blasius, 1839) v Československu [On the occurrence and changes in the abundance of the northern bat, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling et Blasius, 1839) in Czechoslovakia]. Lynx, 25, 83–95. (in Czech, English summary)



SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	58/1	69 – 96	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2020
--------------------------------------------	------	---------	------------------------

## INVERTEBRATES OF DOBŠINÁ ICE CAVE AND STRATENÁ CAVE SYSTEM, SLOVAK PARADISE, SLOVAKIA

VLADIMÍR PAPÁČ<sup>1</sup> – VLADIMÍR KOŠEL<sup>2</sup> – ĽUBOMÍR KOVÁČ<sup>3</sup>  
 – PETER ĽUPTÁČIK<sup>3</sup> – ANDREJ MOCK<sup>3</sup> – ANDREA PARIMUCHOVÁ<sup>3</sup>  
 – NATÁLIA RASCHMANOVÁ<sup>3</sup> – ZUZANA VIŠŇOVSKÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 11 Liptovský Mikuláš, Slovak Republic; vladimir.papac@ssj.sk; zuzana.visnovska@ssj.sk

<sup>2</sup> Nad lúčkami 53, 841 05 Bratislava, Slovak Republic; kosel2@azet.sk

<sup>3</sup> Institute of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, University of P. J. Šafárik, Šrobárova 2, 04154 Košice, Slovak Republic; lubomir.kovac@upjs.sk; peter.luptacik@upjs.sk; andrej.mock@upjs.sk; andrea.parimuchova@upjs.sk; natalia.raschmanova@upjs.sk

**Abstract:** So far, 262 invertebrate taxa have been identified in the entire Stratená Cave System, 91 of which occupy Dobšiná Ice Cave. Individual entrances to the system are situated on slopes covered by a mountain spruce forest. The parietal fauna of the entrance sections of the Stratená and Psie diery Caves consists of a rich dipteran community. The collapsed doline at the entrance of Dobšiná Ice Cave represents a peculiar microclimatically inverse habitat inhabited by cold-adapted species of soil fauna. The shallow soil profile at the entrance of Dobšiná Ice Cave is occupied by recently discovered Collembola species *Megalothorax dobsinensis*. Its existence is exclusively limited to the cold and wet parts of the entrance microclimatic gradient. The cave sections filled permanently with glaciers are the poorest in terms of species diversity, with only 4 invertebrate species recorded. Collembola *Deuteraphorura kratochvili* and *Protaphorura janosik* are Carpathian endemics. *P. janosik* is characteristic of the entire cave system, occasionally with higher population density on the ice surface. Unglaciated parts of the Stratená Cave System represent an environment with a more microclimatic balanced regime with an air temperature between 3–6 °C. These parts are the habitat of trogllobiotic and eutroglophilic invertebrates such as mite *Pantelozetes cavaticus* and *Cyrtolaelaps mucronatus*, collembolans *Pygmarrhopalites aggtelekiensis* and *Megalothorax carpaticus*, isopod *Mesoniscus graniger* and diplopod *Allorhiscosoma sphinx*. The Stratená Cave is the *locus typicus* of trogllobiotic mite *Foveacheles troglodyta* (family Rhagidiidae). The cave system is also rich in standing water habitats. Due to its macroscopic dimensions, *Niphargus tatrensis* is the most striking stygobiotic crustacean in the Stratená Cave System. Other typical representatives of the aquatic fauna are minute crustaceans *Elaphoidella* sp. and *Bathynella natans* occupying pools in unglaciated parts of the Dobšiná Ice Cave. The presence of highly adapted terrestrial and aquatic cave invertebrates, some of them classified as glacial relicts, indicates the stable environmental conditions of the Dobšiná Ice Cave despite its long-term exploitation as a tourist cave.

**Key words:** ice caves, climatically inverse habitats, cave fauna, glacial relict, Western Carpathians

## INTRODUCTION

The environmental conditions of caves provide habitats for various organisms, including invertebrates. Investigation of cave fauna of the Slovak Paradise does not have a long tradition. This was probably due to the fact that there was no larger non-glaciated cave known in the area till the middle of the last century. Thus, a more systematic biological research in the caves of the Slovak Paradise began only after 1945 (Košel, 1984). Most of the early studies were focused on the inverse habitats at the entrance of the Dobšiná Ice Cave, characterised by liverworts and moss cushions overgrowing rocks (Stach, 1949; Nosek, 1969; Růžička and Vávra, 1993; Kováč et al., 1999). These are commonly occupied by cold tolerant collembolans *Hypogastrura crassaegranulata* and *Appendisotoma absoloni*, and coleopterans *Choleva nivalis* and *Duvalius bokori valyianus* (Gulička, 1975; Hůrka and Pulpán, 1980; Hůrka et al., 1989). In deeper parts of the cave, Gulička (1975) found diplopod *Allorhisocosoma sphinx* species endemic to the Western Carpathians. Data on the aquatic fauna of the Dobšiná Ice Cave are still scarce. In the deeper non-glaciated parts of the cave, as well as in the spring situated below the cave entrance, ostracods *Cypridopsis subterranea*, *C. vidua* and *Candona candida* were recorded (Petkovski, 1966; Gulička, 1975, 1982; Čaputa, 1985). Štěrba (1956) found crustaceans *Arcticocamptus cuspidatus* var. *ekmani*, *Gammarus fossarum*, *Niphargus* sp. and Ostracoda gen. sp. occupying the brook below the spring.

Occurrence of stygobiotic crustacean *Niphargus tatrensis* in the Stratená Cave was mentioned by Košel (1984).

In the last two decades, a more intensive zoological research was carried out in the caves of the Slovak Paradise in order to get more complex data on the overall structure of the invertebrate communities in this area. Collembola communities in Duča and Stratená Caves were studied by Kováč and Košel (1998) and Kováč et al. (1999). The authors found the caves occupied by three obligate cave collembolans species, namely *Pygmarrhopalites aggtelekiensis*, *Deuteraphorura kratochvili* and *Protaphorura janosik*.

More recently, Kováč et al. (2006) carried out comprehensive invertebrate research in the Dobšiná Ice Cave, focusing on both the terrestrial and aquatic habitats in three types of environments: (1) non-glaciated cave sections, (2) glaciated cave section, and (3) entrance section with climate inversion. The authors identified a broad spectrum of invertebrates, predominantly Acari, Collembola, and Coleoptera, with only 23 taxa found in the cave parts. Diverse colonies of microfungi were isolated from the cave sediments and air (Nováková, 2006). The latest detailed research of invertebrate communities was conducted in the Duča Cave (Kováč et al., 2012). The entrance habitats of the Dobšiná Ice Cave represent the type locality of collembolan species *Megalothorax dobsinensis* considered to be glacial relict (Papáč et al., 2019). It has yet to be found deeper in the cave, where the surfaces of the water pools host another species of the same genus *Megalothorax carpaticus* (Papáč and Kováč, 2013).

The aim of this contribution is to provide comprehensive data on invertebrate communities of the Dobšiná Ice Cave and other parts of the Stratená Cave System, summarizing literary sources as well as previously unpublished data.

## LOCALITY

The National Natural Monument Dobšiná Ice Cave is a famous tourist cave located in the Slovak Paradise National Park, Slovakia. The cave entrance has been known since time immemorial, previously under the name “ice hole”. The first official documentation of the cave was made by E. Ruffíny in 1870, when he descended into the cave interior. Immediately after discovery, the cave attracted much attention from the professional and general public.

The Dobšiná Ice Cave represents a unique, partly glaciated underground system, which scientifically ranks among the most important subterranean sites worldwide, listed as such among the UNESCO World Heritage Sites (Bella et al., 2005).

Speleo-genetically, the Dobšiná Ice Cave is a part of an extensive, multilevel Stratená Cave System including in addition the Duča Cave and Psie diery Cave, with a total length of more than 23 km (Bella et al., 2018). The entrance to the Dobšiná Ice Cave is a collapsed doline at an elevation of 969 m a.s.l. situated in a north-facing slope. The collapse separated the Dobšiná Ice Cave with 1,483 m of passages from the remainder of the Stratená Cave System. The main part of the Dobšiná Ice Cave consists of a large chamber containing perennial ice masses. The beginning of the ice filling development is estimated to 250–140,000 years ago. The average air temperature in glaciated Great Hall is  $-2.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $-3.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  in February and approximately  $+0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  in August. Unglaciated deeper parts of the cave are warmer with air temperature ranging between  $+0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $+3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The Dobšiná Ice Cave is a statodynamic cave with a different winter and summer regime of air circulation (Korzystka et al., 2011; Bella and Zelinka, 2018; Kováč, 2018). In the neighbouring Stratená Cave, the humidity is balanced and reaches the values from 95 to 100%. Average temperatures fluctuate around the average outside temperature, except for sites near the surface. The average air temperature in Stratená Cave is  $4.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , the lowest values of temperature were measured in the parts near Dobšiná Ice Cave. In the longitudinal profile of the cave system, in the direction from southeast to northwest across the Duča massif, temperatures gradually decrease because of different orientation of the massif towards the sun (Tulis and Novotný, 1989).

The surroundings of the cave entrances, or the cave sections that are in close contact with the surface, provide relatively suitable food sources and microclimate conditions for invertebrates. The Dobšiná Ice Cave and Duča Cave represent collapsed dolines formed by limestone scree slopes covered by soil, leaves, and pioneer vegetation (mostly mosses and liverworts). Other entrances to this complex cave system are substantially smaller, lacking collapsed-entrance morphology. Both Dobšiná Ice Cave and Stratená Cave System are basically oligotrophic systems, where the food supply is limited to organic material dissolved in percolating water and very scarce wood residues and bat droppings (guano).

Even though this cave system is one of the most numerous wintering sites of bats in Slovakia, guano is present in minimal quantities here. This is because the bats are almost absent from the cave during summers. The bottoms of most lakes within the cave are covered with allochthonic fluvial sediments. Water levels in the cave lakes vary greatly during the year, depending on the hydrological conditions on the surface (Novotný and Tulis, 2005).

Regarding zoogeographic regions of the cave and karst fauna, the territory of the Slovak Paradise National Park is a well differentiated karst region belonging to the Bukkiko-Gemeric-Scepusicum supraregion (Košel, 2012).

## MATERIAL AND METHODS

Presented data are based on available literature sources (Kováč and Košel, 1998; Fend'a and Košel, 2000; Kováč et al., 2006, 2012) and were significantly supplemented by original, unpublished data collected by V. Košel and in case of Collembola, by N. Raschmanová and L. Kováč. Some invertebrate collections were made in Psie diery Cave in September 2019. We used a combination of several collecting methods: pitfall trapping, hand collecting, extraction of exposed baits, as well as extraction in photo-eclector and sifting of organic material found in the caves and cave entrances. A plankton net was used to collect aquatic fauna in the sinter pools and puddles formed in cave sediments. Within the cave system, the entrance parts of Dobšiná Ice Cave, Duča, Psie diery, and Stratená Cave were examined in detail.

Habitats in different parts of the cave system were selected, based on their heterogeneity, for collecting terrestrial and aquatic fauna in order to cover a substantial diversity of invertebrates. Table 1 provides a summary taxonomic overview of invertebrates known from the caves within the Stratená Cave System, along with references to the literature sources of this data.

## RESULTS AND DISCUSSION

The combination of trophic conditions and microclimatic factors significantly affected the diversity and distribution of invertebrates in the Stratená Cave System. Altogether, 262 invertebrate taxa were identified in the entire cave system, including 91 species found in the Dobšiná Ice Cave (Tab. 1). More comprehensive studies on invertebrates were previously carried out in the other two major cave systems of the Western Carpathians. In the Domica–Baradla Cave System situated in the Slovak and Aggtelek Karst (Kováč et al., 2005; Papáč et al., 2014), 503 invertebrate taxa were found, while 122 invertebrate taxa were recorded in the Demänová Cave System in the Low Tatra Mts (Kováč et al., 2002; Kováč and Višňovská, 2014). The Stratená Cave System is geographically situated between the above-mentioned cave systems and is characterized by the presence of a wider spectrum of endemic, cold-adapted forms of invertebrates. Several invertebrate species occupying the Dobšiná Ice Cave represent obligate cave forms with endemic distribution limited either exclusively to the caves of the Slovak Paradise or more broadly to several southern karst regions of the Western Carpathians (Košel, 2009, 2012). Thus, the Stratená Cave System represents an important biospeleological site of the Western Carpathians.

### Faunistic overview

#### Rotifera

Because of their adaptability, rotifers are widely distributed in freshwater, marine, and limno-terrestrial habitats. There are even a few parasitic species known. Parasitic rotifers include, among others, rare trophic types belonging to the genera *Balatro*, which are endoparasites of annelid worms (Košel, 1973). The presence of *Balatro calvus* was confirmed in annelid specimens (fam. Enchytraeidae) found in Stratená Cave (Košel, unpubl).

#### Crustacea

The examples of fauna associated with ice caves may be found among aquatic crustaceans. Microscopic stygobiotic syncarid *Bathynella natans* (Fig. 1) and copepod *Elaphoidella* sp. inhabit pools in non-glaciated parts of the Dobšiná Ice Cave with water temperature around 3 °C. *B. natans* belongs to Bathynellacea group, of which three species have been reported in the Slovak caves (Brtek, 1994). It is the most common inhabitant of micro-spaces of submerged sediments (freatobiont) in various types of subterranean waters (hyporheic habitats), marginally occurring in standing waters, e.g. sinter

Fig. 1. Stygobiotic crustacean *Bathynella natans* lives in pools of unglaciated parts of the Dobšiná Ice Cave, body length 1.5 mm. Photo: Z. Višňovská





pools in the Biely Dóm Hall of the Dobšiná Ice Cave. Macroscopic amphipod *Niphargus tatrensis* was observed in the sinter pools and lakes in Stratená Cave and Psie diery Cave (Košel, 1984; Hudec and Mock, 2011). *N. tatrensis* represents a stygobiotic species inhabiting groundwaters of the karst areas in central and northern Slovakia (Kováč et al., 2014).

### Isopoda

Among the nine representatives of terrestrial crustaceans known in the Stratená Cave System, only isopod *Mesoniscus graniger* (Isopoda, Oniscoidea) is regarded as a cavernicolous species. It is a blind and depigmented form predominantly inhabiting caves and endogeic habitats (Mlejnek and Ducháč, 2001, 2003). Geographic distribution of *M. graniger* covers the Carpathian Mountains, the Dinaric Mountains, and the Julian Alps (Derbák et al., 2018). The absence of this saprophagous terrestrial crustacean in the Dobšiná Ice Cave is presumably associated with a low air temperature not exceeding 3.5 °C, as well as with poor food sources (in the form of decaying organic material) present in the cave. It has been observed that *M. graniger* prefers food sources containing several essential compounds, e.g. algae, fungi, and bat guano (Šustr et al., 2005, 2009). *Trachelipus difficilis* is a relatively rare petricolous species with occasional occurrence on the walls of cave entrances (Fig. 2).



Fig. 2. Rare petricolous isopod *Trachelipus difficilis*, occasional inhabitant of the walls in cave entrances, body length 2 cm. Photo: A. Mock

### Acari

#### Mesostigmata

In total, 23 taxa were found throughout the Stratená Cave System. Predatory mites of the Mesostigmata group are represented by euryvalent species, widely distributed in various surface microhabitat, e. g. *Proctolaelaps pygmaeus* and *Veigaia nemorensis*. Several entroglyphiles, such as *Cyrtolaelaps mucronatus*, *Parasitus loricatus*, *Urobovella advena*, *Vulgarogamasus oudemansi*, and *V. remberti* form rich and stable populations in the cave system. The first two species represent typical components of the Western Carpathian caves. In general, *P. loricatus* prefers deeper parts of the caves, but it has not been found yet in ice caves. The guanophile *U. advena* occupies bat guano and rich organic material supplies in the Psie diery Cave (Fend'a and Košel, 2000).

#### Oribatida

Of the total number of 53 taxa, only 11 oribatid species were recorded in the Stratenská, Duča, and Dobšiná Ice Cave. Of these, only *Pantelozetes cavaticus*, *Gustavia microcephala*, and *Ceratozetes macromediocris* inhabit deeper cave parts. The last two species are common inhabitants of surface habitats without closer relation to the cave environment. The occurrence of the other oribatids is considered to be random, as evidenced by low number of collected individuals and the presence of two xerophilic species *Cyberemaes cymba* and *Sphaerozetes piriformis*, as well as species found in rodent fur *Ceratoppia bipilis* and *Xenillus tegeocranus*. Most of Oribatida were found in wood residues near the cave entrances,

mainly in Duča Cave. The only exception is *P. cavaticus*, which is the most abundant oribatid species in the Western Carpathian caves. The occurrence of large numbers of individuals and the presence of juvenile stages at collecting site indicate its successful reproduction in subterranean habitats (Luptáčík, 2006; Kováč et al., 2014).

### Prostigmata

Rhagidiid mites are among the other Acari best adapted to subterranean life. Two species of this family were identified across the entire Stratená Cave System, namely *Foveacheles troglodyta* and *Poecilophysys spelaea*. The first species is currently the only Western-Carpathian rhagidiid with striking troglomorphic features. The Stratená Cave is *P. spelaea* type locality (Zacharda, 1988). After its discovery, the species was also found in other caves in central Slovakia, i. e. in the caves of Muránska planina Plateau, Western Tatra Mts. *P. spelaea* represents a glacial relict, inhabiting colder European caves and larger stone debris (Kováč et al., 2014).

### Opiliones

The total number of Opiliones species known in Slovakia reaches 35. Of this, only 13 species have been registered in Slovak caves (Šestáková and Mihál, 2014; Kováč et al., 2014). Most of the harvestmen found in the caves represent petricolous forms occupying walls of the cave entrances. Carpathian species *Ischyropsalis manicata* inhabits mainly the mountain karst caves. The species is widely distributed in forests and is usually found under stones. In addition, *I. manicata* is closely associated with the subterranean environment, which is manifested by the ability of individuals to reproduce in the cave entrance zones as well as the partial depigmentation of their bodies (Stašiov et al., 2003).

### Araneae

There are many species that are considered troglophiles, predominantly those of the family Linyphiidae. The tendency to colonize shallow as well as deep subterranean habitats is characteristic of many species of the genus *Porrhomma*. Nearly half of the species belonging to this genus possess distinct morphological adaptations towards subterranean mode of life. *P. rosenhaueri*, characterized by reduced eyes and pale body, has been found to occupy Duča Cave. The species appears to be the main cavernicolous species of the cold mountain caves, found also in other caves of the Slovak Paradise. The distribution range of *P. rosenhaueri* extends over a large part of Europe. *P. convexum* is another species recorded in Duča Cave. The species is known from all over Europe and North America. Compared to the previous *Porrhomma* species, *P. convexum* has significantly larger eyes and is fully pigmented. Yet, it prefers wet and cold subterranean habitats (Košel, 2012; Růžička, 2018).

### Diplopoda

Diplopods belong to the dominant representatives of cave macroarthropods. Many surface species inhabit caves either temporarily or accidentally. *Allorhiscosoma sphinx* is endemic to central karst areas of the Western Carpathians and is considered a eutroglophile species (Fig. 3). It lives and reproduces in the aphotic zones of caves. *A. sphinx* forms numerous populations across the entire Stratená Cave System, except for its glaciated parts (Kováč et al., 2006). *Leptoiulus mariae* is another endemic diplopod recorded in the Stratená Cave System. Carpathian endemics *Chelogona carpathicum* and *Leptoiulus liptauensis* are edaphic forms typical of high-altitude habitats. Besides, they are often found in cold sites at lower altitudes, such as deep gorges and cold cave entrances, including those into the Stratená Cave System (Gulička, 1975).

## Chilopoda

Chilopods are frequent predators of small invertebrates at cave entrances; however, obligatory subterranean forms are absent in Slovak caves (Kováč et al., 2014). Species of the genus *Lithobius* occur commonly in hypogean habitats. Of these, *L. erythrocephalus* and *L. forficatus* were recorded in the Stratená Cave. *L. erythrocephalus* often penetrates deeper into the aphotic zones of caves. Its distribution is restricted to the Eastern Alps and the Carpathians. *L. forficatus* occurs exclusively in parts of the caves that are close to the surface. It is one of the most widespread chilopod species, with a broader distribution range extending over Europe, the Caucasus, and northern Africa (Országh et al., 1994).



Fig. 3. Western Carpathian endemic diplopod *Allorhiscosoma sphinx*, body length 1.5 cm. Photo: E. Kováč

## Collembola

Collembola are among the most diversified groups of arthropods in subterranean habitats. In the Dobšiná Ice Cave and Stratená Cave System, 39 taxa of Collembola were detected, of which only 26 species occupy the entrance parts. Three species are considered as obligate cave forms: *Deuteraphorura kratochvili*, *Protaphorura janosik* (Fig. 4) and *Pygmarrhopalites aggtelekiensis* (Fig. 5). The first species is a typical inhabitant of caves of central Western Carpathians, but also caves of the southern karst regions. *Megalothorax carpaticus* and *P. janosik* represent glacial relicts associated with caves of alpine karst or cold caves at lower elevations. Based on the latest observations, *P. janosik* is endemic to the Western and Eastern Carpathians, inhabiting both karst and pseudokarst caves (Parimuchová et al., 2017). *P. aggtelekiensis* is a species linked to the areas with a plateau type of karst and is considered to be Tertiary relict with well-developed troglomorphic characters (Kováč et al., 2016). In Slovakia, the species was recorded for the first time in the Stratená Cave, surprisingly remotely from *locus typicus* that is Baradla Cave (Nosek and Paoletti, 1984). In the Dobšiná Ice Cave, *P. aggtelekiensis* occupies even the cold parts with the air temperature 3.3 – 3.7 °C (Košel, 2009). *Megalothorax*



Fig. 4. Troglobiotic Collembola *Protaphorura janosik*, species characteristic of the cave system with occurrence on ice surfaces, body length 4 mm. Photo: E. Kováč & A. Parimuchová



Fig. 5. Obligate cave collembolan species *Pygmarrhopalites aggtelekiensis*, body length 1.5 mm. Photo: E. Kováč & P. Ľuptáčík



Fig. 6. Collembola *Hypogastrura crassaegranulata* occurs in moss cushions at the entrance of the Dobšiná Ice Cave, body length 1.3 mm. Photo: L. Kováč & N. Raschmanová

*dobsinensis*, discovered recently in a superficial subterranean habitat at the entrance of the Dobšiná Ice Cave, is most likely another glacial relict. It is restricted to a cold and wet habitat, along an inversed temperature gradient at the cave entrance. Morphology of *M. dobsinensis* does not show any clear troglomorphisms, however, its known distribution suggests preference of this species to the cold cave entrances of the Western Carpathians (Papáč et al., 2019). Stach (1949) described subspecies *Hypogastrura crassaegranulata dobsinensis* from moss cushions at the entrance of the Dobšiná Ice Cave (Fig. 6) as well as a similar form on the alpine soils of the High Tatra Mts.

as subspecies *H. c. crassaegranulata*. However, *H. c. dobsinensis* was later synonymized with the nominal form *H. crassaegranulata* (Skarżyński, 2006).

### Coleoptera

The coleopterans belong to the dominant groups of cavernicolous fauna. Previous attention of collectors was focused mainly on carabid coleopterans, specifically to the genus *Duvalius*. Of this, *Duvalius bokori valyianus* occurs the Stratená Cave System. The species has broad distribution within the territory of eastern Slovakia where it inhabits surface as well as endogeic microhabitats, and partially also caves. Another coleopteran *Choleva nivalis*, family Leiodidae, can be considered a glacial relict due to its preference of cave entrances and its occasional presence in deeper parts of the cold caves. Coleopterans of the family Staphylinidae, can be also found in cold subterranean habitats. However, *Quedius mesomelinus*, the most common species found in the Stratená Cave System, does not reach the same population quantity and frequency as in warmer caves (Kováč et al., 2014).

### Diptera

Dipteran flies are an important and regular component of parietal communities in the entrance section of caves throughout the year. Several species are permanent inhabitants of aphotic and stenothermic parts of caves during their larval stages. However, dipteran diversity in the deeper sections of caves is apparently lower, and populations are usually very scattered in the cave depending on the availability of the food source, i.e. decaying organic materials. In Stratená Cave System, we found 57 species of 10 families. Families Heleomyzidae and Mycetophilidae had the highest diversity, with 21 and 16 species recorded, respectively. We found the highest dipteran diversity in the Stratená Cave with 48 species, of which 46 species belonged to the parietal fauna. This number is related to numerous visits to the cave and a complex sampling from the cave entrance to a distance of about 100 m from the closure inside the cave (space with regular occurrence of the parietal fauna). *Trichocera maculipennis* and *Bradysia forficulata* are permanent residents of deeper parts of the caves, where they successfully reproduce. These cave dipterans were collected using pitfall traps and baits. Dipteran communities of Dobšiná Ice Cave and Duča Cave are greatly reduced due to unfavorable climatic conditions, especially in winter (frozen entrance parts).

Table 1. Overview of terrestrial and aquatic invertebrates of Dobšiná Ice Cave and Stratená Cave System (• troglobiont/stygobiont)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psic diery Cave	Data source
	Entrance	<i>glaciated parts</i>		Entrance	Cave	Entrance	Cave			
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová sieň Hall					Biely dóm Dome		
NEMATODA						+				Košel (2009)
ROTIFERA										
<i>Balaito calvus</i> Claparède, 1867						+				Košel (unpubl.)
ANNELIDA										
<b>Oligochaeta</b>										
fam. Enchytraeidae	+									Kováč et al. (2006)
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)						+				Košel (unpubl.)
<i>Enchytraeus</i> sp.						+				Košel (unpubl.)
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovsky, 1878						+				Košel (unpubl.)
<i>Henlea nasuta</i> (Eisen, 1878)						+				Košel (unpubl.)
<i>Marionina argentea</i> (Michaelsen, 1889)						+				Košel (unpubl.)
MOLLUSCA										
<b>Gastropoda</b>	+									Kováč et al. (2006)
<i>Cochlodina laminata</i> (Montagu, 1803)	+									Merkel (1885) as <i>Clausilia laminata</i> var. <i>fusculabris</i>
<i>Ena montana</i> (Draparnaud, 1801)	+									Merkel (1885) as <i>Bulimimus montanus</i>
<i>Isognomostoma isognomostomos</i> (Schröter, 1784)	+									Merkel (1885) as <i>Triodopsis personata</i>
<i>Petasisina unidentata carpatica</i> (Polinski, 1929)	+									Merkel (1885) as <i>Fruiticicola carpatica</i>
ARTHROPODA										

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	glaciated parts	non-glaciated parts		Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová sieň Hall	Biely dóm Dome						
Crustacea										
<b>Copepoda</b>										
• <i>Elaphoidella</i> sp.				+						Kováč et al. (2006)
<b>Ostracoda</b>										
<i>Candona candida</i> (O. F. Müller, 1776)				+						Čaputa (1985)
<i>Cypridopsis subterranea</i> Wolf, 1919				+						Petkovski (1966)
<i>Cypridopsis vidua</i> (O. F. Müller, 1776)				+						Čaputa (1985)
<b>Syncarida</b>										
• <i>Bathynella natans</i> Vejdovský, 1882										Kováč et al. (2006)
<b>Amphipoda</b>										
• <i>Niphargus tatrensis</i> Wrześniowski, 1888									+	Košel (1984), Hudec & Mock (2011)
<b>Isopoda</b>										
<i>Hyloniscus mariae</i> Verhoeff, 1908	+									Rudy et al. (unpubl.)
<i>Lepidoniscus minutus</i> (Koch, 1838)	+									Rudy et al. (unpubl.)
<i>Ligidium germanicum</i> Verhoeff, 1901								+		Rudy et al. (unpubl.)
<i>Ligidium hypnorum</i> (Cuvier, 1792)	+									Rudy et al. (unpubl.)
<i>Mesoniscus graniger</i> Frivaldszky, 1865									+	Gulička (1975), Košel (1984), unpubl., Kováč et al. (2012)
<i>Platyarthrus hoffmannseggii</i> Brandt, 1833	+									Rudy et al. (unpubl.)
<i>Protracheoniscus politus</i> (C.L. Koch, 1841)	+									Kováč et al. (2006)
<i>Trachelipus difficilis</i> Radu, 1950	+									Mock (unpubl.), Rudy et al. (unpubl.)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	<i>glaciated parts</i>	<i>non-glaciated parts</i>		Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová stien Hall	Biely dóm Dome						
<i>Trichoniscus carpathicus</i> Tabacaru, 1974							+			Rudy et al. (unpubl.)
Chelicerata										
<b>Acari</b>										
Oribatida										
<i>Achipteria</i> sp.							+			Kováč et al. (2012)
<i>Anachipteria deficiens</i> Grandjean, 1932							+			Kováč et al. (2012)
<i>Belba clavigera</i> Willmann, 1954							+			Kováč et al. (2012)
<i>Berniniella</i> cf. <i>conjuncta</i> (Strenzke, 1951)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Carabodes</i> cf. <i>tenuis</i> Forsslund, 1953							+			Kováč et al. (2012)
<i>Carabodes reticulatus</i> Benlese, 1913							+			Kováč et al. (2012)
<i>Ceratoppia bipilis</i> (Hermann, 1804)	+						+			Kováč et al. (2006, 2012)
<i>Ceratoppia quadridentata</i> (Haller, 1880)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Ceratozetes macromedioicris</i> Shaldybina, 1970			+							Kováč et al. (2006)
<i>Ceratozetes thienemanni</i> Willmann, 1943							+			Kováč et al. (2012)
<i>Cultroribula juncta</i> (Michael, 1885)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Cyberemaenus cymba</i> (Nicolet, 1855)	+									Kováč et al. (2012)
<i>Damaeus gracilipes</i> (Kulezynski, 1902)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Dissorhina ornata</i> (Oudemans, 1900)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Dissorhina</i> sp.							+			Kováč et al. (2012)
<i>Eobrachychthonius oudemansi</i> Hammen, 1952							+			Kováč et al. (2012)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	glaciated parts	non-glaciated parts		Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová sieň Hall	Biely dóm Dome						
<i>Epidamaeus berlesei</i> (Michael, 1898)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Eueremaeus valkanovi</i> (Kunst, 1957)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Eupelops</i> sp.							+			Kováč et al. (2012)
<i>Chamobates birulai</i> Kulczyński, 1902	+						+	+		Kováč et al. (2012)
<i>Chamobates spinosus</i> Sellnick, 1928	+									Kováč et al. (2006)
<i>Chamobates voigtisi</i> (Oudemans, 1902)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Gustavia microcephala</i> (Nicolet, 1855)			+							Kováč et al. (2006)
<i>Hermannia gibba</i> (C. L. Koch, 1839)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Kunstitamaeus</i> cf. <i>nidicola</i> (Willmann, 1936)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Liebstadia</i> sp.							+			Kováč et al. (2012)
<i>Liochthonius sellnicki</i> (Thor, 1930)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Mesorhitta nuda</i> (Berlese, 1887)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Metabelba pulverosa</i> (Strenzke, 1953)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Multioppia glabra</i> (Mihelcic, 1955)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Nothrus palustris</i> C. L. Koch, 1839								+		Kováč et al. (2012)
<i>Oppia</i> sp.								+		Košel (unpubl.)
<i>Oppiella</i> cf. <i>keilbachi</i> (Moritz, 1969)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Oppiella marginemata</i> (Subias, 1977)							+	+		Kováč et al. (2012)
<i>Oppiella subpectinata</i> (Oudemans, 1900)							+	+		Kováč et al. (2012)
<i>Oribatella berlesei</i> (Michael, 1898)	+									Kováč et al. (2006)
<i>Oribatella</i> sp. 1							+			Kováč et al. (2012)



Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	<i>glaciated parts</i>		Entrance	Cave	Entrance	Cave			
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová stien Hall					Biely dóm Dome		
<i>Oribatella</i> sp. 2						+				Kováč et al. (2012)
<i>Oribatella</i> sp. 3						+				Kováč et al. (2012)
• <i>Pantolozetes cavaticus</i> (Kunst, 1962)							+			Košel (2009, 2012)
<i>Pergalumna</i> sp.	+									Kováč et al. (2006)
<i>Phthiracarus</i> sp.								+		Kováč et al. (2012)
<i>Porobelba</i> sp.								+		Kováč et al. (2012)
<i>Quadrappia quadricarinata</i> (Michael, 1885)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Rhisoritia ardua</i> (C. L. Koch, 1841)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Scheloriobates laevigatus</i> (Koch, 1835)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Scheloriobates latipes</i> (C.L. Koch, 1841)	+							+		Kováč et al. (2006, 2012)
<i>Scheloriobates pallidulus</i> (Koch, 1841)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Sphaerozetes piriformis</i> (Nicolet, 1855)	+							+		Kováč et al. (2006, 2012)
<i>Steganacarus striculus</i> (Koch, 1836)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Suctobelba</i> cf. <i>alvateri</i> Moritz, 1970								+		Kováč et al. (2012)
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Hermann, 1804)	+									Kováč et al. (2006)
Mesostigmata										Kováč et al. (2006)
<i>Arctoseius semiscissus</i> (Berlese, 1892)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Cyrtolaelaps chiropterae</i> Karg, 1971									+	Fendš & Košel (2000)
<i>Cyrtolaelaps mucronatus</i> (G. et R. Canestrini, 1881)								+	+	Fendš & Košel (2000), Kováč et al. (2006, 2012)
<i>Dermanyssus carpathicus</i> Zeman, 1979									+	Kováč et al. (2012)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	glaciated parts	non-glaciated parts		Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová sieň Hall	Biely dóm Dome						
<i>Dinychus perforatus</i> Kramer, 1886								+		Kováč et al. (2012)
<i>Euryparasitus emarginatus</i> (C.L.Koch, 1839)						+				Košel (unpubl.)
<i>Gamasellus montanus</i> (Willmann, 1936)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Leiosteius</i> sp.								+		Kováč et al. (2012)
<i>Lysigamasus</i> sp.								+		Kováč et al. (2012)
<i>Ornithonissus sylviarum</i> (Canestrini et Fanzago, 1877)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Paragarmania dentritica</i> (Berlese, 1918)	+	+	+	+						Kováč et al. (2006)
<i>Parasitus</i> sp.								+		Kováč et al. (2012)
<i>Parasitus loricatus</i> (Wanke, 1861)									+	Fendša & Košel (2000)
<i>Poecilochirus necrophori</i> Vitzthum, 1930									+	Fendša & Košel (2000)
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i> (J. Müller, 1860)										Kováč et al. (2006)
<i>Uroobovella advena</i> (Trägårdh, 1912)									+	Fendša & Košel (2000); Košel (unpubl.)
<i>Veigaia</i> sp.									+	Kováč et al. (2012)
<i>Veigaia cerva</i> (Kramer, 1876)			+							Kováč et al. (2006)
<i>Veigaia nemorensis</i> (C.L. Koch, 1839)			+						+	Kováč et al. (2006, 2012), Košel (unpubl.)
<i>Vulgarogamasus oudemansi</i> (Berlese, 1903)									+	Fendša & Košel (2000)
<i>Vulgarogamasus rembertii</i> (Oudemans, 1912)	+								+	Fendša & Košel (2000), Kováč et al. (2006, 2012)
<i>Zercon carpathicus</i> Sellnick, 1958									+	Kováč et al. (2012)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	<i>glaciated parts</i>		Entrance	Cave	Entrance	Cave			
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová stien Hall					Biely dóm Dome		
<i>Zercon curiosus</i> Trägårdh, 1910						+				Kováč et al. (2012)
<i>Zercon</i> sp.						+				Kováč et al. (2012)
Prostigmata	+		+					+		Kováč et al. (2006, 2012)
fam. Acaridae										
<i>Acotyledon</i> sp.							+			Košel (unpubl.)
<i>Tyrophagus</i> sp.							+			Košel (unpubl.)
fam. Anoeidae										
<i>Anoetus</i> sp.							+			Košel (unpubl.)
fam. Labidostomatidae										
fam. Pygmephoridae										
<i>Pygmephorus erlangensis</i> Krzcal, 1959						+				Košel (unpubl.)
fam. Rhagidiidae								+		Kováč et al. (2012)
• <i>Foveacheles troglodyta</i> Zacharda, 1988							+			Zacharda (1988)
<i>Poecilophysys spelaea</i> (Wankel, 1861)			+							Kováč et al. (2014)
<b>Pseudoscorpionida</b>	+							+		Kováč et al. (2006), Košel (1984)
<i>Neobisium</i> sp.									+	Košel & Ducháč (unpubl.)
<i>Neobisium hermanni</i> Beier, 1938								+		Ducháč (1998)
<i>Neobisium sylvaticum</i> (C.L.Koch, 1835)						+				Košel & Ducháč (unpubl.)
<b>Araneae</b>			+							Kováč et al. (2006)
<i>Amaurobius fenestralis</i> (Ström, 1768)	+									Kováč & Mock (unpubl.)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	glaciated parts	non-glaciated parts		Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová sieň Hall	Biely dóm Dome						
<i>Macrargus rufus</i> (Wider, 1834)	+									Kováč & Moeck (unpubl.)
<i>Meta menardi</i> (Latreille, 1804)					+					Košel (unpubl.)
<i>Metelina meriana</i> (Scopoli, 1763)					+					Košel (unpubl.)
<i>Porrhomma convexum</i> (Westring, 1851)								+		Kováč et al. (2012)
<i>Porrhomma rosenhaueri</i> (L. Koch, 1872)								+		Košel (2009, 2012 as <i>P. myops</i> ), Řezáč (unpubl.)
<i>Tegenaria silvestris</i> L. Koch, 1872					+					Košel (unpubl.)
<i>Tenuiphantes atacris</i> (Blackwall, 1853)					+					Košel & Miller (unpubl.)
<b>Opliones</b>										
<i>Gyas annulatus</i> (Olivier, 1791)							+			Gulička (1975)
<i>Ischyropsalis manicata</i> C. L. Koch, 1865					+			+	+	Košel (1984), Košel (unpubl.)
<i>Leiobunum rupestre</i> (Herbst, 1799)					+			+		Košel (unpubl.)
<i>Platybunus bucephalus</i> C.L.Koch, 1835					+					Košel (unpubl.)
<i>Trogulus nepaeformis</i> (Scopoli, 1763)					+					Košel (unpubl.)
<i>Trogulus tricarinatus</i> (Linnaeus, 1767)	+									Kováč et al. (2006)
Myriapoda										
<b>Diplopoda</b>										
<i>Allorhiscosoma sphinx</i> (Verhoeff, 1907)				+	+		+	+	+	Gulička (1975), Košel (1984), Kováč et al. (2006, 2012)
<i>Glomeris tetrasticha</i> C.L. Brandt, 1833	+							+		Kováč et al. (2006, 2012)
<i>Chelogona carpathicum</i> (Latzel, 1882)	+									Gulička (1975), Kováč et al. (2006)

Taxa	Dobštiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	<i>glaciated parts</i>		Entrance	Cave	Entrance	Cave			
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová stien Hall					Biely dóm Dome		
<i>Leptoiulus mariae</i> Gulička, 1952							+			Gulička (1975)
<i>Leptoiulus liptauensis</i> (Verhoeff, 1899)							+			Gulička (1975)
<i>Polydesmus complanatus</i> (Linnaeus, 1761)							+			Kováč et al. (2012)
<i>Polyzonium</i> sp.	+									Kováč et al. (2006)
<b>Chilopoda</b>										
<i>Lithobius erythrocephalus schulleri</i> Verhoeff, 1925						+				Országh et al. (1994)
<i>Lithobius forficatus</i> (Linnaeus, 1758)						+				Országh et al. (1994)
Hexapoda										
<b>Collembola</b>										
<i>Allacma fusca</i> (Linné, 1758)	+									Kováč et al. (2006)
<i>Anurida granaria</i> (Nicolet, 1847)									+	Kováč & Košel (1998), Kováč et al. (1999)
<i>Appendisotoma absoloni</i> Rusek, 1966	+									Nosek (1969)
<i>Ceratophysella engadinensis</i> (Gisin, 1949)								+		Kováč et al. (1999)
<i>Ceratophysella granulata</i> Stach, 1949	+					+		+		Kováč et al. (1999, 2006, 2012)
<i>Desoria hiemalis</i> (Schött, 1893)	+									Raschmanová & Kováč (unpubl.)
<i>Desoria propinqua</i> (Axelson, 1902)									+	Kováč & Košel (1998), Kováč et al. (1999)
• <i>Deuteraphorura kratochvíli</i> (Nosek, 1963)		+				+		+		Kováč & Košel (1998 as <i>D. cf. hussoni</i> ), Kováč et al. (1999, 2006, 2012)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	glaciated parts	non-glaciated parts		Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová sieň Hall	Biely dóm Dome						
<i>Deutonura albella</i> (Stach, 1920)	+								Raschmanová & Kováč (unpubl.)	
<i>Doutnacia xerophila</i> Rusek, 1974	+								Raschmanová & Kováč (unpubl.)	
<i>Entomobrya nivalis</i> (Linné, 1758)	+								Raschmanová & Kováč (unpubl.)	
<i>Folsomia manolachei</i> Bagnall, 1939	+								Raschmanová & Kováč (unpubl.)	
<i>Hymenaphorura pseudosibirica</i> (Stach, 1954)							+		Kováč et al. (2012)	
<i>Hypogastrura crassaegranulata</i> (Stach, 1949)	+								Stach (1949), Nosek (1969), Pačit (1957), Kováč et al. (2006)	
<i>Hypogastrura</i> sp.	+								Kováč et al. (2006)	
<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	+								Kováč et al. (2006)	
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> (Fourcroy, 1785)	+								Raschmanová & Kováč (unpubl.)	
<i>Megalothorax carpaticus</i> Papáč et Kováč, 2013									Kováč et al. (2006), Papáč & Kováč (2013)	
<i>Megalothorax dobsinensis</i> Papáč, Raschmanová et Kováč, 2019	+								Papáč et al. (2019)	
<i>Megalothorax</i> cf. <i>hipmani</i> Papáč et Kováč, 2013	+								Raschmanová & Kováč (unpubl.)	
<i>Mesaphorura jirii</i> Rusek, 1982							+		Kováč et al. (1999)	
<i>Orchesella flavescens</i> (Bourlet, 1839)	+								Kováč et al. (2006)	
<i>Pachytoma recta</i> (Stach, 1929)	+								Raschmanová & Kováč (unpubl.)	

Taxa	Dobštiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	<i>glaciated parts</i>	<i>non-glaciated parts</i>		Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová stien Hall	Biely dóm Dome						
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)									+	Kováč et al. (1999)
<i>Plutomurus carpaticus</i> Rusek et Weiner, 1978	+								+	Kováč & Košel (1998), Kováč et al. (1999, 2012), Raschmanová & Kováč (unpubl.)
<i>Pogonognathellus flavescens</i> (Tullberg, 1871)	+								+	Kováč et al. (1999, 2006, 2012)
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	+									Raschmanová & Kováč (unpubl.)
<i>Protaphorura aurantiaca</i> (Ridley, 1880)	+									Raschmanová & Kováč (unpubl.)
• <i>Protaphorura janosik</i> Weiner, 1990		+							+	Kováč & Košel (1998), Kováč et al. (1999, 2006, 2012)
<i>Protaphorura pannonica</i> (Haybach, 1960)	+									Raschmanová & Kováč (unpubl.)
<i>Protaphorura tricampata</i> (Gisin, 1956)									+	Kováč et al. (1999)
<i>Pseudachorutes corticicolus</i> (Schäffer, 1896)	+									Raschmanová & Kováč (unpubl.)
<i>Pseudisotoma monochaeta</i> (Kos, 1942)	+									Raschmanová & Kováč (unpubl.)
<i>Pseudosinella thibaudi</i> Stomp, 1977	+									Raschmanová & Kováč (unpubl.)
• <i>Pygmarhopalites aggtelekiensis</i> (Stach, 1929)					+				+	Kováč & Košel (1998), Kováč et al. (1999, 2006)
<i>Pygmarhopalites pygmaeus</i> (Wankel, 1860)									+	Kováč & Košel (1998), Kováč et al. (1999, 2012)
<i>Tetradontophora bielensis</i> (Waga, 1842)	+								+	Kováč et al. (1999, 2006)
<i>Willemia scandinavica</i> Stach, 1949	+									Raschmanová & Kováč (unpubl.)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	glaciated parts		Entrance	Cave	Entrance	Cave			
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová sieň Hall					Biely dóm Dome		
<i>Xenylla brevisimilis</i> Stach, 1949	+								Raschmanová & Kováč (unpubl.)	
<b>Coleoptera</b>										
fam. Leiodidae			+						Kováč et al. (2006)	
<i>Catops longulus</i> Kellner, 1846							+		Kováč et al. (2012)	
<i>Choleva nivalis</i> (Kraatz, 1856)	+								Růžička & Vávra (1993)	
fam. Carabidae										
<i>Duvalius bokori valyitanus</i> (Bokor, 1922)	+					+			Gulička (1975), Hůrka & Pulpan (1980), Hůrka et al. (1989), Košel (1984, 2009), Kováč et al. (2012)	
<i>Leistus rufomarginatus</i> (Duftschmid, 1812)							+		Košel & Kožíšek (unpubl.)	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)							+		Košel & Kožíšek (unpubl.)	
fam. Staphylinidae	+								Kováč et al. (2006)	
<i>Bryaxis frivaldszkyi slovenicus</i> (Machulka, 1926)							+		Kováč et al. (2012)	
<i>Bryaxis monstretibialis</i> (Stolz, 1923)								+	Košel & Kolimár (unpubl.), Kováč et al. (2012)	
<i>Microscydmus namus</i> (Schaum, 1844)							+		Kováč et al. (2012)	
<i>Quedius mesomelinus</i> Marsham, 1802						+			Košel (unpubl.), Košel (1984), Kováč et al. (2012)	
fam. Nitidulidae										
<i>Epuraea melanocephala</i> (Marsham, 1802)							+		Kováč et al. (2012)	
<b>Auchenorrhyncha</b>	+								Kováč et al. (2006)	
<b>Hymenoptera</b>	+								Kováč et al. (2006)	



Taxa	Dobštiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	<i>glaciated parts</i>		Entrance	Cave	Entrance	Cave			
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová stien Hall					Biely dóm Dome		
<b>Diptera</b>	+	+	+							Kováč et al. (2006)
fam. Phoridae										
<i>Triphleba antricola</i> (Schmitz, 1918)							+			Kováč et al. (2012)
fam. Trichoceridae										
<i>Trichocera maculipennis</i> Meigen, 1818			+			+		+		Kováč et al. (2006, 2012), Košel (unpubl.)
<i>Trichocera regelionis</i> (Linnaeus, 1758)						+		+		Košel (unpubl.)
fam. Limoniidae										
<i>Dactylobasis sexmaculata</i> (Macquart, 1826)						+				Košel (unpubl.)
<i>Chionea araneoides</i> Dalman, 1816								+		Košel (unpubl.)
<i>Limonia nubeculosa</i> Meigen, 1804						+				Košel (unpubl.)
fam. Tipulidae										
<i>Tipula (Vestiptex) scripta</i> Meigen 1830						+				Košel & Martinovský (1994)
<i>Tipula (Savitschenkia) subsignata</i> Laskchewitz, 1933						+				Košel & Martinovský (1994)
fam. Bolitophilidae										
<i>Bolitophila austriaca</i> (Mayer, 1950)						+				Košel (unpubl.)
<i>Bolitophila cinerea</i> (Meigen, 1818)									+	Košel (unpubl.)
<i>Bolitophila hybrida</i> (Meigen, 1804)						+			+	Košel (unpubl.)
<i>Bolitophila maculipennis</i> Walker, 1836						+				Košel (unpubl.)
<i>Bolitophila saundersi</i> (Curtis, 1836)						+			+	Košel (unpubl.)
fam. Mycetophilidae										

Taxa	Dobšiná Ice Cave			Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	non-glaciated parts		Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		glaciated parts	Zrútený dóm Dome						
<i>Exechiopsis distendens</i> (Lackschewitz, 1937)					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis furcata</i> (Lundström, 1911)					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis indecisa</i> (Walker, 1856)					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis intersecta</i> (Meigen, 1818)					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis januarii</i> (Lundström, 1913)					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis lackschewitziana</i> (Stackelberg, 1948)								+	Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis ligulata</i> (Lundström, 1913)					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis magnicauda</i> (Lundström, 1911)					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis pseudindecisa</i> Laštovka & Matile, 1974					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis subulata</i> (Winnertz, 1863)					+				Košel (unpubl.)
<i>Exechiopsis unguiculata</i> (Lundström, 1911)					+				Košel (unpubl.)
<i>Mycetophila strobili</i> Laštovka, 1972					+				Košel (unpubl.)
<i>Mycetophila unnotata</i> Zetterstedt, 1852					+				Košel (unpubl.)
<i>Speolepta leptogaster</i> (Winnertz, 1863)							+	+	Košel (unpubl.), Kováč et al. (2012)
<i>Tarnania dziedickii</i> (Edwards, 1941)					+				Košel (unpubl.)
<i>Tarnania fenestralis</i> (Meigen, 1818)					+				Košel (unpubl.)
fam. Culicidae									
<i>Culex pipiens</i> Linnaeus, 1758					+				Košel (unpubl.)
<i>Culiseta ataskaensis</i> (Ludlow, 1906)					+				Košel (unpubl.)
<i>Culiseta glaphyoptera</i> (Schiner, 1864)					+				Košel (unpubl.)

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	<i>glaciated parts</i>		Entrance	Cave	Entrance	Cave			
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová stien Hall					Biely dóm Dome		
fam. Sciaridae										
<i>Bradysia forficulata</i> (Bezzi, 1914)					+			+		Košel (2001), Kováč et al. (2012)
fam. Heleomyzidae										
<i>Eccoptomera emarginata</i> Loew, 1862						+			+	Martinek (1984), Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Eccoptomera obscura</i> (Meigen, 1830)						+				Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Eccoptomera pallescens</i> (Meigen, 1830)						+			+	Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Gymnomus ampliticornis</i> (Czerny, 1924)						+				Martinek (1982)
<i>Gymnomus caesius</i> (Meigen, 1830) (=Scolioeentra)						+			+	Martinek (1984)
<i>Gymnomus czernyi</i> Papp et Woźnica, 1993						+			+	Papp & Woźnica (1993)
<i>Gymnomus europaeus</i> Papp et Woźnica, 1993									+	Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Gymnomus spectabilis</i> (Loew, 1862) (=Scolioeentra)	+					+			+	Martinek (1982), Kováč et al. (2006 as <i>Scolioeentra spectabilis</i> ), Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Heleomyza captiosa</i> (Gorodkov, 1962)						+			+	Martinek (1984 & unpubl.)
<i>Heleomyza modesta</i> (Meigen, 1838)						+			+	Martinek (1984)
<i>Heleomyza serrata</i> (Linnaeus, 1758)						+				Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Heteromyza commixta</i> Collin, 1901						+				Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Heteromyza oculata</i> Fallen, 1820						+				Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Heteromyza rotundicornis</i> (Zetterstedt, 1846)						+				Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Sapromyza basalis</i> Zetterstedt, 1847						+				Košel & Martinek (unpubl.)

Taxa	Dobšiná Ice Cave			Stratená Cave		Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	glaciated parts	non-glaciated parts	Entrance	Cave	Entrance	Cave		
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová sieň Hall						
<i>Sapromyza setiventris</i> Zetterstedt, 1847				+					Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Scolioecentra amplicornis</i> (Czerny, 1924)								+	Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Scolioecentra brachypterna</i> (Loew, 1873)								+	Košel & Martinek (unpubl.)
<i>Scolioecentra ventricosa</i> (Becker, 1859)				+				+	Martinek (1982)
<i>Scolioecentra villosa</i> (Meigen, 1830)				+					Martinek (1982)
fam. Sphaeroceridae									
<i>Crumomyia nigra</i> (Meigen, 1830)				+					Košel & Roháček (unpubl.)
<i>Crumomyia parentela alpicola</i> (Roháček 1980)				+					Košel & Roháček (unpubl.)
<i>Crumomyia setitibialis</i> (Spuler, 1925)				+					Košel & Roháček (unpubl.)
fam. Nycteribiidae									
<i>Basilia italica</i> Theodor, 1954			+						Hůrka (1984)
<b>Lepidoptera</b>									
<i>Hypena obesalis</i> Treitschke, 1829				+					Košel (unpubl.)
<i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)								+	Košel (unpubl.)
<i>Scoliopteryx libatrix</i> (Linnaeus, 1758)				+				+	Košel (unpubl.)
<i>Triphosa dubitata</i> (Linnaeus, 1758)	+			+			+	+	Kriesch (1875), Košel (unpubl.)
<b>Trichoptera</b>									
<i>Micropterna testacea</i> (Gmelin, 1769)				+					Kriesch (1875)
<i>Stenophylax permistus</i> McLachlan, 1895				+				+	Košel (unpubl.)
<b>Siphonaptera</b>									
	+								Kováč et al. (2006)

## CONCLUSION

The karst system of the Stratená Cave represents a unique complex of relatively well-preserved subterranean habitats with extensive underground spaces and many rare, relict, and endemic subterranean forms typical of the Western Carpathians, or even smaller local regions.

In total, 262 invertebrate taxa were recorded in the Stratená Cave System, of which 91 taxa were found in the Dobšiná Ice Cave. A smaller part of this spectrum consists of obligate subterranean forms (troglobionts/stygobionts = 8). Based on the presence of typical species and microclimatic conditions, we can define three zones of species distribution within the cave system. Only four species were recorded in glaciated sections, two of which are obligate cave collembolans *Deuteraphorura kratochvili* and *Protaphorura janosik*. Unglaciated sections represent the largest part of the cave system with endemic and obligate cave arthropods, such as rhagidiid species *Foveacheles troglodyte* and oribatid species *Pantelozetes cavaticus*, collembolans *Pygmarrhopalites aggtelekiensis* and *Megalothorax carpaticus*, and eutroglophilous diplopod *Allorhiscosoma sphinx*. Typical groundwater fauna is represented by crustaceans, specifically by stygobiont *Niphargus tatrensis* and phreatobionts *Elaphoidella* sp. and *Bathynella natans*. The climatically inverted entrance part of Dobšiná Ice Cave with cold thermal regime throughout the year, is inhabited by several cold-adapted soil-dwelling species. The occurrence of the recently discovered collembolan *Megalothorax dobsinensis*, a glacial relict, is limited exclusively to a cold and wet section of the local microclimatic gradient with stony debris covered primarily by soil (MSS).

## REFERENCES

- Bella P., Gaál L., Hlaváč J., Jakál J., Kováč L., Lalkovič M., Soják M. & Zelinka J. 2005. Jaskyne svetového dedičstva na Slovensku. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 159 p.
- Bella P., Hlaváčová I. & Holúbek P. 2018. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, 528 p.
- Bella P. & Zelinka J. 2018. Ice caves in Slovakia. In Perşoiu A., Lauritzen S-E. (Eds.): Ice Caves. Elsevier, Amsterdam, pp. 657–689.
- Brtek J. 1994. Výskyt druhov radu Bathynellacea (Malacostraca) na Slovensku. Acta rerum naturalium Musei nationalis Slovaci, 40, 195–199.
- Čaputa A. 1985. Bezstavovce. In Huňa L., Kozák M. & Vološčuk I. (Eds.), Chránená krajinná oblasť Slovenský raj. Príroda, Bratislava, pp. 119–129.

Taxa	Dobšiná Ice Cave				Stratená Cave	Duča Cave		Psie diery Cave	Data source
	Entrance	glaciated parts		Entrance Cave		Entrance Cave			
		Zrútený dóm Dome	Kvapľová stien Hall				Biely dóm Dome		
<i>Ischnopsyllus hexactenus</i> Kolenati, 1856			+						Hürka (1969)
<i>Ischnopsyllus simplex mysticus</i> Jordan, 1942			+						Hürka (1969)
<b>Number of taxa</b>	<b>68</b>	<b>5</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>74</b>	<b>24</b>	<b>65</b>	<b>48</b>	

- Derbák D., Dányi L. & Hornung E. 2018. Life history characteristics of a cave isopod (*Mesoniscus graniger* Friv.). *ZooKeys*, 801, 359–370.
- Ducháč V. 1998. Dosavadní nálezy štírků (Pseudoscorpiones) ve slovenských jeskyních. In Zborník referátov Biologické dni, Nitra, pp. 112–113.
- Fend'a P. & Košel V. 2000. Roztoče (Acarina, Mesostigmata) jaskýň Slovenského raja. In Mock A., Kováč L., Fulín M. (Eds.): Fauna jaskýň – Cave Fauna. Východoslovenské múzeum, Košice, 21–30.
- Gulička J. 1975. Fauna slovenských jaskýň. *Slovenský kras*, 13, 37–83.
- Gulička J. 1982. Biospeleológia. In Jákal J. (Ed.): Praktická speleológia. Osveta, Martin, pp. 159–189.
- Hlaváč P. 2009. Taxonomic notes on the *Bryaxis splendidus* species group (Coleoptera: Staphylinidae: Pselaphinae), with the description of a new species from the Ukraine. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 49, 2, 651–659.
- Hudec I. & Mock A. 2011. Rozšírenie dvoch druhov rodu *Niphargus* (Crustacea, Amphipoda) na Slovensku. *Slovenský kras*, 49, 2, 153–160.
- Hůrka K. 1969. Systematic, faunal and bionomical notes on the european and asiatic flea species of the family Ischnopsyllidae (Aphaniptera). *Acta Universitatis Carolinae Biologica*, 11–26.
- Hůrka K. 1984. New taxa and new records of palearctic Nycteribidae and Streblidae (Diptera: Pupipara). *Věstník Československé společnosti zoologické*, 48, 90–104.
- Hůrka K. & Pulpán J. 1980. Revision der Arten-Gruppe *Duvalius* (*Duvalidius*) *microphthalmus* (Col., Carabidae). *Acta Universitatis Carolinae, Biologica*, 1978, 297–355.
- Hůrka K., Janák J. & Moravec P. 1989. Neue Erkenntnisse zur Taxonomie, Variabilität, Bionomie und Verbreitung der slowakischen und ungarischen *Duvalius*-Arten (Coleoptera, Carabidae, Trechini). *Acta Universitatis Carolinae, Biologica*, 33, 353–400.
- Korzystka M., Piasecki J. & Sawiński T. 2011. Climatic system of the Dobšiná Ice Cave. In Bella P. & Gažík P. (Eds.): Proceedings 6<sup>th</sup> Congress International Show Caves Association, Demänovská Dolina, Slovak Republic, October 18 – 23, 2010. Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, pp. 85–97.
- Košel V. 1973. Nové poznatky o vírníku *Balatro calvus* Claparède, 1867 (Rotatoria) z územia Slovenska. *Biológia, Bratislava*, 28, 8, 691–695.
- Košel V. 1984. Súčasný stav poznania fauny v jaskyniach Slovenského raja. *Spravodaj SSS*, 15, 1, 38–40.
- Košel V. 2001. The Sciaridae (Diptera) from caves in Slovakia. *Acta Universitatis Carolinae Biologica*, 45, 73–78.
- Košel V. 2009. Subteránna fauna Západných Karpát. Biologické centrum Akademie věd České republiky, České Budějovice, 203 p.
- Košel V. 2012. Subterranean fauna of the Western Carpathians. *Tribun EU, Brno*, 209 p.
- Košel V. & Martinovský J. 1994. Tipulidae (Insecta, Diptera) from cave in the Western Carpathians (Slovakia). *Acta Zoologica Universitatis Comenianae*, 38, 27–34.
- Kováč L. & Košel V. 1998. Chvostokoky (Hexapoda, Collembola) jaskýň Národného parku Slovenský raj. In Bella P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Mlynky 1997. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, pp. 67–69.
- Kováč L., 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 5<sup>th</sup> Central European Proc Workshop on Soil Zoology, České Budejovice, 161–167.
- Kováč L., Hudec I., Luptáčík P., Mock A., Košel V. & Fend'a P. 2002. Spoločenstvá kaverníkolných článkonožcov (Arthropoda) Demänovských jaskýň. In Bella P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie, Stará Lesná 2001. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, pp. 155–164.
- Kováč L., Mock A., Luptáčík P., Višňovská Z. & Fend'a P. 2006. Bezstavovce (Vertebrata) Dobšinskej ľadovej jaskyne (Slovenský raj). In Bella P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 2005. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, pp. 179–186.
- Kováč L., Mock A., Luptáčík P., Parimuchová A., Košel V. & Fend'a P. 2012. Monitoring bezstavovcov jaskýň. Závěrečná správa pre projekt „Monitoring a manažment vybraných jaskýň 2010 – 2012“, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice, 191 p.

- Kováč L., Elhottová D., Mock A., Nováková A., Krištúfek V., Chroňáková A., Lukešová A., Mulec J., Košel V., Papáč V., Luptáčik P., Uhrin M., Višňovská Z., Hudec I., Gaál L. & Bella P. 2014. The cave biota of Slovakia. State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, 192 p.
- Kováč L. & Višňovská Z. 2014. Fauna jaskýň. In Bella P. (Ed.): Jaskyne Demänovskej doliny. Speleologia Slovaca, Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, pp. 107–128.
- Kováč L. 2018. Ice caves. In Moldovan T. O., Kováč L. & Halse S. (Eds.): Cave ecology. Springer Nature, Switzerland, pp. 331–349.
- Kriesch J. 1875. Állatani utazási jelentések az 1870 és 1872-ik évről. Math. és Term. Tud. Közl., 10 (1872), 201–220.
- Martinek V. 1982. Discovery of some new species of Diptera-Acalyprata in the fauna of Czechoslovakia. Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis, 23, Biologia, 74, 7, 75–81.
- Martinek V. 1984. Další údaje o rozšíření některých druhů skupiny Acalyprata (Diptera) na území SSR. I. (Čeledi: Heleomyzidae a Lauxaniidae). Acta Rer. natur. Mus. nat. slov., Bratislava, 30, 127–142.
- Mlejnek R. & Ducháč V. 2001. *Mesoniscus graniger* (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) v Západních Karpatech. Natura Carpatica, Košice, 42, 75–88.
- Mlejnek R. & Ducháč V. 2003. Troglobiontní a endogenní výskyt druhu *Mesoniscus graniger* (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) na území Západních Karpat. Acta Musei Reginahradecensis, serie A, 29, 71–79.
- Luptáčik P. 2006. Rozšírenie troglófilných roztočov panciernikov (Acarina, Oribatida) na území Slovenska. In Bella P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 2005. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, pp. 200–202.
- Merkel E. 1885. Ein Ausflug ins Tatragebirge. Nachrichtenblatt der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft 17, 136–145.
- Nosek J. 1969. The investigation on the apterygotan fauna of the Low Tatras. Acta Universitatis Carolinae, Biologica, 1967, 5/6, 349–528.
- Nosek J. & Paoletti M. G. 1984. *Arrhopalites delamarei* sp. n., a new species of cave Collembola. Fragmenta entomologica, 17, 211–214.
- Nováková A. 2006. Mikroskopické houby v Dobšinské ledové jeskyni a ve vybraných jeskyních Národného parku Slovenský kras. In Bella, P. & Gažík, P. (Eds.): Proceedings 6<sup>th</sup> Congress International Show Caves Association, Demänovská Dolina, Slovak Republic, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 203–210.
- Novotný L. & Tulis J. 2005. Kras Slovenského raja. Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 175 p.
- Országh I., Košel V. & Országhová Z. 1994. Príspevok k poznaniu stonožiek (Tracheata, Chilopoda) jaskýň Slovenska. Slovenský kras, 32, 79–90.
- Paclt J. 1957. Über die Collembolen-Fauna der slowakischen Höhlen. Beitr. Entomol., 7: 269–275.
- Papáč V. & Kováč L. 2013. Four new troglöbiotic species of the genus *Megalothorax* Willem, 1900 (Collembola: Neelipleona) from the Carpathian Mountains (Slovakia, Romania). Zootaxa 3737 (5), 545–575.
- Papáč V., Raschmanová N. & Kováč L. 2019. New species of the genus *Megalothorax* (Collembola: Neelipleona) from a superficial subterranean habitat at Dobšiná Ice Cave, Slovakia. Zootaxa, 4648 (1), 165–177.
- Papp L. & Woźnica A. 1993. A revision of the palaeartic species of *Gymnomus* Loew (Diptera, Heleomyzidae). Acta Zool. Hung., 39, pp. 175–210.
- Parimuchová A., Kováč L., Žurovcová M., Miklisová D. & Paučulová L. 2017. A glacial relict collembolan in the Carpathian caves – population variability or a species complex? Arthropod Systematics and Phylogeny, 75, 3, 351–362.
- Petkovski T. K. 1966. Ostracoden aus einigen Quellen der Slowakei. Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, Skopje, 10, 4, 91–107.

- Růžička J. & Vávra J. 1993. Rozšíření a ekologie brouků rodu *Choleva* (Coleoptera: Leiodidae: Cholevinae) na území Čech, Moravy a Slovenska. The distribution and ecology of the genus *Choleva* (Coleoptera: Leiodidae: Cholevinae) throughout Bohemia, Moravia and Slovakia. *Klapalekiana*, 29, 103–130.
- Růžička V. 2018. A review of the spider genus *Porrhomma* (Araneae, Linyphiidae). *Zootaxa*, 4481 (1), 1–75.
- Skarżyński D. 2006. A taxonomic revision of *Hypogastrura crassaegranulata* (Stach, 1949) (Collembola, Hypogastruridae). *Zootaxa*, 1109, 27–37.
- Stach J. 1949. The apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects. Families Neogastruridae and Brychystomellidae. *Polska Akademia Umiejetnosci, Kraków*, 341 p.
- Štašiov S., Mock A. & Mlejnek R. 2003. Nové nálezy koscov (Opiliones) v jaskyniach Slovenska. *Slovenský kras*, 41, 199–207.
- Šestáková A. & Mihál I. 2014. *Carinostoma elegans* new to the slovakian millipedes fauna (Opiliones, Dyspnoi, Nemastomatidae). *Arachnologische Mitteilungen*, 48, 16–23.
- Štěrba O. 1956. Vzácní a noví korýši z našich krasových vod. *Biológia, Bratislava*, 11, 385–403.
- Šustr V., Elhottová D., Krištůfek V., Lukešová A., Nováková A., Tajovský K. & Tríska J. 2005. Ecophysiology of cave isopod *Mesoniscus graniger* (Frivaldszky, 1865) (Crustacea: Isopoda). *European Journal of Soil Biology*, 41, 69–75.
- Šustr V., Lukešová A., Nováková A. & Vošta O. 2009. Potravní preference jeskynního stejnonožce *Mesoniscus graniger* (Isopoda, Oniscidea) v laboratorních testech. *Slovenský kras*, 47, 2, 275–281.
- Tulis J. & Novotný L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. *Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš*, 456 p.
- Zacharda M. 1988. *Foveacheles (Spelaeocheles) troglodyta* sp.n., subgen. n. (Acari: Prostigmata: Rhagididae) from Stratena Cave, the Western Carpathians, Slovakia. *Věstník Československé společnosti zoologické*, 52, 75–78.



SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	58/1	97 – 116	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2020
--------------------------------------------	------	----------	------------------------

## SPRÍSTUPNENIE A ZMENY PREHLIADKOVEJ TRASY DOBŠINSKEJ ĽADOVEJ JASKYNE

MIROSLAV KUDLA<sup>1,2</sup> – ĽUBOMÍR OČKAİK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Štátna ochrana prírody, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš;  
miroslav.kudla@ssj.sk, lubomir.ockaik@ssj.sk

<sup>2</sup> Katedra geografie a aplikovanej geoinformatiky Prešovskej univerzity, 17. novembra 1, 081 16 Prešov

### **M. Kudla, Ľ. Očkaik: Development and changes of the tourist trail in the Dobšiná Ice Cave**

**Abstract:** The Dobšiná Ice Cave was discovered on June 15, 1870. Immediately after the discovery, the works leading to cave development began. Their progress was so quick that two months after the discovery, on August 15, 1870, the first visitors visited the Small Hall, the Great Hall and the Collapsed Dome. The cave was officially opened to the public in 1871. At that time a part of the tour was descending to the lower space called the Hell. The most fundamental change of the tourist trail in the 1870s was the opening of the Ruffiny's Corridor and subsequent digging the artificial tunnel in the ice with path leading to the Hell, which circled the tourist trail. Probably during the first two decades of the 20<sup>th</sup> century, the path in the Collapsed Dome was not used as a part of the tourist trail. Another significant change of the path was done in the Great Hall in 1953. In 1968, two tunnels were dug in the ice, one over the Hell, the other between the Hell and the Ruffiny's Corridor, making the trail identical with the current one. In 1982, a new corridor was dug in the entrance area in order to avoid the place with the unstable ceiling, but due to the negative impact on cave microclimate, it was filled up in the 1990s.

**Key words:** cave history, show cave development, tourist trail, artificial ice tunnel, human impact

## ÚVOD

Dobšinská ľadová jaskyňa bola objavená 15. júna 1870 účastníkmi osemčlennej výpravy vedenej dobšinským lekárom Ferdinandom Fehérom cez vertikálny priestor oddávna známej Ľadovej diery v Duči. Po náročnom zostupe pomedzi napadané kmene a skaly na lane bankského rumpálu sa cez úzky prielez na jej dne preplazil do Malej siene Dobšinskej ľadovej jaskyne mladý bankský inžinier Eugen Ruffiny. Už na druhý deň po objave sa magistrát mesta Dobšiná zaviazal sprístupniť jaskyňu pre verejnosť a zakrátko začali samotné sprístupňovacie práce. Prehliadková trasa za jeden a pol storočia prevádzky jaskyne prekonala množstvo závažných zmien a menila svoju podobu, reflektujúc jednak prevádzkové potreby vrátane návštevnosti, ako aj osobité vlastnosti prostredia Dobšinskej ľadovej jaskyne. Dôležitú úlohu pri jej zmenách zohrávalo aj prirodzené zaľadňovanie častí prehliadkovej trasy, hrozba rútenia voľných blokov stropu, či potreba odvodňovania zaľadených častí. Zatiaľ čo história objavu a výskumu jaskyne je pomerne dobre známa a v literatúre spracovaná, samotné sprístupňovanie a vývoj prehliadkovej trasy patrí medzi málo známe stránky histórie Dobšinskej ľadovej jaskyne.

Jaskyňa bola oficiálne sprístupnená v roku 1871, avšak existencia nákrasu či mapy pôvodnej prehliadkovej trasy v jaskyni nám nie je známa. Útržkovité informácie poskytujú dobové mapy, najmä rozličné modifikácie mapy jaskyne od Eugena Ruffinyho, ktoré však z prehliadkovej trasy zachytávajú iba schodiská. Dielčie, no významné informácie približujúce jej priebeh sa objavujú v dobových prácach viacerých autorov a výskumníkov, ktorí v jaskyni pôsobili. Ide najmä o práce Ferdinanda Fehéra, Jána Pelecha či Jozefa Krennera. Nemenej významným prameňom sú dobové fotografie, litografie a pohľadnice zachytávajúce časti prehliadkovej trasy, neskôr kvalitné mapové diela či technická dokumentácia. Kľúčovým prameňom sú pozostatky historickej prehliadkovej trasy priamo v jaskyni.

Cieľom príspevku je, na základe dostupných informácií, priblížiť vývoj a zmeny prehliadkovej trasy Dobšinskej ľadovej jaskyne a postrehnúť príčiny týchto zmien. V príspevku nereflktujeme rekonštrukcie chodníkov či technického vybavenia jaskyne, ktoré nemali zásadný vplyv na zmenu priebehu trasy, ako napríklad výmena drevenej konštrukcie chodníkov za nerezové.

## SPRÍSTUPŇOVANIE JASKYNE V ROKU 1870

Dobšinská ľadová jaskyňa bola provizórne sprístupnená už dva mesiace po jej objavení, teda 15. augusta 1870, kedy ju oficiálne navštívila vybraná spoločnosť. Deň po objave bol spísaný protokol o objave jaskyne, v ktorom sa magistrát mesta Dobšiná zaviazal sprístupniť ju verejnosti, no zároveň zachovať jej pôvodný stav. Podľa dobových opisov samotného vstupu do jaskyne cez Ľadovú diery v Duči, ako aj opisu objavy jaskyne je zrejmé, že jej sprístupnenie nebola ľahká úloha (Snopl, 1924; Benický, 1970; Prikryl, 1985).

Prvým cieľom sprístupňovacích prác bolo umožniť bezpečný vstup do jaskyne, a to bez použitia lana a banského rumpálu a zaistiť bezpečný pohyb v jej horných zaľadnených priestoroch. Dosiahnutý bol za menej ako dva mesiace. Predpokladaný pohyb návštevníkov v jaskyni sa počas slávnostného provizórneho sprístupnenia v auguste 1870 pravdepodobne obmedzoval iba na ľadovú plochu Malej a Veľkej siene, prípadne Zrúteného domu. Práce sa vykonávali so zreteľom na ochranu jaskyne a zachovanie jej hodnôt, ako to vo svojej práci Stratenské údolie opisuje Ján Pelech: *„Zastupiteľský zbor mesta Dobšiná sa jednoznačne uzniesol, že ľadovú jaskyňu, ten vzácny podklad prírody, nádherný skvost mestskej chránenej oblasti, bude všemožne chrániť, udržiavať, a neobmedzenými finančnými prostriedkami zveľaďovať. Mesto je odhodlané a pripravené investovať do pohodlného sprístupnenia jaskyne, do vybudovania drevených podláh, schodíkov, zábradlí, mostíkov a pod., potrebný materiál a financie. Vráťane odborných prác, všetko na prospech pohodlia a bezpečnosti návštevníkov jaskyne.“* (Pelech, 2016, s. 23) Pozoruhodnou a pre dnešnú dobu aj mimoriadne inšpiratívnou myšlienkou je zmienka o plánovanom používaní zisku z návštevnosti jaskyne: *„Uznesenie o správe Ľadovej jaskyne mestom Dobšiná zdôrazňuje, že akýkoľvek finančný výnos, získaný z prevádzkovania jaskyne, smie byť použitý výlučne na jej údržbu, na úpravu a skrásľovanie okolia vstupného priestoru.“* (Prikryl, 1985, s. 62)

Samotný priebeh následných sprístupňovacích prác nám nie je známy, ale je zrejmé, že mali dve rozhodujúce úlohy. Prvou z nich bolo zabezpečiť a spríechodniť objavný vchod Ľadovej diery, ktorý Pelech opisuje takto: *„Pomerne veľký, do neznámych hĺbok vedúci otvor, ku ktorému si drevorubači, uhliari, pastieri, poľovníci, ale i obyčajní výletníci radi prišli v letných horúčavách posedieť, aby si v príjemnom chládku mohli zajesť a vypiť na ľade „ľadovej diery“ dobre ochladené nápoje. Z dlhej chvíle alebo skôr zo zvedavosti do otvoru spúšťali drevá, kamene a rôzne iné haraburdie, aby podľa zvuku padajúcich predmetov mohli usudzovať, aký je hlboký. Podľa ich mienky sa im zdal nekonečný, končiaci až kdesi v pekle. Pretože v blízkosti otvoru a pokiaľ sa dalo dovidieť, bol samý ľad, a z otvoru vial*

mrazivý prievan, dostalo toto miesto priliehavý názov „ľadová diera“. Otvor bol známy od nepamäti, len nikto nemal odvahu túto mrazivú dieru preskúmať...“ (Blaha, 1971, s. 5) Pozoruhodnú informáciu o charaktere a zaľadnutí Ľadovej diery, ako aj o do nej nahádzaných kusoch dreva či skál prináša aj Prikryl: „... od nepamäti známa pod skalou vo vrchu Duča, v nadmorskej výške 965,5 m. Z veľkej časti ju vyplňal ľad, a preto bola známa ako ľadová diera. Kamene, brvná a iné predmety, ktoré do nej hádzali, padali dosť dlho. Nik nemal odvahu preskúmať túto mrazivú dieru, ktorá bola zdanlivo nekonečne hlboká.“ (obr. 1) (Prikryl, 1985, s. 61) Zaujímavá je informácia o neúspešných pokusoch o prienik do Ľadovej diery aj jej samotný opis z pera jedného z objaviteľov Ferdinanda Fehéra „... asi 50 – 60 siah nad hladinou doliny balvanmi lemovaný a sčasti ich suťou vyplnený kotol veľkosti približne 50 štvorcových siah, z neho tiahne nápadne studený prúd vzduchu. Najhlbší bod kotla kryje v zime – lete ľad a vedie do strmej trhliny. Táto ľadová diera je už od nepamäti známa, ale z vedeckých pohnútok sa do nej dosiaľ nikto nespustil – niekoľko nesmelých pokusov ostalo bez výsledku práve pre nesmelosť, s akou ich podnikli.“ (Fehér, 1872, s. 10)



Obr. 1. Ľadová diera v Duči s ľadom po okrajoch, cez ktorú bola 15. júna 1870 objavená Dobšinská ľadová jaskyňa, zachytená na litografii v práci J. Krennera z roku 1874. Zbierka SMOPaJ

Fig. 1. The Ice Hole in Duča with ice along the edges, through which the Dobšiná Ice Cave was discovered on 15<sup>th</sup> June 1870, captured on lithography in the work of J. Krenner from 1874. SMOPaJ Collection

Z priebehu samotnej objavnej výpravy vyniká opis Ruffinyho zostupu do Ľadovej diery v Pelechovej práci „Stratenské údolie“: „Ruffiny si veľmi pomaly a s nasadením všetkých fyzických síl prekliesňoval cestu medzi skalami, kmeňmi dreva a hlinou. Brodiac sa bahnom, zrazu sa ocitol na šikmej ľadovej ploche, po ktorej sa sediaci – ležiac zošmykol až do priestornej ľadovej siene. Bola to tzv. „Malá sieň“. Keď sa zorientoval, zistil, že je na vrchole nejakého ľadového kopca a svoj šmyklavý voľný pád nemôže zastaviť.“ (Pelech, 2016, s. 29)

Z uvedeného je zrejmé, že vstup do jaskyne bol komplikovaný a samotný pohyb po podlahovom ľade nebezpečný. Z toho vyplýva druhá úloha prvotných sprístupňovacích prác, ktorou bolo dosiahnutie bezpečného pohybu po ľade v priestore Malej aj Veľkej siene či Zrúteného domu. Napriek tomu, že muselo ísť o pomerne rozsiahle práce, ktoré obsahovali čistenie a výraznú úpravu vchodu jaskyne a jeho okolia, transport materiálu von aj dnu a zabezpečenie prehladkovej trasy, bolo tempo prác aj na dnešné pomery naozaj úctyhodné. Magistrát mesta Dobšiná menoval za správcu a dozorcú jaskyne zaslúžilého lesmajstra Alexandra Brecza, ktorý navrhol projekt sprístupnenia a viedol sprístupňovacie práce. Zároveň bol autorom návštevného poriadku (Pelech, 2016).

Provizórne sprístupnenie jaskyne 15. augusta 1870 sa nám javí skôr ako využitie možnosti bezpečnej návštevy dovtedy sprístupnenej časti jaskyne, teda ľadovej plochy Malej siene, Veľkej siene a Zrúteného domu, v symbolickom dátume, dva mesiace po jej objavení, než konkrétny cieľ. Rýchle tempo sprístupňovania zrejme pokračovalo aj po tomto dátume a jaskyňa bola pre návštevnícku verejnosť oficiálne otvorená v nasledujúcom roku.

## PREHLIADKOVÁ TRASA Z ROKU 1871

Presná podoba pôvodnej prehliadkovej trasy Dobšinskej ľadovej jaskyne sa v dobových mapách nezachovala. Modifikácie Ruffinyho máp z rokov 1871 až 1887 z prehliadkovej trasy zachytávajú iba schodiská, konkrétne schodisko vo vstupe do Malej siene, drevené schody vo Veľkej sieni v smere na Zrútený dóm, od roku 1873 aj schodisko v Ruffinyho koridore a schodisko z Malej siene klesajúce smerom k Peklu v západnej vetve jaskyne. Tieto mapy tak o prehliadkovej trase poskytujú len čiastkové informácie. Jej podobu z roku 1871 môžeme rekonštruovať porovnávaním dobových máp, v kontexte stručných až okrajových zmienok v dobovej literatúre, najmä však na základe jej existujúcich pozostatkov vo viacerých častiach jaskyne. Rýchle tempo sprístupňovacích prác bolo, okrem veľkého pracovného nasadenia, dosiahnuté aj tým, že s výnimkou čistenia a rozsiahlej úpravy vchodu jaskyne neboli spočiatku v jaskyni potrebné významnejšie terénne úpravy. Opis prehliadkovej trasy sa objavuje v práci Jozefa Krennera z roku 1873. Ide o poznatky získané počas prehliadky z 11. apríla toho roku, kedy mu jaskyňu predstavil jeden z objaviteľov – Ferdinand Fehér. Dôležitý je opis vstupného priestoru jaskyne, ktorý sa v dôsledku sprístupňovacích prác už zásadne líši od vyššie uvedených opisov ľadovej diery v Duči, ako aj zmienka o samotnom vstupe do Malej siene na jeho dne: „*Na mierne zvažujúcej sa stráni, tesne vedľa domca, vidíme priehlbeň, táto vznikla prepadnutím vápencového útvaru. Priehlbeň má formu mnohouholníka, okolo ktorého bolo by možné opísať polkruh, a pri ktorom najvyššia, naproti nám čnejúca stena / ktorá by zodpovedala priemeru tohto polkruhu/ vybieha dopredu a hore je pokrytá machom. Táto stena je asi 6 siah dlhá, severnej expozície a východo-západného smeru. Predné steny priehlbné nevidíme, nakoľko ich kryjú skalné zlomiská, ktoré vytvárajú malé plateau. Keď sa priblížime k veľkej, predklonenej skalnej stene, vidíme /ale len z bezprostrednej blízkosti/, že na jej spodku sa zeví vodorovný otvor, ktorý má uprostred výšku človeka a na oboch stranách sa klinovite preťahuje. Toto je vchod do jaskyne.*“ (Krenner, 1873, s. 3)

Krennerov opis vchodu jaskyne do značnej miery vypovedá o rozsahu sprístupňovacích prác, ktoré sa aspoň čiastočne museli uskutočniť ešte pred prehliadkou jaskyne z 15. augusta 1870 a v plnom rozsahu v roku 1871, pred oficiálnym sprístupnením jaskyne. V tom čase však bol vstup do Malej siene zaľadnený masívnym podlahovým ľadom. Samotný prístupový chodník z povrchu priamo do vchodu jaskyne bol opatrený 19 drevenými schodmi. Nápomocná je aj zmienka o ďalších 18 schodoch vysekaných do ľadu v priestore Malej siene pod vchodom do jaskyne, kde sa prirodzený ľad v súčasnosti už nevyskytuje a prehliadková trasa je vybavená vyvýšenou nerezovou konštrukciou: „*Dále sestupujeme do hlubin po 18 stupních...*“ (Wünsch, 1881, s. 85) Pelech v roku 1878 už hovorí o drevených schodoch a taktiež opisuje podlahový ľad v tomto priestore: „*Od vchodu schádzame po 38 drevených schodíkoch, mierne sa točíme doľava a sme v rozšírenom vstupnom hrdle jaskyne. Klenby a bočné steny tejto haly sú skalnaté, ale podlažie tvorí čistá, citel'ne chladiacim až mrazivým dojomom pôsobiaca hrubá ľadová vrstva.*“ (Pelech, 2016, s. 32) Informácia o počte schodov vo vstupnej časti jaskyne v ústí Malej siene sa objavuje aj v domácom kalendári z roku 1890: „*Vnídúc 19 schodmi dnu, nájdeme vôkol seba samučičký ľad, ktorým dovedie nás ďalších 18 schodov do veľkej dvorany...*“ (Anonym, 1890, s. 60)

Časť pôvodnej prehliadkovej trasy je aj v súčasnosti zachovaná v priestore Veľkej siene. V zaľadnených častiach jaskyne ju tvorili prepracované drevené chodníky, budované na masívnych, do ľadu zapustených drevených konštrukciách z hrubých drevených pulcov, na ktorých boli položené dosky. Nálezy veľkého množstva dreveného rezu nasvedčujú, že ním boli tieto chodníky posýpané s cieľom zamedzenia pošmyknutia návštevníkov. Súčasťou prehliadkovej trasy boli drevené schodiská (obr. 2), ako aj schody vysekané priamo do ľadu, nutne opatrené dreveným rezom. Nakoľko vtedajšia prehliadková trasa z Malej do Veľkej siene kopírovala severnú stenu týchto priestorov, umožňovala, na rozdiel od súčasnej trasy, aj návštevu zaľadneného Zrúteného domu vetvou chodníka vedúceho z križovatky Veľkej siene. Z nej na juh viedla odbočka chodníka vedúca okolo masívnych ľadových stĺpov – Oltára a Studne, pozdĺž južnej steny Veľkej siene po obvode prirodzeného „ľadového klziska“, ktoré dlho slúžilo korčuliarom (Székely & Horváth, 2009). Išlo o slepú vetvu, z ktorej konca pri Studni sa návštevníci opäť vracali tou istou trasou späť. Niektoré mapy z prvej polovice 20. storočia, aj dobové fotografie a pohľadnice, zobrazujú ako súčasť prehliadkovej trasy malú slučku okolo Studne, ktorú tak návštevníci mohli vidieť zblízka zo všetkých strán. Z dostupných zdrojov však nie je možné s istotou konštatovať, či je to súčasť pôvodnej prehliadkovej trasy, alebo

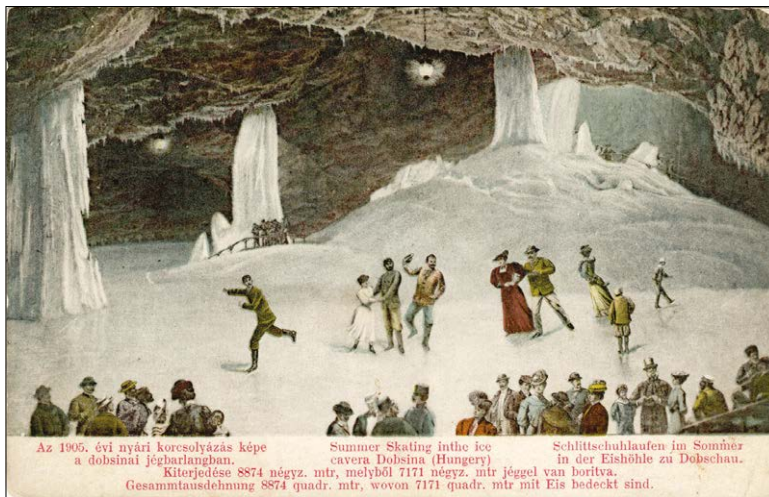


Obr. 2. Dodnes zachovaná časť dreveného schodiska vo Veľkej sieni, ktoré bolo súčasťou pôvodnej prehliadkovej trasy. Schody boli posýpané dreveným rezom proti pošmyknutiu. Foto: P. Holúbek

Fig. 2. Fragment of the wooden staircase in the Great Hall, which a part of the original tourist trail, has been preserved to this day. The stairs were sprinkled with sawdust to prevent people from slipping. Photo: P. Holúbek

tento prvok pribudol neskôr. Priebeh vtedajšej prehliadkovej trasy, ako aj charakter zaľadnenia a ľadových útvarov v prvých dekádach prevádzkovania jaskyne ilustruje priložená pohľadnica z kolorovanej fotografie, zachytávajúca výjav z ľadovej slávnosti v roku 1905 (obr. 3). Na nej vidíme korčuliarov na vodorovnej ľadovej ploche v spodnej časti Veľkej siene a v popredí divákov na oblúkovitom chodníku, ktorý vedie od odbočky na Zrútený dóm pozdĺž južnej steny spodnej časti Veľkej siene až po Studňu. Vidíme tiež chodník so zábradlím pred Studňou, ktorý ju obchádzal po obvode. Vpravo vidíme nie príliš zreteľné drevené zábradlie a schodisko chodníka vedúceho z Malej siene, okolo dnes už neexistujúcich ľadových stĺpov v severnej časti Veľkej siene, do jej spodných častí v smere na Zrútený dóm.

Západná vetva prehliadkovej trasy vedúca do Pekla bola z hľadiska sprístupňovacích prác a najmä nárokov na bezpečnosť náročnejšia, nakoľko tu hrozilo vážne riziko pošmyknutia a nezastaviteľného pádu po šikmej ľadovej ploche až na vtedy obnažené balvany Pekla. Opis tejto trasy prináša Krenner: „*Najprv si prezrieme pravé krídlo. Musíme sa vrátiť po tej istej ceste, ktorou sme sa dostali na predošlé stanovisko (pozn. do Malej siene), až pokiaľ nad nádherným, zo stropu visiacim zamrznutým vodopádom prídeme k otvoru spodného pravého priestoru. Ľad strmo klesá do hĺbky. Po 150 schodíkoch, čiastočne vysekaných do ľadu, čiastočne pohodlne nad ním umiestnených, zostúpime do dolnej siene.*“ (Krenner,



Obr. 3. Pohľadnica z roku 1905. Diváci stoja na východnej strane južnej vetvy chodníka vo Veľkej sieni. Okolo Studne vidíme neúplnú slučku chodníka končiacu schodíkmi vedúcimi priamo na ľadovú plochu. Vpravo hore vidíme zábradlie chodníka vedúceho z Malej siene vrátane schodiska na obrázku 2. Zbierka SMOPaJ

Fig. 3. Postcard from 1905. Spectators stand on the east side of the southern branch of the path in the Great Hall. Around the Well we see an incomplete loop of sidewalk ending with stairs leading directly to the ice rink. At the top right we see the handrail of the wooden path leading from the Small Hall, including the staircase in Figure 2. SMOPaJ Collection

1873, s. 4) Túto trasu podobne opisuje aj Fehér, ktorý sa taktiež zmieňuje o schodoch vybudovaných priamo v ľade: „Na juh od vchodu klesá ľadová podlaha v uhle  $55^\circ$  a tu treba popri celom ľadovom kopci zostúpiť po 145 do ľadu vmontovaných schodoch, aby sme sa dostali na dno spodných priestranstiev.“ (Fehér, 1872, s. 11) Hoci sa vysekávanie schodov priamo do ľadu javilo ako technicky najjednoduchšie, nakoľko si nevyžadovalo budovanie žiadnych zložitejších drevených konštrukcií, ktoré by prehliadkovú trasu viedli nad ľadovú plochu, Fehér pri opise zaľadňovania jaskyne okrajovo zmieňuje zásadný problém takéhoto technického riešenia. Každoročné jarné zamrzanie priesakovej vody a prírastky ľadu spôsobovali prekrývanie schodov novým ľadom. „Podľa mojich doterajších pozorovaní bol ľad minulého roku (pozn. 1871) na rovných a hlbšie položených miestach zaliaty vodou na 1 – 2 palce. V zime je hladký sťa zrkadlo a dokonale suchý, posypaný jemným vápencovým práškom. Do ľadu vysekané stupne boli zase vyhladené a znova ich bolo treba vysekávať.“ (Fehér, 1872, s. 12)

V tom čase podlahový ľad nesahal až po južnú stenu Pekla. Zároveň neexistovali tunely v podzemnom ľadovci, ale prehliadková trasa viedla po kamennej sutine a balvanoch popri stene popod čelo ľadovca. Krenner opisuje, že ľad je od steny vzdialený 3 až 4 metre. Podľa neho je to dôsledkom „vyparovania v nižšie sa ťahajúcich dutinách a otvoroch.“ Viac než opis čela ľadovca, jeho vrstevnatosti a rozličných ľadových útvarov je pre nás dôležitá informácia o konci prehliadkovej trasy tejto vetvy jaskyne. „Východná časť chodby končí v ostrom uhle bohato ozdobenou kaplnkou, kde sa spolu stretávajú ľadová stena a skala.“ (Krenner, 1873, s. 5) Krenner miesto zakončenia chodby vedúcej cez Peklo<sup>1</sup> na styku ľadovca a kamennej steny nazýva Kaplnkou. Názov Kaplnka sa v jaskyni objavuje aj po vysekaní

<sup>1</sup> Peklo je pôvodný historický názov spodných častí jaskyne, dnes známejších ako Prízemie či Pod Veľkou oponou, pričom názov Peklo sa zúžil iba na západný výbežok jaskyne. V príspevku tento názov používame v jeho historickom význame.

tzv. Ruffinyho kaplnky v neskôr sprístupnenom Ruffinyho koridore, teda rovnaký názov pomenováva dve miesta.

Nakoľko dobové mapy neobsahovali presný a kompletný nákras sprístupnenej trasy, dnes, vzhľadom na zaľadnenie spodných častí jaskyne v priestore Pekla, nie je možné získať úplnú predstavu o technickom riešení sprístupnenia tejto časti jaskyne. Predpokladáme však, že návštevníci sa pohybovali priamo po sutine s minimálnym počtom drevených premostení a konštrukcii medzi balvanmi. Celkový obraz o prehliadkovej trase tejto časti jaskyne nám dotvára jej Fehérov opis: „Dno a strop spodnej etáže skláňa sa silne k juhu. Spodok nepokrýva ľad, ale zasypáný je v dôsledku všeobecného zosunu jaskyne skalnými zlomiskami, medzi ktorými sú diery, z ktorých poniektoré siahajú do viacsiahovej hĺbky. Medzi balvanmi vidieť miestami kvapľové formácie, ciagle, o dĺžke jednej i viac stôp, vyrastajúce zo základne ako vežičky, alebo drobné ľadové platničky, podobné oázam v púšti. Ešte nižšie, kde cez leto silne kvapká voda, leží mnoho naplaveného vápenného prachu a v ňom nachádzame kosti zablúdivšej fauny.“ (Fehér, 1872, s. 11)

Pôvodná prehliadková trasa sa od súčasnej výrazne odlišovala. Umožňovala návštevu Zrúteného domu, v priestore Malej a Veľkej siene bola vedená pozdĺž ich severnej steny, obsahovala vetvu vedúcu po obvode južnej steny Veľkej siene v priestore „prirodzeného klziska“, čiastočne zhodnú s dnešnou prehliadkovou trasou. Okrem drevených konštrukcii využívala aj schody vysekané priamo do ľadu a to vo vstupnej časti Malej siene a na strmej trase medzi Malou sieňou a Peklom. V priestore Pod veľkou oponou viedla po sutine a balvanoch, ktoré dnes zakrýva masívna vrstva podlahového ľadu (obr. 4).



Obr. 4. Pôvodná prehliadková trasa z roku 1871 vyznačená červenou farbou na mape A. Droppu z roku 1950. Zbierka SMOPaJ

Fig. 4. The original tourist trail from 1871 marked in red on the map by A. Droppa from 1950. SMOPaJ Collection

## OBJAV A SPRÍSTUPNENIE RUFFINYHO KORIDORU, ZOKRUHOVANIE PREHLIADKOVEJ TRASY

Už prví prieskumníci a robotníci sprístupňujúci Veľkú sieň si nepochybne všimli, že medzi klesajúcim stropom v jej východnej časti a ľadovou masou je výrazná nepriechodná medzera. Náležitú pozornosť jej venoval Eugen Ruffiny, ktorý v nej vytušil pokračovanie do neznámych priestorov. Okolnosti objavu tejto časti jaskyne a presekania úžiny v ľade opisuje Ján Pelech vo svojej práci Stratenské údolie: „*Za objavenie a sprístupnenie ľavého krídla chodby vďaka opäť Ruffinyho objaviteľskej posadnutosti. Pri skúmaní smeru odtokových vôd objavil totiž medzi ľadovou stenou a skalnou stenou siene úzku štrbinu. Pokračoval v jej smere, dal presekať ľadové prekážky, čím sa vytvoril 68 m dlhý tunel v ľadovej stene. Ruffinyho predtucha, že pod ním by mal byť jaskynný priestor sa splnila, keď sa presekal do ľavého krídla chodby.*“ (Pelech, 2016, s. 35)



Obr. 5. Mapa Dobšinskej ľadovej jaskyne od E. Ruffinyho z roku 1871 zachytáva jaskyňu v pôvodnom stave bez prvkov prehliadkovej trasy a Ruffinyho koridoru. Ide o najstaršie mapové zobrazenie jaskyne. Zbierka SMOPaJ

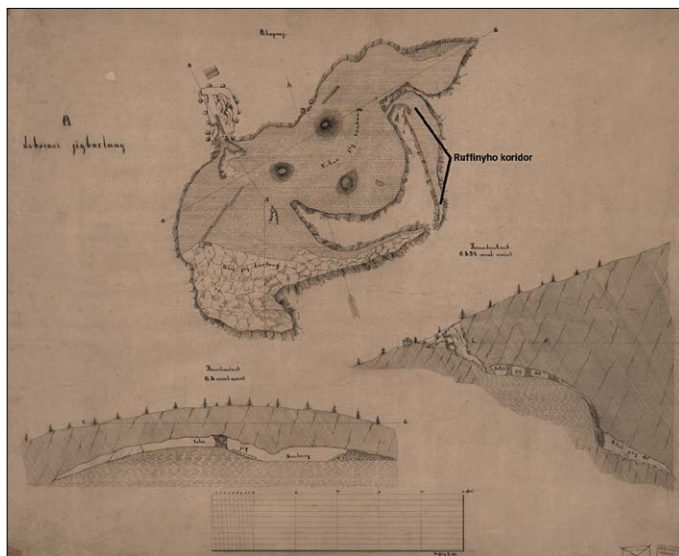
Fig. 5. A map of the Dobšiná Ice Cave by E. Ruffiny from 1871 shows the cave in its original state without elements of the tourist trail and the Ruffiny's Corridor. It is the oldest map of the cave. SMOPaJ Collection

že táto časť jaskyne v tom čase už sprístupnená bola. Berúc v úvahu uvedené informácie predpokladáme, že Ruffinyho koridor mohol byť objavený najskôr v druhej polovici roka 1871, v čase po ukončení sprístupňovacích prác a vyhotovení prvej mapy jaskyne, zároveň sprístupňovacie práce v ňom museli byť ukončené najneskôr do apríla 1873.

Po prekopaní chodby v ľadovom masíve čakala na objaviteľov klesajúca chodba medzi okrajom podzemného ľadovca a kamennej steny nového priestoru, ktorá dostala pomenovanie podľa svojho objaviteľa – Ruffinyho koridor. Zatiaľ čo opis samotného objavu sa nám vďaka Pelechovej práci zachoval, problematickejšie je jeho datovanie. Tu sa neoceniteľným prameňom stávajú mapové diela pochádzajúce z prvých rokov po objavení jaskyne. Ide o pôvodnú mapu z dosiek Eugena Ruffinyho z roku 1871 a jej neskoršie modifikácie a doplnenia. Mapa z roku 1871 zobrazuje jaskyňu ešte bez Ruffinyho koridoru (obr. 5), čo napovedá, že na prvom mieste boli sprístupňovacie práce, zodpovedajúc záujmom mesta Dobšiná. Prolongačné práce tak zrejme začali až po sprístupnení jaskyne.

Druhá modifikácia Ruffinyho mapy z roku 1873 už Ruffinyho koridor zachytáva (obr. 6). Ide zároveň o prvú mapu zobrazujúcu niektoré časti prehliadkovej trasy, avšak obmedzuje sa iba na schodiská. Pozoruhodné je, že v Ruffinyho koridore ešte žiadne schodisko zakreslené nie je, čo by napovedalo, že mapa vznikla ešte pre jeho vybudovaním. Na druhej strane vďaka Krennerovmu opisu jaskyne a svojej návštevy v nej z apríla 1873 spoľahlivo vieme,





Obr. 6. Verzia Ruffinyho mapy z r. 1873 ako prvá zobrazuje Ruffinyho koridor, avšak ešte bez schodiska prehliadkovej trasy. Zbierka SMOPaJ

Fig. 6. The version of Ruffiny's map from 1873 is the first one to show the Ruffiny's Corridor, although without stairs of the tourist trail. SMOPaJ Collection

Krenner opisuje Koridor a porovnáva ho s priestorom Pekla, teda západnej vetvy prehliadkovej trasy. Dôležitá je zmienka o umelo vytvorenej dutine kupolovitého tvaru priamo v ľadovci, ktorá neskôr získala pomenovanie Ruffinyho kaplnka a stala sa súčasťou prehliadkovej trasy. „*Pomery sú tu úplne rovnaké, ako boli na skôr opísanom mieste. Tie isté ľadové ciagle, tá istá stena z ľadu, lenže tu je aj kryštálmi posiatá. Magicky pôsobí k stene opretá, z jemných ľadových vlákien vybudovaná priezračná pagoda, ku ktorej vchodu vedú ľadové schody, vnútro ozdobujú veľké, jagavé kryštály.*“ (Krenner, 1873, s. 5) Podrobnejšie túto časť jaskyne opisuje Pelech. „*Zostupujeme na spodné podlažie. Z dvoch chodieb volíme vo východnom kúte Veľkej siene sa nachádzajúci ľadový tunel. Po drevených schodoch sme sa dostali do ľavého krídla Ruffinyho chodby, zvaného Ruffinyho koridor. Ten je 12 m široký, 15 až 20 m vysoký, 43 m dlhý. Jeho južnú stenu tvorí skalná stena, ktorá sa v hornej časti ohýba, aby sa klenbovým oblúkom spojila s náprotivnou ľadovou stenou. Podlažie siene má spád mierny až prudký. V mega – šikmom priereze je viditeľný postupný nárast steny z pôvodného základu na podlaží smerom kolmo hore.*“ (Pelech, 2016, s. 35 – 36)

Ruffinyho koridor bol v čase svojho objavu omnoho viac vyzdobený ľadovou výzdobou. Okrem vrstiev ľadovca mohli návštevníci obdivovať rozličné formy ľadovej výplne. Medzi nimi aj osobitý úkaz, tzv. „vianočné stromčeky“, zo steny vystupujúce ľadové stĺpy obrastené ľadovými formáciami, najmä však veľké ľadové náteky – závesy rastúce z horného okraja ľadovca, vďaka pritekajúcej vode z priestoru Veľkej siene. Jeden z opisov dnes už neexistujúcej ľadovej výzdoby Ruffinyho koridoru: „*Mimo ohromnou ľadovou stěnu zříme tu jeden z nejkrásnějších tvarů ledových, tak zvanou Besídku. Stojíť na chlumci ledovém, a zdá se, jakoby sestávala z listí palmových, umělým způsobem setkaných. Besídka jest 6 m vysoká, 1,5 m široká. Osvětli-li se uvnitř, poskytuje pohledu skutečně čarokrásného.*“ (Ambróž, 1884, s. 58)

Ruffinyho koridor bol teda pre návštevníkov veľmi atraktívny, čomu napomáhala aj umelo vysekaná Kaplnka. Jeho podobu približujú viaceré litografie, ktoré ilustrujú prácu



Obr. 7. Ruffinyho koridor s dnes neexistujúcim dutým útvarom Besiedka, do ktorého viedla odbočka chodníka. Litografia v práci J. Krennera z roku 1874. Zbierka SMOPaJ

Fig. 7. Ruffiny's Corridor with the now non-existent hollow formation Besiedka, into which a path had branched. Lithograph in the work of J. Krenner from 1874. SMOPaJ Collection

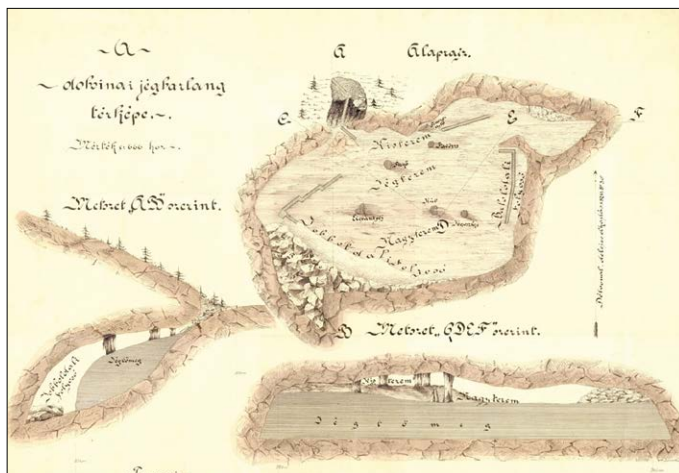
vidíme aj na mape jaskyne z roku 1873 (obr. 6). To bolo nevýhodné nie len z hľadiska pohodlia návštevníkov, ale najmä z praktického prevádzkového hľadiska. Tento nedostatok sa prinajmenšom počas prvých sezón, vzhľadom na nízku ročnú návštevnosť, prejavoval iba minimálne. Ročná návštevnosť jaskyne sa v prvej dekáde jej prevádzkovania pohybovala rádovo v stovkách, v roku 1871 jaskyňu navštívilo iba 292 návštevníkov. Snahy o zokruhovanie prehliadkovej trasy nadväzujú na sprístupnenie Ruffinyho koridoru.

Podobne ako je tomu pri objave a sprístupnení Ruffinyho koridoru, presné datovanie nepoznáme ani v prípade vybudovania prerážky medzi ním a Peklom. Neveľmi nám pomôžu aj historické mapy. Modifikácia Ruffinyho mapy z roku 1887, podobne ako predchádzajúce, z prehliadkovej trasy zachytáva iba schodiská. Avšak na rozdiel od nich na nej absentuje ohraničenie Veľkej siene a Ruffinyho koridoru, ako by išlo o jediný jaskynný priestor (obr. 8). Podľa tejto mapy teda nie je možné jednoznačne určiť, či zachytáva aj prípadné umelé prepojenie oboch vetiev prehliadkovej trasy. To mape uberá na kvalite a najmä na výpovednej hodnote a môže viesť k predpokladu, že v čase jej vyhotovenia ešte predmetné prepojenie neexistovalo ani v druhej dekáde prevádzkovania jaskyne, v čase značného zvyšovania ročnej návštevnosti. Napríklad v roku 1887 navštívilo jaskyňu 2429 návštevníkov (Droppa, 1960).

Kľúčovým prameňom pri datovaní času vzniku predmetnej prerážky je opäť Pelechova práca z roku 1878 (resp. jej preklad z roku 2016). Podľa nej v čase Pelechovej návštevy jaskyne už táto spojovacia chodba jednoznačne existovala a jeho práca obsahuje opis prechodu

J. Krennera z roku 1874 (obr. 7) aj J. Pelecha z roku 1878. Pozoruhodnou súčasťou trasy v Koridore bola chodníkom vybavená odbočka do tzv. Besiedky, malej dutiny pod masívnymi, dnes už neexistujúcimi ľadovými nátekmi, ktorá je vyobrazená na priloženej litografii.

Nedostatkom prehliadkovej trasy, ktorej súčasťou sa stal aj Ruffinyho koridor bolo, že východná a západná vetva jaskyne neboli prepojené, a tak sa návštevníci museli na ich dne otáčať. V Ruffinyho koridore prehliadková trasa končila Ruffinyho kaplnkou a v západnej vetve Pod Veľkou oponou v mieste kontaktu ľadovca a steny v priestore taktiež nazývanom Kaplnka. Kto chcel navštíviť opačnú vetvu jaskyne, musel sa vrátiť až do Malej siene a odtiaľ opäť zostúpiť na dno vedľajšej vetvy, ako to opisuje Krenner: „Aby sme sa dostali do ľavej, takzvanej Ruffinyho chodby /nesie meno svojho objaviteľa/, musíme sa vrátiť do Veľkej siene, z ktorej sa spustíme po podobných schodoch, aké viedli do predošlých priestorov (pozn. ako z Malej siene do Pekla).“ (Krenner, 1873, s. 5) Absenciu prirodzeného spojenia Ruffinyho koridoru a Pekla (dnes priestoru Pod Veľkou oponou)



Obr. 8. Modifikácia Ruffinyho mapy z roku 1887. Absentuje na nej hranica medzi Veľkou sieňou a Ruffinyho koridorom, aj prerážka medzi Ruffinyho koridorom a Peklom. Zbierka SMOPaJ Fig. 8. Modification of Ruffiny's map from 1887. There is no border between the Great Hall and Ruffiny's Corridor, and also the artificial ice tunnel between the Ruffiny's Corridor and Hell. SMOPaJ Collection

z Ruffinyho koridoru do Pekla: „V najužšom mieste tejto časti (pozn. Ruffinyho koridoru) je v ľadovej stene vytesaná chodba, tzv. Tunel. Je dlhý 8 m a spája Ruffinyho koridor so spodným podlažím. Vedie nás ku Kaplnke. Skálna stena chodby a náprotivná ľadová stena vytvárajú klenbu s oblúkom v gotickom štýle.“ (Pelech, 2016, s. 38) Jednoznačne teda ide o opis predmetnej umelo vybudovanej chodby. Podobný opis prináša aj cestovateľ Jozef Wunsch: „Prvotné byly to ohromné dvě chodby, pravá a levá. Stěna ledová 6 m silná delila je od sebe. Ta pak dlouhým tunelem je proražena, a obě chodby spojily se v jednu chodbu 200 m dlouhou, z nichž na pravé křídlo připadá asi 120 a na levé 80 m.“ (Wünsch, 1881, s. 86) Vtedajšia spojovacia chodba však neprebíhala cez ľadový tunel, ale na styku ľadovca a kamennej steny. Po prerazení nového spojovacieho tunela priamo cez ľadový masív v roku 1968 bola pôvodná prerážka postupne zaľadená.

Z vyššie uvedeného teda vyplýva, že spojovacia chodba medzi Ruffinyho koridorom a priestorom Pod Veľkou oponou bola na styku kamennej steny a ľadovca v dĺžke asi 6 – 8 m prerazená v období ohraničenom rokmi 1873 a 1878. Vzhľadom na rýchlosť sprístupňovania Ruffinyho koridoru a nepraktickosť potreby navštíviť každú vetvu jaskyne osobitne s návratom do Malej siene predpokladáme, že práce na budovaní prerážky začali krátko po sprístupnení Ruffinyho koridoru. Vybudovanie zmienenej spojovacej chodby mimoriadne zjednodušilo a zatriktívnilo návštevu jaskyne, nakoľko sa vytvoril prehliadkový okruh, ktorý je základom aj dnešnej prehliadkovej trasy.

## ZRÚTENÝ DÓM AKO SÚČASŤ PREHLIADKOVEJ TRASY

Veľká sieň vo svojej severovýchodnej časti ústi do Zrúteného dómu. Zatiaľ čo tá bola častým motívom známych historických malieb, litografií či fotografií a podrobne ju opisovali významní bádatelia 19. storočia, Zrútený dóm sa nachádzal na okraji návštevníkeho, umeleckého aj odborného záujmu. Opis prehliadky Zrúteného dómu opomínajú práce najstarších bádateľov a nedostal sa ani do pozornosti umelcov vyobrazujúcich krásy ľadovej výplne. Dostupné historické pramene nám neumožňujú presné vymedzenie obdobia, kedy bol Zrútený dóm súčasťou prehliadkovej trasy. Nápomocné nie sú ani historické mapy,

nakol'ko tie sa dlho obmedzovali iba na zobrazovanie schodísk a nie celej prehliadkovej trasy. Jednoznačné dôkazy o sprístupnení Zrúteného dómu sa nachádzajú priamo v ňom.

Zrútený dóm bol zrejme súčasťou pôvodnej prehliadkovej trasy. Jednak tomu nasvedčujú len nedávno odstránené pozostatky dreveného chodníka (obr. 9), jednak ľahká dostupnosť tohto priestoru, ktorá bola výhodná najmä v čase sprístupnenia jaskyne v roku 1871, kým nebol objavený a sprístupnený Ruffinyho koridor. V čase ústupu podlahového ľadu v posledných dekádach sa v Zrútenom dóme odkryli až dve vrstvy konštrukcie dreveného chodníka postavené nad sebou. Pôvodný chodník bol zrejme po určitom čase zaľadnený a na ňom vybudovaný novší chodník. To nasvedčuje, že tento priestor bol súčasťou prehliadkovej trasy pomerne dlho, hoci jeho význam zrejme klesol po zokruhovaní prehliadkovej trasy prepojením Ruffinyho koridoru a Pekla. Nálezy veľkého množstva uhlíkov z oblúkových elektrických lúčov napovedajú, že Zrútený dóm bol súčasťou prehliadkovej trasy aj po elektrifikácii jaskyne v roku 1887 (Lalkovič, 2009).

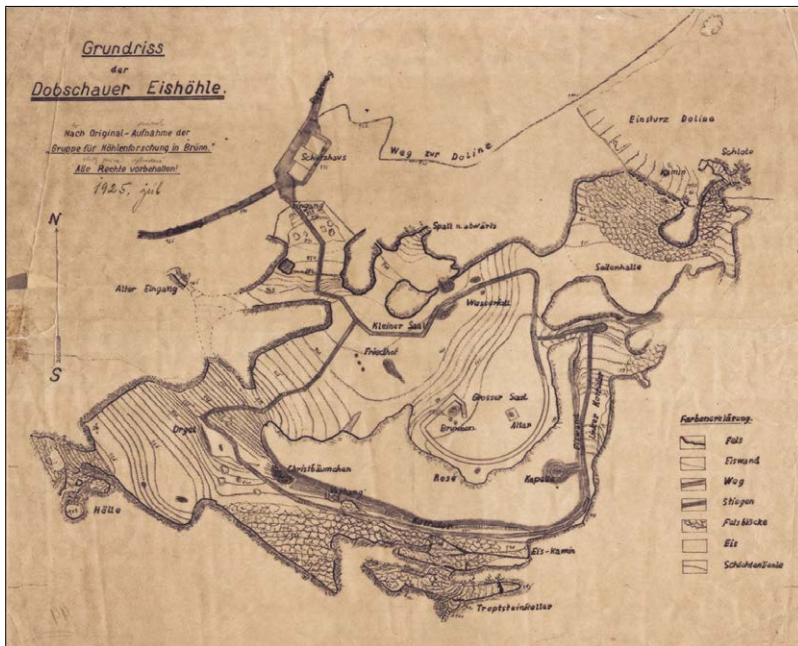


Obr. 9. Pozostatok odbočky chodníka vedúceho z Veľkej siene do Zrúteného dómu, dlhodobo pokrytého masou pilín a ľadu. Foto: P. Holúbek

Fig. 9. Remains of the path branch leading from the Great Hall to the Collapsed Dome, long term covered with a mass of sawdust and ice. Photo: P. Holúbek

Skúposť dobovej literatúry na zmienky o Zrútenom dóme môže byť spôsobená aj tým, že tento menej majestátny priestor s podlahovým ľadom, čiastočne vyplnený masívnym kužeľom zrútených balvanov južného okraja prepahliska Duča, nezanechal v návštevníkoch až taký dojem, ako mohutné ľadové stĺpy a klzisko Veľkej siene, kryštály inovati, Ruffinyho koridor, či vrstevnatosť ľadovca v Pekle.

Prvá mapa Dobšinskej ľadovej jaskyne, ktorá zachytáva celú prehliadkovú trasu, resp. nie len schodiská ako tomu bolo dovtedy, pochádza z roku 1925 (obr. 10). Jej autorom je Jaskyniarska skupina v Brne „Gruppe für Höhlenforschung in Brunn“. Ide o precíznu a kvalitnú mapu, ktorá vtedajšiu prehliadkovú trasu dôsledne zobrazuje. O to pozoruhodnejšie je, že na nej chýba chodník v Zrútenom dóme, ktorý tam v tom čase s určitosťou existoval. Nad príčinou, prečo sa tento chodník na inak precíznej mape nenachádza, môžeme iba uvažovať. Zrejme je, že chodník v Zrútenom dóme v čase vyhotovenia mapy už nebol súčasťou prehliadkovej trasy, čo však nie je dôvod, aby nebol zameraný a zakreslený do mapy. Do úvahy prichádza aj jeho zámerné vynechanie, aby mapa reflektovala vtedy aktuálnu prehliadkovú trasu. Možno je aj jeho čiastočné zaľadnenie, najmä v priestore jeho napojenia na chodník vo Veľkej sieni.



Obr. 10. Mapa jaskyne z roku 1925 ako prvá zachytáva celú prehliadkovú trasu, avšak chodník v Zrútenom dome už nezobrazuje. Zrútený dóm sa v tom čase počas prehliadok už nenavštevoval. Zbierka SMOPaJ

Fig. 10. The map of the cave from 1925 is the first that shows the entire tourist trail, but it doesn't show the path in the Collapsed Dome. The Collapsed Dome was no longer visited during the tours. SMOPaJ Collection

Z dostupných prameňov nie je možné určiť, kedy presne sa Zrútený dóm počas prehliadky jaskyne prestal navštevovať. Jednou z príčin, prečo bol z trasy vyradený, môže byť jeho využívanie na hospodárske účely. Po sprístupnení jaskyne, či už ju prevádzkovalo mesto Dobšiná alebo rodina Fejérovcov, sa v nej ťažil ľad, slúžiaci na chladenie potravín v ľadovniach. Pred objavom jaskyne sa ťažil z okrajov Ľadovej diery v Duči. Aby ťažbou ľadu jaskyňa utrpela čo najmenej, tá sa realizovala práve v priestore Zrúteného dómu. Jeho južná časť istú dobu slúžila aj ako chladnička, priestor na chladenie potravín pre hotel pod jaskyňou. Práve takéto využívanie Zrúteného dómu mohlo priviesť k jeho odčleneniu od prehliadkovej trasy.

Ďalšou príčinou môže byť zaľadňovanie vstupnej časti Zrúteného dómu. V roku 1950 jaskyňu zameral Anton Droppa. Podobne ako kedysi Ruffinyho mapa, aj táto existuje vo viacerých modifikáciách (Droppa, 1957). Na jednej z nich dokonca Zrútený dóm úplne absentuje. Pozoruhodné je, že v jeho mapách, ktoré Zrútený dóm obsahujú, je v jeho vstupnom priestore zakreslená veľká ľadová prekážka. Tento ľadový val, ktorý nutne prekrýval časť chodníka, mal svoj základ vo veľkej kope dreveného rezu na posýpanie prehliadkovej trasy. Ten zastavoval mrznúcu vodu pritekajúcu sem od Niagary v severnej časti Veľkej siene. Tak sa prechod od pôvodne ľahko dostupného priestoru značne skomplikoval a obmedzil, až úplne znemožnil prevádzkovanie chodníka vedúceho do Zrúteného dómu.

## PREKLÁDKA CHODNÍKA VO VEĽKEJ SIENI, NAJVÄČŠIA ZMENA PREHĽADKOVEJ TRASY

Prehliadková trasa sa po vynechaní jej časti v Zrútenom dome dlhodobo vôbec nemenila a vyzerala tak, ako je vyobrazená na zmieňovanej mape z roku 1925 (obr. 10). Významné zmeny nastali až v päťdesiatych rokoch, kedy v dôsledku zlepšovania socio-ekonomickej situácie obyvateľstva oproti predchádzajúcemu obdobiu násobne vzrástla návštevnosť jaskýň. Zatiaľ čo v roku 1951 navštívilo Dobšinskú ľadovú jaskyňu 38917 návštevníkov, už v roku 1959 ich počet dosiahol 94383 (Lalkovič & Pástor, 1996; Lalkovič, 1997). Tým vzrástli aj nároky na prevádzku jaskyne, čo si vyžadovalo jednak generálnu rekonštrukciu prehliadkovej trasy, jednak jej zefektívnenie.

V súvislosti s príchodom väčšieho počtu návštevníkov sa ako problematická javila návšteva južnej časti Veľkej siene. Prístupový chodník do tejto časti predstavoval slepú vetvu vedúcu južne od odbočky do Ruffinyho koridoru po obvodu južnej časti siene, na konci sa lomil k ľadovému útvaru Studňa, viedol až k nemu, obchádzal ho a následne skončil. Problém s efektívnosťou tejto časti prehliadkovej trasy sa čiastočne podarilo vyriešiť predĺžením chodníka obchádzajúceho Studňu tak, aby sa okolo nej utvorila priechodná slučka, teda okruh okolo Studne. Toto riešenie zaznamenáva pôvodná mapa Antona Droppu z roku 1950 (obr. 11). Išlo o nenáročné a pomerne efektívne riešenie, avšak jeho datovanie nám nie je známe. Predpokladáme, že jeho realizácia súvisela s obmedzovaním až úplným zákazom korčuľovania v jaskyni.

V roku 1953 sa jaskyňa na jednu dekádu dostala pod správu národného podniku Turista (Blaha, 1971). Pod dozorom Hydrometeorologického ústavu a Slovenskej akadémie vied uskutočnil národný podnik Turista generálnu opravu vybavenia jaskyne a prijal opatrenia



Obr. 11. Zokruhovaná trasa okolo útvaru Studňa zefektívnila prevádzku jaskyne a plynulosť jej prehliadky do generálnej rekonštrukcie prehliadkovej trasy v roku 1953. Zbierka SMOPaJ  
Fig. 11. The circled trail around the Well made the operation of the cave and the movement of visitors more effective until the general reconstruction of the tourist trail in 1953. SMOPaJ Collection

na zachovanie jej prírodných hodnôt. Existujúce povrchové elektrické vedenie v jaskyni nahradilo káblové, veľkou zmenou a úplnou rekonštrukciou prešla prehliadková trasa (Lalkovič, 2000).

Z prehliadkovej trasy úplne vypadol chodník vedúci z Malej siene (od odbočky na Peklo) severnou časťou Veľkej siene až po odbočku do Ruffinyho koridoru. Nahradil ho chodník kopírujúci oválnu južnú stenu Veľkej siene, ktorý predtým končil zmiňovaným okruhom okolo Studne. Okruh bol odstránený a chodník bol predĺžený cez prerážku v ľade vo výbežku medzi Veľkou a Malou sieňou (obr. 12). Veľká časť pôvodného dreveného chodníka vo Veľkej sieni bola odstránená alebo zaliata ľadom. Táto úprava prehliadkovej trasy značne zjednodušila a zefektívnila prevádzku jaskyne.



Obr. 12. Chodník medzi Malou a Veľkou sieňou v záreze vysekanom v ľade v roku 1953.

Foto: M. Kudla

Fig. 12. Path between the Small and Great halls in an artificial notch cut in ice in 1953.

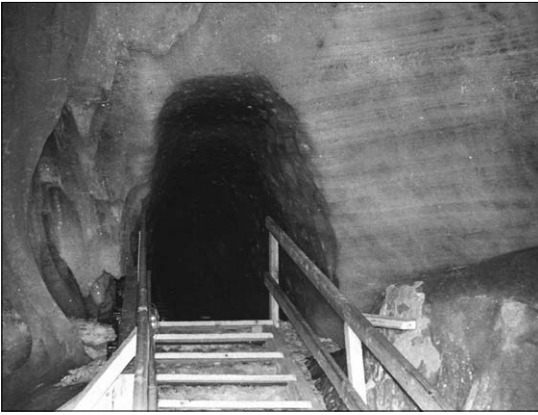
Photo: M. Kudla

## VYRAZENIE ĽADOVÝCH TUNELOV A PRERÁŽKA NOVEJ VSTUPNEJ CHODBY

Prehliadková trasa po preložení chodníka cez prerážku medzi Veľkou a Malou sieňou sa od tej súčasnej líšila iba minimálne, a to absenciou tunelov priamo v ľadovcovom masíve. Pred ich vyrazením prehliadková trasa Pekla kopírovala okraj čela ľadovca. Avšak umelé odvodňovanie Malej a Veľkej siene spôsobovalo pravidelné zaľadňovanie niektorých jej častí. Ešte závažnejší problém predstavovala hrozba padajúcich skál zo stropu v dôsledku jeho mrazového zvetrávania, čo predstavovalo pre návštevníkov jaskyne seriózne nebezpečenstvo.

V čase, keď jaskyňu spravovalo Východoslovenské múzeum v Košiciach, bolo prijaté rozhodnutie o vyrazení dvoch tunelov priamo v ľadovom masíve. Do prevádzky boli uvedené v roku 1968.<sup>2</sup> Prvý obchádza kritické miesto na okraji ľadovca pri vstupe do Pekla (obr. 13), druhý nahradil dovtedy používanú prerážku do Ruffinyho koridoru medzi horninovou

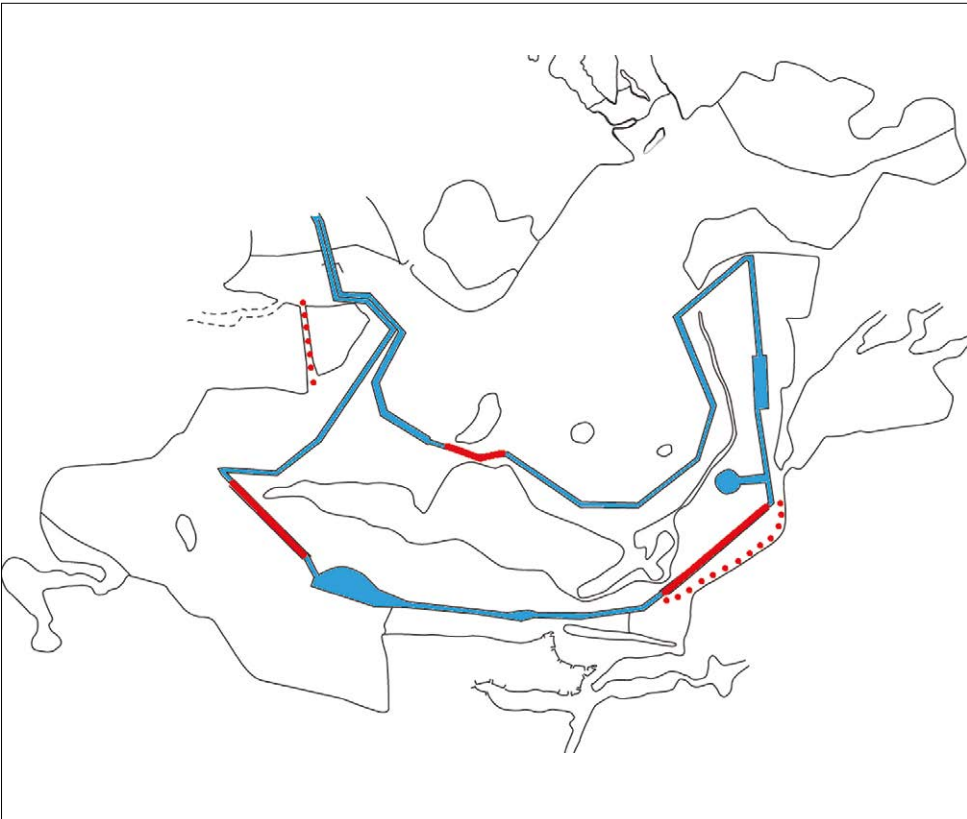
<sup>2</sup> Archív ochrany prírody a jaskyniarstva, fond Zbierka podzemných krasových javov, inventárne číslo 105/2 Popis fotografie: Vstup do prerážky v ľadovom masíve ( I. Cebebauer, 1968).



Obr. 13. Tunel vysekaný v ľade v západnej časti priestoru Pekla v roku 1968. Zbierka SMOPaJ

Fig. 13. Tunnel dug in ice in the western part of the Hell in 1968. SMOPaJ Collection

stenou a ľadom. Vybudovaním týchto ľadových tunelov sa prehliadková trasa stala prakticky identická s dnešnou (obr. 14). Dlhو existovali súbežne dve prerážky medzi Peklom a Ruffinyho koridorom, pôvodná, už vyradená z prehliadkovej trasy a nová, vedená ľadovým tunelom. Z tohto hľadiska je veľmi pozoruhodná mapa Jaroslava Halaša z roku 1986, zachytávajúca stav zo začiatku osemdesiatych rokov, kde ešte pôvodná prerážka existuje a zohráva úlohu pri cirkulácii vzduchu v jaskyni (Halaš, 1989). Stará prerážka bola za niekoľko desaťročí postupne uzatvorená prirastajúcim ľadom. Jej pôvodné ústie v Ruffinyho koridore je



Obr. 14. Súčasná prehliadková trasa Dobšinskej ľadovej jaskyne. Červenou čiarou sú vyznačené funkčné, bodkami už neexistujúce zaľadnené prerážky. Podľa J. Tulis, 2012. Zbierka SMOPaJ

Fig. 14. Current tourist trail of the Dobšinská Ice Cave. The red line indicates functional ice tunnels, the dotted red line the ones not-existent at present. After J. Tulis, 2012. SMOPaJ Collection



dnes úplne zaľadnené (obr. 15). Vybudovanie tunelov priamo v podzemnom ľadovci nie len zjednodušilo prevádzku jaskyne a zvýšilo bezpečnosť, ale aj zvýšilo jej turistickú atraktivitu.

V roku 1982 sa zo vstupnej časti jaskyne prerazila spojovacia chodba obchádzajúca Malú sieň a ústiaca priamo do klesajúceho priestoru nad Peklom s cieľom zmeny trasy vstupnej časti prehliadkovej trasy. Príčinou takéhoto riešenia bola obava z možného zrútenia voľného bloku na strope Malej siene v priestore zbiehania sa chodníkov prehliadkovej trasy a snaha obísť toto kritické miesto. Prerážka novej chodby sa však negatívne prejavila na mikroklimatickej situácii jaskyne, konkrétne znížením jej odporu voči prirodzenej depresii a zmenou prúdenia vzduchu v jaskyni. V zime síce do jaskyne prúdilo väčšie množstvo studeného vzduchu, ale v letnom období sa zvýšil prienik teplého vzduchu. V dôsledku zmeny smeru prúdenia chladného vzduchu v zime ten prenikal do západnej časti jaskyne – do Pekla, kde spôsobil postupné zaľadnenie tejto časti jaskyne. Avšak jeho nedostatok sa prejavoval v Malej a Veľkej sieni a celej východnej vetve jaskyne. Za jednu dekádu existencie vstupnej prerážky vstupná časť a Malá sieň jaskyne stratili približne 50 m<sup>3</sup> ľadu<sup>3</sup> (Zelinka, 1996).

V roku 1993 bol vypracovaný projekt s cieľom zvrátenia negatívnych zmien v jaskyni. Riešením bolo hermetické uzatvorenie a vyplnenie prerážky. Najprv ale bolo potrebné obnoviť prístupovú časť chodníka prehliadkovej trasy v priestore Malej siene. Prerážka bola hermeticky uzatvorená a postupne vyplňaná ľadom a snehom premrzajúcim do homogénnej ľadovej masy. Prehliadková trasa sa tak s menšou úpravou vedenia trasy v Malej sieni opäť vrátila k predchádzajúcej podobe aktuálnej od roku 1953, resp. 1968, vrátane dvoch ľadových tunelov (Zelinka, 1996).



Obr. 15. Zaľadnené ústie pôvodnej prerážky v Ruffinyho koridore vedúcej do Pekla označené červenou elipsou. Vedľa ústie dodnes používaného tunela vyrazeného v roku 1968. Foto: M. Kudla

Fig. 15. The iced up mouth of the previous path through the Ruffiny's Corridor leading to the Hell, marked with red ellipse. Next right is the mouth of the ice tunnel dug in 1968, which is still in use. Photo: M. Kudla

<sup>3</sup> Technický archív Správy slovenských jaskýň, fond Dobšinská ľadová jaskyňa, projekt postupu prác na zmiernenie úbytku ľadovej výzdoby v CHPV Dobšinská ľadová jaskyňa (Kol., 1994).

## ZÁVER

Sprístupňovacie práce v Dobšinskej ľadovej jaskyni začali bezprostredne po jej objave. Ich prioritnými úlohami bolo spríechodniť vstup do jaskyne a vybudovať bezpečné chodníky v Malej sieni, Veľkej sieni a Zrútenom dóme. Rýchle tempo sprístupňovacích prác umožnilo návštevu jaskyne vybranej skupine návštevníkov už 15. augusta 1870, teda dva mesiace po jej objavení. Jaskyňa bola oficiálne sprístupnená v roku 1871 a pôvodná prehliadková trasa zahŕňala návštevu Malej a Veľkej siene, Zrúteného dómu a Pekla, vtedy nezaľadneného priestoru v spodnej časti jaskyne pod čelom jaskynného ľadovca. Táto vetva jaskyne pôvodne končila v mieste stretu steny a ľadovca s bohatou ľadovou výzdobou zvanom Kaplnka. Dôležitou zmenou prehliadkovej trasy bolo sprístupnenie Ruffinyho koridoru, ku ktorému došlo najneskôr začiatkom roku 1873. Na jeho konci bola do ľadu vysekaná dutina, taktiež s názvom Kaplnka, resp. Ruffinyho kaplnka. Prehliadková trasa tak mala dve vetvy, západnú vetvu vedúcu do Pekla a východnú vedúcu do Ruffinyho koridoru. Z prevádzkových a praktických príčin boli umelo spojené prerážkou v ľadovci popri stene vybudovanou najneskôr v roku 1878, čím sa trasa zokruhovala. Odvtedy sa trasa prakticky nezmenila až do polovice 20. storočia, s výnimkou odstavenia Zrúteného dómu niekedy v jeho prvých dvoch dekádach. Zrútený dóm sa dlhodobo využíval na regulovanú ťažbu ľadu a chladenie potravín pre hotel pod jaskyňou. V roku 1953 realizoval národný podnik Turista generálnu opravu technického vybavenia jaskyne a zmenu prehliadkovej trasy medzi Malou a Veľkou sieňou cez novú prerážku, s cieľom zjednodušenia prevádzky v podmienkach masovej návštevnosti. Jej základom sa stal chodník kopírujúci južnú stenu Veľkej siene obchádzajúci ľadové stĺpy Studňu a Oltár. V roku 1968 na prehliadkovej trase pribudli dva v ľade vyrazené tunely. Tým sa vyriešilo zaľadňovanie častí prehliadkovej trasy, hrozba pádu voľných blokov zo stropu a zvýšila sa turistická atraktivita jaskyne. Prvý tunel je na prístupe do Pekla, druhý nahradil pôvodnú prerážku medzi Peklom a Ruffinyho koridorom. Tým trasa chodníka v jaskyni získala prakticky dnešnú podobu. V roku 1982 bola vybudovaná prerážka vo vstupnej časti jaskyne, s cieľom obísť časť Malej siene s nestabilným stropom, avšak v dôsledku jej negatívneho vplyvu na mikroklimu jaskyne bola v roku 1996 opätovne hermeticky uzatvorená a zaľadnená.

### DEVELOPMENT AND CHANGES OF THE TOURIST TRAIL IN THE DOBŠINÁ ICE CAVE

#### S u m m a r y

Cave development works, financed by the municipality of the Dobšiná town, began immediately after the cave discovery, with cave natural values preservation taking into account. The tourist trail was designed and works led by forester Bercz Sándor. Two goals were established. The first one was to make the vertical opening of the Ice Hole in the Duča hill accessible and passable. It was blocked by tree trunks and rocks so the plan was to make it reachable without roping down and crawling. The second goal was to make traversing the ice in the Small and Great halls and Collapsed Dome safe and relatively comfortable. The development works in the cave didn't require significant terrain adaptations in the initial phase, which enabled their rapid pace. Two months after the discovery of the cave, on 15<sup>th</sup> August, a chosen group of visitors visited the Small Hall, the Great Hall and the Collapsed Dome.

The cave was officially opened to public in 1871. The tourist trail included the path to the Hell located in the lower part of the cave under the glacier front. The path here had 150 stairs, some of them cut into the ice, and was covered with sawdust, to prevent people from slipping. However, these stairs were annually covered with icy layer so they had to be rebuilt over and over again. This path ended with the Kaplnka (Chapel), a place with rich icy decoration where underground glacier and

bedrock walls met. The main segment of the tourist trail was a wooden path leading on the north side of the Small Hall and the Great Hall, where it branched. One branch went to the Collapsed Dome and the second one followed the southern wall of the Great Hall and led around the Altar to the Well.

The substantial prolongation of the tourist trail, aiming to the eastern part of the Great Hall, was making the Ruffiny's Corridor accessible to the public. The corridor must have been discovered in the 2<sup>nd</sup> half of the 1871 at the earliest, and made accessible to the public at the beginning of 1873 at the latest. The trail had two main branches. The eastern path led to the area of the Hell. The western path ended with the Ruffiny's Kaplnka, which was dug into the ice at the glacier bottom. The artificial connection between the Ruffiny's Corridor and the Hell was dug in ice at the contact with the bedrock by 1878 at the latest.

The Collapsed Dome was a part of the original tourist trail at that time. It was used for ice skating along with the southern part of the Great Hall. At the same time it was also used for limited ice cutting and cold food storage, either directly in the cave or for the nearby hotel. We assume its exclusion from the tourist trail sometimes in the first or at the beginning of the second decade of the last century.

The biggest tourist trail changes happened in 1953 when the cave was taken over by the Turista National Enterprise. Major increase of visitors' numbers required more effective maintenance of the cave. A new corridor was built by cutting out a notch in ice between the Small and the Great Hall, which circuited the previous blind branch and replaced the northern branch of the trail. A complete reconstruction of cave technical equipment was done as well.

In 1968 two new artificial tunnels, dug directly in the ice, became parts of the tourist trail. The first one is located at the beginning of the Hell, the second one is between the Hell and the Ruffiny's Corridor. The digging of these tunnels has solved two main problems. Especially the first tunnel helped with all-time freezing of the tourist trail at the entrance to the Hell. It also prevented falling down the boulders from the ceiling. This trail was practically identical with the present one.

In 1982 the artificial tunnel was dug in bedrock from the cave entrance part directly into the descending area above the Hell. Even though this solution was effective from cave operation view, it negatively affected the cave microclimate. It had changed the air circulation which resulted in ice decrease in the entrance part. In 1990 this tunnel was artificially closed and eventually filled up with ice until it became hermetically sealed. The tourist trail between the entrance of the cave and the Hell leads again through the Small Hall.

## POUŽITÉ PRAMENE A LITERATÚRA

### Archívne pramene

Archív ochrany prírody a jaskyniarstva: fond Zbierka podzemných krasových javov, inv. č. 105 – Dobšinská ľadová jaskyňa  
Technický archív Správy slovenských jaskýň: fond Dobšinská ľadová jaskyňa

### Literatúra

- Anonym, 1890. Dobšinská ľadová jaskyňa. Domový kalendár 1890, 60 s.  
Ambróz V. 1884. Dobšinská ľadová jeskyně. *Obzor*, 4, 55–58.  
Benický V. 1970. 100 rokov Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Slovenský kras*, 8, 1, 3–6.  
Blaha L. 1971. Dobšinská ľadová jaskyňa – 100 rokov od jej objavenia. *Slovenský kras*, 9, 1, 5–10.  
Halaš J. 1989. Tepelná bilancia Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Slovenský kras*, 27, 1, 57–70.  
Droppa A. 1957. Dobšinská ľadová jaskyňa. *Geografický časopis*, 9, 2, 99–118.  
Droppa A. 1960. Dobšinská ľadová jaskyňa, *Šport*, Bratislava, 112 s.  
Fehér N. 1872. A Dobsinai jégbarlang. *Természettudományi Közlöny*, 4, 29, 10–13.  
Krenner J. 1873. A Dobsinai jégbarlang. *Természettudományi Közlöny*, 5, 49, 346–353. Preklad: Ivan Bohuš, 10 s.  
Krenner J. 1874. A Dobsinai jégbarlang. Budapest, 23 s.  
Lalkovič M. 2000. Z histórie Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Aragonit*, 5, 1, 30–32.  
Lalkovič M. 2009. K začiatkom elektrického osvetlenia Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Aragonit*, 14, 1, 51–55.

- Lalkovič M. & Pástor Z. 1996. Návštevnosť sprístupnených jaskýň na Slovensku za roky 1951 – 1960. Sinter, 4, 25.
- Lalkovič M. 1997. Návštevnosť sprístupnených jaskýň na Slovensku za roky 1941 – 1950. Sinter 5, 34.
- Pelech E. J. 2016. Stratenské údolie a Dobšinská ľadová jaskyňa. Dobšiná, 43 s. Preklad: Ladislav Husár
- Prikryl L. V. 1985. Dejiny speleológie na Slovensku. Veda, Bratislava, 204 s.
- Snopl F. 1924. Dobšinská ľadová jaskyňa. Kráasy Slovenska, 4, 4–6, 77–48.
- Székely K. & Horváth P. 2009. Korčuliarske slávnosti v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Slovenský kras, 47, 2, 316–321.
- Wünsch J. 1881. Ledová jeskyně Dobšinská. Osvěta, 11, 1, 78–88 .
- Zelinka J. 1996. Rekonštrukcia vstupných častí Dobšinskej ľadovej jaskyne. Aragonit, 1, 15–16.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	58/1	117 – 141	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2020
--------------------------------------------	------	-----------	------------------------

## NÁNDOR FEHÉR – SPOLUOBJAVITEĽ DOBŠINSKEJ ľADOVEJ JASKYNE A INICIÁTOR JEJ VEDECKÉHO VÝSKUMU

ZOLTÁN JERG

J.A. Komenského 12, 048 01 Rožňava; zoli.jerg@gmail.com

### **Z. Jerg: Nándor Fehér – co-discoverer of the Dobšiná Ice Cave and initiator of its scientific research**

**Abstract:** In 2020 we commemorate the 150<sup>th</sup> anniversary of the discovery of the world-famous Dobšiná Ice Cave. On this occasion, we decided to write the article about one of the cave explorers. However, when studying the relevant rich speleological literature, we noticed that the name of the co-discoverer, Dr. Nándor (Ferdinand) Fehér, unlike other discoverers, is not so often mentioned in literature. By the end of the 19<sup>th</sup> century, his name was almost forgotten. His name can't be found neither in Slovak nor in Hungarian biographical dictionaries, and more detailed information about him not been published in speleological literature yet. The aim of this paper is to give a short overview of life and work of N. Fehér, so that he gets the attention he deserves in the future. The article also includes Slovak translation of his 1872 paper – first scientific description of the Dobšiná Ice Cave.

**Key words:** Nándor (Ferdinand) Fehér, medicine doctor, naturalist, meteorologist, biography, Dobšiná town, Dobšiná Ice Cave, scientific research

### ÚVOD

V roku 2020 si pripomínáme okrúhle 150. výročie objavenia klimatického unikátu, svetoznámej Dobšinskej ľadovej jaskyne. Pri tejto príležitosti som sa rozhodol napísať príspevok o jednom z objaviteľov jaskyne. Pri štúdiu pomerne bohatej literatúry, ktorá sa venuje okolnostiam objavy jaskyne, som si však všimol, že v tejto súvislosti sa v mnohých prameňoch väčšinou spomína iba meno banského inžiniera Jenő (Eugena) Ruffinyho, príp. ešte jeho spoločníkov Gusztáva Langa a Endre (Andreja) Mégu. Avšak meno dobšinského lekára Dr. Nándora (Ferdinanda) Fehéra, ktorý bez akýchkoľvek pochybností taktiež patril medzi spoluobjaviteľov jaskyne, sa až tak často v literatúre nespomína. Už koncom 19. storočia jeho meno takmer úplne upadlo do zabudnutia a aj v 20. storočí si našho spomenulo iba zopár autorov. Jeho meno nefiguruje ani v slovenských, ani v maďarských biografických slovníkoch a nespomína ho ani Ján Junas vo svojej publikácii *Lekári a spoločnosť v 19. storočí na Slovensku* z roku 1990 (Kiss, 2015, s. 72). Žiaľ, aj v nedávno vydanéj knihe o Dobšinej boli publikované základné biografické údaje a fotografie len troch objaviteľov (Ruffinyho, Langa a Mégu). O Fehérovi však autori nezverejnili žiadne bližšie údaje, ani jeho fotografiu (Rozložník a Hunsdorfer, 2013, s. 25). Keďže o N. Fehérovi podrobnejšie údaje v speleologickej literatúre doposiaľ neboli publikované, rozhodol som sa pri tomto okrúhlym výročí spracovať jeho biografiu a prispieť tak k bohatej histórii Dobšinskej ľadovej jaskyne ďalšími novými poznatkami. Cieľom predloženého príspevku je v skrátenéj forme priblížiť údaje o živote a činnosti N. Fehéra. Súčasťou príspevku je aj

slovenský preklad jeho článku z roku 1872. Prvý vedecký opis Dobšinskej ľadovej jaskyne je tak po dlhej dobe prístupný aj pre širší okruh čitateľov.

## ZO ŽIVOTA NÁNDORA FEHÉRA

### Od kolísky po Budapešť (1836 – 1864)

Nándor Fehér sa narodil 1. januára 1836 v Spišskej Novej Vsi (v tom čase *Igló*, alebo *Szepes-Igló*) ako tretie dieťa v mnohopočetnej rodine miestneho čižmárskeho majstra. V matrike evanjelickej cirkvi je zapísaný po latinsky ako Carolus Ferdinandus Weisz. Jeho otec sa volal Andreas Weisz (1806 – ?) a jeho matka Johanna Bierbrenner (alebo Bierbrunner; 1815 – 1847). Pravdepodobne bol potomkom spišských Nemcov, avšak neskôr (zrejme počas svojich štúdií) si svoje meno pomad'arčil na Nándora Fehéra.

N. Fehér získal základné vedomosti vo svojom rodnom meste, v Spišskej Novej Vsi, a potom študoval na gymnáziách v Rožňave, Prešove a Levoči. Ešte ako dieťa stratil dvoch svojich súrodencov aj matku. Možno aj tieto smutné rodinné udalosti mohli byť príčinou toho, že sa rozhodol pre medicínsku dráhu, aby mohol liečiť ľudí, ktorí nezomierali takí mladí. Univerzitné štúdiá absolvoval na lekárskej fakulte univerzity v Pešti, kde nastúpil v roku 1855. V školskom roku 1860/61 získal diplom lekára (Rupp, 1871, s. 172), v školskom roku 1862/63 diplom chirurga a v roku 1864 absolvoval aj gynekologicko-pôrodnický kurz. Cieľavedome sa teda pripravoval na lekársku dráhu na vidieku, kde sa v tom čase musel lekár vyznať do všetkého. Vedomosti v oblasti detského lekárstva získal u Dr. Jánosa Bókayho st. (1822 – 1884) v peštianskej nemocnici chudobných detí. Tu sa zoznámil aj so základmi oftalmológie na oddelení známeho očného lekára Ignácza Hirschlera (1823 – 1891). V rokoch 1860 – 1863 pracoval najprv ako pomocný lekár, a po získaní lekárskeho diplomu ako riadny sekundárny lekár v známej Rókusovej nemocnici v Pešti (Anonym, 1861a, s. 558 – 559; Anonym, 1861b, s. 2; Kiss, 2015, s. 72). Keďže pochádzal z chudobnej rodiny, počas rokov lekárskeho štúdia a vykonávania stáže v nemocnici, si zarobil na školné dávaním súkromných hodín po nociach. Okrem toho predával aj úrodu zelenín zo svojho rodného mesta, a takýmto spôsobom pomohol svojim dvom bratom počas univerzity – jednému zaistiť profesúru a druhému diplom z práva (Harding, 1940, s. 24 – 25; Lipták, 2012).

Pôsobenie N. Fehéra v Pešti treba vyzdvihnúť najmä preto, lebo ho charakterizuje jeho nesmierne bohatá publikačná činnosť. Odkiaľ na to všetko bral čas a energiu? V čase osobného voľna, keď práve nepracoval, študoval zahraničnú odbornú medicínsku literatúru. Robil z nej výťahy a takto získané poznatky, doplnené o vlastné skúsenosti, potom publikoval na stránkach renomovaných maďarských medicínskych časopisov *Gyógyászat* (Lekárstvo) a *Orvosi Hetilap* (Lekársky týždenník). Aj tieto údaje dokazujú, že N. Fehér bol aj jazykovo veľmi zdatný. Musel ovládať na vysokej úrovni niekoľko svetových jazykov, keď prekladal nielen z nemeckej, ale aj z anglickej a francúzskej literatúry. Jeho publikačná činnosť bola v tomto období naozaj obdivuhodná. Najviac článkov publikoval v rokoch 1861 – 1864. Každý rok to bolo niekoľko desiatok príspevkov. Svoje články písal iba v maďarskom jazyku. Fehér počas svojho života publikoval najmenej 102 rôznych článkov, z toho však až 90 % len v období 1861 – 1864. (V tomto príspevku uvádzam len tie články a rukopisy N. Fehéra, ktoré súvisia s Dobšinskou ľadovou jaskyňou, resp. s jeho pôsobením v Dobšinej. Úplný súpis Fehérovej bibliografie je uvedený v rukopisej práci, uloženej v Archíve ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši a v rožňavskom archíve (Jerg, 2020). Čiastočný súpis Fehérovej bibliografie sa nachádza aj v práci J. Szinnyeiho (Szinnyei, 1876, s. 359 – 360).

Dňa 9. júla 1862, na zasadnutí Maďarskej kráľovskej prírodovedeckej spoločnosti (*Kir. Magyar Természettudományi Társulat*) v Pešti, bol, okrem iných, prijatý za riadneho člena aj mladý lekár Nándor Fehér (Knauz a Nagy, 1862, s. 174 – 175; Kátai, 1868, s. 184). Členom prírodovedeckej spoločnosti bol až do svojej smrti (Anonym, 1875f, s. 80).

Mladý budapeštiansky lekár N. Fehér sa prvýkrát zúčastnil putovného zhromaždenia uhorských lekárov a prírodovedcov v roku 1863, keď sa toto podujatie uskutočnilo práve v Pešti, kde v tom čase pracoval ako lekár. Neskôr sa ešte zúčastnil dvoch takýchto stretnutí, a to v rokoch 1867 v Rimavskej Sobote, a v roku 1868 v meste Eger (podrobnejšie údaje pozri nižšie v ďalšej podkapitole).

### **Rodinné pomery, bydlisko a krátky život v Dobšinej (1864 – 1875)**

Dňa 10. decembra 1863 mesto Dobšiná vyhlásilo konkurz na obsadenie miesta hlavného mestského lekára. Správa o tom bola zverejnená v lekárskom časopise *Orvosi Hetilap* a v týždenníku *Vasárnapi Újság* (Nedeľné noviny). Károly Fábry, richtár Dobšinej, v nej informoval, že mesto ponúka ročný plat 600 forintov, a aby záujemcovia o miesto lekára ráčili zaslať svoje žiadosti aj s potrebnými dokladmi mestskej rade v Dobšinej do 1. februára 1864 (Anonym, 1863; Fábry, 1863a, 1863b). O miesto sa uchádzal aj budapeštiansky lekár Dr. Nándor Fehér, a úspešne. Krátka správa v *Orvosi Hetilap* zo 14. februára 1864 už totiž informovala, že spomedzi všetkých uchádzačov mesto Dobšiná jednohlasne zvolilo za hlavného lekára mesta Dr. Nándora Fehéra a okrem vymenovania mu zaslalo aj čiastku 100 forintov na úhradu nákladov spojených s presťahovaním z Pešti do Dobšinej (Anonym, 1864). Dokazuje to aj zápis zo zasadnutia mestského zastupiteľstva v Dobšinej zo dňa 3. februára 1864 v zápisnici mesta, uloženej v rožňavskom archíve.<sup>1</sup> Mladý lekár N. Fehér sa tak ešte v prvej polovici roka 1864 usadil v banickom mestečku na hornom Gemeri.

Už krátko po príchode do Dobšinej sa mladý N. Fehér zamiloval do Vilmy Husz (1843 – 1905), a ani nie po ročnej známosti, 28. februára 1865, sa aj zosobášili. Otec Vilmy, v tom čase už nebohý Samuel Husz (1806 – 1863), pochádzal z Popradu a v Dobšinej bol učiteľom a neskôr banským inšpektorom. Vilmina matka Susanna von Remenyik (1809 – 1885) pochádzala zo šľachtického rodu. Z manželstva N. Fehéra a Vilmy Husz sa narodili 3 deti (Georg Wilhelm 1866, Camilla Rosina 1867 a Georg Eugen Július 1872), ich prvorodený syn však ako 15 mesačný umrel. Dr. Fehér so svojou rodinou býval v dome Remenyikovcov (podľa zápisov v cirkevnej matrike č. domu 40), odkiaľ pochádzala Vilma, a kde mal zariadenú aj svoju ambulanciu. Po svadbe bolo jedno krídlo mohutného domu prerobené na súkromnú kliniku s čakárňami a konzultačnými miestnosťami, ako aj lekárskou knižnicou. V tom čase to bol údajne najväčší dom v meste (Harding, 1940, s. 25; Lipták, 2012, s. 3). Kým si jeden z objaviteľov Dobšinskej ľadovej jaskyne, Jenő Ruffiny (1846 – 1924), nepostavil niekedy medzi rokmi 1870 – 1875 vlastný dom (tzv. Ruffinyho vilu na dnešnej Kúpeľnej ulici), tak aj on býval v tom dome (Ruffinyho matka sa volala Rosina (Rozália) von Remenyik, 1813 – 1871). Dr. Fehér bol kvôli práci len zriedkavo doma a chudobných ošetroval zadarmo.

O niekdajšom bydlisku Dr. Fehéra v Dobšinej sa mi bádáním podarilo zistiť nasledovné:

Dom č. 40 sa podľa podkladov z Ústredného archívu geodézie a kartografie v Bratislave (ÚAGK) nachádzal na parcele č. 26, asi 50 m východne od vých. okraja evanjelického kostola.<sup>2</sup> Dom, v ktorom Dr. Fehér býval, a ktorý bol zároveň aj rodným domom

<sup>1</sup> Štátny archív v Košiciach, pobočka Archív Rožňava (ďalej ŠA RV), fond (ďalej f.) Magistrát mesta Dobšiná (ďalej MMD), *Zápisnice 1863 – 1866, Representanten Sitzung am 3-ten Feber 1864.*

<sup>2</sup> Ústredný archív geodézie a kartografie, Geodetický a kartografický ústav Bratislava, f. Pôvodné katastrálne mapy, *signatúra Ge 48, Dobšiná mapa č. 37, katastrálny náčrt č. 224, parcelný protokol – hárok č. 2.*



Obr. 1. Časť Zimnej ulice v Dobšinej na historickej snímke zo začiatku 70. rokov 20. storočia. Prvý dom zľava je dnes pamiatkovo chráneným meštianskym domom na Zimnej ulici č. 118, v druhom dome zľava býval v druhej polovici 19. storočia nielen Dr. Fehér, ale do roku 1873 aj J. Ruffiny. Foto: J. Vajda, archív Krajského pamiatkového úradu Košice, pracovisko Rožňava.

Fig. 1. Part of Zimná Street in Dobšiná town on the historical picture from 1970s. The first house on the left is now a listed burgher's house on Zimná Street no. 118. In the second house from the left, during the second half of the 19<sup>th</sup> century not only Dr. Fehér was living here, but till 1873 also J. Ruffiny. Photo: J. Vajda, The Regional Monuments Board's Archive – Regional centre Košice, Office Rožňava

chlapcov, ktorí holými rukami triedili vydolovanú rudu. Na koži vystavenej prachu najprv vzniklo začervenanie (erytém), neskôršie „*erysipelas*“ (ruža?), ako i vredy veľkosti hrachu až fazule. Najčastejšie bola postihnutá koža medzi prstami, obyčajne aj so zápalom nechtového článku prstov. Ruže podobný zápal postihoval aj kožu mieška (skróta), ako i vchod do nosa, a pripomínal tzv. ozénu (chronický atrofický zápal nosovej sliznice). Častý bol aj chronický zápal hlasiviek (robotníci, najmä ráno, boli schopní len šeptať), ako aj zápal pľúc. Takto oslabené pľúca boli potom ľahšie postihnuté aj tuberkulózou. Zavedenie tavenia rudy, získanej z bane Zemberg, viedlo často aj k akútnej otrave: chrapot a dráždivý kašeľ s dusivosťou prinútili robotníka prestať pracovať. Sliznice nosa a očné spojivky boli zapálené, na tvári, vo vlasovej časti vznikali drobné vriedky, neskôršie chrasty. U baníkov pozoroval i vypadávanie vlasov. Na základe týchto príznakov Dr. Fehér dospel k záveru, že tzv. kobaltová choroba vlastne nie je nič iné, ako chronická otrava arzénom (analýzou rudy z bane Zemberg bol zistený 41 % obsah arzenu v kobaltovej rude). Na základe toho

J. Ruffinyho (obr. 1), už žiaľ neexistuje. Potom, čo bol tento meštiansky dom na Zimnej ulici č. 117 v druhej polovici 20. storočia dlhodobo neobývaný, natoľko schátral, že na nariadenie stavebného úradu v roku 1998 musel byť zbúraný. Podrobnejšie údaje o tomto dome sú uvedené v rukopisnej práci (Jerg, 2020, s. 15 – 19).

Ako som uviedol vyššie, Dr. Fehér sa okrem roku 1863 zúčastnil dvoch ďalších putovných zhromaždení uhorských lekárov a prírodovedcov, a to v rokoch 1867 a 1868, kedy už pôsobil v Dobšinej. Na zhromaždení, ktoré sa uskutočnilo v roku 1867 v Rimavskej Sobote, boli obzvlášť aktívni najmä gemerskí lekári. Dr. Fehér vystúpil s prednáškou *Valami a kobalt-betegségéről* (Niečo o kobaltovej chorobe), ktorá medzi prítomnými vzbudila veľkú pozornosť. Išlo totiž o špecifické ochorenie, s ktorým sa jeho kolegovia ešte takmer nestretli, a ktoré sa vyskytovalo len v okolí Dobšinej a priamo súviselo s tamjšou veľmi intenzívnou baníckou činnosťou. V prednáške prezentoval svoje praktické skúsenosti s liečbou kobaltovej choroby (Anonym, 1867).

Prevažnú väčšinu pacientov Dr. Fehéra tvorili baníci. Vynikajúco vzdelaný doktor už krátko po príchode do Dobšinej spozoroval zvláštnu chorobu, ktorou trpeli mnohí baníci. V 60. rokoch 19. storočia viac ako 500 ľudí žilo v Dobšinej z dolovania kobaltínu (CoAsS), najdôležitejšieho nerastu kobaltu. Tzv. kobaltovú chorobu pozoroval Dr. Fehér predovšetkým u desať(!) – pätnásťročných



a.

		<i>Annus 1836<sup>tu</sup><sub>7</sub></i>			
		<i>Januarius</i>			
1.	<i>et 2<sup>da</sup> na. tus 1<sup>ta</sup></i>	<i>Carolus Fer. dinandus</i>	<i>Andreas Weisz mag. co. thurnarius &amp; Johanna Bierbrunner.</i>	<i>Josephus Wolff mag. Victor &amp; Anna Lyden. na Bierbrunner uxor eius, foror matris</i>	<i>Michael Bach</i>

b.

10.)	<i>1865. 28 Februar.</i>	<i>Ferdinand Fehér, prim. Weisz, vobis et Martin in fupij Hradkyensis.</i>	<i>Andreas Weisz et Johanna Bierbrunner Jgd. Totfian no 40.</i>	<i>29 1</i>	<i>Wilhelmine Weisz</i>	<i>Wilhelmine Weisz et Sofama von Remenyik. D. b. vobis no 40.</i>	<i>20 1</i>
------	------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	-----------------	-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------	-----------------

c.

15. Januari	<i>Apud Doctorem Dr. Medicum Ferdinand Fehér, Fakultatis medicinae primarius, officium Dr. hinc Wilhelmum et Alex.</i>	<i>Jgd. Dobochan 40</i>	<i>1</i>	<i>30 ff</i>	<i>Ignofflag</i>	<i>Dobochan 11 Lema</i>
-------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------	----------	------------------	------------------	-----------------------------

Obr. 2a, 2b, 2c. Matričné záznamy o narodení, sobáši a úmrtí Dr. Nándora Fehéra. Reprodukcia: Z. Jerg

Fig. 2a, 2b, 2c. Records in the register office of births, marriages and deaths of Dr. Nándor Fehér. Document duplication: Z. Jerg

odporučil aj prevenciu: často zmeniť pracoviská, pravidelne odstraňovať kobaltový prach z kože teplou vodou a z organizmu pomocou slabej olejovej klyzmy. Fehérove poznatky o kobaltovej chorobe boli aj publikované a jeho prednáška sa považuje za významný medzník v dejinách pracovného lekárstva na Slovensku (Anonym, 1867; Fehér, 1867a, 1867b, 1868; Kiss, 2008, s. 56, 2015, s. 73).

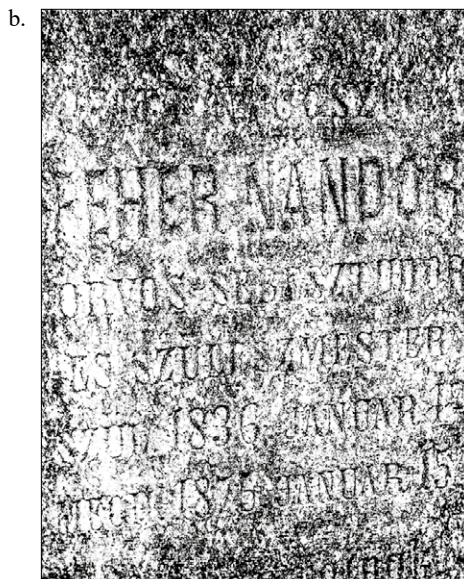
Dr. Fehér až do svojej smrti bol členom Lekársko-lekárnického spolku Gemerskej župy (*Gömörmegyei orvos-gyógyszerész egylet*). Impulzom k založeniu spolku mohlo byť práve vyššie spomenuté zhromaždenie lekárov a prírodovedcov v roku 1867 v Rimavskej Sobotě. Podľa Dr. Károlya Mauksa (1824 – 1904; bol lekárom v Červenej skale, aj významným ornitológom) bol N. Fehér nielen horlivým a usilovným členom spolku, ale aj jeho druhým tajomníkom, a všade kde sa dalo, sa snažil o to, aby záujmy spolku napreduvali (Mauks, 1875a, s. 636).

Ako som už spomenul, dobšinský lekár býval v tom istom veľkom dome (tzv. dom Remenyikovcov), v ktorom minimálne do roku 1873 býval aj Jenő Ruffiny. Medzi nimi nebol len priateľský, ale aj bližší rodinný vzťah. Ruffinyho matka Rosina von Remenyik a matka Fehérovej manželky Vilmy Husz, Susanna von Remenyik, totiž boli sestry. Okrem toho milá udalosť sa odohrala v Dobšinej 11. septembra 1872. V tento deň si 26-ročný Ruffiny zobral za manželku 19-ročnú Lauru Sárkány (1853 – 1903) a jedným zo svedkov bol pri tomto sobáši práve Fehér. Svedčí o tom zápis v matrike evanjelickej cirkvi v Dobšinej.

Dr. Fehér sa aktívne zapájal aj do spoločenského života v meste. Na jeho podnet mesto vytvorilo aj stálu zdravotnú komisiu. Bol aj podporovateľom vzdelávania a bol zvolený aj za školského dozorcú. Podľa správ publikovaných v budapeštianskych novinách bol Dr. Fehér 29. apríla 1873 zvolený za predsedu Dobšinskej sporiteľne a požičovne (Anonym, 1873). Bol členom aj Maďarského štátneho živnostenského spolku (*Országos Magyar Iparegyesület*), čo dokazujú údaje, publikované vo vestníkoch spolku (Anonym, 1870, 1872a). Od roku 1863 bol členom aj Maďarskej lekárskej vydavateľskej spoločnosti (*Magyar Orvosi Könyvkiadó Vállalat*) v Pešti. Angažoval sa aj v oblasti cirkevného života, keďže bol aj presbyterom evanjelickej cirkvi v Dobšinej.

N. Fehéra kvôli nepretržitej prepracovanosti trápilo jeho choré srdce. Trpel bližšie neznámou, v tom čase nevyliciteľnou srdcovou chorobou, ktorá sa mu napokon stala

osudnou. Zomrel náhle, veľmi mladý, pravdepodobne na srdcový infarkt, vo veku iba 39 rokov (Kiss, 2015, s. 73). Dňa 15. januára 1875 ho našli ráno mŕtveho v posteli. Správa o jeho úmrtí sa objavila nielen v miestnej tlači, ale aj v časopise prírodovedeckej spoločnosti (ktorého bol členom), ako aj vo viacerých budapeštianskych novinách (Anonym, 1875b, 1875c, 1875e, 1875f, 1875g, 1875h). Zanechal po sebe manželku s dvomi malými deťmi. Dr. Nándora Fehéra pochovali na dobšinskom evanjelickom cintoríne 17. januára 1875. Po smrti Dr. Fehéra sa stal jeho nástupcom v Dobšinej mladý lekár János Ernő Pelech (1851 – ?), rodák z Rožňavy (Anonym, 1875d).



Obr. 3a, 3b. Zanedbaný hrob a detail spadnutého náhrobného kameňa Dr. Nándora Fehéra na evanjelickom cintoríne v Dobšinej. Preklad textu na náhrobnom kameni: *Tu odpočíva Nándor Fehér, lekár-chirurg a pôrodník. Nar. 1. januára 1836, zomr. 15. januára 1875. Pokoj jeho prachu!* Foto: Z. Jerg, 2019 a Á. Schermann, 2010

Fig. 3a, 3b. The neglected grave and a detail of Dr. Nándor Fehér's broken tombstone in the Evangelical cemetery in Dobšiná. The translation of text on the tombstone: *Here rests Nándor Fehér, a doctor – surgeon and obstetrician. born: January 1, 1836, died: January 15, 1875. Rest in peace!* Photo: Z. Jerg, 2019 and Á. Schermann, 2010

Vdova po dobšinskom lekárovi ponúkla časť doktorovej lekárskej knižnice na predaj, no jediný kupec, čo mal o knihy záujem, bol lokálny papierový mlyn, hľadajúci drevinu. Radšej, než by mala Vilma vidieť skazu manželových kníh, zabalila ich do krabíc a uložila v podkroví, kde sa však časom stali obeťou plesní a hniloby. Zvyšné knihy darovala nemocnici (Harding, 1940, s. 46).

Dňa 27. septembra 1875 sa v Rožňave uskutočnilo zasadnutie Lekársko-lekárnického spolku Gemerskej župy, počas ktorého, okrem iného, odznel aj spomienkový prejav Dr. Mauksa na pamiatku ich zosnulého dobšinského kolegu (Anonym, 1875a). Jeho prejav bol súčasne aj publikovaný, jednak na stránkach regionálneho týždenníka *Rozsnyói Híradó* (Rožňavské noviny), ako aj v medicínskom časopise *Gyógyászat* (Mauks, 1875a, 1875b, 1875c). Rozhodol som sa v závere tejto kapitoly ešte uviesť zopár slov od Dr. Mauksa, aby som aspoň čiastočne priblížil charakter osobnosti Nándora Fehéra:

„Kto mal možnosť poznať nášho zosnulého kolegu Dr. Fehéra, ten mohol zistiť, že celým srdcom aj dušou žil svojmu poslaniu, že svoje vedomosti získal prostredníctvom tvrdej usilovnosti a pracovitosti. Chorého človeka, ktorý sa naňho obrátil o pomoc, nebral ako len ďalší objekt alebo vec výskumu, ale predovšetkým ako človeka, ktorého opatroval ako bližneho. Vyslúžil si obdiv a uznanie všetkých tých, ktorí s ním takto prišli do styku. Tieto jeho pekné vlastnosti si zachoval počas celého svojho pôsobenia, a to nielen vtedy, keď sa ešte vyznačoval silným zdravím, ale aj vtedy, keď sa už ňňho prejavovali príznaky nevyliciteľnej srdcovej choroby. Akú veľkú duševnú silu musel mať ako lekár, aby aj v takomto stave mohol vykonávať svoje každodenné povinnosti! Plne si uvedomoval, že už onedlho bude musieť opustiť svoju milovanú rodinu, že už nebude môcť vychovávať svoje malé deti... Odišiel náhle, bezbolestne, možno len pár hodín potom, čo ukončil svoje denné aktivity. Nevieme určiť, nakoľko urýchlilo lekárske povolanie zhoršenie jeho vážnej choroby. Nevieme, koľkokrát sa objavil u svojich pacientov aj vtedy, keď by už on sám potreboval sa šetriť a opatrovať. Predčasná smrť nášho kolegu Dr. Nándora Fehéra je poľutovaniahodná, nakoľko tak spoločnosť stratila človeka so šľachtanou dušou, čistou povahou a snažiaceho sa o všetko dobré.“ (Mauks, 1875a, 1875b, 1875c)

Dr. Nándor Fehér bol lekárom telom aj dušou, ktorý žil pre svoje poslanie. Napriek tomu, že sám bol vážne chorý, vykonával svoju prácu obetavo a zodpovedne, až do konca svojho, žiaľ veľmi krátkeho, ale nesmierne plodného života.

## NÁNDOR FEHÉR A DOBŠĚNSKÁ ĽADOVÁ JASKYŇA

### Objav jaskyne a jej sprístupnenie

Otvor tzv. Ľadovej diery pod kopcom Duča bol ľudom známy od nepamäti. O jej existencii vedeli nielen pastieri a drevorubači, ale aj poľovníci a mnohí dobšinskí občania. Už v polovici 19. storočia na ňu upozorňoval Mátyás (Matej) Nehrer (1825 – 1895), pracovník železiarní, a v roku 1863 sa o nej zmienil v literatúre aj popredný maďarský geograf János Hunfalvy (1820 – 1888; Lalkovič, 2001, s. 29–30; biografia J. Hunfalvyho je dostupná na webovej stránke <https://osobnosti.sss.sk/>).

Údaje uvedené historikom speleológie Marcelom Lalkovičom (1944 – 2016) dnes už môžeme spresniť, resp. doplniť týmito najnovšími poznatkami: V roku 1863 vyšla asi najznámejšia a najviac citovaná geografická práca J. Hunfalvyho s názvom *A Magyar birodalom természeti viszonyainak leírása* (Opis prírodných pomerov Uhorskej ríše). Zo všetkých Hunfalvyho diel práve táto práca obsahuje najviac zmienok o jaskyniach. Hunfalvy poznamenal, že *v severnej strane vrchu Duča sa nachádza ľadová jaskyňa* (Hunfalvy, 1863, s. 306). V skutočnosti však prvotným autorom tejto zmienky nebol Hunfalvy, nakoľko v jeho prípade išlo iba o údaj prevzatý z literatúry. Ako prvý sa totiž o existencii ľadovej diery zmienil už o 5 rokov skôr významný maďarský prírodovedec, rožňavský lekár Dr. Antal Kiss (1813 – 1883; biografia Dr. Kissa bude publikovaná v nasledujúcom čísle časopisu Slovenský kras). V roku 1858 publikoval obsiahly geologický opis Dobšinej a jej okolia, pričom spomenul, že *v severnej strane vrchu Duča sa nachádza aj ľadová jaskyňa* (Kiss A. 1858a, s. 11, 1858b, s. 13).

Keďže dlho sa nikto neodvážil bližšie preskúmať túto ľadovú diery, časom o nej vznikli rôzne povesti. Až v lete 1870 sa ju rozhodol so svojimi spoločníkmi preskúmať mladý, 24-ročný banský inžinier Jenő Ruffiny z Dobšinej.

V roku 1970, pri príležitosti 100. výročia objavenia Dobšinskej ľadovej jaskyne, sa v Dedinkách uskutočnila vedecká konferencia o ľadových jaskyniach, na ktorej odznelo 19 prednášok. Jednou z nich bola aj prednáška prof. Leonarda Blahu (1914 – 1980) o histórii jaskyne, v ktorej takto pekne opísal okolnosti jej objavenia:

abbrausen. Das Gebiet ist reich an Kalkspath-Erzeugnissen und enthält zahlreiche Höhlen, auf dem nördlichen Abhange des Ducsa eine Eishöhle. Im Ganzen stellt dieses weisse zackige Felsenmeer mit seinen dunkeln Nadelwäldern sehr romantische Bilder dar; so ist in ihm das Sztraczenaer Thal wegen pittoresker Schönheit und seiner periodischen Wasserquelle im ganzen Lande bekannt.

Obr. 4. Zmienka o Dobšinskej ľadovej jaskyni v práci Dr. Antala Kissa z roku 1858. Reprodukcia: Z. Jerg

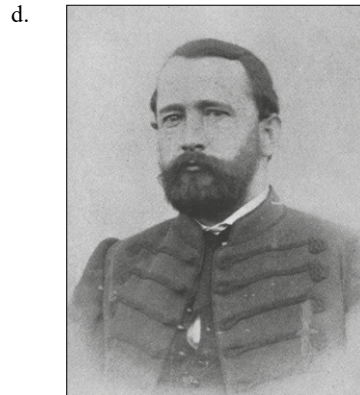
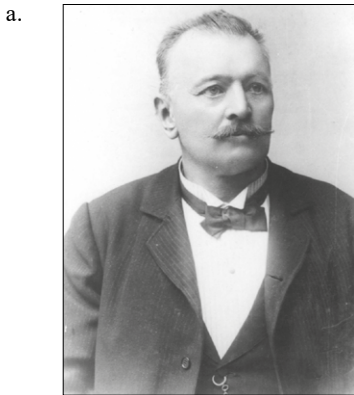
Fig. 4. The reference of Dobšiná Ice Cave in Dr. Antala Kissa's work from 1858. Document duplication: Z. Jerg

„V stredu 15. júna 1870 zavčas rána bolo počut' na ceste vedúcej zo starej banickej Dobšinej cez Stratenú na Vernár a ďalej na Poprad hrkotať ťažko naložený voz. Na ňom sedelo osem čudne vystrojených postáv. Keď za obcou Stratená prešli cez Skalnú bránu a dostali sa do meandrovite sa krútiaceho kaňonu riečky Hnilca, ich zraky sa skúmavo opierali na slnkom pozlátené štihle bralá, ktoré z diaľky vyzerali ako dlhočizné rady zakliatej armády. Osobitne ich zaujímala istá skalná skupina pod vrchom Duča, kde sa nachádzal pomerne veľký, do neznámych hĺbok vedúci otvor, ku ktorému si drevorubači, uhliari, pastieri, poľovníci, ale i obyčajní výletníci radi prišli v letných horúčavách posedieť, aby si v príjemnom chládku mohli zajať a vypiť na ľade „ľadovej diery“ dobre ochladené nápoje. Z dlhej chvíle, alebo skôr zo zvedavosti, do otvoru spúšťali drevo, kamene a rôzne iné haraburdie, aby podľa zvuku padajúcich predmetov mohli usudzovať, aký je hlboký. Podľa ich mienky sa im zdal nekonečný, končiaci až kdesi v pekle. Pretože v blízkosti otvoru a pokiaľ sa dalo dovidieť, bol samý ľad a z otvoru vial mrazivý prievan, dostalo toto miesto priliehavý názov „ľadová diera“. Otvor bol známy od nepamäti, len nikto nemal odvahu túto mrazivú dieru preskúmať...

Pred Ostrou skalou, neďaleko horárne, voz odbočil, aby sa po lesnej ceste, ktorá viedla cez Sámelovu dolinku, dostal čo najbližšie ku spomínanej „ľadovej diere“. Na rovinke pod týmto otvorom voz zastal, pretože kone ďalej nevládali. Osem chlapov zoskočilo, každý z nich vzal niečo z banicko-jaskyniarskeho výstroja a rozložili sa v blízkosti lievikovitého otvoru „ľadovej diery“, aby si oddýchli a poradili sa o spôsobe, ako najlepšie pripraviť prieskum povestami opradenej tajomnej mrazivej diery.

Baníci Jozef Pack, Ján a Jakub Gállovci pod vedením banského technika Jána Liptáka st. začali otvor rozširovať, aby odvážlivec mohol doň pohodlnejšie vliezť. Po postavení rumpálu prvý sa prihlásil 24-ročný, len nedávno skončený banský inžinier Eugen Ruffini z Dobšinej. Zvedavo načúval dlho znejúce dunenie, ktoré prichádzalo z neznámych priestorov po výstrele z pušky. Pevne si pritiahol bezpečnostný pás, priviazaný na dlhom povraze, ktorý bol natočený na valci rumpálu. Rumpál striedavo obsluhovali spomenutí baníci i jeho spoločníci, 21-ročný Gustáv Lang (Údaj o veku uvedený Blahom je nepresný, lebo v čase objavu mal Lang 25 rokov. Podľa zápisov v matrike sa narodil 8. februára 1845 a zomrel 23. februára 1901 – pozn. autora), dôstojník Landwehru, a Andrej Mega, mestský úradník tiež z Dobšinej. Celú akciu po dohode riadil Dr. Ferdinand Fehér, lekár, skúsený organizátor a štedrý podporovateľ tohto podujatia (Dr. Fehér bol spomedzi nich štyroch vekovo najstarší, keďže v čase objavu jaskyne mal už 34 rokov – pozn. autora).

Po prerokovaní všetkých eventualít a po dohovorenom spôsobe signalizovania pomocou zvonca, upevneného na povrchu a spojeného šnúrou, ktorej koniec Ruffini chytil



Obr. 5a, 5b, 5c, 5d. Objavitelia Dobšinskej ľadovej jaskyne. 5a. Jenő Ruffiny (1846 – 1924), 5b. Gusztáv Lang (1845 – 1901), 5c. Endre Méga (1844 – 1914) a 5d. Dr. Nándor Fehér (1836 – 1875). Foto: archív OPaJ (obr. 5a, 5b); archív O. Rozložníka (obr. 5c); Harding, 1940 (obr. 5d)  
 Fig. 5a, 5b, 5c, 5d. Discoverers of Dobšiná Ice Cave. Jenő Ruffiny (1846 – 1924), Gusztáv Lang (1845 – 1901), Endre Méga (1844 – 1914) and Dr. Nándor Fehér (1836 – 1875). Photo: SMOPaJ archive (Fig. 5a, 5b); O. Rozložník's archive (Fig. 5c); Harding, 1940 (Fig. 5d)

*do jednej ruky a do druhej vezmúc banický kahanec, nastúpil s chlpským odhodlaním cestu do mrazivého podzemia. S napätím sledovali jeho druhovia, ako sa od povrchu postupne vzdaluje svetlo kahanca a Ing. Ruffiní mizne v tme neznáma.*

*Bolo to riskantné podujatie, ktoré sa mu mohlo stať osudným. Dlhú sa musel predierať a kliesniť si cestu pomedzi nahádzané drevá, kamene a rôzne haraburdie, ktoré sem málo odvážni zvedavci nahádzali, aby sa presvedčili o hĺbke tohto otvoru. Konečne sa dostal do pomerne veľkého priestoru, čiže do dnešnej Malej siene, kde chcel odbočiť, no nešťastne sa pošmykol, nechtiac trhol pritom signalizačnou šnúrou, čo osádka pri rumpále pochopila ako nebezpečenstvo, a začala ho nemilosrdne ťahať nahor. Pritom sa zaklinil medzi dva balvany a nebyť duchaprítomnosti Dr. Fehéra, ktorý správne pochopil signál na „stoj!“, bol by sa Ing. Ruffiní medzi balvanmi hneď na začiatku akcie zadusil. Nebola to ľahká práca vyslobodiť sa z neprijemného objatia skál. Značne vyčerpaného vytiahli ho na povrch. Po krátkom odpočinku a občerstvení i nadšenom vysvetlení, čo doteraz videl, dal sa znova spustiť do čiastočne preskúmaného prostredia, aby teraz ešte dôkladnejšie si prezrel to, čo už preskúmal, a hľadal možnosti objavenia ďalších priestorov. Podarilo sa mu preskúmať dnešnú Malú a Veľkú sieň, ba dostal sa až dolu do dnešného pravého Ruffiního koridoru, čiže nad Peklo. Blikajúce svetlo kahanca slabo osvetľovalo pomerne*

*veľké priestory. V magickom šere sliepňajúceho svetla všetko sa mu zdalo ako sen. Všetko sa jagalo a trblietalo, akoby bol v nejakom čarovnom rozprávkovom paláci. Neveril vlastným očiam. Aby sa presvedčil, že tá chladná hmota, v zajatí ktorej sa nachádzal, je naozaj ľad, skúšal ju nielen hmatom, ale i jazykom. Až keď sa presvedčil, že ho zmysly neklamú, zmocnila sa ho neopísateľná radosť i nadšenie. Celý rozrušený ponáhľal sa späť k otvoru a rozochveným hlasom volal na tých, čo ho netrpezlivo očakávali: „Podťe rýchlo za mnou, tu dolu je nádherná ľadová jaskyňa!“ Hneď na to postupne pozliezali znervóznení priatelia, aby všetci spoločne prežili chvíle, ktoré pri objave jaskyne možno len raz prežiť, ale nemožno ich opísať. Takto bola pred 100 rokmi, 15. júna 1870, objavená Dobšinská ľadová jaskyňa.“ (Blaha, 1971, s. 5 – 7)*

Od objavenia Dobšinskej ľadovej jaskyne už uplynulo 150 rokov a za ten čas bolo o nej publikované naozaj veľké množstvo rôznych článkov a prác od mnohých autorov. Žiaľ, nebolo málo ani takých článkov, ktoré vyzdvihovali len Ruffinyho osobnosť – ako objaviteľa, a na ďalšie osoby, ktoré tiež mali svoj podiel na objave, sa akosi pozabudlo. Formulácie typu „*Jaskyňu objavil E. Ruffiny v roku 1870*“ však nepovažujem za práve najšťastnejšie. Jaskyniarstvo je predsa tímová práca, kde jednotlivec sám toho veľa nezmôže, a objav alebo postup je väčšinou výsledkom úsilia istej skupiny ľudí, nadšencov, priateľov. Nebolo tomu inak ani v prípade objavu Dobšinskej ľadovej jaskyne. Z vyššie uvedeného opisu profesora Blahu je dost' zrejmé, kto boli objavitelia jaskyne. Bola to skupina ôsmych ľudí – štyria hlavní aktéri (obr. 5), a štyria baníci ako technickí pomocníci. Každý jeden z nich mal určitý podiel na úspechu tohto nevšedného podujatia. Nikoho z nich preto nemôžeme považovať za akéhosi menejcenného objaviteľa druhej kategórie.

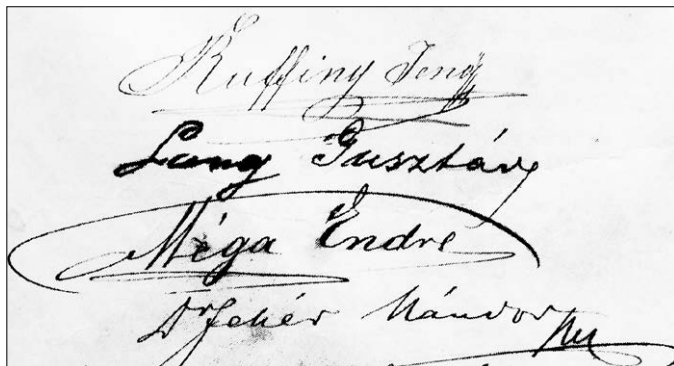
V súvislosti s objavom jaskyne ma napadla veľmi zaujímavá myšlienka. Nebyť duchaprítomnosti N. Fehéra, ktorý svojou rýchlou reakciou de facto zachránil život mladého odvážneho inžiniera Ruffinyho, mohol prvý dobrodružný prieskum ľadovej diery pod Dučou skončiť aj tragicky. V takom prípade by sme dnes možno poznali úplne inú históriu Dobšinskej ľadovej jaskyne. Aj tento nepríjemný incident naznačuje, že Dr. Fehér bol ako lekár vždy, všade a za akýchkoľvek okolností pripravený pomôcť tam, kde to bolo potrebné.

Udalosti, ktoré nasledovali po objave Dobšinskej ľadovej jaskyne, sú jaskyniarskej verejnosti dobre známe, nakoľko boli publikované niekoľkými autormi a opäť ich rozpisovať by bolo asi zbytočné. Vyčerpávajúce informácie o sprístupňovaní jaskyne sú v príslušnej speleologickej literatúre. Ďalej sa preto zameriam iba na tie fakty, ktoré akokoľvek súvisia s osobnosťou N. Fehéra.

Už krátko po objave bola vyhotovená zápisnica, a spolu s oficiálnym ohlásením objavu mestskému zastupiteľstvu ju dal Dr. Nándor Fehér dňa 22. júna 1870 uložiť do mestského archívu v Dobšinej (Blaha, 1971, s. 7; Prikryl, 1985, s. 62). Podľa historika M. Lalkoviča sa však táto zápisnica zrejme stratila a dodnes sa ju nepodarilo vypátrať, a pravdepodobne nie je totožná so zápisnicou z rokovania v osade Ostrá skala zo 16. júna 1870, uloženej vo fondoch rožňavského archívu. Vyčerpávajúce informácie o tejto problematike sú v práci M. Lalkoviča (Lalkovič, 2009b). Táto zápisnica bola náhodou objavená vo fonde Magistrát mesta Dobšiná Ondrejom Rozložníkom v roku 2008 (Rozložník O. a Rozložník M., 2012). O. Rozložník je však presvedčený, že existuje len jedna zápisnica, a to zo 16. júna 1870, ktorá bola zaevidovaná do archívu mesta dňa 15. júla 1870 pod číslom 759 (Rozložník O. – e-mailová informácia; pozri aj Rozložník O. a Rozložník M., 2020, s. 5 – 8).

N. Fehér sa angažoval aj ohľadom sprístupnenia jaskyne, nakoľko je známe, že na jeho návrh mestské zastupiteľstvo v Dobšinej na zasadnutí 8. marca 1871 rozhodlo o riadnom sprístupnení jaskyne (Lalkovič, 2009a, s. 51). S menom dobšinského lekára sa stretávame

aj o tri mesiace neskôr, pri otvorení jaskyne. V júni 1871, keď sa začala prevádzať jaskyne, bola zavedená prvá kniha návštev, do ktorej spravil Dr. Fehér dvojstranový zápis o objave a aj o prvých meraniach teploty.<sup>3</sup> Zápis následne podpísali všetci objavitelia jaskyne (Kompletná kolekcia štyroch návštevnych kníh z Dobšinskej ľadovej jaskyne z rokov 1871 – 1894 je uložená v Slovenskom múzeu ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši; pozri aj Chomová, 2001.



Obr. 6. Podpisy objaviteľov v prvej návštevnej knihe Dobšinskej ľadovej jaskyne z júna 1871. Foto: archív SMOPaJ

Fig. 6. Discoverers' signatures in the first Dobšiná Ice Cave's guest book from June 1871. Photo: SMOPaJ archive

Koncom 19. storočia sa Dobšinská ľadová jaskyňa stala jednou z prvých elektricky osvetlených jaskýň v Európe. Ukázalo sa, že investícia mesta do elektrického osvetlenia mala svoje opodstatnenie. Jaskyňa sa stala ešte atraktívnejšou a od tej doby sa začala zvyšovať jej dovtedy pomerne slabá návštevnosť. Do konca 19. storočia jaskyňu navštívili nielen turisti z blízkeho okolia, ale aj zo zahraničia, ako aj mnohé významné osobnosti vtedajšej doby (Blaha, 1971, s. 8; Lalkovič, 2000, 2001, 2005, 2009a).

### Začiatky vedeckého výskumu jaskyne

Čo sa týka vedeckých kruhov, prvé pomerne strohé údaje o Dobšinskej ľadovej jaskyni vyšli v *Természettudományi Közlöny* (Prírodovedecký vestník), časopise Maďarskej kráľovskej prírodovedeckej spoločnosti roku 1871. Autorom krátkeho článku s názvom *A Gömöri jégbarlang* (Gemerská ľadová jaskyňa), s iniciálami Sz. M., bol zrejme bankýr riaditeľ z Dobšinej, Márton Szontagh (1823 – 1906). Jeho článok má však niekoľko zásadných nedostatkov. Okolnosti objavu opisuje trochu inak, než ako to vyplýva z vyššie uvedeného opisu L. Blahu. Neudáva ani presný dátum objavu („začiatkom minulého leta“), ani mená všetkých objaviteľov. Konkrétne spomína iba to, že sa objav jaskyne uskutočnil jeho zásluhou a zásluhou Jenő Ruffinyho a niekoľkých baníkov. Langa, Méga, ani Dr. Fehéra však v článku nespomína vôbec (!). Okrem stručného opisu priestorov jaskyne sa zmienil aj o slávnosti z 15. augusta 1870. Na konci článku ešte poznamenal, že okrem tejto sú ešte na Gemeri známe dve menšie ľadové jaskyne, a to Silická, a ešte akási malá ľadová jaskyňa na Hrádku pri Ochtinej (Sz. M., 1871, s. 39 – 40). Szontaghove

<sup>3</sup> Zápis Dr. Fehéra v prvej knihe návštev Dobšinskej ľadovej jaskyne: „Dobsina, Élesköi tanya, 1871. jun...“; Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, Zbierka písomných pamiatok, evidenčné číslo 4727, Návštevna kniha Dobšinskej ľadovej jaskyne, 1871 – 1879, s. 2.



Obr. 7. Titulná strana vedeckého časopisu Természettudományi Közlöny z roku 1872, v ktorom vyšiel Fehérov článok o Dobšinskej ľadovej jaskyni. Reprodukcia: Z. Jerg  
 Fig. 7. The Front page of scientific journal Természettudományi Közlöny from 1872, in which Fehér's article about Dobšiná Ice Cave was published. Document duplication: Z. Jerg

nie práve najšťastnejšie formulované slová nám tvrdia, že ako prví zostúpili do jaskyne on a Ruffiny, čo však nebola celkom pravda. Aj keď ochota a spolupráca banského riaditeľa pri objave jaskyne je nespochybniteľná, on sám fyzicky pri objave nebol. Jeho zásluha bola najmä v morálnej a materiálnej rovine, nakoľko na toto podujatie ochotne poskytol štyroch svojich baníkov aj s potrebným technickým vybavením.

Osobnosť dobšinského lekára Nándora Fehéra treba vyzdvihnúť nielen preto, že bol jedným z objaviteľov Dobšinskej ľadovej jaskyne a iniciátorov jej sprístupnenia. Mesto Dobšiná pochopilo význam a potenciál tohto objavu ako vhodného objektu cestovného ruchu a už krátko po objave, keď jaskyňa ešte ani nebola poriadne preskúmaná, ju sprístupnilo verejnosti. Z pohľadu dnešnej ochrany prírody (a zvlášť ochrany jaskýň) však bol postoj Dr. Fehéra k jaskyni už v tej dobe nadčasový a správny. Uvedomoval si nielen turistický potenciál jaskyne, ale aj jej nesmierne veľký vedecký význam ako klimatického unikátu, a práve on bol iniciátorom jej vedeckého výskumu. Už v rokoch 1870 – 1871 robil v Dobšinskej ľadovej jaskyni prvé meteorologické pozorovania, čím položil základy jej vedeckého výskumu. Prvé merania teploty uskutočnil už 14. augusta 1870, deň pred slávnosťou na počesť objaviteľov, a len dva mesiace od objavenia jaskyne. Dr. Fehér, zrejme kvôli svojej extrémnej pracovnej vyťažnosti, však spravil len príležitostné merania teploty (spolu 7 meraní), a to počas deviatich mesiacov – od augusta 1870 do mája 1871. Svoje pozorovania potom v roku 1872 aj publikoval (Dénes, 1971, s. 167 – 169; Prikryl, 1985, s. 62, 65 – 66).



Hodnota Fehérovho článku z roku 1872 je o to väčšia, že ide o vôbec prvý vedecký opis Dobšinskej ľadovej jaskyne. Nakoľko sa jedná o cenný historický prameň, rozhodol som sa ho preložiť z maďarského originálu, aby bol dostupný oveľa širšiemu okruhu čitateľov.

### **Dr. Fehér Nándor: Dobšinská ľadová jaskyňa**

„Údolie Hnilca vyznačujúce sa práve takým bohatým priemyslom, ako prírodnými krásami, neďaleko svojho prameniska, pri takzvanej „Ostrej skale“, sa v chotári Dobšinej rozširuje v krátke široké bočné údolie. Na severnej strane odtiaľto sa dvíhajúceho vrchu, zhruba 50 – 60 siah (1 viedenská siaha = 1,896 m – pozn. autora) nad dnom doliny, sa nachádza jeden skalami ohraničený a čiastočne ich zrúcaninami krytý kotol s plochou okolo 50 siah štvorcových (1 štvorcová siaha = 3,595 m<sup>2</sup> – pozn. autora), z ktorého prúdi nápadne studený prievan. Najhlbší bod kotla v zime v lete obsahuje ľad a vedie do strmej trhliny. Táto ľadová diera je známa odnepamäti, ale s vedeckým cieľom sa doposiaľ nikto do nej nespustil; a jednotlivé bojzlivé pokusy, práve kvôli strachu, zostali bez výsledku.

V lete 1870 Jenő Ruffiny, absolvent banickej akadémie, s ďalšími dvomi mladými mužmi, potom, čo prostredníctvom tupo a dlho trvajúcej ozveny svojich pušiek sa presvedčili o prítomnosti väčších dutín, odhodlali sa pustiť do preskúmania diery. Po zaobstaraní jedného silného kotvenia (Nie je vylúčené, že mohlo ísť o akýsi bezpečnostný pás, ktorý spomenul L. Blaha. Pozri: Blaha, 1971, s. 6 – pozn. autora), niekoľkých dlhých a hrubých lán a viacerých rebríkov, sa 15. júna Ruffiny so svojim banickým kahancom a nie bez nebezpečenstva prvýkrát spustil na lane do neznámej, tmavej a ľadovo studenej hĺbočiny. Hneď ako sa vedel postaviť na nohy, ho nasledovali jeho dvaja podnikaví spoločníci a ja. Oči oslňujúci pohľad nás doslova oslepil. Steny človekom doposiaľ ešte nikdy nepošliapanej siene vítali svetlo sviečky tisícásobným trblietanim sa a na každé jedno naše slovo odpovedali tmeným slávnostným hlasom.

Ústie jaskyne leží smerom na sever vo výške 2684 stóp nad morom (1 stopa = 0,316 m, čiže 848 m n. m. Ide o chybný údaj. Podľa Zoznamu jaskýň SR z roku 2018 je nadmorská výška vchodu 969 m – pozn. autora); rozprestiera sa smerom na východ. Samotná jaskyňa pozostáva z prostredníctvom ľadu vytvorených dvoch poschodí (etage). Od vchodu smerom na východ sa jaskyňa lomí pod uhlom 45° do vzdialenosti 6 siah, kým sa dostaneme do horného poschodia, ktoré je spočiatku mierne klesajúce a ďalej tvorí rovinatý priestor o veľkosti približne 500 siah štvorcových. Smerom na východ je jaskyňa dlhá 60 siah, a tu je uzavretá jedným vrchom zo skalného závalu. Dno jaskyne pokrýva čistý ľad, ktorý je prevažne hladký ako zrkadlo a krásny priesvitný, sem-tam s bublinami, nad jednotlivými dutými miestami s tupou ozvenou. Strop nemá rovnakú výšku, ale klenba, ktorá siaha až na 4 – 5 aj viac siah, je sčasti holá vápencová skala a sčasti je pokrytá ľadovými kryštálmi trblietajúcimi sa ako diamanty. Tieto kryštály smerom k východu sú hustejšie a pokrývajú tam aj bočné steny, a ihličnany sa podobajú na silnú ľadovú inovať. Vo všeobecnosti sa tu vedľa seba dajú nájsť najrôznejšie formy mnohorakej tvorby ľadu: plné stĺpy a duté valce, ktoré sa vyznačujú výškou 4 – 5 siah a takým istým obvodom, ako z pištál organov poskladané stĺpy, zamrznuté vodopády, formy vylízané ako ulity, cencúle v tvare obrovských mečov, čalúnené záclony, španielske steny, kuželovité stĺpy. Jeden kryštálovo čistý a prekrásnymi útvarmi pokrytý ľadový stĺp bol rozseknutý na tri časti prostredníctvom zhora kvapkajúcej vody, ktorá dole vytvára vodnú nádrž, odkiaľ potom si voda vytvára v ľadovej mase až 4 stopy hlboké, ale iba úzke výtokové koryto.

Od vchodu smerom na juh padá ľadová podošva pod uhlom 55 stupňov, a tu podľa výšky celého ľadovca treba zostúpiť po 145-ich do ľadu pripevnených schodoch, aby sme sa dostali na dno spodného poschodia. Mohutnosť tohto ľadovca je ohromná, nakoľko jeho

výšku, tak smerom na sever, juh ako aj východ možno zmerať na 15 siah. Táto mohutná ľadová stena tvorí severnú hranicu spodného poschodia a rozprestiera sa až po jeho východné ukončenie, v smere ktorého je čím ďalej, tým strmšia, až napokon prechádza do 8 siah vysokej vertikály. Samotný ľad je čistý, priehľadný ako sklo, na jeho vertikálnej ploche je možné rozoznať prostredníctvom z vody usadeného jemného vápencového prachu od seba jasne oddelené jeho jednotlivé vývojové štádiá, podobne, ako letokruhy stromu. Na východ je spodné poschodie ohraničené prostredníctvom jednej malej, v tvare dutiny rozšírenej ľadovej trhliny, ktorej jedna stena je vyzdobená fantastickou tajomnou krásou. Toto prekrásne miesto, ktoré vyzerá byť stvorené pre tiché rozjímanie, veľmi výstižne nazvali Kaplnkou. Dno aj vrch spodného poschodia strmo padá smerom na juh, dno nie je pokryté ľadom, ale je zasypané v dôsledku jaskynného závalu, skalnými sutinami, medzi ktorými jednotlivé otvory vedú viacero stôp nižšie. Tu medzi skalami sa sem tam dajú nájsť kvapľové útvary, samostatné a niekoľko stôp vysoké cencúle, ako zo zeme vyrastajúce kužele, alebo malé ľadové platne, podobne ako oázy v púšti. Ešte nižšie, kde v lete veľmi silno kvapká voda, je veľa vodou natransportovaného vápencového prachu, v ktorom sa nachádzajú kosti drobných zabľúdených zvierat.

Podľa mojich doterajších pozorovaní bol ľad na rovných a hlbšie ležiacich miestach minulé leto pokrytý 1 – 2 palce hrubou vrstvou vody; v zime je ale zrkadlovo hladký a dokonale suchý, posypaný jemnou horskou múkou (vápencovým prachom). Do ľadu vysekané schody boli plné zamrznutého ľadu, takže tie bolo treba znova vysekať. V zime sú všetky stĺpy hutnejšie, a studňa je zamrznutá.

Teplota bola nasledovná:

- 14. augusta 1870, vonku +22,5°C, vnútri +5°C,
- 31. augusta 1870, vonku +13,75°C, vnútri +3,75°C,
- 8. októbra 1870, vonku +11,25°C, vnútri +0,6°C,
- 23. decembra 1870, vonku -25°C, vnútri -8,75°C,
- 4. januára 1871, vonku -21,25°C, vnútri -6,2°C,
- 18. februára 1871, vonku 0°C, vnútri -4,4°C,
- 27. mája 1871, vonku +18,1°C, vnútri +3,75°C.

Vonkajšia teplota má síce podstatný vplyv na teplotu jaskyne, ale len po určitú obmedzenú hranicu. Tu bola najvyššia teplota +5 °C v auguste, najnižšia - 8,75 °C v decembri; teplotný gradient je teda iba 13 – 14 °C. Tým pádom je jaskyňa v zime chladnejšia, v lete teplejšia, a všeobecná ľudská povera, ktorá o takýchto miestach všade tvrdí opak, sa dá vysvetliť tým, že teplotu jaskyne neporovnávajú s ňou samotnou, ale s vonkajšou teplotou v rôznych ročných obdobiach.

Treba uznať, že pri takejto teplote sa organický život veľmi nemôže množiť. Doposiaľ nájdené zvieracie kosti (lebky dvoch malých dravcov, pravdepodobne kuny, jeden motýľ, dva netopiere zamrznuté v ľade, okrem toho veľa dlhých a tenkých netopierich kostičiek) v každom prípade sú len pozostatky zabľúdených zvieratiek, ktoré tu postihlo nešťastie. Spomedzi živých zvierat som našiel dva netopiere, ktoré si akurát robili prípravu na zimný spánok.

Jaskyňa je v tret'ohornom vápencovom vrchu, a že táto bola niekedy omnoho väčšia, dokazuje tá okolnosť, že od vstupného kotla niekoľko sto krokov smerom na východ je vidieť jedno prepadlisko (Duča – pozn. autora), ktoré v lese zaberá plochu približne 6 jutrov a je ohraničené niekoľko siah vysokými kolmými skalnými stenami a skalné závaly prepadliska vytvárajúc v jaskyni sutinový vrch, postup smerom na východ uzavierajú. Ľad jaskyne (nakoľko vyvieracia, alebo potok nikde nie sú) živia iba vonkajšie vody,

*a predpokladajúc z letokruhov je tento v neustálom raste. Strmo klesajúce trhlinovité ústie vyzerať byť zásadnou podmienkou pri vytváraní ľadových jaskýň, ale akým znamenitým spolupôsobením fyzikálnych a geologických okolností, kedy a ako vznikol prvý ľad, je z hľadiska vedy veľmi zaujímavé, ale vytvárať hypotézy, púšťať sa do diskusií, to radšej prenechám zainteresovanejšiemu odbornému peru.*

*Na znak uznania bola jaskyňa pomenovaná po jej objaviteľovi Ruffinyho jaskyňou, a tento názov jej pravdepodobne aj zostane na našom vidieku. Z pohľadu širších kruhov je najznámejšie pomenovanie Dobšinská ľadová jaskyňa, nakoľko leží v dobšinskom chotári. Gemerská ľadová jaskyňa nemôže byť jej názov, lebo aj v Silici je jedna ľadová jaskyňa, síce od tejto menšia; ani Stratenská, lebo neleží v Stratenej, ale v údolí Hnilca, ktoré samo sa však dlho tiahne a má veľký rozsah, takže pre toto miesto charakterizujúce pomenovanie nie je vhodné. Vďaka starostlivosti obce Dobšiná je jaskyňa v súčasnosti v takom stave, že poväčšine ju môžu bez nebezpečenstva navštíviť aj ženy. Po krátkom čase iste bude táto jaskyňa navštevovaným výletným miestom nielen tohto vidieka, a nielen nové geologické zaujímavosti okolia Dobšinej bude predstavovať pre odborníkov; z hľadiska veľkoleposti a krásy je to jedinečný a prekrásny prírodný úkaz, s celoštátnym významom, ktorý s radosťou budú navštevovať aj cestovatelia z ďalekých zemí.“ (Fehér, 1872a, 1872b)*

Obsah Fehérovho článku stručne zhrnul aj Lubomír Viliam Prikryl vo svojej známej publikácii *Dejiny speleológie na Slovensku* (Prikryl, 1985, s. 65 – 66). Dr. Fehér sa vo svojom článku zmienil, okrem iných údajov, aj o netopieroch, takže jeho článok je cenný aj pre chiropterológov. Aj keď zrejme bola jaskyňa využívaná netopiermi po stáročia, ide o vôbec prvé a najstaršie údaje o výskyte (bližšie neurčených druhov) netopierov v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Doposiaľ najstaršie známe údaje boli až z roku 1925 (Uhrin, 1998; Bobáková, 2002). V súvislosti s okolnosťami objavu jaskyne Fehér uviedol, že ako prvý do jaskyne zostúpil Ruffiny, potom jeho spoločníci (Lang a Méga; Fehér ich mená neuvádza), a nakoniec on, ako štvrtý v poradí. Na konci svojho opisu ešte vyzdvihol nielen veľký potenciál jaskyne do budúcnosti z pohľadu turistiky a cestovného ruchu, ale aj potrebu jej ďalšieho vedeckého výskumu.

Práca Nándora Fehéra vzbudila vo vedeckých kruhoch veľkú pozornosť. Ešte v tom istom roku jaskyňu navštívil Dr. József Sándor Krenner (1839 – 1920), kustód Národného múzea a neskôr profesor na univerzite v Budapešti a spravil ďalšie merania teplôt (Dénes, 1971, s. 167). Dňa 6. novembra 1872 sa v Budapešti uskutočnilo zasadnutie výboru Maďarskej prírodovedeckej spoločnosti. Na zasadnutí bola, okrem iných, prerokovaná aj žiadosť Dr. Fehéra, aby prírodovedecká spoločnosť vyslala odborníka, ktorý by jaskyňu odborne preskúmal a nakreslil, aby sa o tomto jedinečnom prírodnom unikáte vedelo aj v širších kruhoch. Návrh Dr. Fehéra výbor spoločnosti jednohlasne prijal a poveril tajomníka, aby v tomto smere podnikol potrebné kroky (Anonym, 1872b, s. 471 – 472).

V jarných mesiacoch roku 1873 Maďarská prírodovedecká spoločnosť poverila Dr. Józsefa Krennera, aby jaskyňu vedecky preskúmal a opísal. Krenner jaskyňu navštívil 11. apríla 1873. Spolu s ním sa tohto prieskumu zúčastnil aj profesor József Stürzenbaum. Do jaskyne ich sprevádzali N. Fehér a J. Ruffiny. Nápomocný bol aj dobšinský mešťanosta Boldizsár Szontagh. O svojom výskume podal Krenner správu na zasadnutí spoločnosti dňa 14. mája 1873 a táto jeho krátka správa ešte v tom istom roku bola aj publikovaná na stránkach vedeckého časopisu spoločnosti. Tu Krenner po prvý raz publikoval náčrt (rez) Dobšinskej ľadovej jaskyne, ako aj jeden drevorez – pohľad na ľadovú výzdobu jaskyne. Na zasadnutí Dr. Krenner ukončil svoju prezentáciu týmito slovami: „Predtým, ako by som ukončil moju predbežnú správu, musím vyjadriť najvrúcnejšie poďakovanie jednak Dr. Nándorovi Fehérovi a pánovi banskému inžinierovi Jenő Ruffinyemu, ako aj

*mešťanostovi mesta Dobšiná, pánovi Boldizsárovi Szontaghovi a cteným občanom mesta za láskavú ochotu a pomoc, ktorú nám v každom ohľade boli ochotní poskytnúť; a želám si, aby spomedzi ctených prítomných čo najviac z Vás navštívilo tento podzemný ľadový zázrak.*“ (Krenner, 1873, s. 353; Dénes, 1970, s. 85, 1971, s. 167; Prikryl, 1985, s. 63)

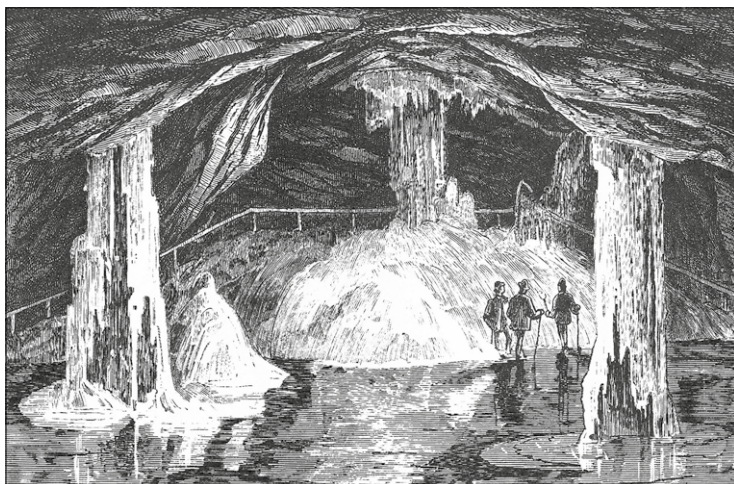
V nasledujúcom roku Krenner vydal o jaskyni aj obsirnejšiu prácu samostatne. Knižka vyšla v maďarsko-nemeckej mutácii a zaoberal sa v nej jaskyňou a problémami jej genézy podrobnejšie. Hodnotu tejto publikácie zvyšovala najmä tá skutočnosť, že bola ilustrovaná niekoľkými drevorytmi a sériou veľmi pekných farebných litografií. Tieto ilustrácie zobrazovali jednotlivé časti jaskyne. Okrem schematickeho prierezu tu Krenner publikoval aj svoj plán jaskyne, ktorý vypracoval podľa náčrtu J. Ruffinyho. V súvislosti s činnosťou N. Fehéra Dr. Krenner poznamenáva: „*Teplotné pomery v jaskyni sú zaujímavé, za ich záznam ďakujeme nadšeniu pána Dr. Fehéra. Aj keď sa nevzťahujú na všetky mesiace roka, sú už tým veľmi vzácne, že sú jediné dostupné teplotné pozorovania, ktoré o ľadových jaskyniach vôbec máme. Popri teplote vzduchu jaskyne je pripojená aj súčasná vonkajšia teplota.*“ (Krenner, 1874, s. 16; Dénes, 1971, s. 167) Krenner zostavil aj tabuľku, kde uviedol výsledky meraní teplôt v rokoch 1870, 1871 a 1872. Prevažná väčšina údajov však bola prevzatá od Dr. Fehéra (Krenner, 1874, s. 16; Dénes, 1970, s. 85, 1971, s. 167; Prikryl, 1985, s. 67 – 68).

Dr. Nándor Fehér vo svojom prvom vedeckom opise Dobšinskej ľadovej jaskyne už v roku 1872 predpovedal jej masívnu návštevnosť v budúcnosti. Žiaľ, len 4 a pol roka od objavenia jaskyne ho zradilo jeho choré srdce, a tak mu, ako jedinému spoluobjaviteľovi jaskyne, veru nebolo dopriate vidieť to ľadové kráľovstvo v plnej svojej kráse pri elektrickom osvetlení, ani to, ako k jaskyni prúdila davy ľudí z celého sveta. Na jeho zásluhy však Dobšínčania veľmi rýchlo zabudli. 19. augusta 1877 sa na počesť objaviteľov konala slávnosť pri jaskyni, kedy tam bola odhalená aj pamätná tabuľa, ktorá však mala viacero vážnych nedostatkov. Zrejme omylom bol na nej uvedený nesprávny dátum objavenia jaskyne (namiesto 15. júna bol na tabuli dátum 15. júl 1870). Príčinu tohto omylu zatiaľ nepoznáme. Táto chyba však spôsobila, že neskôr, prakticky až do roku 1970, sa v mnohých publikáciách objavoval nesprávny dátum objavy jaskyne – 15. júl 1870. Až v roku 1970 na túto chybu poukázal L. Blaha (Lalkovič, 2009b). Podľa môjho názoru však vážnym nedostatkom bola aj tá skutočnosť, že ako objavitelia na nej (ako aj na tabuli, ktorá bola osadená v bližšie neurčenom čase po roku 1918) figurovali len traja – Ruffiny, Lang a Méga. Je to pre mňa nepochopiteľné, že jeden z objaviteľov, Jenő Ruffiny, bol s Dr. Fehérom nielen v priateľskom, ale (ako som to už uviedol vyššie) aj v bližšom rodinnom vzťahu, napriek tomu neprotestoval voči takejto nespravodlivosti. Myslím si, že na tej tabuli malo byť aj meno v tom čase už nežijúceho dobšinského lekára. Vnímam to ako nespravodlivosť a neúctu voči jeho osobe. Na základe dostupných historických prameňov nech si každý čitateľ spraví vlastný názor na to, či si Dr. Fehér zaslúžil, aby aj jeho meno bolo uvedené na tej pamätnej tabuli, alebo nie.

Po stopách Dr. Nándora Fehéra neskôr kráčal mladý lekár, Dr. János Ernő Pelech. Nielen na poli pracovnom, ale aj vedeckom. Po smrti Dr. Fehéra sa stal nielen jeho nástupcom, hlavným lekárom v Dobšinej (Anonym, 1875d), ale aktívne sa podieľal aj na ďalšom vedeckom výskume Dobšinskej ľadovej jaskyne. Od roku 1880 mal sám Pelech významný vplyv v otázkach jaskyne a na jeho podnet začali v nej pravidelne merať teplotu. Každý deň bola odmeraná teplota vzduchu v jaskyni na štyroch miestach. Pelech publikoval výsledky svojich pozorovaní vo viacerých svojich prácach, pričom použil aj výsledky meteorologických pozorovaní od Dr. Fehéra z rokov 1870 – 1871. Na jednej strane ďakoval Fehérovi za vôbec prvé údaje, na druhej strane však vyjadril aj kritiku, že sú to len

čiasťkové údaje, a preto je ich vedecká hodnota malá (Dénes, 1971, s. 167–168). Do konca 19. storočia písali o Dobšinskej ľadovej jaskyni aj viacerí ďalší autori, ktorých spomínajú Dénes, Lalkovič, aj Prikrýl (Dénes, 1970, s. 86 – 88, 1971, s. 168 – 169; Lalkovič, 2001, s. 29 – 30; Prikrýl, 1979, s. 107 – 156, 1985, s. 64 – 65, 68 – 82).

Z vyššie uvedených údajov v tejto kapitole je evidentné, že Dr. Nándor Fehér bol nielen rovnocenným spoluobjaviteľom Dobšinskej ľadovej jaskyne (veď v deň objavu, 15. júna 1870, do nej zostúpil ako štvrtý v poradí), ale pričínal sa aj o rozbehnutie jej dodnes trvajúceho odborného vedeckého výskumu. Svojimi aktivitami sa tým navždy zapísal do bohatej histórie Dobšinskej ľadovej jaskyne, ktorá je od roku 2000 súčasťou svetového prírodného dedičstva UNESCO.



Obr. 8. Dobová kresba z Dobšinskej ľadovej jaskyne od Gusztáva Morelliho v Pelechovej knižke z roku 1884. Reprodukcia: Z. Jerg

Fig. 8. Paintings from Dobšiná Ice Cave by Gusztáv Morelli in Pelech's book from 1884. Document duplication: Z. Jerg

## NÁNDOR FEHÉR AKO METEOROLÓG

Počas práce na biografii Dr. Fehéra som viackrát navštívil aj rožňavský archív, kde som strávil niekoľko dní prezeraním nielen dobovej tlače, ale predovšetkým pomerne rozsiahleho, žiaľ ešte nespracovaného fondu *Magistrát mesta Dobšiná*. O rozsahu tohto fondu svedčí napríklad aj to, že ani po niekoľkodňovom bádani sa mi nepodarilo nájsť zápisnicu zo 16. júna 1870 (dôkaz o objave Dobšinskej ľadovej jaskyne 15. júna 1870), ktorú v tomto fonde náhodou objavil ešte v roku 2008 Ondrej Rozložník z Rožňavy.

Vo fonde *Magistrát mesta Dobšiná* je niekoľko písomností vzťahujúcich sa k Fehérovi. Sú to predovšetkým rôzne medicínske materiály. Napríklad viacero ťažko čitateľných rukopisov Dr. Fehéra písaných v nemčine – akési štatistické hlásenia o chorobnosti a úmrtnosti za niektoré kalendárne roky, počas epidémie cholery v Dobšinej v roku 1867, a pod. Takisto rôzne písomnosti súvisiace s činnosťou zdravotnej komisie v Dobšinej.

Za najcennejší nález však považujem objav niekoľkých nemecky písaných rukopisov Dr. Fehéra o jeho meteorologických pozorovaniach v Dobšinej. Ako som to uviedol v predchádzajúcej kapitole, skutočnosť, že Dr. Fehér už v rokoch 1870 – 1871 robil v Dobšinskej ľadovej jaskyni prvé meteorologické pozorovania, je všeobecne známa a v speleologickej literatúre sa o tom zmienili viacerí autori. Ale o tom, že robil meteorologické pozorovania

aj v meste Dobšiná, sa však nikto v literatúre nikdy nezmielil (dokonca ani on sám a ani Dr. Mauks vo svojom nekrológu) a doposiaľ takáto jeho aktivita vôbec nebola známa. Z tohto hľadiska preto považujem tento objav za nesmierne cenný a významný.

Ak sa pozrieme podrobnejšie na jeden z jeho rukopisov s názvom *Meteorologische Beobachtungen vom Jahre 1874 in Dobschau* (Meteorologické pozorovania v Dobšinej za rok 1874),<sup>4</sup> tak zistíme, že ide o veľmi precízne vedený protokol – denný záznam o počasi v Dobšinej za celý rok 1874. V prehľadných tabuľkách, zvlášť pre každý mesiac, sú nielen údaje o teplotách v °R (meraných trikrát denne, a to ráno o 7.00, na obed o 12.00 a večer o 21.00 h), ale aj o oblačnosti, smere a sile vetra a type a množstve atmosférických zrážok. Nachádzame v ňom aj rôzne ním vypočítané štatistické údaje, ako napríklad priemerné denné, päťdňové, mesačné a ročné teploty; najnižšie a najvyššie teploty v mesiaci; koľko dní v mesiaci bolo celkom jasných alebo oblačných dní; koľko dní bolo takých keď pršalo, snežilo, alebo padal dážď so snehom; počet dní v mesiaci, keď bola hmla, búrka, alebo padal ľadovec, a pod. Len za jeden kalendárny rok sú to rádovo tisícky údajov, ktoré sú cenné nielen pre historikov, ale napríklad aj pre Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ). Precízne vedené záznamy svedčia nielen o veľkej pedantnosti Dr. Fehéra, ale aj o jeho vážnom záujme o vedu ako takú. Bezpochyby bol právom členom Maďarskej prírodovedeckej spoločnosti.

V rožňavskom archíve sa mi v rámci fondu *Magistrát mesta Dobšiná* doposiaľ podarilo nájsť päť rukopisov Dr. Fehéra – záznamy o meteorologických pozorovaniach v Dobšinej za roky 1870 až 1874.<sup>5</sup> Škoda, že zatiaľ mi nie sú známe žiadne bližšie údaje o aktivitách Dr. Fehéra na poli meteorológie. Je dosť možné, že pri tejto činnosti čerpal zo skúseností svojho rožňavského kolegu, lekára Dr. Antala Kissa (Dr. Kiss bol zakladateľom meteorologickej stanice v Rožňave a v rokoch 1855 – 1860 ju aj viedol). Kde boli umiestnené meteorologické prístroje Dr. Fehéra? Na dvore domu, kde býval alebo niekde inde? Pomáhal mu niekto s vedením záznamov (napríklad manželka, alebo niekto iný), keďže bol pracovne veľmi vyťažený a cez deň bol zriedkavo doma? Odovzdával namerané údaje len mestskej rade v Dobšinej, alebo ich posielal aj niekde ďalej, napríklad do meteorologickej centrály vo Viedni? To sú otázky, na ktoré zatiaľ nepoznám odpoveď.

Z tých piatich nájdených rukopisov považujem za najcennejší práve ten posledný – meteorologické pozorovania za rok 1874. A to z viacerých dôvodov. Dr. Fehér stihol odovzdať rukopis mestskej rade v Dobšinej hneď začiatkom januára 1875 (čo tiež svedčí o jeho pedantnosti), teda len pár dní pred svojím úmrtím. Na poslednej strane rukopisu, pri štatistických údajoch za jednotlivé mesiace roka 1874, napísal Dr. Fehér túto, pre nás nesmierne cennú vetu: „*Mittlere Jahres Temperatur im Durchschnitte von 7 Jahren +4,4 von 1868 – 1874.*“<sup>6</sup> V preklade: „*Stredná ročná teplota v priemere za 7 rokov +4,4 za 1868 – 1874.*“ (+ 4,4° Réaumura, čiže v prepočte + 5,5 °C – pozn. autora). Je to teda priamy dôkaz

<sup>4</sup> ŠA RV, f. MMD, škatuľa (ďalej šk.) Rada mesta 1875 (1 – 196 Rep.), zn. 7/R 1875, FEHÉR, Ferdinand. *Meteorologische Beobachtungen vom Jahre 1874 in Dobschau*, 26 s.

<sup>5</sup> ŠA RV, f. MMD, šk. Rada mesta 1868 – 1871, zn. 53/R 1871, FEHÉR, Ferdinand. *Meteorologische Beobachtungen vom Jahre 1870 in Dobschau*, 27 s.; šk. Rada mesta 1872 – 1874, zn. 24/R 872, FEHÉR, Ferdinand. *Meteorologische Beobachtungen vom Jahre 1871 in Dobschau*, 26 s.; zn. 50/R 874, FEHÉR, Ferdinand. *Meteorologische Beobachtungen vom Jahre 1872 in Dobschau*, 26 s.; šk. Bane 1872 – 1873, zn. *Sanitaets Comissions Prothocolle 1872. nov – 1873*, FEHÉR, Ferdinand. *Meteorologische Beobachtungen vom Jahre 1873 in Dobschau*, 26 s.; šk. Rada mesta 1875 (1 – 196 Rep.), zn. 7/R 1875, FEHÉR, Ferdinand. *Meteorologische Beobachtungen vom Jahre 1874 in Dobschau*, 26 s.

<sup>6</sup> ŠA RV, f. MMD, šk. Rada mesta 1875 (1 – 196 Rep.), zn. 7/R 1875, FEHÉR, Ferdinand. *Meteorologische Beobachtungen vom Jahre 1874 in Dobschau*, s. 26.

o tom, že meteorologické pozorovania v Dobšinej robil nepretržite 7 rokov, a to v rokoch 1868 – 1874 (pozri obr. 9). Záznamy za roky 1868 a 1869 sa mi však v rožňavskom archíve zatiaľ nepodarilo nájsť, aj keď som niektoré škatule pre istotu prezrel aj dvakrát. Som však presvedčený o tom, že ak by Dr. Fehér neumrel v takom mladom veku, tak by určite bol pokračoval vo svojich pozorovaniach a dnes by sme mali k dispozícii podstatne viac údajov o počasi v Dobšinej v druhej polovici 19. storočia. Nevylučujem, že v rozsiahlom nesppracovanom fonde *Magistrát mesta Dobšiná* sa ešte v budúcnosti môžu objaviť ďalšie cenné archívne materiály, vzťahujúce sa nielen k činnosti Dr. Fehéra, ale napríklad aj k iným osobnostiam Dobšinej, prípadne k Dobšinskej ľadovej jaskyni.

*Uebersicht*

*der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1874 in Dobshain.*

Monate	Anzeigende Temperatur		Mittlere Temperatur		Reine Tages Temperatur		Fog Regen		Wind		Schnee		Eis		Frost		Nebel		Summe		
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Tag.	Nacht.	Tag.	Nacht.	Tag.	Nacht.	Tag.	Nacht.	Tag.	Nacht.	Tag.	Nacht.	Tag.	Nacht.	
Januar	-6.8	-2.8	-5.7	-5.1	+1.4	-14.4	10	9	1	6	0	0	0	0	0	0	13	5	13.82"	5.62"	
Februar	-5.9	-1.6	-4.6	-4.0	+3.0	-15.0	6	10	1	14	1	0	0	0	0	0	4	13.82"	13.82"		
März	-4.3	+2.5	-2.5	-1.4	+10.6	-10.0	12	4	2	5	2	0	0	0	0	0	4	13.94"	13.94"		
April	+2.4	+8.9	+4.2	+5.1	+14.9	-2.5	6	6	13	2	1	1	0	0	0	0	4	13.24"	13.24"		
Mai	+3.9	+8.5	+4.5	+5.6	+16.5	-0.6	5	7	9	0	6	0	0	0	0	0	5	28.53"	28.53"		
Juni	+9.4	+15.3	+10.2	+11.5	+20.4	+4.3	15	2	15	0	0	5	1	0	0	0	0	7.85"	7.85"		
Juli	+12.0	+18.8	+12.6	+14.4	+20.9	+9.8	14	0	12	0	0	7	0	0	0	0	0	28.78"	28.78"		
August	+9.8	+16.0	+10.6	+12.1	+21.4	+3.8	10	3	13	0	0	3	0	0	0	0	0	31.33"	31.33"		
September	+6.4	+13.5	+7.3	+9.7	+20.3	+2.4	16	2	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0.46"	0.46"		
Oktober	+2.5	+9.9	+4.0	+5.4	+15.8	-3.8	16	5	9	0	0	0	0	0	0	0	8	14.40"	14.40"		
November	-4.5	+0.5	-3.0	-2.3	+9.9	-10.4	4	13	1	13	1	0	0	0	0	13	12.20"	12.20"			
December	-2.5	-0.8	-2.1	-1.8	+3.9	-3.5	1	19	6	12	4	0	0	0	0	16	63.22"	63.22"			
Mittel. Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur		Mittlere Jahres Temperatur	
+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1	
+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1		+4.1	

*Z. Jerg*

Obr. 9. Ukážka z rukopisu Dr. Fehéra. Štatistický prehľad o počasi v Dobšinej za jednotlivé mesiace roka 1874. Cenný je najmä zápis v spodnej časti pod tabuľkou. Reprodukcia: Z. Jerg  
 Fig. 9. Demonstration from Dr. Fehér's manuscript. Statistical overview of monthly weather in Dobšiná during 1874. The record, in bottom part below the table, is especially valuable. Document duplication: Z. Jerg

Počas svojho života Dr. Fehér ako lekár bezpochyby podpísal veľké množstvo rôznych dokumentov. Podpis na poslednej strane rukopisu z januára 1875 (obr. 9) bol, žiaľ, jedným z jeho posledných.

## RODINA NÁNDORA FEHÉRA PO ROKU 1875

Ako som už uviedol vyššie, Dr. Fehér zanechal po sebe v roku 1875 manželku Vilmu a dve malé deti – 7,5-ročnú dcérku a 3-ročného syna. Syn Nándora Fehéra, Jenő, však ako 6-ročný zomrel (26. júna 1878 v Spišskej Novej Vsi) a dospelosti sa tak dožila iba jediná dcéra Kamilla.

Vdova po Dr. Fehérovi, Vilma Husz, sa neskôr zoznámila s poľským barónom Antalom de Lászlo a v roku 1883 mu porodila syna Antala. Časom však ich vzťah úplne vychladol a tak sa Vilma aj s dieťaťom vrátila do Dobšinej.

Nevlastný brat Kamilly, Antal, bol nesmierne šikovný a nadaný chlapec s obrovským záujmom pre vedu. Študoval na Technikum Mittweida (dnes Hochschule Mittweida) v Sasku, kde nastúpil už ako 15-ročný a promoval ako 18-ročný (!). Bol elektrotechnickým inžinierom a vynálezcom, držiteľom niekoľkých patentov (skonštruoval napr. prístroj, ktorý vytváral elektrické iskry rôznych farieb – tzv. divadelné lúče, zariadenie na čistenie vzduchu, puzdro na transport žiaroviek, neskôr v USA navrhol aj prístroj, ktorý píše v Braillovom písme, atď.). V roku 1913 odišiel do Ameriky, kde pracoval pre rôzne spoločnosti (napr. aj pre automobilku Ford, neskôr si sám postavil vlastné auto). Zomrel v roku 1938.

Vilma Husz zomrela 19. marca 1905 v Mittweide (leží asi 80 km na sever od Karlových Varov) v Nemecku, vo veku 61 rokov. Tam je aj pochovaná (Anonym, 1905).

Dcéra Dr. Fehéra, Kamilla, odmalička inklinovala k herectvu. Už ako mladá dievčina recitovala v rôznych jazykoch (i vo francúzštine) návštevníkom Dobšinej a takisto aj pri slávnostiach v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Neskôr študovala na Konzervatóriu v Budapešti a stala sa známou herečkou Národného divadla. Na prelome 19. a 20. storočia bola jednou z najžiadanejších a najmilovanejších herečiek v Uhorsku a v tej dobe sa jej meno pomerne často objavovalo aj vo vtedajšej tlači. Vystupovala nielen doma (Budapešť, Bratislava, Košice), ale aj v mnohých mestách západnej Európy (Berlín, Paríž, Monaco, San Remo, Villefranche, Monte Carlo, atď.). Dostala aj dve ponuky hrať v Amerike, čo však kvôli chorej matke odmietla. Napriek úspechu však nezbohatla, nakoľko všetky zarobené peniaze išli na lieky pre chorú matku. Kamilla však na mužov nemala šťastie a už v pomerne mladom veku mala za sebou dve nevydarené manželstvá (prvý manžel, barón Ernő von Marosffy-Fehéregyházy, umrel mesiac po svadbe; druhý manžel – kapitán Ferdinand Zhaniel, rodák z Pardubic, sa s ňou po 2 a pol ročnom manželstve rozviedol). Deti nemala. V roku 1914, krátko po vypuknutí prvej svetovej vojny, Kamilla odišla za nevlastným bratom Antalom do Ameriky.

V roku 1916 Kamilla hrala v nemo americkom filme *I'm on My Way to Dublin Bay* (Som na ceste do Dublinskej zátoky), kde stvárnila postavu írkej babičky. Život za veľkou mláskou však ani zďaleka nebol ľahký a Kamilla s Antalom zažili aj obdobie prosperity, aj časy najväčšej chudoby, keď boli odkázaní na pomoc charity. Po skončení vojny obaja prišli o prácu. Spočiatku žili v Detrote, pre zdravotné problémy sa však v roku 1920 presťahovali do Kalifornie, kde bolo teplejšie podnebie. Nejaký čas žili v Los Angeles, kde si našli aj prácu. Neskôr sa presťahovali na vidiek, kde postavili dom a Kamilla pestovala ovocie a zeleninu. V období sucha však prišli takmer o všetko, keď im úrodu zničili nájazdy sýsľov a aj pitná voda bola nesmierne drahá. Neskôr sa im podarilo vidiecky dom predať a presťahovali sa do Oaklandu. Po smrti Antala sa Kamilla živila ako pouličná predavačka



ortuti a taktiež sa zamestnala aj v Inštitúte pre slepých, kde čítala pre nevidiacich.

Biografia Kamilly Fehér bola spracovaná knižne americko-mexickou spisovateľkou nemeckého pôvodu Bertitou Harding (1902 – 1971), mimochodom krstnou dcérou Kamilly Fehér, a v roku 1940 vyšla v USA pod názvom *Hungarian Rhapsody. The Portrait of an Actress* (Maďarská rapsódia. Portrét herečky). Novšie vydanie knihy vyšlo aj v roku 2011. Táto kniha je nesmierne cenným prameňom, nakoľko okrem biografických údajov obsahuje aj vzácne rodinné fotografie, čím dotvára ucelenejší obraz o živote Dr. Fehéra a najmä jeho rodiny (Harding, 1940). Kniha je veľmi zaujímavá, takže určite by stálo za to ju preložiť a vydať aj v slovenskom jazyku. Myslím si, že by v regióne Gemera rozhodne nemala chýbať. Podrobnejšie informácie o rodine Dr. Fehéra sú uvedené v slovenskom resumé uvedenej knihy (Halamová, 2020), ktoré tvorí prílohu rukopisnej práce o Dr. Fehérovi (Jerg, 2020, príloha č. 5, s. 99 – 112).

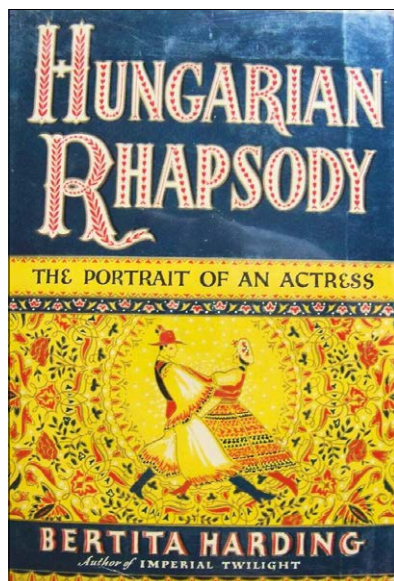
Jediný preživší potomok niekdajšieho dobšinského lekára, Kamilla Fehér, sa však, na rozdiel od svojho otca, dožila vysokého veku. Zomrela 21. januára 1954 vo veku 86 rokov. Aj so svojím nevlastným bratom Antalom je pochovaná ďaleko od Dobšinej, na cintoríne Evergreen Cemetery v meste Oakland v Kalifornii. Ich pamätník je k nahliadnutiu na webovej stránke findagrave.com.

## ZÁVER

V predložennom príspevku som sa pokúsil v skrátenej forme priblížiť čo najviac informácií o spoluobjaviteľovi Dobšinskej ľadovej jaskyne, niekdajšom hlavnom lekárovi mestečka Dobšiná, Dr. Nándorovi Fehérovi. Dúfam, že sa mu tak v budúcnosti dostane taká pozornosť, aká mu právom prináleží a jeho meno neupadne do zabudnutia. Základná škola v Dobšinej dnes nesie meno po jednom z objaviteľov Dobšinskej ľadovej jaskyne, J. Ruffinym. Aj Fehér by si určite zaslúžil mať v Dobšinej nejakú pamätnú tabuľu, alebo aspoň zrekonštruované dôstojné miesto posledného odpočinku.

Náhrobný kameň Nándora Fehéra na dobšinskom evanjelickom cintoríne je dnes žiaľ jediná pamiatka na niekdajšieho dobšinského lekára. Aj keď síce nebol rodákom z Dobšinej, ale ako významná osobnosť niekedy slávneho banského mestečka, by si určite zaslúžil väčšiu pozornosť a úctu zo strany predstaviteľov mesta. Na hanbu mesta je však hrobové miesto Fehéra už dlhší čas v žalostnom stave, podobne ako aj národná kultúrna pamiatka, zanedbaná Ruffinyho vila na Kúpeľnej ulici. Dočkáme sa vôbec ešte niekedy v budúcnosti lepšej starostlivosti a obnovy týchto vzácných historických pamiatok? Posledné správy z Dobšinej sú optimistické. Mesto totiž plánuje v blízkej budúcnosti obnovenie hrobových miest významných osobností na dobšinských cintorínoch.

**PodĎakovanie:** Za pomoc a spoluprácu pri vyhľadávaní cenných archívnych materiálov ďakujem pracovníckam Štátneho archívu v Košiciach, pracoviska Archívu Rožňava, Ing. Silvii Oravcovej a PhDr. Márii Turekovej. Takisto ďakujem aj pracovníkom Slovenského múzea ochrany prírody



Obr. 10. Obálka knihy od B. Harding z roku 1940

Fig. 10. Book cover by B. Harding from 1940

a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši, menovite Ing. Petrovi Holúbekovi a Mgr. Eve Greschovej za poskytnutie materiálov z jaskyniarskeho archívu múzea, ďalej Ing. Jozefovi Psoťkovi zo Speleoklubu Drienka za preklady do anglického jazyka, a Akosovi Schermannovi z Maďarska za poskytnutie fotografie. Veľké poďakovanie patrí najmä Ing. Jurajovi Halamovi zo Speleoklubu Minotaurus a jeho dcére Terézii Halamovej za zaobstaranie knihy Bertity Harding z USA a spracovanie jej resumé do slovenského jazyka, ako aj RNDr. Ľudovítovi Gaálovi, PhD., za pripomienky a pomoc pri preklade Fehérovho článku. Za poskytnutie informácií ďakujem Gáborovi Hamvai-Kovácsovi a Bernadett Simon z Informačného oddelenia Celoštátnej Széchényiho knižnice v Budapešti. Poďakovanie patrí aj pracovníčke Krajského pamiatkového úradu v Košiciach, pracovisko Rožňava, Ing. arch. Eve Šmelkovej za cenné informácie a poskytnutie archívnych materiálov. Ďakujem aj RNDr. Ondrejovi Rozložníkovi z Rožňavy za poskytnutie fotografie E. Mégu. V neposlednom rade ďakujem aj recenzentom, PhDr. Miroslavovi Kudlovi zo Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši, ako aj Mgr. Miroslavovi Nemcovi, PhD., zo Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši, za objektívnu kritiku a cenné pripomienky, ktoré prispeli k vyššej kvalite predloženého príspevku.

## NÁNDOR FEHÉR – CO-DISCOVERER OF THE DOBŠINÁ ICE CAVE AND INITIATOR OF ITS SCIENTIFIC RESEARCH

### S u m m a r y

Nándor Fehér was born as Ferdinand Weisz in January 1, 1836 in Spišská Nová Ves. He was a descendant of Carpathian Germans and later he Hungarianized his name. He acquired basic knowledge in his hometown and later studied at grammar schools in Rožňava, Prešov and Levoča. He studied medicine at the Medical Faculty of the University of Budapest in 1855 – 1861. He received a doctor's degree in the school year 1860/61, a diploma of surgeon in 1862/63 and he completed a gynecological-obstetric course in 1864 also. In 1860 – 1863 he worked first as an assistant physician and after obtaining a medical diploma as a regular secondary physician in the well-known Rókus Hospital in Pest. During his tenure in Pest, he also devoted himself to extraordinarily intensive publishing activities – he studied foreign literature, made abstracts of it, and published his findings, completed with his own experience, in prestigious Hungarian medical journals. He had to speak several languages at a high level. During his life he published more than 100 different articles, of which up to 90% only in the period 1861 – 1864! He wrote only in Hungarian.

He settled in Dobšiná in 1864, when he won a competition to fill the post of chief physician. On February 28, 1865 he married Vilma Husz (1843 – 1905), daughter of Samuel Husz, who was a teacher in Dobšiná and later a mining inspector. From the marriage of Dr. Fehér and Vilma Husz 3 children were born, but only one daughter Kamilla lived to maturity, later became a recognized actress, and in 1914 went to America. The vast majority of Fehér's patients were Dobšiná miners, who often suffered from the so-called cobalt disease, which was essentially chronic arsenic poisoning, as a result of working with cobalt ore without any protective equipment. Dr. Fehér as a physician attended three traveling meetings of Hungarian physicians and natural scientists in 1863, 1867 and 1868. Fehér presented his experience in the treatment of cobalt disease. His lecture, which was later published several times, is an important milestone in the history of occupational medicine in Slovakia. From 1862 until his death he was a member of the Hungarian Royal Science Society. He was also a member of the Medical and Medicinal Association of the Gemer County, where he also served as its second secretary and always tried to keep the interests of the association progress. Dr. Fehér was also actively involved in social life in the city. At its initiative, the city also set up a permanent health commission. He was also a supporter of education and was elected as a school supervisor. He was involved in the field of ecclesiastical life also, since he was the presbyter of the Evangelical Church in Dobšiná.

House in which Fehér used to live in Dobšiná town in the 19<sup>th</sup> century, unfortunately no longer exists. In the second half of the 20<sup>th</sup> century it was uninhabited for a long time and so dilapidated that it had to be demolished at the end of the last century. The burgher's house was located on Zimná

street no. 117, on plot no. 26/1 near the Evangelical church. It was also the birth house of one of the discoverers of the Dobšiná Ice Cave, J. Ruffiny, who lived there until 1873.

Life of N. Fehér in Dobšiná after 1870 is associated with the Dobšiná Ice Cave also. He was an equal co-discoverer of the cave, because on the day of discovery, on June 15, 1870, he descended into it as the fourth in order. He was not only involved in that the town of Dobšiná made this ice wonder accessible to the public already in 1871, but he also started the still ongoing scientific research of it. Already in the years 1870 – 1871 he made the first meteorological observations in the cave (due to his extreme workload, however, he made only occasional measurements of temperature) and published his findings. It was he who first scientifically described the Dobšiná Ice Cave in 1872. Despite these facts, his name almost fell into oblivion later.

N. Fehér was also a meteorologist in Dobšiná. This is proved by his manuscripts, discovered by the author in Rožňava town archive. These are precisely kept logs – daily weather records for the years 1870 – 1874. Although the records of N. Fehér for the years 1868 – 1869 have not been found yet, we know with certainty that he has been doing meteorological observations in Dobšiná continuously for 7 years, from 1868 until his death. So far, his work in the field of meteorology has not been known at all and no one has ever mentioned it – not even himself, nor Dr. Mauks in his obituary. We can therefore consider the discovery of Fehér's manuscripts significant.

Nándor Fehér was a physician, body and soul, who lived for his mission. Although he was seriously ill himself, he did his work selflessly and responsibly until the end of his very short, but extremely prolific life. Perhaps because of the continuous overwork, he suffered from an incurable heart disease, which eventually became fatal. He died on January 15, 1875, very young, only 39 years old. Honor his memory!

## ZOZNAM POUŽITÝCH PRAMEŇOV A LITERATÚRY

### Archívne pramene

*Štátny archív v Košiciach, pracovisko Archív Rožňava:*

fond Zbierka novín

fond Magistrát mesta Dobšiná

*Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš:*

Zbierka písomných pamiatok

*Ústredný archív geodézie a kartografie, Geodetický a kartografický ústav Bratislava:*

fond Pôvodné katastrálne mapy

### Archív autora

Halamová T. 2020. Maďarská rapsódia, portrét herečky. Slovenské resumé knihy Bertity Harding z roku 1940 s názvom „Hungarian Rhapsody, The Portrait of an Actress“. Rukopis, Veľké Orvište, 13 s.

Jerg Z. 2020. Dr. Nándor Fehér – spoluobjaviteľ Dobšinskej ľadovej jaskyne a iniciátor jej vedeckého výskumu. Rukopis, Rožňava, 112 s.

### Literatúra

Anonym, 1861a. Budapesti hírharang. Hölgyfutár, 12, 70, 558–559.

Anonym, 1861b. Napi ujdonságok. Sürgöny, 1, 131, s. 2.

Anonym, 1863. Pályázatok. Orvosi Hetilap, 7, 51, s. 1026.

Anonym, 1864. Vegyesek. Orvosi Hetilap, 8, 7, s. 120.

Anonym, 1867. A magyar orvosok és természetvizsgálók XII. nagygyűlése. Vasárnapi Újság, 14, 34, 420–422.

Anonym, 1870. Alapítványi kamatok és rendes tagok díjai. Anyagi érdekeink. Az Országos Magyar Iparegyesület közlönye, 1, 12, 116–117.

- Anonym, 1871. Rendes tagok névsora. Természettudományi Közlöny, 3, 20, 62–93.
- Anonym, 1872a. Alapítványi kamatok és rendes tagok díjai. Anyagi érdekeink. Az Országos Magyar Iparegyesület közlönye, Új folyam, 2, 3, 57–58.
- Anonym, 1872b. Társulati ügyek. Természettudományi Közlöny, 4, 40, 471–472.
- Anonym, 1873. Cégbejegyzések. Címvezetési bejegyzés. A Budapesti Közlöny hivatalos értesítője, 7, 112, s. 1854.
- Anonym, 1875a. A Gömörmezei Orvos-gyógyszerész-egylet gyűlése. Rozsnyói Híradó, 3, 40, 2–3.
- Anonym, 1875b. Halálozások. Katholikus Hetilap, 31, 4, s. 39.
- Anonym, 1875c. Halálozások. Vasárnapi Újság, 22, 4, s. 61.
- Anonym, 1875d. Mi hír a vidéken? Dobsináról írják... Rozsnyói Híradó, 3, 17, s. 2.
- Anonym, 1875e. Mi hír a vidéken? Dr. Fehér Nándor... Rozsnyói Híradó, 3, 3, s. 3.
- Anonym, 1875f. Társulati ügyek. Természettudományi Közlöny, 7, 66, 77–82.
- Anonym, 1875g. Vegyesek. Orvosi Hetilap, 19, 4, s. 78.
- Anonym, 1875h. Vidéki rövid hírek. Fővárosi Lapok, 12, 16, s. 70.
- Anonym, 1905. Gyászrovat. Budapesti Hírlap, 25, 84, s. 11.
- Batizfalvy S. & Rózsay J. 1868. A magyar orvosok és természetvizsgálók 1867. augusztus 12.-től 17.-ig Rimaszombatban tartott XII. nagygyűlésének történeti vázlatja és munkálatai. 443 s.
- Blaħa L. 1971. Dobsinská ľadová jaskyňa – 100 rokov od jej objavenia. Slovenský kras, 9, 5–10.
- Bobáková L. 2002. Zimovanie netopierov v jaskynnom systéme Dobsinská ľadová jaskyňa – jaskyňa Duča. Vespertilio, 6, 245–248.
- Borovszky S. 1903. Magyarország vármegyéi és városai. Gömör és Kishont vármegye. 678 s.
- Dénes Gy. 1970. A Dobsinai-jégbarlang és klímájának kutatása. Karszt és Barlang, 2, 85–88.
- Dénes Gy. 1971. Klimatické pozorovania v Dobsinskej ľadovej jaskyni v prvých 50 rokoch po objavení. Slovenský kras, 9, 167–169.
- Fábrý K. 1863a. Pályázat. Vasárnapi Újság, 10, 51, s. 466.
- Fábrý K. 1863b. Pályázat. Vasárnapi Újság, 10, 52, s. 484.
- Fehér N. 1867a. Valami a kobalt-betegségről. Hasonszenvi Lapok, 10.
- Fehér N. 1867b. Valami a kobalt-betegségről. Orvosi Hetilap, 11, 36, 628–630.
- Fehér N. 1868. Valami a kobalt-betegségről. In Batizfalvy, S. & Rózsay, J. A magyar orvosok és természetvizsgálók 1867. augusztus 12.-től 17.-ig Rimaszombatban tartott XII. nagygyűlésének történeti vázlatja és munkálatai. 257–259.
- Fehér N. 1872a. A Dobsinai jégbarlang. Természettudományi Közlöny, 4, 29, 10–13.
- Fehér N. 1872b. A Dobsinai jégbarlang. Budapesti Közlöny, 6, 169, 1351–1352.
- Harding B. 1940. Hungarian Rhapsody. The Portrait of an Actress. 344 s.
- Hunfalvy J. 1863. A Magyar birodalom természeti viszonyainak leírása, 1. kötet. 539 s.
- Chomová I. 2001. Návštevné knihy jaskýň. Sinter, 9, 33–34.
- Chyzer K. 1890. A magyar orvosok és természetvizsgálók vándorgyűléseinek története 1840–től 1890-ig. 176 + 102 s.
- Kátai G. 1868. A Királyi Magyar Természettudományi Társulat története alapíttatásától fogva máig. 248 s.
- Kiss A. 1858a. Dobsina föld- és ásványtani tekintetben. Magyarhoni Természetbarát, 2, 3, 1–15.
- Kiss A. 1858b. Dobschau in geologischer und mineralogischer Hinsicht. Der Naturfreund Ungarns, 2, 3, 1–17.
- Kiss L. 2008. Aktivita ľekárskej sekcie na XII. putovnom zhromaždení uhorských ľekárov a prírodovedcov v Rimavskej Sobote. Studia Bibliographica Posoniensia, 1, 54–60.
- Kiss L. 2015. Palócföld orvosai 31. A Dobsinai-jégbarlang egyik felfedezője: Fehér Nándor (1836 – 1875). Gömörország, 16, 3, 71–73.
- Knauz N. & Nagy I. 1862. Magyar tudományos értekező. 520 s.
- Krenner J. 1873. A Dobsinai jégbarlang. Utazási jelentés. Természettudományi Közlöny, 5, 49, 346–353.
- Krenner J. S. 1874. A Dobsinai jégbarlang – Die Eishöhle von Dobschau. 23 s. + obrazová príloha.
- Lalkovič M. 1985. Príspevok k histórii merania a mapovania jaskýň na Slovensku. Slovenský kras, 23, 145–170.

- Lalkovič M. 2000. Z histórie Dobšinskej ľadovej jaskyne (na okraj 130. výročia jej objavu). *Aragonit*, 5, 30–32.
- Lalkovič M. 2001. 130 rokov Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Sinter*, 9, 29–30.
- Lalkovič M. 2005. Paradoxy a úskalia jaskyniarskej histórie. *Aragonit*, 10, 42–45.
- Lalkovič M. 2009a. K začiatkom elektrického osvetlenia Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Aragonit*, 14, 1, 51–57.
- Lalkovič M. 2009b. Na kedy pripadá objav Dobšinskej ľadovej jaskyne? *Aragonit*, 14, 1, 70–73.
- Lipták V. 2012. Remenyikov dom. *Rukopis*, Dobšiná, 3 s.
- Mauks K. 1875a. Dr. Fehér Nándor feletti emlékszed. *Gyógyászat*, 15, 43, 634–636.
- Mauks K. 1875b. Dr. Fehér Nándor feletti emlékszed. *Rozsnyói Híradó*, 3, 40, s. 3.
- Mauks K. 1875c. Dr. Fehér Nándor feletti emlékszed (befejezés). *Rozsnyói Híradó*, 3, 41, 2–3.
- Pelech E. J. 1878. A Sztraczenai völgy és a Dobsinai jégbarlang. *Das Stracenaer Thal und die Dobschauer Eishöhle. A Magyarországi Kárpátgyelet évkönyve*, 5, 248–307.
- Pelech E. J. A. 1884. Sztraczenai völgy és a Dobsinai jégbarlang. 40 s. + obrazová príloha.
- Prikryl L. V. 1979. Príspevok k dejinám výskumu ľadových jaskýň na Slovensku. In Tibenský, J. *Z dejín vied a techniky na Slovensku*, zv. IX. 107–156.
- Prikryl L. V. 1985. *Dejiny speleológie na Slovensku*. Veda, Bratislava. 162 s.
- Rozložník O. & Hunsdorfer E. 2013. *Banské mesto Dobšiná: Zdar boh!* 160 s.
- Rupp N. J. 1871. Beszéd, melyet a Magy. Kir. Tudomány-egyetemi Orvosi kar fennállásának százados ünnepén 1871. május 13-kán azon egyetem díszteremében mondott Dr. Rupp N. János. 32 s. + 226 s.
- Szinnyei J. 1876. *Hazai és külföldi folyóiratok magyar tudományos repertórium*a. Természettudomány és matematika. Első kötet. 1680 s.
- Sz. M. 1871. A gömöri jégbarlang. *Természettudományi Közlöny*, 3, 19, 39–40.
- Tibenský J. 1974. *Z dejín vied a techniky na Slovensku 7*. Slovenská akadémia vied, Bratislava. 536 s.
- Uhrin M. 1998. Prehľad poznatkov o netopieroch (Mammalia: Chiroptera) systému Dobšinská ľadová jaskyňa – Stratenská jaskyňa. *Aragonit*, 3, 15–18.

## Internetové zdroje

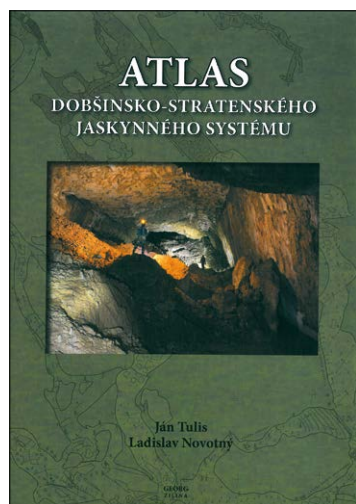
- [www.arcanum.hu](http://www.arcanum.hu)
- <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.180291/page/n7>
- [www.cintoriny.sk](http://www.cintoriny.sk)
- [http://www.dobsina.sk/download\\_file\\_f.php?id=323994](http://www.dobsina.sk/download_file_f.php?id=323994)
- <https://dobsincan.estranky.sk/clanky/narodne-kulturne-pamiatky-mesta-dobsina.html>
- <https://dobsincan.estranky.sk/file/11/dobsinska-ladova-jaskyna-pribeh.pdf>
- <https://www.familysearch.org/search/catalog/738763?availability=Family%20History%20Library>
- <https://www.familysearch.org/search/catalog/626845?availability=Family%20History%20Library>
- [www.findagrave.com](http://www.findagrave.com)
- [www.hungaricana.hu](http://www.hungaricana.hu)
- <https://www.majgemer.sk/gemer/kultura/item/6412-pravda-o-datume-objavenia-svetoznamej-dobsinskej-ladovej-jaskyne-v-roku-1870>
- <https://osobnosti.sss.sk/janos-hunfalvy/>

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	58/1	142 – 143	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2020
--------------------------------------------	------	-----------	------------------------

**R E C E N Z I E – R E V I E W S**

**JÁN TULIS – LADISLAV NOVOTNÝ: ATLAS DOBŠINSKO-STRATENSKÉHO JASKYNNÉHO SYSTÉMU**

**Speleologický klub Slovenský raj Spišská Nová Ves 2020, 210 strán, ISBN 978-80-8154-292-3**



Do slovenskej speleologickej bibliografie pribudla ďalšia významná knižná publikácia. Vydal ju Speleologický klub Slovenský raj vo vydavateľstve GEORG Žilina pri príležitosti 150. výročia objavenia svetoznámej Dobšinskej ľadovej jaskyne. Podáva súbornú meračskú a mapovú dokumentáciu Dobšinsko-stratenského jaskynného systému, vytvoreného v podzemí planiny Duča v južnej časti Slovenského raja. Po publikáciách Jaskynný systém Stratenskej jaskyne (1989) a Kras Slovenského raja (2005) ide o tretiu významnú a dôležitú knižnú publikáciu od známych speleológov a geológov J. Tulis a L. Novotného, ktorí viac ako polstoročie skúmali kras a jaskyne Slovenského raja. Prezentuje výsledky dlhoročnej systematickej prieskumnej, meračskej i výskumnej činnosti tamojších jaskyniarov.

Stratenská jaskyňa, speleologicky prepojená s jaskyňami Psie diery a Duča, predstavuje tretiu najdlhšiu jaskyňu na Slovensku (spolu dosahujú dĺžku 23 670 m). Geneticky do Dobšinsko-stratenského jaskynného systému ďalej patrí svetoznáma Dobšinská ľadová jaskyňa (dlhá 1483 m), Zelená jaskyňa (dlhá 32 m), Sintrová jaskyňa (dlhá 32 m) a Vojenská jaskyňa (dlhá 53 m). Od roku 2000 je Dobšinská ľadová jaskyňa (výnimočná z hľadiska objemu ľadovej výplne napriek stredohorskej polohe v miernom klimatickom pásme) spolu so systémom Stratenskej jaskyne zaradená do svetového prírodného dedičstva. Z geomorfologického hľadiska je Dobšinsko-stratenský jaskynný systém známy najlepšie vyvinutou vrchnopliocénou jaskynnou úrovňou so širokým zarovnaným stropom (Hnilecký koridor s pripájajúcou sa chodbou Tiesňav) a reprezentatívnou škálou skalných foriem i zachovaných sedimentologických útvarov, ktoré prislúchajú paragenetickému (antigravitačnému) vývoju podzemných chodieb. Tento jaskynný systém sa vyznačuje aj niektorými ďalšími prírodnými hodnotami, napr. hemisféroidnými sintrovými formami, výraznou diverzitou jaskynnej fauny či vzácnymi nálezmi kostí jaskynných medveďov. Dobšinsko-stratenský jaskynný systém je vcelku významný nielen z národného, ale aj medzinárodného hľadiska.

Najnovšia publikácia sa začína textovou časťou, ktorá podáva základné údaje, prehľad speleologického prieskumu a výskumu a súčasný stav poznatkov o príslušnej časti Slovenského raja a jednotlivých jaskyniach patriacich do Dobšinsko-stratenského jaskynného systému. Text vhodne dopĺňajú početné farebné obrázky. Hlavnú časť atlasu tvorí rozsiahla mapová dokumentácia jaskýň, ktorú spracoval J. Tulis na základe teodolitových a kompasových meraní (prevažne členov Speleologického klubu Slovenský raj v rokoch 1973 – 2015) v programe Therion so stavom k 1. 1. 2016. Zostavovaním atlasu sa J. Tulis začal zaoberať v roku 2009.

Atlas obsahuje mapy jednotlivých jaskýň (s farebne odlíšenými intervalmi nadmorských výšok) a 144 pôdorysov ich častí (s uvedením mien jaskyniarov, ktoré ich objavili a zamerali, ako aj rokov ich objavenia a zamerania) a 84 vygenerovaných rozvinutých pozdĺžnych profilov. Okrem základnej topografie a morfológie podzemných priestorov je v pôdorysných mapách podľa jednotnej legendy

vyznačené rozloženie klastických i niektorých chemogénnych sedimentov, miesta výskytu aragonitu, sadrovca alebo ľadu, ďalej vybrané geomorfologické skalné formy (ako škrapy sa označujú vertikálne paragenetické žliabky vyhlbené do skalných stien na kontakte so sedimentmi), základné hydrologické javy, miesta paleontologických nálezov, smery prievaniu či miesta inštalácie fixných rebríkov. Mnohé pôdorysné mapy sú doplnené priečnymi rezmi chodieb, siení alebo dômov, ktoré dotvárajú celkový obraz o morfológii jednotlivých častí jaskynného systému. V porovnaní s prvým atlasom, ktorý je súčasťou knižnej publikácie o systéme Stratenskej jaskyne z roku 1989, jednotlivé časti jaskýň sú zobrazené detailnejšie a poskytujú podstatne viac údajov o priestorovej polohe, tvare, rozmeroch a základných rysoch ich podzemných priestorov (prvý atlas bol spracovaný v mierke 1 : 1000). V závere atlasu sú uvedené meračské údaje a súradnice meračských bodov.

Aktualizovaný a doplnený atlas vyšiel vo formáte A4, s pevnou knižnou väzbou, v náklade 250 ks. Na jeho príprave do tlače sa podieľali aj ďalší jaskyniari, členovia Slovenskej speleologickej spoločnosti – Ján Kasák atlas graficky upravil a pripravil tlačové predlohy, Bohuslav Kortman vykonal jazykovú úpravu a korektúru textu.

Novovydaný atlas poskytuje súbornú meračskú a mapovú dokumentáciu doplnenú o prehľad základných údajov a poznatkov o Dobšinsko-stratenskom jaskynnóm systéme, jednom z najvýznamnejších v Západných Karpatoch či Karpatoch ako celku. Táto hodnotná publikácia bude okrem pokračujúceho speleologického prieskumu prospešná aj pri ďalšom výskume, ochrane a prezentácii osobitostí tohto jaskynného systému, ako aj krasu a jaskýň Slovenského raja. Veľkou mierou obohatila fond slovenskej speleologickej literatúry. Tento atlas, rovnako aj predchádzajúce knižné publikácie o systéme Stratenskej jaskyne a krase Slovenského raja sú dielom cieľavedomého speleologického prieskumu a výskumu vykonávaného geológmi i bežnými jaskyniarimi združenými v jednej oblastnej skupine, resp. Speleologickom klube Slovenský raj Slovenskej speleologickej spoločnosti. Sú vhodným príkladom napredovania prieskumu a výskumu jaskýň na Slovensku.

*Pavel Bella*

**Slovenský kras, ročník 58, číslo 1**  
**Acta Carsologica Slovaca**

**Rok vydania:** november 2020  
**Vydanie:** prvé  
**Evidenčné číslo:** EV 3878/09  
**Vydavateľ:** Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš  
**Sídlo vydavateľa  
a adresa redakcie:** Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš,  
Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, IČO: 361 45 114  
**Jazyková korektúra:** Mgr. Miroslav Nemeč, PhD. (slovenský jazyk)  
**Anglické preklady:** autori príspevkov

**Grafika:** Ing. Jiří Goralski  
**Tlač:** Ultra Print, s.r.o., Pluhová 49, 83103 Bratislava  
**Náklad:** 450 ks  
**Cena:** Nepredajné  
**Obálka:** Litografia Józsefa Sándora Krennera z roku 1874 zobrazujúca priestory  
v Dobšinskej ľadovej jaskyni  
(zdroj: zbierka Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva)