

# SLOVENSKÝ KRAS

ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

ROČNÍK 51  
ČÍSLO 1



2013

Liptovský Mikuláš

**SLOVENSKÝ KRAS**  
**ACTA CARSOLOGICA SLOVACA**

**Vedecký karsologický a speleologický časopis**

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3878/09

**ISSN 0560-3137**

**Editor / Editor**

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD.

**Výkonný redaktor / Executive Editor**

Ing. Peter Holúbek, RNDr. Ján Zelinka

**Redakčná rada / Editorial Board**

**Predseda / Chairman**

doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc.

**Členovia / Members**

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

**Recenzenti / Reviewers**

Ing. Martin Bednárík, PhD., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., prof. RNDr. Peter Holec, CSc.,  
doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, DrSc.

## OBSAH – CONTENTS

### ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – SCIENTIFIC PAPERS

<i>Katalin Gribovszki, Károly Kovács, Péter Mónus, Chuan-Chou Shen, Ákos Török, Ladislav Brimich</i> Stanovenie hornej hranice povrchových seizmických zrýchlení na základe elastických parametrov neporušených stalagmitov a mechanických vlastností zlomených stalagmitov v jaskyni Domicca <i>Estimation of an upper limit on prehistoric peak ground acceleration using the parameters of intact stalagmites and the mechanical properties of broken stalagmites in Domicca Cave, Slovakia</i> .....	5
<i>Pavel Bella, Ludovít Gaál</i> Reliéf a hydrografia ponornej zóny Brezovsko-kečovského podzemného hydrologického systému, Silická planina, Slovenský kras <i>Landforms and hydrography of the ponor zone of Brezová-Kečovo underground hydrological system, Silica Plateau, Slovak Karst</i> .....	15
<i>Jan Vitek</i> Typy škrapů v mezozoických vápencích Pavlovských vrchů na jižní Moravě <i>Types of karren in the Mesozoic limestones of the Pavlovské vrchy Hills, Southern Moravia, Czech Republic</i> .....	31
<i>Tomáš Čeklovský, Martin Sabol, Marián Soják</i> Spoločenstvá medveďov jaskynných zo Šarkanovej a Homološovej diery na Spiši <i>Cave Bear Assemblages from the Šarkanova diera Cave and the Homološova diera Cave in Spiš Region (Slovakia)</i> .....	51

### SPOLOČENSKÁ KRONIKA – SOCIAL CHRONICLE

<i>Pavel Bella</i> Významné životné jubileum RNDr. Ludovíta Gaála, PhD. <i>Significant life jubilee of RNDr. Ludovít Gaál, PhD.</i> .....	67
<i>Pavel Bella, Peter Holúbek.</i> RNDr. Anton Droppa, CSc. (1920 – 2013) .....	71



SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	51/1	5 – 14	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2013
--	------	--------	------------------------

## ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – SCIENTIFIC PAPERS

### ESTIMATION THE UPPER LIMIT OF PREHISTORIC PEAK GROUND ACCELERATION USING THE PARAMETERS OF INTACT STALAGMITES AND THE MECHANICAL PROPERTIES OF BROKEN STALAGMITES IN DOMICA CAVE, SLOVAKIA

KATALIN GRIBOVSZKI<sup>1</sup> – KÁROLY KOVÁCS<sup>1</sup> – PÉTER MÓNUS<sup>1</sup>  
– CHUAN-CHOU SHEN<sup>2</sup> – ÁKOS TÖRÖK<sup>3</sup> – LADISLAV BRIMICH<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Geodetic and Geophysical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Science, Hungarian Academy of Sciences, Csatkai Endre u. 6-8, H-9400 Sopron, Hungary; kgribovs@gmail.com

<sup>2</sup> Department of Geosciences, National Taiwan University

<sup>3</sup> Engineering Geology Division, Department of Construction Materials and Engineering Geology, Budapest University of Technology and Economics

<sup>4</sup> Geophysical Institute, Slovak Academy of Sciences

**K. Gribovszki, K. Kovács, P. Mónus, Ch. Ch. Shen, Á. Török, L. Brimich: Estimation the upper limit of prehistoric peak ground acceleration using the parameters of intact stalagmites and the mechanical properties of broken stalagmites**

**Abstract:** Suitably shaped (tall, slim and more or less cylindrical), vulnerable, intact stalagmites (STM) in Domica Cave have been examined. Some of these STMs are suitable to estimate the upper limit for horizontal peak ground acceleration generated by paleoearthquake. This research is the continuation of our previous examination of STMs in Baradla Cave, north-east Hungary. The density, the Young's modulus and the tensile failure stress of broken STM samples have been measured in mechanical laboratory, whereas the natural frequency and the heights and diameters of intact STMs were determined by *in situ* observation. The value of horizontal ground acceleration resulting in failure and the theoretical natural frequency of STM were assessed by theoretical calculations. The age of the samples taken from the STM (2.26 m) standing in show part of Domica Cave has been determined by Multi Collector – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry analysis (MC-ICPMS). The  $a_g$  value (the upper limit for horizontal peak ground acceleration) needed to break STM (5 m) in Čertova diera (Ördög-lik) hall coming from theoretical calculation is almost the same (~ 0.059 g) as in case of STM (5.1 m) in Olimposz Hall (~ 0.055 g) of Baradla Cave. According to our measurements and theoretical calculations, in the last 2 – 5 thousand years the geological structures close to Baradla and Domica caves have not generated paleoearthquakes, which would have produced horizontal ground acceleration larger than 0.061 g. This value can be reached even in moderate size earthquakes. Our result has to be taken into account when calculating the seismic potential of faults near Domica Cave (e.g. Darnó, Plešivec (Pelsóc) and Rožňava (Rozsnyó) lines).

**Key words:** speleothems, paleoearthquakes, earthquake hazard, Slovak Karst

## INTRODUCTION

It is very important to obtain an unbiased estimate of seismic hazard, because it is one of the most important factors controlling the costs of building construction. The seismic hazard of an area of interest is specified in terms of the horizontal ground acceleration which shall not be exceeded with a given probability within a certain time

period. Estimating seismic hazard appropriately requires above all the information on the largest earthquake that has occurred in the past.

The most of the large earthquakes occur at plate boundaries. However in territories with low or moderate seismic activity, as intraplate areas, the recurrence time of large earthquakes, belonging to the same source zone, can be as long as 10 000 years (Scholz, 1990). Therefore in territories with low or moderate seismic activity such information is usually not available since earthquake catalogues do not contain sufficiently long time period, as they are based characteristically on 1000 to 2000 years observational period. The lack of knowledge about these largest earthquakes is therefore usually balanced by assumptions about earthquake statistics and/or fault geometry. Those assumptions are difficult to quantify, rendering hazard estimation arbitrary and thus questionable.

To obtain more reliable and realistic data regarding the frequency and magnitude of earthquakes, we can investigate paleoearthquakes, which occurred before historic times. The research of the relationship between earthquakes and the growth, tilting and breaking of speleothems is promising, and investigations of this kind have been initiated in recent times (Forti and Postpischl, 1984, 1988; Lacave et al., 2000, 2004; Cadornin et al., 2001; Delaby, 2001; Kagan et al., 2005; Becker et al., 2006).

The relationship between earthquakes and the growth and breaking of intact and vulnerable stalagmites have already been investigated earlier in Hungary (Szeidovitz et al., 2005, 2007, 2008a) and after that in Bulgaria (Gribovszki et al., 2008; Paskaleva et al., 2006, 2008; Szeidovitz et al., 2008b).

Slovakia is rather rich in dripstone caves, however similar investigations of intact and slim stalagmites for the aim of seismic hazard did not complete before our research. Recently, research cooperation between us and Austrian and Czech colleagues in similar stalagmite investigation began.

Vulnerable stalagmites can be found in Baradla Cave, Hungary, and in its continuation, Domica Cave, Slovakia. These vulnerable stalagmites are well suited to the paleoseismic investigations; that is, they have the necessary large height/diameter ratio. Our investigations suggest that these stalagmites can be broken even at low horizontal acceleration ( $< 0.6 \text{ m.s}^{-2}$ ). These speleothems therefore can be used as indicators, whether or not large paleoearthquakes occurred in the surroundings of the investigated caves.

The acceleration level (determined by our previous stalagmite investigation) for the territory of Baradla Cave is lower than the PGA value determined by probabilistic seismic hazard calculation (Tóth et al., 2006) for a much shorter period of time, and evidently, the expected PGA would be even greater for a 70 000-year interval.

## AIM AND METHOD OF OUR RESEARCH

The aim of our research is: estimating the upper limit for horizontal peak ground acceleration generated by paleoearthquake. Specially shaped, (more or less cylindrical), intact, slim and vulnerable stalagmites were chosen for the estimation.

The steps of our investigation are the following:

- non-destructive determination of the natural frequencies and the dimensions of slim intact/unbroken stalagmites *in situ*;
- laboratory measurements of the mechanical properties of broken stalagmites:
  - density,
  - velocity of elastic waves propagating in stalagmite samples,
  - tensile failure stress;

- theoretical calculations of the static horizontal ground acceleration value ( $a_g$ ), which would break the intact stalagmites;
- extraction of core samples of STM (2.26 m) stalagmite standing in the show part of Domica Cave from its top and bottom, in order to determine its age and rate of growing.

## EARTHQUAKE ACTIVITY OF THE PANNONIAN REGION

Generally it can be stated that the seismicity in the Pannonian region is moderate and low compared to the peripheral areas as the Dinarides or the Vrancea area, where the seismicity is much higher. The distribution of earthquakes is diffuse, which means it is difficult to find connections between the hypocenters and the tectonic faults.

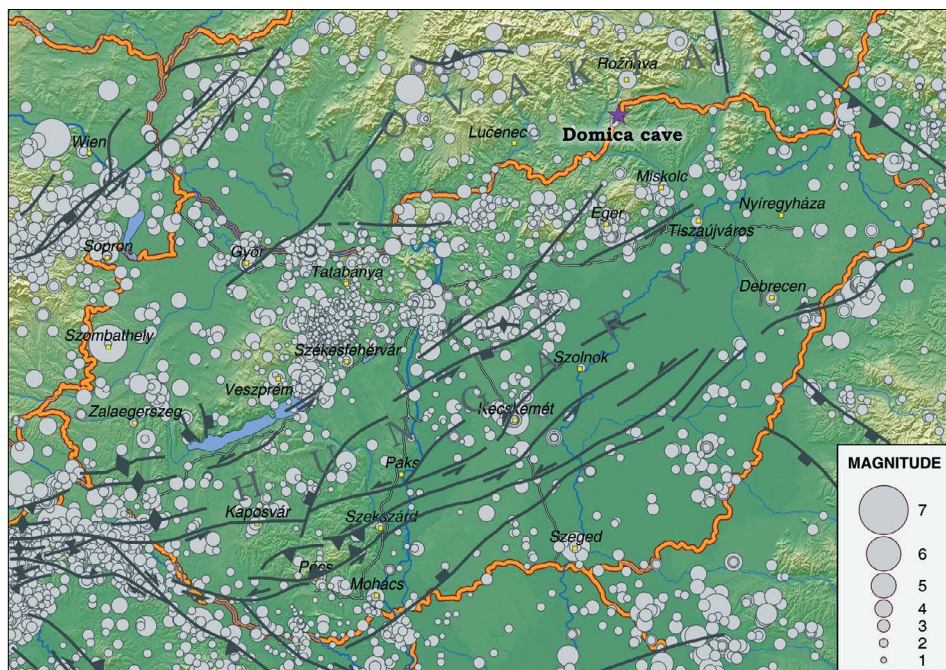


Fig. 1. Seismicity of the Pannonian region (Tóth and Mónus, 2013) and location of the Domica Cave

The Pannonian region is situated between the Mediterranean area, which is one of the seismically most active regions in the world, and the East European platform, which can be treated as nearly aseismic.

## BARADLA-DOMICA CAVE SYSTEM AND THE INVESTIGATED STALAGMITES

Baradla-Domica cave system is located in the Gemer-Turňa (Gömör-Torna) karst region, Northern Hungary and Southern Slovakia, exactly at the border of these two countries.

The Hungarian part of this cave system was investigated a few years ago (Szeidovitz et al., 2005, 2007, 2008) by using the same method as in this paper on Domica Cave.

As the conclusion of our investigation in Baradla Cave we can state that few stalagmites with large height/diameter ratio ( $H/D > 40$ ) have been found. In case of the 5.1 m high stalagmite in Olimposz hall of Baradla Cave, the computed  $a_g$  value was especially low and attainable even in the case of moderate sized earthquakes. On the basis of our measurements and theoretical calculations, we can assume that the geological structures close to the Baradla Cave (Fig. 1) did not generate paleoearthquakes producing a horizontal ground acceleration larger than 0.05 g in the last 70 thousand years.

Since our investigation was successful at the Hungarian part of Baradla-Domica cave system, that motivated us to investigate Slovak part of this cave system (Domica).

It is known that seismic waves in caves attenuate with depth (Becker et al., 2006). Therefore, it is important to mention that the investigated stalagmites are situated at shallow depths. Near to lake in the show part of Domica Cave the investigated STM (1.8 m) is located at about 80 m below surface. The Čertova diera (Ördög-lik) hall can be found 20 – 30 m beneath the surface.

From our experience we can state that stalagmites with  $H/D$  (height/diameter) ratio higher than 20 can be used for our investigation. In this case the eigenfrequency of stalagmite is low enough to fall into the frequency range of nearby earthquakes (which is less than 20 Hz) (Lacave et al., 2000). If the natural frequency of the stalagmite is in the frequency range of nearby earthquakes then the failure acceleration can be much smaller than our calculated  $a_g$  value because of the resonance effect.

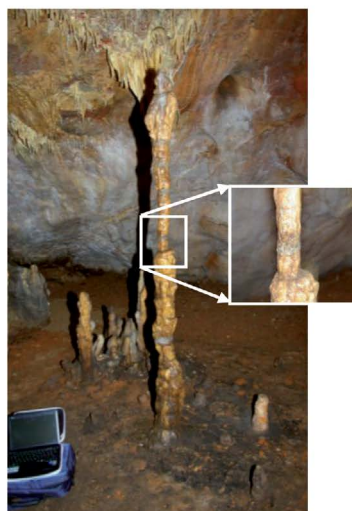
We have found and investigated several different slim stalagmites in the show part, and in Čertova diera (Ördög-lik) hall of Domica Cave (Fig. 2). Almost all of the slim stalagmites are broken and stuck together at the show cave part of Domica (Fig. 2, STM (1.84 m) broken). We can conclude that these broken and stuck together stalagmites could have been destroyed nowadays, maybe by human impact.



STM (1.8 m)



STM (2.26 m)  
in show part of Domica cave,  
the core samples for age  
determination were extracted from  
this stalagmite. Behind and above  
the STM (2.26 m), STM (1.8m) can  
be seen.



STM (1.84 m)  
broken and stuck together

Fig. 2. Some of our investigated stalagmites at the show part of Domica Cave



We could find and measure only one intact and slim STM (1.8 m) situated at the end of Panenská Passage (Szűzfolyosó) in the show cave part, since all the other slim and vulnerable stalagmites were broken and stuck together. We recorded the oscillation of this STM (1.8 m), measured the dimensions of it and took core-samples for age determination from STM (2.26 m), beneath the STM (1.8 m) (Fig. 2, middle photo). We used STM (2.26 m) for age determination, because taking core samples from STM (1.8 m) is impossible without destroying it.

The intact STM (5 m), we found in Čertova diera (Ördög-lik) hall, has the most suitable shape we have ever found (Fig. 3). The height of this STM (5 m) is about 5 m, and the average diameter of this cylindrical stalagmite is less than about 6 cm. There is no entrance to the Čertova diera (Ördög-lik) hall from the show cave part of Domica till now, and special caving equipment is needed to climb down to this hall.

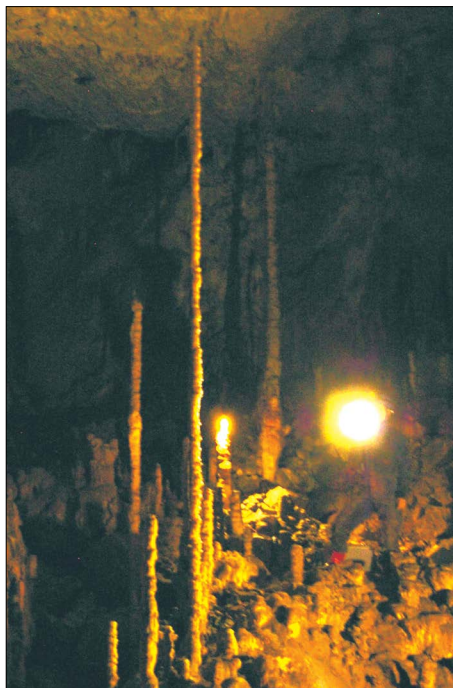


Fig. 3. Tall and slim stalagmite STM (5 m) in Čertova diera (Ördög-lik) hall

## NON-DESTRUCTIVE *IN SITU* MEASUREMENTS IN CAVES

Considering that *in situ* measurements of these slim and tall stalagmites (STM) had to be done non-destructively (because all speleothems in Slovakia are under nature protection), we confined ourselves only to determine their dimensions and natural frequencies.

In order to measure the natural frequency, geophones were fastened on the stalagmites by adhesive tape, and they were excited by small amplitude forced vibrations induced by a gentle hit. It can be seen in Table 1, that all the measured lowest natural frequencies ( $f_0$ ) of STMs are below 20 Hz, this means that they fall into the frequency range of nearby earthquakes.

If the natural frequency of stalagmite is below 20 Hz then resonance can occur during a local earthquake. Our theoretical calculations based on cantilever beam theory did not take into consideration the phenomenon of resonance, which means that in reality the STMs would break at lower values of horizontal acceleration than the computed ones.

The horizontal acceleration of a stalagmite was registered by an SM6 geophone (its natural frequency is 10 Hz) and sampled by a SIG SMACH SM-2 digitiser. The results of non-destructive *in situ* examinations of stalagmites can be seen in Table 1.

Figure 4 shows the oscillation and its power spectral density of STM (1.8 m) along the recorded signal of the excited stalagmite. Figure 5 shows power spectral density of oscillation of STM (5 m).

Power spectral density of oscillation show that the eigenfrequency of stalagmite STM (5 m) is around 2 Hz, that is within the frequency range of near earthquakes. The

Table 1. Results of non-destructive *in situ* examinations of stalagmites: dimensions and measured natural frequencies

Name	Location	Height [m]	Diameter [cm]	H/D	Measured $f_0$ [Hz]	Measured $f_1$ [Hz]	Measured $f_2$ [Hz]
STM (5 m)	Domica Cave, Čertova díera hall	5.00	average: 5 (7 – 4)	100	2	10.2, 10.6	26, 27
STM (1.8 m)	Domica Cave, Panenská Passage	1.80	average: 5 (6 – 4)	36	6-8	12.7, 13.3	
STM (2.26 m)	Domica Cave, Panenská Passage	2.26	average: 8 (11 – 4)	28	14.2		
STM (2.39 m)	Domica Cave, next to entrance	2.39	irregular shape	–	7.3; 8.1	30.6	

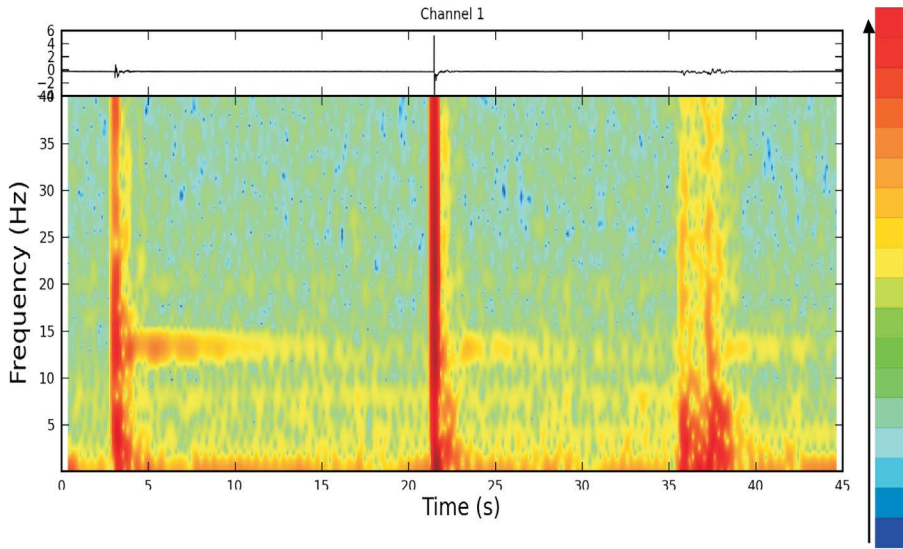


Fig. 4. The oscillation and its power spectral density of STM (1.8 m) along the recorded signal of the excited stalagmite

eigenfrequency values of stalagmite STM (1.8 m) and STM (2.26 m) are also below 20 Hz. It means that the phenomenon of resonance would come into play on these stalagmites in the case of an earthquake occurring near the investigated cave.

#### OSCILLATION OF STALAGMITES BY THEORETICAL CALCULATIONS AND RESULTS OF MECHANICAL LABORATORY TESTS

In case of ideally shaped stalagmites (cylindrical with constant diameter) the following simple equations based on cantilever beam theory can be used for the calculation of the eigenfrequency and the horizontal ground acceleration resulting in failure of a stalagmite (Lacave et al., 2000; Cadornin et al., 2001).

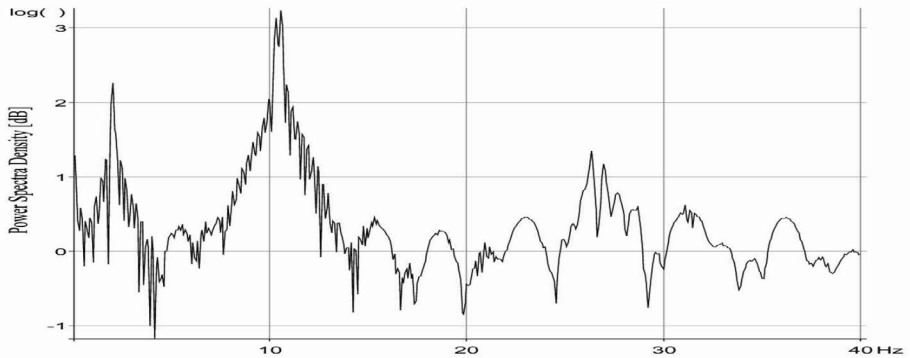


Fig. 5. Power spectral density of oscillation of STM (5 m)

The natural frequency of a stalagmite:

$$f_0 \approx \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{3.1ED^2}{16\rho H^4}} \quad (1)$$

The horizontal ground acceleration resulting in failure of a stalagmite:

$$a_g = \frac{D\sigma_u}{4\rho H^2} \quad (2)$$

where  $D$  – diameter,  $H$  – height of stalagmite,  $\rho$  – mass density of stalagmite,  $E$  – dynamic Young’s modulus,  $\sigma_u$  – tensile failure stress.

Values of density, Young’s modulus and tensile failure stress have been based on mechanical laboratory measurements (Brazilian test, ultrasonic velocity measurement). Measurements have been carried out in mechanical laboratory of the Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Materials and Engineering Geology. Results are summarized in Table 2.

Table 2 Results of mechanical laboratory tests

Location	Density $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Dynamic Young’s modulus $E$ [GPa]	Tensile failure stress $\sigma_u$ [MPa]
show part of Domica Cave (7 samples)	2368.1± 104.1	23.1±4.4	2.52±0.36
Čertova diera hall of Domica Cave (6 samples)	2347.6 ±115.8	23.6±4.0	2.75 ±0.56

Our results show that the failure tensile stress values of broken dripstone samples from Čertova diera (Ördög-lik) hall ( $\sigma_u = 2.75$  MPa) are higher than the values of Baradla Cave Olimposz hall samples, though dynamic Young’s modulus values are almost the same ( $E = 23.6$  GPa and  $E = 20.8$  GPa respectively).

Table 3 is the same as Table 1 but completed with eigenfrequency ( $f_0$ ) and horizontal ground acceleration resulting in failure ( $a_g$ ) values. These values are the results of laboratory tests and theoretical calculations based on stalagmite dimensions.

Table 3. Table 1 completed with natural frequency and horizontal ground acceleration resulting in failure obtained by theoretical calculations

Name	Location	Height [m]	Diameter [cm]	H/D	Measured $f_0$ [Hz]	Theoretical $f_0$ [Hz]	$a_g$ [ $m.s^{-2}$ ]
STM (5 m)	Domica Cave, Čertova díra hall	5.00	average: 5 (7 – 3.5)	100	2	0.9	0.59
STM (1.8 m)	Domica Cave, Panenská Passage	1.80	average: 5 (6 – 4)	36	6–8	6.6	4.11
STM (2.26 m)	Domica Cave, Panenská Passage	2.26	average: 8 (11 – 4)	28	14.2	6.7	4.17
STM (2.39 m)	Domica Cave, next to entrance	2.39	irregular shape	–	7.3, 8.1	–	–

The formulae (1, 2) could not be applied in the case of stalagmite STM (2.39 m) because of its irregular inversely flared shape, far from cylindrical.

The calculated eigenfrequency values are lower than the measured ones. Differences might be the consequences of approximations, neglects and generalizations applied. For example the real shape of stalagmites was not regularly cylindrical or the dripstone material is not homogeneous and the physical parameters used during calculations had been derived from mechanical tests of different stalagmite samples.

Horizontal ground acceleration resulting in failure is between 0.59 and 4.17  $m.s^{-2}$  in static case. These calculations do not take into account the phenomenon of resonance that can arise in stalagmites with low natural frequencies during a local earthquake.

## AGE DETERMINATION

Samples have been taken from the STM (2.26 m) stalagmite with the help of core drilling at the base and 5 cm below the tip. The diameter of the drill cores was 12 mm.

Age determination has been carried out according to the MC-ICPMS method at the “High-precision Mass Spectrometry and Environment Change Laboratory (HISPEC)” in Taiwan.

These datings show that the stalagmite base is 116 thousand years old and the upper sample is recent. According to these results the average growth rate of this dripstone is around 2 mm/100 years. Comparing this value to the average growth rate of the 5.1 m high Baradla stalagmite mentioned earlier (Szeidovitz et al., 2008b), we can conclude that the particular Baradla stalagmite had been growing ca 3 times faster, than the one from Domica Cave.

Based on these growth rates we can timidly suggest that the stalagmite standing in the Čertova diera (Ördög-lik) hall of Domica Cave (now 5 m high) could have a height of 4.9 m 2 – 5 thousand years ago.

Acknowledgement: The *in situ* measurements in caves were supported by bilateral project between the Hungarian and Slovak Academy of Sciences, 2011 –2012. The authors wish to thank Zoltán Jerg for being our professional expert caver guide in Čertova diera (Ördög-lik) hall of Domica Cave, and we also thank Ľudovít Gaál and Igor Balciar (Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš) for enabling us to accomplish the *in situ* part of this research in Domica Cave.

## REFERENCES

- BECKER, A. – DAVENPORT, C. A. – EICHENBERGER, U. – GILLI, E. – JEANNIN, P.-Y. – LACAWE, C. 2006. Speleoseismology: a critical perspective. *Journal of Seismology*, 10, 3, 371–388.
- CADORIN, J. F. – JONGMANS, D. – PLUMIER, A. – CAMELBEECK, T. – DELABY, S. – QUINIF, Y. 2001. Modelling of speleothems failure in the Hotton Cave (Belgium). Is the failure earthquake induced? *Netherlands Journal of Geosciences*, 80, 3–4, 315–321.
- DELABY, S. 2001. Paleoseismic investigations in Belgian caves. *Netherlands Journal of Geosciences*, 80, 3–4, 323–332.
- FORTI, P. – POSTPISCHL, D. 1984. Seismotectonic and paleoseismic analyses using karst sediments. *Marine Geology*, 55, 1–2, 145–161.
- FORTI, P. – POSTPISCHL, D. 1988. Seismotectonics and radiometric dating of karst sediments. *Proceedings of Historical Seismicity of Central-Eastern Mediterranean Region (27 – 29 October 1987, Roma)*, 312–322.
- GRIBOVSZKI, K. – PASKALEVA, L. – KOSTOV, K. – VARGA, P. – NIKOLOV, G. 2008. Estimating an upper limit on prehistoric peak ground acceleration using the parameters of intact speleothems in caves in southwestern Bulgaria. In Zaicenco, A. – Craifaleanu, I. – Paskaleva, I. (Eds.): *Harmonization of Seismic Hazard in Vrancea Zone with Special Emphasis on Seismic risk Reduction (NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security)*. Springer Verlag, Dordrecht, 287–308.
- KAGAN, E. J. – AGNON, A. – BAR-MATTHEWS, M. – AYALON, A. 2005. Dating large infrequent earthquakes by damaged cave deposits. *Geology*, 33, 4, 261–264.
- LACAWE, C. – KOLLER, M. G. – EGOZCUE, J. J. 2004. What can be concluded about seismic history from broken and unbroken speleothems? *Journal of Earthquake Engineering*, 8, 3, 431–455.
- LACAWE, C. – LEVRET, A. – KOLLER, M. G. 2000. Measurements of natural frequencies and damping of speleothems. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering (30 January – 4 February 2000, Auckland, New Zealand)*, paper 2118.
- PASKALEVA, I. – GRIBOVSZKI, K. – KOSTOV, K. – VARGA, P. – NIKOLOV, G. 2008. Assessment of the peak ground acceleration using *in situ* tests of intact speleothems in caves situated in NW and SW Bulgaria. *Proceedings of the International Conference on Civil Engineering Design and Construction (12 – 14 September 2008, Varna, Bulgaria)*, 249–263.
- PASKALEVA, I. – SZEIDOVITZ, GY. – KOSTOV, K. – KOLEVA, G. – NIKOLOV, G. – GRIBOVSZKI, K. – CZIFRA, T. 2006. Calculating the peak ground horizontal acceleration generated by paleoearthquakes from failure tensile stress of speleothems. *Proceedings of the International Conference on Civil Engineering Design and Construction (14 – 16 September 2006, Varna, Bulgaria)*, 281–286.
- SCHOLZ H. 1990. *The mechanics of the earthquakes and faulting*. Cambridge University Press, 467 p.
- SZEIDOVITZ, GY. – GRIBOVSZKI, K. – BUS, Z. – SURÁNYI, G. – GYŐRI, E. 2007. A Kárpát-medence jelenkori és paleorengéseinek komplex vizsgálata (Comprehensive investigation of recent and paleoearthquakes occurred in the Carpathian Basin) (in Hungarian). *Magyar Geofizika*, 47, 4, 155–159.

- SZEIDOVITZ, GY. – PASKALEVA, I. – GRIBOVSKI, K. – KOSTOV, K. – SURÁNYI, G. – VARGA, P. – NIKOLOV, G. 2008a. Estimation of an upper limit on prehistoric peak ground acceleration using the parameters of intact speleothems in caves situated at the western part of Balkan Mountain Range, north-west Bulgaria. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 43, 2–3, 249–266.
- SZEIDOVITZ, GY. – SURÁNYI, G. – GRIBOVSKI, K. – BUS, Z. – LEÉL-ÖSSY, SZ. – VARGA, Z. 2008b. Estimation of an upper limit on prehistoric peak ground acceleration using the parameters of intact speleothems in Hungarian caves. *Journal of Seismology*, 12, 1, 21–33.
- SZEIDOVITZ, GY. – LEÉL-ÖSSY, SZ. – SURÁNYI, G. – CZIFRA, T. – GRIBOVSKI, K. 2005. Paleorengések által gerjesztett maximális horizontális gyorsulásamplitúdók számítása cseppkövek törőszilárdságának ismeretében (Calculating the peak ground horizontal acceleration generated by paleoearthquakes from failure tensile stress of speleothems) (in Hungarian). *Magyar Geofizika*, 46, 91–101.
- TÓTH, L. – GYŐRI, E. – MÓNUS, P. – ZSÍROS, T. 2006. Seismic Hazard in the Pannonian Region. In Pinter, N. – Grenerczy, Gy. – Weber, J. – Stein, S. – Medak, D. (Eds.): *The Adria Microplate: GPS Geodesy, Tectonics, and Hazards*. Springer Verlag, 5NATO ARW Series, 61, 369–384.
- TÓTH, L. – MÓNUS, P. (Eds.) 2013. *A Kárpát-medence földrengései (456–2004)* (Earthquakes occurred in the Carpathian basin). *GeoRisk Earthquake Engineering*, www.georisk.hu.

## ESTIMATION THE UPPER LIMIT OF PREHISTORIC PEAK GROUND ACCELERATION USING THE PARAMETERS OF INTACT STALAGMITES AND THE MECHANICAL PROPERTIES OF BROKEN STALAGMITES

### S u m m a r y

Based on laboratory measurements and calculations we can state that the horizontal ground acceleration resulting in failure of the 5 m high stalagmite standing in Domic Cave Čertova diera (Ördög-lik) hall is  $a = 0.059$  g.

The 2.26 m high Domic Cave stalagmite is, according to the age determination of its samples, still growing. The base of this stalagmite is not older than 116 000 years. Taking into account that the extrapolation of these measurements to another stalagmite is very questionable, we can just very timidly suggest that the height of the Čertova diera (Ördög-lik) hall stalagmite (with recent height of 5 m) could be 4.9 m 2000 – 5000 years ago. Assuming this 4.9 m height in our calculations, this stalagmite should have been broken as a result of a ground movement with an acceleration of about 0.061 g. Consequently, in the near vicinity of the Baradla-Domic cave system, including the Slovak side, there could not have occurred earthquakes with horizontal ground accelerations greater than 0.061 g in the past few thousand years. This ground acceleration value is still slightly lower and valid for a much longer time period than the 0.068 g result of an earlier PSHA study (Tóth et al., 2006) for the Baradla-cave region (10 % probability of exceedance in 50 years).

This ground acceleration level can be caused even by a moderate earthquake.

According to the results of non-destructive tests carried out in the cave, the eigenfrequency of the 5 m high stalagmite of Čertova diera (Ördög-lik) hall is around 1 – 2 Hz. This low natural frequency can lead to resonance in the case of a local earthquake which can cause failure of the stalagmite even at lower levels of accelerations i.e. horizontal ground acceleration levels below 0.059 g.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	51/1	15 – 29	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2013
--	------	---------	------------------------

## RELIÉF A HYDROGRAFIA PONOROVEJ ZÓNY BREZOVSKO-KEČOVSKÉHO PODZEMNÉHO HYDROLOGICKÉHO SYSTÉMU, SILICKÁ PLANINA, SLOVENSKÝ KRAS

PAVEL BELLA<sup>1,2</sup> – ĽUDOVÍT GAÁL<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok

**P. Bella, E. Gaál: Landforms and hydrography of the ponor zone of Brezová-Kečovo underground hydrological system, Silica Plateau, Slovak Karst**

**Abstract:** The Slovak Karst, as a part of the Inner Western Carpathians, represents a typical Central European plateau karst of the temperate climatic zone. The large mid-mountain planation surface (Sarmatian – Early Pannonian) is divided by deep canyons and narrow valleys of allochthonous rivers into several karst plateaux (during the Pliocene and Quaternary). Their original flat surface is dissected by dolines, uvalas and blind valleys, in several places also by inactive poljes. The paper deals with nomenclature problematics of a basin-like depression near the Silická Brezová Village on the Silická Plateau, near the state border between Slovakia and Hungary. It presents a set of blind valleys bounded by low limestone ridges. The floors of these valleys are flat as a results of an aggradation of fine-grained and less permeable sediments. Occasional streams are sinking to the underground through invasion ponors (Milada and Matilda inflow caves) in the end parts of blind valleys. They are flooded during rainy seasons and snow melting. But the size of flat floors of blind valleys connected in the studied basin-like depression is far too smaller regarding to a dimension of polje. The low and wide limestone ridges at the same altitude (ca 3 – 4 m above the aggraded floors of blind valleys) can be classified as remnants of a past floor of valley polje that were dissected by younger blind valleys. Steep peripheral slopes occur mostly behind the end parts of blind valleys. In consequence of a hydraulic gradient between invasion ponors and the underground riverbed in the Milada Cave, steep drawdown cave passages originated in the inflow parts of the Milada and Matilda caves. The permanent stream in the Milada Cave is springing in the middle part of the Silická Plateau on the narrow belt of Lower Triassic sandstones and shales.

**Key words:** geomorphology, karst landforms, plateau karst, contact karst, blind valley, polje, ponor, inflow cave, Silická Plateau, Slovak Karst, Western Carpathians

### ÚVOD

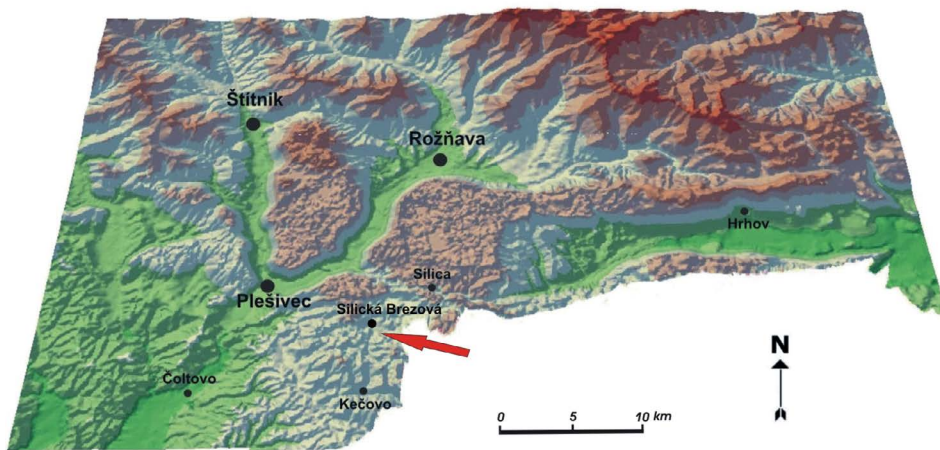
Medzi najrozsiahlejšie vyhlbené formy reliéfu na Silickej planine patrí kotlinovitá zníženina pri obci Silická Brezová, ktorá sa v doterajšej geomorfologickej literatúre opisuje nejednotne, ako slepá dolina alebo súčasť polja. Droppa (1961) spomína v okolí jaskyne Milada „priehlbenu slepého údolia“. Jakál (1975) sa zmiňuje o slepej doline južne od Silickej Brezovej. Podobne Liška (1994) píše o slepej periglaciálnej doline Brezoblatného potoka. Móga (1999a,b) túto zníženinu považuje za súčasť tzv. „Borzovského polja“. V štúdiách o poljach v Západných Karpatoch Jakál (1984, 2001) však na Silickej planine opisuje iba neaktívne paleopolje Bučiny a okrajové Dlhoveské polje na

rozhraní Silickej planiny a Bodvianskej pahorkatiny ako prechodnú formu medzi slepou dolinou a okrajovým poljom.

V predloženom príspevku podávame detailnejšiu morfológickú a hydrografickú charakteristiku tejto zníženej, na základe ktorej ju možno v rámci súboru povrchových foriem krasového reliéfu presnejšie klasifikovať. Pritom analyzujeme hydrografiú nadväzujúceho Silickobrezovsko-kečovského podzemného hydrologického systému. Doplňujeme aj poznatky o vývoji reliéfu počas rozčleňovania pôvodného zarovnaného povrchu Silickej planiny.

## POLOHA A OKOLIE

Skúmaná ponorová kotlinovitá zníženej, do ktorej ústia viaceré slepé doliny, sa nachádza v strednej časti Silickej planiny, západne od štátnej hranice s Maďarskom (obr. 1). Tiahne sa od južného okraja obce Silická Brezová po severné úpätie Dlhého brala (487 m). Východne od Silickej Brezovej zníženej ohraničuje južné úpätie Mlynského vrchu (462 m). Na východnom okraji do zníženej ústi slepá dolina vedúca od Kráľovej studne. Zníženej dosahuje rozlohu 0,43 km<sup>2</sup>. Dosahuje dĺžku 600 až 700 m (v.-z. smer) a šírku 300 až 500 m (s.-j. smer). Na jej južnom okraji sú ponory jaskýň Milada (416 – 420 m n. m., juhovýchodne od Silickej Brezovej) a Matilda (416 m n. m., južne od Silickej Brezovej).



Obr. 1. Poloha kotlinovitej zníženej pri Silickej Brezovej v rámci Slovenského krasu (topografický podklad: Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica)

Fig. 1. Location of the basin-like depression near Silická Brezová within the Slovak Karst (topography: Slovak Environmental Agency, Banská Bystrica)

V tejto časti Silickej planiny sa nachádza hlavná ponorová zóna Brezovsko-kečovského podzemného hydrologického systému (Krupár, 1946, 1947; Majko, 1958, 1959 a iní). Jej súčasťou je aj slepá dolina končiac sa Gabiho ponorom, ležiaca východne od Silickobrezovskej zníženej (Gaál, 2008; Haviarová et al., 2011).

Jaskyňa Milada (v staršej literatúre Borzovská, resp. Brezovská jaskyňa), ktorej hlavnou, mierne klesajúcou chodbou tečie stály vodný tok, dosahuje dĺžku 1309 m (Z. Jerg, J. Stankovič, I. Balciar a V. Kóňa, meračská dokumentácia jaskyne z roku 2010). Jej šikmé až komínovité časti siahajú nad podzemné riečisko do výšky 54 m. Jaskyňa Matilda v závere slepej doliny zv. Margita (Majko, 1958) má dĺžku 119 m a hĺbku 19 m. Medzi



jaskyňou Milada a Veľkou kečovskou vyvieracťou sa podzemný vodný tok objavuje na dne priepasti Bezodná ľadnica, ktorá je hlboká 70 m (jej ústie na povrch je v nadmorskej výške 465 m). Na povrch sa ponorné vody dostávajú Veľkou kečovskou vyvieracťou, situovanou severne od obce Kečovo v južnej časti Silickej planiny, v nadmorskej výške 335 m (Haviarová et al., 2008). Spojitosť ponorných vôd s vodami tejto vyvieracky potvrdili viaceré stopovacie skúšky (Majko, 1959, 1961; Maucha, 1975; Orvan 1994; Haviarová a Gruber, 2006; Haviarová et al., 2008). Brezovsko-kečovský podzemný hydrologický systém odvodňuje plochu okolo 18 km<sup>2</sup> (Krupár, 1946, 1947).

## GEOLOGICKÉ POMERY

Geologická stavba okolia Silickej Brezovej je pomerne zložitá, čo sa čiastočne prejavuje aj v morfológii reliéfu. Územie budujú dve karbonátové kryhy silického príkrovu, ktoré Bystrický (1964) nazýva ako plešivsko-brezovská a kečovská. Severnejšie ležiaca plešivsko-brezovská kryha sa začína úzkym pásom spodotriasových bodvasilašských vrstiev tiahnucich sa v smere JZ-SV od severného okraja Silickej Brezovej, popri Kráľovej studni až k južnému svahu Vápenného vrchu (580 m). Smerom do nadložia prechádzajú do gutensteinských, steinalmských, reiflinských a wettersteinských vápencov, ktoré sú rozšírené až ku Gombaseckej jaskyni. Keďže pieskovce a bridlice bodvasilašských vrstiev sú nepriepustné pre vodu, tvoria hydrologickú bariéru medzi dvomi kryhami.

Južnejšie ležiaca kečovská kryha je vcelku monoklinálne uložená, začína sa pri Kečove a Dlhej Vsi stredotriasovými (aniskými) gutensteinskými a steinalmskými vápencami, pokračuje wettersteinskými a waxeneckými (tisovskými) vápencami a končí sa pri Silickej Brezovej vrchnotriasovými halštatskými vápencami (nor) a zlambašskými vrstvami (rét) (Mello et al., 1997). Svetlosivé wettersteinské vápence sú zastúpené v oblasti jaskýň Matilda a Milada (Vlček, 2009), waxenecké vápence v oblasti kotlínovitej zníženej a červenkasté doskovité halštatské vápence v tektonicky rozbitých fragmentoch západne a východne od Silickej Brezovej (v lomoch v okolí obce, v oblasti Mlynského vrchu a meandrovitého úseku slepej doliny vedúcej od Kráľovej studne, ako aj pri Gabiho ponore). Sivé slieňovce zlambašských vrstiev vystupujú na Malom mlynskom vrchu (457 m) (Mock, 1973).

Mierne klesajúce dna slepých dolín vyplňajú jemné, pravdepodobne štvrtohorné usadeniny. V mieste spájania sa slepých dolín juhovýchodne od Silickej Brezovej, južne od Mlynského vrchu (462 m), 1 m hlboký vrt preukázal monotónne tmavohnedé vápnité hliny sporadicky s drobnými úlomkami zvetraných vápencov (veľkými okolo 1 mm). Ojedinele sa v nich vyskytujú pieskovcové úlomky z bodvasilašského súvrstvia. V závere slepej doliny východne od jaskyne Milada je Gabiho ponor, v ktorom sa v októbri 2008 lyžicovým rýpadlom CASE a následne ručne vykopala sonda do hĺbky 5,1 m (v súvislosti so stopovacou skúškou realizovanou Správou slovenských jaskýň). V tomto mieste výplň slepej doliny tvoria svetlosivé a hnedé hliny s úlomkami vápencov. Podobná hrúbka akumuláčnej výplne môže byť aj v ostatných slepých dolinách v tejto časti Silickej planiny.

Na geologickej mape mierky 1 : 50 000 (Mello et al., 1996) sú v oblasti Mlynského vrchu (462 m) a na pravom brehu meandrovitého úseku slepej doliny vedúcej od Kráľovej studne vyznačené štrky poltárskeho súvrstvia. Na povrchu ani v plytkých vrtoch sme tu však tieto štrky nezistili. Ak sa tu štrky vyskytujú, určite v malom rozsahu a predstavujú skôr zvyšky štrkového pokryvu z obdobia panónskeho zarovňavania reliéfu.

Kečovská kryha bola v laramskej fáze, pravdepodobne na začiatku treťohôr, čiastočne nasunutá na severnejšie ležiacu plešivsko-brezovskú kryhu, následkom čoho je výrazná redukcia bodvasilašských vrstiev. Neskôr, pravdepodobne v oligocéne, vznikol zlomový systém smeru SZ-JV a SV-JZ (Vass et al., 1981; Mello et al., 1997), ktorý sa markantne prejavuje aj v skúmanej oblasti. Najmä zlomy smeru SZ-JV určovali smer meandrov potoka od Kráľovej studne. Ich prítomnosť je zistiteľná najmä tým, že v tejto oblasti posúvali bloky pôvodne súvislého pásu halštatských vápencov.

Od južného okraja Plešivca sa východným smerom tiahne výrazná sústava paralelných zlomov, ktorá sa morfológicky prejavuje eróznymi dolinami juhovýchodne od Plešivca, závrtní v okolí Ponornej priepasti a slepou dolinou Červeného kameňa. Táto línia pravdepodobne predstavuje východné pokračovanie plešivského zlomu, ktorý vznikol ešte počas oligocénu až raného miocénu a po egri bol aktivizovaný ako ľavý strih (Vass et al., 1993). V období valašských a následných kvartérnych pohybov tvorila rozhranie medzi severnou a dvíhajúcou sa južnou časťou Silickej planiny (Gaál, 2008). Ide zrejme o lineament, ktorý v rámci morfoštruktúrneho členenia Západných Karpát oddeľuje Prechodný región, subregión Slovenského rudohoria od Juhovýchodného regiónu, Juhovýchodného okrajového subregiónu (Minár et al., 2011).

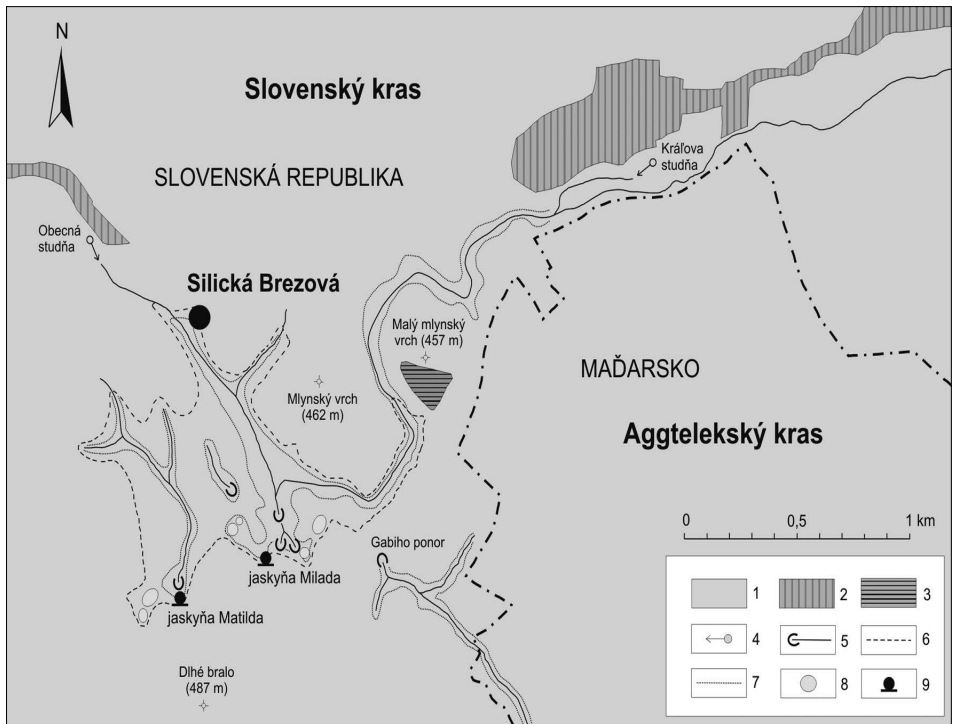
## MORFOLÓGIA A HYDROGRAFIA

### Ponorová zníženina

Z hydrologického i morfológického hľadiska zníženina južne až juhovýchodne od Silickej Brezovej predstavuje široký, mierne rozčlenený bazén vytvorený spojením viacerých slepých dolín (obr. 2 a 3). Zo západu a z juhu, sčasti aj zo severu zníženinu ohraničujú krasové chrbty a kopy vzťahujúce sa na pôvodný stredohorský zarovnaný povrch planiny (pozri Liška, 1994, geomorfologická mapa), ktorý sa vytvoril začiatkom vrchného miocénu (sarmat – panón) (Lukniš, 1964; Mazúr a Jakál, 1971; Jakál, 1975 a iní).



Obr. 2. Celkový pohľad na kotlinovitú zníženinu pri Silickej Brezovej. Foto: P. Bella  
Fig. 2. A panoramic view of the basin-like depression near Silická Brezová Village.  
Photo: P. Bella



Obr. 3. Geologicko-geomorfologický náčrt skúmaného územia pri Silickej Brezovej. Vysvetlivky: 1 – strednotriasové a vrchnotriasové karbonátové horniny, 2 – spodnotriasové pieskovce a bridlice bodvasilašských vrstiev, 3 – vrchnotriasové slienité bridlice zlambašských vrstiev, 4 – prameň, 5 – občasný povrchový vodný tok (s riečiskom pokrytým menej priepustnými sedimentmi) končiaci sa ponorom, 6 – kotlinovitá zníženie, 7 – slepá dolina (zväčša úvalinovitá alebo s plochým agradovaným dnom), 8 – závrť v skúmanej kotlinovitej zníženie, 9 – vchod do jaskyne

Fig. 3. Geological-geomorphological sketch of the investigated area near Silická Brezová Village. Legend: 1 – Middle and Upper Triassic carbonate rocks, 2 – Lower Triassic sandstones and shales of the Bodvaszilás Beds, 3 – Upper Triassic marly shales of the Zlambach Beds, 4 – spring, 5 – occasional surface stream (with a riverbed covered by less permeable sediments) ending with ponor, 6 – basin-like depression, 7 – blind valley (mostly U-shaped or with a flat aggraded floor), 8 – doline in the investigated basin-like depression, 9 – cave entrance

Najdlhšia dolina, ktorá ústi do opisovanej zníženie, vedie zo severovýchodu od Kráľovej studne (obr. 4). Tamojší potok vzniká z niekoľkých prameňov (Ardočka, Koroťnoki-kút, Vyvieracka pod Dobošom a Kráľova studňa) na spodnotriasových pieskovcoch a bridliciach juhovýchodne od Silice pri štátnej hranici (Kilík, 2010). V rokoch 1968 – 1971 prameň Kráľova studňa sledoval Slovenský hydrometeorologický ústav; jeho priemerná výdatnosť bola  $24,3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ , výdatnosť kolísala v rozpätí 0 až  $155 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  (Haviarová et al., 2011). Z tejto oblasti potok priteká na vápence a v závislosti od veľkosti prietoku sa postupne stráca v alúviu dlhej a meandrujúcej slepej doliny, najmä od meandra severne od Malého mlynského vrchu (457 m). V meandrovitom ohybe západne od Malého mlynského vrchu je dolina široká až 108 m. V jej agradačnej výplni je z oboch strán stupňovito zahĺbené ploché dno široké 67 m. Od vrcholov Mlynského vrchu a Malého mlynského vrchu je dolina zahĺbená 25 až 30 m (pomer medzi jej hĺbkou a šírkou je takmer 1 : 4). Ponorné vody sa pravdepodobne objavujú v jaskyni Milada (Droppa,



Obr. 4. Stredná časť slepej doliny vedúcej od Kráľovej studne (úsek medzi Mlynským vrchom a Malým mlynským vrchom). Foto: P. Bella  
 Fig. 4. The middle part of blind valley leading from the Kráľova Well. Photo: P. Bella



Obr. 5. Čiastočne záplavené ploché dno slepej doliny pred jaskyňou Milada. Foto: P. Bella  
 Fig. 5. Partially flooded flat floor of the blind valley in front of the Milada Cave. Photo: P. Bella



Obr. 6. Zaplavený závrť pred jaskyňou Milada. Foto: P. Bella  
 Fig. 6. Flooded doline in front of the Milada Cave. Photo: P. Bella

1961; v súčasnosti sa pripravuje stopovacia skúška). Za vyšších vodných stavov občasný potôčik tečie až do záveru slepej doliny s inváznym ponorom pred jaskyňou Milada.

Na širokú a plytkú slepú dolinu vedúcu od Kráľovej studne sa južne od Mlynského vrchu (462 m) napája slepá dolina smerujúca od Silickej Brezovej. Táto sa začína severozápadne od obce pri prameni v mieste výstupu spodnotriasových bridlíc na povrch pri prameni zv. Obecná studňa (Falu-kút). Poniže južného okraja obce do nej ústi bočná dolinka (s poľnohospodárskym dvorom), klesajúca z južného svahu Deleného (501 m). Pred spojením so slepou dolinou vedúcou od Kráľovej studne dosahuje šírku 57 m.

V čase prívalových vôd sa záver spojených slepých dolín občasne zaplavuje a v závrte pri ponore Helena sa vytvára občasné jazero (obr. 5 a 6). Cez tento ponor bola objavená jaskyňa Milada (Majko, 1958; obr. 7). Málo sklonené ploché agradované dna slepých dolín tvoria jemné, málo priepustné sedimenty, splavené najmä zo zvetralín pokrývajúcich okolité vápencové svahy (obr. 8). Občasné potôčiky na širokom dne dolín vyhlbili erózne kanály. V horných úsekoch slepých dolín je vo výplni ich dna viac prítomný aj materiál z pramenných oblastí budovaných spodnotriasovými pieskovecami a bridlicami.

V západnej časti zníženej je kratšia slepá dolina, ktorá vzniká spojením svahových doliniek juhozápadne od Silickej Brezovej (z priestoru v okolí bývalého lomu). Jej ploché agradované dno takisto vyplňujú jemné, málo priepustné sedimenty (obr. 9). Občasný potôčik pohlcuje ponor Margita, cez ktorý bola objavená jaskyňa Matilda (Majko, 1958; obr. 10).

V strednom úseku dolina dosahuje šírku

33 až 37 m, mierne sa skláňajúc smerom k ponoru sa zužuje na 20 m. Jej agradované dno je oproti okolitému viac-menej plochému terénu nižšie 3 až 4 m. Ponorový závrť s vchodom do jaskyne Matilda má priemer asi 145 m.



Medzi dolinami vo východnej a západnej časti zníženej klesá od Silickej Brezovej juhovýchodným smerom menšia úvalinovitá dolinka končiac sa závrťom (jej dno je vo výške 418 m n. m.). Odtiaľ smerom k ústiu štólne vyrazenej do jaskyne Milada nasledujú ďalšie dva závrty. V rámci opisovanej zníženej čiastkové bazény týchto úvalinovitých dolín navzájom oddeľujú nízke a široké rozvodné chrbty smeru JV-SZ vytvorené na vápencoch. Liška (1994, geomorfologická mapa) ich považuje za chrbty mierne rozčleneného stredohorského zarovnaného povrchu. Vzhľadom na priestorovú konfiguráciu a celkovú morfológiu terénu vznik týchto málo výrazných rozvodných chrbtov treba dať do súvisu s vytváraním skúmanej kotlinovitej zníženej. Keďže sú v jednej výškovej úrovni (422 až 424 m n. m.), predstavujú zvyšky pôvodného dna staršej širokej zníženej. Z troch strán ju ohraničujú svahy strmé 10° až 20°, zo severozápadu (od Silickej Brezovej) je svah sklonený iba 2° až 4° (od nadmorskej výšky 450 m sa sklon tohto svahu zvyšuje na 8° až 10°).

V súčasnej podobe táto zníženej (ako celok vrátane mladších vyhlbených foriem reliéfu) mierne členitou morfológiou dna ani veľkosťou súvislej plochy rovného



Obr. 7. Ponor Helena, občasný potok strácajúci sa do jaskyne Milada. Foto: P. Bella

Fig. 7. Helena Ponor, an occasional stream sinking into the Milada Cave. Photo: P. Bella



Obr. 8. Ploché agradovadné dno slepej doliny ukončenej strmým svahom pri jaskyni Milada. Foto: P. Bella

Fig. 8. Flat aggraded floor of a blind valley closed by steep slope (steephead valley) near the Milada Cave. Photo: P. Bella



Obr. 9. Slepá dolina vedúca k jaskyni Matilda, vyhlbená do plochého dna kotlinovitej zníženej. Foto: P. Bella

Fig. 9. Blind valley, leading to the Matilda Cave, deepened into the flat floor of basin-like depression. Photo: P. Bella



Obr. 10. Ponor a uzavretý vchod do jaskyne Matilda v závere slepej doliny. Foto: P. Bella  
Fig. 10. Ponor and the closed entrance of Matilda Cave at the end of blind valley. Photo: P. Bella

dna nemá charakter typického polja. Vo všeobecnosti sa polje definuje ako veľká uzavretá, zväčša pozdĺžna depresia v krase s rovným dnom, krasovou drenážou a strmými okrajovými svahmi, najmenej na jednej strane (Cvijić, 1893; Roglič, 1954, 1964, 1965; Lehmann, 1959; Nicod, 1969; Gams, 1973, 1978 a iní). Medzi rovným dnom a strmými svahmi je ostré úpätie podrezané záplavovými vodami. Podľa Gamsa (1978) je polje široké najmenej 400 m, podľa Cvijića (1893) najmenej 1 km. Plocha rovného dna poljí je v rozpätí od cca 1 km<sup>2</sup> do viac ako 470 km<sup>2</sup>. V niektorých morfológických charakteristikách, resp. definíciách sa polja uvádzajú ako depresie s pôdorysom veľkých rozmerov bez ich kvantifikácie (napr. Panoš, 2001). Pri určovaní poljí v Západokarpatskom krase Jakál (2000) uprednostňuje morfogenetické kritérium pred kritériom ich minimálnej veľkosti (tamajšie polja sú väčšinou na dolnej hranici požadovaných rozmerov).

Vo všeobecnosti pomerne veľké rozmery majú aj niektoré slepé doliny s rovným dnom. V južnej časti Slovinska, v kontaktnom krase na rozhraní flyšového pohoria Brkini a rozčlenenej krasovej planiny Matarsko podolje sú viaceré výrazné slepé doliny, z ktorých najväčšia slepá dolina zv. Odolina je dlhá 1 km, dno má široké 300 m a jej záver je zahĺbený 60 m pod úroveň okolitého terénu na vápencoch (Mihevc, 1994). Niektoré polja vznikajú laterálnym rozširovaním slepých dolín, prípadne spájaním susedných slepých dolín.

Depresie pripomínajúce polja, uvaly či široké slepé doliny je v mnohých prípadoch problematické presne klasifikovať, pretože majú prechodný charakter. Jennings (1985) podotýka, že vo vzťahu k depresiám v krase, ktorých rovné dno je oproti normálnemu polju príliš malé a celkovou morfológiou ich nemožno považovať za uvaly, sa natíska otázka zavedenia pojmu „minipolje“. V geomorfologickej literatúre sa však tento termín doteraz nepoužíva. Navyše pri skúmaní terénnych depresií, ktoré sa podobajú poljam, treba brať do úvahy, že môžu byť v určitom stupni ich postupného vývoja (Nicod, 2003), resp. v štádiu neskoršieho pretvárania ich pôvodných tvarov.

V nami opisovanej zníženine sa svahy podrezané záplavovými vodami (s ostrým zalomením medzi plochým dnom zníženiny a spodnou časťou svahu) pozorujú v mieste spájania sa slepých dolín vedúcich od Kráľovej studne a Silickej Brezovej a ich spoločným závere pri ponore Helena. Najširšie ploché agradované a občasne zaplavované dno je v mieste spojenia sa týchto slepých dolín pod južným svahom Mlynského vrchu. Rovné dno dosahuje dĺžku 350 m a šírku 100 až 200 m; zaberá plochu 0,06 km<sup>2</sup>. Svojimi rozmermi nedosahuje dimenziu polja. V súčasnosti sa rovné dno závere spojených slepých dolín pred ponorom Helena občasne zaplavuje iba v malom rozsahu (prívalové vody sa stačia strácať v ponoroch), čím sa obmedzuje jeho bočné rozširovanie po okrajoch.

Silickobrezovská zníženina ako celok, vrátane dna a svahov slepých dolín, plochých chrbtov medzi slepými dolinami, závrtovej a plochých úpäti, má rozlohu 0,43 km<sup>2</sup>. Hoci je menšia ako paleopolje Bučiny v severnej časti Silickej planiny s plochou cca 1 km<sup>2</sup> (pozri Jakál, 1971, 1975, 2000), v hlavnej fáze vývoja mohla na základe morfogenetického kritéria zodpovedať dolinovému polju (v zmysle Lehmana, 1959). Vytvorilo sa v rozšírenom mieste doliny pred visutou pradolinou vedúcou do terajšej Kečovskej doliny (pozri rekonštrukciu hydrografickej siete v južnej časti Silickej planiny podľa Mógu, 1999ab, 2001). Záplavové vody, ktoré sa nestačili stratit' v ponoroch, spôsobili postranné rozširovanie doliny až do poljovitej podoby. Ploché dno tejto poljovitej depresie neskôr rozčlenili slepé doliny a závrty. Zväčša priečne slepé doliny sa končia ponormi, resp. ponorovými jaskyňami na južnom a juhovýchodnom okraji zníženiny. Paleoponory či fragmenty starších ponorových jaskýň vo svahoch nad juhovýchodným okrajom zníženiny, ktoré by výškovou polohou zodpovedali úrovni bývalého dna polja, nie sú známe.

Móga (1999a, str. 166) za „Borzovské polje“ označuje celú zníženinu medzi slepou dolinou Červeného kameňa a slepými dolinami pred jaskyňami Milada a Matilda, ktorá má však výrazne členité dno (ploché dno majú iba občasne zaplavované koncové časti slepých dolín). V strednej časti zníženiny medzi karbonátmi na povrch vystupuje úzky hrebeňovitý pruh spodnotriasových bridlíc, z ktorých sa na obe strany vytvorila centrifugálna drenážna sieť. Podobnú geologickú stavbu s centrálnou, sčasti vyvýšenou polohou nekrasových hornín a do strán rozbiehajúcou sa povrchovou drenážou má periférne (obvodové) polje (pozri Gams, 1978, 1994). Takto vymedzená zníženina v centrálnej časti Silickej planiny členitým dnom so širokými rozvodnými chrbtami však nezodpovedá morfológii polja.

### **Hydrografia medzi ponorovou zníženinou a Kečovskou vyvierackou**

Na súčasnú hydrografickú pozíciu ponorovej zníženiny poukazuje jej poloha voči podzemnej drenáži Brezovsko-kečovského hydrologického systému. Ponor Helena v závere spojených slepých dolín je 19 m nad aktívnym podzemným riečiskom v jaskyni Milada (obr. 11). Na visutú polohu ponorov v záveroch slepých dolín pri Silickej Brezovej poukazuje i vertikálny objavný komín jaskyne Milada. Výškový rozdiel medzi podzemným riečiskom v jaskyni Milada (397 m n. m.) a počiatočnými miestami strácania sa povrchového potôčika v slepej doline vedúcej od Kráľovej studne je okolo 40 m (priemerný sklon 35,38 ‰). Povrchové občasné potôčiky pritekajú do invázných ponorov v závere slepých dolín po ich mierne sklonenom agradovanom dne vyplnenom málo priepustnými sedimentmi. Výškový rozdiel medzi počiatočnými miestami strácania sa povrchového potôčika v slepej doline vedúcej od Kráľovej studne a inváznym ponorom pred jaskyňou Milada je 21 m (priemerný sklon 18,66 ‰). Do jaskyne Milada sa dostávajú aj vody z východne ležiaceho Gabiho ponoru (Gaál, 2008; Haviarová et al., 2011).





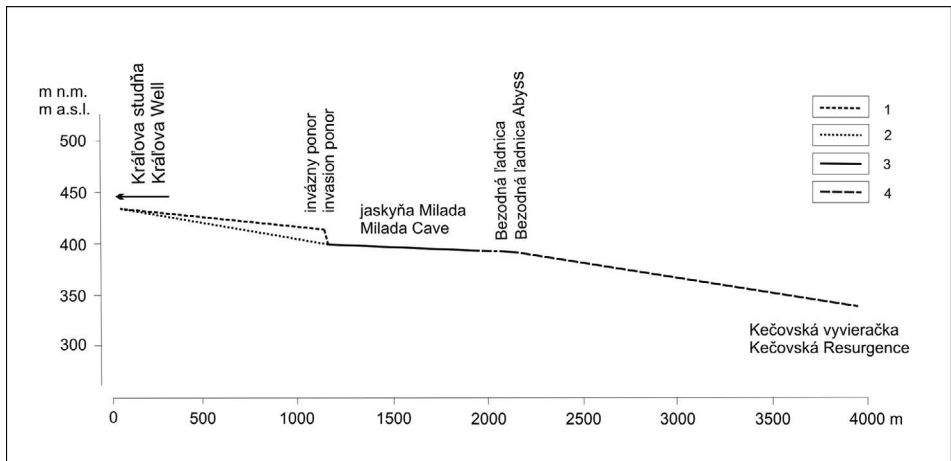
Obr. 11. Podzemné riečisko v jaskyni Milada.  
Foto: P. Bella  
Fig. 11. Underground riverbed in the Milada  
Cave. Photo: P. Bella

Prevýšenie medzi podzemným tokom v jaskyni Milada a podzemným tokom na dne Bezodnej ľadnice je iba 2 m (priemerný sklon 1,99 ‰). Mierne klesajúce riečisko v jaskyni Milada dlhé okolo 800 m a neznáme chodby pokračujúce na dno Bezodnej ľadnice predstavujú asi 1 km dlhý subhorizontálny úsek (priemet z povrchu), za ktorým sklon neznámeho podzemného vodného toku smerom ku Kečovskej vyvieracke vzrastá. Subhorizontálny úsek od jaskyne Milada po Bezodnú ľadnicu sa pravdepodobne vytváral v nadväznosti na vyššiu eróznú bázu, keď dolina Kečovského potoka bola menej zahĺbená (zodpovedá fáze stabilizácie dna doliny v čase je staršieho vývoja). Podľa Hochmutha (1998) na vytváraní horizontálnych alebo subhorizontálnych jaskynných chodieb nehľboko pod povrchom Silickej planiny sa podieľali ponorné alochtónne vodné toky v popanónskej počiatkovej fáze rozrušovania zarovnaného povrchu v nadväznosti na vtedajšiu plytkú eróznú bázu.

Výškový rozdiel medzi podzemným tokom na dne Bezodnej ľadnice (395 m n. m.) a Kečovskou vyvierackou je 60 m (priemerný sklon 30,27 ‰; obr. 12). Po zahĺbení Kečovskej doliny do terajšej podoby sa podzemné riečisko nestačilo spätnou eróziou dostať do rovnovážneho stavu, preto od Bezodnej ľadnice klesá do vyvieracky šikmý alebo kaskádovitý úsek podzemného vodného toku. Gaál (2008) píše o „pirátskom načapovaní“ podzemného toku z úseku Milada – Bezodná ľadnica v dôsledku nižšej eróznej bázy Kečovskej vyvieracky v mladšej fáze vývoja reliéfu južnej časti Silickej planiny. Tento

Ponorné vody pretekajú jaskyňou Milada, objavujú sa v Bezodnej ľadnici a na povrch vytekajú v Kečovskej vyvieracke, na začiatku zárodokovej vrecovitej doliny severne od Kečova. Trvalý vodný tok v jaskyni Milada má prietok okolo 1 až 2 l.s<sup>-1</sup>; počas vyšších vodných stavov je podstatne väčší, až niekoľko stoviek l.s<sup>-1</sup> (Hochmuth, 2000). Vodný tok preteká jaskyňou aj v čase, keď občasné povrchové riečiská a ponory sú suché. Vtedy riečisko v najsevernejšej časti jaskyne (smerom od objavného ponoru) býva suché, stály je len ľavostranný prítok komunikujúci s Gabiho ponorom (Havíarová et al., 2011). Priemerná výdatnosť Veľkej kečovskej vyvieracky je 53,3 l.s<sup>-1</sup>, jej výdatnosť sa pohybuje v rozpätí 0,01 až 954 l.s<sup>-1</sup> (Havíarová et al., 2011; na základe údajov Slovenského hydrometeorologického ústavu z rokov 1990 – 2009). Výškový rozdiel medzi ponorovou zníženinou pri Silickej Brezovej a Kečovskou vyvierackou je 81 m (ďalší príklad hydraulického gradientu medzi ponormi v miestach, resp. neďaleko styku nekrasových a krasových hornín na Silickej planine a vyvierackami v jej okrajových častiach; pozri Bella, 1995).





Obr. 12. Zjednodušený pozdĺžny rez medzi ponorovou a výverovou časťou Brezovsko-kečovského podzemného hydrologického systému. Vysvetlivky: 1 – občasne aktívne riečisko slepej doliny, 2 – predpokladaný podzemný tok, 3 – podzemné riečisko v jaskyni, 4 – podzemný tok potvrdený stopovacou skúškou

Fig. 12. Simple longitudinal section between inflow and outflow parts of Brezová-Kečovo underground hydrological system. Legend: 1 – occasionally active riverbed on the bottom of a blind valley, 2 – presumed underground stream, 3 – underground riverbed in a cave, 4 – underground stream confirmed by tracer tests

hydraulický gradient môže byť aj dôsledkom rozdielnych tektonických pohybov na zlomovom rozhraní medzi kečovskou a domickou príkrovovou kryhou (pozri Bystrický, 1964; Gaál, 2008), ktoré vedie v.-z. smerom cez dolinu Kečovského potoka a dolinu medzi Dlhou Vsou a Čertovou dierou.

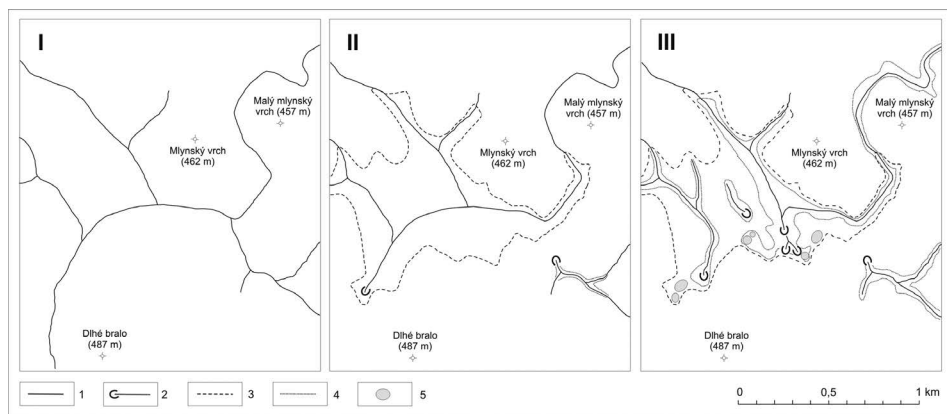
Dropa (1961) uvádza, že takmer horizontálnu riečnu chodbu jaskyne Milada možno paralelizovať s nižšou vývojom úrovňou jaskyne Domica. Medzi nimi je však výškový rozdiel viac ako 60 m. Ak predmetná časť Silickej planiny nebola po vytvorení týchto jaskýň tektonicky diferencovaná, ich vývoj sa hydrograficky vzťahoval na rozdielne erózne bázy.

## PROBLEMATIKA GENÉZY SILICKOBREZOVSKÉJ ZNÍŽENINY A PRIĽAHLEJ ČASTI SILICKEJ PLANINY

Západne a južne od skúmanej kotlinovitej zníženej stredohorský zarovnaný povrch (sarmat – panón) vystupuje prevažne vo výškach 480 až 500 m n. m. (miestami z neho vyčnievajú vyvýšeniny). Hydrografickým vývojom plytkým zníženinám v rámci tohto zarovnaného povrchu zodpovedá horizontálna jaskyňa Ortováň vo výške 475 m n. m., situovaná na severozápadnom svahu kopca Osteň (502 m) severne od Silickej Brezovej (Bella a Gaál, 2005). V čase počiatkového rozčleňovania stredohorského zarovnaného povrchu v panóne sa vytvorili prvotné doliny a na viacerých miestach sa znížili krasové chrbty (Mazúr a Jakál, 1971; Jakál, 1975; Gaál, 2008). V južnej časti Silickej planiny medzi takéto doliny možno zaradiť pradolinu, ktorá sa pozoruje medzi opisovanou Silickobrezovskou zníženinou a Kečovskou dolinou. Má charakter suchej doliny. Na jej dne sú veľké korózne závrty, sedlá medzi závrty sa smerom na juh postupne znižujú od 446 m do 427 m n. m. V staršej fáze rozčleňovania stredohorského zarovnaného povrchu,

kým sa doliny južne a juhovýchodne od Silickej Brezovej nezahľbili do podoby poloslepých, resp. slepých dolín, vody odtekali až ku Kečovskej doline. Keď sa severozápadne od Dlhého brala (487 m) na dne doliny vytvorili dva ponorové závrty (medzi ponorom jaskyne Matilda a terajším začiatkom pradoliny), povrchové vodné toky sa prepádali do podzemia. Tým sa pradolina stala suchou (inaktívnou) a prestala sa zahľbovať (Móga, 1999a,b, 2001).

Zo širokej slepej doliny, ktorá sa končila ponormi pred visutou pradolinou, pravdepodobne v ponte vznikla dolinovitá depresia charakteru polja (zväčšovaním dna následkom postranného podrezávania svahov vodami počas opakujúcich sa záplav, keď ponory nestačili odvádzať všetku vodu do podzemia). Ploché dno depresie bolo v úrovni terajších plochých chrbtov (422 až 424 m n. m.) medzi mladšími slepými dolinami (obr. 13). V oblasti jaskyne Milada je nad zaplavovaným závrutom pri ponore Helena rad závrtov smerujúci na JJV (medzi kótami 481 m a 454 m), ktorý pripomína zvyšok záveru slepej doliny (najvyššia časť je nad úrovňou predpokladaného dolinového polja). V súčasnosti ponorné vody zo záverov mladších slepých dolín (416 m n. m.) prúdia smerom k Veľkej kečovskej vyvieracke (432 m n. m.). Gaál (2008) predpokladá, že podzemné vody zo Silickobrezovskej depresie prúdili cez jaskyňu Milada už v ponte (smerom k paleotoku Štítnika).



Obr. 13. Rekonštrukcia vývoja povrchovej hydrografickej siete a reliéfu v skúmanej oblasti Silickej planiny (v nadväznosti na Móga, 1999a): I – plytké doliny zahĺbené do zarovnaného povrchu (panón), II – široká slepá dolina až dolinové polje (pont?), III – ploché dno depresie rozčlenené mladšími slepými dolinami a závrťmi, agradácia dna slepých dolín (pliocén – kvartér). Vysvetlivky: 1 – občasný povrchový vodný tok (s riečiskom pokrytým menej priepustnými sedimentmi), 2 – ponor, 3 – široká slepá dolina až dolinové polje, 4 – slepá dolina (zväčša úvalovitá alebo s plochým agradovaným dnom), 5 – závrť

Fig. 13. Reconstruction of the development of surface hydrographical network and landforms in the investigated area of Silická Plateau (referring to Móga, 1999a): I – shallow valleys deepened into a planation surface (Pannonian), II – a formation of large blind valley or valley polje (Pontian?), III – a flat floor of large depression dissected by younger blind valleys and dolines, an aggradation of floors of blind valleys (Pliocene – Quaternary). Legend: 1 – occasional surface stream (with a riverbed covered by less permeable sediments), 2 – ponor, 3 – large blind valley or valley polje, 4 – blind valley (mostly U-shaped or with a flat aggraded floor), 5 – doline

Plochá ponorová zníženina pred jaskyňou Milada je v úrovni terajších aktívnych slepých dolín, vytvorených v mladšej fáze rozčleňovania povrchu Silickej planiny. Zvyšky starších (pôvodných) dolín sú oproti koncovým častiam aktívnych slepých dolín vo vi-

sutých polohách. Výškový rozdiel 19 m medzi ponormi v záveroch slepých dolín a stálym podzemným vodným tokom v jaskyni Milada je dôsledkom intenzívnejšieho kontinuálneho zahlbovania podzemného riečiska (v záveroch slepých dolín sa ponárajú iba občasné povrchové vodné toky). Visutá poloha záverov terajších slepých dolín je sčasti aj výsledkom agradácie ich dna málo priepustnými jemnými sedimentmi. Na základe sondy vykopanej v Gabiho ponore možno predpokladať, že ich hrúbka je okolo 5 m, prípadne i väčšia (pod sedimentárnou výplňou je skalné erózne dno suchých dolín). Koncentrovanejšie vytváranie slepých dolín v tejto oblasti predurčil styk spodnotriasových pieskocov a bridlíc a stredotriasových karbonátov, ako aj intenzívnejšie tektonické narušenie hornín pozdĺž zlomovej línie, resp. tektonického rozhrania medzi severnou a južnou časťou Silickej planiny. Denudácia reliéfu na povrchu planiny je intenzívnejšia na menej odolných spodnotriasových pieskocovo-bridličnatých súvrstviach vystupujúcich západne a severovýchodne od Silickej Brezovej (Gaál, 1997).

## ZÁVER

Hlavná časť zloženej kotlinovitej ponorovej zníženej juhovýchodne od Silickej Brezovej vznikla v mieste spájania sa slepých dolín ústiach k ponoru pri jaskyni Milada. Západnou časťou zníženej vedie slepá dolina smerujúca k ponoru pri jaskyni Matilda. Široký a nízky chrbát medzi týmito slepými dolinami rozčleňuje plytká úvalinovitá dolinka končiac sa ponorovým závrutom. Dno zníženej, z ktorého na viacerých miestach vyčnieva vápencové podložie, nie je ploché a iba na širokom a málo sklonenom dne slepých dolín je pokryté sedimentmi naplavenými občasnými potôčkami. Ploché dno, občasne zaplavované (najmä počas jarného topenia snehu) je len v širokej koncovej časti spojených slepých dolín vedúcich od Silickej Brezovej a Kráľovskej studne (pred ponorom pri jaskyni Milada). V terajšej podobe zníženej ako celok nemá typické morfológické a hydrografické znaky aktívneho polja. V staršej fáze vývoja, keď rozsiahlejšie ploché dno zníženej bolo v úrovni terajších plochých chrbtov medzi slepými dolinami a zaberalo väčšiu plochu, pravdepodobne predstavovala nevelké polje, resp. široký a plochý záver vtedajších spojených slepých dolín. Silickobrezovská zníženej celkovou morfológiou pripomína bývalé dolinové polje rozčlenené mladšími slepými dolinami a závrtnami.

Na skúmanom území (južne od tektonickej línie prechádzajúcej cez Silickú planinu) možno vyčleniť viaceré generácie eróžno-denudačných foriem reliéfu: (1) pôvodný stredohorský zarovnaný povrch (sarmat – panón) prevažne vo výške 480 až 500 m n. m.; (2) pradoliny a znížené krasové chrbty a vyvýšeniny vo výške okolo 450 m n. m. (panón) vytvorené po prvotnom rozčlenení stredohorského zarovnaného povrchu; (3) bývalé dolinové polje s plochým dnom vo výške okolo 425 m n. m. (pont?) vytvorené postranným rozširovaním slepej doliny pred visutým záverom pradoliny, ktorá smeruje do priestoru terajšej Kečovskej doliny; (4a) mladšie slepé doliny (pliocén – kvartér), ktoré rozčlenili dno bývalého dolinového polja (ich skalné dno je asi vo výške okolo 415 m n. m., ich terajšie agradované dná sú vo výške okolo 420 m n. m.); (4b) podzemné riečisko v jaskyni Milada mierne klesajúce od výšky 397 m n. m., hydrograficky súvisiace s vodným tokom na dne priepasti Bezodná ľadnica vo výške 395 m n. m. (pliocén – kvartér).

Za cenné rady a pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu tohto príspevku, ďakujeme recenzentovi doc. RNDr. Jozefovi Jakálovi, DrSc. Túto prácu podporila Agentúra na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0625-11.

## LITERATÚRA

- BELLA, P. 1995. Ku genéze ponorných fluviokrasových jaskýň alogénnych území Západných Karpát. In Hochmuth, Z. (Ed.): Reliéf a integrovaný výskum krajiny. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Prešov 26. – 27. 10. 1995. UPJŠ, Prešov, 7–18.
- BELLA, P. – GAÁL, L. 2005. Jaskyňa Ortováň pri Silickej Brezovej – jedna z najstarších jaskýň Slovenského krasu. *Aragonit*, 10, 3–6.
- BYSTRICKÝ, J. 1964. Slovenský kras – Stratigrafia a Dacysladaceae mezozoika Slovenského krasu. Ústredný ústav geologický, Bratislava 204 s.
- CVIJIC, J. 1893. Das Karstphänomen: Versuch einer morphologischen Monographie. Geographische Abhandlungen, herausgegeben von Prof. Dr A. Penck, Wien, Bd. V. Heft. 3, 215–319.
- DROPPA, A. 1961. Domica – Baradla, jaskyne predhistorického človeka. Šport, Bratislava, 151 s.
- GAÁL, L. 1997. Prehľad geomorfologického vývoja územia. In Mello et al.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1 : 50 000. Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 158–162.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. ŠOP SR, SSSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
- GAÁL, L. – BELLA, P. 2005. Vplyv tektonických pohybov na geomorfologický vývoj západnej časti Slovenského krasu. *Slovenský kras*, 43, 17–36.
- GAMS, I. 1973. Terminologija tipov kraških polj. Slovenska kraška terminologija. Zveza geografskih institucij Jugoslavije, Ljubljana, 60–67.
- GAMS, I. 1978. The polje: The problem of definition with special regard to the Dinaric karst. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.*, 22, 2, 170–181.
- GAMS, I. 1994. Types of the poljes in Slovenia, their inundations and land use. *Acta Carsologica*, 23, 286–302.
- HAVIAROVÁ, D. – FEAŠKOVÁ, R. – ŽENIŠOVÁ, Z. – SEMAN, M. 2011. Chemické zloženie a mikrobiologické vlastnosti krasových vôd jaskyne Milada a jej podzemného hydrologického systému (Silická planina, Slovenský kras). *Podzemná voda*, 17, 1, 34–51.
- HAVIAROVÁ, D. – GAÁL, L. – GRUBER, P. – GÉCZY, J. 2008. Predbežné výsledky výskumu podzemného hydrologického prepojenia jaskýň Milada a Vass Imre. *Slovenský kras*, 46, 1, 115–126.
- HAVIAROVÁ, D. – GRUBER, P. 2006. Stopovacia skúška v jaskyni Milada. *Aragonit*, 11, 43–45.
- HOCHMUTH, Z. 1998. Predkvartérne jaskynné systémy na Slovensku a ich vzťah k zarovnaným povrchom. *Prírodné vedy*, 29, *Folia geographica*, 1, Prešov, 127–144.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. SSS, Prešov – Košice, 164 s.
- JAKÁL, J. 1971. Príspevok k poznaniu vzniku krasových priehlbni v Slovenskom krase. *Geografický časopis*, 23, 4, 305–315.
- JAKÁL, J. 1975. Kras Silickej planiny. Osveta, Martin, 152 s.
- JAKÁL, J. 1984. Príspevok k poznaniu poljí v Západných Karpatoch. *Geografický časopis*, 36, 2, 108–119.
- JAKÁL, J. 2000. Polja a paleopolja v krasovom reliéfe Slovenska. In Lacika, J. (Ed.): Zborník referátov z I. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV, Liptovský Ján 21. – 23. 9. 2000. ASG pri SAV, Bratislava, 61–64.
- JENNINGS, J. N. 1985. *Karst Geomorphology*. Oxford, Basil Blackwell, 293 s.
- LEHMANN, H. 1959. Studien über Poljes in den venezianischen Voralpen und im Hochapennin. *Erdkunde*, Band XIII, Heft IV, Bonn, 248–289.
- KILÍK, J. 2010. Povrchové a podzemné vody Silickej planiny (Slovenský kras). *Aragonit*, 15, 1, 11–18.
- KRUPÁR, Z. 1946. Niekoľko poznámok o Juhoslovenskom krase. *Krásy Slovenska*, 24, 2–3, 45–57.
- KRUPÁR, Z. 1947. Nové jaskyniarske nádeje v oblasti Brezovsko-Kečovskej na základe hydrologických pomerov južnej časti Silickej planiny. *Krásy Slovenska*, 24, 5, 128–132 a 6, 159–161.
- LIŠKA, M. 1994. Formy reliéfu v krase. In Rozložník, M. – Karasová, E. (Eds.): *Chránená krajinná oblasť – Biosférická rezervácia Slovenský kras*. Osveta, Martin, 203–213.

- LUKNIŠ, M. 1964. Pozostatky starších povrchov zarovnávania reliéfu v Československých Karpatoch. *Geografický časopis*, 16, 3, 289–298.
- MAJKO, J. 1958. Výskumy a objavy v jaskynnej sústave Silickobrezovsko-kečovskej v Juhoslovenskom krase. *Krásy Slovenska*, 35, 3, 113–117.
- MAJKO, J. 1959. Sporné morfológické problémy v Silickobrezovsko-kečovskej jaskynnej sústave vyriešené. *Krásy Slovenska*, 36, 10, 374–375.
- MAJKO, J. 1961. Najnovší prieskum v Silickobrezovskej Bezodnej ľadnici. *Krásy Slovenska*, 38, 1, 39.
- MAUCHA, L. 1975. Jelentés a Papp Ferenc Barlangkutató Csoport 1975. Évi tevékenységéről-Beszámoló a Magyar Karszt és Barlangkutató Társulat 1975 második félévi tevékenységéről.
- MAZÚR, E. – JAKÁL, J. 1971. Podklad a reliéf. In Mazúr, E. a kol.: *Slovenský kras. Regionálna fyzickogeografická analýza. Geografické práce*, 2, 1–2, Bratislava, 6–22.
- MELLO, J. (Ed.) – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPKO, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. 1996. *Geologická mapa Slovenského krasu 1 : 50 000. GS SR, Bratislava.*
- MELLO, J. (Ed.) – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPKO, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. – GAÁL, L. – HANZEL, V. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – SLAVKAY, M. – STEINER, A. 1997. *Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1 : 50 000. GS SR, Bratislava, 255 s.*
- MIHEVC, A. 1994. Contact karst of Brkimi Hills. *Acta Carsologica*, 23, 99–109.
- MINÁR, J. – BIELIK, M. – KOVÁČ, M. – PLAŠIENKA, D. – BARKA, I. – STANKOVIANSKY, M. – ZEYEN, H. 2011. New morphostructural subdivision of the Western Carpathians: An approach integrating geodynamics into targeted morphometric analysis. *Tectonophysics*, 502, 1–2, 158–174.
- MOCK, R. 1973. Nález zlambašských vrstiev v Slovenskom krase. *Geologické práce, Správy*, 60, Bratislava, 221–224.
- MÓGA, J. 1999a. Reconstruction of the development history of karstic water network on the southern part of the Gömör-Torna karst on the basis of ruined caves and landforms. *Acta Carsologica*, 28/2, Ljubljana, 159–174.
- MÓGA, J. 1999b. Vannak-e poljék a Gömör-Tornai-karszton? *Karsztfejlődés*, 3, Szombathely, 125–138.
- MÓGA, J. 2001. A szerkezet és kőzetfelépítés szerepe a Szilicei-fennsík karsztos felszínformáinak kialakításában. *Karsztfejlődés*, 6, Szombathely, 143–159.
- NICOD, J. 1969. Poljés karstiques de Provence, comparaison avec les poljés dinariques. *Etude et travaux de Méditerranée*, 28, Aix-en-Provence, 53–75.
- NICOD, J. 2003. A little contribution to the karst terminology: special or aberrant cases of poljes? *Acta Carsologica*, 32, 2, 29–39.
- ORVAN, J. 1994. Podzemné vody. In Rozložník, M. – Karasová, E. (Eds.): *Chránená krajinná oblasť – Biosférická rezervácia Slovenský kras. Osveta, Martin*, 225–234.
- PANOŠ, V. 2001. *Karsologická a speleologická terminologie. Knižné centrum, Žilina*, 352 s.
- ROGLIČ, J. 1954. Polja zapadne Bosne i Hercegovine. *Zbornik 3. kongresa geografa Jugoslavije (1953), Sarajevo. Krš i njegovo značenje – sabrana djela akademika Josipa Rogliča*, 1. svezak, 173–194.
- ROGLIČ, J. 1964. Les poljés du karst dinarique et les modifications climatiques. *Revue Belge de Géographie*, 88, 1/2, 105–125.
- ROGLIČ, J. 1965. The delimitations and morphological types of the Dinaric karst. *Naše jame*, 7, 12–20.
- VASS, D. – ELEČKO, M. – BODNÁR, 1981. *Tektonika Rimavskej kotliny. Geologické práce, Správy*, 75, Bratislava, 77–90.
- VASS, D. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – ELEČKO, M. 1993. Sled paleogénnych a neogénnych tektonických udalostí v juhoslovenských kotlinách vo svetle napäťových analýz. *Mineralia Slovaca*, 25, 79–92.
- VLČEK, L. 2009. *Geologický prieskum jaskyne Milada na Silickej planine v Slovenskom krase. Slovenský kras*, 47, 2, 201–216.



SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	51/1	31 – 49	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2013
--	------	---------	------------------------

## TYPY ŠKRAPŮ V MEZOZOICKÝCH VÁPENCÍCH PAVLOVSKÝCH VRCHŮ NA JIŽNÍ MORAVĚ

JAN VÍTEK

Přírodovědecká fakulta UHK, Katedra biologie, Rokitsanského 62, 500 03 Hradec Králové, Česká republika;  
jan.vitek@uhk.cz

**J. Vítek: Types of karren in the Mesozoic limestones of the Pavlovské vrchy Hills, Southern Moravia, Czech Republic**

**Abstract:** This paper gives geomorphological characteristics of karren (lapiés) in limestones of the Pavlovské vrchy Hills in Southern Moravia. Karren developed on rocky outcrops of Mesozoic limestones (so called Ernstbrunn Limestones) – age Upper Jurassic up to Lower Cretaceous. Author in the study area has registered 13 types of karren. Grikes (fissure karren), pit karren, slaggy karren, tubular karren, on some places rock-rills (rillenkarrén), pointed karren, rund karren, kamenitzas (solution pans), stone pavements (plane karren), etc. developed on subhorizontal or slightly inclined surfaces. Wand karren (wall lapiés), cellular karren (honeycombs) developed on vertical and steeper inclined stone surfaces. Solution rock holes (cavernous karren) are typical feature in the studied area (some of them can be termed as tafoni or basis-tafoni).

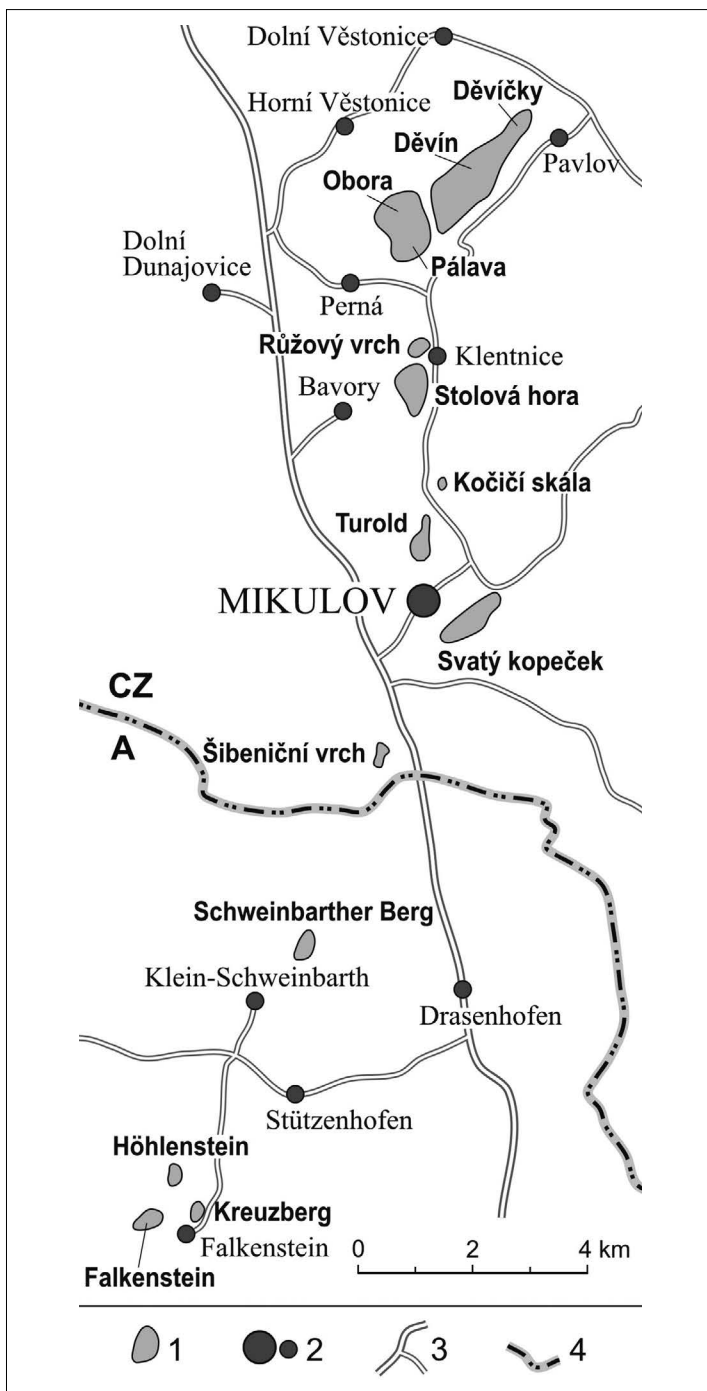
**Key words:** geomorphology, karren, Ernstbrunn Limestones, Pavlovské vrchy Hills, Southern Moravia

### ÚVOD

K typickým tvarům krasového reliéfu patří škrapy – drobné i větší konkávní a konvexní tvary, rozčleňující skalní povrch vápenců, případně jiných hornin. Škrapy ve vápencových oblastech České republiky nejsou tak dokonale vyvinuté, jako např. v alpských, dinárských, karpatských aj. krasových oblastech a podrobnější pozornost jejich rozmístění a typologii zde dosud věnována nebyla. Předložený příspěvek podává geomorfologickou charakteristiku škrapů v mezozoických vápencích Pavlovských vrchů na jižní Moravě s uvedením několika dalších příkladů i z pokračování této oblasti ve vrchovině Leiser Berge již na území Rakouska.

### GEOLOGICKÉ A GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Pavlovské vrchy jsou svérázným územím Západních Karpat, vytvářejícím výraznou krajinnou dominantu jižní Moravy. Tvoří je asi 10 km dlouhé (ve směru S-J) seskupení návrší – bradel – z vápenců mezozoického stáří, které na jihu útržkovitě pokračuje i na rakouském území (obr. 1). Z regionálně geologického hlediska (např. Stráník et al., 1999; Poul a Melichar, 2005) se toto území nachází na styku karpatské předhlubně a alpsko-karpatského orogénu, kde vápencová skalní bradla jsou začleněna do terciérních sedimentů ždánické jednotky. Dle regionálně geomorfologického členění České republiky (např. Demek a Mackovčín Eds., 2006) jsou Pavlovské vrchy součástí soustavy Vnější Západní Karpaty a podsoustavy Jihomoravské Karpaty, kde tvoří západní podcelek v celku Mikulovská vrchovina. Návrší Pavlovských vrchů se ve směru S-J postupně



Obr. 1. Přehledná mapa zájmového území. Vysvětlivky: 1 – vápencový vrch (bradlo), 2 – město, obec, 3 – silnice, 4 – státní hranice České republiky (CZ) a Rakouska (A)

Fig. 1. General map of the studied area. Explanations: 1 – limestone hill (nappe outlier), 2 – settlement (town, village), 3 – road, 4 – state boundary of the Czech Republic (CZ) and Austria (A)



snížují – na severu vrcholí kótou Děvín (554,4 m), vystupující 385 m nad hladinou vodní nádrže Nové Mlýny v nivě Dyje, zatímco na jihu Šibeniční vrch (238,3 m) převyšuje přilehlé okolí v blízkosti státní hranice o 40 m. Bezprostřední pokračování tohoto pásma na rakouském území, zvané Falkensteiner Höhenzügen a vrcholící hradním vrchem Falkenstein (415 m), je součástí vrchoviny Leiser Berge (Riedl, 1960).

Složitým geologickým poměrem (včetně litologie, stratigrafie a tektoniky) Pavlovských vrchů byla už věnována poměrně velká pozornost (např. Jüttner, 1922; Valoušek, 1926; Eliáš, 1992; Čtyrský et al., 1995; Stráník et al., 1999; Poul a Melichar, 2005; Poul, 2006; Schneider et al., 2013 a řada dalších). Skalnatá návrší (bradla) Pavlovských vrchů jsou tvořena především vápenci (v menší míře i dalšími sedimenty, např. vápnitými jílovci) mezozoického stáří. Na stavbě Pavlovských vrchů se uplatňuje několik litostratigrafických sledů, označovaných (např. Eliáš, 1992; Čtyrský et al., 1995; Stráník et al., 1999) jako klenťnické souvrství (z jurských vápnitých jílovců s složkami vápenců) a ernstbrunnské (vápencové) souvrství jurského až křídového stáří; na bázi ernstbrunnských vápenců bývá vyčleňována ještě poloha „hlíznatých vápenců“, které Poul (2006 aj.) pokládá za odlučnou plochu tektonických pohybů.

Převážná část skalnatých partií v Pavlovských vrchách – včetně skalních výchozů s níže popisovanými lokalitami škrapů – je tvořena ernstbrunnskými vápenci. Eliáš (1992), Stráník et al. (1999), Poul (2005), Schneider et al. (2013) aj. je charakterizují jako masivní nebo lavicovitě vrstvené horniny, převážně bílé až světle šedé, mikritické, místy klastické (složené z ooidů, litoklastů a bioklastů). Povrch vápencových výchozů jeví tříšťnatý až lasturový lom.

Morfotektonickým vývojem Pavlovských vrchů se v poslední době zabývali zejména Ivan a Kirchner (1996), Poul a Melichar (2005), Poul (2006) aj.; přehled dřívějších názorů a souhrn nových poznatků přináší Poul et al. (2009). Nejnovější koncepce strukturní stavby (viz např. Poul a Melichar, 2005) vychází z předpokladu existence původní jedné vápencové „šupiny“, která byla vylomena z podloží v mladší fázi alpské orogeneze, začleněna do méně odolných flyšových sedimentů a během tektonických pohybů deformována do složitých vrásových, přesmykových a zlomových struktur. Ty jsou patrně nejen uvnitř jednotlivých těles (bradel), ale podle příčných zlomů došlo též k dislokaci a uspořádání souboru návrší do současného stavu, blízkému směru S-J. Mnohá návrší jsou v příčném profilu asymetrická s převažujícím sklonem vrstev k JV. Typickou kuestovou strukturu má zejména vrch Děvín (554 m) se strmým, skalnatým z. a jz. svahem na čele vrstev a v podstatě strukturním jv. svahem, sledujícím sklon vrstev (průměrně 40°) k JV. Rovněž některé skalnaté partie (např. z. výběžek vrchu Obora) jsou kuestou až strmě skloněným kozím hřbetem.

Současný reliéf jednotlivých bradel Pavlovských vrchů (viz např. obr. 2) lze tedy charakterizovat jako strukturně denudační. Vrcholové partie větších návrší jsou sečné (erozní) a není vyloučeno, že vedle subaerických procesů byly modelovány abrazi miocenního moře (např. Demek, Macka et al., 1970; Balatka et al., 1974). Strmé svahy některých návrší (např. z. svah Děvína, Růžový vrch, z. svah Obory, z. a v. svah Stolové hory aj.) jsou výrazně postiženy gravitačními svahovými procesy se vznikem rozsedlin a s odklonem, případně řícením skalních bloků a věží. Tyto procesy byly podpořeny gelivací, exfoliací atd. Ve vápencích vznikly krasové jevy a tvary. Z podzemních krasových útvarů je nejvýznamnější veřejnosti přístupná Jeskyně na Turoldu a několik dalších jeskyní (Bosák et al., 1984; Hromas Ed., 2009; Poul et al., 2009); povrchovým tvarům – škrapům – je věnována pozornost v tomto příspěvku.



Obr. 2. Ústřední část Pavlovských vrchů – v popředí vpravo skalní útvar na v. svahu Stolové hory u Klentnice, uprostřed Růžový vrch se Sirotčím hrádkem, v pozadí vlevo vrchy Pálava a Obora, v pozadí vrch Děvín a Divčí hrady. Foto: J. Vítek

Fig. 2. The central part of Pavlovské vrchy Hills – in foreground right rock formation on the E slope of Stolová hora Hill near the Klentnice village, in the centre Růžový vrch Hill with the ruin of Sirotčí Hrádek castle, in the background left Pálava and Obora hills, in the far background Děvín Hill and ruin of Divčí hrady castle. Photo: J. Vítek

## DOSAVADNÍ LITERÁRNÍ ÚDAJE

Některým povrchovým mezo- a mikroformám ve vápencích Pavlovských vrchů byla už dříve věnována větší pozornost. Zejména zásluhou K. Jüttnera a B. Valouška si lze udělat představu o tvarech reliéfu, které později zničila těžba vápenců, např. o povrchovém krasu na Turoldu a některých dalších útvarech, včetně mikroforem skalního povrchu. Jüttner (1922) zřejmě jako první upozornil na skalní prohlubně (jím zvané Wirbellöcher) na stěnách Soutěsky a v okolí a považoval je za produkt příboje miocenního moře nebo stepní větrné koraze. (Tyto prohlubně byly později označovány též jako Jüttnerovy jámy, viz např. Rubín, 1964.) Jüttner (1922) se zmínil též o škrapech (*Karren*) na vodorovných nebo mírně skloněných vápencových plochách a jejich vznik vysvětlil rozpouštěcí činností atmosférické vody; jiné jamky zase považuje za výsledek činnosti „vrtavých hub“ rodu *Vioa*. Na hojný výskyt škrapů zejména ze hřbetu Děvína a Turoldu upozornil Valoušek (1926) a zmínil se též o skalních dutinách v Soutěsce a okolí, na jz. svahu Stolové aj. Užívá pro ně označení „koflíkovité vyhloubeniny“ nebo „vírové jámy“ a přiklání se k názoru K. Jüttnera, že jde o dílo výmolné činnosti vodních vírů na pobřeží miocenního moře, nebo rušivé činnosti „větrů stepních v dobách diluviálních“. Za výsledek mořské abraze považuje „konkávní dutiny, podobné vchodům do jeskyní“ též Schnabel (1933) a upozorňuje i na „vývrtové otvory“ na skalách u Sirotčího hradu, vzniklé dle jeho názoru činností mořských mlžů rodu *Pholas*.

Skalním dutinám na stěně Soutěšky a v okolí věnovali větší pozornost Demek a Mac-ka (1953) a správně je vysvětlili jako produkt krasových procesů. Navštědčují tomu mi-niaturní praménky (vývěry vody z puklin nebo tenkých kanálků) uvnitř některých pro-hlubní a také výskyt drobných stalaktitů. Podle těchto autorů je vývoj dutin podporován též mechanickým zvětráváním a příznivější podmínky pro vývoj dutin jsou v kompak-tním nežli brekciovitém vápenci. Vodou zvlhčovaný povrch stěn pod skalními dutinami je porostlý řasami, které tvoří nápadné tmavé pruhy. K podobným závěrům došel též Rubín (1964). Ivan a Kirchner (1996) považují tyto útvary za *tafoni* a upozorňují na význam převažující z. a j. expozice skalních stěn s dutinami (v Soutěsce a okolí, pod Kotlem a Stolovou horou). Vznik dutin vysvětlují kombinací chemického, mechanického (tzv. negativní exfoliací) i biogenního zvětrávání a upozorňují na zbytky Fe-Mn kůry ve stěnách některých prohlubní.

Výskyt škrapů je zmiňován ve většině publikací věnovaných krasovým tvarům Pav-lovských vrchů. Např. Bosák et al. (1984) v práci o krasu na Turoldu píše o „pempzovi-tém“ vzhledu povrchu vápenců, typickém pro selektivní „škvárové“ škrapy, které mor-fologicky dělí na cylindrické, puklinové a obecné škrapy.

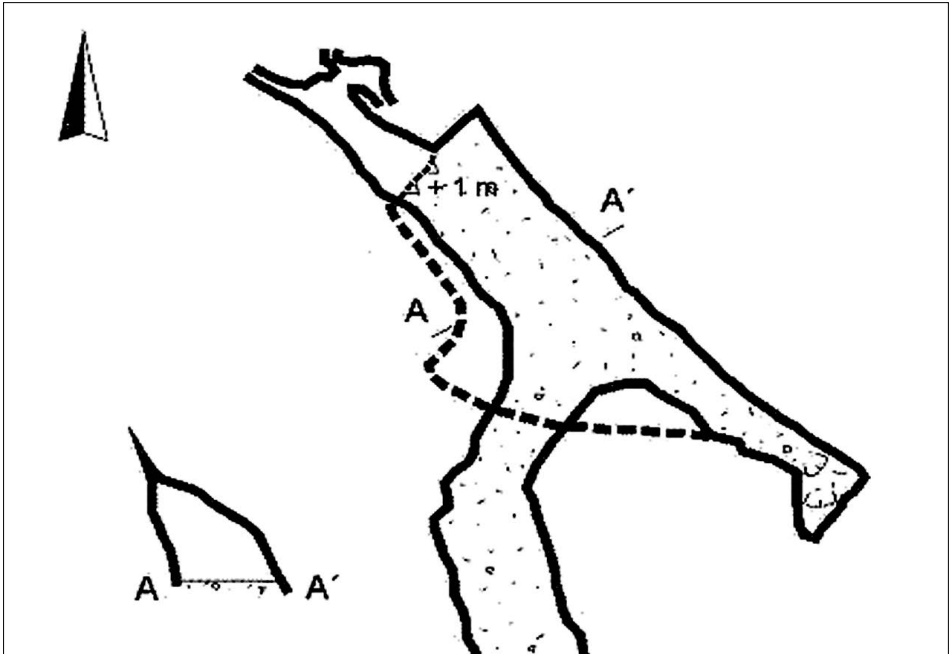
## METODIKA A TERMINOLOGIE

Geomorfologický výzkum v oblasti Pavlovských vrchů byl autorem realizován ze-jména v letech 2011 – 2012, a to v rámci projektu „Implementace soustavy Natura 2000 v územích v péči Agentury ochrany přírody a krajiny ČR a jejich monitoring – inventa-rizační průzkumy“. Hlavní pozornost byla věnována georeliéfu na vápencích na území NPR Děvín-Kotel-Soutěska, kde zejména vrch Děvín (554 m) se vyznačuje nejen největ-ší koncentrací, ale též nejvýraznější diverzitou škrapových tvarů. Děvín je zároveň nej-rozsáhlejším souvislým vápencovým návrším v oblasti Pavlovských vrchů a pro podrob-nější geomorfologický výzkum a dokumentaci škrapů zde byly vymezeny tři vzájemně odlišné územní segmenty (viz obr. 4 a subkapitoly 1 – 3). V zájmu maximální ochrany biotopů byl terénní výzkum na území národní přírodní rezervace realizován mimo hlav-ní vegetační období, což platí i pro orientační studie v ostatních, rovněž chráněných lo-kalitách na území CHKO Pálava (Stolová hora 459 m, Kočičí skála 362 m, Turol 385 m, Svatý kopeček 363 m, Šibeniční vrch 238 m aj.) i na vápencových návrších v rakouském pokračování tohoto území až po obec Falkenstein (vrchy Schweinbarther Berg 337 m, Höhlenstein 390 m, Falkenstein 415 m, Kreuzberg aj.).

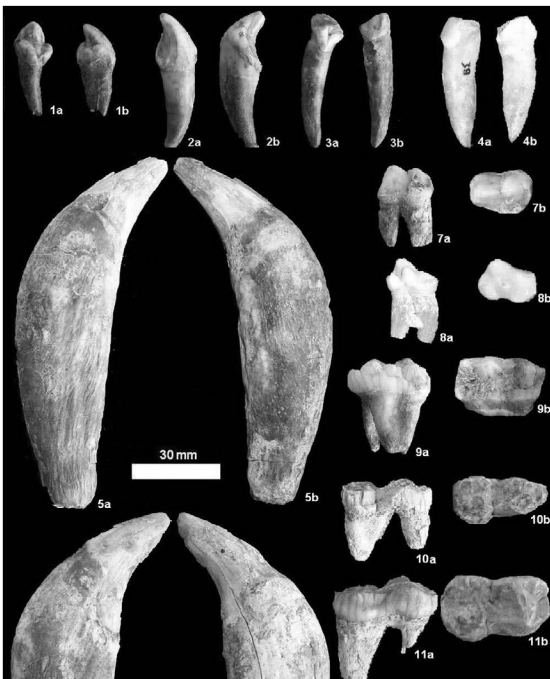
Podkladem pro terénní dokumentaci a pro sestavení grafických příloh (obr. 1, 4 a 5) byly Základní mapy České republiky v měřítku 1 : 10 000, listů: 34-12-25, 34-14-05 a 34-14-10.

Typologii a terminologii škrapů z rozličných krasových oblastí byla v karsologické literatuře už věnována poměrně velká pozornost. Základy moderní typologie škrapů podali např. Bögli (1960), Sweeting (1972) a Panoš (1980, 1991), nově též Ford a Williams (2007), Ginés et al. Eds. (2009) aj.; ve vápencových oblastech Slovenského krasu věno-vali velkou pozornost škrapům Jakál (1975) a v poslední době Bella et al. (2009) a Bella a Gaál (2010).

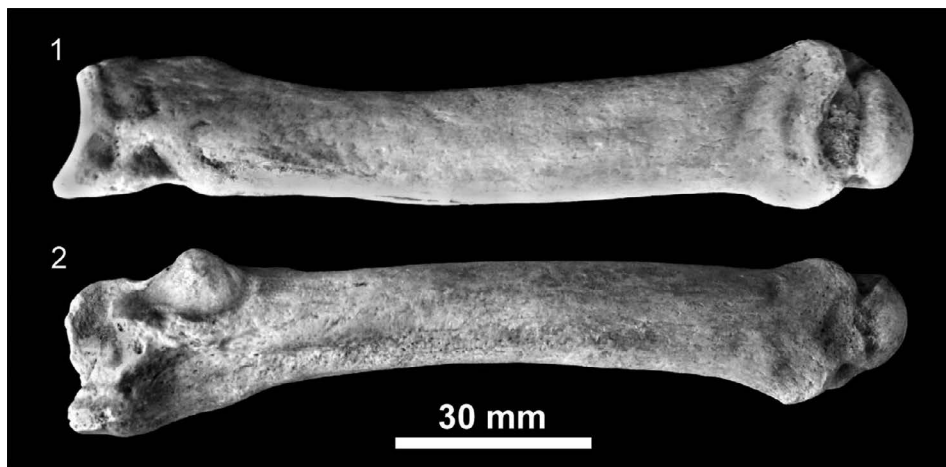
Terminologie a typologie výše uvedených autorů byla využita při morfogenetické charakteristice většiny škrapových tvarů uvedených v tomto příspěvku. Na vápencích Pavlovských vrchů bylo registrováno nejméně 13 typů škrapů (v závorce jsou uvedeny jejich mezinárodní ekvivalenty): puklinové škrapy (*grikes*, *fissure karren*), jamkové š. (*pit karren*), škrapové skalní hřebeny (*karren crests*, *karren rock ridges*), škvárovité š.



Obr. 3. Škrapový hřeben na vrchu Kreuzberg ve vrchovině Falkensteiner Höhenzügen (v rakouském pokračování Pavlovských vrchů); v pozadí hradní vrch Falkenstein. Foto: J. Víték  
 Fig. 3. Karren crest on the top of the Kreuzberg Hill in the Falkensteiner Höhenzügen Hills (in prolongation of the Pavlovské vrchy Hills in Austria); in background Falkenstein Hill with the castle. Photo: J. Víték



Obr. 4. Geomorfologická mapa vrchu Děvín (554 m) s vyznačením lokalit škrapů (segmenty 1, 2, 3). Vysvětlivky: 1 – vrstevnice po 20 m; 2 – skalní stěna, skalní hřeben, blok, balvan; 3 – škrapové pole; 4 – úpad a strž; 5 – lokalizace škrapů (segmenty 1, 2, 3 – viz subkapitoly 1 – 3), profily A, B, C – viz obr. 13, profil D-D' – viz obr. 5); 6 – silnice, cesta  
 Fig. 4. Geomorphological map of the Děvín Hill (554 m a. s. l.) with karren localities (segments 1, 2, 3). Explanations: 1 – contour lines with interval 20 m; 2 – rock wall, rock crest, block, boulder; 3 – karrenfeld; 4 – dell and gully; 5. karren localities (segments 1, 2, 3 – see subchapters 1 – 3), profiles A, B, C – see Fig. 13, profile D-D' – see Fig. 5); 6. road, track



Obr. 5. Profil (D-D') jihovýchodním svahem vrchu Děvín; lokalizace viz obr. 4  
 Fig. 5. Profile (D-D') of the S-E slope of Děvín Hill; location see Fig. 4

(*slaggy karren*), rourovitě š. (*tubular karren*), rýhové š. (*rillenkarren*), hrotovitě š. (*pointed karren*, *spitzkarren*), oblě š. (*rundkarren*, *rounded karren*), kamenice (*kamenitzas*, *solution pans*), krasová dlažba neboli ploché š. (*plane karren*, *flachkarren*), stěnové š. (*wandkarren*), voštinové š. (*cellular karren*) a dutinové š. (*cavernous karren*).

### GEOMORFOLOGICKÁ TYPOLOGIE ŠKRAPŮ V PAVLOVSKÝCH VRCHÁCH

V oblasti Pavlovských vrchů jsou škrapy součástí skalních výchozů tvořených zejména ernstbrunnskými vápenci. Některé z nich (např. škrapové hřebeny, škvárové, puklinové a jamkové škrapy) jsou poměrně hojně rozšířené, v zájmu komplexnosti byly ke škrapům zařazeny též skalní dutiny (dutinové škrapy), jejichž výskyt je charakteristický právě pro studovanou oblast. Jako modelová území s výskytem všech registrovaných typů škrapů v oblasti Pavlovských vrchů byly vybrány 3 segmenty vrchu Děvín (554 m) a bližší pozornost je jim věnována v subkapitolách 1 – 3. V následující části této kapitoly je podán přehled škrapů na ostatních místech Pavlovských vrchů i několika lokalitách v rakouském pokračování tohoto území (Falkensteiner Höhenzügen). Některé zkratky užívané v následujícím textu: hl. = hloubka, š. = šířka, v. = výška.

Výraznými skalními mikroformami až meziformami jsou **škrapové hřebeny**, vzniklé rozčleněním vrcholových částí okrajových skalních útvarů nebo svahových hřbetů dle puklin, případně v závislosti na litologii a struktuře vápenců. Vedle četných míst na svazích Děvína (viz subkapitoly 1 – 3, obr. 4) lze uvést příklady z řady dalších návrší, např. ze s. svahu hradního vrchu Děvíčky (vrcholky útvarů Tři panny), ze skalních útesů na z. a sz. svahu Obory (Trůn, Martínka aj.), na skalních věžích a blocích Růžového vrchu pod Sirotčím hrádkem, na v. a z. svazích Stolové hory (na Klentnických a Bavorských skalách), na z. a jz. svahu Svatého kopečku, jz. svahu Šibeničního vrchu, podobně jako na rakouských návrších Schweinbarther Berg, Kreuzberg (obr. 3), Falkenstein aj.

Na odkrytých svazích jsou místy vyvinuta **škrapová pole**, tvořená soustavou drobných výchozů vápenců. Plošně nejrozsáhlejší pokrývají jv. až jjv. svah Děvína (viz subkapitola 1, obr. 4 a 6), menší plochy tvoří při sz. a z. hraně téhož vrchu (viz subkapitola

la 2), podobně jako nad skalnatou hranou z. výběžku Obory (tj. nad a mezi skalními útesy Martínky a Trůnu) a na j.jv. svahu Pálavy. Různě velká škrapová pole jsou i na Stolové hoře, zejména na v. a jv. svahu, na sz. výběžku (elevace 420 m n. m.) a mezi skalními hřebeny a útesy na z. až j.jz. svahu; na Svatém kopečku pokrývají značnou část jv. až jz. svahu, menší plochy zaujímají i na svazích obou elevací Šibeničního vrchu.

Součástí škrapových polí a některých dalších skalních výchozů jsou rozličné typy škrapů. Mimo vrch Děvín (subkapitoly 1 – 3) patří k významnějším lokalitám jejich výskytu též vrch Turold, i když většinu tvarů povrchového krasu (viz Jüttner, 1922; Valoušek, 1926) zde zničila dřívější těžba vápence. Několik skalek a balvanů nad lomovou stěnou a s. od vrcholku člení **jamkové**, **rourovité** a **puklinové škrapy** (sledující směry puklin 55°, 105° a 153°), sdružované též pod pojem **škvárové škrapy** (např. Bosák et al., 1984). Pod horní hranou lomové stěny jsou odkryty též **voštinové škrapy** – drobné prohlubně s rozměry 3 – 13 cm a hloubkou do 5 cm, vymezené mřížkovitě uspořádanými lištami z odolnějších poloh horniny. Puklinové a jamkové škrapy jsou běžné také na subhorizontálních a subvertikálních stěnách Kočičí skály, na četných výchozech na svazích Stolové hory, Svatého kopečku, Šibeničního vrchu aj.

Ve výběžku Pavlovských vrchů na rakouském území byly na j. hřbetu Höhlensteinu u Falkensteinu registrovány krasové mikroformy, které lze řadit mezi **oblé škrapy**. V délce asi 15 m a šířce 2 – 4 m tvoří soustavu nízkých (do 30 cm) a převážně úzkých (5 – 25 cm) oblých hřbítků (se sklonem k JV), vzájemně oddělených puklinovými mezerami, vyplněnými půdou s travnatou aj. vegetací. Oblé škrapy se obvykle zprvu tvoří pod půdní pokrývkou, což je zřejmé i z této lokality.

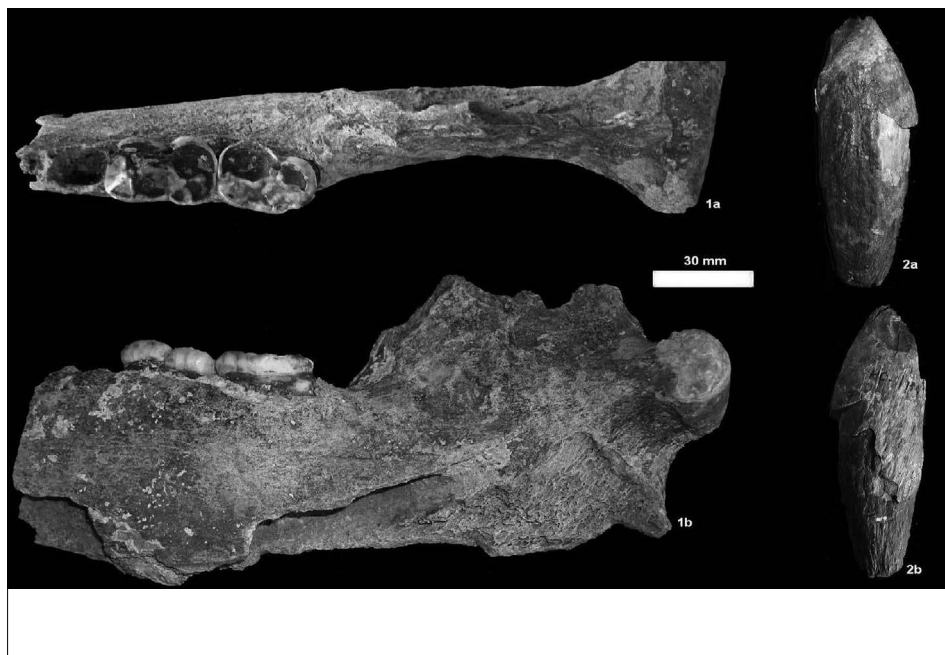
K pozoruhodným a pro studované území charakteristickým krasovým mikroformám patří **dutinové škrapy** – oblé skalní dutiny na subvertikálních skalních stěnách. Jejich známé a v literatuře často zmiňované lokality na stěně Soutěsky bude věnována pozornost v subkapitole 3. V obdobné morfogenetické pozici a v různých stádiích vývoje se tyto dutinové tvary vyskytují i na jiných místech (např. Valoušek, 1926 na ně upozornil na z. svahu Stolové hory). Několik dutin se zahlubuje též do stěn skalních útvarů Martinka a Obří kámen na sz. svahu Obory. Nacházejí se ve vyšší části stěn, tvořené celistvým vápencem. Některé dutiny (s rozměry do 50 cm a hloubkou kolem 30 cm) mají oválný tvar, většinou jsou svisle protáhlé (až na 1 m) dle puklin a nahoře (pod převislou partií) se nálevkovitě zužují. Také na stěně nejjižnějšího útvaru této skalní skupiny se mělké dutiny (o průměru asi 40 cm a hloubce do 10 cm) zahlubují pod převislou (exfoliační částečně vyčleněnou) šupinou. Totéž platí o dutině v počátečním stadiu vývoje na skalní stěně pod hradem Děvíčky v sousedství útvarů Tři panny.

### 1. Jihovýchodní svah Děvína

Tento segment (viz obr. 4 a 5) zaujímá bezlesou (stepní) část jv. svahu Děvína, přibližně 0,5 – 1 km jižně od vrcholu (v 554 m n. m.), a to od oblé horní hrany svahu (zvýrazněné oblou elevací v 494 m n. m.) po téměř souvislý lesní porost ve spodní části svahu. Touto partií svahu prochází výrazný, převážně zarostlý erozní zářez. Začíná při hraně svahu úpadem a postupně se prohlubuje do strže.

V horní části svahu vystupují po obou stranách strže skupiny skalních výchozů ernstbrunnských vápenců. Tvoří soustavu hřebínků, protáhlých až několik desítek metrů po svahu, převyšujících okolí o 3 – 6 m a přecházejících do škrapových polí (obr. 6). Zejména na třech výchozech pod elevací 494 m vznikla hustá síť škrapů. První skalka (jz. od horního okraje strže) je 12 m dlouhá, 5,5 m široká a nejvíce (od spodního úpatí) 4,5 m





Obr. 6. Škrapové pole s oblými škrapy pod vrcholkem Děvína. Foto: J. Vítek

Fig. 6. Karrenfield with rundkarren under the top of the Děvín Hill. Photo: J. Vítek



Obr. 7. Krasová dlažba (ploché škrapy) na jv. svahu Děvína. Foto: J. Vítek

Fig. 7. Stone pavement (plane karren) on the SE slope of Děvín Hill. Photo: J. Vítek

vysoká. Je zcela rozčleněna **puklinovými a hrotovitými škrapy**, respektive soustavou úzkých (5 – 40 cm širokých) hřebínků a břitů, protáhlých ve směru SZ-JV až SSZ-JJV (např. dle puklin 117°, 137°, 142°, 150°, 157°, 160° atd.) a vzájemně oddělených úzkými, až 1,2 m hlubokými mezerami. Ty jsou zčásti vyplněny půdou a prorůstá jimi bylinná i dřevinná vegetace.

Pro subvertikální stěny a subhorizontální plochy druhého (směrem k JZ) skalního hrbebenu (dlouhého 40 m, širokého 5 – 18 m a vysokého až 4 m) jsou charakteristické zejména jamkové, puklinové a rourovité škrapy. **Jamkové škrapy** – drobné dolíčkovitě prohlubně s rozměry a hloubkou 1 – 5 cm, často představují zárodečný tvar pro vývoj dalších škrapů. Jejich spojováním dle puklin se tvoří protáhlé puklinové škrapy, rozšiřováním a prohlubováním jamek vznikají též rourovité škrapy. **Puklinové škrapy** (obr. 8) jsou převážně úzké štěrby (protáhlé ve směru výše uvedených puklin), buď otevřené na jedné nebo na obou stranách, případně uzavřené (tyto jsou široké obvykle 2 – 4 cm, nejvíce 12 cm, a dlouhé 15 – 60 cm). Štěrbiny nejsou vždy přímé, ale mívají též hrbolatý (až meandrovitý) průběh, a to buď v závislosti na litologii, nebo pokud vznikají spojováním jamkových škrapů. Mnohde na sebe navazují téměř pravouhle nebo šikmo (pod úhly 60°, 120° aj.), jsou hluboké od několika cm do desítek cm a nezřídka zcela perforují, případně destrukují okrajové skalní výčnělky nebo samostatné balvany. Totéž platí o **rourovitých škrapech** – kruhovitých nebo oválných prohlubních s obvyklým průměrem 4 – 15 cm a hloubkou až několika decimetrů. Např. na skloněném j. okraji skalního



Obr. 8. Hustá síť puklinových a jamkových škrapů na jv. svahu Děvína. Foto: J. Víték  
Fig. 8. Dense network of grikes (fissure karren) and pit karren on the SE slope of Děvín Hill. Photo: J. Víték

výchozu byla dokumentována oválná prohlubeň s otvorem 13 × 12 cm a hl. 42 cm, ústící menším otvorem i na spodní straně. Mnohé prohlubně jsou částečně vyplněné půdou s trsy travin i mladých dřevin. Šikmý povrch některých výchozů je zbrázděný nedokonale vyvinutými **rýhovitými škrapy**, vzniklými korozními účinky stékající srážkové vody. Tvoří soustavu drobných (do 0,5 – 1 cm širokých i hlubokých), většinou nepravidelných rýh nebo žlábků, protáhlých ve směru sklonu a vzájemně oddělených ostrými přepážkami.

Výrazným škrapovým členěním se vyznačuje i třetí skalní výchoz na jižním temeni elevace 494 m, dlouhý 6,5 m (dle sklonu svahu), široký 4 m a vysoký až 4,5 m. Kromě hojných puklinových, jamkových a rourovitých škrapů zde byla dokumentována miskovitá prohlubeň **kamenice** (obr. 10), zahlobená do subhorizontální plochy na jv. okraji výchozu. Její rozměry jsou 18,6 cm (ve směru 130°) × 14,2 cm (20°), největší hloubka (v ssv. části) 9,5 cm. Stěny misky jsou mírně převislé, dno je drsné a téměř ploché, po dešti zaplněné vodou (při dokumentaci 23. 3. 2012 zde byly nalezeny vývržky hmyzožravého ptáka).



V nižší, poněkud mírnější části svahu přecházejí skalní výchozy do soustavy nesouvislých škrapových hřebínků, vysokých 1 – 2 m a protáhlých ve směru sklonu svahu. Mnohé se vyznačují asymetrickým profilem (s převislou jz. stranou), zřejmě kontrolovaným texturou vápencového souvrství. Totéž je patrné i na okolních drobných výchozech – **oblých škrapech** (obr. 6), vysokých i širokých 10 – 30 cm (výjimečně 60 cm) a vzájemně oddělených ploškami s půdou a vegetací.

Spodní část jv. svahu Děvína je do značné míry pokryta **škrapovými poli** (obr. 4) s výskytem rozličných typů škrapů, které se poněkud liší v partiích sv. a jz. od zarostlé erozní strže. Svah sv. od strže má zprvu mírnější sklon (30°) a vápencové výchozy zde byly destruovány podle puklin, jdoucích napříč sklonu svahu (např. směrů 115°, 122°, 128° aj.), do **puklinových škrapů**, až 0,5 m hlubokých a tvořících soustavy dlouhé až několik desítek metrů. Ostré hrany ploch výchozů i způsob rozpadu svědčí i o významné roli gelivace. V nižší, strmější části svahu jsou skloněné vrstvy vápenců (až 50° k JJV) rozčleněné do soustavy drobných stupňovitých (schodovitých) výchozů, vyčleněných dle subvertikálních nebo šikmých puklin. Směrem vzhůru se proto tyto skalky stříškovitě až hrotovitě zužují a lze je považovat za **hrotovité škrapy**.

Také svah jz. od erozní strže (tj. pod třemi výše popsanými skalními hřebeny) je tvořen téměř souvislým škrapovým polem (viz též obr. 4 a 5), vzniklým rozrušením vápencových vrstev, skloněných 30 – 45° k JV. V závislosti na struktuře a textuře zde vznikly dva hlavní typy škrapů. **Puklinové škrapy** člení skloněné vápencové vrstvy do hřebínků, vysokých a širokých okolo 0,5 m a protáhlých ve směru sklonu svahu (dle puklin 127°, 130°, 140°, 143°, 155°, 161° atd.; směry příčných puklin jsou 60°, 63°, 9° aj.). Mezery mezi těmito drobnými výchozy jsou buď úzké a sevřené, nebo širší, vyplněné půdou s vegetací. V nižší, mírně konvexní části svahu vystupují deskovitě vrstevnaté vápence (se sklonem 35° k JV), tvořící několik menších skalních hřebínků a místy též **krasovou dlažbu** – respektive **ploché škrapy** (obr. 7). V důsledku koroze, exfoliace a gelivace dochází na skalním povrchu k odštěňování různě velkých (od několika cm po 20 – 40 cm) a převážně tenkých (2 – 5 cm, výjimečně 10 – 15 cm) vápencových desek, které se dle puklin rozpadají v přibližně čtvercových, obdélníkových, trojúhelníkových nebo nepravidelných tvarech. Uvolněné ploché kameny jsou přemísťovány gravitací a akumulují se ve spodní části svahu. (Tyto partie tak lze zčásti považovat za degradované škrapy.)

## 2. Hrana západního svahu Děvína

Tento úsek zaujímá partii při skalnaté hraně severozápadního a západního svahu Děvína (obr. 4), a to od vrcholové kóty (554 m) asi 0,5 km jz. směrem, kde (již nad stěnou Soutěsky) mění směr k J. Hrana odděluje strmý svah kuesty, tvořený svislou nebo stupňovitou skalní stěnou, od mírnějšího týlového svahu kuesty, sledujícího sklon vápencových vrstev k JV až JJV. Tyto strukturní poměry se projevují i na geomorfologii škrapových polí v bezprostředním okolí vrcholu Děvína; plochy drobných skalních výchozů jsou na strmějším sz. svahu vymezeny šikmými až subvertikálními puklinami (směrů 39°, 42°; 136°, 147° atd.), kdežto na mírnějším týlním svahu jde o skloněné (30 – 55° k JJV) vrstevní plochy.

Hrana svahu stupňovitě klesá k JZ, kde ji zvýrazňuje několik skalnatých elevací s členitou a posléze souvislou skalní stěnou na sz. svahu. Gravitační svahové pohyby zde vedly k odštěňování a odklonu mohutných skalních bloků, jejichž vrcholové i boční partie byly korozí a gelivací modelovány do **škrapových hřebenů** s výrazně členěnými vrcholovými partiemi (např. nápadný útvar zvaný Koruna).

V místě, kde dochází ke změně směru svahu k JZ na JJZ až J (tj. nad skalními stupni přecházejícími do stěny Soutěšky), tvoří hranu svahu stupňovitě klesající skalnatý hřebínek, destruovaný v okrajových partiích gelivací a exfoliací. Vyznačuje se velkou koncentrací škrapových tvarů (zmiňovaných již Valouškem, 1926). Převážně jde o **puklinové škrapy**, dlouhé v rozmezí 10 – 80 cm, široké až 8 cm, hluboké do 30 cm a většinou se tvořící rozšiřováním a spojováním **jamkových škrapů** (tj. drobných jamek s rozměry a hloubkou několik cm). Štěrbinové škrapy na sebe místy navazují téměř pravouhle. Úzké puklinové škrapy jsou běžné i na subvertikálních skalních plochách. Příkladem je asi 1,5 m vysoký stupeň skalní hrany, zbrzděný soustavou až 60 cm dlouhých, 3 – 6 cm širokých a až 20 cm hlubokých škrapů. Na ně místy navazují mělké, ale rovněž ostře vymezené **rýhové škrapy**, vzniklé bez zjevné závislosti na průběhu puklin. Vzhledem k jejich poloze pod drnovými porosty (které jsou „zásobárnou“ stékající vody) nad skalní hranou lze považovat tyto škrapy za dekantační.

Na svislých stěnách skalní hrany se tvoří též **voštinové škrapy**. Např. do 2 m vysokého výchozu (již nad stěnou Soutěskou) se zahlubuje několik desítek samostatných nebo vzájemně propojených jamek s rozměry a hloubkou do 5 cm. Některé zjevně sledují průběh puklin, vznik jiných byl patrně podpořen střípkovitou odlučností vápenců. Na vodorovných plochách se postupným zvětšováním, případně spojováním jamkových škrapů tvoří též miskovité škrapy – **kamenice** – s plochým, hrbolatým dnem a mírně převýšenými stěnami; největší má rozměry 41 cm (ve směru 100°) × 15,5 cm (25°) a je 11 cm hluboká. Poblíž se nachází dvojice menších a navzájem spojených kamenic šlépějovitého tvaru. Běžné jsou i **rourovité škrapy**, buď prázdné (např. s rozměry otvoru 11 × 9 cm a hloubkou 18 cm), nebo částečně vyplněné půdou (včetně drobných úlomků horniny) a vegetací (obr. 9).



Obr. 9. Rourovité škrapy na hraně sz. svahu Děvína. Foto: J. Vítek

Fig. 9. Tubular karren at the edge of NW slope of Děvín Hill. Photo: J. Vítek



Obr. 10. Malá kamenice (skalní miska) na okraji skalního výchozu na jv. svahu Děvína.

Foto: J. Vítek

Fig. 10. Small kamenitza (solution pan) on the rim of the rocky outcrop on the SE slope of Děvín Hill. Photo: J. Vítek

### 3. Stěna Soutěsky

Názvem Soutěska je označován tektonicky podmíněný a erozí zvýrazněný údolní tvar, oddělující jz. část vrchu Děvín (554 m) od v. svahu vrchu Obora (483 m). Východní část Soutěsky (obr. 4) tvoří skalní stěna z ernstbrunnských vápenců, která na severu volně předchází do skalnatého sz. svahu Děvína; celé defilé je tak nejrozsáhlejším skalním výchozem v Pavlovských vrchách. Stěna Soutěsky je ve směru přibližně J-S dlouhá 400 m, asi uprostřed délky ji částečně snižuje sedlo a dělí ji tak do dvou poněkud odlišných částí.

Severní část stěny je ve svislém profilu tvořena dvěma až třemi stupni, oddělenými několika metry širokými travnatými terasami. Ani stěny skalních stupňů nejsou přímé, ale v příčném profilu mají více či méně zřetelný „esovitý“ (respektive „vlnkovitý“) průběh, ve kterém se střídají konvexní (převíslé) části s konkávními (vhloubenými) tvary. V partii přechodu části konvexní do konkávní se místy tvoří převisy. Např. v s. části stěny Soutěsky je dvěma převisy členěn prostřední, asi 10 m vysoký skalní stupeň. Zvláště výrazný převis (asi 15 m dlouhý, 3 m hluboký a v otvoru 4 m vysoký) vznikl pod hranou stěny severně od sedla Soutěsky (v místě zvaném Sauloch). Jeho dno je součástí terasy oddělující spodní stupeň skalní stěny. Do konkávní zadní stěny převisu se zahlubuje několik skalních dutin (až 30 cm širokých a 15 cm hlubokých), buď oválných s hlubší a širší horní částí, nebo svisle protáhlých dle puklin. Do některých dutin shora ústí tenký kanálek.

Poněkud odlišný ráz má střední část a jižní polovina stěny Soutěsky. Subvertikální skalní stěna je zde v podstatě přímá, tj. bez terasovitých stupňů, ale i zde lze v příčném profilu sledovat „esovitý“ průběh se vznikem konvexních a konkávních tvarů až převis-





Obr. 11. Střední část stěny Soutěšky se soustavou stěnových škrapů. Foto: J. Vítek  
 Fig. 11. Central part of the wall of the Soutěška gorge with the system of wandkarren.  
 Photo: J. Vítek

sů. Zčásti to platí i pro nápadný a v zsz. části převislý věžovitý útvar (zvaný Dračí hlava), vystupující nad sedlem Soutěšky. Pod ním je skalní stěna přes 20 m vysoká a v šířce asi 10 m ji člení soustava **stěnových škrapů** (obr. 11). V horní, konvexní části stěny začínají jako puklinové škrapy a v hlavní subvertikální části tvoří soustavu žlábků, hlubokých převážně 5 – 15 cm, místy až 40 – 80 cm. Některé žlábků zřetelně sledují směr puklin (směrů 112°, 118°, 127° atd.), jiné mají nepravidelný průběh s konkávním dnem a místy se prohlubují nebo spojují do svisle protáhlých dutin. Žlábků jsou navzájem odděleny oblými nebo hrbolatými hřbítky širokými 10 – 40 cm. Tyto stěnové škrapy vznikly chemickým i mechanickým působením srážkové vody (stékající povrchově nebo prolínající puklinami a tenkými kanálky), významně kontrolovaným strukturními a litologickými poměry horniny.

Pro následující jižní část skalní stěny Soutěšky jsou charakteristické vhloubené krasové mikroformy – převisy a skalní dutiny. Zejména do nejnižší části skalní stěny (8 – 15 m vysoké) se na úseku asi 40 m dlouhém zahlubuje několik desítek

oválných dutin (obr. 12 a 13), které lze označit jako **dutinové škrapy**. Patří k nejznámějším tvarům povrchového krasu ve vápencích Pavlovských vrchů, jimž věnovala pozornost už řada autorů (Jüttner, 1922; Valoušek, 1926; Schnabel, 1933; Demek a Macka, 1953; Ivan a Kirchner, 1996 a jiní). Dutiny mají oválný nebo vejcovitý tvar, jsou protáhlé buď subhorizontálně ve směru zvrstvení, nebo subvertikálně dle průběhu puklin. Vyskytují se v různém stadiu vývoje a rozličných tvarových varietách. Některé (obvykle na téměř svislých skalních plochách) mají tvar souměrně okrouhlých misek (s rozměry 10 – 60 cm a hloubkou 5 – 20 cm), četnější a také výraznější jsou dutiny, které se zahlubují v místě „ostřejšího“ přechodu konvexní (převislé) části stěny do konkávní části (viz též obr. 12 a 13). Některé z těchto dutin se výklenkovitě rozšiřují (nebo vzájemně spojují), mnohé se od otvoru do nitra částečně zvyšují (téměř výhradně ve stropní části) a bočně rozšiřují; morfologicky tak připomínají dutiny typů *tafoni* nebo *basis-tafoni*.

#### **Charakteristika a rozměry vybraných skalních dutin (lokalizace viz obr. 12):**

- 1 – Výrazná dutina asi 6 m nad úpatím skalní stěny, vzniklá propojením a rozšířením nejméně tří původních prohlubní na rozmezí konvexní a konkávní částí stěny. Rozměry dutiny (viz též profil B na obr. 4 a 13): v. otvoru 126 cm, vnitřku 133 cm; š. otvoru 122 cm (sklon 40° k J), vnitřku 126 cm a hl. 58 cm.
- 2 – Horizontálně protáhlá dutina v j. sousedství předchozí. Rozměry: v. 58 cm (uvnitř se pod převislou horní částí zvyšuje na 63 cm); š. 96 cm a hl. 38 cm.



Obr. 12. Jižní část stěny Soutěšky s dutinovými škrapy (1 – 4: lokalizace dutin popisovaných v subkapitole 3). Foto: J. Vítek

Fig. 12. Southern part of the wall of the Soutěska gorge with cavernous karren (1 – 4: location of the rock holes described in the subchapter 3). Photo: J. Vítek

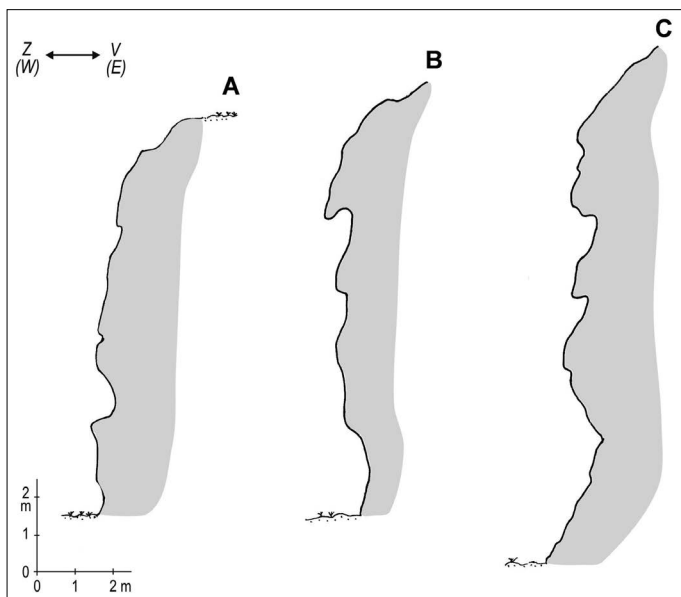
3 – Oválná dutina v konkávní části stěny (asi 2 m s. od dutiny č. 1). V horní části zadní stěny dutiny ústí tři kanálky (o průměru asi 0,5 cm). Mírně skloněné dno dutiny je již v konvexní části stěny a při dokumentaci (r. 2011 – 2012) bylo překryto několik cm mocnou vrstvou zeminy s travnatým trsem a mladým jedincem dřeviny (*Prunus mahaleb*). Rozměry dutiny: v. 63 cm, š. 48 cm (uvnitř 56 cm), hl. 41 cm.

4 – Samostatná dutina vejcovitého tvaru asi 2,5 m nad úpatím stěny (viz profil A na obr. 4 a 13). Rozměry: v. 113 cm; š. 96 cm (uvnitř se v j. části rozšiřuje na 112 cm) a hl. 46 cm. Do zadní stěny ústí několik tenkých kanálků. Pod touto dutinou je při úpatí skalní stěny menší a mělká miskovitá prohlubeň. Řada dalších dutin (vodorovně rozšířených až na 1 m) člení úpatí skalní stěny i v s. sousedství.

Při úpatí jvv. okraje skalní stěny Soutěšky vznikl kombinací krasových a kryogenních procesů jeskynní výklenek s rozměry: hl. 2,4 m, š. 2,1 m a v. 1,2 – 1,9 (otvor) m a skalnatým, žlábkovitě členitým dnem.

## DISKUZE A MORFOGENETICKÝ SOUHRN

Významnou součástí georeliéfu Pavlovských vrchů jsou tvary povrchového krasu – škrapy. Z analýzy těchto mikroforem (případně mezoforem) na ernstbrunnských vápencích jurského až křídového stáří je zjevné, že jejich vznik a vývoj byl do značné míry kontrolován litologickými, strukturními a texturními poměry. Souvrství ernstbrunnských vápenců se vyznačuje poměrně značnou nesourodostí. Ta je dána jednak poměrně velkou litologickou variabilitou (vápence obsahují složky autochtonní i redeponované, místy došlo i k dolomitizaci – viz Eliáš, 1961; Stráník et al., 1999 aj.), jednak přítomností tektonických a zřejmě též synsedimentárních deformací. Na význam



Obr. 13. Profily (A, B, C) stěnou Soutěsky s dutinovými škrapy (skalními dutinami); lokalizace viz obr. 4

Fig. 13. Profiles (A, B, C) of the Soutěska gorge wall with cavernous karren (solution rock holes); location see Fig. 4

litologie a mikrostruktury při krasovění dolomitických vápenců upozornil např. Bosák et al. (1984), který za jednu z příčin vzniku hojných členitých škrapových tvarů (jím sdružovaných pod pojmem škvárové škrapy) v Pavlovských vrchách považuje selektivní odstranění mikritové složky mezi dolomitovými klenci v hornině a desintegraci podél ploch dolomitových klenců.

Tento proces, podporovaný gelivací (případně exfoliací), se nepochybně uplatňuje i při vývoji členitých skalních tvarů (škrapových hřebenu), jejichž vzhled je významně kontrolován i průběhem puklin. Přítomnost puklin do značné míry ovlivňuje vznik a vývoj puklinových škrapů, stěnových žlábkových škrapů (dosahující ve stěně Soutěsky souvisle délky až 10 m, viz subkapitola 3, obr. 11), jakož i oblých škrapů, tvořících se alespoň v počáteční fázi vývoje pod půdní pokrývkou. Také pro vznik některých jamkových, případně dutinových škrapů je významná přítomnost puklin nebo mikrotektonických poruch. Jimi proniká srážková voda, což místy vede i ke vzniku korozních kanálků (registrovaných již Demkem a Mackou, 1953).

Bez zjevné závislosti na průběhu puklin se korozi plošně stékající srážkové (nebo dekantací) vody místy tvoří rýhové škrapy – drobné žlábků (kolem 1 cm hluboké i široké), oddělené ostrými hřebínky. Na celistvé („nerozpukané“) hornině hraje významnou roli při vzniku škrapů přítomnost iniciální prohlubně (drobné jamky) na skalním povrchu, často vzniklé v důsledku tříšťnatého nebo lasturového lomu horniny. Obdobným způsobem se na subhorizontálním nebo šikmém skalním povrchu tak tvoří i jamkové, případně rourovité škrapy (mnohde prorostlé vegetací, včetně mladých jedinců dřevin) a mělké miskovité prohlubně – kamenice – s plochým nebo „hrbolatým“ dnem. Na subvertikálních stěnách vede korozní rozšiřování „iniciálních“ jamek ke vzniku voštinových škrapů. Vývoj voštin ve vápencích vysvětluje Čílek (1993) odlišným průběhem

korozních procesů v konkávní a konvexní části jamky, na význam pórovité textury při vzniku voštin aj. mikroforem v travertinech upozornili Pilous (1985) a Vitek (1973). Jiný typ voštin, registrovaný např. na stěně lomu na Turoldu (uváděný též Bosákem et al., 1983 z podzemí Jeskyně na Turoldu), je výsledkem selektivního vypreparování tvrdších žilek horniny, tvořících pak lišty mezi drobnými prohlubněmi.

V ostatních krasových oblastech České republiky vzácný, ale pro některé partie Pavlovských vrchů příznačný, je výskyt oválných dutin na subvertikálních skalních stěnách. V souladu se současnou karsologickou typologií (např. Goudie, 2009) je řadím mezi dutinové škrapy. Těmto vhloubeným mikroformám byla v Pavlovských vrchách věnována pozornost už dříve (viz kapitola Dosavadní literární údaje), ale teprve Demek a Macka (1953) vysvětlili jejich vznik krasovými procesy – korozními účinky prolínající srážkové vody; důkazem občasného stékání vody jsou tmavé pruhy z povlaků řas pod mnoha dutinami. Ivan a Kirchner (1996) označují tyto tvary *tafoni* a kromě korozních účinků zmiňují význam negativní exfoliace a upozorňují na reliktu Fe-Mn kůry na stěnách některých dutin. Na základě analýzy těchto tvarů (viz subkapitola 3) se domnívám, že význam koroze při vývoji těchto dutinových škrapů je zásadní; za *tafoni* lze považovat ty dutiny, které se do nitra více či méně zahlubují pod odolnější povrchovou partií, což zdaleka neplatí pro všechny. Vznik mnohých dutin je významně kontrolován texturními poměry vápencového souvrství, respektive přítomnosti více či méně zřetelných (patrně již synsedimentárních) deformací, projevujících se též morfologicky „prohnutím“ skalní stěny (viz obr. 12 a 13). Některé dutiny (včetně nejvýraznějších) se tvoří v místě přechodu konvexně a konkávně prohnuté stěny a téměř vždy se rozšiřují i zvyšují ve své horní (až stropní) části. Morfologicky připomínají dutiny typu *basis-tafoni*, tvořící se na odlučných plochách vrstev nebo subhorizontálních puklin.

## ZÁVĚR

Příspěvek podává geomorfologickou typologii povrchových krasových tvarů – škrapů – v mezozoických vápencích Pavlovských vrchů na jižní Moravě a na několika navazujících návrších na rakouském území. Ve studovaném území bylo registrováno 13 typů škrapů, z nichž některé patří k nejdokonaleji vyvinutým v krasových oblastech České republiky. Škrapové tvary tak významným způsobem přispívají k diverzitě neobyčejné hodnotné přírody Pavlovských vrchů. Území je součástí Chráněné krajinné oblasti Pálava, vyhlášené v roce 1976 na ploše 8332 ha (Mackovčín et al., 2007) a zároveň tvoří jednu ze stěžejních částí Biosférické rezervace Dolní Morava. Ochrana tvarů povrchového krasu, včetně škrapů, je zvýrazněna skutečností, že nejvýznamnější lokality jsou součástí maloplošných zvláště chráněných území – národních přírodních rezervací Děvín-Kotel-Soutěska a Tabulová-Růžový vrch-Kočičí kámen, přírodních rezervací Svatý kopeček, Turol a Šibeničník a přírodní památky Kočičí skála.

Zatímco z hlediska výskytu tvarů podzemního krasu je v oblasti Pavlovských vrchů nejvýznamnější lokalitou vrch Turol s veřejnosti přístupnou jeskyní (většina dalších krasových tvarů zde byla už dříve zničena těžbou vápenců), největší koncentrací i rozmanitostí povrchových krasových tvarů, včetně škrapů, se vyznačují výchozy ernstbrunnských vápenců na území NPR Děvín-Kotel-Soutěska. Většina výskytů škrapů zde nevyžaduje zvláštní ochrannou péči, protože se tyto lokality nacházejí mimo dosah turistických cest a jen některé (např. na stěnách skalního útvaru Martínka) jsou potenciálně ohroženy horolezeckou činností. Z tohoto důvodu je zamezení horolezecké činnosti na dalších lokalitách (zejména v prostoru Soutěsky) zcela na místě.

## LITERATURA

- BALATKA, B. – CZUDEK, T. – DEMEK, J. – IVAN, A. – SLÁDEK, J. 1974. Geomorfologie Pavlovských vrchů a jejich okolí. Sbor. Čs. spol. zem., 79, 1–10.
- BELLA, P. – GAÁL, L. 2010. Škrapy na južnom svahu Plešiveskej planiny v Slovenskom krase. Slovenský kras, 48, 2, 209–222.
- BELLA, P. – GAÁL, L. – KILÍK, J. 2009. Kečovské škrapové pole. Slovenský kras, 47, 2, 187–200.
- BOSÁK, P. – ČADEK, J. – HORÁČEK, I. – LOŽEK, V. – TŮMA, S. – ULRICH, J. 1984. Krasové jevy vrchu Turoid u Mikulova. Studie ČSAV, 5, 108 s.
- BÖGLI, A. 1960. Kalklösung und Karrenbildung. Zeit. f. Geomorph., Suppl. 2, 4–21.
- ČÍLEK, V. 1993. Voštiny ve vápenci. Krasové sedimenty. Knihovna Čes. spel. sp., sv. 21, 87–89.
- ČTYROKÝ, P. – HAVLÍČEK, P. – STRÁNÍK, Z. – PÁLENSKÝ, P. 1995. Geologická a přírodovědná mapa CHKO a BR Pálava, 1 : 25 000. ČGÚ, Praha.
- DEMEK, J. – MACKA, M. 1953. Příspěvek k otázce mísovitých prohlubní ve vápencích Pavlovských vrchů. Sbor. Čs. spol. zem., 58, 54–56.
- DEMEK, J. – MACKA, M. et al. 1970. Pavlovské vrchy a jejich okolí. Stud. geograph., 11, 198 s.
- DEMEK, J. – MACKOVČIN, P. (Eds.) 2006. Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon. AOPK, Brno, 586 s.
- ELIÁŠ, M. 1992. Sedimentology of the Klentnice formation and the Ernstbrunn Limestone. Věst. Ústí. Úst. geol., 67, 179–196.
- FORD, D. – WILLIAMS, P. 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley, Chichester, 562 s.
- GINÉS, A. 2009. Karrenfield landscapes and karren landforms, 13–24. In Ginés, A. – Knez, M. – Slabe, T. – Dreybrodt, W. (Eds.): Karst rock features. Karren sculpturing. Carsologica, 9, Založba ZRC, Ljubljana, 561 s.
- GOUDIE, A. S. 2009. Cavernous weathering, 85–87. In Ginés, A. – Knez, M. – Slabe, T. – Dreybrodt, W. (Eds.): Karst rock features. Karren sculpturing. Carsologica, 9, Založba ZRC, Ljubljana, 562 s.
- HROMAS, J. (Ed.) et al. 2009. Jeskyně. In Chráněná území ČR, sv. XIV, AOPK ČR a EkoCentrum, Brno, Praha, 608 s.
- IVAN, A. – KIRCHNER, K. 1996. Nové poznatky o geomorfologii Pavlovských vrchů. Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 11–13.
- JAKÁL, J. 1975. Kras Silickej planiny. Osveta, Martin, 152 s.
- JÜTTNER, K. 1922. Entstehung und Bau der Pollauer Berge. A. Bartosch, Mikulov, 68 s.
- MACKOVČIN, P. – JATIOVÁ, M. – DEMEK, J. – SLAVÍK, P. et al. 2007. Brněnsko. In Chráněná území ČR, sv. IX, AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 932 s.
- PANOŠ, V. 1980. Klasifikace a terminologie škrapů. Acta Univ. Palack. Olomuc., Geogr., Geol., 19, 53–73.
- PANOŠ, V. 2001. Karsologická a speleologická terminologie. Knižné centrum, Žilina, 352 s.
- PILOUS, V. 1985. Morfogenetická typizace pramenitových, pěnovcových a travertinových forem reliéfu. Rozpravy ČSAV, řada MPV, 95, 4, 106 s.
- POUL, I. 2006. Nový tektonický model Pavlovských vrchů: flat-ramp-flat geometrie v externích Západních Karpatech. Rigorózní práce, PřF MU Brno, ms.
- POUL, I. (Ed.) – BUBÍK, M. – LISÁ, L. – NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ, M. – BAJER, A. 2009. Po stopách geologie a vína. Exkurzní průvodce ČGS, 23, 58 s.
- POUL, I. – MELICHAR, R. 2005. The new structural model of the Pavlow Hills, Western Carpathians. Geolines, 19, 96.
- RIEDL, H. 1960. Beiträge zur Morphologie des Gebietes der Leiser Berge und des Falkensteiner Höhenzuges. Mitt. Öster. Geogr. Gesel., 102, 65–76.
- RUBÍN, J. 1964. Jüttnerovy jámy. Lidé a země, 6, 282–283.
- SCHNABEL, E. 1933. Pavlovské kopce. Příroda, 26, 12–16.
- SCHNEIDER, S. – HARZHAUSER, M. – KROH, A. – LUKENEDER, A. – ZUSCHIN, M. 2013. Ernstbrunn Limestone and Klentnice beds (Kimmeridgian–Berriasian; Waschberg–Ždánice Unit; NE Austria and SE Czech Republic): state of the art and bibliography. Bull. Geosciences, 88, 1, 105–130.



- STRÁNÍK, Z. – ČTYROKÝ, P. – HAVLÍČEK, P. 1999. Geologická minulost Pavlovských vrchů. Sbor. Geol. Věd., Geol., 49, 5–32.
- SWEETING, M. M. 1972. Karst landforms. Macmillan, London – Basingstoke, 362 s.
- VALOUŠEK, B. 1926. Geologická exkurse na Pavlovské vrchy u Mikulova. Příroda, 19, 10, 275–283.
- VÍTEK, J. 1973. Mikroformy zvětrávání travertinu na Dreveníku u Spišského Podhradí. Zpr. Geogr. Úst. ČSAV, 10, 7, 23–30.

## TYPES OF KARREN IN THE MESOZOIC LIMESTONES OF THE PAVLOVSKÉ VRCHY HILLS, SOUTHERN MORAVIA, CZECH REPUBLIC

### S u m m a r y

Complex information about small surface forms in limestone areas of the Czech Republic is missing up-to now. The author presents geomorphological characteristic of karren (lapiés) in limestones of the Pavlovské vrchy Hills in Southern Moravia supplemented by some information from the Falkensteiner Höhenzügen Hills in Austria. Karren developed on rocky outcrops of Ernstbrunn Limestones (age Upper Jurassic up to Lower Cretaceous). The author studied especially karren crests that form top parts of some rock blocks and rock towers. Grikes (fissure karren, joint karren), pit karren, slaggy karren, tubular karren, on some places rock-rills (rillenkarren), pointed karren, rundkarren, kamenitzas (solution pans), stone pavements (plane karren), etc. developed on subhorizontal or slightly inclined surfaces. Wand karren (wall lapiés), cellular karren (honeycombs) developed on vertical and steeper inclined stone surfaces. Solution rock holes (cavernous karren) are typical feature in the studied area (some of them can be termed as tafoni or basis-tafoni). The author found the largest concentration of various types of lapiés on Děvín Hill (554 m a. s. l.) in the northern part of the Pavlovské vrchy Hills where he studied karst forms in detail in three test areas (segments). Karren in the Pavlovské vrchy Hills developed due to chemical (corrosion) and mechanical processes strongly controlled by the lithology and texture of the Ernstbrunn Limestones. The management and nature protection problems in the Pálava Protected Landscape Area (PLA) and biospherical reservation are discussed in the closing part of the paper.



SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	51/1	51 – 66	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2013
--	------	---------	------------------------

## SPOLOČENSTVÁ MEDVEĎOV JASKYNNÝCH ZO ŠARKANOVEJ A HOMOLOŠOVEJ DIERY NA SPIŠI (SLOVENSKO)

TOMÁŠ ČEKLOVSKÝ<sup>1</sup> – MARTIN SABOL<sup>1</sup> – MARIÁN SOJÁK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra geológie a paleontológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; ceklovsky@fns.uniba.sk, sabol@fns.uniba.sk

<sup>2</sup> Archeologický ústav Slovenskej akadémie vied v Nitre, pracovisko Mlynská 6, 052 01 Spišská Nová Ves; sojak@ta3.sk

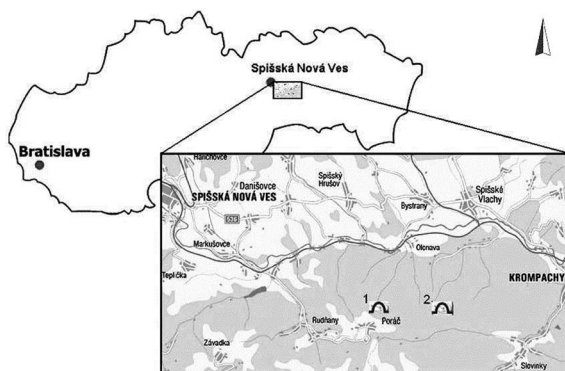
**T. Čeklovský, M. Sabol, M. Soják: Cave Bear Assemblages from the Šarkanova diera Cave and the Homološova diera Cave in Spiš Region (Slovakia)**

**Abstract:** Fossils of Late Pleistocene vertebrates are very frequently found also at Spiš archaeological sites. Sites under study – the Šarkanova diera Cave and the Homološova diera Cave – are situated in the Volovské vrchy Mts. Generally 1,269 fossil remains, belonging mostly to cave bears from the *spelaeus*-group, have been studied. The taphonomic analysis demonstrates the presence both of the pre-mortem (pathological phenomena) and the post-mortem processes (e. g. fragmentation, gnawing, water environment activity). The dating analysis (AMS Method) of cave bear bone sample from Šarkanova diera Cave yielded a calibrated age 44,850 BP, indicating the Middle Weichselian (probably the end of the Moershoofd Interstadial). Bear fossils from the both caves have been compared with a record from selected European Pleistocene sites. Apart from cave bears, fossils of hare (*Lepus* sp.), cave lion (*Panthera spelaea*) and probably cave hyena (cf. *Crocota crocota spelaea*) have been also determined in Šarkanova diera Cave.

**Key words:** Šarkanova diera Cave, Homološova diera Cave, Cave Bear Fossil Assemblage, Last Glacial, Taphonomy

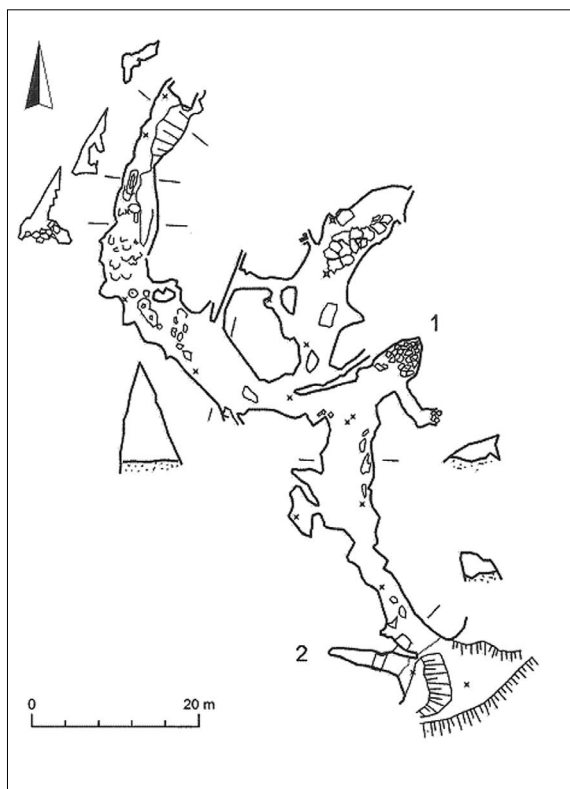
### ÚVOD A LOKALIZÁCIA JASKÝŇ

Na archeologických lokalitách Spiša sú paleontologické nálezy relatívne časté, no nevenovala sa im žiadna, alebo len malá pozornosť (napr. Soják, 2007; Soják et al., 2008). K jedným z najznámejších spišských archeologických nálezísk, ktoré poskytli aj pomerne značné množstvo fosílnych nálezov z obdobia vrchného pleistocénu, patria Šarkanova diera a Homološova diera (obr. 1). Z dôvodu vyplniť aspoň čiastočne medzeru v zooarcheologickom výskume nálezov fosílnych cicavcov z jaskynných lokalít na území Slovenska vznikol predložený príspevok, ktorého cieľom je morfometrická a tafonomická analýza paleontologických nálezov stavovcov zo skúmaných archeologických lokalít a ich porovnanie s nálezmi v Európe. V jaskyniach na Slovensku sa najčastejšie nachádzajú fosílné zvyšky medveďov jaskynných (*Ursus* ex gr. *spelaeus* ROSENMÜLLER, 1794), spomína sa viac ako 60 lokalít s fosílnymi zvyškami medveďa jaskynného z vrchného pleistocénu (Sabol, 2001). Jaskynné medvede zo skupiny *spelaeus* sú známe z mnohých lokalít situovaných od Španielska až po zauralskú časť Ruska. Taxóny mäsožravcov slúžia ako dobrý indikátor paleoprostredia, ako aj na definovanie individuálnych časových horizontov a makrobiozonáciu (Sabol, 2000).



Obr. 1. Situovanie jaskýň na výseku mapy. 1 – Šarkanova diera, 2 – Homološova diera

Fig. 1. Location of caves within a map sector: 1 – Šarkanova diera Cave, 2 – Homološova diera Cave



Obr. 2. Pôdorys oboch susediacich jaskýň pri Poráči podľa F. Miháľa z roku 2005 (Soják, 2007): 1 – Šarkanova diera, 2 – Chyža

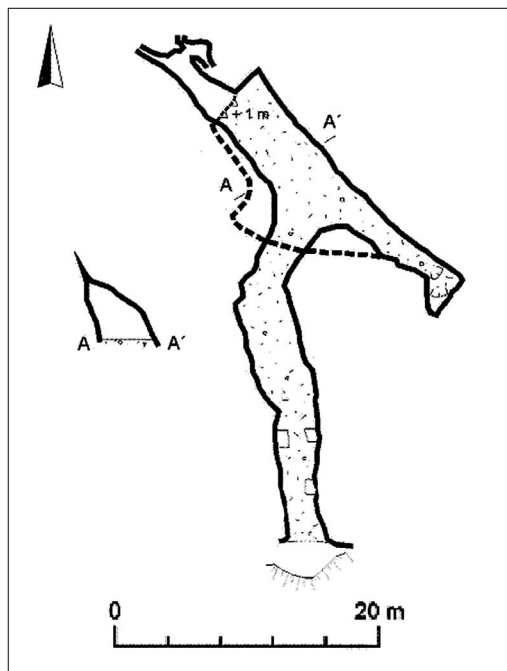
Fig. 2. A ground plan of both caves near Poráč according to F. Miháľ from 2005 (Soják, 2007): 1 – Šarkanova diera Cave, 2 – Chyža Cave

### Poráč – Šarkanova diera

Jaskyňa Šarkanova diera (okr. Spišská Nová Ves) sa nachádza v blízkosti obce Poráč vo Volovských vrchoch (obr. 2). Lokalita predstavuje inaktívnu puklinovú fluviokrasovú jaskyňu dlhú 177 m, s vchodom ležiacim v nadmorskej výške 690 m vo svetlých triasových vápencoch (Bella et al., 2007). Jaskyňa je známa od roku 1253 pod názvom „Petra Dupe“. V roku 1878 ju skúmal S. Roth spolu s A. Münnichom a P. Scholzom. Rozlíšili holocénnu vrstvu s neolitickými nálezmi prevažne bukovohorskej kultúry a podložnú pleistocénnu vrstvu s paleontologickými nálezmi. Popri kostiach medveďa jaskynného, vlka a jeleňa našli aj kosti leva jaskynného (Roth, 1878). Holocénne vrstvy obsahovali zvyšky kostí psa, jeleňa, srnca a svine divej (Bárta, 1963). Neolitický i osteologický materiál odtiaľto pochádza aj z neskorších výskumov B. Hajtsa (r. 1920 a 1921), J. Bártu (r. 1951) a F. Javorského (r. 1975 a 1984). Najmä z výskumu F. Javorského v marci 1975 je známy z porušených pleistocénnych sedimentov pomerne hojný paleontologický materiál (Soják, 2007, 118, tu uvedená ďalšia literatúra). Ten sa spolu s materiálom zozbieraným v roku 2008 v Archeologickej sieni (časť jaskyne) spracoval v období rokov 2010 – 2011 (Čeklovský, 2011).

### Slovinky – Homološova diera

Jaskyňa Homološova diera (tiež Vlašská diera; okr. Spišská Nová Ves) sa nachádza v blízkosti obce Slovinky vo Volovských vrchoch (obr. 3). Lokalita predstavuje inaktívnu puklinovú fluviokrasovú jaskyňu dlhú 91 m, s vchodom ležiacim v nadmorskej výške 776 m vo svetlých stredotriasových vápencoch (Bella et al., 2007). Jaskyňa je pomenovaná po zbojníkovi Homološovi. V roku 1927 jaskyňu skúmala skupina Karpatského spolku, vedená K. Piovarcym. Ako prvý jaskyňu skúmal z paleontologického pohľadu učiteľ J. Pokorný v roku 1935. Ďalšie fosílnе zvyšky sa spolu s archeologickými nálezmi z eneolitu a doby bronzovej našli počas archeologického výskumu v roku 1951 (J. Bárta) a 2000 (Soják, 2007). Posledným archeologickým výskumom v roku 2008 sa v jaskyni prvýkrát doložilo osídlenie zo stredného neolitu (kultúra s mladšou lineárnou keramikou, bukovohorská kultúra), pričom paleontologický inventár bol nepočetný a nevýrazný (Soják, 2009, 12, 13 – obr. 6). Fosílie v Homološovej diere ležali priamo na povrchu pleistocénnych vrstiev, porušených amatérskymi výkopmi z roku 1970 a neskôr, a rovnako boli spracované v období rokov 2010 – 2011 (Čeklovský, 2011).



Obr. 3. Slovinky, Homološova diera (pôdorys podľa J. Kuklu, kreslil F. Mihál'; Soják, 2007)  
Fig. 3. Slovinky, the Homološova diera Cave (ground plan according to J. Kukla, drawing by F. Mihál'; Soják, 2007)

## METODIKA A MATERIÁL

Na presnú taxonomickú determináciu fosílnych zvyškov sa aplikovala morfometrická analýza. Na meranie bolo použité posuvné meradlo Somet s presnosťou 0,1 mm. Všetky namerané hodnoty sa v príspevku udávajú v mm. Základná morfometrická terminológia vychádzala z práce Gonzáleza (2003), rozmery metapódií z práce Withalma (2001). Pri určovaní abrázie stoličiek sa vychádzalo z práce Stinerovej (1998), pri určovaní morfotypov premolárov z práce Rabedera (1999) a pri morfológickom opise zubov sa postupovalo podľa Sabola (2000).

Fosílny materiál sa posudzoval i z tafonomického hľadiska, pričom išlo hlavne o kvantifikáciu skúmaného materiálu (celkový počet určených kostí/fragmentov; NISP), minimálny počet anatomických jednotiek, t. j. celých kostí (MNE), minimálny počet jedincov (MNI) a determináciu abiotických (fragmentarizácia, abrázia, sedimentácia, farba) a biotických činiteľov (aktivita predátorov, choroby), ktoré postihli tafocenózu.

Rádiokarbónové datovanie (metóda AMS) sa uskutočnilo vo Viedni v laboratóriu VERA. Na datovanie poslúžilo niekoľko fragmentov metapódií medveďa jaskynného zo Šarkanovej diery.

### ***Poráč – Šarkanova diera***

Rad: Lagomorpha Brandt, 1855

Čeľad': Leporidae Fisher de Waldheim, 1817

Rod: *Lepus* Linnaeus, 1758

*Lepus* sp.

Materiál: *calcaneus* dext. (zber 1975)

Opis materiálu: Kost' je sfarbená do žltohneda, je nepoškodená (obr. 5).

Rad: Carnivora Bowdich, 1821

Čeľad': Ursidae Fisher de Waldheim, 1817

Rod: *Ursus* Linnaeus, 1758

*Ursus* ex gr. *spelaeus* ROSENMÜLLER, 1794

Materiál: pozri tab. 1.

Opis materiálu: Zuby sú zachované celé alebo ako fragmenty, s takmer všetkými stupňami abrázie (obr. 4). Kosti sú zväčša sfarbené do svetlohnedá, hnedá až žltohneda. Niektoré sú zachované celé, iné s rôznymi typmi fraktúr. Dlhé kosti sú najčastejšie zlomené v diafýzach, epifýzy niekedy chýbajú. Na povrchu viacerých kostí sa nachádzajú kúsky sintra, stopy po vodnej abrázii, stopy po hryzení či dokonca patologické prejavy.

Čeľad': Hyaenidae Gray, 1821

Rod: *Crocota* Kaup, 1828

*Crocota crocota* ERXLEBEN, 1777

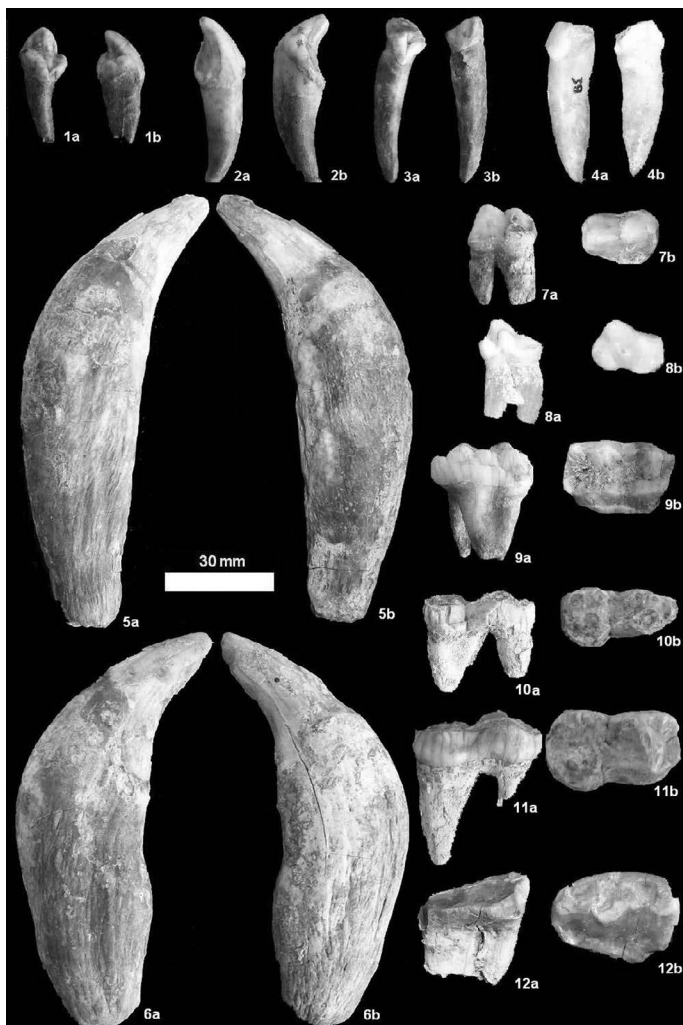
cf. *Crocota crocota spelaea* GOLDFUSS, 1823

Materiál: P4 sin. (zber 1975)

Opis materiálu: Korunka je sfarbená do sivohneda, vcelku abrazovaná, zachovaná len v prednej časti s úplne abrazovaným parastydom a protokonom. Bukálny aj lingválny

Tab. 1. Počet elementov *Ursus ex gr. spelaeus* zo Šarkanovej diery (zber 1975 a 2008)Tab. 1. Number of elements of *Ursus ex gr. spelaeus* from the Šarkanova diera Cave (collections 1975 and 2008)

Typ kosti/zuba	NISP	MNE	MNI	juvenilné	subadultné	adultné
I2	2	2	2	1	–	1
I3	10	10	5	–	–	10
i2	2	2	1	–	–	2
i3	4	4	3	1	1	2
fragmenty rezákov	1	1	1	?		
C	9	9	8	–	–	9
C	9	9	7	–	–	9
fragmenty špiciakov	16	11	3	?		
P4	1	1	1	–	–	1
p4	1	1	1	1	–	–
M1	4	4	3	3	–	1
M2	2	2	1	–	–	2
m1	4	4	2	–	–	4
m2	7	7	4	–	–	7
m3	10	10	7	1	1	8
fragmenty stoličiek	1	1	1	–	–	1
mandibula	23	17	10	8	–	9
fragmenty lebky	12	6	3	1		5
atlas	6	6	6	–	–	6
axis	2	2	2	–	–	2
v. cervicales (3. – 7.)	14	12	3	–	–	12
v. thoracicae	36	33	3			33
v. lumbales	18	18	4	–	–	18
v. caudales	2	2	1	–	–	2
fragmenty stavcov	41	12	1	–	–	12
fragmenty rebier	367	?	?	?		
scapula	13	7	4	–	1	6
humerus	4	4	2	–	–	4
radius	6	4	2	–	–	4
ulna	3	2	2	–	–	2
carpus	6	6	1	–	–	6
metacarpus	20	20	6	–	–	20
pelvis	7	5	2	2	–	3
femur	11	8	4	2	2	4
tibia	1	1	1	–	–	1
fibula	5	3	2	–	–	3
calcaneus	6	6	4	1	–	5
astragals	2	2	2	–	–	2
tarsus	2	2	1	–	–	2
metatarsus	31	31	6	–	–	31
fragmenty metapódii	12	11	1	?		
články prstov	16	16	1	–	–	16
fragmenty	299	?	?	?		



Obr. 4. *Ursus ex gr. spelaeus* zo Šarkanovej diery. 1: I2 sin., juvenil (a – medziálny pohľad, b – bukálny pohľad), 2: I3 dext., adult (a – distálny pohľad, b – lingválny pohľad), 3: i2 dext., adult (a – bukálny pohľad, b – lingválny pohľad), 4: i3 dext., adult (a – lingválny pohľad, b – distálny pohľad), 5: C sin., adultný samec (a – distálny pohľad, b – medziálny pohľad), 7: P4 sin., adult (a – lingválny pohľad, b – dorzálny pohľad), 8: p4 dext., juvenil (a – lingválny pohľad, b – dorzálny pohľad), 9: M1 dext., juvenil (a – lingválny pohľad, b – dorzálny pohľad), 10: m1 dext., adult (a – lingválny pohľad, b – dorzálny pohľad), 11: m2 dext., adult (a – lingválny pohľad, b – dorzálny pohľad), 12: m3 dext., adult (a – bukálny pohľad, b – dorzálny pohľad)

Fig. 4. *Ursus ex gr. spelaeus* from the Šarkanova diera Cave. 1: I2 sin., juvenile (a – mesial view, b – buccal view), 2: I3 dext., adult (a – distal view, b – lingual view), 3: i2 dext., adult (a – buccal view, b – lingual view), 4: i3 dext., adult (a – lingual view, b – distal view), 5: C sin., adult male (a – mesial view, b – distal view), 6: c sin., adult male (a – distal view, b – mesial view), 7: P4 sin., adult (a – lingual view, b – dorsal view), 8: p4 dext., juvenile (a – lingual view, b – dorsal view), 9: M1 dext., juvenile (a – lingual view, b – dorsal view), 10: m1 dext., adult (a – lingual view, b – dorsal view), 11: m2 dext., adult (a – lingual view, b – dorsal view), 12: m3 dext., adult (a – buccal view, b – dorsal view)



predný koreň sú zrastené, sfarbené do sivohneda, na báze uzavreté, na povrchu takmer nepoškodené. Z dôvodu fragmentárnosti nálezu a stupňa abrázie nie je vylúčená ani jeho príslušnosť k druhu *Panthera spelaea*, hoci morfológický charakter nálezu (výraznejší protokonový lalok) poukazuje skôr na príslušnosť k hyene jaskynnej ako k levovi jaskynnému (obr. 5).

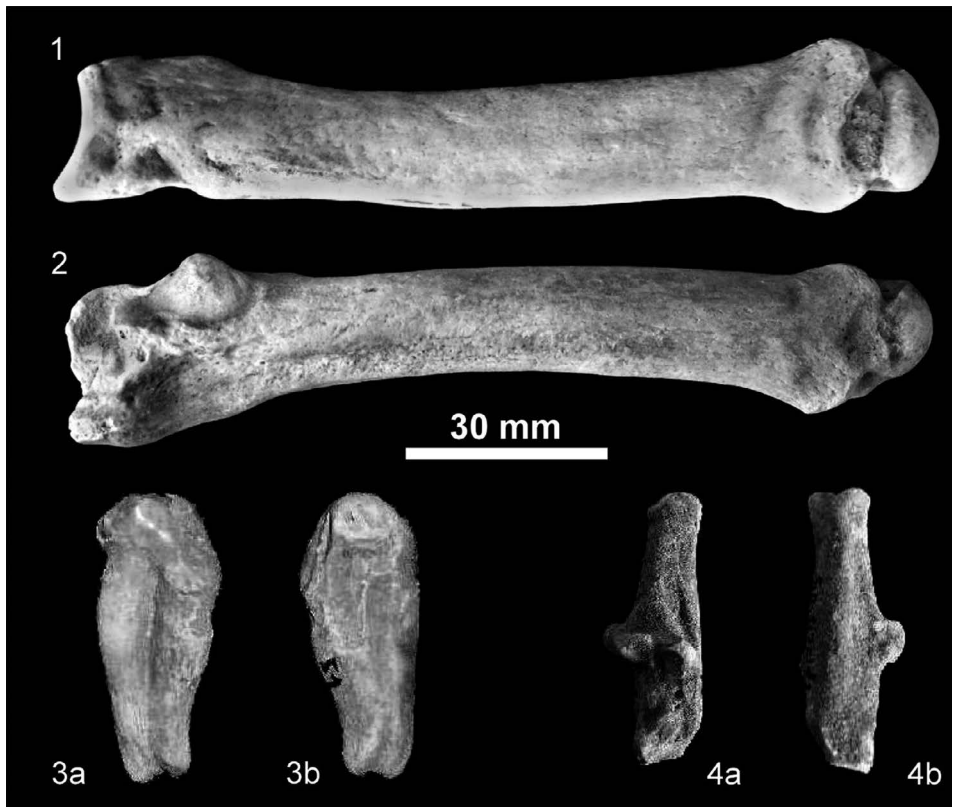
Čeľaď: Felidae Gray, 1821

Rod: *Panthera* Oken, 1816

*Panthera spelaea* GOLDFUSS, 1810

**Materiál:** *vertebra thoracica*, *metatarsale* II. sin., *metatarsale* V. dext., (zber 1975)

**Opis materiálu:** Stavce je sfarbený do svetlohnedá. Telo stavca je poškodené iba v jeho prednej spodnej časti. Tŕňový výbežok (*processus spinosus*) aj oba bočné výbežky (*processus transversus*) sú odlomené už na báze. Metapódiá sú takmer nepoškodené, sfarbené do žltohneda (obr. 5).



Obr. 5. Fosilne nález z Šarkanovej diery. 1, 2 – *Panthera spelaea* (1 – Mt II dext., 2 – Mt V dext.); 3 – cf. *Crocota crocota spelaea*, P4 sin. (a – medziálny pohľad, b – distálny pohľad); 4 – *Lepus* sp., calcaneus sin. (a – dorzálny pohľad, b – plantárny pohľad)

Fig. 5. Fossil record from the Šarkanova diera Cave. 1, 2 – *Panthera spelaea* (1 – Mt II dext., 2 – Mt V dext.); 3 – cf. *Crocota crocota spelaea*, P4 sin. (a – mesial view, b – distal view); 4 – *Lepus* sp., calcaneus sin. (a – dorsal view, b – plantar view)

**Slovinky – Homološova diera**

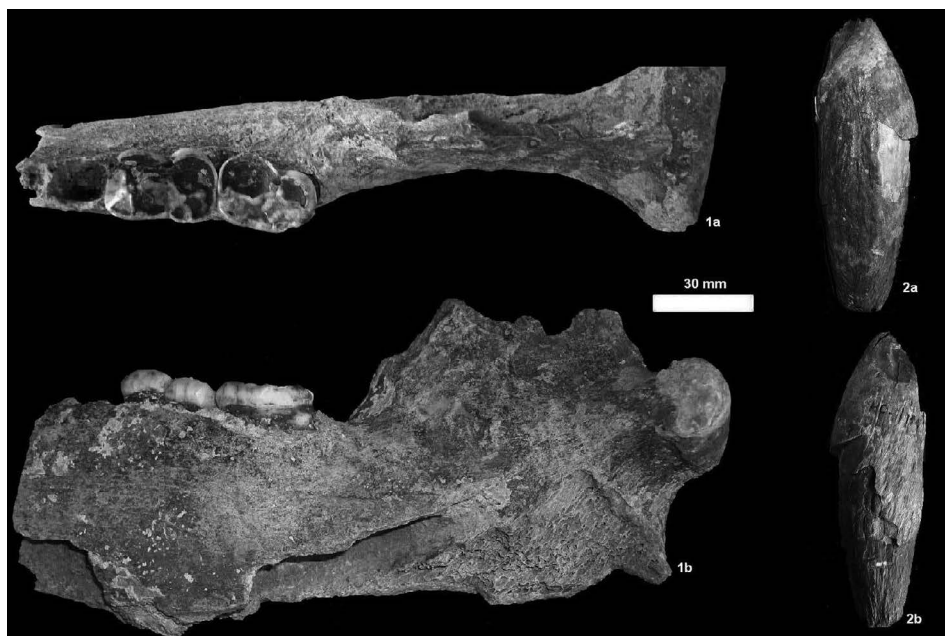
Rad: Carnivora Bowdich, 1821

Čeľad': Ursidae Fisher de Waldheim, 1817

Rod: *Ursus* Linnaeus, 1758*Ursus ex gr. spelaeus* ROSENMÜLLER, 1794Materiál: pozri tab. 2.Tab. 2. Počet elementov *Ursus ex gr. spelaeus* z Homološovej dieryTab. 2. Number of elements of *Ursus ex gr. spelaeus* from the Homološova diera Cave

Typ kosti/zuba	NISP	MNE	MNI	juvenilné	subadultné	adultné
C	1	1	1	–	–	1
m2	1	1	1	–	–	1
m3	1	1	1	–	–	1
mandibula	4	3	2	–	2	1
fragmenty lebky	4	2	1	–	–	2
atlas	3	1	1	?		
axis+	2	2	2	–	1	1
v. cervicales (3. – 7.)	2	2	1	–	–	2
v. thoracicae	9	8	2	1	–	7
v. lumbales	4	4	1	–	–	4
fragmenty stavcov	4	1	1	?		
fragmenty rebier	47	?	1	?		
scapula	5	2	1	–	–	2
humerus	4	3	2	1	–	2
radius	7	5	4	–	–	5
ulna	3	2	2	–	1	1
carpus	5	5	2	–	–	5
metacarpus	12	12	3	–	–	12
pelvis	2	2	2	1	–	1
femur	3	2	2	2	–	–
tibia	1	1	1	1	–	–
fibula	5	2	1	–	–	2
calcaneus	7	7	4	–	–	7
astragalus	4	4	2	–	–	4
tarsus	1	1	1	–	–	1
metatarsus	6	6	2	–	–	6
články prstov	1	1	1	–	–	1
fragmenty	68	?	?	?		

Opis materiálu: Korunka špiciaka je z veľkej časti zlomená a abradovaná (obr. 6). Stoličky sú zachované celé a sú veľmi abradované. V nálezoch výrazne prevláda tmavohnedá farba, niektoré kosti obsahujú na povrchu mangánové povlaky. Časť kostí je zachovaná kompletne, iné s rôznymi typmi fraktúr. Dlhé kosti sú najčastejšie zlomené v diafýzach, pričom epifýzy nezriedka chýbajú. Na povrchu niektorých kostí sa nachádzajú kúsky sintra, stopy po hryzení, bez patologických prejavov a stôp po vodnej abrázii.



Obr. 6. *Ursus ex gr. spelaeus* (adult) z Homološovej diery. 1 – mandibula sin. s m2 a m3 (a – dorzálny pohľad, b – lingválny pohľad); 2 – C sin. (a – lingválny pohľad, b – bukálny pohľad)  
 Fig. 6. *Ursus ex gr. spelaeus* (adult) from the Homološova diera Cave. 1 – mandibula sin. with m2 and m3 (a – dorsal view, b – lingual view); 2 – C sin. (a – lingual view, b – buccal view)

## TAFONOMICKÉ VYHODNOTENIE A RÁDIOMETRICKÉ VÝSLEDKY

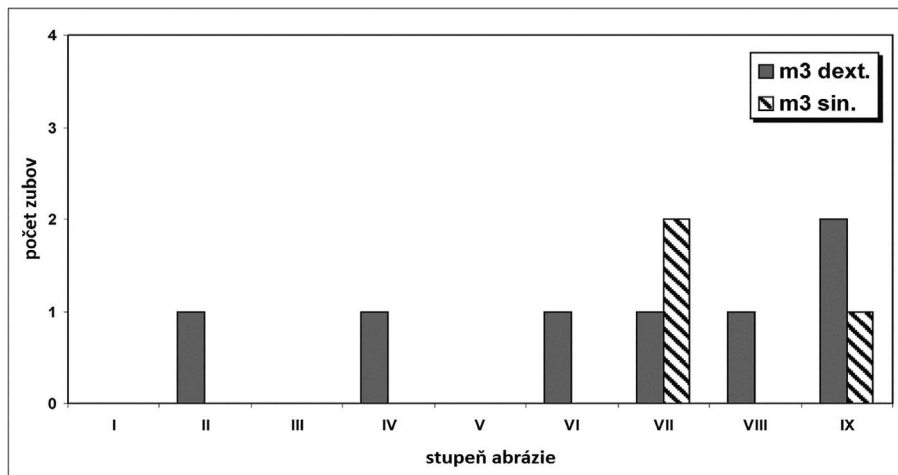
### *Poráč – Šarkanova diera*

Skúmané medvedie spoločenstvo zo Šarkanovej diery pozostáva minimálne z 10 jedincov (MNI = 10; 4 juvenilné *mandibula* dext. a 6 adultných *mandibula* dext.). Z postkranialného skeletu sú najlepšie zachované drobné kosti (zápästné, zápästné, priehlavkové, predpriehlavkové kosti, články prstov, kaudálne stavce), ale aj zuby. Na druhej strane dlhé kosti, stavce a ploché kosti (leбка, lopatka, panva) majú oveľa väčšie poškodenia, najmä fraktúry. Dominancia pozdĺžnych (39 %), špirálových (32 %) a priečne nepravidelných (19 %) fraktúr indikuje skôr pôsobenie biotických činiteľov (predátorov) na „čerstvé“ kosti. Činnosť predátorov (hlavne hyen) je doložená stopami po hryzení a obhrýzaní na niekoľkých kostiach. Ďalšími biotickými činiteľmi sú patologické prejavy v podobe exostóz, ktoré sa našli na piatich vzorkách.

Z abiotických činiteľov sú najviac zastúpené abrázia a sedimentácia sintra na povrchu kostí. Kým abrázia indikuje aktivitu tečúcej vody, sintrové pokryvy svedčia o tom,

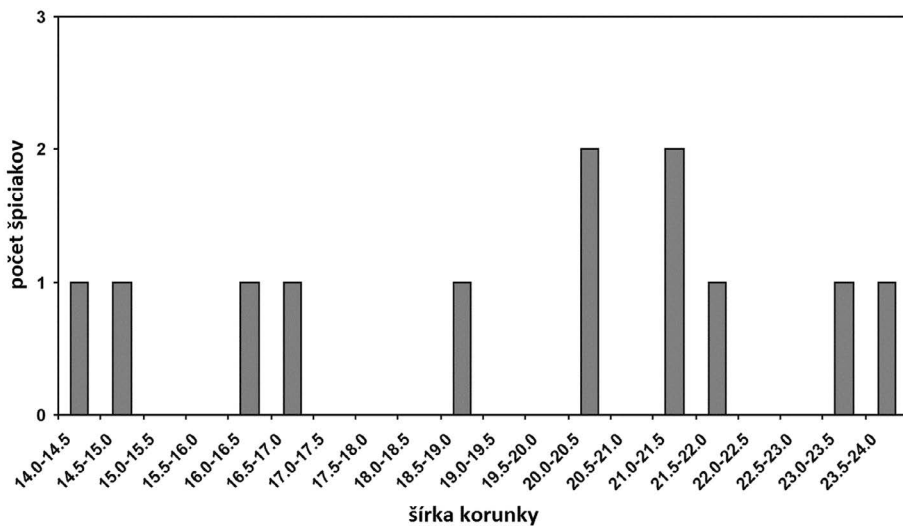
že kosti museli ležať istý čas na povrchu. Navyše sa sinter tvorí len za istých klimatických podmienok, najmä v teplejších a vlhkejších podmienkach. Značne vyhladený je aj hrudníkový stavec leva jaskynného, ale bez stôp po transporte.

Na základe stupňov abrázie usudzujeme, že spoločenstvo medveďa jaskynného tvorili predovšetkým dospelé až senilné jedince (stupne VI–IX, obr. 7). Napriek malému počtu vzoriek  $m^3$  ( $n = 10$ ) je dominancia dospelých jedincov (NISP  $\sim 90\%$ ) potvrdená morfometrickými údajmi postkranialnych elementov.



Obr. 7. Vekové štádiá medveďa jaskynného na základe abrázie  $m^3$  zo Šarkanovej diery (podľa Stinerovej, 1998)

Fig. 7. Age classes of cave bear on the basis of  $m^3$  worn stages from the Šarkanova diera Cave (according to Stiner, 1998)



Obr. 8. Sexuálny dimorfizmus (4 samičie a 8 samých špičiakov) v skúmanej vzorke nálezov medveďov jaskynných zo Šarkanovej diery

Fig. 8. Sexual dimorphism (4 female and 8 male canines) in sample under study of cave bears from the Šarkanova diera Cave

Z hľadiska sexuálneho dimorfizmu, založeného na rozmeroch špiciakov (obr. 8), dominujú na lokalite samce medveďa jaskynného v pomere 2 : 1. Zub hyeny jaskynnej a päťová kosť zajaca patria dospelým jedincom, kosti leva jaskynného patria tiež minimálne jednému dospelému jedincovi.

Rádiokarbónové datovanie v laboratóriu VERA vo Viedni pomocou AMS-datovania poskytlo vek medvedích kostí  $39\ 100 \pm 1100$  BP, po kalibrácii  $44\ 850$  BP (tab. 3). To poukazuje na skutočnosť, že Šarkanovu diery obývali medvede jaskynné počas stredného vislanu, pravdepodobne v záverečnej fáze interštadiálu moershoofd.

Tab. 3. Výsledky datovania fosílnych zvyškov medveďov jaskynných zo Šarkanovej diery z laboratória VERA vo Viedni

Tab. 3. Dating results (VERA Laboratory in Vienna) of cave bear fossil remains from the Šarkanova diera Cave

Lab.-Nr.	Vzorka	$\delta^{13}\text{C}^*$ [‰]	$^{14}\text{C}$ -vek [BP]	Kalibrovaný vek
VERA-5542	frag. metapódií	$-24.6 \pm 1.3$	$39\ 100 + 1100/- 1000$	44 850 BP (95.4 %) 41 850 BP

### Slovinky – Homološova diera

Skúmané medvedie spoločenstvo z Homološovej diery pozostáva minimálne zo 4 jedincov (MNI = 4; 4 adultné *radius* dext.), z toho bol minimálne jeden samec a pravdepodobne jedna samica. Vzorky majú rôzne typy fraktúr, z ktorých prevláda pozdĺžna (32 %), priečna nepravidelná (27 %) a špirálová (23 %). Činnosť predátorov (hlavne hyen) je dokázaná stopami po hryzení a obhrýzaní na siedmich kostiach. Vzorky kostí s charakteristickými stopami po zuboch hyen svedčia o ich prítomnosti v jaskyni.

Z abiotických činiteľov je zastúpená sedimentácia sintra na povrchu kostí a mangánové povlaky na 10 vzorkách, ktoré sa prejavujú tmavým až čiernym sfarbením na povrchu vzoriek. Mangánové povlaky sú dôsledkom prieniku zlúčenín mangánu, ktoré obsahuje jaskynná voda a jaskynný sediment. Stopy po vyhladení sa nenašli, čo poukazuje na absenciu transportu vo vodnom prostredí. Ďalšie tafonomické stopy nachádzajúce sa na kostiach sú kruhovitité jamky, ktoré vznikli dlhodobým padaním kvapiek zo stropu alebo stien jaskyne na povrch kostí. Tie sa našli na vzorkách z oboch jaskýň.

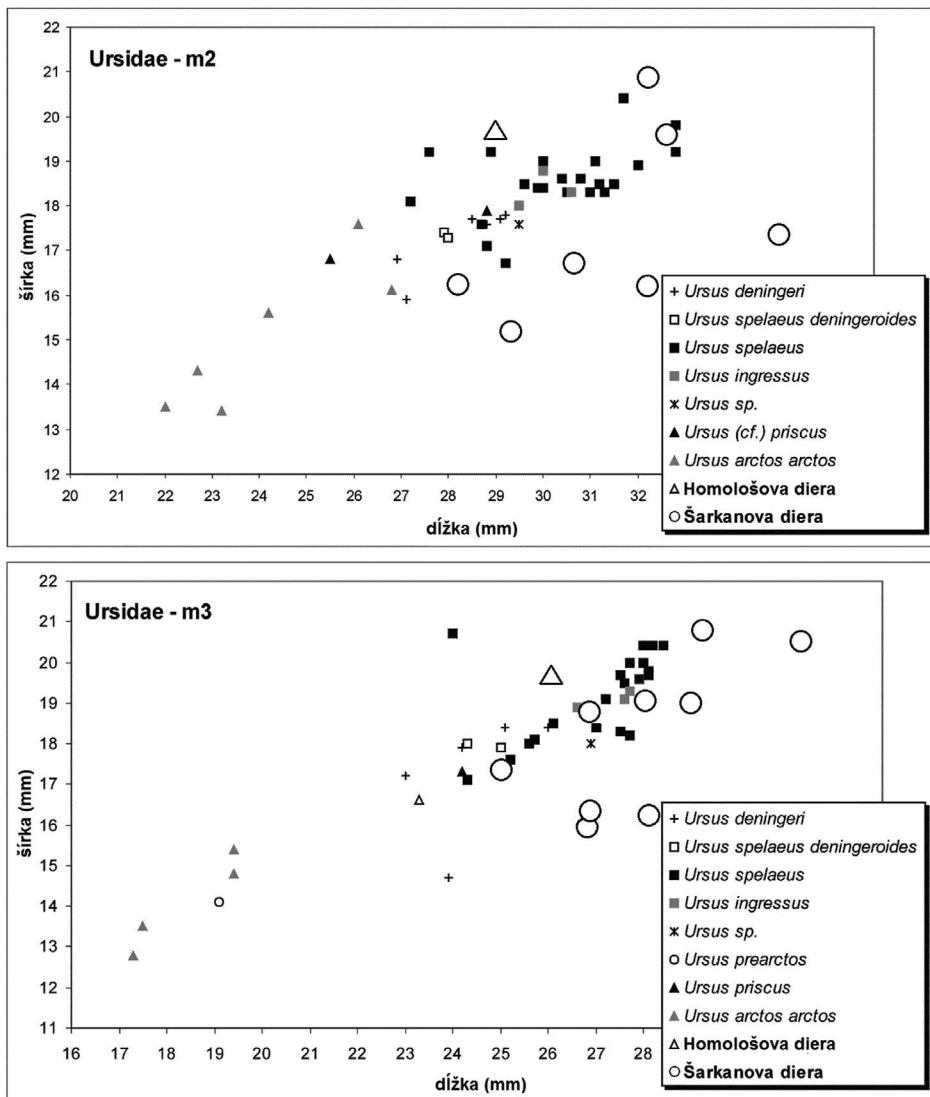
Na základe morfometrických údajov zubov a postkraniálnych elementov aj toto spoločenstvo tvorili prevažne dospelé jedince (NISP ~ 90 %).

## DISKUSIA A ZÁVER

Denticia medveďov z oboch jaskýň sa metricky porovnala s nálezmi medveďov z vybraných európskych pleistocénnych lokalít. Základná morfológia skúmaných zubov (vrátane primitívnejšieho štádia premolárov a morfotypu C1 pri p4 dext. zo Šarkanovej diery), ako aj rozmery (vrátane niektorých menších spodných stoličiek) sú typické pre medvede zo skupiny *spelaeus* (obr. 9).

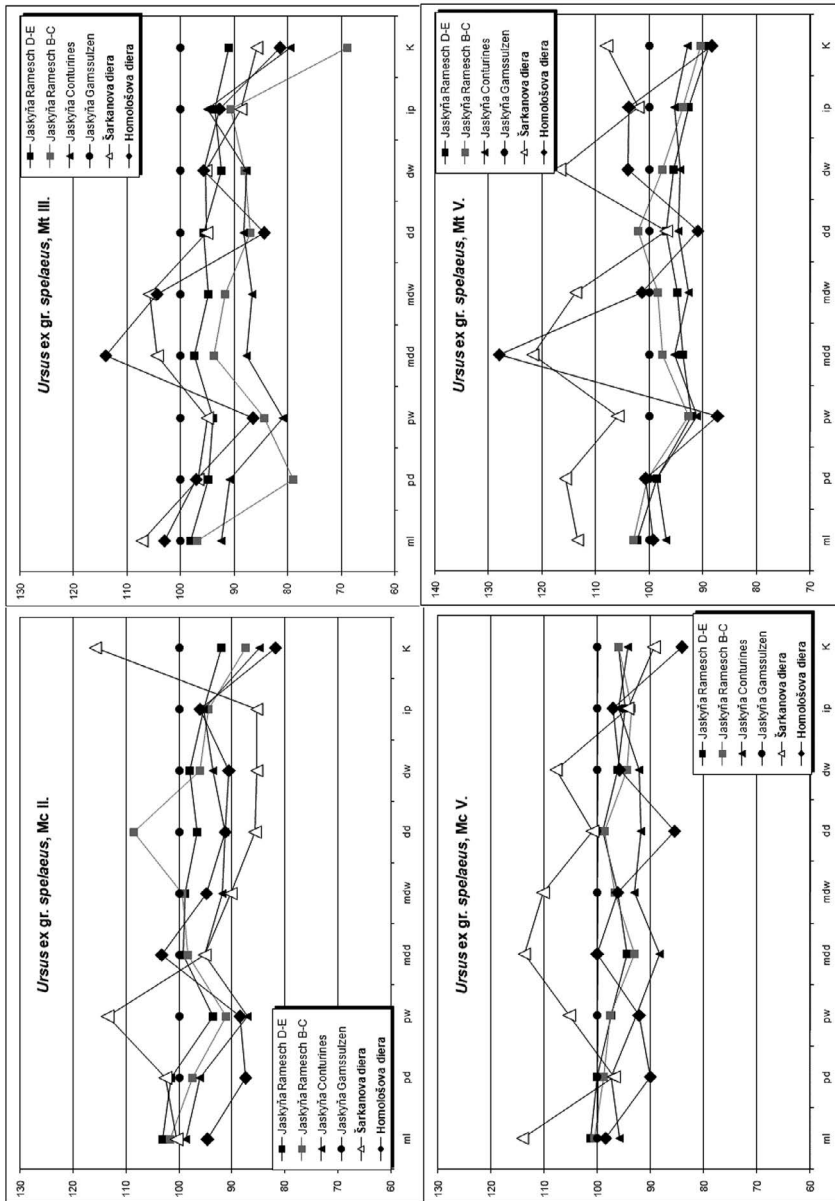
Okrem zubov sa porovnávali aj metakarpálne a metatarzálne kosti medveďov zo skúmaných lokalít (obr. 10) s kosťami taxónov medveďov jaskynných z alpských lokalít Ramešská jaskyňa (*Ursus spelaeus eremus*), jaskyňa Conturines (*U. spelaeus ladini-cus*) a medveďov zo skúmaných lokalít vo vzťahu k priemerným hodnotám medveďov z jaskyne Gamssulzen (*U. ingressus*). Z porovnávacích grafov je zrejmé, že metapódiá z Homološovej diery metricky zodpovedajú nálezom z vysokohorských alpských lokalít

(Ramesch a Conturines), len pri Mc V sú mierne robustnejšie, pri Mt III sú dlhšie a majú robustnejšiu diafýzu a pri Mt V sú opäť robustnejšie v diafýze a širšie v distálnej časti. Čo sa týka rozmerov diafýz medvedích metapodií zo Šarkanovej diery, majú celkovo robustnejšie diafýzy (okrem Mc II), sú mohutnejšie, často aj dlhšie a širšie, zodpovedajú viac nálezom z lokality Gamssulzen. To sa dá vysvetliť aj tým, že v skúmanej medvedej



Obr. 9. Porovnanie rozmerov spodných stoličiek medvedov zo skúmaných lokalít s údajmi z vybraných európskych jaskýň (upravené podľa Paulusa, 1947; Musila, 1956, 1957, 1959, 1960, 1962, 1965, 1972, 1991; Arganta, 1991; Paunovica, 1991; Sabola, 2002 a Rabedera et al., 2004)

Fig. 9. A metrical comparison of lower molars measurements of cave bears from both sites under study with data from selected European caves (according to Paulus, 1947; Musil, 1956, 1957, 1959, 1960, 1962, 1965, 1972, 1991; Argant, 1991; Paunovic, 1991; Sabol, 2002; and Rabeder et al., 2004; modified)



Obr. 10. Porovnanie priemerných štandardizovaných rozmerov a indexov Mc II, Mc V, Mt III a Mt V medveďov zo skúmaných lokalít s nálezmi z alpskej oblasti (ml – maximálna dĺžka, pd – proximálna hrúbka, pw – proximálna šírka, mdd – minimálna hrúbka diafýzy, mdw – minimálna šírka diafýzy, dd – distálna hrúbka, dw – distálna šírka, ip – index zaoblenosti, K – K-index; upravené podľa Withalma, 2001)

Fig. 10. A comparison of mean standardized measurements and indices of Mc II, Mc V, Mt III and Mt V of bears from studied sites with the fossil record from the Alps (ml – maximum length, pd – proximal depth, pw – proximal width, mdd – minimum diaphyseal depth, mdw – minimum diaphyseal width, dd – distal depth, dw – distal width, ip – index of plumpness, K – K-index; according to Withalm, 2001; modified)



populácii zo Šarkanovej diery prevládajú samce nad samicami. Presné druhové určenie nálezov medveďov jaskynných nie je možné pre veľkú fragmentáciu fosilného záznamu, pričom sa neuskutočnila ani paleogenetická analýza, a iba dva nájdené premoláre ukazujú skôr na primitívne štádium. Na základe toho sa posudzované medvedie fosílie zo skúmaných lokalít zaradili len k medveďom zo skupiny *spelaeus* (*Ursus ex gr. spelaeus*) z obdobia posledného zaľadnenia.

V jednotlivých populáciách medveďov jaskynných tvoria vo väčšine prípadov najväčšiu časť juvenilné a staré jedince. Považuje sa to za jasný ukazovateľ smrti zvierat počas hibernácie (Kurtén, 1976; Stiner et al., 1998). V predmetných medveďoch paleopopuláciách z oboch lokalít prevládajú dospelé (adultné) zvieratá, čo hovorí o spoločenských s abnormálnou mortalitou. Menší výskyt mladých jedincov možno vysvetliť horším zachovaním sa ich jemných osteologických zvyškov vo fosilnom zázname, ako aj ich menšou odolnosťou voči poškodeniu pri transporte, menší výskyt senilných jedincov zase zvýšenou úmrtnosťou zvierat ešte pred dosiahnutím vyššieho veku. Úmrtnosť mohli spôsobiť choroby, predátori alebo vyhľadovanie. Na vzorkách zo Šarkanovej diery nachádzame výrazné patologické stopy v podobe exostóz, vzniknuté pri zraneniach alebo zápalových procesoch. Prítomnosť pomerne veľkého množstva fraktúr a fragmentov, ako aj niekoľko kostí so zreteľnými stopami po hryzení poukazuje na aktivitu predátorov, dokumentovanú priamo nálezmi leva jaskynného a pravdepodobne hyeny jaskynnej.

Pohlavné zastúpenie na rôznych eurázijských lokalitách je viac-menej premenlivé. Vzájomný pomer medzi samcami a samicami často kolíše z lokality na lokalitu alebo niekedy dokonca aj medzi vrstvami na jednom nálezisku. Táto variabilita pohlavných pomerov sa vysvetľuje ako dôsledok genetických zmien, rozdielnymi požiadavkami samcov a samíc na jaskyne pre zimný spánok či potravnými možnosťami (Kurtén, 1976; Reisinger a Hohenegger, 1998; Stiner et al., 1998). Výsledky pomeru pohlaví zo skúmaných lokalít sa líšia od iných medveďích populácií zo strednopleistocénnych nálezísk, kde samice prevyšujú samce (Bishop, 1982; García et al., 1997; Stiner et al., 1998). Jaskyňa Šarkanova diera je relatívne rozsiahla a nenachádza sa ani vo veľkej nadmorskej výške, potvrdzujúc tak teórie Kurténa (1976) i Reisingera s Hoheneggerom (1998) o menšom zastúpení samíc v nižšie položených jaskyniach. Nízky počet samíc v porovnaní so samcami sprevádza i nízky počet veľmi starých jedincov, takže samce sa tu pravdepodobne dožívali približne rovnakého veku ako samice.

Celkovo fosilné nálezy zo skúmaných lokalít reprezentujú spoločenstvá medveďov jaskynných z obdobia posledného zaľadnenia s abnormálnou mortalitou spôsobenou biotickými činiteľmi (predátori) a sčasti aj chorobami. Dominancia dospelých jedincov, ako aj samcov poukazuje na využívanie jaskýň počas zimných mesiacov samcami spolu s negravidnými samicami.

PodĎakovanie. Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva školstva Slovenskej republiky (granty VEGA 1/0176/10, 1/0396/12 a 2/0063/13).

#### LITERATÚRA

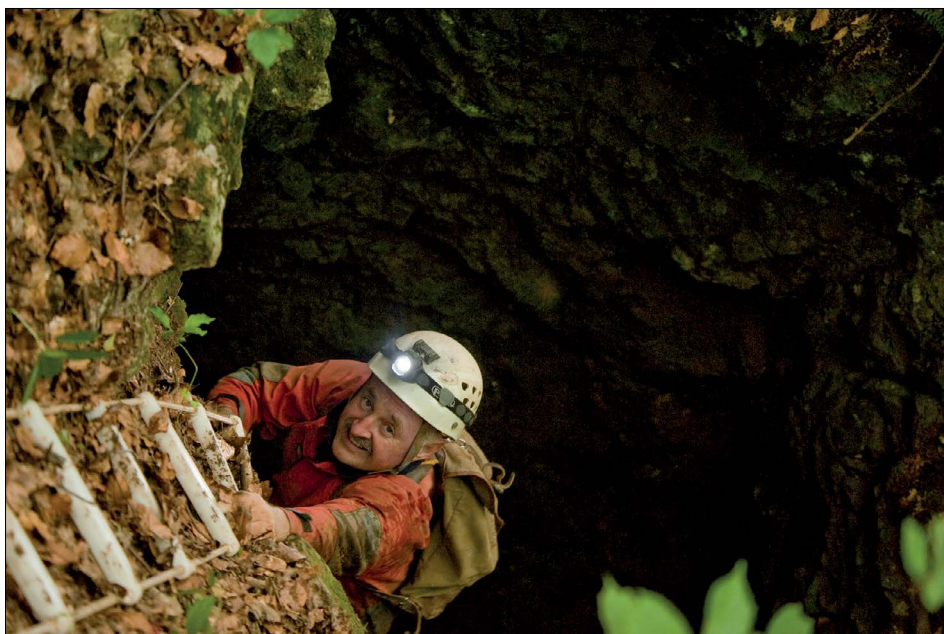
- ARGANT, A. 1991. Carnivores quaternaires de Bourgogne. Documentes des laboratoires de géologie, 115, Lyon, 1–301.
- BÁRTA, J. 1963. Desiat rokov speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV. Slovenský kras, 4, 87–97.

- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLÚBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 1–364.
- BISHOP, M. 1982. The mammal fauna of the early Middle Pleistocene cavern infill site of Westbury Sub-Mendip. Somerset. Special paper in Palaeontology, 28, London, 1–108.
- ČEKLOVSKÝ, T. 2011. Vyhodnotenie paleontologických nálezov z vybraných archeologických lokalít na území Spiša. Manuskript, archív Katedry geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava, 1–99.
- GARCÍA, N. – ARSUAGA, J. L. – TORRES, T. 1997. The carnivore remains from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain). Journal of Human Evolution, 33, New York, 155–174.
- GONZÁLES, F. L. 2003. Paleontology and taphonomy of Pleistocene macromammals of Galicia (NW Iberian Peninsula). Serie Nova Terra, Laboratorio Xeolóxico de Laxe, O Castro, 1–323.
- KURTÉN, B. 1976. The cave bear story. Columbia University Press, New York, 1–163.
- MUSIL, R. 1956. Nové osteologické nálezy z jeskyně Axamity. Anthropozoikum, 5, Brno, 47–54.
- MUSIL, R. 1957. Osteologické nálezy ze šterkovny pod Stránskou skálou, část 1, Anthropozoikum, 6, Praha, 55–69.
- MUSIL, R. 1959. Jeskynní medvěd z jeskyně Barové. Acta Musei Moraviae, Časopis Moravského musea, 44, Brno, 89–111.
- MUSIL, R. 1960. Paläontologische Funde in Sedimenten der Letzten Zwischenzeit. Acta Musei Moraviae, Časopis Moravského musea, 45, Brno, 99–136.
- MUSIL, R. 1962. Die Höhle „Švedův stůl“, ein typischer Höhlenhyänenhorst. Anthropozoikum, 13(5), Brno, 97–260.
- MUSIL, R. 1965. Die Bärenhöhle Pod Hradem. Die Entwicklung der Höhlenbären im letzten Glazial. Anthropozoikum, 18 (10), Brno, 7–92.
- MUSIL, R. 1972. Die Bären der Stránská skála. Anthropozoikum, 20, Brno, 107–112.
- MUSIL, R. 1991. Die Bären von Bilzingsleben. Bilzingsleben, Veröff. Landesmuseum für Vorgeschichte (Halle), 4, Berlin, 81–102.
- PAULUS, M. 1947. Études sur la faune quaternaire de la vallée inférieure du Gard ou Gardon. Bull. Du Museum d'Hist. Nat. de Marseille, VII, 1.
- PAUNOVIĆ, M. 1991. Morphometrische und morphogenetische Untersuchung der Zähne des *Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER. ET HEINROTH aus der Höhle Veternica (NW Kroatien). RAD Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti – Razred za prirodne znanosti, 458 (25), Zagreb, 1–19.
- RABEDER, G. 1999. Die Evolution des Höhlenbärengebisses. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 11, Wien, 1–112.
- RABEDER, G. – HOFREITER, M. – NAGEL, D. – WITHALM, G. 2004. New taxa of Alpine cave bears (Ursidae, Carnivora). Cahiers scientifiques, 2, Lyon, 49–67.
- REISINGER, C. – HOHENEGGER, J. 1998. Sexual dimorphism in limb bones of late Pleistocene cave bear (*Ursus spelaeus*, Carnivora, Mammalia) from the three caves in eastern Alps (Austria and Italy). Bolletino della Società Paleontologica Italiana, 37, Roma, 99–116.
- ROTH, S. 1878. A Porácsi barlang Szepesmegyében. Természettudományi Közl., 10, Budapest, 409–423.
- SABOL, M. 2000. Fosilne a subfosilne medvedovité mäsožravce (Ursidae, Carnivora) z územia Slovenska. Manuskript, archív Katedry geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava, 1–149.
- SABOL, M. 2001. Geographical Distribution of Cave Bears (*Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER ET HEINROTH, 1794) in the Territory of Slovakia. Beiträge zur Paläont., 26, Wien, 133–137.
- SABOL, M. 2002. Fossil findings of cave bears from the Upper Pleistocene sediments of selected caves in Slovakia. Mineralia Slovaca, 34, 1, Bratislava, 35–52.
- SOJÁK, M. 2007. Osídlenie spišských jaskýň od praveku po novovek. Archeologický ústav Slovenskej akadémie vied, Nitra, 1–184.
- SOJÁK, M. 2009. Spiš v predhistorickej dobe (príspevok k novším archeologickým nálezom). Z minulosti Spiša. Ročenka Spišského dejepisného spolku v Levoči, XVII. roč., Levoča, 7–26.
- SOJÁK, M. – OBUCH, J. – HOLEC, P. 2008. Osteologický materiál vtákov a cicavcov (Vertebrata – Aves et Mammalia) z archeologického výskumu Lučivnianskej jaskyne. Študijné zvesti AÚ SAV, 43, Nitra, 235–249.

- STINER, M. C. 1998. Mortality analysis of Pleistocene bears and its paleoanthropological relevance. *Journal of Human Evolution*, 34, 303–326.
- STINER, M. C. – ACHYUTHAN, G. – ARSEBÜK, G. – HOWELL, C. F. – JOSEPHSON, S. C. – JUELL, K. E. – PIGATI, J. – QUADE, J. 1998. Reconstructing cave bear paleoecology from the skeletons: A cross-disciplinary study of middle Pleistocene bears from Yarimburgaz Cave, Turkey. *Paleobiology*, 24, London, 74–98.
- WITHALM, G. 2001. Die Evolution der Metapodien in der Höhlenbären-Gruppe (Ursidae, Mammalia). *Beiträge zur Paläont.*, 26, Wien, 177–178.

## SPOLOČENSKÁ KRONIKA – SOCIAL CHRONICLE

## ŽIVOTNÉ JUBILEUM RNDr. LUDOVÍTA GAÁLA, PhD.



Ludovít Gaál pri zostupe do Krasovej jaskyne prvej v Štiavnických vrchoch, 2010. Foto: P. Staník

V roku 2013 sa RNDr. Ludovít Gaál, PhD., známy slovenský geológ, speleológ a ochranca prírody, dožil významného životného jubilea. Svojou cieľavedomou činnosťou výrazne prispel k výskumu a ochrane krasu a jaskýň na Slovensku, vrátane jaskýň zaradených do svetového prírodného dedičstva. S jeho menom sú spojené aj pokroky v poznávaní našich pseudokrasových jaskýň.

Narodil sa 10. augusta 1953 v Rimavskej Sobote. Po skončení tamajšieho gymnázia pokračoval v rokoch 1973 – 1978 vo vysokoškolskom štúdiu na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave, odbor základná geológia. Keďže už vtedy sa zaujímal o kras a jaskyne, v diplomovej práci sa zameral na geologický výskum Drienčanského krasu o okolia.

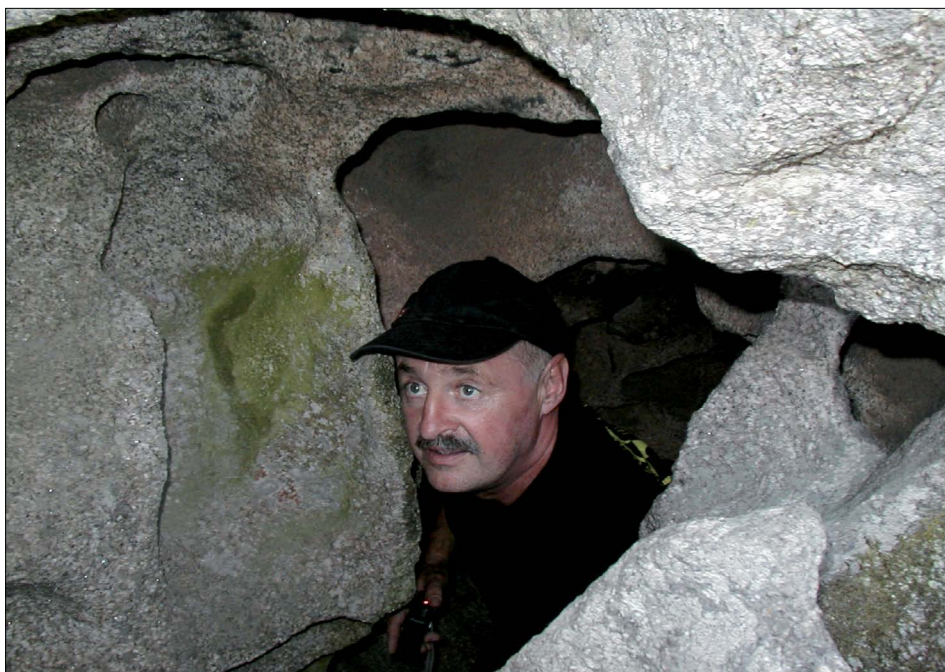
Po absolvovaní základnej vojenskej služby nastúpil v roku 1979 na Geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave, kde pracoval do roku 1982. Zaoberal sa geologickým mapovaním triasu gemerika a silicika, ako aj mikropaleontologickým datovaním vápencov pomocou konodontov. Podieľal sa na spracovávaní geologických máp Rimavskej kotliny a príľahlej časti Slovenského rudohoria a územia Slovenského krasu v mierke 1 : 50 000, ktoré vyšli tlačou spolu s vysvetlívkami. Doktorom prírodovedy (RNDr.) sa stal v roku 1979. V rokoch 1982 – 1984 pracoval na Geologickom prieskume, n. p., Geologická oblasť Rožňava. Zamerl sa na prieskum magnezitov v Revúckej vrchovine v oblasti Jelšavy a Lubeníka.

V ďalších rokoch svoju profesionálnu činnosť upriamil na ochranu prírody. Najskôr bol zamestnancom Krajského ústavu štátnej pamiatkovej starostlivosti a ochrany prírody, stredisko Lučenec a Ústredia štátnej ochrany prírody. V rokoch 1984 – 1990 sa ako samostatný odborný pracovník zaslúžil o vybudovanie náučných chodníkov Šomoška a Drienčanský kras, projektoval chránené

územia v okresoch Veľký Krtíš, Lučenec a Rimavská Sobota, napr. Kamenná žena, Čakanovský profil, Lipovianske pieskovce, Jalovské vrstvy. Na Správe Chránenej krajinej oblasti Cerová vrchovina, kde pracoval v rokoch 1990 – 1995, spracoval projekty chránených území Steblová skala, Zaboda, Kostná dolina a Ostrá skala, vykonal inventarizačné výskumy na lokalitách Pohanský hrad a Ragáč, pripravil náučný chodník Fiľakovský hrad. V rokoch 1995 – 2002 na Centre ochrany prírody a krajiny Slovenskej agentúry životného prostredia a následne na Štátnej ochrane prírody SR koordinoval a zabezpečoval ochranu neprístupných jaskýň. V roku 1997 spracoval metodickú príručku na ochranu jaskýň.

Roku 2002 nastúpil na Správu slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši, pracovisko Rimavská Sobota, kde doteraz vykonáva funkciu vedúceho oddelenia praktickej starostlivosti o jaskyne (aj po začlenení Správy slovenských jaskýň do Štátnej ochrany prírody SR v roku 2008). Doktorandské štúdium na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave v odbore všeobecná geológia ukončil roku 2008. Na základe svojej dizertačnej práce spracoval monografiu Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu, ktorá je súborným a veľmi hodnotným vedeckým dielom o tomto výnimočnom stredo európskom krasovom území. Veľkou mierou sa zaslúžil o rozvoj cezhraničnej spolupráce pri výskume a ochrane jaskýň Slovenského krasu a Aggtelekského krasu, ktoré sú zaradené do svetového prírodného dedičstva. Inicioval a veľkou mierou sa podieľal na príprave a realizácii archeologickej expozície v Prepoštskej jaskyni v Bojniciach (2007), náučnej lokality Morské oko v Tornali (2007), ako aj náučnej expozície a programov o jaskyni Domica (2005). Spolupracoval na projektovaní mnohých ochranných pásiem jaskýň, najmä v regióne južného Slovensku.

Počas svojej dlhoročnej speleologickej činnosti jubilant preskúmal a zameral okolo 200 jaskýň v celkovej dĺžke 5,9 km najmä v Drienčanskom krase, Jelšavskom krase, Skerešovskom krase, Tuhárskom krase, krase Rimavskej kotliny, ďalej v pseudokrase Cerovej vrchoviny, Krupinskej planiny, Ostrôžok, Poľany, Štiavnických a Kremnických vrchov. V Drienčanskom krase sa podieľal na objavoch nových častí jaskyne Podbanište (1973), Jaskyne pri Holom vrchu (1976) a Jaskyne nad Kadlubom (1991). Je objaviteľom Špaňopolskej jaskyne (1978) v Drienčanskom krase a spoluobjaviteľom Stĺpovej jaskyne (1994) v Cerovej vrchovine. Je spoluautorom súborných monografických publikácií o Drienčanskom krase (2000) a o našich jaskyniach zaradených



Ludovít Gaál v tafónovej jaskyni pri Gondomare (južná Galícia, Španielsko), 2007. Foto: P. Bella

do svetového prírodného dedičstva (slovenská verzia 2005, anglická verzia 2008). Ako znalec prírody rodného Gemera bol Gemersko-malohontským muzeálnym spolkom v Rimavskej Sobote oslovený spracovať monografiu o prírodnom dedičstve Gemera (roku 2010 vyšla maďarská verzia Gömörország természeti öröksége).

Z dlhoročnej vedeckej práce jubilanta treba osobitne vyzdvihnúť, že v rokoch 1984 – 1985 v spolupráci s P. Ženišom ako prví opisali jaskyne v ložiskách magnezitu v oblasti Dúbravského masívu, Košíc-Bankova, Lubeníka, Podrečian a Burdy ako jaskyne ojedinelého typu z celosvetového hľadiska. Jubilant je autorom prvých opisov jaskýň vzniknutých vyvetraním stromov, zasypaných vulkanoklastickými sedimentmi, z územia Slovenska. Zaoberal sa aj typológiou rozsadlinových jaskýň, genézou jaskýň vulkanického pôvodu i ďalších typov jaskýň v nerozpustných horninách. V posledných rokoch spolu s P. Bellom rieši problematiku hydrotermálnych a iných hypogénnych jaskýň na Slovensku.

Doterajšia publikačná činnosť Ľudovíta Gaála je veľmi bohatá. Okrem spomenutých monografií je autorom a spoluautorom viac ako 350 štúdií, vedeckých správ, odborných a populárnych článkov so speleologickou, karsologickou a geologickou problematikou. Výsledky svojich výskumov prezentoval na medzinárodných speleologických kongresoch v Budapešti (1989), La-Chaux-de-Fonds (1997), Aténach (2005) a Brne (2013), na sympóziu ALCADI v Budapešti (1992), medzinárodných sympóziách o pseudokrase v maďarskom Galyatető (1996), v poľskej Bartkovej (2006), v talianskej Gorizii (2008) a nemeckom Saupsdorfe (2010), ako aj na vulkanospeleologickom sympóziu v Catanii (1999) a konferencii o granitových jaskyniach v španielskej La Coruni (2007). Roku 1995 bol hlavným organizátorom seminára s medzinárodnou účasťou o ochrane pseudokrasových jaskýň (Rimavská Sobota – Salgótarján) a roku 2004 8. medzinárodného sympózia o pseudokrase (Teplý Vrch). Od roku 2004 je tajomníkom Komisie pre pseudokras Medzinárodnej speleologickej únie (UIS).

S jeho aktívnou speleologickou činnosťou sú späté viaceré zahraničné cesty, počas ktorých okrem iného zostúpil do Snežnej priepasti na poľskej strane Červených vrchov (1974), do jaskyne Michele Gortani v Taliansku (1976) a priepasti Sima GESM v Španielsku (1981). Roku 2003 bol na študijnej ceste v Japonsku, kde navštívil viaceré krasové územia i oblasti s výskytom jaskýň vulkanického pôvodu.

Členom Slovenskej speleologickej spoločnosti (SSS) je od roku 1972. V rokoch 1988 – 1991 bol členom Predsedníctva SSS, keď zastával aj funkciu predsedu Komisie na ochranu krasu. Je členom redakčných rád časopisov Slovenský kras, Aragonit a bol aj členom redakčných rád časopisov Spravodaj SSS, Naturae Tutela a Sinter.

Udelené čestné uznanie SSS za dokumentačnú činnosť a za prácu komisie pre ochranu krasu (1988), pamätná medaila Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva za dlhoročnú spoluprácu (1995), cena mesta Rimavská Sobota za založenie speleologickej skupiny v Rimavskej Sobote a za speleologickú dokumentačnú a publikačnú činnosť (2002), ako aj rad Rytierskeho kríža Maďarskej republiky za vytvorenie a zveľaďovanie maďarsko-slovenských vzťahov v ochrane prírody (2010) svedčia o mnohých čínorodých aktivitách a zásluhách Ľ. Gaála v týchto spoločensky prospešných oblastiach.

Neubúdajúci záujem o kras a jaskyne naďalej vidieť v každodennej práci jubilanta. V mene slovenských jaskyniarov, terajších i bývalých kolegov zo Správy slovenských jaskýň mu do ďalších rokov života želáme veľa šťastia, zdravia, pracovnej i osobnej pohody.

*Pavel Bella*





**RNDr. ANTON DROPPA, CSc. (1920 – 2013)**

V júli 2013 sme sa navždy rozlúčili s významným slovenským geografom a speleológom RNDr. Antonom Droppom, CSc. Dlhoročnou vedeckou a jaskyniarskou činnosťou sa zaradil medzi hlavné osobnosti slovenskej speleológie, ktorú dôstojne prezentoval aj na medzinárodnej úrovni. Jeho vedeckej práci predchádzala kariéra pilota stíhacieho letectva. Začlenil sa medzi popredných vojenských letcov v boji proti fašizmu.

Anton Droppa sa narodil 30. 6. 1920 v podhorskej obci Lazisko na severnom úpätí Nízkych Tatier. Stredoškolské štúdium na Hodžovom štátnom reálnom gymnáziu v Liptovskom Mikuláši dokončil v roku 1940. V októbri 1940 nastúpil na vojenskú prezenčnú službu v leteckom pluku v Piešťanoch, kde absolvoval dve poddôstojnícke školy. Keďže jeho životnou túžbou bolo stať sa letcom, v októbri 1941 sa prihlásil do dvojročnej vojenskej akadémie v Bratislave. Jej druhý ročník absolvoval v leteckej škole v Trenčianskych Biskupiciach a roku 1943 získal hodnosť poručíka letectva. Po špeciálnom stíhacom výcviku ho 1. 8. 1944 prideliť k 12. letke, ktorá bola súčasťou Skupiny vzdušných zbraní. Zakrátko po vypuknutí SNP preletel 31. 8. 1944 so skupinou letcov z letiska Išla pri Prešove (dnes Šebastová) do Sovietskeho zväzu. Po preškoľovacom výcviku na sovietske stíhacie lietadlá sa stal stíhacím pilotom 1. československého stíhacieho leteckého pluku, veliteľom roja 1. stíhacej letky. Zúčastnil sa bojov v rámci Ostravskej operácie v priestore Opava, Moravská Ostrava a Těšín. Po skončení vojny boli v auguste 1945 príslušníci 1. československého stíhacieho leteckého pluku premiestnení na letisko Tri duby pri Zvolene. V júni 1947 bol A. Droppa odvelený do leteckej pilotnej školy v Olomouci, aby sa podieľal na výchove i výcviku nových pilotov.

S cieľom zvýšiť si kvalifikáciu pedagóga sa prihlásil na denné štúdium histórie a geografie na Filozofickej fakulte Palackého univerzity v Olomouci. Po februárových udalostiach ho 18. 6. 1948 náhle prepustili z armády v hodnosti kapitán letectva. Popri štúdiu musel pracovať ako pomocný

robotník v stavebnej firme Macháček v Olomouci. Po skončení 4. semestra vysokoškolského štúdia koncom júna 1949 vykonal I. štátnu skúšku. O kras a jaskyne sa začal zaujímať z podnetu univ. prof. dr. F. Vitáska. Mošnickú jaskyňu, nachádzajúcu sa v katastri jeho rodnej obce, preskúmal v lete 1948 a 1949. V auguste 1949 zamerl Suchú jaskyňu v Demänovskej doline. Na požiadanie Vojtecha Benického, tajomníka Slovenskej speleologickej spoločnosti, v septembri 1949 skúmal jaskyňu Vyvieranie v Demänovskej doline s cieľom nájsť spojenie s Demänovskou jaskyňou slobody a posúdiť možnosť jej sprístupnenia.

Keď sa chcel zapísať do 5. semestra, akčný výbor Palackého univerzity mu ďalšie štúdium na filozofickej fakulte nedovolil. Prof. Vitásek, ktorý prednášal geografiu aj na Masarykovej univerzite v Brne, umožnil A. Droppovi pokračovať v štúdiu na tamojšej prírodovedeckej fakulte. Keď v roku 1949 A. Droppa vystáhovali z vojenského bytu v Olomouci, vrátil sa do rodného Liptova. V dňoch 30. – 31. 10. 1949 sa zúčastnil výpravy na dno priepasti v Pustej jaskyni, počas ktorej spolu so S. Šrolom, P. Revajom a D. Zaťkom zamerl Chodbu trosiek vedúcu k povrchu, čo umožnilo prekopáť spodný vchod. Už počas štúdia sa 1. 1. 1950 stal odborným pracovníkom Slovenskej speleologickej spoločnosti. V. Benický ho poveril spolu s Jánom Majkom výskumom Smolenického krasu s jaskyňou Driny a Dobrovodského krasu v Malých Karpatoch. V máji 1950 zamerl Čertovu dieru pri Domici a ešte v tom istom roku v júni zamerl spodné časti a v auguste horné časti Pustej jaskyne. Vysokoškolské štúdium na Prírodovedeckej fakulte Masarykovej univerzity v Brne ukončil roku 1951 a po obhájení rigorózneho práce zameranej na Smolenický kras sa stal doktorom prírodných vied (RNDr.).

Na základe meračských prác okrem prekopania spodného vchodu do Pustej jaskyne v roku 1950 usmernil speleologický prieskum zameraný na prepojenie Pustej jaskyne s Demänovskou jaskyňou slobody, čo napokon dosiahol spolu V. Lenkom, O. Uhrikom a J. Šlaukom 2. 7. 1951. Roku 1951 začal zameriavať Demänovskú jaskyňu slobody. Spolu s ďalšími jaskyniarimi hľadal prepojavaciu časť medzi Demänovskou jaskyňou slobody a Demänovskou ľadovou jaskyňou. Existencii neznámych chodieb okrem žulových štrkov naplavených v hlavnej chodbe Demänovskej ľadovej jaskyne nasvedčovali aj výškové údaje a smerovanie Sucheja a Hlinenej chodby v Demänovskej jaskyni slobody, ktoré A. Droppa zamerl so S. Šrolom v septembri 1951. Pozornosť upriamili na zaplavený sifón na konci hlavnej chodby v Demänovskej ľadovej jaskyni, ktorým navyše po poklese hladiny jazierka v zimnom období 1951 – 1952 prúdil silný priedan. S. Šrol, P. Droppa a P. Revaj po vypumpovaní vody a prekopaní kanála prenikli 26. 1. 1952 do Demänovskej jaskyne mieru. A. Droppa sa týchto prác nezúčastnil, pretože ochorel na chladovú neurózu.

Od 1. 2. 1952 A. Droppa pracoval ako kustód v Múzeu slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši. Vykonával evidenciu zbierok a ich dopĺňovanie z výskumnej činnosti, ktorú upriamil najmä na jaskyne Demänovskej doliny vrátane dokončenia ich zameriavania. So spolupracovníkmi v júli 1952 zamerl Demänovskú jaskyňu mieru, v septembri 1952 Demänovskú ľadovú jaskyňu, v júni 1953 jaskyňu Okno, v septembri 1953 jaskyňu Dvere a Zbojnícku jaskyňu, v októbri toho istého roka jaskyňu Beniková a v júli 1954 Jaskyňu v Sokole s tunelmi. Tým vytvoril súborný plán a pozdĺžny rez jaskýň Demänovskej doliny, na základe ktorého vyčlenil vývojové úrovne.

Dňa 1. 2. 1955 sa A. Droppa stal vedeckým pracovníkom na Geografickom ústave SAV v Bratislave, na vysunutom pracovisku v Liptovskom Mikuláši. V. Benický, riaditeľ Múzea slovenského krasu, mu prenajal miestnosť, aby sa naďalej podieľal na zbere krasových muzeálnych zbierok a zúčastňoval sa výskumných akcií múzea. V rámci vedeckých úloh Geografického ústavu SAV sa zamerl najmä na geomorfológiu krasu a jaskýň. V školskom roku 1956/1957 prednášal speleológiu na Katedre fyzickej geografie Fakulty geologicko-geografických vied Univerzity Komenského v Bratislave. Roku 1960 získal vedeckú hodnosť kandidáta geografických vied (CSc.). Požadovanou písomnou prácou k odborným skúškam mu bola knižná publikácia Belanská jaskyňa a jej kras z roku 1959. Ako dizertačnú prácu predložil vedeckú monografiu Demänovské jaskyne – krasové javy Demänovskej doliny, vydanú Vydavateľstvom SAV roku 1957. Počas 30-ročného pôsobenia na ústave postupne preskúmal takmer všetky krasové oblasti na Slovensku vrátane sprístupnených a mnohých ďalších významných jaskýň. Absolvoval viaceré študijné cesty v zahraničí – po Dínarskom krase v Juhoslávii (1957), v Poľsku (1958), Bulharsku (1962), Nemeckej demokratickej

republike (1965), Rumunsku, Taliansku a Nemeckej spolkovej republike (1966), Rakúsku (1968), Maďarsku (1970), vo Francúzsku a Švajčiarsku (1975) a v Spojených štátoch amerických (1981). Na Geografickom ústave SAV A. Droppa pracoval do roku 1985 a po odchode na dôchodok niekoľko rokov pôsobil ako vedecký konzultant tohto ústavu. Naďalej udržiaval kontakty so Slovenským múzeom ochrany prírody a jaskyniarstva, Správou slovenských jaskýň i miestnymi jaskyniarimi.

V roku 1990 A. Droppu rehabilitovali a povýšili do hodnosti plukovníka. Za odbojovú činnosť a zásluhy v boji proti fašizmu mu bolo udelených 25 vyznamenaní a medailí, z toho šesť sovietskych, dve ukrajinské, jedna poľská a tri české. Roku 2009 mu prezident Ruskej federácie udelil medailu 65 rokov víťazstva vo Veľkej vlasteneckej vojne 1941 – 1945, roku 2010 Rad priateľstva za priamu účasť v boji proti nemeckým okupantom v 2. svetovej vojne. A. Droppa bol držiteľom preukazu vojnového veterána. Roku 2013 mu vyšla monografická štúdia o korózii spôsobenej vodnými tokmi v krase na severnej strane Nízkych Tatier (toto problematikou sa zaoberal v posledných rokoch svojho pôsobenia na Geografickom ústave SAV). Zomrel 13. 7. 2013 v Liptovskom Mikuláši.

Za najvýznamnejšie dielo A. Droppu sa pokladá vedecká monografia o Demänovských jaskyniach. V zahraničí je známy najmä štúdiami o korelácii vývoja jaskynných úrovní v Demänovskej doline s vývojom riečnych terás Váhu a jeho prítokov. Pozdĺžny rez Demänovských jaskýň s vývojovými úrovňami prevzali do viacerých zahraničných karsologických a speleologických publikácií, najmä v 70. a 80. rokoch minulého storočia (napr. Sweeting, 1972; Bögli, 1978; Jennings, 1987). V súvislosti s objasňovaním vývoja jaskynných úrovní vykonal výskum riečnych terás v Liptovskej kotline. Vývoj vysokopoložených inaktívnych riečnych jaskýň v Slovenskom raji, v ktorých prevládajú horizontálne chodby, dáva do súvisu s vytváraním zarovnaných povrchov. Zaoberal sa aj vysokohorským krasom a typizáciou krasových oblastí na Slovensku, vznikom kaňonovitých dolín v Západných Karpatoch či chemickou denudáciou krasu v Demänovskej a Jánskej doline na severnej strane Nízkych Tatier.

Početnými regionálnymi geomorfologickými štúdiami a správami, ktoré publikoval najmä v Geografickom časopise, Československom krase a Slovenskom krase, výrazne prispel k poznaniu krasu a jaskýň na Slovensku a podnikol rozsiahly speleologický výskum a prieskum. Výsledky svojich výskumov aktívne prezentoval aj na medzinárodných speleologických kongresoch v Ľubľane (1965), Stuttgarte (1969), Olomouci (1973) a Bowling Green, Kentucky (USA) r. 1981. V rámci Medzinárodnej speleologickej únie (UIS) bol členom komisie pre krasovú denudáciu a komisie pre najdlhšie a najhlbšie jaskyne na svete.

Pre širšiu verejnosť pripravil sériu populárno-náučných publikácií o viacerých sprístupnených jaskyniach – Belianskej jaskyni, Demänovských jaskyniach, Dobšinskej ľadovej jaskyni, jaskyni Domic, Gombaseckej jaskyni a Važeckej jaskyni, ktoré vyšli v rokoch 1959 až 1962. Najvýznamnejšie jaskyne na Slovensku, vrátane sprístupnených jaskýň, prezentoval v obrazovej publikácii z roku 1967; jej doplnené vydanie vyšlo roku 1973. Pre Encyklopédiu Slovenska, ktorá vychádzala v rokoch 1977 až 1982, vypracoval väčšinu hesiel o krasových javoch a jaskyniach.

V rámci speleologického výskumu A. Droppa zamerával a zdokumentoval 412 jaskýň s celkovou dĺžkou 54 958 m. Spracoval plány jaskýň v Demänovskej doline, jaskyne Domic a Čertovou dierou, Jasovskej jaskyne, Bystrianskej jaskyne, Belianskej jaskyne a mnohých ďalších jaskýň. Tie tvoria neoddeliteľnú súčasť jeho knižných publikácií i vedeckých príspevkov. Roku 1973 publikoval prehľad preskúmaných jaskýň na Slovensku, ktoré navyše klasifikoval podľa genézy. V rámci svojej všestrannej činnosti usmerňoval speleologický prieskum a objavovanie jaskýň a aktívne sa na ňom zúčastňoval. Okrem toho je autorom a spoluautorom viacerých návrhov a posudkov týkajúcich sa využívaní, sprístupňovania a ochrany jaskýň. Mnohé jeho plány sa využili ako podklady na sprístupňovanie a prevádzku jaskýň. Okrajovo sa venoval aj archeológii – výskytu výšinných hradísk na Liptove. Ďalej vydal knižné publikácie o leteckej navigácii a protifašistickom odboji na Liptove. Publikoval aj niekoľko popularizačných článkov s vojenskou a historickou tematikou.

Od roku 1949 A. Droppa patril medzi zakladajúcich členov Slovenskej speleologickej spoločnosti. Roku 1951 sa stal členom Slovenskej geografickej spoločnosti, v rokoch 1961 až 1982 bol predsedom jej speleologickej odbočky v Liptovskom Mikuláši. Od roku 1970 bol členom Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny a zastával funkciu okresného konzervátora.

Slovenská akadémia vied mu roku 1980 udelila Striebornú plaketu a roku 1985 Zlatú plaketu Dionýza Štúra za zásluhy v prírodných vedách. Zaradili ho do zoznamu významných osobností SAV. Prezident Slovenskej republiky mu v roku 2008 prepožičal Pribinov kríž II. triedy za významné zásluhy o rozvoj Slovenskej republiky v oblasti speleológie a geografie. Za celoživotnú tvorivú prácu a mimoriadne výsledky dosiahnuté pri geomorfologickom výskume krasu a jaskýň na Slovensku sa stal čestným členom Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV.

Publikované výsledky jeho práce vrátane plánov mnohých jaskýň budú naďalej zdrojom vedeckého poznávania slovenských jaskýň. Za jeho celoživotné dielo mu patrí vďaka a trvalá spomienka od slovenských jaskyniarov a geografov.

*Pavel Bella, Peter Holúbek*

## **BIBLIOGRAFIA ANTONA DROPPU** **Geomorfológia, kras, jaskyne a jaskyniarstvo**

### **Vedecké monografie a odborné knižné publikácie**

1. DROPPA, A. 1957. Demänovské jaskyne. Krasové zjavy Demänovskej doliny. SAV, Bratislava, 289 s.
2. DROPPA, A. 1959. Belanská jaskyňa a jej kras. Šport, Bratislava, 129 s.
3. DROPPA, A. 1959. Demänovské jaskyne a zaujímavosti krasu v okolí. Šport, Bratislava, 160 s.
4. DROPPA, A. 1960. Dobšinská ľadová jaskyňa. Šport, Bratislava, 132 s.
5. DROPPA, A. 1961. Domica – Baradla jaskyne predhistorického človeka. Šport, Bratislava, 154 s.
6. DROPPA, A. 1962. Gombasecká jaskyňa. Šport, Bratislava, 80 s.
7. DROPPA, A. 1962. Važecká jaskyňa a krasové javy v okolí. Šport, Bratislava, 96 s.
8. DROPPA, A. 2013. Korózný účinok krasových tokov na severnej strane Nízkych Tatier. Slovenský kras, 51, suppl. 1, 103 s.

### **Kapitoly v odborných knižných publikáciách a monografických zborníkoch**

1. DROPPA, A. 1952. Kras na juhovýchodnej strane Malých Karpát. In A. Virsik a kol.: Kras a jaskyne Malých Karpát. Sprievodca Slovakotouru. Tatran, Bratislava, 63–138.
2. DROPPA, A. 1961. A Domica-barlang. In L. Jakucs: Aggtelek és kornyéke. Budapest, 169–200.
3. DROPPA, A. 1968. Prírodné pomery Liptovského Mikuláša a okolia. In E. Kufčák (Ed.): Liptovský Mikuláš. Monografický zborník, Banská Bystrica, 10–38.

### **Vedecké články a štúdie**

1. DROPPA, A. 1950. Jaskyňa „Vyvieranie“ v údolí Demänovky. Krásy Slovenska, 27, 5–8, 170–182.
2. DROPPA, A. 1950. Mošnická jaskyňa v Nízkych Tatrách. Krásy Slovenska, 27, 5–8, 182–193.
3. DROPPA, A. 1951. Smolenický kras v Malých Karpatoch. Zemepisný zborník, 3, Bratislava, 7–52.
4. DROPPA, A. 1952. Suchá jaskyňa v údolí Demänovky. Zemepisný zborník, 4, 1–2, Bratislava, 89–99.
5. DROPPA, A. 1952. Nové časti jaskyne Slobody v Demänovskej doline. Zemepisný zborník, 4, 3–4, Bratislava, 33–49.
6. DROPPA, A. 1955. Výskum Demänovských jaskýň. Geografický časopis, 7, 3–4, 133–163.
7. DROPPA, A. 1956. Demänovská ľadová jaskyňa. Československý kras, 8–9, 92–110.
8. DROPPA, A. 1957. Krasové zjavy v sv. časti Trúbča. Československý kras, 10, 158–165.
9. DROPPA, A. 1957. Dobšinská ľadová jaskyňa. Geografický časopis, 9, 2, 99–118.
10. DROPPA, A. 1957. Ochtinská aragonitová jaskyňa. Geografický časopis, 9, 3, 169–184.
11. DROPPA, A. 1957. Krasové javy na Kresanici v Liptovských Tatrách. Československý kras, 10, 68–73.
12. DROPPA, A. 1958. Geomorfologický charakter priepastí na Ohništi. Slovenský kras, 1, 14–23.
13. DROPPA, A. 1959. Geomorfologické pomery priepasti Zvonivej diery a jej okolia. Slovenský kras, 2 (1957–1958), 18–24.
14. DROPPA, A. 1960. Krasové formy pohoria Žiar. Československý kras, 12 (1959), 113–121.
15. DROPPA, A. 1961. Stanišovská jaskyňa na severnej strane Nízkych Tatier. Geografický časopis, 13, 4, 296–307.
16. DROPPA, A. 1961. Vysokohorský kras Červených vrchov. Slovenský kras, 3 (1959–1960), 21–36.
17. DROPPA, A. 1962. Speleologický výskum Važeckého krasu. Geografický časopis, 14, 4, 264–293.
18. DROPPA, A. 1963. Krasové javy v okolí Liptovskej Tepličky. Slovenský kras, 4 (1961–1962), 46–56.

19. DROPPA, A. 1963. Paralelizácia riečnych terás a horizontálnych jaskýň. *Geologické práce*, 64, Bratislava, 93–96.
20. DROPPA, A. 1964. Príspevok ku štúdiu kaňonovitých údolí v krasových oblastiach Západných Karpát. *Československý kras*, 15 (1963), 93–104.
21. DROPPA, A. 1964. Výskum terás Váhu v strednej časti Liptovskej kotliny. *Geografický časopis*, 16, 4, 313–325.
22. DROPPA, A. 1965. Geomorfologický a hydrologický výskum Jasovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 5 (1963–1964), 3–9.
23. DROPPA, A. 1965. Geomorfologický výskum priepastí v Červených vrchoch. *Slovenský kras*, 5 (1963–1964), 42–48.
24. DROPPA, A. 1965. Bojnické jaskyne. *Horná Nitra, vlastivedný sborník*, 2, Banská Bystrica, 229–236.
25. DROPPA, A. 1966. The correlation of some horizontal caves with river terraces. *Studies in Speleology*, 1, 4, London, 186–192.
26. DROPPA, A. 1966. Výskum krasových foriem Ludrovskej doliny v Nízkyh Tatrách. *Československý kras*, 17 (1965), 82–95.
27. DROPPA, A. 1967. Krasové javy v doline Bieleho Váhu. *Geografický časopis*, 19, 2, 141–153.
28. DROPPA, A. 1968. Vysokohorské krasové oblasti ČSSR. *Československý kras*, 19 (1967), 59–68.
29. DROPPA, A. 1968. Geomorfologický výskum krasových ostrovov v Liptovskej kotlině. *Geografický časopis*, 20, 4, 328–342.
30. DROPPA, A. 1969. Rýchlosť rastu kvapľov v jaskyniach Liptovského krasu. *Studia geographica*, 1, Brno, 61–65.
31. DROPPA, A. 1970. Výskum riečnych terás v zátopovej oblasti Liptovská Mara. *Liptov*, 1, Martin, 7–34.
32. DROPPA, A. 1971. Geomorfologický výskum Liskovskej jaskyne v Liptovskej kotlině. *Československý kras*, 20 (1968), 75–84.
33. DROPPA, A. 1972. Krasové javy Jánskej doliny na severnej strane Nízkyh Tatier. *Československý kras*, 21 (1969), 73–96.
34. DROPPA, A. 1972. Príspevok k vývoju jaskyne Domica. *Československý kras*, 22 (1970), 65–72.
35. DROPPA, A. 1972. Slatinský kras v Strážovskej hornatine. *Československý kras*, 22 (1970), 73–89.
36. DROPPA, A. 1972. Kras skupiny Sivého vrchu v Západných Tatrách. *Československý kras*, 23 (1971), 77–98.
37. DROPPA, A. 1972. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. *Slovenský kras*, 10, 9–46.
38. DROPPA, A. 1972. Krasové javy horskej skupiny Galmus. *Geografický časopis*, 24, 3, 185–200.
39. DROPPA, A. 1972. Výskum riečnych terás v okolí Ružomberka. *Liptov*, 2, Martin, 11–25.
40. DROPPA, A. 1973. Speleologický výskum Mojtiňského krasu. *Československý kras*, 24 (1972), 61–74.
41. DROPPA, A. 1974. Krasové javy v okolí Harmanca vo Veľkej Fatre. *Slovenský kras*, 12, 59–94.
42. DROPPA, A. 1974. Ružinský kras v Slovenskom rudohorí. *Československý kras*, 25 (1973), 61–72.
43. DROPPA, A. 1975. Sklabinský kras v sz. časti Veľkej Fatry. *Československý kras*, 26 (1974), 23–33.
44. DROPPA, A. 1975. Krasové javy Belianskej doliny vo Veľkej Fatre. *Slovenský kras*, 13, 107–129.
45. DROPPA, A. 1975. Minerálne pramene Liptova. *Liptov*, 3, Martin, 49–81.
46. DROPPA, A. 1976. Intenzita korózie krasových tokov v Demänovskej doline. *Slovenský kras*, 14, 3–30.
47. DROPPA, A. 1976. Speleologický výskum Blatnického krasu vo Veľkej Fatre. *Československý kras*, 27 (1975), 37–64.
48. DROPPA, A. 1978. Intenzita korózie tokov v Jánskej doline. *Slovenský kras*, 16, 39–67.
49. DROPPA, A. 1978. Jaskyne severnej časti Slovenského raja. *Československý kras*, 29 (1977), 63–78.
50. DROPPA, A. 1980. Jaskyne južnej časti Slovenského raja. *Československý kras*, 30 (1978), 51–65.
51. DROPPA, A. 1983. Speleologický výskum Uhrovského krasu v Strážovských vrchoch. *Slovenský kras*, 21, 35–50.
52. DROPPA, A. 1985. Quelques expériences de mesures de la corrosion dans le Karst de Demänová (Carpathes Occidentales), Tchécoslovaquie. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 10, 109–121.

#### **Publikované príspevky z vedeckých konferencií**

1. DROPPA, A. 1966. Untersuchungen der Parallelität von Flussterrassen mit horizontalen Höhlen. Akten des 3. Internationaler Kongress für Speläologie (Wien – Obertraun – Salzburg, 1961), 5, Wien, 79–81.
2. DROPPA, A. 1966. Typisation of the karst regions in the Carpathians. In O. Štelcl (Ed.): *Problems of the Speleological Research, Proceedings of the International Speleological Conference* (Brno, June 29 – July 4, 1964), 2, Brno, 23–32.

3. DROPPA, A. 1968. Neue Forschungen in der Demänova-Höhle. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Congress of Speleology in Yugoslavia (Postojna – Ljubljana – Dubrovnik, September 12 – 26, 1965), 3, Ljubljana, 423–426.
4. DROPPA, A. 1969. Die Wachstumsgeschwindigkeit der Sinterröhren in den Höhlen der Niederen Tatra. Abhandlungen, 5. Internationaler Kongress für Speläologie (Stuttgart, 1969), 2, München, 15/1–15/5.
5. DROPPA, A. 1971. Vzťah horizontálnych chodieb Jasovskej jaskyne k terasám Bodvy. In J. Kvitkovič (Ed.): Problémy geomorfologického výskumu. Zborník referátov z X. jubilejného zjazdu československých geografov v Prešove (1965), Bratislava, 99–106.
6. DROPPA, A. 1976. Die Beziehung der Flusshöhlen zu den Verebnungsflächen. In V. Panoš (Ed.): Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Congress of Speleology (Olomouc – ČSSR, 1973), 3, Praha, 53–59.
7. DROPPA, A. 1976. Die Korrosionsgeschwindigkeit der Höhlenflüsse in Liptauer Karst. In V. Panoš (Ed.): Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Congress of Speleology (Olomouc – ČSSR, 1973), 4, Praha, 211–218.
8. DROPPA, A. 1977. Die Lösungsintensität von Bächen, die aus dem Kristalin stammen, in Kalk-Dolomitschen Kolmpexen. In T. D. Ford (Ed.): Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Speleological Congress (Sheffield, September 10 – 17, 1977), 156–158.
9. DROPPA, A. 1981. On karst denudation research problematics. In B. F. Beck (Ed.): Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Congress of Speleology (Bowling Green, Kentucky, USA, July 18 – 24, 1981), 4, 34–36.
10. DROPPA, A. 1981. Der Einfluss der Gesteinbeschaffenheit auf die Korrosionsfähigkeit von Wässern. In L. Dinev (Ed.): Proceedings of the European Regional Conference on Speleology (Sofia, September 22 – 28, 1980), 2, Sofia, 502–505.
11. DROPPA, A. 1983. Alpine Karst in the Carpathians. Atti Convegno Internazionale sul carso di alta montagna (Imperia, 30 aprile – 4 maggio 1982), 1, 209–216.
12. DROPPA, A. 1983. L'origine des grottes accessibles au public en Slovaquie at leur protection. Proceedings of the International meeting on the show caves and their protection (Athens, September 1 – 3, 1983), 55–65.
13. DROPPA, A. 1986. L'influence des saisons de l'année sur la dénudation karstique. Communications, 9<sup>th</sup> International Congress of Speleology (Barcelona, August 1 – 7, 1986), 1, 237–240.
14. DROPPA, A. 1988. Les sédiments souterrain come l'indicateur de l'évolution karstique. Actes du Colloque international de Sédimentologie karstique (Han-sur-Lesse, Belgique, 18 – 22 mai 1987), 23–25.
15. DROPPA, A. 1995. Die Entwicklung der Demänová-Höhlen. In P. Bella (Ed.): Caves and Man. Proceedings of International Symposium, Demänovská Dolina 4. – 8. 10. 1994. Liptovský Mikuláš, 7–10.
16. DROPPA, A. 1996. Vplyv ročných období na koróziu Demänovského krasu. In M. Lalkovič (Ed.): Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš 10. – 11. 10. 1995. Liptovský Mikuláš, 63–70.

### **Odborné a prehľadové články**

1. DROPPA, A. 1949. Nová jaskyňa v Liptovskom krase (Mošnická). Československý kras, 2, 43.
2. DROPPA, A. 1950. Jaskyňa Čertova diera. Krásy Slovenska, 27, 5–8, 150–153.
3. DROPPA, A. 1950. Stalagmitové jazierka. Krásy Slovenska, 27, 5–8, 158–161.
4. DROPPA, A. 1951. Spojenie jaskyne Slobody s priepastou v Pustej. Krásy Slovenska, 28, 10, 226–232.
5. DROPPA, A. 1954. Výskum Chladovej jaskyne v Liptovskom krase. Geografický časopis, 6, 1–2, 92.
6. DROPPA, A. 1956. Plavecká jaskyňa. Československý kras, 8–9, 120–123.
7. DROPPA, A. 1957. Výskum Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Československý kras, 10, 141–142.
8. DROPPA, A. 1957. Výskum priepasti Kresanica v Liptovských Tatrách. Geografický časopis, 9, 4, 190–191.
9. DROPPA, A. 1957. Speleologické problémy Bystrianskej jaskyne. Krásy Slovenska, 34, 2, 75–78.
10. DROPPA, A. 1958. Krasové zjavy pri Motyčkách. Slovenský kras, 1, 106–109.
11. DROPPA, A. 1958. Výskum Belianskej jaskyne. Československý kras, 11, 248–249.
12. DROPPA, A. 1959. Krasové zjavy pri Vernári. Slovenský kras, 2 (1957–1958), 68–74.
13. DROPPA, A. 1960. Der geomorphologische Charakter der Eisschlucht auf Ohnište. Mitteilungen des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher, 6, München, 21–22.
14. DROPPA, A. 1961. The correlation of river terraces and horizontal cave corridors. Die Höhle, 12, 2/3, Wien, 111.
15. DROPPA, A. 1961. Čachtická jaskyňa. Krásy Slovenska, 38, 10, 372–375.

16. DROPPA, A. 1963. Jaskyne Jánskej doliny. *Krásy Slovenska*, 40, 8, 298–301.
17. DROPPA, A. 1964. Ledjanye peščery Českoslovákii. *Peščery*, 4 (5), Perm, 85–94.
18. DROPPA, A. 1965. Jaskyňa Borová hora. *Slovenský kras*, 5 (1963–1964), 96–98.
19. DROPPA, A. 1966. Zur Ermittlung der Gesamtlänge der Demänováöhlen. *Die Höhle*, 16, 1, Wien, 18.
20. DROPPA, A. 1969. Najstaršie výskumy jaskýň Liptova. *Almanach Liptovský Mikuláš*, 1, Liptovský Mikuláš, 69–74.
21. DROPPA, A. 1969. Správa o výsledku prehliadky Medvedej jaskyne na Glaci z hľadiska záchrany jaskyne. *Spravodaj Slovenského raja*, 1, 4, Poprad, 10–11.
22. DROPPA, A. 1970. Príspevok k výskytu výšinných hradísk na Liptove. *Almanach Liptovský Mikuláš*, 2, Liptovský Mikuláš, 93–101.
23. DROPPA, A. 1970. Do podzemných tajov Ludrovskej doliny. *Krásy Slovenska*, 47, 9, 396–399.
24. DROPPA, A. 1971. Občasný prameň v Slovenskom raji. *Krásy Slovenska*, 48, 3, 132–133.
25. DROPPA, A. 1971. Vznik a morfológia jaskyne Slobody. *Krásy Slovenska*, 48, 6, 248–253.
26. DROPPA, A. 1971. Krasové javy Liptovského krasu. *Krásy Slovenska*, 48, 6, 262–265.
27. DROPPA, A. 1971. Výskum krasových javov Slovenského raja. *Spravodaj Slovenského raja*, 3, 4, CHKO Slovenský raj, Betlanovce, 14–20.
28. DROPPA, A. 1972. Krasové javy v okolí Lučivnej. *Československý kras*, 22 (1970), 91–97.
29. DROPPA, A. 1972. Historiografia Demänovských jaskýň. *Slovenský kras*, 10, 94–101.
30. DROPPA, A. 1973. Prehľad preskúmaných jaskýň na Slovensku. *Slovenský kras*, 11, 111–157.
31. DROPPA, A. 1973. Výskum jaskýň v Strážove. *Československý kras*, 24 (1972), 115–118.
32. DROPPA, A. 1973. Les systèmes principaux des grottes dans les Carpates Occidentales. Le guide d'excursion, 6<sup>e</sup> Congrès International de Spéléologie (Olomouc – Liptovský Mikuláš, 1973), B-3, 50 s.
33. DROPPA, A. 1976. Výskum vodnej priepasti pri Trstine. *Slovenský kras*, 14, 163–165.
34. DROPPA, A. 1976. Výskum jaskýň v doline Bocianky. *Slovenský kras*, 14, 167–172.
35. DROPPA, A. 1980. Zlepencový kras pri Zemianskej Závade v Strážovských vrchoch. *Československý kras*, 30 (1978), 130–132.
36. DROPPA, A. 1998. Výskum jaskýň Rajeckého krasu. *Spravodaj SSS*, 29, 2, 4–6.
37. DROPPA, A. 1998. Výskum Sásovských jaskýň. *Spravodaj SSS*, 29, 1, 14–15.
38. DROPPA, A. 1999. Správa o výskume Ponického krasu. *Spravodaj SSS*, 30, 4, 26–29.
39. DROPPA, A. 1999. Morfológia Jasovskej jaskyne. *Aragonit*, 4, 15–16.
40. DROPPA, A. 2005. Výskum krasových javov v Lupčianskej doline. *Spravodaj SSS*, 36, 2, 9–11.

### **Obrazové knižné publikácie**

1. DROPPA, A. 1967. *Slovenské jaskyne*. Obzor, Martin, 192 s.
2. DROPPA, A. 1973. *Slovenské jaskyne*. Osveta, Martin, 192 s.

### **Populárno-náučné články**

1. DROPPA, A. 1953. Vznik a život Demänové. Demänovské jaskyne a výlety do okolí: Jaskyne svobody – Dračí leďová – Okno – Pustá. *Čedok Bratislava*, 4–24.
2. DROPPA, A. 1953. Demänovské jaskyne. Sprievodca po Jaskyni slobody, Demänovskej ľadovej jaskyni, Jaskyni mieru, Jaskyni Okno a Pustej jaskyni. *Cestovný ruch*, Bratislava, 66 s.
3. DROPPA, A. 1954. Vývin Demänovských jaskýň. In J. Hajduch: *Demänovské jaskyne*. Osveta, Martin, 7–23.
4. DROPPA, A. 1958. Charakteristické javy Dinárskeho krasu. *Naša veda*, 5, 85–189.
5. DROPPA, A. 1959. Partizáni v SNP a jaskyne. *Stredný Liptov*, 29. 8. 1959, Liptovský Mikuláš.
6. DROPPA, A. 1959. O jaskynných drakoch. *Príroda a spoločnosť*, 8, Bratislava, 36–37.
7. DROPPA, A. 1960. Poznáte naše jaskyne. *Naša veda*, 7, Bratislava, 614–620.
8. DROPPA, A. 1960. Význam jaskýň pre vedu a kultúru. *Vestník Slovenskej akadémie vied*, 2, 149–155.
9. DROPPA, A. 1963. Krasové javy v okolí Liptovskej Tepličky. *Tatranské noviny* 20. 12. 1963.
10. DROPPA, A. 1965. Krasové javy Malých Karpát. *Malé Karpaty – turistický sprievodca ČSSR*, zv. 28a, Bratislava, 17–21.
11. DROPPA, A. 1966. Krasové javy. *Nízke Tatry – turistický sprievodca ČSSR*, zv. 48a,b, Bratislava, 10.
12. DROPPA, A. 1968. Krasové oblasti Československa. *Zemepis ve škole*, 10–20.
13. DROPPA, A. 1971. Skamenená krása. *Ozveny Slovenska*, 1, Martin, 42–43.
14. DROPPA, A. 1982. Krasové javy. *Nízke Tatry – západ a východ*. *Turistický sprievodca ČSSR*, Bratislava, 22–28 a 20–24.
15. DROPPA, A. 1990. Čarovný svet slovenských jaskýň. *Matičné čítanie – kalendár 1991*, Martin, 87–90.



## Iné články

1. DROPPA, A. 1955. Speleologické práce na Slovensku. Naša veda, 2, 167–170.
2. DROPPA, A. 1958. Návrh hesiel pre skupinu Prírodné krásy a jaskyne. Naša veda, 5, 21, 78–79.
3. DROPPA, A. 1959. Štúdijská cesta po Dinárskom krase v Juhoslávii. Slovenský kras, 2 (1957–1958), 131–143.
4. DROPPA, A. 1959. Jaskyne Permskej oblasti. Slovenský kras, 2 (1957–1958), 155–156.
5. DROPPA, A. 1960. Prof. dr. František Vitásek sedemdesiatročný. Geografický časopis, 12, 2, 124–126.
6. DROPPA, A. 1961. Najhlbšie priepasti sveta. Slovenský kras, 3 (1959–1960), 142–145.
7. DROPPA, A. 1961. Rozloha Demänovských jaskýň. Slovenský kras, 3 (1959–1960), 150–151.
8. DROPPA, A. 1961. Objavné možnosti ďalších jaskýň v Demänovskej doline. Krásy Slovenska, 38, 8, 292–294.
9. DROPPA, A. 1965. Najväčšie jaskynné sústavy sveta. Slovenský kras, 5 (1963–1964), 113–114.
10. DROPPA, A. 1965. Zpráva o činnosti Speleologickej odbočky Slovenskej zemepisnej spoločnosti pri SAV v Liptovskom Mikuláši za rok 1964. Geografický časopis, 17, 3, 269.
11. DROPPA, A. 1965. Höhlenforschung in der Tschechoslowakei. Mitteilungen des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V., 11, 2.
12. DROPPA, A. – RYŠAVÝ, P. – SKŘIVÁNEK, F. 1966. Organization of karst investigation in Czechoslovakia. Československý kras, 17 (1965), 112–113.
13. DROPPA, A. 1966. Zpráva o činnosti dobrovoľných jaskyniarskych skupín na Slovensku za rok 1964. Československý kras, 17 (1965), 143.
14. DROPPA, A. 1966. Zpráva o činnosti Speleologickej odbočky SZS pri SAV v Lipt. Mikuláši za rok 1965. Geografický časopis, 18, 3, 275–276.
15. DROPPA, A. 1967. Zpráva o činnosti SZS pri SAV za rok 1966. Geografický časopis, 19, 2, 158–159.
16. DROPPA, A. 1967. Cave research work in Slovakia. NSS News, 25, 6, 110–114.
17. DROPPA, A. – RYŠAVÝ, P. – SKŘIVÁNEK, F. 1968. Karst investigation in Czechoslovakia in 1966. Československý kras, 19 (1967), 111.
18. DROPPA, A. 1968. Zpráva o činnosti speleologických skupín na Slovensku za rok 1966. Československý kras, 19 (1967), 141–142.
19. DROPPA, A. 1968. Činnosť Speleologickej odbočky SZS pri SAV v Lipt. Mikuláši za rok 1967. Geografický časopis, 20, 2, 186–188.
20. DROPPA, A. 1969. 12. jaskyniarsky týždeň v Slovenskom raji. Spravodaj Slovenského raja, 1, 4, Poprad, 5–9.
21. DROPPA, A. 1970. Výskum a organizácia jaskýň ČSSR. Vitame Vás v ČSSR, 4, Praha, 4.
22. DROPPA, A. 1970. Životné jubileum prof. J. Volku-Starohorského. Liptov, 1, Martin, 271–277.
23. DROPPA, A. – RYŠAVÝ, P. – SKŘIVÁNEK, F. – ŠTELCL, O. 1971. Report on Czechoslovak Karst Investigation in 1967. Československý kras, 20 (1968), 107–109.
24. DROPPA, A. 1971. Výskum krasových oblastí na Slovensku v roku 1967. Československý kras, 20 (1968), 135–136.
25. DROPPA, A. – HROMAS, J. – RYŠAVÝ, P. 1972. Karst investigation in Czechoslovakia in 1968. Československý kras, 21 (1969), 119–121.
26. DROPPA, A. 1972. Správa o činnosti speleologických skupín na Slovensku za rok 1968. Československý kras, 21 (1969), 148–149.
27. DROPPA, A. – HROMAS, J. – RYŠAVÝ, P. 1972. Karst investigation in Czechoslovakia in 1969. Československý kras, 22 (1970), 99–101.
28. DROPPA, A. 1972. V. medzinárodný speleologický kongres v NSR. Československý kras, 22 (1970), 123–124.
29. DROPPA, A. 1972. Správa o činnosti speleologických skupín na Slovensku za rok 1969. Československý kras, 22 (1970), 128.
30. DROPPA, A. 1972. Správa o činnosti Speleologickej odbočky Slovenskej geografickej spoločnosti pri SAV za rok 1972. Geografický časopis, 24, 4, 367–368.
31. BURKHARDT, R. – DROPPA, A. – SKŘIVÁNEK, F. 1972. Karst investigation in Czechoslovakia in 1970. Československý kras, 23 (1971), 115.
32. DROPPA, A. 1972. Správa o činnosti speleologických skupín na Slovensku za rok 1970. Československý kras, 23 (1971), 153–154.
33. DROPPA, A. – BUKOVINSKÝ, V. 1972. Jaskyniarsky týždeň v Malej Fatre. Vlastivedný zborník Považia, 11, Martin, 309–316.
34. DROPPA, A. – HROMAS, J. – ŠTELCL, O. 1973. Account of karst investigation carried out in Czechoslovakia in 1971. Československý kras, 24 (1972), 97–98.
35. DROPPA, A. 1973. Správa o činnosti speleologických skupín na Slovensku za rok 1971. Československý kras, 24 (1972), 146–147.

36. DROPPA, A. – HROMAS, J. – ŠTELCL, O. 1974. Karst investigation carried out in Czechoslovakia in 1972. *Československý kras*, 25 (1973), 83–85.
37. DROPPA, A. 1974. Správa o činnosti speleologických skupín na Slovensku za rok 1972. *Československý kras*, 25 (1973), 129–130.
38. DROPPA, A. – HROMAS, J. – ŠTELCL, O. 1975. Karst investigation carried out in Czechoslovakia in 1973. *Československý kras*, 26 (1974), 89–90.
39. DROPPA, A. 1975. Správa o činnosti speleologických skupín na Slovensku za rok 1973. *Československý kras*, 26 (1974), 139–140.
40. DROPPA, A. 1975. Vysokohorské krasové oblasti Švajčiarska. *Slovenský kras*, 13, 199–211.
41. DROPPA, A. – HROMAS, J. – ŠTELCL, O. 1976. Karst investigation carried out in Czechoslovakia in 1974. *Československý kras*, 27 (1975), 85–87.
42. DROPPA, A. 1976. Správa o činnosti Geografického ústavu SAV – pracovisko pre výskum krasu a jaskýň v Lipt. Mikuláši. *Československý kras*, 27 (1975), 145.
43. DROPPA, A. – HROMAS, J. – ŠTELCL, O. 1977. Karst investigation carried out in Czechoslovakia in 1975. *Československý kras*, 28 (1976), 85–86.
44. DROPPA, A. 1977. Správa o činnosti speleologických skupín na Slovensku za rok 1975. *Československý kras*, 28 (1976), 125.
45. DROPPA, A. 1978. Správa o činnosti speleologických skupín na Slovensku v roku 1976. *Československý kras*, 29 (1977), 153–154.
46. DROPPA, A. 1978. Zomrel prof. Ján Volko-Starohorský. *Geografický časopis*, 30, 2, 171–173.
47. DROPPA, A. 1979. In memoriam prof. Jána Volku-Starohorského. *Slovenský kras*, 17, 217–226.
48. DROPPA, A. 1979. Zomrel prof. J. Volko-Starohorský. *Liptov*, 5, Martin, 241–263.
49. DROPPA, A. 1980. Správa o činnosti speleologických pracovísk pri SAV na Slovensku za rok 1977. *Československý kras*, 30 (1978), 155–156.
50. DROPPA, A. 1982. Správa o činnosti speleologického pracoviska GÚ SAV a speleologickej odbočky SGS pri SAV za rok 1979. *Československý kras*, 32, 145.
51. DROPPA, A. 1983. VIII. medzinárodný speleologický kongres v USA. *Slovenský kras*, 21, 291–297.
52. DROPPA, A. 1998. Vojtech Benický ako organizátor speleologických výskumov. *Slovenský kras*, 35, 35–40.
53. DROPPA, A. 1999. Príspevok k historiografii jaskýň na Slovensku. *Slovenský kras*, 37, 25–28.
54. DROPPA, A. 2000. Činnosť dobrovoľných jaskyniarov pri Múzeu slovenského krasu. In Z. Hochmuth (Ed.): 50 rokov Slovenskej speleologickej spoločnosti. Zborník referátov z historicko-odborného seminára, Liptovský Ján 29. – 30. 9. 1999. Prešov, 41–42.
55. DROPPA, A. 2000. Speleologická odbočka SGS pri SAV – 20 rokov jej činnosti. In Z. Hochmuth (Ed.): 50 rokov Slovenskej speleologickej spoločnosti. Zborník referátov z historicko-odborného seminára, Liptovský Ján 29. – 30. 9. 1999. Prešov, 43–49.
56. DROPPA, A. 2001. Spomienky na spoluprácu s Jánom Majkom pri výskume jaskýň. *Slovenský kras*, 39, 89–94.

## Recenzie

1. DROPPA, A. 1957. J. Cadoux, J. Lavogne, G. Metieu, L. Patié: Operation 1000. *Geografický časopis*, 9, 4, 255.
2. DROPPA, A. 1957. D. Louček: Ždumbírsky velehorský kras. *Geografický časopis*, 9, 4, 255–256.
3. DROPPA, A. 1959. N. Džembazov: Pešcerite v Blgarija. *Slovenský kras*, 2 (1957–1958), 169.
4. DROPPA, A. 1959. Karta na pešcerite v NR Blgarija. *Slovenský kras*, 2 (1957–1958), 171.
5. DROPPA, A. 1971. K. Absolon: Moravský kras I. *Geografický časopis*, 23, 1, 86–87.
6. DROPPA, A. 1971. A. Aubert: Phenomènes et formes du Karst Jurassien. *Geografický časopis*, 23, 1, 91–92.
7. DROPPA, A. 1972. A. Aubert: Phenomènes et formes du Karst Jurassien. *Československý kras*, 23 (1971), 143–144.
8. DROPPA, A. 1975. A. G. Čikišev: Peščery na teritorii SSSR. *Slovenský kras*, 13, 265.
9. DROPPA, A. 1975. N. A. Gvozdeckij: Problemy izučeniya karsta i praktika. *Československý kras*, 26 (1974), 123–124.
10. DROPPA, A. 1983. R. and J. Gurnee: Gurnee Guide to American caves. *Slovenský kras*, 21, 308–309.

**Slovenský kras, ročník 51, číslo 1**  
**Acta Carsologica Slovaca**

<b>Rok vydania:</b>	máj 2014
<b>Vydanie:</b>	prvé
<b>Evidenčné číslo:</b>	EV 3878/09
<b>Vydavateľ:</b>	Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky – Správa slovenských jaskýň a Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš
<b>Sídlo vydavateľa a adresa redakcie:</b>	Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, Školská ul. 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, IČO: 361 45 114
<b>Jazyková korektúra:</b>	Mgr. Bohuslav Kortman (slovenský jazyk) Ing. Peter Gažík (anglický jazyk)
<b>Anglické preklady:</b>	autori príspevkov
<b>Grafika:</b>	Ing. Jiří Goralski
<b>Tlač:</b>	SLOVENSK, s. r. o., Koceľova 17, 821 08 Bratislava
<b>Náklad:</b>	400 výtlačkov
<b>Cena:</b>	Nepredajné
<b>Obálka:</b>	Jaskyňa Domica. Foto: P. Staník