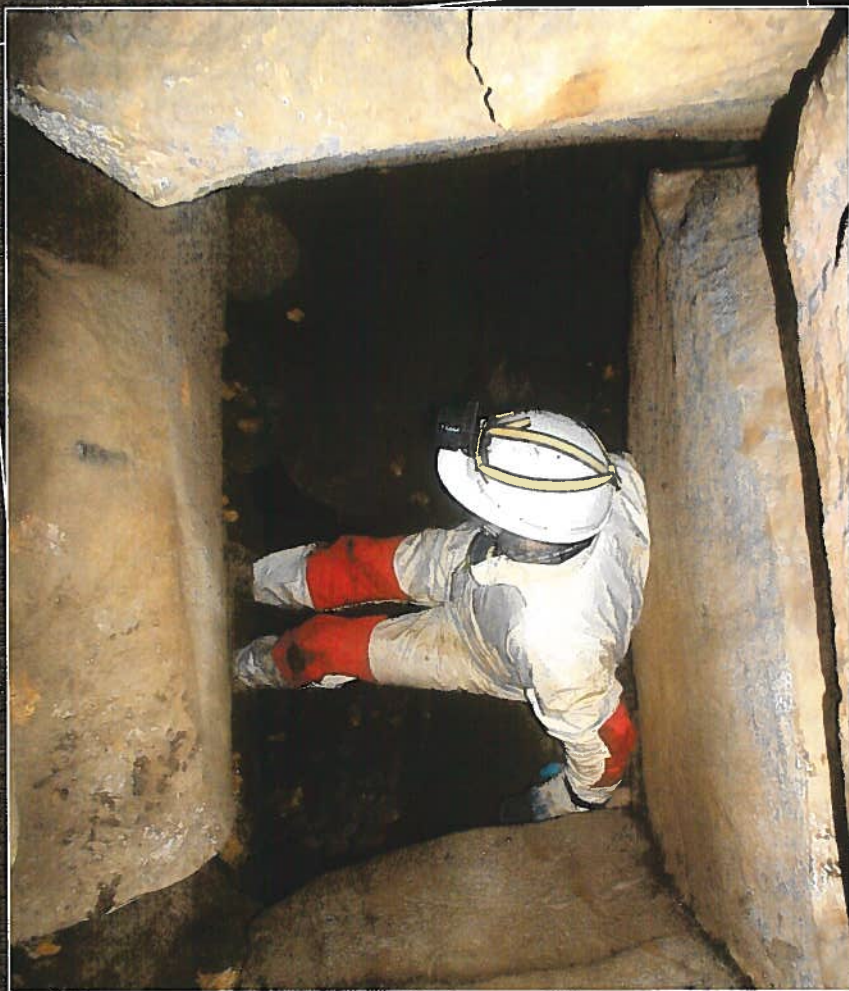


Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš  
Slovak Speleological Society  
International Union of Speleology, Commission for Pseudokarst

# Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst



**Teplý Vrch – Slovakia, 2004**

Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš  
Slovak Speleological Society  
International Union of Speleology, Commission for Pseudokarst

**Proceedings  
of the 8<sup>th</sup> International Symposium  
on Pseudokarst**

**Teplý Vrch – Slovakia, 2004**

Published by: Slovak Caves Administration,  
Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia  
Editor: Ľudovít Gaál

Technical co-operation: Ladislav Iždinský  
Adjustment: Ján Kasák – M&P Žilina, Bohuslav Kortman

Cover: Dvojvchodová rozsadlina Cave. Photo Tomasz Mleczek

Printed by Knižné centrum, Žilina

ISBN 80-8064-222-2

## Contents

<b>Introduction</b>	5
<b>Prologue</b>	6
<b>Durch Exhalation entstandene Höhlen im Karpatenbecken</b> <i>István Eszterhás</i>	7
<b>Hot and Cold Way of Origin of the Tree Mold Caves</b> <i>L'udovít Gaál – Hiroshi Tachihara – Kensaku Urata</i>	14
<b>Speleothems in Mines – Pseudokarst features?</b> <i>Rudolf Pavuza – Karl Mais</i>	22
<b>On the Finnish pseudokarsts</b> <i>Aimo Kejonen</i>	24
<b>Caves in Non-Carbonate Rocks of Slovakia: List, Genetic types, Values and Protection</b> <i>Pavel Bella – L'udovít Gaál – Peter Holúbek</i>	32
<b>Horizontal Quartzite-karst Caves in Venezuela – One of the Newest Geomorphological Discoveries</b> <i>Lukáš Viček</i>	57
<b>A Digital List of Non-karstic Caves in Hungary</b> <i>István Eszterhás – George Szentes</i>	62
<b>Caves of the Polish Flysch Carpathians</b> <i>Grzegorz Klassek</i>	69
<b>Morphological Evolution of the Pseudokarst Forms in Quaternary Loesses of Southern Poland – a case study of Bugaj near Pinczów, Nida Basin</b> <i>Jan Urban</i>	75
<b>Výzkum a dokumentace pseudokrasu Broumovské vrchoviny – stav k roku 2003</b> <i>Oldřich Jenka – Jiří Kopecký</i>	84
<b>Nekrasové jaskyne v Žiarskej doline v Západných Tatrách</b> <i>Peter Holúbek</i>	92
<b>Siliceous karst forms in the Lužické hory Mts., northern Bohemia</b> <i>Jiří Adamovič – Petr Havránek</i>	94
<b>Le morfologie pseudocarsiche nel flysch della Valle dello Judrio (Friuli Venezia Giulia – Italia)</b> <i>di Maurizio Tavagnutti</i>	95
<b>A Contribution to the Knowledge of the Moss Mites (Acarina) of several Pseudokarst Caves of the Southern Slovakia</b> <i>Peter L'uptáček – Barbora Gaálová</i>	118
<b>Bárlangok felkutatása a Korponai-hegyvidéken középkori oklevelek helynevei alapján</b> <i>Dénes György</i>	121
<b>Člověk a pískovcová krajina</b> <i>Vladimír Peša – Petr Jenč</i>	128
<b>Die Pseudokarsthoehle Knahyna an der Grenze der Slowakei und der Ukraine</b> <i>Ján Ducár</i>	140
<b>Posters</b>	
<b>Specific relief of ferruginous sandstones and sinters in northern Bohemia</b> <i>Jiří Adamovič</i>	142
<b>Notes on the origin of strata-bound caves of the Klokočí cuesta</b> <i>Honza Mertlík</i>	143
<b>Selected weathering forms and pseudokarst features of sandstones in the Bohemian Switzerland National Park</b> <i>Zuzana Vařilová</i>	144

## List of participants

Name	Address	E/Mail
Adamovič, Jiří	Institute of Geology AS CR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6, Czech Republic	<a href="mailto:adamovic@gli.cas.cz">adamovic@gli.cas.cz</a>
Bella, Pavel	Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia	<a href="mailto:bella@ssj.sk">bella@ssj.sk</a>
Cech, Petra	Dept. of Karst and Caves, Museum of Natural History Vienna Museumsplatz 1/10/1, A-1070 Vienna – Austria	<a href="mailto:speleo.austria@netway.at">speleo.austria@netway.at</a>
Devetak, Ester	Italy	
Dénes, György	Borbély u.5, H-1132 Budapest, Hungary	<a href="mailto:denes.gyorgy@freemail.hu">denes.gyorgy@freemail.hu</a>
Ducár, Ján	Dumbierska 10, 080 01 Prešov, Slovakia	<a href="mailto:kvadrod3@kvadro.sk">kvadrod3@kvadro.sk</a>
Eszterhás, István	Köztársaság u. 157, H-8045 Isztimér, Hungary	
Gaál, Ludovít	Správa slovenských jaskýň, pracovisko Rimavská Sobota, Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota, Slovakia	<a href="mailto:gaal@ssj.sk">gaal@ssj.sk</a>
Gaálová, Barbora	Česká 8/64, 979 01 Rimavská Sobota, Slovakia	<a href="mailto:pasu@isternet.sk">pasu@isternet.sk</a>
Gažík, Peter	Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia	<a href="mailto:gazik@ssj.sk">gazik@ssj.sk</a>
Glessi, Giovanni	Italy	
Granátová, Viera	Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia	<a href="mailto:granatova@ssj.sk">granatova@ssj.sk</a>
Havránek, Petr	Magistrát mesta Liberec, Tr. 1. máje 108, 460 59 Liberec, Czech Republic	<a href="mailto:petr.havranek@magistrat.liberec.cz">petr.havranek@magistrat.liberec.cz</a>
Holúbek, Peter	Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia	<a href="mailto:holubek@smopaj.sk">holubek@smopaj.sk</a>
Hollender, Angelika	Rasumofskygusse 34/17 A-1030 Wien, Austria	
Hollender, Werner	Rasumofskygusse 34/17 A-1030 Wien, Austria	
Hromas, Jaroslav	Agentura ochrany prírody a krajiny ČR, Kališnická 4-6,130 23 Praha 3, Czech Republic.	<a href="mailto:hromas@nature.cz">hromas@nature.cz</a>
Iždinský, Ladislav	Správa slovenských jaskýň, pracovisko Rimavská Sobota, Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota, Slovakia	<a href="mailto:izdinsky@ssj.sk">izdinsky@ssj.sk</a>
Jenč, Petr	Department of archeology and speleoantropology of the Regional museum and gallery, Nám. Osvození 297, 470 34 Česká Lípa, Czech Republic	<a href="mailto:petrjen@centrum.cz">petrjen@centrum.cz</a>
Kejonen, Aimo	Retkeilijantig 9C22, 70200 Kuopio, Finland	<a href="mailto:aimo.kejonen@gsf.fi">aimo.kejonen@gsf.fi</a>
Kejonen, Eetu	YO-Kylä 5B34, 20540 Turku, Finland	
Klinda, Jozef	Ministerstvo životného prostredia SR, Nám. L. Štúra 1, 812 35 Bratislava, Slovakia	<a href="mailto:horacikova.anna@enviro.gov.sk">horacikova.anna@enviro.gov.sk</a>
Kolinková, Eva	ul. gen. Svobody 14, 550 01 Broumov I., Czech Republic	<a href="mailto:kolinkova.eva@tiscali.cz">kolinkova.eva@tiscali.cz</a>
Kopecký, Jiří	Husova ul. 154, 550 01 Broumov – Velká Ves, Czech Republic	
Kortman, Bohuslav	Slovenská speleologická spoločnosť, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia	<a href="mailto:kasak@map.sk">kasak@map.sk</a>
Lustig, Valéria	Borbély u.5, H-1132 Budapest, Hungary	<a href="mailto:denes.gyorgy@freemail.hu">denes.gyorgy@freemail.hu</a>
Lubomír, Kováč	Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Ústav biologických a ekologických vied, Moyzesova 11, 040 01 Košice, Slovakia	<a href="mailto:kovaclu@science.upjs.sk">kovaclu@science.upjs.sk</a>
Luptáčik, Peter	Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Ústav biologických a ekologických vied, Moyzesova 11, 040 01 Košice, Slovakia	<a href="mailto:luptacik@kosice.upjs.sk">luptacik@kosice.upjs.sk</a>
Mais, Karl	Dept. of Karst and Caves, Museum of Natural History Vienna Museumsplatz 1/10/1, A-1070 Vienna – Austria	<a href="mailto:speleo.austria@netway.at">speleo.austria@netway.at</a>
Meneghini, Marco	Centro Ricerche Carsiche C. Seppenhofer, Gorizia, Italy	<a href="mailto:marcom73@libero.it">marcom73@libero.it</a>
Mertlík, Jan	Tisovka 2, 511 01 Turnov, Czech. Republic	<a href="mailto:j.m.had@npcs.cz">j.m.had@npcs.cz</a>
Mleczek, Tomasz	Beskidy caving club, ul. Szkotnia 5/25, Debica 39-200, Poland	<a href="mailto:serek@mail.rv">serek@mail.rv</a>



<b>Name</b>	<b>Address</b>	<b>E/Mail</b>
Nadok, Pavel	Obecný úrad Teplý Vrch 980 22, Slovakia	
Pas, Jan Paul van der	Vauwerhofweg 3, 6333 CB Schimmert, Holandia,	<a href="mailto:jpgvanderpas@hetnet.nl">jpgvanderpas@hetnet.nl</a>
Pavuzá, Rudolf	Dept. of Karst and Caves, Museum of Natural History Vienna Museumsplatz 1/10/1, A-1070 Vienna – Austria	<a href="mailto:speleo.austria@netway.at">speleo.austria@netway.at</a>
Peša, Vladimír	Department of archeology and speleoantropology of the Regional museum and gallery, Nám. Osvobození 297, 470 34 Česká Lípa, Czech Republic	<a href="mailto:pesa@muzeum.clnet.cz">pesa@muzeum.clnet.cz</a>
Primosi, Isabella	Italy	
Rozic, Davide	Italy	
Susmel, Michele	Italy	
Szentes, Georg	Alte Frankfurter Str. 22B, D-61118 Bad Vilbel, Germany	<a href="mailto:szentesg@aol.com">szentesg@aol.com</a>
Tavagnutti, Maurizio	Via Ristori, 31-34170 Gorizia, Italy	<a href="mailto:maurizio.tavagnutti@metso.com">maurizio.tavagnutti@metso.com</a>
Tulucan, Tiberiu	University „Vasile goldis“ Arad, str. Visinului nr.77, RO-2900 Arad, Romania	<a href="mailto:tiberio2002ro@yahoo.co.uk">tiberio2002ro@yahoo.co.uk</a>
Toplikar, Aurora	Italy	
Urban, Jan	Instytut ochrony przyrody PAN, al. A. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków, Poland	<a href="mailto:urban@iop.krakow.pl">urban@iop.krakow.pl</a>
Vařilová, Zuzana	Správa NP České Švýcarsko, Pražská 52,407 46 Krásná Lípa, Czech Republic	<a href="mailto:z.varilova@npcs.cz">z.varilova@npcs.cz</a>
Višňovská, Zuzana	Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia	<a href="mailto:visnovska@ssj.sk">visnovska@ssj.sk</a>
Vlček, Lukáš	Varguľa 21, 976 56 Pohronská Polhora, Slovakia	<a href="mailto:lukasvlcek@yahoo.com">lukasvlcek@yahoo.com</a>
Zanin, Gianluca	Italy	



## Introduction

After a couple of years we offer you next proceedings of papers about pseudokarst. It is to testify, that the questions about genesis and development of caves in non-carbonate rocks and the processes of its weathering are still actual. It is possible, that in the future it will be necessary to change the title "pseudokarst", but it is sure, that research of non-carbonate caves is needed and as well as their protection.

Therefore, the 8<sup>th</sup> Symposium on Pseudokarst was held on 26<sup>th</sup> – 29<sup>th</sup> May 2004 in the Environmental Centre Drienok of the Slovak Environmental Agency in the small village Teplý Vrch in southern Slovakia. For those who arrived earlier, on 25<sup>th</sup> of May, a field excursion was organized to the contact zone of the Drienčany karst near Teplý Vrch.

The opening ceremony in the morning of 26<sup>th</sup> May was honoured by attendance of Dr. Jozef Klinda, director of Environmental Law Section of the Ministry of Environment of the Slovak Republic, Ing. Milan Kocka the head of Environmental Office of the Rimavská Sobota district, Mr. Pavel Nadok the mayor of the Teplý Vrch village, Jan Paul van der Pas the chairman of the UIS Commission for the lava caves and Jan Kopecký the honorary chairman of UIS Commission for Pseudokarst, founder of pseudokarst symposiums. After the whole day's papers, Dr. Pavel Bella presented some nice pictures from volcanic caves in Japan in the evening and Dr. Georg Szentes from different caves in Australia and New Zealand.

The next day, 27<sup>th</sup> May, was dedicated to excursions. The participants had possibility to acquaint with the genesis and development of the crevasse caves originated by the block sliding in the Pliocene basalt in Pohanský hrad plateau (Cerová vrchovina Upland, southern Slovakia). The participants visited here the longest pseudokarst cave of Slovakia: Stĺpová jaskyňa with the length of 182 m.

On 28<sup>th</sup> May the papers continued, but after lunch a very interesting excursion was prepared to the tree mould caves in Ostrôžky and Krupinská planina Upland. The closing ceremony was held in the evening of 28<sup>th</sup> May.

The post-symposium excursion was organized in the Slovak Karst (Ochtinská Aragonite Cave, Silická ľadnica Ice cave and Domica Cave) or in the pseudokarst caves of Northern Hungary.

The total number of participants of symposium was 51: from Austria (5 part.), Netherlands (1), Italy (9), Poland (2), Hungary (3), Germany (1), Czech Republic (8), Finland (2), Romania (4) and Slovakia (13 + 3 guests). 18 papers and 3 posters were presented, 2 authors sent other interesting papers.

I hope all of participants felt well and left Slovakia with nice impressions and richer scientific knowledge. I thank them for the active attitude and hope we all will meet in Poland again on the next symposium.

*Ludovít Gaál*  
editor

## Prologue

Deeply honoured Ladies and Gentlemen – Dear Guests!

I'd like to welcome, in the name Commission for Pseudokarst at the International Union of Speleology, every participant of the 8-th International Symposium for Pseudokarst. I'm very glad that you've honoured our program. I'd like to give special thanks to the organisers, the Sloveak Caves Administration and Slovak Speleological Society, whose staff not only created the various conditions of our meeting, but thanks to their contributions, this chain of symposiums is also saved after a critical two-years long delay.

Our last symposium was held in Arad, Romania. At the committee meeting of that symposium, we discussed the work done in recent years. We found that besides the active groups, there were some who unfortunately became quite withdrawn, and the lack of money also caused difficulties in the life of our organisation. We decided that the "Nachrichtenbrief" (Newsletter), the journal of the Pseudokarst Commission, will be published in both English and German, and it will be available on the Internet as well.

Unfortunately there are still some quite withdrawn groups, and their activities are unknown for most. We still have not received any financial support from UIS. On the other hand, the "Newsletter" („Nachrichtenbrief“) became bilingual and is available on the Internet, but it's published quite rarely due to the low number of the reports submitted.

There were many regional meetings for pseudokarst-researchers in the past four years, in Central-Europe, in the United States, in South-America and so on, where many new research achievements were discussed. Our relationship became more closer with the commission on Volcanic Caves and Commission on History of Speleology but we did not manage to strengthen our relations with other Commissions. The UIS Congress in Brasil – despite the above-mentioned critical remarks – mentioned the work of our Commission among the best. To summarize our work since symposium, we had shortcomings but we also had achievements. I hope that this symposium will strengthen us enough so that we'll be able to achieve better results in the future.

I wish you all to get enriched with new knowledge during the scientific session, and to see new wonders on the excursions. I hope that the resolutions of the committee meeting will be both progressive and workable. Furthermore, I wish that the threads of friendship strengthen during the talks with your colleagues, and I hope that you will return from Slovakia with pleasant impressions.

*István Eszterhás*  
*Chairman of the International*  
*Commission for Pseudokarst*

# Durch Exhalation entstandene Höhlen im Karpatenbecken

István Eszterhás

Köztársaság u. 157, H-8045 Isztimér, Hungary

I dedicate my work to the grace of Ka-moho-ali,  
prince of volcanic vapours, son of Pele goddess.

## Abstract

### Exhaling caves in the Carpatian basin

Even after few million years, the exhaling shafts can be found on the volcanic areas which have lost their activity. Today, only small parts can be seen from the exhaling shafts because of the denudation and the filling. Most of these are vertical or horizontal pipes, a few are steam-explosion holes. In most of these exhaling caves the stiffener of condensed minerals still can be found /sulfur, different salt etc./. In a few caves, the exhalation and separation of mineral substances still continue even today. The work introduces the 24 exhaling caves in the Carpatian Basin known so far and with this also colors the palette of pseudocarsitic caves. Besides, I point to the similarity of the exhalation of today's active volcanoes, the dormant volcanic areas, and the shafts of these. This similarity can be seen in the shape of the shafts and the composition of the minerals settled in those

**Key words:** exhaling caves, volcanic activity, condensed minerals

Bei der katastermäßigen Erfassung der Höhlen, welche in vulkanischen Gesteinen entstanden, haben wir mehrere relativ kleine Röhrenhöhlen gefunden. Als sich die Zahl der bekannten Röhrenhöhlen erhöhte, erkannten wir zwischen ihnen immer mehr Ähnlichkeiten. Diese Höhlen sind senkrecht oder fast waagrechte zylindrische Räume. Gewöhnlich sind sie auf etwa 5-8 m gangbar (max.12m), ihre Durchmesser betragen gewöhnlich 40-100 cm, sie setzen sich aber enger werdend weiter fort. Wir kamen mit wachsender Erfahrung zu der Erkenntnis, daß die Exhalationsschlote nicht immer zylindrisch sind. Darunter finden sich auch solche, welche gespaltene oder explodierte Formen zeigen und röhrenartige Bildungen kommen darin nur untergeordnet vor. Nach vergleichenden Untersuchungen kamen wir zu dem Schluß, daß diese Bildungen Überreste der Exhalationskanäle der ehemaligen Fumarolen sind. Wir verglichen die Form und die Mineralborke der Räume miteinander, mit mehreren anderen Räumen und mit noch aktiven Gas- und Dampfaustritten. Für diese Verleiche benutzen wir teils unsere eigenen Erfahrungen, teils literarische Angaben.

Im Karpatenbecken gibt es - wie allgemein bekannt ist - keine aktiven Vulkane. Hefti-

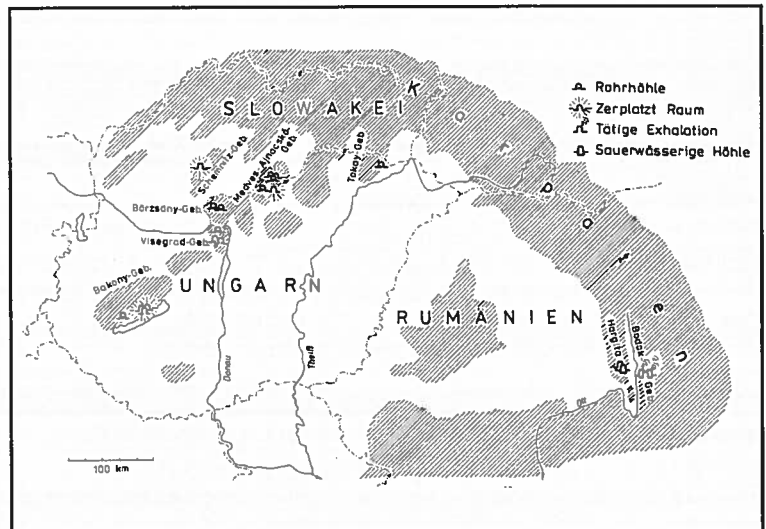


Abb. 1. Exhalationische Höhle in Karpatenbecken



ge vulkanische Tätigkeiten gab es hingegen in mehreren Zeitabschnitten der Erdgeschichte. Von diesen vulkanischen Perioden sind speläologisch bedeutungsvoll, der Andesivulkanismus des Miozän und der Basaltvulkanismus an der Grenze vom Pliozän zum Pleistozän. In diesen vulkanischen Gesteinen sind die meisten Pseudokarsterscheinungen zu finden. Darunter gibt es auch durch die Exhalation entstandene Röhrenhöhlen sowie solche Höhlen, in welchen postvulkanische Gasaustritte auch heute noch zu beobachten sind.

### Gattungen der gas- und Dampfaustritte

Die Tätigkeit der Vulkane wird von Gasaustritten aus der Erdoberfläche begleitet. Zur vulkanischen Tätigkeit gehören neben den Gasaustritten auch andere Erscheinungen (Erdbeben, Lichtphänomene usw.). Während der Eruptionen treten Gas- und Dampfaustritte häufiger auf. Diese fördern die flüssigen, gelartigen und festen Materialien aus dem Schlot und treten mit ihnen ebenfalls zutage. Davon ist auch die Intensität der Explosion abhängig. Nach der Entleerung der Magmakammer, zur Zeit des Postvulkanismus, strömen die Gase noch lange Zeit an die Erdoberfläche. Für diese Erscheinungen gibt es aufgrund abweichender chemischer Zusammensetzung und Temperatur der zur Oberfläche strömenden Gase und Dämpfe verschiedene Bezeichnungen.

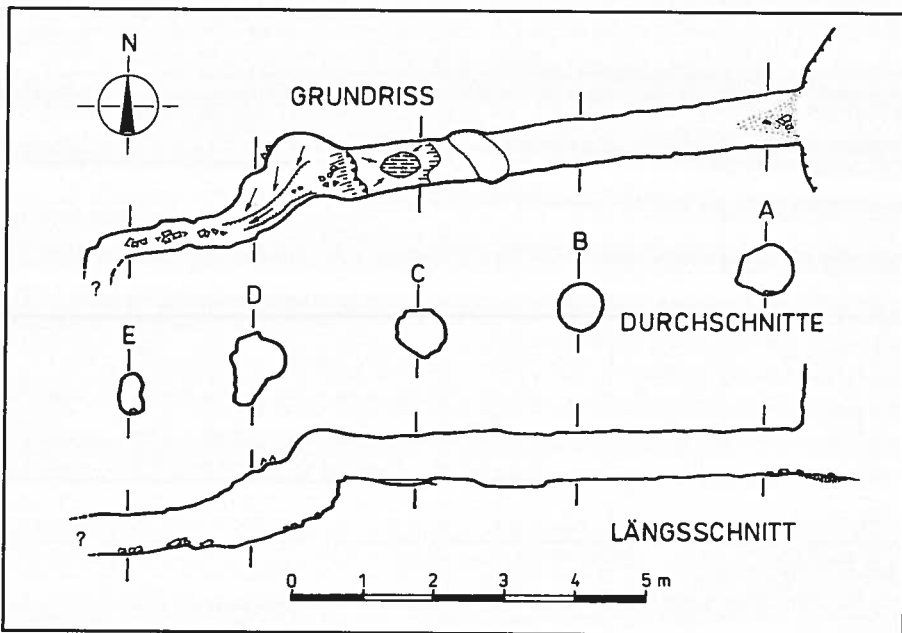


Abb. 2. Waagrechte Rohrhöhle „Kámori Rókalyuk“ (Bözönygebirge Ungarn)

Die Fumarolen enthalten zum weitaus größten Teil Wasserdampf und zu einem kleineren Teil Gase ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ , usw.), Säuren ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HBO}_2$ , usw.), und Salze (K-, Na-,  $\text{NH}_4$ -chloride). Ihre Temperatur ist zumeist hoch (100 – 400 °C). Die primäre Fumarole nährt sich aus der Magmakammer, die sekundäre Fumarole leitet den Dampf aus der Lava oder dem Pyroklastit herauf.

Die Mofetten geben vorwiegend Kohlendioxid und weniger Schwefeldioxid und andere Gase ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ , Wasserdampf) ab. Ihre Temperatur beträgt unter 100 °C, sie übersteigt die Temperatur der Erdoberfläche im allgemeinen kaum oder nur wenig. Dieses Phänomen bezeichnen wir als "trockene Exhalation", welches meist der Begleiter postvulkanischer Tätigkeit ist.

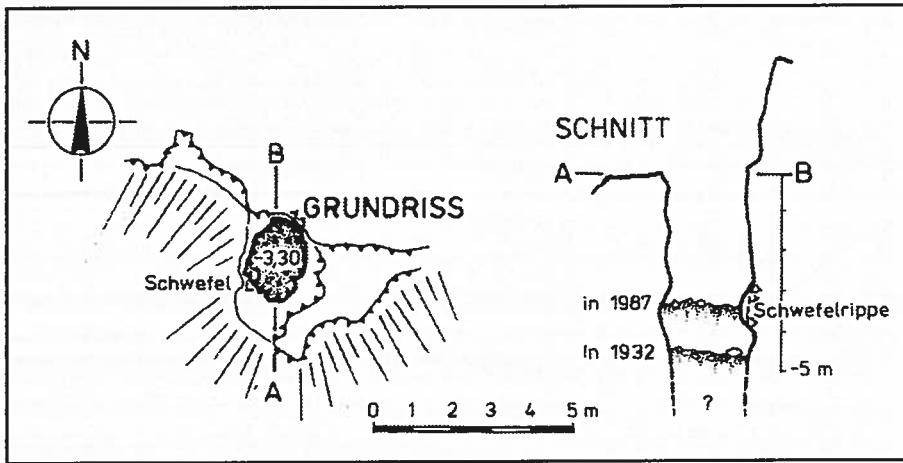


Abb. 3. Senkrechte Rohrhöhle „Ragáčska studňa“ (Cerová vrchovina, Slowakei)

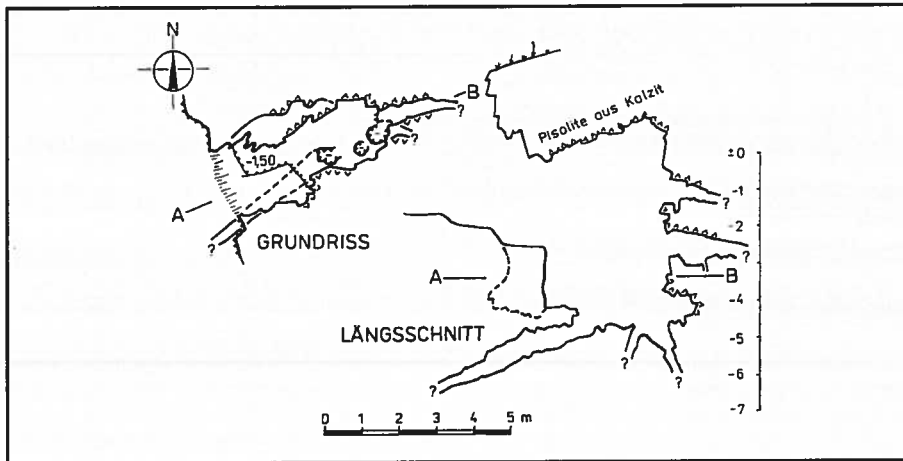


Abb. 4. Durchdampfexplosion entstandene Höhle „Gödrosi-explóziósbarlang“ (bei Plattensee, Ungarn)

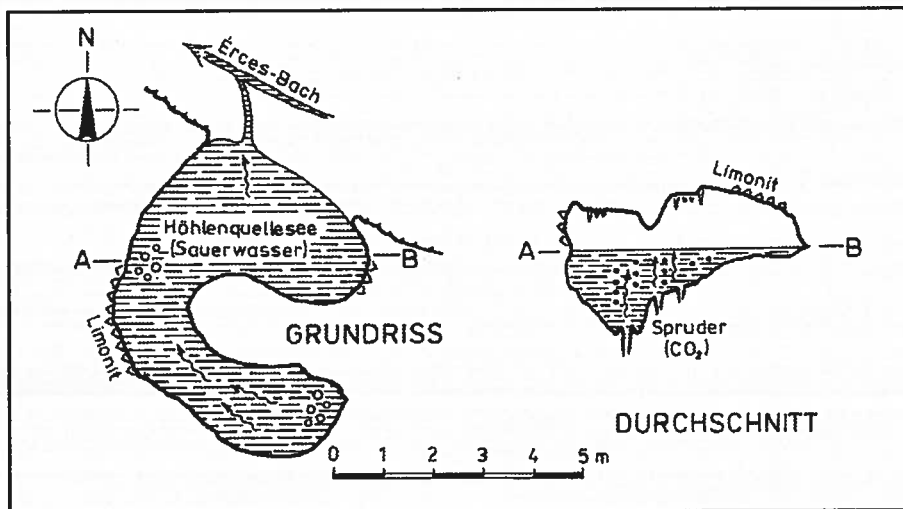


Abb. 5. Sauerwässerige Höhle „Benedek Endre Höhle II“ (Hargitagebirge, Rumänien)

Die Solfataren bringen meist Schwefelgase ( $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ) und wenig Wasserdampf zum Vorschein. Ihre Temperatur ist meist hoch (90 – 300 °C). Sie sind verbunden sowohl mit der aktiven Vulkan­ tätigkeit, als auch mit der postvulkanischen Tätigkeit.

Diese Definitionen habe ich aus Synthesen mehrerer vulkanologischer Werke (EDMAIER-JUNG- HÜTTL 1999, ERDÉLYI-SUGÁR-ZSEBEHÁZI 1977, HÉDERVÁRI 1981, MÉSZÁROS 1983, TAZIEFF 1976) zusammengestellt. In den verschiedenen Verlagswerken gibt es Überschneidungen bezüglich der Definition der Kategorien, einerseits, weil sich die Autoren bemühen, sowohl die Komponenten als auch die Temperatur in Betracht zu ziehen, andererseits die Phänomene sich auch überlagern.

### **Richtungsverlauf und Form der Exhalationskanäle und Höhlen**

Die Gase und Dämpfe stammen entweder aus der Magmakammer oder aus der Lava und dem Pyro­ klastit. Wegen ihres leichten Gewichts und großen Drucks streben sie empor. Wenn ein stetiger Nachschub der Gase erfolgt, so schaffen sie einen Kamin im plastischen Gestein. Der Gasstrom folgt immer dem geringsten Widerstand, also meist senkrecht empor. Einige Kaminabchnitte wichen hin­ gegen oft von der Senkrechten entlang Schichtflächen oder aufgrund anderer Auswirkungen ab. In diesem Fall zieht der Kamin schräg oder waagrecht an der Störung entlang (TAZIEFF 1976). Im Kar­ patenbecken haben wir bisher 25 Exhalationshöhlen gefunden, davon verlaufen 9 senkrecht, 13 waagrecht und 3 schräg. Wahrscheinlich waren die senkrechten schneller verfüllt oder von einer Grusschicht bedeckt und somit unkenntlich.

Das Profil der meisten Höhlen ist kreisförmig oder oval, zu einem kleineren Anteil sind Spaltformen che­ rakteristisch.

Die permanente Strö­ mung des unter hohem Druck stehenden Gases formt die Kamine zu Röhren im langsam erstarrenden Gestein. Der Kamin kann auch im festen Gestein eine Röhrenform bilden aufgrund der Korrosion durch die Säuren im strömenden Gas. Die Form der Exhalationska­ mine im den heute noch tätigen Vulkanen können wir im den meisten Fällen nur schätzen, aber sie werden auch ein Kreisprofil besitzen, jene Gas und Dampfkamine, welche ihre Aktivität im histori­ schen Zeit verloren und bereist ohne Gefahr zu untersuchen sind, haben überwiegend Kreisprofile. Demzufolge ist diese Form typisch. So kann man aus der Röhrenform allgemein den Schluß ziehen, daß ein Kanal im vulkanischem Gestein ebenfalls Teil eines früheren Exhalationskamins ist.



*Abb. 6. Das Fuchsbau in Kámori Rókalyuk ist eine waagrechte Rohrhöhle im Andesitagglomerate. Foto: I. Eszterhás*

Der Durchmesser der bekannten senkrechten Röhrenhöhlen beträgt 1 – 1,5 m (max. 2,3 m), bei den waagrechten Höhlen sind es nur 40 – 60 cm. Ihre wegsame Länge ist 5 – 8 m (max. 12 m). In Wirklichkeit sind sie erheblich länger, aber entweder werden sie enger oder – in Fall der senkrechten

Röhren – verhindert ein Gruspfropf das weitere Vordringen. Bezeichnend ist der Fall des Schlotes bei Ragač, dessen Tiefe im Jahr 1933 noch 10 m betrug (nach LÁZŇOVSKÝ), in 1982 noch 4,2 m nach PILOUS und in 1987 nur noch 3,3 m nach Eszterhás, weil fast alle Ausflügler einige Steine hinein werfen (ESZTERHÁS 1991). In der Nähe jeder zweiten bekannten Röhrenhöhlen befinden sich auch enge röhrenartige Löcher (15 – 30 cm), wie zum Beispiel beim Fuchsbau im Kamorhorn, bei der Fensteröffnungshöhlen in Dömös, oder bei der Mariahöhlen in Dobogóstein (ESZTERHÁS 1997c).

Bei einem kleineren Teil der Exhalationshöhlen hatten wir festgestellt, daß ihre Form eher spaltartig ist und die röhrenform ist nur jeweils in kleinen Abschnitten feststellbar. In diesem Fall ist es sehr wahrscheinlich, daß eine Dampfexplosion den Abschnitt umgeformt hat. Wenn der Gasnachschub nicht gleichmäßig ist, sondern plötzlich größere Mengen Gas nachströmen, so wird nahe der Oberfläche durch den Druck eine Detonation erzeugt, welche das Gestein aufbricht. Die so entstandenen Formen weisen nicht darauf hin, daß der Raum früher ein Exhalationskamin war, aber ihre Mineralabriebe (z.B. bei der Exhalationshöhle in Tihany, bei der Ebeczky-Höhle im Ragač) und ihre heutigen Gasaustitte (z.B. Stinkhöhle und Mörderhöhle in Turia) machen den Fumarolenursprung zweifellos.

## **Zusammensetzung der aufströmenden Gase und der ausgeschiedenen**

### **Minerale**

Die auftretenden Materialien an den Mundlöchern der Gas- und Dampfkamine stammen entweder aus der Magmakammer oder aus den Gesteinen, welche in der Entstehung sind. Am Ort der Entstehung sind die Lösungen sicherlich in einem größeren Mengenverhältnis als die Gase aufgrund der großen und Dämpfe dominant und die Lösungen kommen weniger bis gar nicht vor (diese stammen vielleicht sekundär aus Oberflächenwasser).

In der unter Druck stehenden heißen Lösung können alle Minerale vorkommen, welche der Vulkan produzieren kann. Beim Ausströmen nimmt der Druck und die Temperatur der Lösung ab, so daß sich die Materialien daraus graduell ausscheiden. Diese haften einerseits in Rissen und an Kaminwänden an, andererseits werden sie ausgespült. Das Wasser als Lösungsmittel wird graduell oder plötzlich beim Ausströmen frei von Druck, aber seine Temperatur ist noch immer hoch, so wird es zu Dampf. Es kann noch einige Mineralstoffe in Lösung halten und so setzen sich die Ausscheidungen fort. Das Gasgemisch tritt in Reaktion mit den Grundstoffen der Atmosphäre beim Mundloch des Kamins, welches wenig oder keinen Wasserdampf enthält und daraus scheiden sich hierbei Minerale ab. Zum Beispiel tritt das Schwefelhydrogen mit dem Sauerstoff der Luft in Reaktion, woraus Wasserdampf wird, der sich verflüchtigt und der Schwefel setzt sich in der Umgebung der Exhalationsöffnung ab.



*Abb. 7. Der Schlot in Ragačska studňa ist eine senkrechte Rohrhöhle im Basalt. Foto: L. Gaál*





*Abb. 8. Die Ebeczky-Höhle entstand durch Dampfexplosion im Basalt. Wände der Höhle überziehen Pisolite aus Kalzit.  
Foto: L. Gaál*

In der Umgebung der heute noch aktiven Exhalationshöhlen ist die Anwesenheit der Schwefelgase ( $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ) auffällig. Der ausgedehnte Schwefel färbt die Umgebung des Kaminloches gelb. Dies ermöglicht bei den Fumerolen von Kawah Idjen und Papanayn in Jawa einen bedeutsamen Bergbau. Vielfältig sind die verschiedenen Salzabscheidungen (K-, Na-,  $NH_4$ -chloride, Sulfate, Alaune, Schwermetallsalze usw.). Es ist nicht auffällig, aber Kohlendioxid ist in großer Menge anwesend. Aus den Exhalationen beim Nyos-See in Kamerun ist 1986 so viel Kohlendioxid ausgetreten,

daß 1700 Menschen und viele Tiere ersticht sind. Einige Exhalationen sind oft auch durch andere Gase gekennzeichnet (Kohlenmonoxid, Nitrogen, Hydrogen, Ammoniak usw.). Mengen der absorbierten Gase ( $NH_3$ ,  $CH_4$ ,  $SO_2$ , usw.) lösende Säuren ( $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HBO_2$  usw.) und Salze (chloride, Sulfate, Karbonate usw.) kann man in solchen Exhalationen finden, die zum Vorschein kamen, verflüchtigten sich die Gase meist, die Säuren traten in eine Reaktion mit Oberflächengesteinen, die Salze scheiden sich aus und viele farbenfrohe Mineralabsonderungen bilden sich.

Einige Exhalationen sind noch lange Zeit, manchmal Jahrtausende oder Jahrmillionen in der Umgebung der erloschenen Vulkane tätig. Dies nennt man postvulkanische Tätigkeit. Die Intensität der Tätigkeit nimmt allmählich ab, die Zusammensetzung der transportierten Materie wird ärmer, aber die Mineralausscheidung bleibt ununterbrochen bis zum Erlöschen. Im östlichen Teil des Karpatenbeckens, im Bodokgebirge sind die Exhalationen auch zur Zeit noch aktiv, sie bilden manchmal auch Höhlen wie die Stinkhöhle, Mörderhöhle, Alaunhöhle bei Turia. Diese Höhlen sind erfüllt von aufsteigendem Kohlendioxid und Schwefelhydrogen, die Wände werden von Schwefelborke und Alaun bedeckt.



*Abb. 9. Im Ende der regelrechten Zelle der Szigligeter Explosions-Höhle ist auch ein gas/dampfleitend Kanal zu sehen. Foto: I. Eszterhás*

Im Karpatenbecken erinnern an die Exhalationstätigkeit meist nur mehr jene röhrenförmigen oder explosiven Höhlen, in denen wird die Anzeichen der Dampfkorrosion oder die charakteristischen Mineralausscheidungen erkennen können. Im Tokajgebirge bei Sáraspatak liegt die Oherhöhle, aus der 14 Minerale bekannt sind, vor allem

Albit, Anortit, Kristobalit, Kaolinit usw. (ESZTERHÁS 1997c). Die Basalt- bzw. Basalttuffwände der Gödröscher Explosionshöhle (am Plattensee) und der Ebeczky-Höhle (im Cerová vrchovina-Gebirge) sind dicht von Pisolithen aus Kalziumkarbonat bedeckt (ESZTERHÁS 1987a, GAÁL & ESZTERHÁS 1990). Im Ragačer Schlot (im Cerová vrchovina-Gebirge) kann man eine Rippe aus Schwefel beobachten (ESZTERHÁS 1991a). Auch der Mineralüberzug der übrigen Exhalationshöhlen scheint vulkanischen Ursprungs zu sein, aber man hat sie noch nicht analysiert.

### Schlußfolgerung

Die Exhalationskamine kann man in der Umgebung der erloschnen Vulkane auch nach Millionen Jahren noch finden. Nach Denudation und Verstopfung sind möglicherweise heute nur noch Abschnitte der Kamine zu sehen. Diese sind meistens senkrechte oder waagrechte Röhren, seltener Explosionsräume. In den meisten solcher Höhlen kann man die Borke der ausgeschiedenen Minerale (Schwefel, verschiedene Salze usw.) finden. In manchen Höhlen setzt sich auch heute noch die Ausgang und das Ausscheiden von Mineralen fort.

Diese Arbeit beschreibt die 24 bisher bekannten Exhalationshöhlen, und bereichert damit die Palette der Pseudokarsthöhlen. Sie weist auf die Ähnlichkeit der Gas- und Dampfaustritte der noch aktiven Vulkane hin. Diese Ähnlichkeit läßt sich sowohl in der Form der Kamine, als auch in der Zusammensetzung der anstehenden Mineralborke sehen.

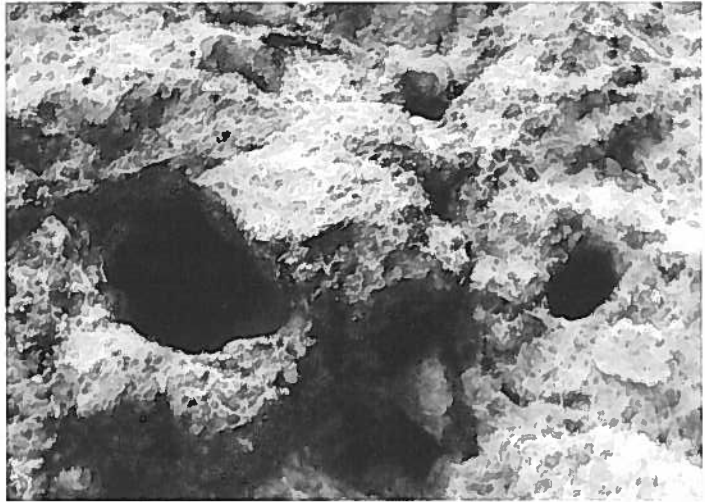


Abb. 10. In der Nähe der Rohrhöhlen findet man oft auch kleineren regelrechten Löcher. Foto: I. Eszterhás

EDMAIER - JUNG - HUTL (1988): Vulkánok - Alexandra, Pécs

ERDÉLYI-SUGAR-ZSEBEHÁZY (1977): Vulkánok tövében, vulkánok tetején. Móra Könyvkiadó, Budapest

ESZTERHÁS, I. (1991a): A Medves - Ajnácskői-hegység barlangjai. Kézirat a szerző tulajdonában, István

ESZTERHÁS, I. (1997a): Vulkáni kőzetek érdekesebb barlangjai. Kézirat a Vulkánszpeleológiai Kollektíva Évkönyvében az MKTB és a BI adattárában, Budapest p. 82-90

ESZTERHÁS, I. (1997c): Dobogókó újabb barlangjai. Kézirat a Vulkánszpeleológiai Kollektíva Évkönyvében az MKTB és a BI adattárában, Budapest p. 164-173

GAÁL - ESZTERHÁS (1990): Pseudokrasové jaskyne Cerovej vrchoviny - otázky genézy a rozšírenia, Slovenský kras 28. Liptovský Mikuláš p. 71-102

HÉDERVÁRI, P. (1981): Évezredek, vulkánok, emberek. Kossuth Könyvkiadó, Budapest

MÉSZÁROS, M. (1983): Geológiai kislexikon. Kriterion könyvkiadó, Bukarest

TAZIEFF, H. (1976): Craters en Feu - Gallimard/ardhaud. Paris p. 81-90

# Hot and Cold Way of Origin of the Tree Mold Caves

L'udovít Gaál<sup>(1)</sup> - Hiroshi Tachihara<sup>(2)</sup> – Kensaku Urata<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, Slovakia

<sup>(2)</sup> Mt.Fuji Volcanospeleological Society, 3-6-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

<sup>(3)</sup> Tokyo Metropolitan University, Tokyo, Japan

## Abstract

Prevalent part of the tree molds originated in volcanic and volcanoclastic rocks. Singularly, they are known in travertine, too.

According to the environment of their occurrence we can distinguish the following types of the tree mold caves: 1. lava tree mold caves (they are created after the lava covered a tree at a certain temperature; several morphological types are described from Japan), 2. lahar tree mold caves (lahars originated in volcanic slopes by mobilization of less stabilized volcanoclastic material and removing as debris flow, mud flows etc. About 30 caves in lahar was described from Czech Republic), 3. fluvial tree mold caves (they are created on the volcanic slope among a clastic material transmitted by periodical flows taking turns with wild streams and debris flows or dilute flows; several caves is described from Slovakia) and 4. crater tree mold caves (only one little cave is known in maar type of crater in Slovakia).

**Key words:** tree mold, cave, lava, lahar, crater

## Introduction

The caves originated by the weathering of trees were described from several parts of the world as the "tree mold caves". Prevalent part of the tree molds originated in volcanic and volcanoclastic rocks. Singularly, they are known in travertine, too.

The best preserved sites of the tree mold caves occur in Japan and Hawaii. In both sites the underground spaces after trees remain owing to the hot lava flows. Some other sites of the tree mold are known in the Eastern and Central Europe which originated by flowing streams in volcanoclastic rocks and by sliding of lahar sediments in cold and quasi-cold conditions. Sporadically, small caves after remains of trees in maar crater sediments are known in southern Slovakia.

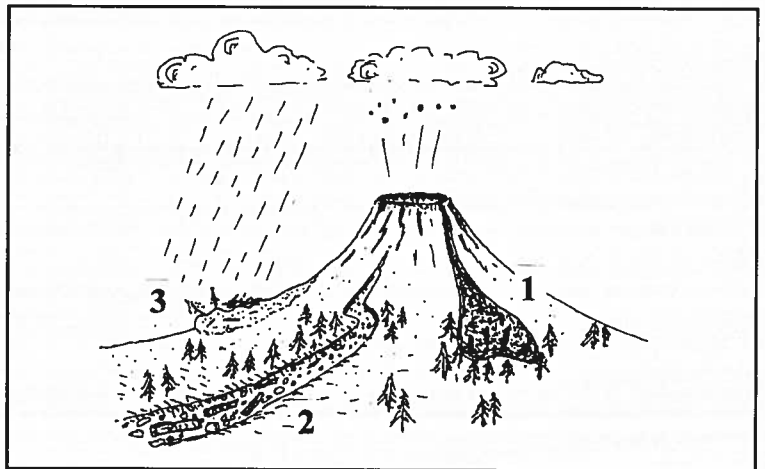


Fig.1 The origin of the main types of the tree mold caves: 1. Lava tree mold cave, 2. Fluvial tree mold cave 3. Lahar tree mold cave

According to the environment of their occurrence we can distinguish the following types of the tree mold caves: 1. lava tree mold caves, 2. lahar tree mold caves, 3. fluvial tree mold caves and 4. crater tree mold caves.

In this paper we attempt to introduce them in its typical sites.

## **1. The lava tree mold caves**

The lava tree molds are the most extended and investigated types. They are known mainly from Japan and Hawaii.

On the northern foot of the well-known volcano Fuji-san (3,776 m above the sea) several hundreds of such molds occur, which were studied by ISHIHARA (1929), TANAKA (1995), OGAWA (1996), TACHIHARA (1997), HONDA (1999), TACHIHARA et al. (2002) and others.

Most of them have a dimension of caves and one of them is open for public. The lava tree molds around here are said to have been formed owing to the volcanic eruption of Fuji-san in 864. They occur around the frontal part of two large lava flows near the Narusawa village and in the area Kawaguchiko. Some lakes originated in front of the lava flows as well (Motosuko, Shojiko, Saiko, Kawaguchiko). Both localities are situated in the Fuji-Hakone-Izu National Park.

Each of the tree molds was studied in detail (TACHIHARA 1997), which is marked in the terrain with little boards with number and inscription as very important natural site.

The tree mold is created after the lava covered a tree at a certain temperature (about 1,000-1,200 °C). Lava soon starts to harden and the tree inside begin to decay in consequence of glowing. The glowing may be quicker when the admittance of O<sub>2</sub> through outlets of gas from lava after more trees is possible. After some time, a hollow remains as a mold of the tree. Because the molds are not so old (about 1,100 years), they give us relatively exact diameter of the tree that was growing in this area during eruption. The tree molds generally occur in the frontal part of lava, where the lava has a smaller energy. In many cases, we can see well-preserved molds of tree crust in the cave wall. Co-existence of lava caves and tree molds is also known (Ganno-ana cave system – OGAWA et al. 1999).

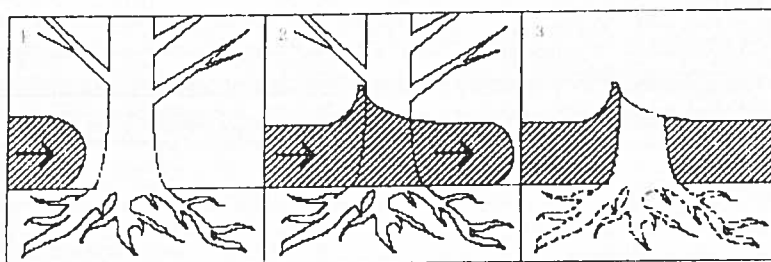
According to TACHIHARA et al. (2002) we distinguish several types of tree mold caves by their morphological shape. Some trees were fallen, some remained standing, some with a space after root system and some are of a mushroom type after the chamber of gas. Accordingly, the tree mold caves are horizontal (lying type), vertical (well type and stone pillar type), oblique (leaning type, inclined type) and mushroom type. The "hudo-type" has higher the back wall, the "narusawa type" has a cedar-shape after the gas exhalation, and the other molds have a bottle, shelf, canopy, plate, boat and column shape (see the figures).

In majority, they form simple caves, but if the lava covered more trees together, a compound tree mold with connected underground passage originated. Their diameters are almost always roundish or soft oval, the most frequently having 70-150 cm. In the case with two closely situated trees, the diameter is approximately doubled. The length of tree mold caves is frequently 2-10 m, and in the case of the compound tree mold it is several tens of meters (the longest tree mold cave has the length of 150.6 m).

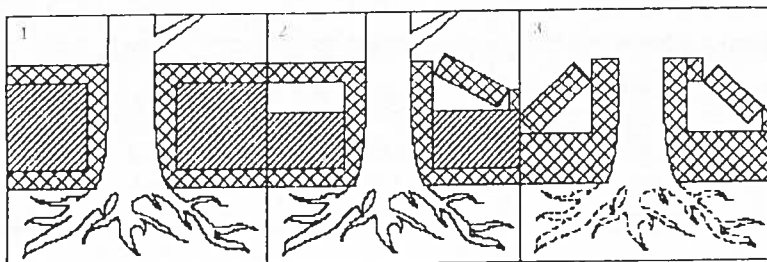
Classification of lava tree molds with/without remelted inner surface according to its formation process was given by HONDA (1999a). He distinguish the following types: 1. open to atmosphere type, 2. all-directional space confinement type, 3. front space confinement type, 4. upper space confinement type (1-4 horizontal lava tree molds), 5. open to atmosphere type, 6. local space confinement type, 7. upper space confinement type, 8. confinement gas diffusion type (5-8 vertical lava tree molds). The investigation on hydrodynamic interaction between tree and lava flow and resulting structure of tree mold was studied by HONDA (1999b).



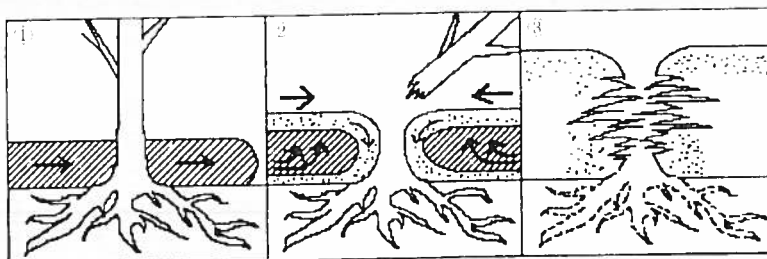
Fig. 2 Several types of the lava tree mold caves (after Tachihara et al. 2002)



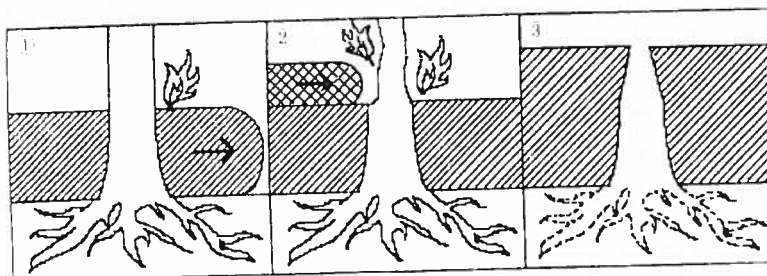
*Hudo type*



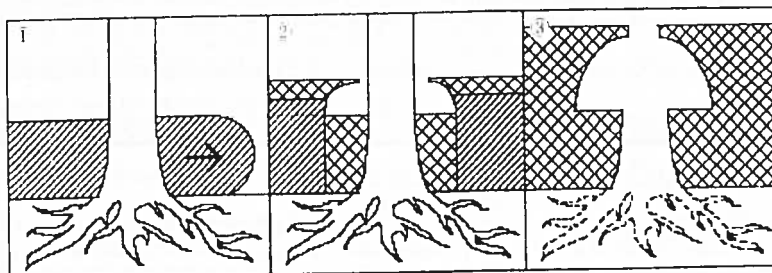
*Plate type*



*Nurusawa type*



*Bottle type*



*Shelf type*

In the Narusawa site the prevalent part of the tree molds occur around the Narusawa Fuji-san Museum. Most of them were found with a turned over top after the slight uplifting of the lava. A very nice example of the mushroom-shape cave is a tree mold Nr. 200 with a small gas cavity. Other caves originated after weathering of two trees (near the hot spa). We can see other rests of trees in the geologic profile of the large lava flow near the sports stadium.

The best conservation of the tree mold caves are in the Kawaguchiko Field Center. The **Funatsu Tainai** cave occurs also here. It is open for the public and since 1929 is a natural monument. A shrine was

built at its entrance. This made people imagine a human body and connect the mold with innocent belief in mother and her body as the origin of life. Therefore this is worshipped as a sacred place. People visit it and pray especially when they hope to have a baby or to have an easy birth. This compound tree mold consists of about 10 trees and its total length is 70 m. We can see a rope-shape and ribs as residues of the lava flowing, originated by the remelting of the lava into the underground places. Also lava stalactites occur here. The nice lava stalactites and flowstones occur in the tree mold cave Nr. 6, too. In the cave Nr. 4 the small lava stalagmites occur. In many cases we can see asymmetric shape of the



*Fig. 3 Horizontal tree mold in the Funatsu Tainai Cave. Photo: L. Gaál*

vertical wall of pits above surface, which originated by particularly retarding of the lava flow by tree trunk. Many of the tree mold caves in this locality are available for visitors with a ladder. The longest cave Nr. 102 with a total length of 150,6 m, which consists of 10 trees, is not available for the public.



*Fig.4 The entrance of the vertical lava tree mold cave in the Kawaguchiko field center. Photo: L. Gaál*

## 2. The lahar tree mold caves

Different processes of origin have tree mold caves in the volcanic lahar. Lahars originated in volcanic slopes by mobilization of less stabilized volcanoclastical material and removing as debris flow, mud flows etc. They are usually mixed with other volcanic and sedimentary rocks in the accumulation zone in the foot of volcanic slope. Lahars usually include many opalized trunks of trees (e.g. lahar in Zolná in Slovakia from Middle Miocene andesite tuffs - DUBLAN 1993, lahar in Greenwater in USA - CRANDELL 1971).

About 30 small cavities with tubular or oval cross-section are known in neovolcanic rocks of Doupovské vrchy Mts. in Czech Republic. Their name is **Trpasličí jeskyně** and has the diameter from some cm to the 150 cm.



Fig.5 Remelted lava in Funatsu Tainai Cave. Photo: L. Gaál.

The longest of them is 10 m. The majority of authors described them as cavities after weathering of trees (for ex. HOCHSTETTER 1856, KRÁL 1973), but RUBÍN (1983) thinks that its origin may be according to the sliding of lahar sediments.

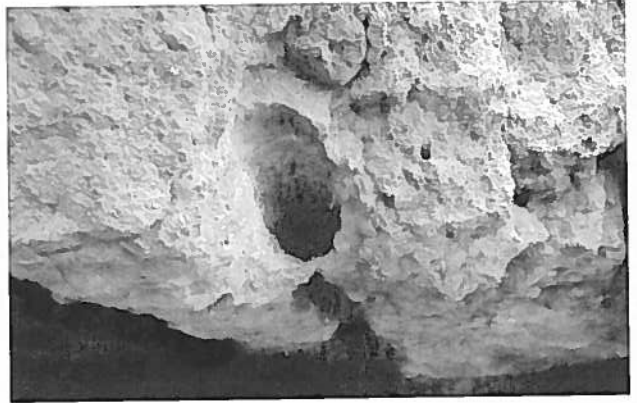


Fig.6 Tree mold in lahar near Rimavská Sobota in Slovakia. Photo: R. Gális

### 3. The fluvial tree mold caves

The most typical fluvial tree mold caves are developed in Neogene volcanoclastic sediments of middle Slovakia. They occur in andesite volcanic tuffs, breccias and coarse conglomerates, which are sedimented on the volcanic slope as a clastic material transmitted by periodical flows taking turns with wild streams and debris flows or dilute flows. The trees were deposited when the kinetic energy of the flows decreased in the foot of the slope, about 10-20 km away of the eruption centre. The voluminous volcanism was generated after the Alpine orogenesis of the Western Carpathians in the Middle Miocene (Badenian, Sarmatian) mainly in middle and eastern Slovakia. It had several eruption centres. Among them the largest is stratovolcano Poľana in the middle Slovakia. Some other fluvial tree mold caves occur in neovolcanic rocks of Moneasa Mts. in Romania (by the kindly information of Mr. Tiberiu Tulucan).

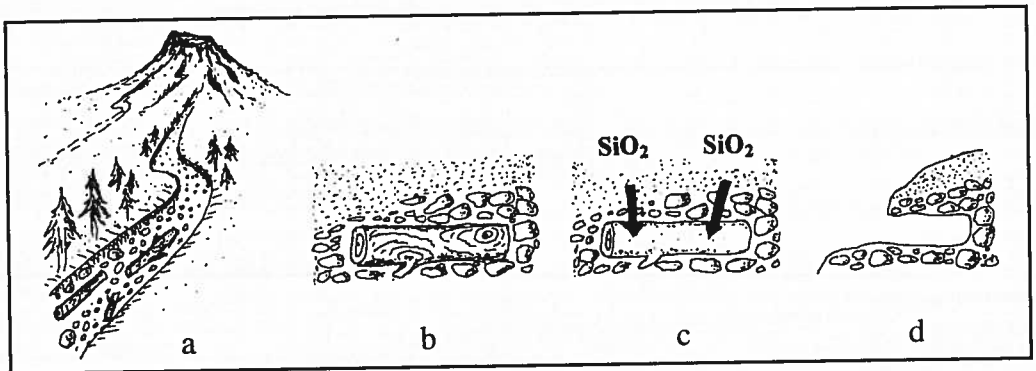


Fig.7 The main stages of origin of the fluvial tree mold caves:  
a. flowing, b. covering, c. silification, d. weathering.



Fig. 8 Underground tube of the *Trpasličia jaskyňa*. Photo: P. Bella

for example **Jaskyňa v tufoch** with the total length of 17 m.

Some similar small pipe-shaped cavities are around the cave entrance as well (with diameters of 3 - 50 cm). Some of them have a white rim probably of chalcedony. The several short ceiling and lateral offshoots are in the back part of the cave, which were probably formed from tree branches.

Well-preserved silicified moulds of tree bark are found on some of its walls (*Jaskyňa v tufoch*). Some of them are completely impregnated by dark coloured chalcedony or opal, but the original structure of tree can be discerned.

A tree opal was found in the cave **Voňáčka** too (PAULIŠ & MLEJNEK 2003).

The origin of fluvial tree mold caves can be sketched as follows: the tree trunks were transmitted by wild flows (often occasionally, irregularly) on the lower parts of the volcanic slope among coarse volcanic rocks. This material after their deposition was relatively rapidly covered by volcanic sand, gravel or ash. The disintegration of tree trunks can start generally without oxygen. From covering beds – volcanic sand or ash - silicic acid and origin the silicic gel was secreted. This silicic gel incrusts in colloid form the relatively soft part of the trees – mainly their bark. Later, the gel transforms to the amorphous opal or to cryptocrystallic chalcedony. After some time, the inner part of trees rots and is carried-out by weathering. The crust of chalcedony or opal preserves the cavity against collapsing. The chalcedony crust flakes off in greater cavities and then is weathered out, but in smaller cavities it is well preserved and remains.

The tree can be also burnt by hot pyroclastic material. The partly or completely carbonized tree may be easily penetrated by silicic acid, which transforms to opal or chalcedony. Their colour can then often be darkened by carbon. Such fragments of dark chalcedony occur in the cave *Jaskyňa v tufoch*.

The first cavities originated by the processes of weathering of tree trunks from Štiavnické vrchy Mts. were described by famous Slovak scientist Andrej Kmeť in 1913 (DUCÁR 2004). The other tree mold caves were studied by GAÁL (1993, 2002, 2003), RADINGER & MLEJNEK (2001), NOCIAR & RADINGER (2002) and PAULIŠ & MLEJNEK (2003) in the middle Slovakian neovolcanic rocks.

These caves have an oval cross section in their entrances with the diameter about 1 x 0.5 m or 1.5 x 1.2 m, and at the end the cavern narrows down to several cm. The longest of them has 10-12 m. Rarely they are compounded of more (max. 3) trees,

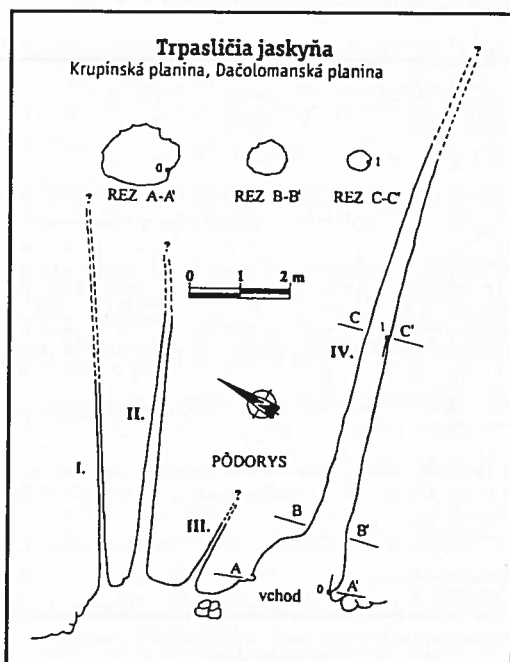


Fig. 9 The map of typical fluvial tree mold cave: *Trpasličia jaskyňa* in Slovakia. After Radinger and Mlejnek



Some data of fluvial tree mold caves in middle Slovakian neovolcanites:

Cave name	Length	Distance of eruptive center	Miocene volcano
Pecna	6,1 m	11,5 km	Lysec
Voňáčka	10,5 m	4,6 km	Lysec
Trpasličia jaskyňa	12 m	14 km	Čelovce
Jaskyňa pod Jaseňovým vrchom	5,8 m	8 km	Poľana
Jaskyňa v tufoch	17 m	?	?

#### 4. The crater tree mold caves

Several preserved remains of craters of maar type are located in the basalt volcanic rocks of the southern Slovakia, which were formed partly in the older phase of volcanism (Pontian, end of Miocene, Podrečany Formation) and partly in the younger phase of volcanism (Pliocene-Pleistocene, Cerová Formation). The maar structure of Podrečany Formation is uncovered in the sand quarry near the Pinciná village (near Lučenec town, southern Slovakia – VASS et al. 1997). In this quarry, the lapilli tuffs with fragments of underlying aleurites of the Lower Miocene were discovered in the inner part of the maar ring and diatomic clay with sandy tuffs in the upper corner, which represent the inner maar fill. This fill continues further to alginite, which is a sought-after ecological raw material (it is a rock rich in organic matter coming prevalingly from the bodies of dead algae and is used mostly in agriculture for adjustment of soils suffering from drought, but also as industrial filtration clay). Algae accumulated in the maar lake that remained in the crater formed by phreatomagmatic explosive activity.

Two small cavities, from which the right one meets the conditions of a cave, are situated in the lower part of the quarry wall in the lapilli tuffs. The tiny cave, named **Jaskyňa v maare** was discovered by L. Iždinský in 2001. It consists of a single passage with the length of 5m, which is cut by young gravitational fracture in the rear part. Inside the second cavity, there is an easily recognizable tube with a diameter of 8 cm, which probably represents a remainder of tree branch.

We suppose, that the trees were pulled down by strong volcanic explosions, thrown to the air and their remains (trunks) consecutively covered with another layer of lapilli tuffs. After a partial denudation, the inner part was weathered and the cavity widened by natural, mostly frost weathering.

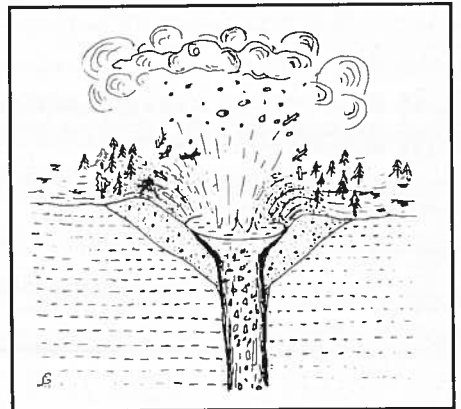


Fig. 10 Explosion of the maar type crater.



Fig. 11 The entrance of the Jaskyňa v maare. Photo: L. Iždinský

#### Acknowledgement

We would like to thank to Vlastimil Konečný, František Radinger and Peter Gažík for offering the data and assistance.

## References

- CRANDELL D. R. (1971): Postglacial Lahars From Mount Rainer Volcano, Washington. *US Geol. Surv. Profess. Pap. Washington*, 437-A, 71.
- DUCÁR, J. (2004): Andrej Kmeť – neznámy jaskyniar. *Spravodaj SSS 2/2004, Prešov*, 64-68.
- DUBLAN, L. (1993): Lahar Zolná – príklad katastrofické udalosti v strednom sarmate. *Západné Karpaty, Geol.*, 17, Bratislava, 51-73.
- GAÁL L. (1993): Jaskyňa pod Veľkým Jaseným – nový genetický typ pseudokrasovej jaskyne na Slovensku. *Sinter 1, Liptovský Mikuláš*: 14.
- GAÁL L. (2002): Príspevok k vzniku jaskýň následkom vyvetrávania stromov. In (P. Bella ed): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Konferencia, Liptovský Mikuláš*, 58-63.
- GAÁL L. (2003): Tree-mould Caves in Slovakia. *Int. Journal of Speleology*, 32, 1/4, Bologna, 107-111.
- HOCHSTETTER F. (1856): Allgemeiner Bericht über die geologische Aufnahme. *Jb. K.-kön. Geol. Reichsanst.*, 7, Wien, 316-332.
- HONDA (1999a): Classification of lava tree molds with/without remelted inner surface according to its formation process. *Inside volcanoes, IX Int. Symp. On Vulcanospeleology of the IUS. Catania, pap. S.*
- HONDA (1999b): Investigation on hydrodynamic interaction between tree and lava flow and resulting structure of tree mold. *Inside volcanoes, IX Int. Symp. On Vulcanospeleology of the IUS. Catania, pap. W.*
- ISHIHARA H. (1929): Shiseki – meisho – tennekinenbutsu Chosa Hokokusho (4). *Yamanashi Prefecture. Kofu.*
- KMEŤ A. (1913): Sitno a jeho široké okolie. *Zväzok 2. Bojnice.*
- KRÁL V. (1973): Über die sogenannten Zwerglöcher in der Umgebung von Karlovy Vary (Karlsbad). *Acta Univ. Carol., Geogr.*, 1, Praha, 19-25.
- NOCIAR P. & RADINGER P. (2002): Jaskyňa Voňačka – prvá stromová jaskyňa v Lučenskom okrese. *Spravodaj SSS 4/2002, Prešov*, 14.
- MLEJNEK R. – PAULIŠ P. (2002): Zajímavý typ pseudokrasových jeskyní biogenního původu ve vulkanogenních horninách. *Speleofórum 2002, Praha*, 46-48.
- OGAWA T. et al. (1999): Results of survey on Ganno-ana cave system, example of co-existence of lava caves and tree molds. *Inside volcanoes, IX Int. Symp. On Vulcanospeleology of the IUS. Catania, pap. L.*
- PAULIŠ P. & MLEJNEK R. (2003): Nález dřevního opálu v pohoří Ostrůžky a jeho význam pro vysvětlení geneze některých pseudokrasových jeskyní ve vulkanitech. *Natura Carpatica 44, Košice*, 237-242.
- RADINGER F. & MLEJNEK R. (2001): Nové pseudokrasové jaskyne v geomorfologických celkoch Juhoslovenská kotlina, Krupinská planina a Ostrůžky. *Spravodaj SSS 32, 3, Prešov*: 11-15.
- RUBÍN J. (1983): Lahar na úpatí Doupovských hor? *Sbor. Českoslov. Geogr. Spol.*, 88, 3, Praha, 259-260.
- TACHIHARA H. (1997): Observation report of Kashiwabara lava tree-molds on the northern foot of Mt. Fuji, Yamanashi Prefecture, Japan. *Volcanospel. Div. of the Spel. Soc. of Japan*. 1-127.
- TACHIHARA H. – SAWA I. – KUROISHIKAWA Y. – OGAWA T. – HONDA T. – KIM B. – MAKITA T. – WATANABE N. – NINATA H. – NAKAUE K. (2002): The shape classification and formation model by observation of lava tree mold. *The rew. of Osaka Univ.*, 84, Osaka, 1-46.
- VASS D. – KONEČNÝ V. – ELEČKO M. – MILIČKA J. – SNOPOKOVÁ P. – ŠUCHA V. – KOZAČ J. – ŠKRABANA R. (1997): Alginit – nový zdroj slovenského nerudného surovinového potenciálu (ložisko Pinciná). *Mineralia Slov.*, 29, Bratislava, 1-39.

# Speleothems in Mines – Pseudokarst features?

Rudolf Pavuza<sup>(1)</sup> – Karl Mais<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Museum of Natural history Vienna, Dept. of Karst and Caves, Museum platz 1/10/1,  
A-1070 Vienna – Austria, [speleo.austria@netway.at](mailto:speleo.austria@netway.at)

## Abstract

*Speleothems in mines could be described as pseudokarst features. Whereas this classification might lead to some discussions, the scientific importance of these speleothems is significant as they allow the dating of mines and – beyond that – isotopic analysis can be used as climate proxies for the younger Holocene.*

## Zusammenfassung

*Sinterbildungen in (künstlichen) Stollen können in einem gewissen Sinn dem Pseudokarst zugerechnet werden. Wenngleich diese Ansicht durchaus diskutiert werden kann, so steht doch der wissenschaftliche Wert dieser Speläotheme ausser Zweifel, da sie neben der Datierungsmöglichkeit für ältere Bergbaue beim Fehlen historischer Quellen letztlich auch einen klimatischen Datenspeicher für das jüngere Holozän bieten.*

**Key words:** Speleothems, Mines, Consequence Caves, Holocene

## Introduction

The scientific term "Pseudokarst" is not a pure scientific one and allows the inclusion not only of rare striking karst replicas but also of only faintly similar phenomena like root stalagmites. The more recent term "Consequence Cave" is another excellent example: There are karst related caves quite similar to consequence caves fulfilling all morphological criteria but caused by breakdown of karst hollows and not of mine tunnels.

"Consequence Caves" are defined as naturally formed cave-phenomena following the collapse of man-made mines and tunnels. As these features are defined as „Pseudokarst“, one could raise the question whether speleothems developing in mines – and in consequence caves – can be considered as pseudokarst-features too.

Speleothems built up by natural carbonates are related to karst – in most cases. But quite often one may encounter a variety of those also in mines and tunnels. We disregard the ones originating from concretes because these are of "true" artificial origin.

The entirely naturally formed speleothems in mines occur in a primarily artificial subsurface environment which is situated often in non-karstic rocks, mostly after the abandoning of the mines.

## An example from Austria

In the last decade Speleologists also mapped ancient mines, for instance in the easternmost province of Austria, Burgenland. Whereas the history of most mines remained unclear, in some of them a variety of speleothems could be observed – even in areas lacking typical carbonate rocks. Obviously even traces of carbonates enable the formation of speleothems and most of them show a comparatively rapid formation.

Another examples from Carinthia in southern Austria comes from a medieval mine, the Josefstollen near Friesach in an area with schists and marbles without any natural caves. In parts of this mine speleothems are abundant, both on the ceiling and on the floor. From the latter a 15 cm high stalagmite could be sampled and investigated with the help of stable isotopes (Oxygen-18, Carbon-13) and dated with U/Th-Series.

The resulting age of its base – 1363 AD – yielded the minimum age of this part of the medieval mine. No written report exists from this early stage of the Josefstollen so far.

Furthermore the stable isotopes show at least one distinct hiatus in the younger part of the sequence – probably around 1900 AD - making a good climatic proxy for the last 700 years. Hydrochemical modelling - based on actual data and necessarily neglecting the hiatus – revealed a younger age as expected.

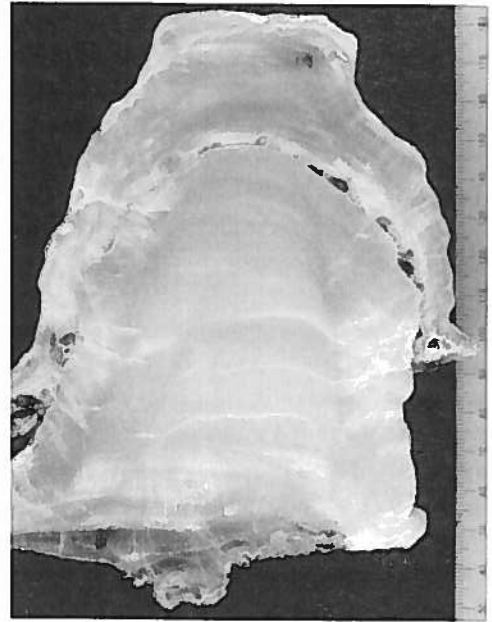


Fig. 1. Stalagmite from the Josefstollen, Carinthia

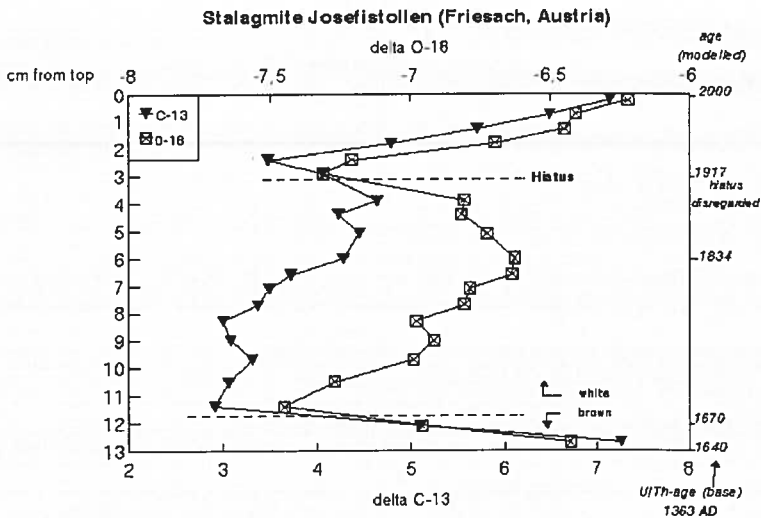


Fig. 2. Isotope and age-data from the Josefi-Stalagmite [Fig. 1]

## Future aspects

The dating of speleothems from Pseudokarst Caves, especially from "Consequence Caves", might help to uncover the history of these objects. Research in mines and –subsequently – the dating of speleothems should become an important tool for historic mine-research as well as for climatic studies of the late Holocene due to high growth rates and therefore good resolution in most cases.

# On the Finnish pseudokarsts

Aimo Kejonen

Geological survey of Finland, PL/PB/ P.O Box 1237 FIN-70211 Kuopio, Finland  
[aimo.kejonen@gsf.fi](mailto:aimo.kejonen@gsf.fi)

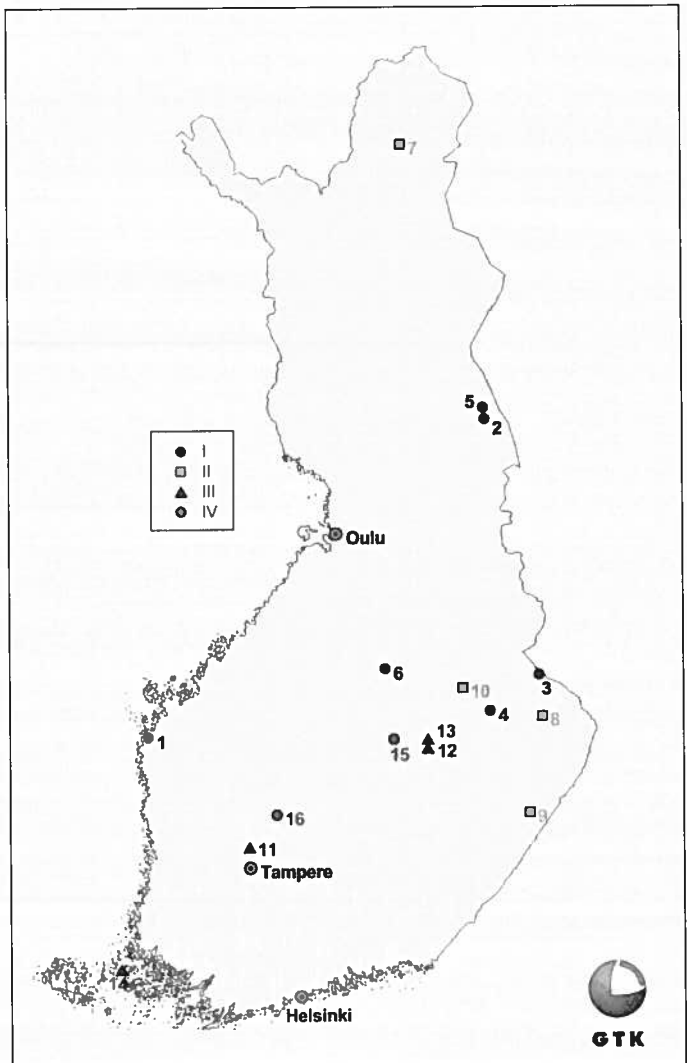
## Abstract

Pseudokarst phenomena are most often found in Finland in caves and cliffs. Of the 14 cave types occurring in Finland only five, in crystal caves, in all of the three weathering cave types and in glacial earth caves occurs pseudokarst phenomena such as piping, caused by ground waters or the melt waters from snow, the dissolution of particular minerals, thermokarst etc.. On cliff rocks, which have a strong vertical schistosity are occasional karren, or clint and grike structures. On the granite of shores and on cliffs of schist there are also occasionally pits.

**Key words:** Pseudokarst, thermokarst, Finland, crystal caves, weathering caves, glacial earth caves, karren, clint and grike, solution pits

Because the continental ice sheet has covered Finland at least six times during the past 300 000 years, karst and pseudokarst phenomena are relatively rare in Finland. Their research history is however rather long. Karsts in Finland have already been studied for 100 years (ESKOLA 1913, HAUSEN 1934). In comparison pseudokarsts are almost unknown. These phenomena have not been recognised in Finland, although they had been described as a geological peculiarity (SEDERHOLM 1887, HACKMAN 1933). In Finland, at present, there are many aged pseudokarsts in caves and young karren, or clint and grike structures, and solution pits

Fig. 1. Locations of the places mentioned in the text.  
I crystal and weathering caves,  
II glacial earth caves,  
III clint and grike (Karren) features,  
IV solution pits.



## **Finnish cave types and pseudokarsts in caves**

A cave is defined in Finland as a hollow of space in the bedrock or in the unconsolidated earth, which is large enough to fit 2-3 people comfortably. Further, half caves and rock shelters, which can comfortably fit at least 10 people are also counted as caves. Additionally, smaller hollows which are valuable for geological, historical or other reasons, may be accepted as caves. At present over about 1 000 caves are recognised in Finland. A genetic - morphological cave classification scheme using 14 cave types, A - L, is used in Finland: A. Crystal caves caused by magma crystallisation and/or hydrothermal fluids. B. Seismotectonic crevice caves caused by earthquakes. C. Karst caves caused by limestone solution. D1. Tafoni caves caused by alveolar (tafoni) weathering in silicate rock. D2. Weathering caves in preglacial weathering zones caused by preglacial chemical weathering and glacial and/or postglacial erosion. D3. Other weathering caves caused by postglacial (mostly frost) weathering. E. Glacial crevice caves caused by quarrying glacial erosion. F. Glacial boulder caves caused by glacial boulder transport and sedimentation. G. Glacial earth caves caused by melting of glacial ice blocks buried in till or esker material. H. Marine erosion caves caused by the wave erosion and winter ice erosion. I. Rockslide-formed boulder caves caused by rockslide and rockfall. J. River erosion caves caused by running water erosion. K. Glacial abrasion caves caused by glacial abrasion. L. Ice caves are caves of the types listed (A-K) in which the unusually cold microclimate has formed both permanent and temporary ice deposits, the latter lasting the length of the summer.

Most of the Finnish caves are polygenetic, the most common cave types being BE, EF and D2EF. Pseudokarst features occur in some of the caves of types A, D1, D2; D3, G and probably J.

### **Pseudokarsts in caves**

The crystal caves of the Korsnäs mine described by Rehtijärvi et al. (1979) and Kinnunen (1989) (Point 1 in Fig. 1, coordinates: x = 6967,70, y = 1512,50. Cave type A) are 1-30 m long, 0.5-10 m wide and 0.3-2 m high. They are in hydrothermal alteration zones associated with faults cutting lead ores, which have biotite-rich migmatite as a country rock. In connection with mining works was found schistosity- and fracturing-controlled, water filled, crystal aggregates (calcite, galena, anthophyllite, harmotome and barite) containing and partly montmorillonite-filled cavities at different depths. The largest, over 30 m long, 5-10 m wide and 0.3-1.5 m high cave at a quite steep attitude is at a depth of about 190 m. The K/Ar method gives an age of 88 m.y. for the anthophyllite crystals of the cave, while age of the surrounding country rock, and the lead ore is 1770 m.y. based on U/Pb determinations. Caves remaining from mining work are at present under water in abandoned mines.

Rukatunturin Pirunpesä (The Devil's Den of Rukatunturi) at Kuusamo (2, coordinates: x = 7340,65, y = 4462,00. Cave type: AD2D3) is 5 m long, 1-2 m wide and 1-2 m high. It is a crystal cave exposed by erosion in a fault zone in mylonitic and partly weathered quartzite precipice of Rukatunturi. In the roof of the cave are several small side hollows, from which drop weathering material, quartz and occasionally pyrolusite crystal aggregates. On the floor of the cave are rocks covering a weathering sand. In the area of Rukatunturi, there are several caves that are smaller than caves resembling those at Pirunpesä.

Markelampi cave at Lieksa (3, coordinates: x = 7040,18, y = 4513,96. Cave type D2J) is >5 m long, 0.7-2 m wide and 0.2-0.5 m high. The cave is in black schist, which mainly consists of bio-

tite, plagioclase, quartz, graphite and several sulphide minerals. The rock is weathered, in a varying degree, to a depth of several metres. The sulphide minerals have in places been dissolved completely, so that the rock has become porous. The weathered bitiotite colours the weathered rock to a metallic lustre in places. The surface of the weathered rock covers an iron oxide crust, gossan. The cave is in the intersection of horizontal and vertical fractures 2 m below the rock surface. On the floor of the cave are rocks, which cover a thin layer of weathering material transported by dripping and flowing water, whose quality varies from rusty gravel to light-coloured clay. On the roof is a variably thick layer of a speleothem composed of iron oxide and gypsum precipitate. Through the cave flows a small stream, whose meandering has had an effect on the shape of the cave.

Pirunkirnu (The Devils Churn) cave at Juuka (4, coordinates:  $x = 7008,84$ ,  $y = 4454,33$ . Cave type = D2D3J) is 6 m long, 0.6-1.5 m wide and 0.4-1.6 m high. Pirunkirnu is a canyon, in which glacial melt waters have strongly worn the weathered fracture zones of the quartzite rock. The cave has been formed in a  $290^\circ/55^\circ$ SW trending fracture zone on the northern wall of the canyon; the former is filled with materials that have been weathered to sand. The roof and walls of the cave are alternating (exfoliation and grusification) disintegrating weathered rock. Each spring, snow melt waters flowing through to the fracture zone give rise to piping at the rear of the cave.

Halonon's oven (Halosen uuni) at Kuusamo (5, coordinates:  $x = 7350,17$ ,  $y = 4468,30$ . Cave type: D3) is 15 m long, 1-4 m wide and 0.5-2 m high. It is a passage in altered sericite quartzite (which has been pegmatized and which has in part undergone hydrothermal solution). The cave expands at times to the size of a room. The inclination of the base increases towards the rear part of the cave. The rear part rises in the rock as a vertical chimney. The floor has weathering materials sorted by the snow melt waters and cultural soil. Each spring, water percolating to the cave through the rock causes strong piping phenomena, especially in the vertical chimney at the rear of the cave, with the consequence that the cave enlarges all the time.

Paljakanvuoren Pirupesä (Devil's Den of Paljakanvuori) at Kiuruvesi (6, coordinates:  $x = 7051,01$ ,  $y = 3483,68$ . Cave type: BD2) is partly closed using boulders, between which it is possible to look downwards as far as the light from a pocket torch carries. Only the uppermost, 6 m long, 1 m wide and 0.7 m high part of the cave is open. The cave is a ladder-like fracture network widened by the weathering in porphyritic granite. It is composed of the gorge-like main passage and the fracture-controlled horizontal side passages. All walls, ceilings and floors of the cave are weathered granite locally called moro. At present only the uppermost side passage is passable. The cave was studied and blocked in the 1930s when the hill was pasture. According to local knowledge, using a rope, one can force one's way into the cave about 30 m.

### **Pseudokarst (thermokarst) in glacial earth caves**

The two till caves at Kaamanen, northern Finnish Lapland (7, coordinates:  $x = 7662,00$ ,  $y = 3503,00$ , Cave type: G) are both 30 m long, 3-5 m wide ja 1-5 m high (SAARENKETO et al. 1987). The caves were formed in the melting of two ice blocks buried in till during the oscillation of ice sheets. The till caves, which have a trend of about  $40^\circ$ , were at a depth of 5 m in the particularly hard consolidated basal till in the distal part of a drumlin.. They were found when a road digging machine fell into one of the caves. The caves were destroyed during construction of the road.



The Ukkola till caves at Eno (8, coordinates:  $x = 6983,80$ ,  $y = 1510,45$ . Cave type: G) comprise several 1-3 m long, 1-1.5 m wide and 0.5-1.5 m high cavities (RAINIO et al. 1981). Locally the sequence of layers from the surface downwards is: 0 - 1-2 m hard basal till, 1-2 - 4-7 m till with deformation structures, of which the greatest part is resedimented esker material, and, in the bottom the section, glacial sand. The cavities were at a depth of 2-5 m in till in the lower part of a deformation till. Today the cavities have been destroyed by earth material extraction.

The Puhos till caves at Kitee (9, coordinates:  $x = 6887,20$ ,  $y = 4496,50$ . Cave type: G) are 6-8 m long, 1.5-2 m wide and about 1 m high (Rainio et al. 1981). The caves were in the proximal side of Salpausselkä II, at a depth of 4-6 m in poorly sorted gravel, which contained till lenses. Iron hydroxide and carbonate precipitates have altered the cave roofs and walls as hard as conglomerate. The caves were destroyed during gravel extraction.

The Hetemäki earth cave (Fig. 2) in an esker at Juankoski (10, coordinates:  $x = 7009,77$ ,  $y = 3575,05$ . Cave type: G) is over some 2 m long, 1.3 m wide and 0.8 m high (KEJONEN et al. 1989). It was found at a depth of about 2 m in during the extraction of gravel from the esker. The esker is covered by an about 1 m thick layer of particularly coarse rather impure, pebbly and boulder-bearing gravel. Under this layer there is poorly-sorted sand, where the cave was found. The horizontal sand layers give way to the hollow circling around it.



Fig 2. Hetemäki earth cave at Juankoski, Finland.

### **Clint and grike structures and solution pits**

The best documented clint and grike localities in Finland are at Kämenniemi cape, Tampere (KEJONEN 1987), on the Skråvskär and Skorvören islands at Houtskar (BERGMAN 1972, RATIA 1998, GLÜCKERT & TITTONEN 1999), and at Keinälänniemi and Särkiniemi capes, Kuopio (KIELOSTO et al. 1985, KEJONEN et al. 1988).

The Kämenniemi clint and grike area (11, coordinates:  $x = 6833,0$ ,  $y = 2488,0$ ) is on the shore of Lake Näsijärvi (KEJONEN 1987). The features exist in several rock types: conglomerate (Fig. 3), biotite schist, biotite gneiss, greywacke gneiss and amphibolite. All the rock types have more or less metamorphosed and they have a strong vertical schistosity. In a rock, which has a surface smoothed glacial ice sheet, clint and grike structures have a depth of 30-80 cm. They are less than 3 m above the surface of Lake Näsijärvi, extending about one metre below the present-day water surface. Due to weathering there is a rapid alternation in petrovariance in the rock layers. The corrosion of a weakly durable layer begins with the solution of easily weathering of minerals such as carbonates, sulphide minerals and pyroxenes, which make the rock porous. After this, erosion caused by frost weathering and wave action and by melt waters wore the structure in the rock. At the end of the Ice Age (11 000 BP) the area, in which clint and grike structures occur, has been at least three times in the coastal zone of the Baltic Sea and the ancient Lake Näsijärvi. The combined duration of these coastal stages has been over 3 000 years (TIKKANEN et al. 2001).

The Keinälänniemi clint and grike structures at Kuopio (12. coordinates:  $x = 6967,30$ ,  $y = 3532,30$ ) occur in a schist belt containing both mica schist and volcanic rocks (former tuffites and pillow lavas), which have a strong vertical schistosity. The deepest (20-50 cm) clint and grike structures are in the black schist layers containing the mica schist. Weathering and dissolution of sulphide minerals has first made the rock porous. Frost weathering, washing of snow melt waters and wave action have further caused erosion. In the volcanic rocks the formation of clint and grike structures effected both schistosity and structures of other rocks such as contacts of different layers, places between pillow lava pillows and inclusions, porphyroblasts and other similar structures in rocks. At present the formation is situated 6-8 m above the present surface of Lake Kallavesi. After the ice age the area has been at least three times in the coastal zone of the ancient Baltic sea or the ancient Lake Suur-Saimaa (SAARNISTO 1970).



*Fig. 3. Clint and grike structure in Paavola conglomerate at Kämmenniemi, Tampere.*

On Särkiniemi at Kuopio (13. coordinates:  $x = 6975,20$ ,  $y = 3532,55$ ) is a group of large boulders. They are volcanites, originally tuffites and pillow lavas (KIELOSTO et al. 1985 and Kejonen et al. 1988). In the boulders there are 10-60 cm deep clint and grike structures, which are in accordance with schistosity and sedimentary structures preserved in the rock. The appearance of the clint and grike in the boulders is exceptional from that in the rocks, that because of the attitude of the boulders the schistosity of the rock is not vertical: rather the trend may be almost whatever. Besides the clint and grike formation there are in the boulders cavities (tafoni) that cut the rock structure. The boulders have been at least three times in the coastal zone of the ancient Baltic or Suur-Saimaa (SAARNISTO 1970).

According to BERGMAN (1972), the clint and grike features of Skrävskär and Skorvören (14, location:  $60^{\circ} 19' N$  and  $21^{\circ} 19' 19'' E$ ) are in banded iron ore. The main structures of the rocks are 5-15 cm broad, alternating magnetite rich bands and olivine-bearing mafic bands, which both have vertical schistosity. The main minerals of the iron ore bands are magnetite, amphibole, and some quartz and biotite. The main minerals of the mafic bands are amphibole, olivine, chlorite, biotite and magnetite. The mafic bands have corroded to a depth of 30-130 cm from the original ice-polished rock surface while the magnetite bands are almost untouched and ice-polished. The disintegration of the rock begins with the breakdown and solution of olivine, at which time the rock becomes porous. In the following stage, frost weathering finally breaks up the rock. In the end wave action or spring melting waters transport the fine-grained weathering material away. The weathered area continues below the surface of the sea at least to a depth of 1.5 m. Because the highest point on Skorvören is 3.6 m above the surface of the sea, the island has not risen from the sea until less than 1000 years ago. Either weathering has been particularly fast or part of it has taken place underwater.

At Mustalahti, Karttula (15. coordinates:  $x = 8978,30$ ,  $y = 3498,90$ ), in shore boulders of medium-grained, weakly schistose granite, are tens of cup-like holes which have a diameter of 5-15 cm and a depth of 5-7 cm.. The holes are approximately on the level of the lake surface, such that most remain under the spring flood, but they are on dry land during low water time. The base of some holes is peeling.

In the continental ice polished phyllite rocks on the shore at Paloselkä at Ruovesi (16. coordinates:  $x = 6880,46$ ,  $y = 2513,10$ ) there are a large number of cavities 10-20 cm in diameter and 5-7 cm deep (KANANOJA 1999). The cavities have often been derived from concretions in phyllites and have extended to their environment. The rock in which the cavities are has been, for a large part of the time after ice age, under the surface of the of the ancient Baltic Sea or that of ancient lake Näsijärvi (TIKKANEN et al. 2001)

## Discussion

The pseudokarst caves of Finland are generally in localities, in which particular factors both inside the ground (hydrothermal solutions) and outside (jointing controlled chemical weathering) have weakened the rock. Parts of the caves are very old such as the crystal caves of the Korsnäs mine. Part is just now forming as wearing due to piping caused by groundwater or snow meltwaters, frost weathering and erosion caused by running water in the caves.

In Finland, crystal caves are most frequent in the rapakivi granite areas and in the quartzite areas of eastern Finland. From the last mentioned, of note is a body of interesting crystal caves such as Pirunkirkko (Devils church) at Nilsiä, the crystal caves of Lampivaara amethyst mine at Sodankylä and a number of the less known crystal caves in Kainuu and North-Karelia.

Notably, weathering caves are more common than crystal caves. These are fairly evenly distributed in Finland. There are not pseudokarst effects in all the weathering caves. Frequently the old weathered rock has been eroded away by the grinding transport of the ice sheet, ancient coastal erosion, or because of sliding caused by gravity. In some cases also the effect of man or an animal living in the cave has had a significant effect on the expansion of the cave. At suitable localities piping and, somewhat exceptionally, easily the weathering of easily broken-down and soluble minerals such as sulphides or pyroxenes have effected the formation of the cave.

Also for some caves clearly formed by weathering, such as Paljakan Pirunpesä (Devil's Den) at Kiuruvesi, the precise method of formation is fairly problematic. They may form wide systems, but the weathering materials corroded during the early stages of the cave have not been found in the cave or in the immediate vicinity of its opening. Ancient coastal phases or the transport of running water may explain part of the disappearance of weathered rock material. In a few of the above cases that are higher than the ancient shores, such as Devil's Den (Pirunpesä) on Paljakanvuori at Kiuruvesi or in the case of Karhunpesäkivi (Bear Den boulder) in Lapland, the largest tafoni boulder in Finland that is becoming a tourist attraction, the disappearance of weathered rock material some 25 m<sup>3</sup> is a problem to some extent (KEJONEN et al. 1988).

Glacial earth caves, thermokarst phenomena associated with the warming of the climate, are not precisely interpreted as pseudokarst caves in Finland. They are a particular special case of karst. It may be possible to find these from all ice-sheet covered areas. The more abundant of these, based on the

Finnish case, are in the area of ice-marginal formations, in which rapid sedimentation and ice-sheet oscillation have made possible the burial of glacial ice blocks and the weight of the oscillating ice-sheet made the deposits exceptionally compact.

The young clint and grike structures and solution pits type localities are coastal cliffs. This might be apparent because, elsewhere, except close to the shore, relatively modest structures remain easily under the vegetation cover as has been observed on Keinälänniemi cape. On the other hand the observation may be completely correct, especially regarding the solution pits. The bases of the larger weathering pits, which are also sometimes found even under till, are usually variably thick layers of weathered rock material, or the solution pits have developed from some rock structures such as a rock-type inclusion, or a crystal cave (JAATINEN 1972, Aartolahti 1975). These features are lacking from the young solution pits

## References:

- AARTOLAHTI, T. 1975. Vehmaan rapakivialueen kalliokattiloista (Summary: On the weathering cavities in the rapakivi granite of Vehmaa SW-Finland). *Terra* 87:4, 238-244.
- BERGMAN, L. 1972. Skårskärin kallioiden rapautumisesta Houtskärissä Lounais-Suomen saaristossa. *Laudatur thesis. (Unpublished) Turun yliopisto. Maaperägeologian laitos. 40 p + 4 appendix.*
- ESKOLA, P. 1913. On phenomena of solution in Finnish limestone and sandstone filling cavities. *Bulletin Commission geologique de Finlande* 36. 50 p.
- GLÜCKERT, G. & TITTONEN, J., 1999. Graniittikalliolta rahkasuolle. Geologisesti merkittävät kallio- ja maaperäkohteet Varsinais-Suomessa. *Varsinais Suomen liitto. Turku. 106 p + 1 appendix.*
- HACKMAN, V. 1933. Suomen geologinen yleiskartta. 1:400 000. Lehti D2 Savonlinna. *Kivilajikartan selitys. 175 p.*
- HAUSEN, H. 1934. Über ein neuentdecktes Kaolin - Sandstein Vorkommen im kristallinen Kalkstein auf Pargas In, Gegend von bo Turku, SW Fomland. *Acta Academeae Aboensis. Ser. Mat. Fys. 8:1, 159.*
- JAATINEN, S. 1972. Preglaciala bergskittlar i Åländska rapakivi (Summary: Preglacial potholes in the rapakivi granite of the Åland islands). *Terra* 84:3, 143151.
- KANANOJA, T. 1999. Kallioperän suojelu ja opetuskohteita Pirkanmaalla, Kanta-Hämeessä ja Päijät-Hämeessä. *Ministry of environment. Suomen ympristö 333. 195 p.*
- KEJONEN, A. 1987. Rapaumavakoja Näsijrven Kämmenniemessä. (Summary: Flutings caused by weathering at Kmmenniemi, Näsijrvi, central Finland). *Geologi* 30:9-10, 192-196.
- KEJONEN, A., KIELOSTO, S. & LAHTI, S. I. 1988. Cavernous weathering forms in Finland. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geohraphy* 70 A:4, 315-322.
- KEJONEN, A., HUTTUNEN, T. & PUTKINEN, S. 1989. Maaluolia Juankoskella ja Teiskossa. (Summary: Caves in glacial deposits at Juankoski and Teisko, Finland.). *Geologi* 41:6, 117-119.
- KIELOSTO, S., KEJONEN, A. & LAHTI, S. I. 1985. Onkalokivi Etelä- ja Keski-Suomessa. (Summary: Hollow boulders in southern and cantral Finland). *Geologi* 37:3, 55-60.
- KINNUNEN, K. 1989. Korsnäsin kaivoksen kideluolista ja baryyttikiteistä. *Kivi* 7:3, 6-9.
- RAINIO, H. & VESAJOKI, H. 1981. Onkaloita Pohjois-Karjalan kvartäärikerrostumissa. (Summary: Caves in glacial deposits in North Karelia, Eastern Finland). *Geologi* 33:6, 86-88.
- RATIA, A. 1998. Lohkareesta emäkallioon jäätiköstä maaperäksi. Tammi. Helsinki. 222 s.
- REHTIJÄRVI, P. & KINNUNEN, K. 1979. Fluid and mineral inclusions and inclusion zones of cave cal-site from Korsnäs Mine, western Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 51:1-2, 75-79.
- SAARENKETO, T. & TAMMELA, K. 1987. Moreeniluolia Kaamasen tiellä. *Geologi* 39:3, 44-45.

- SEDERHOLM, J. J. 1887. Über eine archeische Sedimentformation in südwestlichen Finland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges. *Bulletin Commission geologique de Finlande* 6. 254 p.
- SAARNISTO, M. 1970. The Late Weichselian and Flandrian History of the Saimaa Lake Complex. *Commentationes Physico-Mathematicae, Societas Scientiarum Fennica. Vol 37.* 107 p.
- TIKKANEN, M. & SEPP, H. 2001. Postglacial history of lake Näsijrvi, Finland, and the origin of the Tammerkoski rapids. *Fennia* 179:1, 129-141.

# Caves in Non-Carbonate Rocks of Slovakia: List, Genetic types, Values and Protection

Pavel Bella<sup>(1)</sup> - Ľudovít Gaál<sup>(1)</sup> - Peter Holúbek<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia  
e-mail: [bella@ssj.sk](mailto:bella@ssj.sk), [gaal@ssj.sk](mailto:gaal@ssj.sk)

<sup>(2)</sup> Slovak Museum of Nature Protection and Speleology,  
Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia  
e-mail: [holubek@smopaj.sk](mailto:holubek@smopaj.sk)

## Abstract

At present more than 4,800 caves are known in Slovakia, mostly in carbonate rocks (limestone, dolomite, travertine). Only 178 caves were formed in non-carbonate rocks (several volcanic eruptive and intrusive rocks, sandstone, granite, quartzite and other). These caves are also interesting and important from the geological, geomorphological and other subterranean environmental features point of view. There are several genetic types of caves in non-carbonate rocks: volcanic exhalation caves, crevice caves, crevice-breakdown caves, crevice-boulder caves, crevice-weathering caves, boulders caves, weathering caves, tree mold caves, also fossil see abrasion caves. All caves in Slovakia are lawfully protected by the Act on Nature and Landscape Protection.

**Key words:** speleology, caves in non-carbonate rocks, cave morphology and genesis, values of caves, nature protection, Western Carpathians, Slovakia

## Introduction

Natural conditions for cave genesis in the territory of Slovakia (Central Europe) are very different, mainly from the geological, hydrogeological and geomorphological point of view. More than 4,670 caves are registered to the 1st June 2004. They were formed mostly in carbonate rocks (limestone, dolomite, travertine). From the total number, only 178 caves were formed in non-carbonate rocks (basalt, basalt conglomerates, andesite, andesite conglomerate and breccia, andesite tuffs, rhyolite, basanite, sandstone, non-calcaire sandstone and conglomerate, granite, quartzite, quartz, shale).

The scientific research and speleological documentation of caves in non-carbonate rocks are realised mainly from the nineties of last century. From this point of view, the interest of speleologists is oriented to several volcanic and sandstone areas in central and eastern parts of Slovakia. The most systematic speleological exploration and surveying of non-carbonate caves were realised in the Cerová vrchovina Mts. The results of these speleological activities weigh in the more completed view of occurrence and character of non-carbonate caves in Slovakia. Until the low degree of knowledge about non-carbonate caves is noted in the volcanic and sandstone areas of the Laborecká vrchovina Mts., Pohronský Inovec Mts. and Javorie Mts., also in the granite area of glacial boulder accumulations in the Vysoké Tatry Mts.

The paper presents the actual list of non-carbonate caves in Slovakia, lithological conditions and genetic types of caves formed in non-carbonate rocks, also natural, archaeological and historical values of these caves and their protection.

## List of Non-Carbonate caves in the framework of geomorphological units

According to the regional hierarchical geomorphological units of Slovakia (MAZÚR & LUKNIŠ, 1978), we advance the list of registered caves formed in non-carbonate rocks with basic data: cadastral territory, district, cave entrance altitude, length, depth, genetic type, rock type, respectively the occurrence of ice fill or archaeological findings, etc.) and references from published and unpublished literature or written documents. The quantum of data about individual caves is dependent on their significance and the extent of their investigation and documentation. In the framework of regional geomorphological units, the most number of non-carbonate caves is known in the Cerová vrchovina Mts. (see the table 1). The central evidence of caves in Slovakia is collected and realised in the Slovak Museum of Nature Protection and Speleology in Liptovský Mikuláš.

### BACHUREŇ MOUNTAINS

**Džandžarova diera** – cadastral territory: Sabinov, district: Sabinov, ca 510 m a. s. l., 8 m deep, crevice abyss formed in sandstone [Z. Hochmuth, 1998a].

**Dymiaca jaskyňa** – cadastral territory: Renčišov, district: Prešov, 868 m a. s. l., 19.8 m long, 5 m deep, crevice cave formed in sandstone [Z. Hochmuth, 1995a,b].

**Ladová jaskyňa** – cadastral territory: Renčišov, district: Prešov, 838 m a. s. l., 65 m long, 19 m deep, crevice cave formed in sandstone, ice fill [Z. Hochmuth, 1995a,b].

**Pivnica** – cadastral territory: Renčišov, district: Prešov, 826 m a. s. l., 42.4 m long, denivelation +11.7 m, crevice cave formed in sandstone [Z. Hochmuth, 1995a,b].

**Priebežná jaskyňa** (Priechodná jaskyňa) – cadastral territory: Renčišov, district: Prešov, 836 m a. s. l., 9.5 m long, crevice cave formed in sandstone [Z. Hochmuth, 1995a,b].

**Vianočná jaskyňa** – cadastral territory: Renčišov, district: Prešov, 858 m a. s. l., 120 m long, 26.4 m deep, crevice cave formed in sandstone [Z. Hochmuth, 1995a,b].

### BESKYDSKÉ PREDHORIE FOOTHILLS

#### HANUŠOVSKÁ PAHORKATINA HILL LAND

**Jaskyňa pri Pavlovciach** – cadastral territory: Pavlovce, district: Vranov nad Topľou, 18 m long, cave formed in Paleogene conglomerate, anthropogenic origin? [Z. Hochmuth, 1996].

### BUKOVSKÉ VRCHY MOUNTAINS

#### BUKOVCE MOUNTAINS

**Ďakova jaskyňa** – cadastral territory: Zboj, district: Snina, 785 m a. s. l., 126.5 m long, 23.8 m deep, crevice cave formed in sandstone, an occurrence of bats [J. Ducár – P. Holúbek, 2004].

**Kňahyňa** – cadastral territory: Zboj, district: Snina, ca 50 m long, crevice cave formed in sandstone, the entrance of the cave is situated in the territory of Ukraine, subterranean passage is continued under state boundary to Slovakia [M. Buraľ, 2004; J. Ducár, 2004].

**Pustajova jaskyňa** – cadastral territory: Zboj, district: Snina, 28 m long, crevice cave formed in sandstone, an occurrence of bats [M. Buraľ, 2004; J. Ducár, 2004; J. Ducár – P. Holúbek, 2004].

**Rupa** – cadastral territory: Ruské, district: Snina, 790 m a. s. l., 11.3 m long, crevice cave formed in sandstone [J. Ducár – P. Holúbek, 2004].

**Studená jamka I** – cadastral territory: Zboj, district: Snina, 10.2 m long, boulder cave formed in sandstone [J. Ducár – P. Holúbek, 2004].



**Studená jamka II** – cadastral territory: Zboj, district: Snina, 5.8 m long, boulder cave formed in sandstone [J. Ducár – P. Holúbek, 2004].

## BURDA MOUNTAINS

**Trhlina za skalnou ihlou** – cadastral territory: Kamenica nad Hronom, district: Nové Zámky, 3.1 m long, cave formed in volcaniclastic andesite rocks [I. Eszterhás, R. Lehotský, unpublished].

**Jaskyňa za skalnou ihlou** – cadastral territory: Kamenica nad Hronom, district: Nové Zámky, 2.4 m long, cave formed in volcaniclastic andesite rocks [I. Eszterhás, R. Lehotský, unpublished].

**Líščia diera pri stanici** – cadastral territory: Kamenica nad Hronom, district: Nové Zámky, 2.4 m long, cave formed in volcaniclastic andesite rocks [I. Eszterhás, R. Lehotský, unpublished].

**Trhlina pri stanici** – cadastral territory: Kamenica nad Hronom, district: Nové Zámky, 2.4 m long, cave formed in volcaniclastic andesite rocks [I. Eszterhás, R. Lehotský, unpublished].

**Rekreačná jaskyňa** – cadastral territory: Kamenica nad Hronom, district: Nové Zámky, 4.7 m long, cave formed in volcaniclastic andesite rocks [R. Lehotský, unpublished].

## CEROVÁ VRCHOVINA MOUNTAINS

### HAJNÁČSKA VRCHOVINA MOUNTAINS

**Amfiteátrová jaskyňa (Jaskyňa v Malom kamennom mori I.)** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 9.4 m long, 4.8 m deep, crevice-boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Belinská jaskyňa** – cadastral territory: Beliná, district: Lučenec, 4,5 m long, weathering cave formed in basalt [L. Gaál, 1996b].

**Blšia jaskyňa** – cadastral territory: Hajnačka, district: Rimavská Sobota, 5.2 m long, decrease crevice cave formed in basalt lapilli tuffs [L. Gaál, 2003a].

**Črepová jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 535 m a. s. l., 81.3 m long, crevice-boulder cave formed in basalt, archaeological findings [L. Gaál, 1995; L. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Dolná jaskyňa v Zabode** – cadastral territory: Hajnačka, district: Rimavská Sobota, ca 460 m a. s. l., 6.5 m long, decrease crevice cave formed in basalt [L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Dolná krajná jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 550 m a. s. l., 5.7 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Dvojchodová rozsadlina** – cadastral territory: Šurice, district: Lučenec, 525 m a. s. l., 66,7 m long, crevice cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1995, L. Gaál 2003a].

**Ebeczkého jaskyňa (Jaskyňa na Ragáči)** – cadastral territory: Hajnačka, district: Rimavská Sobota, 11 m long, syngenetic volcanic exhalation cave formed in basalt agglomerates [V. Pilous, 1982; J. Vítek, 1983; L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Horná jaskyňa v Zabode** – cadastral territory: Hajnačka, district: Rimavská Sobota, ca 460 m a. s. l., 3 m long, decrease crevice cave formed in basalt [L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Horná krajná jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 552 m a. s. l., 5.5 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Horná suťová jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 530 m a. s. l., 12 m long, 3.5 m deep, boulder cave formed in basalt [L. Gaál, 1995; L. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Hviezdicová jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 555 m a. s. l., 20 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Jaskyňa kanelovaných črepov** – cadastral territory: Beliná, district: Lučenec, 23 m long, crevice-boulder cave formed in basalt [L. Gaál, 1996b].

**Jaskyňa na brale** – cadastral territory: Šurice, district: Lučenec, 530 m a. s. l., 4.2 m long, 4.1 m deep, crevice cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Jaskyňa nad skalným oknom (Skalná trhlina II.)** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 4.3 m long, crevice cave formed in basalt [V. Stárka, 1968; L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Jaskyňa pod skalným stĺpom** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 557 m a. s. l., 10.8 m long, crevice cave formed in basalt [V. Stárka, 1968; L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Jaskyňa pri Čertovej hlave** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 570 m a. s. l., 6.3 m long, crevice cave formed in basalt [V. Stárka, 1968; L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Jaskyňa pri previse** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 530 m a. s. l., 6.6 m long, 3.2 m deep, boulder cave formed in basalt, archaeological findings [L. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Jaskyňa pri Železnej bráne (Jaskyňa v Malom kamennom mori II.)** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 11.6 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Jaskyňa v belinskej rozsadline** – cadastral territory: Beliná, district: Lučenec, 5 m long, crevice cave formed in basalt [L. Gaál, 1996b].

**Jaskyňa v belinskej sutine** – cadastral territory: Beliná, district: Lučenec, 12 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál, 1996b].

**Jaskyňa v Kamennom mori** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 3.8 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Jazvečia jaskyňa** – cadastral territory: Hajnačka, district: Rimavská Sobota, 545 m a. s. l., 9.4 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1995; M. Uhrin, 1995].

**Kamenná platňa (Jaskyňa v Kamennom mori I.)** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 4.4 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Komín na Ragáči** – cadastral territory: Hajnačka, district: Rimavská Sobota, 6.2 m long, 5.2 m deep, syngenetic volcanic exhalation cave formed in basalt conglomerate [L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Kunia jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 525 m a. s. l., 7.4 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1995; M. Uhrin, 1995].

**Labyrintová jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 560 m a. s. l., 151.3 m long, 9.6 m deep, crevice-boulder cave formed in basalt, ice fill, archaeological findings (hallstatt, Bronze Age, Middle Age) [J. Nyáry, 1870; J. Bárta, 1963, 1975; V. Stárka, 1967, 1968; L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990; V. Franc – A. Hanzelová, 1995; V. Furmánek, 1995; M. Uhrin, 1995].



*Fig. 1 Basalt stone sea at the slope of Mt. Pohanský hrad – the locality of boulder caves, Cerová vrchovina Mts. Photo: P. Bella*

**Ladová trhlina (Veľká trhlina)** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 555 m a. s. l., 46.5 m long, 17.3 m deep, crevice cave formed in basalt, ice fill [V. Stárka, 1968; Ľ. Gaál – J. Gaál, 1989; Ľ. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Malá severná jaskyňa** – cadastral territory: Šurice, district: Lučenec, 545 m a. s. l., 8.2 m long, 2.9 m deep, crevice-boulder cave formed in basalt [Ľ. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Malá východná jaskyňa** – cadastral territory: Hajnačka, district: Rimavská Sobota, 4.8 m long, crevice-boulder cave formed in basalt [Ľ. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Múrová jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 530 m a. s. l., 4 m long, boulder cave formed in basalt [Ľ. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Nyáryho jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 25 m long, crevice cave formed in basalt, root stalagmite [J. Bárta, 1963, 1975; V. Stárka, 1968; Ľ. Gaál – J. Gaál, 1989; Ľ. Gaál – I. Eszterhás, 1990; V. Franc – A. Hanzelová, 1995; M. Uhrin, 1995; R. Mlejnek, 2000].

**Severná priepasť** – cadastral territory: Šurice, district: Lučenec, 550 m a. s. l., 38 m long, 12 m deep, crevice cave formed in basalt [Ľ. Gaál, 1995; Ľ. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Skálná trhlina** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 7 m long, 3.5 m deep, crevice cave formed in basalt [Ľ. Gaál – J. Gaál, 1989; Ľ. Gaál – I. Eszterhás, 1990].

**Skautská jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 555 m a. s. l. 53 m long, boulder cave formed in basalt [Ľ. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Spodná suťová jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 520 m a. s. l., 3.2 m long, boulder cave formed in basalt [Ľ. Gaál – J. Gaál, 1995].

**Stĺpová jaskyňa** – cadastral territory: Šurice, district: Lučenec, 525 m a. s. l., 182 m long, 12.6 m deep, crevice cave formed in basalt, an occurrence of bats [Ľ. Gaál, 1995a; Ľ. Gaál – J. Gaál, 1995].

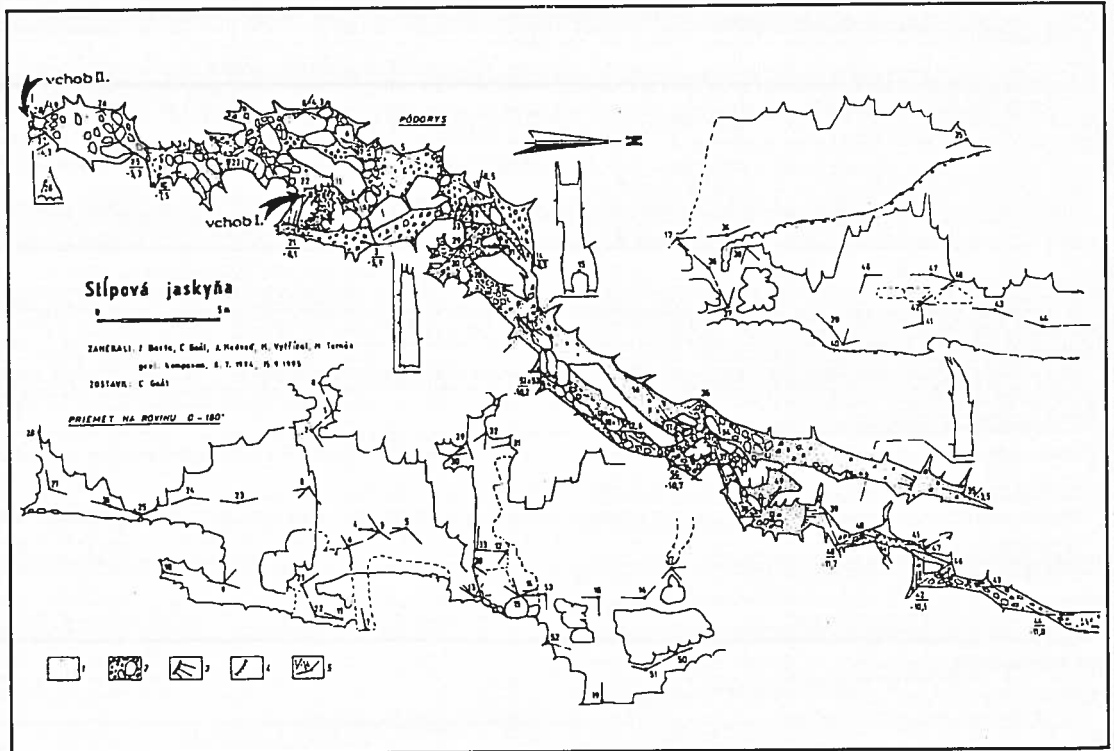


Fig.2 The map of the Stĺpová jaskyňa (Column Cave), Cerová vrchovina Mts.

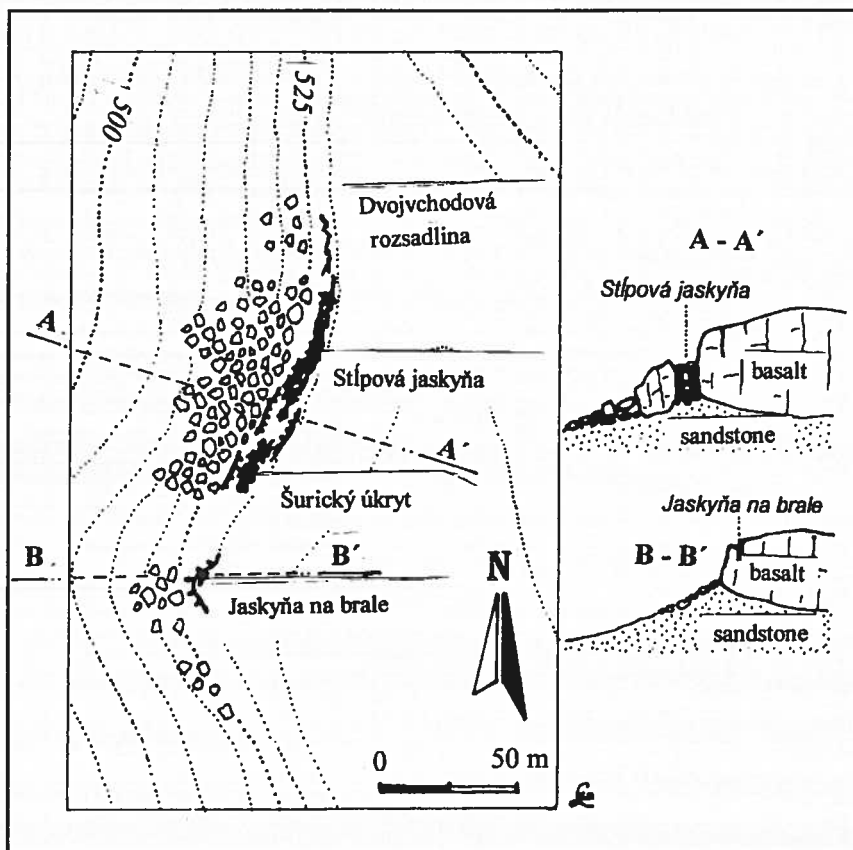


Fig. 3 Situation sketch of the *Stĺpová jaskyňa* (Column Cave), *Cerová vrchovina Mts.*

### Ragáčska studňa (Priepast na Ragáči)

– cadastral territory: Hajnačka, district: Rimavská Sobota, 9.3 m deep, syngenetic volcanic exhalation abyss formed in basalt agglomerate [J. Klinda, 1977; V. Pilous, 1982; J. Vitek, 1983b; L. Gaál – J. Gaál, 1989; L. Gaál – I. Eszterhás, 1990; R. Mlejnek – F. Radinger, 2000].

**Šurický úkryt** – cadastral territory: Šurice, district: Lučenec, 525 m a. s. l., 68.5 m long, 12.5 m deep, crevice-boulder cave formed in basalt, a refuge during the 2nd world war [V. Franc – A. Hanzelová, 1995; L. Gaál, 1995a; L. Gaál – J. Gaál, 1995].



Fig. 4 Exhalation chimney *Ragáčska studňa* in *Cerová vrchovina Mts.* Photo: L. Gaál

**Západná sutová jaskyňa** – cadastral territory: Stará Bašta, district: Rimavská Sobota, 26.3 m long, boulder cave formed in basalt [L. Gaál – J. Gaál, 1995].

## ČERGOV MOUNTAINS

**Bublina** – cadastral territory: Križe, district: Bardejov, 3 m long, crevice cave formed in sandstone [J. Ducár – G. Lešínský – T. Máté, 2000].

**Dymnica** – cadastral territory: Livov, district: Bardejov, 8.4 m long, 6.5 m deep, crevice abyss formed in sandstone [J. Ducár – G. Lešínský – T. Máté, 2000].

**Hrobka** – cadastral territory: Križe, district: Bardejov, 9.5 m long, crevice cave formed in sandstone [J. Ducár – G. Lešínský – T. Máté, 2000].

**Hubová jaskyňa** – cadastral territory: Križe, district: Bardejov, 4 m long, crevice cave formed in sandstone [J. Ducár – G. Lešínský – T. Máté, 2000].

**Jazvečia jaskyňa** – cadastral territory: Križe, district: Bardejov, 5.2 m long, crevice cave formed in sandstone [J. Ducár – G. Lešínský – T. Máté, 2000].

**Oltárkameň** – cadastral territory: Drienica, district: Sabinov, 5 m long, cave formed in sandstone [J. Ducár, 1997; Z. Hochmuth, 1998a].

**Tunel** – cadastral territory: Livov, district: Bardejov, 12 m long, crevice cave formed in sandstone [J. Ducár – G. Lešínský – T. Máté, 2000].

**Zbojnická jaskyňa** – cadastral territory: Križe, district: Bardejov, 8 m long, crevice cave formed in sandstone [J. Ducár – G. Lešínský – T. Máté, 2000].

## HORNÁDSKA KOTLINA BASIN

### HORNÁDSKE PODOLIE WIDE VALLEY

**Chrast** – cadastral territory: Vitkovce, district: Spišská Nová Ves, 3 m long, cave formed in polymict conglomerate [J. Bárta, 1963; P. Holúbek – M. Marušin, 1997].

**Jaskyňa pod previsom** – cadastral territory: Vitkovce, district: Spišská Nová Ves, 5 m long, cave formed in polymict conglomerate [P. Holúbek – M. Marušin, 1997].

## HORNONITRIANSKA KOTLINA BASIN

### HANDLOVSKÁ KOTLINA BASIN

**Gertrúda** – cadastral territory: Nová Lehota, district: Prievidza, 7.5 m long, cave formed in volcanoclastic andesite rocks [P. Strečanský, 1995a,b].

**Jánošíkova jaskyňa** – cadastral territory: Prievidza, district: Prievidza, cave formed in volcanoclastic andesite rocks [J. Bárta, 1984].

## JAVORIE MOUNTAINS

### LOMNIANSKA VRCHOVINA MOUNTAINS

**Rozsadlina** – cadastral territory: Zvolen, district: Zvolen, 3 m long, crevice cave formed in volcanoclastics of andesite [R. Mlejnek, unpublished].

**Horizontálna jaskyňa** – cadastral territory: Zvolen, district: Zvolen, 3 m long, .... cave formed in volcanoclastics of andesite [R. Mlejnek, unpublished].

## JUHOSLOVENSKÁ KOTLINA BASIN

### IPEĽSKÁ KOTLINA BASIN

#### PÔTORSKÁ PAHORKATINA

##### HILL LAND

**Pecna** – cadastral territory: Ľuboriečka, district: Veľký Krtíš, ca 265 m a. s. l., 6.1 m long, tree mould cave formed in epiclastic andesite conglomerate, partially enlarged by anthropogenic excavation [F. Radinger – R. Mlejnek, 2001; Ľ. Gaál, 2002, 2003b].



*Fig.5 Pecna Cave. Photo: P. Bella*

### LUČENSKÁ KOTLINA BASIN

#### JELŠOVSKÁ PAHORKATINA

##### HILL LAND

**Jaskyňa pri Trenči** – cadastral territory: Trenč, district: Lučenec, ca 220 m a. s. l., 7.7 m long, crevice cave formed in epiclastic andesite conglomerate [F. Radinger – R. Mlejnek, 2001].

##### POLTÁRSKA PAHORKATINA HILL LAND

**Jaskyňa v maare** – cadastral territory: Pinciná, district: Lučenec, 5 m long, tree mould cave formed in basalt lapilli tuffs of maar [Ľ. Gaál – H. Tachihara – K. Urata, 2004].

## KREMICKÉ VRCHY MOUNTAINS

### FLOCHOVSKÝ CHR BÁT RIDGE

**Diera pod oknom** – cadastral territory: Radvaň, district: Banská Bystrica, 1190 m a. s. l., 4.4 m long, crevice cave formed in andesite volcanoclastic agglomerates [Ľ. Gaál – J. Grego – P. Holúbek – R. Mlejnek, 2000].

**Jaskyňa v Lopúchovom vrchu** – cadastral territory: Kremnica, district: Žiar nad Hronom, 3.8 m long, weathering cave formed in andesite agglomerate [J. Vitek, 1989].

**Jánošíkove diery (Zbojnícka diera)** – cadastral territory: Kremnica, district: Žiar nad Hronom, 55 m long, 14.3 m deep, crevice cave formed in andesite agglomerate [J. Vitek, 1988, 1989; Ľ. Gaál – J. Grego – P. Holúbek – R. Mlejnek, 2000].

**Kremnická suchá diera (Priepasť v Kremnických horách)** – cadastral territory: Kremnica, district: Žiar nad Hronom, 1193 m a. s. l., 60 m long, 29.4 m deep, crevice cave formed in andesite agglomerate [J. Hlaváč, 1978; Ľ. Gaál – J. Grego – P. Holúbek – R. Mlejnek, 2000].

**Snežná rozsadlina** – cadastral territory: Kremnica, district: Žiar nad Hronom, 1177 m a. s. l., 91 m long, 24.5 m deep, crevice cave formed in andesite agglomerate, ice fill [Ľ. Gaál – J. Grego – P. Holúbek – R. Mlejnek, 2000].

**Svahová jaskyňa** – cadastral territory: Radvaň, district: Banská Bystrica, ca 1150 m a. s. l., 12.2 m long, 5 m deep, crevice cave formed in andesite agglomerate [Ľ. Gaál – J. Grego – P. Holúbek – R. Mlejnek, 2000].

**Šikmá jaskyňa** – cadastral territory: Radvaň, district: Banská Bystrica, 1170 m a. s. l., 4.4 m long, crevice cave formed in andesite agglomerate [Ľ. Gaál – J. Grego – P. Holúbek – R. Mlejnek, 2000].

**Úkryt pod oknom** – cadastral territory: Radvaň, district: Banská Bystrica, cadastral territory: Kremnica, district: Žiar nad Hronom, 1188 m a. s. l., 4.6 m long, weathering cave formed in andesite agglomerate [L. Gaál – J. Grego – P. Holúbek – R. Mlejnek, 2000].

**Úžina pod chodníkom** – cadastral territory: Kremnica, district: Žiar nad Hronom, 4.4 m long, crevice cave formed in andesite agglomerate [L. Gaál – J. Grego – P. Holúbek – R. Mlejnek, 2000].

#### MALACHOVSKÉ PREDHORIE FOOTHILLS

**Chaldecónová jaskyňa** – cadastral territory: Horné Pršany, district: Banská Bystrica, 3.1 m long, weathering cave formed in silicified dolomite [H. Beaudouin – L. Gaál – J. Galvánek, 2001].

**Horná Kremenia** – cadastral territory: Horné Pršany, district: Banská Bystrica, 5.3 m long, weathering cave formed in silicite [J. Vitek, 1987b, 1989; H. Beaudouin – L. Gaál – J. Galvánek, 2001].

**Kremenná jaskyňa (Jaskyňa v kremeni, Kremenia)** – cadastral territory: Horné Pršany, district: Banská Bystrica, 610 m a. s. l., 9.5 m long, weathering cave formed in silicite [J. Bárta, 1963; V. G. Bukovinský, 1985; J. Vitek, 1987b, 1989; P. Mitter, 1990; H. Beaudouin – L. Gaál – J. Galvánek, 2001].

**Opálová jaskyňa** – cadastral territory: Horné Pršany, district: Banská Bystrica, 3.2 m long, weathering cave formed in silicite [H. Beaudouin – L. Gaál – J. Galvánek, 2001].

#### TUROVSKÉ PREDHORIE FOOTHILLS

**Ventarola** – cadastral territory: Turové, district: Zvolen, 5 m long, crevice cave formed in andesite volcanoclastic rocks [L. Gaál, 2000].

#### **KRUPINSKÁ PLANINA PLATEAU**

##### BZOVÍCKA PAHORKATINA HILL LAND

**Vodopádový previs** – cadastral territory: Plášťovce, district: Levice, 22 m long, erosion-breakdown-weathering rocky shelter formed in andesite tuffs, probably also a suffosion action [V. Pilous, 1982].

##### DAČOLOMSKÁ PLANINA PLATEAU

**Trpasličia jaskyňa** – cadastral territory: Dolný Dačov Lom, district: Veľký Krtíš, 370 m a. s. l., 11.9 m long, tree mould cave formed in andesite epiclastic conglomerate [F. Radinger – R. Mlejnek, 2001; R. Mlejnek – P. Pauliš, 2002, L. Gaál, 2002, 2003b].

**Sucháňska trhlina** – cadastral territory: Sucháň, district: Veľký Krtíš, 17.8 m long, crevice cave formed in andesite pyroclastic breccia [F. Radinger – R. Mlejnek, 2001].

##### MODROKAMENSKÉ ÚBOČIE HILLSIDE

**Čabradský previs** – cadastral territory: Čabradský Vrbovok, district: Zvolen, 13 m long, weathering rocky shelter formed in andesite tuffs, partially anthropogenic impact on a cave morphology [V. Pilous, 1982].

**Jaskyňa Šiša Pištu** – cadastral territory: Tešmák, district: Levice [G. Dénes, 2004].

**Jaskyňa v tufoch** – cadastral territory: Tešmák, district: Levice, 17 m long, tree mould cave formed in andesite tuffs [R. Burkhardt, 1962; L. Gaál, 2002, 2003b].

**Jaskyňa potoka Pešť** – cadastral territory: Stredné Plachtince, district: Veľký Krtíš [G. Dénes, 2004].

**Prievanová diera** – cadastral territory: Seľany, district: Veľký Krtíš, 9.5 m long, crevice cave formed in volcanoclastic andesite rocks [L. Gaál, 2003a].



**Židova diera** – cadastral territory: Modrý Kameň, district: Veľký Krtíš, ca 370 m a. s. l., 39 m long, 13.5 m deep, crevice cave formed in andesite breccia [L. Gaál, 1992].

## **KYSUCKÉ BESKYDY MOUNTAINS**

### RAČA MOUNTAINS

**Skalná diera I** – cadastral territory: Klubina, district: Čadca, 22 m long, crevice cave formed in sandstone [J. Wagner a kol., 1990].

**Skalná diera II** – cadastral territory: Klubina, district: Čadca, 9 m long, weathering cave formed in sandstone [J. Wagner a kol., 1990].

**Úkryt I** – cadastral territory: Nová Bystrica, district: Čadca, 1150 m a. s. l., 4 m long, cave formed in sandstone [R. Czarnecki et al., 1997].

**Úkryt II** – cadastral territory: Nová Bystrica, district: Čadca, 1150 m a. s. l., 5 m long, cave formed in sandstone [R. Czarnecki et al., 1997].

## **LEVOČSKÉ VRCHY MOUNTAINS**

### LEVOČSKÁ VYSOČINA MOUNTAINS

**Jaskyňa pod Jankovcom č. 1** – cadastral territory: Javorina, district: Poprad, 40 m long, cave formed in sandstone [S. Pavlarčík, unpublished].

**Jaskyňa pod Jankovcom č. 2** – cadastral territory: Javorina, district: Poprad, ca 100 m long, cave formed in sandstone, an occurrence of bats [S. Pavlarčík, unpublished].

**Jaskyňa pod Jankovcom č. 3** – cadastral territory: Javorina, district: Poprad, 8 m long, cave formed in sandstone [S. Pavlarčík, unpublished].

**Jaskyňa v Derežovej** – cadastral territory: Javorina, district: Poprad, ca 60 m long, ca 20 m deep, cave formed in sandstone [S. Pavlarčík, unpublished].

**Jaskyňa v Prednej Kohútovej** – cadastral territory: Javorina, district: Poprad, ca 100 m long, cave formed in sandstone [S. Pavlarčík, unpublished].

**Pseudokrasová jaskyňa v Čiernej hore** – cadastral territory: Javorina, district: Poprad, ca 910 m a. s. l., ca 40 m long, ca 15 m deep, cave formed in sandstone [S. Pavlarčík, unpublished].

**Pseudokrasová jaskyňa v Kohútovke** – cadastral territory: Jakubany, district: Poprad, 643 m a. s. l., 15 m long, crevice-breakdown cave formed in sandstone [S. Pavlarčík – V. Vadovský, 1994].

**Vodná priepasť** – cadastral territory: Javorina, district: Kežmarok, abyss formed in sandstone [S. Pavlarčík, unpublished].

**Zbojnická diera** – cadastral territory: Šambron, district: Poprad, 976 m a. s. l., 15 m long, crevice cave formed in sandstone [S. Pavlarčík, 1985].



*Fig.6 Židova diera Cave in Krupinská planina Mts.  
Photo: L. Gaál*

## L'UBOVNIANSKA VRCHOVINA MOUNTAINS

**Čandiková diera** – cadastral territory: Stará Ľubovňa, district: Stará Ľubovňa, cave formed in non-calcic conglomerate, a refuge during the 2nd world war [S. Pavlarčík, 1982].

**Zbojnická diera** – cadastral territory: Mníšek nad Popradom, district: Stará Ľubovňa, ca 10 m long, crevice cave formed in sandstone [S. Pavlarčík, 1982].

**Zbojnická diera pri Hraničnom** – cadastral territory: Hraničné, district: Stará Ľubovňa, ca 50 m long, cave formed in sandstone, filled entrance [S. Pavlarčík, 1982].

**Zbojnická jaskyňa** – cadastral territory: Orlov, district: Stará Ľubovňa, ca 880 m a. s. l., 18.5 m long, crevice cave formed in sandstone [S. Pavlarčík, 1983].

## MALÉ KARPATY MOUNTAINS

### DEVÍNSKE KARPATY MOUNTAINS

#### *DEVÍNSKA KOBÝLA MOUNTAIN*

**Abrázna jaskyňa** – cadastral territory: Devínska Nová Ves, district: Bratislava, 169 m a. s. l., 8 m long, cave formed by abrasion of Neogene sea in slightly marly shale [M. Mišík, 1976; P. Mitter, 1983; R. Lehotský, 1994; R. Lehotský – P. Ženiš, 1994].

**Kremencová jaskyňa I** – cadastral territory: Devínska Nová Ves, district: Bratislava, 6.1 m long, cave formed by abrasion of Neogene sea in quartzite [R. Lehotský, 1994].

**Kremencová jaskyňa II** – cadastral territory: Devínska Nová Ves, district: Bratislava, 4.8 m long, cave formed by abrasion of Neogene sea in quartzite [R. Lehotský, 1994].

**Kremencová jaskyňa III** – cadastral territory: Devínska Nová Ves, district: Bratislava, 2 m long, cave formed by abrasion of Neogene sea in quartzite [R. Lehotský, 1994].

**Kremencová jaskyňa IV** – cadastral territory: Devínska Nová Ves, district: Bratislava, 2.4 m long, cave formed by abrasion of Neogene sea in quartzite [R. Lehotský, 1994].

**Kremencová jaskyňa V** – cadastral territory: Devínska Nová Ves, district: Bratislava, 1.6 m long, cave formed by abrasion of Neogene sea in quartzite [R. Lehotský, 1994].

## ONDAVSKÁ VRCHOVINA MOUNTAINS

**Líšcie diery – jaskyňa** – cadastral territory: Cernina, district: Svidník, 10 m long, cave formed in sandstone [M. Erdös – Z. Fodor, 1980; Z. Hochmuth, 1998a].

**Líšcie diery – priepasť** – cadastral territory: Cernina, district: Svidník, 9 m deep, abyss formed in sandstone [M. Erdös – Z. Fodor, 1980; Z. Hochmuth, 1998a].



*Fig.7 Entrance of the fossil Abrázna jaskyňa (Abrasion Cave) formed by abrasion of Neogene sea in shale, Malé Karpaty Mts. Photo: P. Bella*

## ORAVSKÉ BESKYDY MOUNTAINS

### BABIA HORA MOUNTAINS

**Jaskyňa v Babej hore** – cadastral territory: Oravská Polhora, district: Dolný Kubín, 1680 m a. s. l., 10 m long, crevice cave formed in sandstone [O. Lhotský, 1967; J. Wagner a kol., 1990].

**Jaskyňa v Malej Babej hore č. 1** – cadastral territory: Oravská Polhora, district: Dolný Kubín, ca 60 m long, crevice-breakdown cave formed in sandstone [OS SSS Dolný Kubín, unpublished].

**Jaskyňa v Malej Babej hore č. 2** – cadastral territory: Oravská Polhora, district: Dolný Kubín, ca 50 m long, 16 m deep, crevice cave formed in sandstone [OS SSS Dolný Kubín, unpublished].

**Jaskyňa v Malej Babej hore č. 3** – cadastral territory: Oravská Polhora, district: Dolný Kubín, 18 m long, cave formed in sandstone [OS SSS Dolný Kubín, unpublished].

### **OSTRŮŽKY MOUNTAINS**

**Balvanová jaskyňa** – cadastral territory: Tuhár, district: Lučenec, ca 730 m a. s. l., 9.2 m long, 4.8 m deep, boulder cave formed in andesite [F. Radinger – R. Mlejnek, 2001].

**Jaskyňa pod Bralcami** – cadastral territory: Tuhár, district: Lučenec, 39 m long, 9.5 m deep, crevice cave formed in andesite [L. Gaál, 1996a].

**Jaskyňa v Budinskej skale** – cadastral territory: Ábelová, district: Lučenec, 5 m long, crevice-weathering cave formed in andesite [L. Gaál, 2000a].

**Jánošíkova skrýša** – cadastral territory: Ábelová, district: Lučenec, 7.5 m long, weathering cave formed in andesite [L. Gaál, 2000a].

**Lupočská nora** – cadastral territory: Lupoč, district: Lučenec, ca 400 m a. s. l., 54 m long, 20.5 m deep, crevice cave formed in andesite pyroclastic breccia [F. Radinger – P. Nociar, 2002].

**Nízka jaskyňa pri potoku** – cadastral territory: Horný Tisovník, district: Detva, 510 m a. s. l., 5.5 m long, weathering cave formed in andesite breccia [F. Radinger – R. Mlejnek, 2001].

**Nízka puklina** – cadastral territory: Tuhár, district: Lučenec, 4.5 m long, crevice cave formed in andesite [L. Gaál, 2003a].

**Pastiersky úkryt** – cadastral territory: Nedelište, district: Lučenec, 525 m a. s. l., 10.1 m long, weathering cave formed in agglomerate tuffs, partially enlarged by anthropogenic excavation [F. Radinger – P. Nociar, 2002].

**Voňачka** – cadastral territory: Lupoč, district: Lučenec, ca 370 m a. s. l., 10.5 m long, tree mould cave formed in andesite conglomerate, archaeological findings, opal [P. Nociar – F. Radinger, 2002, R. Mlejnek – P. Pauliš, 2002].

**Vysoká puklina** – cadastral territory: Tuhár, district: Lučenec, 16 m long, crevice cave formed in andesite [L. Gaál, 2003a].

## **PODUNAJSKÁ PAHORKATINA HILL LAND**

### HRONSKÁ PAHORKATINA HILL LAND

#### *BEŠIANSKA PAHORKATINA HILL LAND*

**Jaskyňa v Čifárskej skale** – cadastral territory: Čifáre, district: Nitra, cave formed in andesite, a refuge during the 2nd world war [J. Bárta, 1969, 1984].

## **POLANA MOUNTAINS**

### DETVIANSKE PREDHORIE FOOTHILLS

**Hrochoťská jaskyňa** – cadastral territory: Očová, district: Zvolen, cca 400 m a. s. l., 42.4 m long, 10.6 m deep, crevice cave formed in andesite conglomerate and breccia [L. Gaál, 1992].

**Hučavský rukáv** – cadastral territory: Hrochoť, district: Banská Bystrica, 10 m long, erosion cave formed in volcanoclastic andesite rocks [D. Kubíny, 1989].

**Jaskyňa pod Jaseňovým vrchom** – cadastral territory: Dúbravica, district: Banská Bystrica, 5.8 m long, tree mould cave formed in andesite conglomerate [J. Vítek, 1990; L. Gaál, 1993, 2002, 2003b].

**Utajená jaskyňa** – cadastral territory: Očová, district: Zvolen, 12.3 m long, crevice cave formed in andesite conglomerate, seasonal ice fill [R. Mlejnek – J. Lakota, 2002].

### VYSOKÁ POLANA MOUNTAINS

**Jánošíkova jaskyňa (Apšiná)** – cadastral territory: Hrochoť, district: Banská Bystrica, 12 m long, cave formed in volcanoclastic andesite rocks [P. Húsenica, 1958, 1960, 1979; M. Poloczeková, 1959; J. Burkovský – J. Galvánek, 1978; D. Kubíny, 1989].

## **REVÚCKA VRCHOVINA MOUNTAINS**

### ŽELEZNÍCKE PREDHORIE FOOTHILLS

#### *BLŽSKÁ TABUĽA PLATEAU*

**Jaskyňa pod Deškovým hradom** – cadastral territory: Vyšné Valice, district: Rimavská Sobota, 398 m a. s. l., 19.7 m long, 4.4 m deep, crevice cave formed in andesite breccia [L. Gaál, 1992].

#### *POKORADZSKÁ TABUĽA PLATEAU*

**Jaskyňa pri skale** – cadastral territory: Dražice, district: Rimavská Sobota, 6.6 m long, decrease crevice cave formed in andesite breccia [L. Gaál, 2003a].

## **SLANSKÉ VRCHY MOUNTAINS**

### MOŠNÍK MOUNTAINS

**Jaskyňa pod Skalkou** – cadastral territory: Košický Klečenov, district: Košice-vidiek, 405 m a. s. l., 4 m long, cave formed in andesite [M. Pavúk, unpublished].

### ŠIMONKA MOUNTAINS

#### *OLŠAVSKÉ PREDHORIE FOOTHILLS*

**Bivaková jaskynka** – cadastral territory: Hermanovce nad Topľou, district: Vranov nad Topľou, 4.5 m long, weathering cave formed in andesite [Z. Hochmuth, 1998b].



*Fig. 8 Jaskyňa v Deškovom hrade – a typical crevice cave in Revúcka vrchovina Mts.*

*Photo: L. Gaál*

**Dolmen** – cadastral territory: Hermanovce nad Topľou, district: Vranov nad Topľou, 8.6 m long, boulder cave formed in andesite, anthropogenic origin? [Z. Hochmuth, 1998b].

**Jaskyňa na Oblíku č. 2** – cadastral territory: Hermanovce nad Topľou, district: Vranov nad Topľou, 4.3 m long, boulder cave formed in andesite [Z. Hochmuth, 1998b].

**Jaskyňa na Oblíku č. 3** – cadastral territory: Hermanovce nad Topľou, district: Vranov nad Topľou, 9.2 m long, boulder cave formed in andesite [Z. Hochmuth, 1998b].

**Jaskyňa na Oblíku č. 4** – cadastral territory: Hermanovce nad Topľou, district: Vranov nad Topľou, 4.3 m long, boulder cave formed in andesite [Z. Hochmuth, 1998b].

**Jaskyňa na Oblíku č. 5** – cadastral territory: Hermanovce nad Topľou, district: Vranov nad Topľou, 6.5 m long, boulder cave formed in andesite [Z. Hochmuth, 1998b].

**Úpätná jaskyňa** – cadastral territory: Mirkovce, district: Prešov, 370 m a. s. l., 3 m long, cave formed in andesite [Z. Hochmuth, 1996].

**Veterná diera v Malej Zobranej** – cadastral territory: Mirkovce, district: Prešov, 10.5 m deep, abyss formed in andesite [Z. Hochmuth, 1996].

## ŠARIŠKÁ VRCHOVINA MOUNTAINS

**Pseudokrasový závrť** – cadastral territory: Chmiňany, district: Prešov, 420 m a. s. l., 7 m deep, abyss formed in sandstone [OS SSS Prešov, unpublished].

**Pukavica** – cadastral territory: Bajerov, district: Prešov, 27 m long, 8.2 m deep, crevice abyss formed in Paleogene conglomerate [M. Buday – Ľ. Gaál, 1998].

## SPIŠSKO-ŠARIŠKÉ MEDZIHORIE INTERMOUNTAINS

### HROMOVEC MOUNTAINS

**Vičie diery** – cadastral territory: Hromoš, district: Stará Ľubovňa, ca 15 m deep, crevice abyss formed in sandstone, filled entrance [S. Pavlarčík, 1982].

## ŠTIAVNICKÉ VRCHY MOUNTAINS

### HODRUŠSKÁ HORNATINA MOUNTAINS

**Buková diera** – cadastral territory: Lehôtka pod Brehmi, district: Žiar nad Hronom, 5,1 m long, weathering-crevice cave formed in rhyolite [V Solár & Ľ. Gaál unpublished].

**Delta** – cadastral territory: Lehôtka pod Brehmi, district: Žiar nad Hronom, 10,7 m long, weathering-crevice cave formed in rhyolite [V Solár & Ľ. Gaál unpublished].

**Detská fantázia** – cadastral territory: Lehôtka pod Brehmi, district: Žiar nad Hronom, 5 m long, crevice cave formed in rhyolite [Ľ. Gaál, 2000b, P. Holúbek, 2004a].

**Jaskyňa pri kaplnke** – cadastral territory: Sklené Teplice, district: Žiar nad Hronom, cave formed in andesite [J. Bárta, 1973].

**Malá bazanitová jaskyňa** – cadastral territory: Tekovská Breznica, district: Žiar nad Hronom, 11 m long, crevice cave formed in basanite [J. Galvánek – Ľ. Gaál, 1995].

**Malá jaskyňa pod Kečkou** – cadastral territory: Hlínik nad Hronom, district: Žiar nad Hronom, 44 m long, consequence crevice-breakdown cave formed in rhyolite [P. Holúbek, 1995].

**Malá ľadienka** – cadastral territory: Hlínik nad Hronom, district: Žiar nad Hronom, 6 m long, consequence cave formed in rhyolite [V Solár & Ľ. Gaál unpublished].

**Rozsadlina na Kečke** – cadastral territory: Hlínik nad Hronom, district: Žiar nad Hronom, 28 m deep, consequence crevice-breakdown abyss formed in rhyolite [P. Holúbek, 1995].

**Sezam (Sopečná jaskyňa)** – cadastral territory: Tekovská Breznica, district: Žiar nad Hronom, 26.4 m long, 14 m deep, syngenetic volcanic exhalation cave formed in basalt agglomerate [J. Galvánek – L. Gaál, 1995].

**Tmavá jaskyňa pod Kečkou** – cadastral territory: Hliník nad Hronom, district: Žiar nad Hronom, 36 m long, consequence crevice-breakdown cave formed in rhyolite [P. Holúbek, 1995].

**Veľká jaskyňa pod Kečkou** – cadastral territory: Hliník nad Hronom, district: Žiar nad Hronom, 58 m long, 10 m deep, consequence crevice-breakdown cave formed in rhyolite [P. Holúbek, 1995].

**Veľká ľadienka** - cadastral territory: Hliník nad Hronom, district: Žiar nad Hronom, 11.5 m long, consequence cave formed in rhyolite [V. Solár & L. Gaál unpublished].

### SLOVENSKÁ BRÁNA GATEWAY

**Jaskyňa na Skale** – cadastral territory: Kozárovce, district: Levice, 4 m long, weathering cave formed in andesite [V. Pilous, 1982].

## TATRY MOUNTAINS

### VÝCHODNÉ TATRY MOUNTAINS

#### VYSOKÉ TATRY MOUNTAINS

**Bivaková medzibloková jaskyňa** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Štrbské Pleso, district: Poprad, boulder cave formed in granite [P. Staník, unpublished].

**Jaskyňa v Javorovom štíte** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica, district: Poprad, 10.5 m long, crevice-weathering cave formed in granite [J. Vitek, 1975].

**Medzibloková jaskyňa pri magistrále I (Jednoduchá podblokovaná jaskyňa)** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica, district: Poprad, boulder cave formed in granite (touristic path: Obrovský vodopád Waterfall – Zámkovského chata Chalet) [P. Bella, unpublished].

**Medzibloková jaskyňa pri magistrále II (Jaskyňa opretej skalnej platne)** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica, district: Poprad, boulder cave formed in granite (touristic path: Obrovský vodopád Waterfall – Zámkovského chata Chalet) [P. Bella, unpublished].

**Medzibloková jaskyňa pri magistrále III (Jaskyňa pri zákrute)** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica, district: Poprad, boulder cave formed in granite (touristic path: Obrovský vodopád Waterfall – Zámkovského chata Chalet) [P. Bella, unpublished].

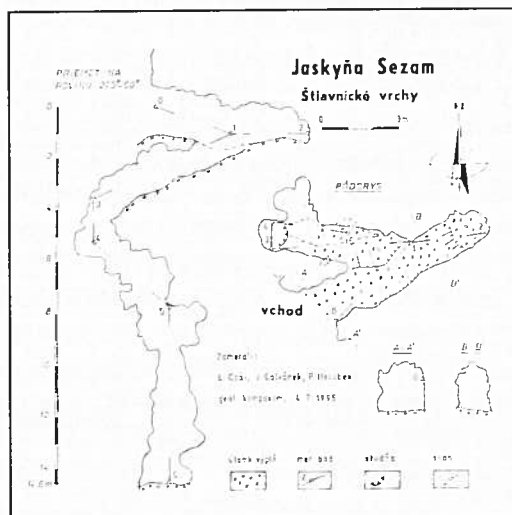


Fig. 9 Map and entrance of volcanic exhalation Sezam Cave. Photo: J. Galvánek

**Medzibloková jaskyňa pri magistrále IV (Diera pod chodníkom)** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica, district: Poprad, boulder cave formed in granite (touristic path: Obrovský vodopád Waterfall – Zámkovského chata Chalet) [P. Bella, unpublished].

**Medzibloková jaskyňa pri magistrále V** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica, district: Poprad, boulder cave formed in granite (touristic path: Obrovský vodopád Waterfall – Zámkovského chata Chalet) [P. Bella, unpublished].

**Medzibloková jaskyňa pri magistrále VI (Jaskyňa na hrebienku)** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica, district: Poprad, 3 m long, boulder cave formed in granite (touristic path: Zámkovského chata Chalet – Skalnaté pleso Tarn) [P. Bella, unpublished].

**Puklinová jaskyňa pod Rumanovým štítom** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica, district: Poprad, 10 m long, weathering cave formed in granite [J. Ksandr, 1956; J. Rubín – F. Skřivánek, 1963].

**Tomkova jaskyňa** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Štrbské Pleso, district: Poprad, 7 m long, cave formed in granite [A. Puškáš, 1979].

#### ZÁPADNÉ TATRY MOUNTAINS

##### ČERVENÉ VRCHY MOUNTAINS

**Kremencová jaskyňa** – cadastral territory: Vysoké Tatry – Štrbské Pleso, district: Poprad, 1330 m a. s. l., 9 m long, cave formed in quartzite [Z. Hochmuth, 1982].

##### LIPTOVSKÉ TATRY MOUNTAINS

**Diera nad Žiarskym sedlom** – cadastral territory: Žiar, district: Liptovský Mikuláš, 1950 m a. s. l., 4.5 m long, crevice cave formed in granite [P. Holúbek, 2000].

**Rozsadlina v Ráztoke** – cadastral territory: Žiar, district: Liptovský Mikuláš, 1530 m a. s. l., 6 m long, crevice cave formed in granite [P. Holúbek, unpublished].

#### **VIHORLATSKÉ VRCHY MOUNTAINS**

##### VIHORLAT MOUNTAINS

##### VIHORLATSKÁ HORNATINA MOUNTAINS

**Živánska diera** – cadastral territory: Remetské Hámre, district: Sobrance, weathering cave formed in volcanic conglomerate, enlarged by anthropogenic excavation [Vlastivedný slovník obcí na Slovensku II, 1977].

#### **VTÁČNIK MOUNTAINS**

##### VYSOKÝ VTÁČNIK MOUNTAINS

**Rozsadlinová priepasť č. 1** – cadastral territory: Podhradie, district: Prievidza, 8 m deep, crevice abyss formed in volcanoclastic andesite rocks [J. Vitek, 1985].

**Rozsadlinová priepasť č. 2** – cadastral territory: Podhradie, district: Prievidza, 10 m long, 6 m deep, crevice abyss formed in volcanoclastic andesite rocks [J. Vitek, 1985].



*Fig. 10 Medzibloková jaskyňa pri magistrále VI boulder cave. Photo: P. Bella*



<b>Regional geomorphological units</b>	<b>Number of caves</b>
Bachureň Mountains	6
Beskydské predhorie Foothills	1
Bukovské vrchy Mountains	6
Burda Mountains	5
Cerová vrchovina Mountains	41
Čergov Mountains	8
Hornádska kotlina Basin	2
Hornonitrianska kotlina Basin	2
Javorie Mountains	2
Juhoslovenská kotlina Basin	3
Kremnické vrchy Mountains	14
Krupinská planina Plateau	9
Kysucké Beskydy Mountains	4
Levočské vrchy Mountains	9
Ľubovnianska vrchovina Mountains	4
Malé Karpaty Mountains	6
Ondavská vrchovina Mountains	2
Oravské Beskydy Mountains	4
Ostrôžky Mountains	10
Podunajská pahorkatina Hill Land	1
Pofana Mountains	5
Revúcka vrchovina Mountains	2
Slanské vrchy Mountains	9
Šarišská vrchovina Mountains	2
Spišsko-šarišské medzihorie Intermountains	1
Štiavnické vrchy Mountains	13
Tatry Mountains	13
Vihorlatské vrchy Mountains	1
Vtáčnik Mountains	2

*Table 1. Number of non-carbonate caves in the framework of regional geomorphological units in Slovakia*

### **Lithology and genetic types of the caves**

The occurrence of caves formed in the several lithological types of non-carbonate rocks is presented in the table 4. The absolute majority of non-carbonate caves were formed in volcanic andesite and basalt rocks, also in sandstone. Caves formed in quartzite, quartz and shale are more or less sporadic. Until several granite boulder caves in the Vysoké Tatry Mts. are not explored and surveyed, but some veridical informations exist about their existence.

There are several genetic types of caves in these lithological settings: lava exhalation caves, crevice caves, crevice-breakdown caves, crevice-boulder caves, crevice-weathering caves, boulders caves, wheathering caves, tree mold caves, also fossil see abraded caves. The occurrence of these genetic types of caves in the framework of lithological types of rocks is presented in the table 5. These genetic types of caves in the territory of Slovakia are more detailed described by VÍTEK (1983a), BELLA (1994), LEHOTSKÝ (1994), GAÁL & BELLA (1995), Ľ. GAÁL & J. GAÁL (1995), HOCHMUTH

1.	Stípová jaskyňa (Cerová vrchovina Mts.)	182 m
2.	Labyrintová jaskyňa (Cerová vrchovina Mts.)	151.3 m
3.	Ďakova jaskyňa (Poloniny Mts.)	126.6 m
4.	Vianočná jaskyňa (Bachureň Mts.)	120 m
5. – 6.	Jaskyňa pod Jankovcom č. 2 (Levočské vrchy Mts.)	ca 100 m
	Jaskyňa v Prednej Kohútovej (Levočské vrchy Mts.)	ca 100 m
7.	Snežná rozsadlina (Kremnické vrchy Mts.)	91 m
8.	Črepová jaskyňa (Cerová vrchovina Mts.)	81.3 m
9.	Šurický úkryt (Cerová vrchovina Mts.)	68.5 m
10.	Ľadová jaskyňa (Bachureň Mts.)	65.3 m
11. – 13.	Jaskyňa v Derežovej (Levočské vrchy Mts.)	ca 60 m
	Jaskyňa v Malej Babej hore č. 1 (Oravské Beskydy Mts.)	ca 60 m
	Kremnická suchá diera (Kremnické vrchy Mts.)	60 m

*Table 2. The longest non-carbonate caves in Slovakia*

1.	Kremnická suchá diera (Kremnické vrchy Mts.)	29.4 m
2.	Rozsadlina na Kečke (Štiavnické vrchy Mts.)	28 m
3.	Vianočná jaskyňa (Bachureň Mts.)	26.4 m
4.	Snežná rozsadlina (Kremnické vrchy Mts.)	24.5 m
5.	Ďakova jaskyňa (Poloniny Mts.)	23.8 m
6.	Lupočská nora (Ostrôžky Mts.)	20.5 m
7.	Jaskyňa v Derežovej (Levočské vrchy Mts.)	ca 20 m
8.	Ľadová jaskyňa (Bachureň Mts.)	18.9 m
9.	Ľadová trhlina (Cerová vrchovina Mts.)	17.3 m
10.	Jaskyňa v Malej Babej hore č. 2 (Oravské Beskydy Mts.)	16 m
11.	Pseudokrasová jaskyňa v Čiernej hore (Levočské vrchy Mts.)	ca 15 m
12.	Jánošíkove diery (Kremnické vrchy Mts.)	14.3 m
13.	Sopečná jaskyňa (Štiavnické vrchy Mts.)	14 m

*Table 3. The deepest non-carbonate caves in Slovakia*

(1995A), GAÁL (2003) and others. From these genetic types, volcanic exhalation caves, erosion and erosion-breakdown caves are formed only in non-carbonate rocks. Several genetic types of caves are related to both carbonate and non-carbonate rocks (crevice caves, crevice-boulder caves, crevice-weathering caves, boulder caves, weathering caves, fossil sea abrasion caves). Besides tree mould caves in volcanic conglomerate or tuffs, small tree mould cavities are originated also in travertine.

From the genetic point of view, the most number of caves in non-carbonate rocks relate to crevice type. This genetic type of caves in volcanic rocks consists of these subtypes (after GAÁL, 2003): wedge-shaped vertical cavities formed by the deviation of upper part of margin rocky block (wedge cut cavities), subhorizontal cavities between an upper rocky massif or block and lower downsliding rocky block (interblock subsidence cavities), inverse wedge-shaped cavities formed by the displacement of lower part of rocky block or the backward gravity movement of upper part of fully loosened rocky block to a rocky massif or neighbour rocky block, cavities formed in the co-called "large crevice" between displaced rocky block and massif (in the second developmental stage of block landslide).

Crevice caves as initial forms of rock landslide development in the Polish Flysh Carpathians are characterized by MARGIELEWSKI & URBAN (2003). Very similar or identical natural conditions for the development of crevice caves in sandstone are also in the adjoining Slovak Flysh Carpathians (Kysucké Beskydy Mts., Oravské Beskydy Mts., Levočské vrchy Mts., Bachureň Mts., Čergov Mts., Ondavská vrchovina Mts., Bukovské vrchy Mts.).

Basic relations between genetic types and morphological features of non-carbonate caves are presented in the table 6. From these genetic types, crevice caves are characterized by the most various morphological variability with horizontal also vertical developmental dimensions.

Also, the caves of crevice type belong to the largest caves in non-carbonate rocks in Slovakia. The longest cave is the Stĺpová jaskyňa (Column Cave 182 m, Cerová vrchovina Mts.), the deepest is the Kremnická suchá diera Cave (29.4 m, Kremnické vrchy Mts.). In the framework of the territory of Slovakia, lava exhalation caves, tree mold caves and fossil sea abrasion caves are more or less sporadic but very notable.

<b>Rocks</b>	<b>Number of caves</b>	<b>Areas</b>
basalt, basanite, basalt agglomerate	43	Cerová vrchovina Mts. Štiavnické vrchy Mts.
andesite, andesite conglomerate and breccia, andesite tuffs	62	Krupinská planina Plateau, Poľana Mts., Vtáčnik Mts., Kremnické vrchy Mts., Javorie Mts., Ostrôžky Mts., Slanské vrchy Mts., Štiavnické vrchy Mts., Burda Mts.
rhyolite	9	Štiavnické vrchy Mts.
sandstone	45	Levočské vrchy Mts., Bachureň Mts., Čergov Mts., Kysucké Beskydy Mts., Oravské Beskydy Mts., Poloniny Mts., Lubovnianska vrchovina Mts., Ondavská vrchovina Mts., Bukovské vrchy Mts.
granite	12	Tatry Mts.
quartzite	6	Tatry Mts., Malé Karpaty Mts.
quartz	4	Kremnické vrchy Mts.
non-calcic conglomerate (non-volcanic)	5	Hornádska kotlina Basin, Lubovnianska vrchovina Mts.
shale	1	Malé Karpaty Mts.

*Table 4. Lithological types of non-carbonate rocks and the occurrence of caves in Slovakia*

Rocks	Genetic types of caves						
	1	2	3	4	5	6	7
basalt, basalt conglomerate	•	•	•			•	
andesite, andesite conglomerate and breccia, andesite tuffs		•	•	•	•	•	
rhyolite	•	•			•		
sandstone		•			•		
granite		•	•		•		
quartzite					•		•
quartz					•		
non-calcic conglomerate (non-volcanic)					•		
shale							•

Table 5. Lithological types of non-carbonate rocks and genetic types of caves in Slovakia (1 – volcanic exhalation caves; 2 – crevice, crevice-breakdown, crevice-boulder, crevice-weathering caves; 3 – boulder caves; 4 – erosion, erosion-breakdown caves; 5 – weathering caves; 6 – tree mould caves; 7 – fossil sea abrasion caves)

Morphological pheatures of caves	Genetic types of caves						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Linear less expressive cavity</b>							
- rocky shelter				•	•		•
- more closed cavity			•	•	•		•
<b>Horizontal / subhorizontal cave</b>							
- simple linear / angulate / combined passage		•		•		•	•
- branchwork linear / angulate / combined passages		•	•				
- maze irregular passages				•			
<b>Vertical-horizontal caves</b>							
- slightly inclined simple linear / angulate / combined passage (without vertical oscillations)		•				•	
- inclined simple linear / angulate / combined passage with unbalanced longitudinal profile		•	•				
<b>Horizontal-vertical caves</b>							
- steep inclined simple / branchwork / combined passages		•				•	
- simple / branchwork / combined passages with step dissection		•					
- cave with inclined and stair-step simple / branchwork / combined passages	•	•					
<b>Vertical caves</b>							
- chimney	•						
- simple abyss		•				•	
- branchwork abyss-shaped cave		•					

Table 6. Basic relations beetwen genetic types and morphological pheatures of non-carbonate caves (1 – volcanic exhalation caves; 2 – crevice, crevice-breakdown, crevice-boulder, crevice-weathering caves; 3 – boulder caves; 4 – erosion, erosion-breakdown caves; 5 – weathering caves; 6 – tree mould caves; 7 – fossil sea abrasion caves)

## Natural, archeological and historical values of caves

The caves in non-carbonate rocks in Slovakia are notable by several remarkable values: morphological and genetic variability, natural history phenomena (mainly tree mould caves and fossil sea abrasion caves), anorganic cave deposits (crystal forms, small mineral stalactites, permanent or seasonal ice fill), subterranean animal species, root stalagmites, archaeological and historical sites.

Main problems and aims of cave protection are determined by the development of human society with the more exploitation of natural sources. Protection of caves formed in non-carbonate rocks is oriented against:

- their destruction by expansive activities in quarries,
- non-appropriate cut impacts into a rock basement and configuration of surface terrain (e.g. extensive slope notches) in areas with the occurrence of crevasse caves,
- unlawful collection of crystal forms, small mineral stalactites, rare species of cave fauna, archaeological findings,
- forceful deforestation of land surface over subterranean cavities with ice fill,
- prevention of cave entrance burying in consequence of forest exploitation, construction of field roads or other traffic communications, land surface modification, and similarly human activities.

All caves in Slovakia, including caves formed in non-carbonate rocks, are as natural monuments lawfully protected by the Act on Nature and Landscape Protection No. 543/2002. The protection and practical care on all caves in Slovakia are realised by the Slovak Caves Administration in Liptovský Mikuláš as a special organization of nature protection established by the Ministry of Environment of Slovak Republic. Lots of non-carbonate caves are situated in several protected landscape areas (Cerová vrchovina, Štiavnické vrchy, Poľana, Ponitrie, Kysuce, Horná Orava, Vihorlat, Malé Karpaty) or national parks (Poloniny, TANAP – Tatras National Park).

## Conclusion

Several non-carbonate caves in Slovakia present very interesting natural phenomena with specific and remarkable features for nature protection. They belong to the fundamental elements of morphological and genetic spectrum of caves in Slovakia. The speleological observation and documentation of other non-carbonate caves are necessary for the more detailed knowledge and protection of these natural phenomena.

## References

- BÁRTA, J. (1963). Desať rokov speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV. *Slovenský kras*, 4, 87–97.
- BÁRTA, J. (1969). Slovenské jaskyne v Slovenskom národnom povstaní a v druhej svetovej vojne. *Krásky Slovenska*, 46, 8, 282–287.
- BÁRTA, J. (1973). Druhé desaťročie intenzívnej speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV v Nitre (1962–1971). *Slovenský kras*, 11, 85–98.
- BÁRTA, J. (1975). Sto rokov archeologického výskumu v jaskyniach na Slovensku. *Slovenský kras*, 13, 3–36.
- BÁRTA, J. (1984). Tretie desaťročie speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV v Nitre (1972–1982). *Slovenský kras*, 22, 245–265.
- BEAUDOUIN, H. – GAÁL, Ľ. – GALVÁNEK, J. (2001). Hodnoty anorganickej prírody Prírodnej pamiatky Kremená a vplyv človeka na ne. *Ochrana prírody*, 19, 5–24.

- BELLA, P. (1990). Súčasný stav a problémy evidencie jaskýň na Slovensku. *Slovenský kras*, 28, 139–164.
- BELLA, P. (1994). Genetické typy jaskynných priestorov Západných Karpát. *Slovenský kras*, 32, 3–22.
- BELLA, P. (1995). Prehľad registrovaných jaskýň v nekrasových horninách Slovenska. *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján*, 17–32.
- BELLA, P. – HOLÚBEK, P. (1999). Zoznam jaskýň na Slovensku (stav k 31. 12. 1998). *Dokumenty, MŽP SR, Bratislava*.
- BUDAY, M. – GAÁL, L. (1998). Prieskum priepasti Pukavica v Šarišskej vrchovine. *Sinter*, 6, 9–10.
- BUKOVINSKÝ, V. G. (1985). Kremenná jaskyňa. *Krásy Slovenska*, 62, 6, 38.
- BURAL, M. (2004). Jaskyne v masive Stinskej. *Spravodaj SSS*, 35, 1, 58–61.
- BURKHARDT, R. (1962). Jaskyňa v tufech u Šahú na Slovensku. *Československý kras*, 13, 219–220.
- BURKOVSKÝ, J. – GALVÁNEK, J. (1978). Chránené územia Poľay. *Banská Bystrica*.
- CZARNECKI, R. et al. (1997): Jaskinie polskich Karpat fliszowych. *Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi, Warszawa*, 208-210.
- DÉNES, G. (2004). Exploration of pseudokarst caves of the Krupinská Plateau, based on place-names of medieval documents. *Abstracts of papers, 8<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst, Slovakia – Teplý Vrch*, 21.
- DUCÁR, J. (1997). Jaskyňa Oltárkameň v Čergove. *Spravodaj SSS*, 28, 1, 38–39.
- DUCÁR, J. (2004). Pseudokras Stinskej a Jules Verne. *Spravodaj SSS*, 35, 1, 62–65.
- DUCÁR, J. – HOLÚBEK, P. (2004). Ďalšia jaskyniarska výprava v Poloninách. *Spravodaj SSS*, 35, 2, 41–44.
- DUCÁR, J. – LEŠINSKÝ, G. – MÁTÉ, T. (2000). Zadné Dúpane – jaskyne, názvy a legendy (Príspevok k poznaniu pseudokrasových jaskýň Čergova). *Spravodaj SSS*, 31, 1, 66–70.
- ERDÖS, M. – FODOR, Z. (1980). Správa o návšteve pseudokrasovej lokality Lišcie diery vo flyšovom pásme v Nízkych Beskydách pri obci Cernina, okr. Svidník. *Manuskript, MSK, Liptovský Mikuláš – Košice*.
- ESZTERHÁS, I. (1994). Konzekvenciabarlankok. *Proceedings, 5<sup>th</sup> Pseudokarst Symposium, Szczyrk*, 25–28.
- FRANC, V. – HANZELOVÁ, A. (1995). New and Remarkable Findings of Spiders (Araneida) in Pseudokarst Caves of the Pohanský hrad Nature Reservation. *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján*, 99–103.
- FURMÁNEK, V. (1995). Komplexe archäologische Erkundung von Pohanský hrad oberhalb von Stará Bašta. *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján*, 33–45.
- GAÁL, L. (1992). Nové pseudokrasové jaskyne v andezitových neovulkanitoch Slovenska. *Slovenský kras*, 30, 75–88.
- GAÁL, L. (1993). Jaskyňa pod Veľkým Jaseným – nový genetický typ pseudokrasovej jaskyne na Slovensku. *Sinter*, 1, 14.
- GAÁL, L. (1995a). Objav v Cerovej vrchovine. Stípková – druhá najdlhšia pseudokrasová jaskyňa na Slovensku. *Sinter*, 3, 6.
- GAÁL, L. (1995b). Scientific and Cultural Importance of Pseudokarst Caves and the Problem of their Conservation. *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján*, 12–16.
- GAÁL, L. (1996a). Jaskyňa pod Bralcami v Ostrôžkach. *Sinter*, 4, 10.
- GAÁL, L. (1996b): Nové jaskyne v bazaltoch Slovenska s dôrazom na ich prírodovedecký a kultúrno-historický význam. *In (M. Lalkovič ed.): Kras a Jaskyne, Výskum, využívanie a ochrana, Zborn. Ref., Liptovský Mikuláš*, 57-62.
- GAÁL, L. (2000a). Jaskyne v Budinskej skale v Ostrôžkach. *Sinter*, 8, 9–10.
- GAÁL, L. (2000b). Jaskyne preskúmané Centrom ochrany prírody a krajiny SAŽP v rokoch 1998–1999. *Chránené územia Slovenska*, 43, 29–31.

- GAÁL, L. (2002). Príspevok k vzniku jaskýň následkom vyvetrávania stromov. *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov z 3. vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš*, 58–63.
- GAÁL, L. (2003a). Genetické typy rozsadlinových jaskýň na Slovensku. *Slovenský kras*, 41, 29–45.
- GAÁL, L. (2003b). Tree-mould caves in Slovakia. *International Journal of Speleology*, 32, 107–111.
- GAÁL, L. – BELLA, P. (1994). Genetické typy jaskýň v nekrasových horninách Slovenska. *Proceedings, 5<sup>th</sup> Pseudokarst Symposium, Szczyrk*, 20–24.
- GAÁL, L. – ESZTERHÁS, I. (1990). Pseudokradové jaskyne Cerovej vrchoviny – otázky genézy a rozšírenia. *Slovenský kras*, 28, 71–102.
- GAÁL, L. – GAÁL, J. (1989). Prieskum pseudokrasových jaskýň na južnom Slovensku. *Spravodajca SSS*, 20, 1, 38–40.
- GAÁL, L. – GAÁL, J. (1995). Vznik jaskýň svahovými pohybmi blokového typu na príklade Pohanského hradu (Cerová vrchovina). *Slovenský kras*, 33, 35–54.
- GAÁL, L. – GREGO, J. – HOLÚBEK, P. – MLEJNEK, R. (2000). Jaskyne pod Skalkou v Kremnických vrchoch. *Slovenský kras*, 38, 141–154.
- GALVÁNEK, J. – GAÁL, L. (1995). Nová sopečná jaskyňa na Slovensku. *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján*, 104–109.
- GAÁL, L. – TACHIHARA, H. – URATA, K. (2004). Hot and cold way of origin of the tree mold caves. *Abstracts of papers, 8<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst, Slovakia – Teplý Vrch*, 7–8.
- HLAVÁČ, J. (1978). Správa o činnosti Slovenskej speleologickej spoločnosti za rok 1976. *Slovenský kras*, 16, 217–222.
- HOCHMUTH, Z. (1982). Súčasný stav výskumu jaskýň Červených vrchov. *Slovenský kras*, 20, 19–47.
- HOCHMUTH, Z. (1995a). Pseudokrasové gravitačné jaskyne v pohorí Bachureň (centrálnokarpatský flyš). *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján*, 61–67.
- HOCHMUTH, Z. (1995b). Pseudokrasové javy pri Renčišove (centrálnokarpatský flyš, geomorfologický celok Bachureň). *Spravodaj SSS*, 26, 4, 7–11.
- HOCHMUTH, Z. (1996). Nové pseudokrasové lokality Slanských vrchov. *Spravodaj SSS*, 27, 3, 18–21.
- HOCHMUTH, Z. (1998a). Drobné pseudokrasové lokality východného Slovenska. *Spravodaj SSS*, 29, 1, 34–38.
- HOCHMUTH, Z. (1998b). Pseudokrasové javy Oblíka. *Spravodaj SSS*, 29, 4, 28–33.
- HOCHMUTH, Z. (1998c). Príspevok k poznaniu pseudokrasových foriem východného Slovenska. *Folia geographica*, 2, Prešov, 356–361.
- HOLÚBEK, P. (1995). Konzekvenčné jaskyne v Štiavnických vrchoch. *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján*, 58–60.
- HOLÚBEK, P. (2000). Diera nad Žiarskym sedlom v Západných Tatrách. *Spravodaj SSS*, 31, 2, 33.
- HOLÚBEK, P. (2004a). Detská fantázia, zaujímavá jaskyňa vytvorená vo vulkanitoch Štiavnických vrchov. *Svahové deformácie a pseudokras, elektronický zborník referátů a prezentáci z odborného semináře, Hutisko – Solanec*.
- HOLÚBEK, P. – MARUŠIN, M. (1997). Jaskyne v údolí Hornádu pri Olcave. *Spravodaj SSS*, 28, 4, 13–15.
- HÚSENICA, J. (1958). Príspevok ku geologickej stavbe polygénnej sopky Poľany. *Geologické práce, zošit 49, Bratislava*, 161–188.
- HÚSENICA, J. (1960). Geologické rezervácie stredného Slovenska. *Ochrana prírody*, 113–125.
- HÚSENICA, J. (1979). Geologické, mineralogické a geomorfologické prírodné zvláštnosti Poľany a priľahlých území. *XIV. tábor ochrancov prírody – 1978, ONV Zvolen – SZOPK Prievidza*, 5–18.
- KLINDA, J. (1977). Cerová vrchovina z hľadiska ochrany prírody. *Československá ochrana prírody*, 17, 195–213.
- KSANDR, J. (1956). Krasové zjavy v Tatrách. *Ochrana prírody*, 11, 1, 7–15.

- KUBÍNÝ, D. (1989). Pseudokrasové javy Poľany. *Slovenský kras*, 27, 175–180.
- LEHOTSKÝ, R. (1994). Krasové a pseudokrasové jaskyne Devínskych Karpát. *Slovenský kras*, 32, 23–40.
- LEHOTSKÝ, R. – ŽENIŠ, P. (1994). Epsomit z krasových lokalít Devínskych Karpát. *Slovenský kras*, 32, 61–70.
- LHOTSKÝ, O. (1967). Pseudokrasové jeskyně na Babia hoře (Slovenské Beskydy). *Československý kras*, 18, 104.
- MARGIELEWSKI, W. – URBAN, J. (2003). Crevice-type caves as initial forms of rock landslide development in the Flysch Carpathians. *Geomorphology*, 54, 325–338.
- MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. (1978). Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej socialistickej republiky. *Geografický časopis*, 30, 2, 101–125.
- MIŠÍK, M. (1976). Geologické exkurzie po Slovensku. *Bratislava*, 18–34.
- MITTER, P. (1983). Geomorfologická rajonizácia krasu Malých Karpát. *Slovenský kras*, 21, 3–34.
- MITTER, P. (1990). Jaskyňa v kremeň. *Spravodajca SSS*, 21, 1, 39–40.
- MLEJNEK, R. (2000). Objav koreňových útvarov na Slovensku. *Sinter*, 8, 18–19.
- MLEJNEK, R. – LAKOTA, J. (2002). Nová pseudokrasová jaskyňa v Hrochotskej doline (Poľana, Detvianske podhorie). *Spravodaj SSS*, 33, 3, 25–27.
- MLEJNEK, R. – RADINGER, F. (2000). Studňa na Ragáči – nádejná speleologická lokalita. *Spravodaj SSS*, 31, 2, 33–34.
- MLEJNEK, R. – PAULIŠ, P. (2002). Zaujímavý typ pseudokrasových jeskyní biogenného pôvodu ve vulkanogenných horninách. *Speleofórum 2002*, 21, Praha, 46–48.
- NOCIAR, P. – RADINGER, F. (2002). Jaskyňa Voňačka – prvá stromová jaskyňa v Lučenskom okrese. *Spravodaj SSS*, 33, 4, 14.
- NYÁRY, J. (1870). Az ó-básti Pogányvár. Századok 1869, *Budapest*, 97–101.
- PAVLARČÍK, S. (1982). Revízny prieskum a dokumentácia krasových a pseudokrasových javov v oblasti Pienin, Ľubovnianskej vrchoviny, Levočských a Čerchovských vrchov. *Manuskript, ÚŠOP, Liptovský Mikuláš*.
- PAVLARČÍK, S. (1983). Zbojnická jaskyňa v Kurčinskej Magure. *Spravodaj SSS*, 14, 3, 6–8.
- PAVLARČÍK, S. (1985). Jaskyňa Zbojnická diera. *Slovenský kras*, 23, 261–265.
- PAVLARČÍK, S. – VADOVSKÝ, V. (1994). Pseudokrasová jaskyňa v Kohútovke. *Slovenský kras*, 32, 173–176.
- PILOUS, V. (1982). Pseudokrasové dutiny v neovulkanitech južného Slovenska. *Československý kras*, 32, 75–81.
- PLOCZEKOVÁ, M. (1959). Hrochotská dolina. *Krásy Slovenska*, 36, 4, 134–138.
- Remetské Hámre. *Vlastivedný slovník obcí na Slovensku II*. Bratislava 1977.
- PUŠKÁŠ, A. (1979). Vysoké Tatry. *Horolezecký sprievodca, diel VI. Šport*, Bratislava.
- RADINGER, F. – MLEJNEK, R. (2001). Nové pseudokrasové jaskyne v geomorfologických celkoch Juhoslovenská kotlina, Krupinská planina a Ostrôžky. *Spravodaj SSS*, 32, 3, 11–15.
- RADINGER, F. – NOCIAR, P. (2002). Nový objav v Ostrôžkach – Lupočská nora. *Spravodaj SSS*, 33, 1, 52–53.
- RUBÍN, J. – SKŘIVÁNEK, F. (1963). *Československé jeskyně*. Praha.
- STÁRKA, V. (1967). Tajemství a kouzla Pohanského vrchu. *Krásy Slovenska*, 44, 2, 56–58.
- STÁRKA, V. (1968). Pseudokrasové sluje v čedičovém příkrovu Pohanského vrchu u Hajnáčky. *Československý kras*, 19, 81–86.
- STREČANSKÝ, P. (1995a). Desať rokov činnosti oblastnej skupiny Slovenskej speleologickej spoločnosti Handlová. *Spravodaj SSS*, 26, 2, 16–19.
- STREČANSKÝ, P. (1995b). Jaskyniari v Handlovej. *Krásy Slovenska*, 72, 7–8, 20–21.



- VÍTEK, J. (1975). Rozsedlinová jeskyně na Javorovém štítě ve Vysokých Tatrách. *Československý kras*, 26, 103–104.
- VÍTEK, J. (1983a). Classification of pseudokarst forms in Czechoslovakia. *International Journal of Speleology*, 13, 1–18.
- VÍTEK, J. (1983b). Nekrasové jeskyně v Cerové vrchovině. *Krásy Slovenska*, 60, 10, 39–40.
- VÍTEK, J. (1985). Bude Krivá skala zajímat speleology? *Krásy Slovenska*, 62, 11, 42.
- VÍTEK, J. (1987). Kremenia – přírodní unikát středního Slovenska. *Krásy Slovenska*, 64, 12, 34–36.
- VÍTEK, J. (1988). Jeskyně Jánošíkovy diery. *Krásy Slovenska*, 65, 8, 14–15.
- VÍTEK, J. (1989). Jeskyně a mikroformy v neovulkanitech Kremnických vrchů. *Československý kras*, 40, 129–131.
- VÍTEK, J. (1990). Jaseňový vrch pod Poľanou. *Krásy Slovenska*, 67, 3, Bratislava, 40–41.
- WAGNER, J. a kol. (1990). Jeskyně Moravskoslezských Beskyd a okolí. *Knihovna ČSS*, 17, Praha.
- UHRIN, M. (1995). Predbežná správa o výskyte stavovcov (Vertebrata) v pseudokrasových jaskyniach Cerovej vrchoviny. *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján*, 96–98.

*Message after deadline:*

*The Šariš Speleoclub from Prešov discovered a new pseudokarst cave in November 2004: Jaskyňa pod Spišskou, which is located in sandstones of the Levočské Hills, near the Brutovce village. The length of the cave is 403 m by now. It means that this cave is the longest pseudokarst cave in Slovakia.*

# Horizontal Quartzite-karst Caves in Venezuela - One of the Newest Geomorphological Discoveries

Lukáš Vlček

*Slovak Speleological Society, SK Tisovec,  
Varguľa 21, SK-97656 Pohronska Polhora,*

*Slovak republic*

*[lukasvlcek@yahoo.com](mailto:lukasvlcek@yahoo.com)*

## **Abstract**

*During the speleological expedition "Roraima 2003", 16 caves were explored in precambrian quartzites, of Roraima group, in Roraima massif (2890 meters above sea level), Venezuela. One of this caves reaches the length 2410 m, its name is "Cueva Ojos de Cristal" and is currently the 4<sup>th</sup> longest cave in the world discovered in siliceous rocks. Many vertical collapse-caves, but also long horizontally caves, which are created by aquatic affectation, were observed and discovered during the expedition. The horizontal character of the underground space in these caves is very unusually and these caves are very interesting for the scientists' research in the future.*

**Key words:** *Karst morphogenesis, karst in siliceous rocks, caves, speleology, Cueva Ojos de Cristal, Roraima group, Venezuela*

## **Introduction**

In the recent time, many authors have described karst morphogenesis on the Precambrian quartzitic massifs of Roraima group in the Gran Sabana – south-eastern Venezuela (in addition to other authors: BELLOMO et al. 1994, DÖRR 1993, 1997, 1999, GALÁN 1982, 1997, CHALCRAFT & PYE 1984, MECCHIA & PICCINI & PREZIOSI 1994, MECCHIA & PICCINI 1999, PICCINI & MECCHIA & PREZIOSI 1994, PICCINI 1995, URBANI & SZCZERBAN 1974, URBANI 1977, 1986, 1996a, 1996b, WHITE - JEFFERSON & HAMAN 1966, WRAY 1997, YÁNEZ & BRICENO 1993). Massif of Mt. Roraima (2810 meters above sea level) is situated in the central part of the Guayana Shield in South America and is approximately 40 km<sup>2</sup> large.

Area of Roraima is siliceous-karst table-mountain, its landscape shows typical karst landforms like karren-type forms, dolines, sinkholes, stone-forests, caves and shafts, which on Auyan tepuy called "simas" (BELLOMO et al. 1994, PICCINI 1995, MIKULÁŠ 2003). The karstic character of the landscape is underlined by the fact that the drainage of rain water is mainly through underground networks. The long time of weathering, probably longer than 100 Ma, is the main factor which has allowed the karsification of quartzite (PICCINI 1995).

In January 2003, the international speleological expedition to Roraima massif in Venezuelan – Brazilian and Guayanan border region, was realised (AUDY 2003, AUDY & ŠMÍDA 2003, ŠMÍDA – AUDY & VLČEK 2003, ŠMÍDA 2004). Slovak team of speleologists contains six people, two from which were geologists. The aim of the expedition was exploration and speleological research of cave, which discovered members of the tourist expedition to Roraima in the year 2002 – M. Audy and Z. Ágh and finding other subterranean caves in this region. During the expedition, 16 caves were discovered and explored, one from which is recently the 4<sup>th</sup> longest quartzite-cave in the world. This cave consist of wide horizontal passages with active stream and number of lakes, non typical for quartzite karst.

## New-discovered caves and its morphogenesis

It was researched 16 caves in the interval of length from 6 to 2'410 meters in the landscape of Roraima massif. The main goal of the expedition was the discovering of complicated horizontal cave system "Cueva Ojos de Cristal" – Crystal Eyes Cave.

### **Cueva Ojos de Cristal – Crystal Eyes Cave**

The 2410 m long horizontal cave has 10 entrances. The most important entrance is situated near Roraima peripheral edge, in the semiclosed ponor depression, where the surface water enters into the cave. The cave has a character of classical, comparatively great corridors, which are a very unconventional event for such rocks as quartzites are. Cueva Ojos de Cristal is markedly subhorizontal with a height gradient of 24 m in a 400 m long main traction (whole height difference is 28 m). That is because of subhorizontality of sandstone sediments. Cave spaces are developed then exclusively in discontinuities of bedding planes in this case. Also for that reason the corridors are very wide relatively, in some places up to 20 – 25 m. A height is disproportionably to it lower, 0.8 – 2 m in average. However, in some places the huge hall-like chambers with a height of 8 – 10 m are developed.



*Fig. 1. "Crystal Eyes" - elliptic erosion rock pots on the bottom of corridor in Cueva Ojos de Cristal (Crystal Eyes Cave)  
Photo: M. Audy*

They can be considered as the retentive-like, balancing basin, which is able to retain a considerable mass of torrent water of the cave waterflow. The further logical continuance of the caves, just ought to be cut do not exist (!) or it is imperfectly developed.

In the cave are occur very interesting speleothems. They form aggregations of lance stalactites of dark colour and a globular surface. These are up to 0.5 m long and usually inclined to the opposite direction towards dominant air draughts. Mineral composition of speleothems is unknown for the time being.

The cave has several entrances mostly low and vested by tropical vegetation. Two of them are the deep fissures indeed. They were given an operative genetic name "Pokemon" (AUDY 2003, ŠMÍDA & AUDY & VLČEK 2003). These are not the classical Roraima's fissures. They outright result in developing the cave passages. Their function as regards the connection with caves or their age are unclear, however, they probably absorb energy of the cave-forming water, which falls down along the fissure deeply to the underground.

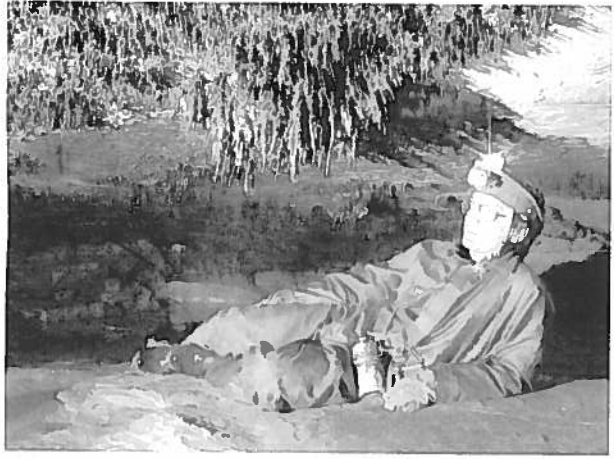
The cave has several entrances mostly low and vested by tropical vegetation. Two of them are the deep fissures indeed. They were given an operative genetic name "Pokemon" (AUDY 2003, ŠMÍDA & AUDY & VLČEK 2003). These are not the classical Roraima's fissures. They outright result in developing the cave passages. Their function as regards the connection with caves or their age are unclear, however, they probably absorb energy of the cave-forming water, which falls down along the fissure deeply to the underground.



*Fig. 2. The morphology of corridor in the central part of Cueva Ojos de Cristal (Crystal Eyes Cave)  
Photo: M. Audy*

### ***Cueva del Hotel Guácharos***

Also this cave is of subhorizontal character though its slope is much greater than in Cueva Ojos de Cristal. It is also situated in a lower level, but the huge underground space (Sala con Catarata – The Waterfall Dome) with parameters 15 x 10 x 30 m occurs here as the greatest one in local caves for the time being. It ends with low corridors overflowed by water or with tiny creeping branches which probably may continue further. We do not exclude its connection with Cueva Ojos de Cristal (both they are in the same depression so their development ought to be parallel). If so, the cave system with a length probably 4 – 6 km could develop and it would mean the longest cave in quartzite-rocks at all.



*Fig. 3. Dark coloured stalactites formation on the top wall in Cueva Ojos de Cristal (Crystal Eyes Cave)  
Photo: M.Audy*

### ***Cueva del Gilberto - Gilberto's Cave***

Two big horizontal through tunnels, approximately 250 m long.

### ***Cueva con Puente – Chasm with Bridge***

This cave represents a classical quartzite fissure chasm, which was surveyed in a length of 250 m and depth of 80 m. It is ending with narrowings.

### ***Grieta del Diablitos Volantes – Fissure of Flying Devilkins***

This cave is deep minimally 120 m but it is supposed that its further continuance ought to flow into walls as a canyon, which can be seen from beneath a rain forest. All explored fissures drained the area to the SW wall of Roraima. AUDY 2003 called this cave Sima Guacharo.

### ***Cueva debajo del Hotel Principal – Cave under the El Hotel Principal***

75 m long active ponor cave.

### ***Cueva Fragmento Marginal – Fragmental cave***

30 m long inactive horizontal discharge cave near the Gilberto's Cave.

### ***Cueva con Bloques de Piedra – Cave in blocks of rock***

70 m long, 15 m deep.

### ***Cueva 007 – Cave 007***

10 m long ponor cave near the system Cueva Ojos de Cristal.

### ***Cueva Papua – Cave Papua and Cueva 009 – Cave 009***

25 m and 10 m long caves near the entrance Mischel (Cueva Ojos de Cristal).

### ***Cueva con Cataratita - Cave with small waterfall and***

### ***Cueva Asfixiadora - Smudgy cave***

20 m and 70 m long horizontal ponor caves with active water stream.

### ***Cueva de Arañas Hidrófilas – Water-like little spiders' Cave***

40 m long horizontal active ponor cave.

### ***Cueva Hipotética – Hypothetic Cave***

20m long, 10 m deep ponor cave.

### ***Tuná deutá – Tubo de Agua and Doble Tubo de Agua***

The active discharge caves under the SW wall of Roraima – “La rampa” (6 m long).

The greatest spaces of the Cueva Ojos de Cristal developed in crossing of several corridors eventually their etages. Probably also here a principle of a mixed corrosion functions although a mechanical erosion of torrent waters against walls of cave tunnels is probably plumbless. Particularly a lateral wall is eroded and it is connected with a sedimentary structure of sandstone.

The fact the caves are situated so shallow under the surface and they are subhorizontal, keeping a slope of corridors accordantly with a deposition of rock beds, may be connected with a selective option of some of its relatively non-rigid, more permeable deposition. As the rocks we observed middle-grained pink-orange sandstones with 99% quartz grains.

Also Roraima's surface we noticed a selective effect of corrosion as to its rocks. The kind of inselbergs occur here and they emerge around 20 – 30 m above platforms, being intensively laterally undercut. Upon them as well as upon the cave or right in its ground there can be so called "caps" – it means less permeable rock depositions. We still do not know, if these depositions within the particular formation repeat themselves and if there could be similar subhorizontal caves developed even with more etages one above another. Also we do not know if some from amount the great fissures could within their depth profile incise similar caves. These are but hypotheses. It is evident, that an SW part of the Roraima's surface has massive subterraneous drainage. This drainage in this area is represented by: a) opened vertical fissures (Grieta del Diablitos Volantes, for example), b) megadepressions with elliptic or circle ground-plan and the depth of more as 100 m (Gran Caldera (ŠMÍDA – AUDY & VLČEK 2003, ŠMÍDA 2004) for example), c) large horizontal erosion caves (Cueva Ojos de Cristal, for example) and d) "Pokemons" – vertical fissures, where continues in their bottom part into the horizontal caves (some parts of Cueva Ojos de Cristal).

## Summary

This report is a brief summarisation of integral speleological, geomorphological, hydrogeological and geological results from the International Slovak - Czech speleological expedition to Venezuelan – Brazilian and Guayanan frontier territory, in January 2003. It includes the results of the field observation, research and investigation of Roraima isolated plateau (2890 meters above sea level) in Roraima group, which is classified into the Guayana Upland. The quartzite type of karst with horizontal erosion cave corridors was an unknown geomorphological phenomenon for long time. In the paper 16 caves are introduced, which have been described for the first time in the year 2003 by Šmída, Audy and Vlček from Slovak Speleological Society and Czech Speleological Society. The length of the new-discovered underground space in this landscape has increased by 3700 meters. The longest horizontal cave in quartzite-rocks in the world was discovered during the expedition.

## References

- AUDY, M. & ŠMÍDA, B. (2003): Krystalové oči (československá výprava do křemencového krasu venezuelské Guayany). *Speleofórum, Česká speleologická společnost*, 22, 60-63.
- AUDY, M. (2003): Křemencový kras venezuelské Guyany. *Speleologická výprava do nitra stolové hory Roraimy. Vesmír*, 82 (5): 263-265.
- BELLOMO R. – GORI, S. – RIGAMONTI, I. – TOGNINI, P. – TREZZI, G. & FORTI, P. (1994): Il Sistema "Aonda Superior" dell'Auyantepui. Resoconto della spedizione speleologica italiana "Venezuela 92". *El Guácharo, Soc. Venez. Espel.*, 33, 1-93.
- DÖRR, S. (1997): Höhlen und andere karstformen in quarziten des Guyanaschildes. *El Guácharo, Soc. Venez. Espel.*, 40, 53-74.

- DÖRR, S., H. (1999): Karst-like Landforms and Hydrology in Quartzites of Venezuelan Guyana Shield: Pseudokarst or „real“ karst? *Z. Geomorph. N. F.*, 43 (1): 1-17.
- GALÁN, C. (1982): Notas sobre la morfología de la Cueva Autana y algunos comentarios generales sobre generales las formas pseudocársicas desarrolladas en cuarcitas del grupo Roraima, Guayana venezolana. *Boletín SVE*, 10/19, Caracas, 115-128.
- GALÁN, C. (1997): Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparativo. *El Guácharo, Soc. Venez. Espel.*, 40, 21-50.
- CHALCRAFT, D. & PYE, K. (1984): Humid Tropical Weathering of Quartzite in Southeastern Venezuela. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 28, 321-332.
- MECCHIA, M. – PICCINI, L. & PREZIOSI, E. (1994): Idrogeologia dei sistemi Aonda, Auyántepeuy Noroeste, Auyántepeuy Norte 2. *Progressione, C. G. E. Boegan, Trieste*, 30, 27-33.
- MECCHIA, M. & PICCINI, L. (1999): Hydrogeology and SiO<sub>2</sub> Geochemistry of the Aonda Cave System, Auyán-tepui, Bolívar, Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Espel.*, 33, 1-11.
- MIKULÁŠ, R. (2003): Tepuis. Geologie pískovcového fenomenu vlhkých tropů. *Vesmír*, 82 (5): 256-259.
- PICCINI, L. – MECCHIA, M. & PREZIOSI, E. (1994). Aspetti geologici e geomorfologici del settore nord-occidentale dell'Auyán-tepui (Est. Bolívar – Venezuela). *Progressione, C. G. E. Boegan, Trieste*, 30, 14-26.
- PICCINI, L. (1995). Karst in Siliceous Rock: Karst Landforms and Caves in the Auyán-tepui Massif (Est. Bolívar, Venezuela). *International Journal of Speleology*, 24 (Phys.), 1(4): 41-54.
- ŠMÍDA, B. – AUDY, M. & VLČEK, L. (2003): Expedícia Roraima 2003. Venezuela. Jaskyňa Kryštalové oči. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Slov. spel. spol.*, 34 (3): 204p.
- ŠMÍDA, B. (2004): Kvarcitové jaskyne stolovej hory Roraima (Venezuela). In: BELLA, P. (ed.) *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*, 4, 63-68.
- URBANI, F. – SZCZERBAN, E., (1974): Venezuelan Caves in Non-Carbonate Rocks: A New Field in Karst Research. *National Speleological Society News*, 32, 233-235.
- URBANI, F. (1977): Nuevos comentarios sobre estudios realizados en las formas cársicas de las cuarcitas del Grupo Roraima. *Boletín SVE*, 8/15, Caracas, 71-77.
- URBANI, F. (1986): Notas sobre el origen de las cavidades en rocas cuarcíferas precámbricas del Grupo Roraima, Venezuela. *Interciencia, Caracas*, 11 (6): 298-300.
- URBANI, F. (1996a): Una reseña sobre la hipótesis del horizonte de inicio de Lowe (1992) y su aplicabilidad a las cuevas en rocas cuarcíferas del Grupo Roraima. *El Guácharo, Soc. Venez. Espel.*, 39, 102.
- URBANI, F. (1996b): Venezuelan Cave Minerals: A Review. *Bol. Soc. Venez. Espel.*, 30, 1-13.
- WHITE, W., D. – JEFFERSON, G., L. & HAMAN, J., F. (1966): Quartzite Karst in Southeastern Venezuela. *International Journal of Speleology*, 2, 309-314.
- WRAY, R., A., L. (1997): Quartzite Disolution: Karst or Pseudokarst? *Cave and Karst Science*, 24 (2): 81 – 86.
- YÁNEZ, C., E. & BRICE\_O, H., O. (1997): Chemical Weathering and the Formation of Pseudo-karst Topography in the Roraima Group, Gran Sabana, Venezuela. *El Guácharo, Soc. Venez. Espel.*, 40, 51-52.

# A Digital List of Non-karstic Caves in Hungary

István Eszterhás<sup>(1)</sup> – George Szentes<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Köztársaság u. 157, H-8045 Isztimér, Hungary

<sup>(2)</sup> Alte Frankfurter str. 22B, D-61118 Bad Vilbe, Germany, szentesg@aol.com

## Abstract

The Volcanspeleological Collective has carried out the study and cataloguing of non-karstic caves in Hungary since 1983. They have compiled descriptions, surveys and photographs from each recorded cave. The cave documentation fills more than twenty volumes, mainly as manuscript notes. However, access to this documentation is restricted. We decided to compile an easily accessible, standard list, of non-karstic caves in Hungary, where changes and updates can be easily made. We decided that a digital list would be the most suitable format.

We began to compile the register in 2002. We have listed each known non-karstic cave and located their positions on a map. Cave surveys and photographs, accompanied by short descriptions were also included in the list. Eighteen regions are represented where non-karstic caves occur. Index Maps were prepared for most of the regions. These are linked to the detailed maps with tabular summaries. The language of the list is Hungarian with an English translation, mainly to facilitate the use of the homepage.

The digital presentation of non-karstic caves was carried out using Arcview GIS as well as available digital map material. Detailed Maps and Index Maps with different scales were developed for specific regions as project files (apr). Layout Maps were then prepared. The layout maps were exported in jpg file format. This enables further utilization and handling. The dbf database was filled with cave data and other data to generate regional data sheets. The digital data from the non-karstic cave list facilitates its use by various presentation software programs and allows transfer of the cave registry to other formats.

The final summary of the non-karstic caves in Hungary is to be found on the Home Page of the cave list. All relevant data has been compiled in htm and html file format.

**Key words:** non-karstic caves, digital presentation, cataloguing

All the syngenetic caves are non-karstic caves. The postgenetic caves listed here are those caves, which have been developed mainly through rock fragmentation, weathering and wearing or corrasion. Corrosion, the acidic dissolution process, has played only a subordinate part. This is a simplified

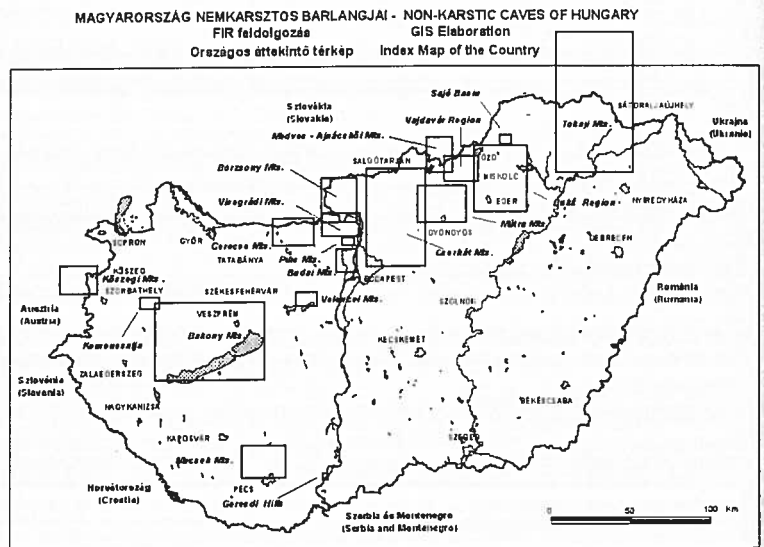


Fig. 1. Regions where non-karstic caves occur Hungary (Show on the Homepage as Index Map of Hungary. The Regions are related to the respective Regional Index Map)

Region	Note														
	No. of Caves	Man-made	Partly man-made artificially widened	Un-identified	From Literature	According to Legend	Archeological findings	Caves discovered by mining	Quarried away	Filled in	Collapsed	Distorted	Flooded	Ice Caves	Not in Hungary
Bakony	166	20			3				17	3	3	8	1	2	
Börzsöny	109	5	6	6	5			1	1						6 (Slovakia)
Budai Mts.	16	11	1						2						
Bükk Region	51	15			1				1		2			1	
Cserhát	23	10	3		2			1	1	1	2				
Gerecse	4						1			1					
Geresdi Hills	1	1					1								
Kemenesalja	3	1							1						
Köszegi Mts.	68	8				1			6						20 (Austria)
Mátra	73	10			6			4		1		4			
Mecsek	29	2	1		7					4	1				
Medves - Ajnácskői Mts	91	4					4		2	1	1			2	59 (Slovakia)
Pilis	6										2				
Sajó Basin	1														
Tokaji Mts.	294	8	2								4			1	17 (Slovakia)
Vajdavár Region	19	6									3	1			
Velencei Mts.	16	1													
Visegrádi Mts.	81	7			7						4				
<b>Total:</b>	<b>1051</b>	<b>109</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>31</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>31</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>102</b>

Fig. 2. Statistical Summary of the Cave Registry

definition. We have to state that these cave forming processes are mainly effective in magmatic rocks or in highly siliceous metamorphic and sedimentary rocks.

The list includes 1051 non-karstic caves, although there are a total of 1068 caves because some clusters of small caves have been drawn together. We have listed all the caves known up to 2003. Some caves which are known to have existed, have been destroyed and these have been specially noted. Furthermore, listed are caves of the border regions of Austria and Slovakia, which belong to similar geomorphological and geological formations. Also included in the list are artificial or artificially widened cavities, which are considered as caves by the local population. These include abandoned mine workings, rock shelters, former hermitages, underground commercial premises which are several hundred years old, rock-chapels and other cavities used for religious purposes throughout history. However, the list does not include cellars, former cave-dwellings in built up areas, basements, former military bunkers, industrial objects or air-raid shelters.

The majority of the non-karstic caves in Hungary (765 caves) developed in magmatic rocks, in andesite, basalt, rhyolite and in their tuffaceous formations. Some 216 caves are known in sedimentary rocks, mainly in sandstones and conglomerate and 70 caves are formed in metamorphic rocks, in calcareous phillite and in green schist.

The caves have been formed in various ways. Between the syngenetic caves in the magmatic rocks, gas bubbles occurred, forming crystal caves, which have been opened by mine workings. Also in magmatic rocks holes formed by alkaline solution can be found, as well as fumarole cavities, hollows resulting from steam explosions, holes formed by weathering between the basaltic columns and natural bridges. In the magmatic, sedimentary and metamorphic rock formations tectonic fracture caves



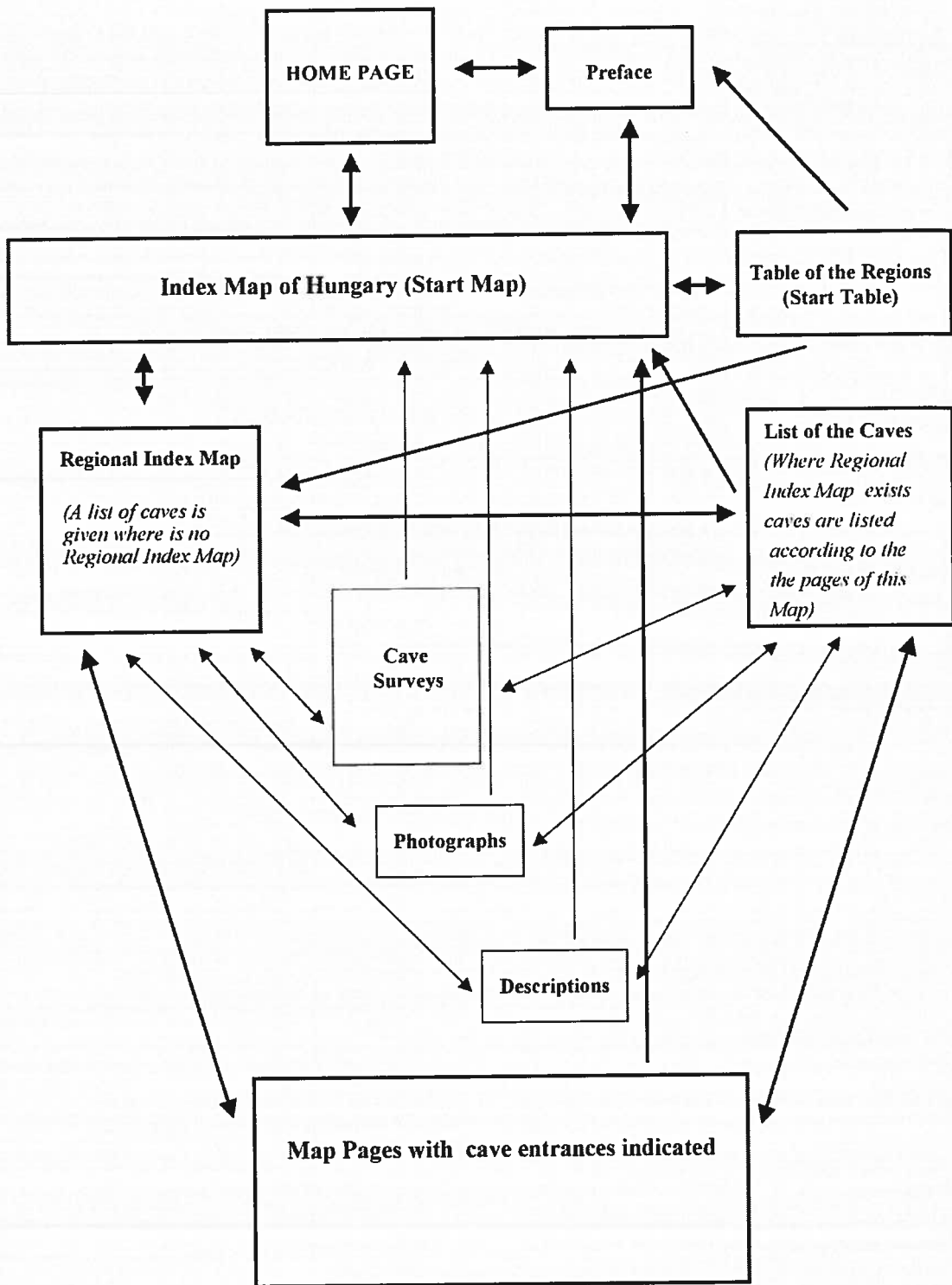


Fig. 3. The Structure of the Homepage for the non-karstic Cave Registry

frequently appear, collapse labyrinths, atectonic and consequence caves. Erosion niches, rock shelters, and small tunnels are formed mainly in tuffaceous formations, sandstones and loess. During the deposition of the calc-tufas, characteristic syngenetic caves formed concurrently. Corridors, tunnels and chambers and other artificial holes were frequently mined and enlarged in volcanic tuffs and sandstones but rarely in other rock formations.

In some non-karstic caves Neolithic, Bronze Age and Iron Age archeological remains were discovered, e.g. at Nagy-barlang in Legyesbénye and Pokol-lik in Kapolcs. The first written reference to a non-karstic cave dates from 1295 (Likaskő in Lovasberény). In 1869 the geologist József Szabó led the first expedition to the Mátra Mountains in order to explore the Csörgőlyuk. It was many years later in the 1930's that some researchers again investigated non-karstic caves. In the 1950's and 1960's exploration was further revived in these caves.

Organised research began in 1983 with the launch of the Volcan-speleological Collective. Their comprehensive activity is still ongoing. The organisation, led by István Eszterhás, consists of a nucleus of 15 persons, who are occasionally joined by several more cavers.

They have listed 843 non-karstic caves, and surveyed 724 of them. In 40 caves they dug and discovered nearly 1000 m of new cave passages. They studied the development of the non-karstic caves, and they determined new types of cave development (consequence caves, holes formed by alkaline solution, fumarole cavities).

They have found, and described, some speleothems previously unknown in Hungary, such as silica stalactites and isingerit discs. They have solved the problem of ice development in low elevation basalt caves. They have classified 200 species of animals and 18 species of fungi (some of them are unusual) which are to be found in the caves. The results have been summarized in 7 separate volumes and in 150 articles mainly in Hungarian, but occasionally in German or in English.

A MÁTRA - HEGYÉG BARLANGJAI - CAVES OF THE MÁTRA MOUNTAINS  
FIR feldolgozás GIS Elaboration

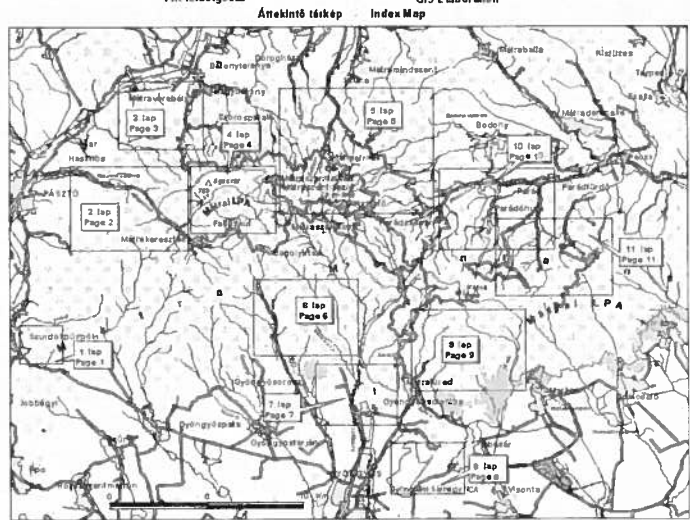


Fig. 4. An example of a Regional Index Map (Mátra Mountains) (On the Homepage shown as regional Index Map of the Mátra Mountains, pages are related to the respective Detailed Map)

A MÁTRA - HEGYÉG BARLANGJAI - CAVES OF THE MÁTRA MOUNTAINS  
FIR feldolgozás GIS Elaboration

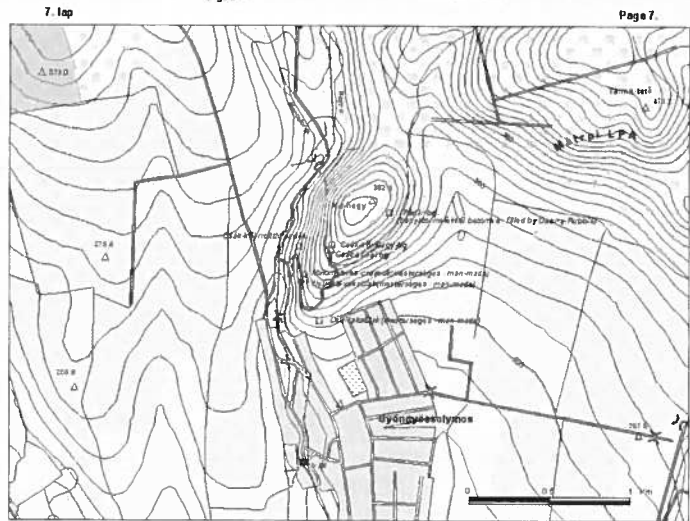


Fig. 5. An example of a Detailed Map (Mátra Mountains)

The following is a short list of the longest non-karstic caves in Hungary:

1. Csörgő-lyuk (rhyodacit tuff) Mátra Mountains 428/-30 m
2. Papp Ferenc-barlang (sandstone-conglomerate-limestone) Pilis Mountains 400/-62 m
3. Pulai-bazaltbarlang (basalt) Bakony Mountains 151/-22 m
4. Csák-kői Nagy-barlang (rhyolite) (basalt) Mátra Mountains 133/+14 m
5. Halász Árpád-barlang (basalt) Bakony Mountains 72/-6 m
6. Szilvás-kői-barlang (basalt) Medves Mountains 65/-13m
7. Betyár-barlang (calcareous sandstone) Mátra Mountains 62/±6 m
8. Táncterem - Lepkés-ág (andesite agglomerate) Bükk Region 58/-6 m
9. Szabó József-barlang (sandstone, marl) Pilis Mountains 55/-14 m
10. Sas-kövi-barlang (andesite tuff) Pilis Mountains 53/-10 m
11. Pokol-lik (basalt) Bakony Mountains 51/+4 m
12. Vasas-szakadék I. sz. barlangja (andesite agglomerate) Visegrádi Mountains 50/-19 m
13. Arany-barlang (rhyolite tuff ) Tokaji Mountains ca. 50/+3 m
14. Sárkánytorok-barlang (basalt) Medves Mountains ca. 50/-14 m

The digital development of the Non-karstic Cave Registry was carried out using Arcview GIS as well as available digital map material (Otab, dta50, Geometria, Corine). Digital maps with different scales have been developed for the specific regions as project files (apr). The number of maps for a region depends on the number and distribution of caves.

The cave entrances have been marked on the maps to the highest accuracy possible on a separate layer (shp file). Originally the caves were recorded in survey books, topographic maps, and in notes following many years of research and exploration.

Arcview determines automatically the *eov\_x* and *eov\_y* coordinates (*eov* = uniform national projection) of cave entrances in shp file format. The *z* coordinate, or the elevation of the cave entrances (a.s.l.) can be read from the contour lines of the base maps to an accuracy of 1 - 3 m.

The maps were drawn using color, and different line thickness etc. The most important item was the indication of the cave entrances and cave names. Layout maps were then prepared. These maps included titles, scales and relevant legends. The advantage of the layout maps is that they can be printed to the highest quality. The layout maps were exported in jpg file format. This enables further utilization and handling.

Because the caves of a region can be drawn in more than one map page, the preparation of regional index maps was necessary. These maps show the exact location of the map pages with the cave entrances indicated.

The Index Map of Hungary shows the location of the regions with non-karstic caves and includes a table of the regions.

We made layout maps from the Index Map of Hungary and from the Regional Index maps. These maps were converted to jpg file format, as were the detailed maps, the advantage being that jpg format is also similar.

The dbf database, which was compiled automatically from the shp files was filled with cave data. This included: identification number, name and length of the cave, special notes (artificial, collapsed etc.). The *eov\_x* and *eov\_y* coordinates of the cave entrances were entered as numeric fields in the data base. When new numeric coordination data was available (e.g. as a result of a more accurate survey) the locations of the cave entrances were automatically updated on the map. In order to present regional data sheets, the dbf database was copied in wks (MsWorks) and xls (MsExcell) file formats.

A Cserhát nemkarsztos barlangjai az Áttekinto Térkép lapjai szerint  
Non-Karstic Caves of the "Cserhát" according to the pages of the Index map

1. lap Page 1.					
Sorsz. Id. Nr.	Barang Cave	Hossz Length	Megjegyzés Note	EOV_x	EOV_y
1	Felsőpetényi-bq.	38 x 28 m	bányában, in the mine	662692	283754
2. lap Page 2.					
Sorsz. Id. Nr.	Barang Cave	Hossz Length	Megjegyzés Note	EOV_x	EOV_y
2	Márton-lyuk	? m	irodalom után, mesterséges, after literaure, man made	668715	300373
3. lap Page 3.					
Sorsz. Id. Nr.	Barang Cave	Hossz Length	Megjegyzés Note	EOV_x	EOV_y
3	Berceli-hegyi-üreg	? m	feltöltődött, filled up	677841	283241
4. lap Page 4.					
Sorsz. Id. Nr.	Barang Cave	Hossz Length	Megjegyzés Note	EOV_x	EOV_y
7	Nagyboldogasszony-forrásbg.	6,6 m	"újjaépített", reconstructed	691510	283046
4	Pappenheim-bq.	11,5 m		686986	282746
5	Sárkányfürdő-bq.	2,0 m		689407	286498
6	Takács-pince (v. Remete-bq.)	6,0 m	mesterséges, man-made	690375	286337
5. lap Page 5.					
Sorsz. Id. Nr.	Barang Cave	Hossz Length	Megjegyzés Note	EOV_x	EOV_y
11	Betyár-bq.	61,7 m		703394	296222
13	Csapás-tetői-bq.	? m	irodalom után, after literature	703638	294567
15	Dupla-üreg	3,5 m		699967	294284
8	Függő-kői-bq.	3,5 m		696316	291513
12	Remete-barlangok (7 db.)	32,7 m	átalakítva, remade	703619	295674
14	Sámsonházi-hólyaqbg.	kb. 3 m	lefejtve, demolished	700075	294519
6. lap Page 6.					
Sorsz. Id. Nr.	Barang Cave	Hossz Length	Megjegyzés Note	EOV_x	EOV_y
10	Kőlyuk	22,0 m	átalakítva, remade	699287	303999
9	Szülő-hegyi-eresz	3 x 12 m		698764	304852
7. lap Page 7.					
Sorsz. Id. Nr.	Barang Cave	Hossz Length	Megjegyzés Note	EOV_x	EOV_y
20	Gödöllői 1. üreg	? m	mesterséges, pusztuló, man-made, ruined	673238	251900
21	Gödöllői 2. üreg	? m	mesterséges, man-made	672815	250405
16	Klastrom-dombi 1. cella	? m	mesterséges, man-made	664454	251067
17	Klastrom-dombi 2. cella	? m	mesterséges, man-made	664414	250961
18	Klastrom-dombi 3. cella	? m	mesterséges, man-made	664414	250815
19	Klastrom-dombi 4. cella	? m	mesterséges, man-made	664361	250696
8. lap Page 8.					
Sorsz. Id. Nr.	Barang Cave	Hossz Length	Megjegyzés Note	EOV_x	EOV_y
22	Péceli 1. bg.	? m	mesterséges, beomlott, man-made, collapsed	672844	239065
23	Péceli 2. bg	? m	mesterséges, beomlott, man-made, collapsed	673102	239223

*Fig.6. An example of a Cave List sorted according to the pages of the Index Map ( Cserhát Mountains ) ( On the Homepage shown as a List of the non-karstic Caves of the "Cserhát". The pages are related to the respective Detailed Map.*

Where Regional Index Maps exist this data is also sorted according to the pages of the Index Map.

The cave surveys and photographs were scanned and saved in jpg file format. The cave descriptions were written in txt format.

The digital data in the non-karstic cave list, the detailed maps and the index maps, the cave surveys and the photographs are presented in jpg format. The regional data sheets are presented in wks or xls format. The descriptions are presented in such a way as to allow transfer to various other formats. The picture file formats (maps, photos) and the regional data sheets may be printed. It is also possible to view these files individually or as sequential slide shows on a computer screen or using other compatible digital projection software.

Digital data transfer can also be carried out (floppy disc, CD, e-mail).

The Home Page of the cave list summarises the non karstic caves in Hungary. All relevant data has been compiled in htm and html file format. The list is presented through the logical linking of these files together with cave surveys, descriptions and photographs.

## References

- BELLA, P. (1995): Prehl'ad registravaných jaskýn nekarstových horniách Slovensko – Proceedings of International Working Meeting "Preserving of Pseudokarst Caves", *Rimavská Sobota – Salgótarján* p. 17 – 32
- ESZTERHÁS, I.: (1987): A Tihanyi -félsziget barlangkatasztere (A List of the Caves in the Tihanyi Peninsula) – *A Bakony természettudományi kutatásának eredményei* 18. köt, Zirc p. 1 – 86
- ESZTERHÁS, I.: (2000): Magyarország nemkarstos barlangjainak listája (The List of the Non-karstic Caves in Hungary) – kézirat a *Vulkánszpeleológiai Kollektiva Évkönyvében az MKBT és a BI* (a Manuscript in the Library of MKBT) Adattárában
- GAO, Y. – ALEXANDER E.C. – TIPPING R. G. (2002): The Development of a Karst Feature Database for Southern Minnesota - *Journal of Cave and Karst Studies*, Vol 64, Nr. 1., April 2002, pp 51-57
- GRUPPO GROTTA CATANIA (1999): Le grotte vulcaniche della Sicilia – [www.dipbot.uncit.it/speleo.etna/grotte.html](http://www.dipbot.uncit.it/speleo.etna/grotte.html)
- KECK, E. red. (1998): Höhlen und Karst im Burgenland – *Burgenländisches Landes-museum, Eisenstadt* p. 38 – 51
- KTJ SPELEOCLUB (2001): Lista jaskin polskich Karpat fliszowych - [www.nikta.pl/sbb/jpkt/tabela.htm](http://www.nikta.pl/sbb/jpkt/tabela.htm)
- McNEIL, B.E. – JASPER, J.D. – LUCHSINGER, D.A. – RAINSMIER, M.V. (2002): Implementation and Application of GIS at Timpanogos Cave National Monument, Utah – *Journal of Cave and Karst Studies*, Vol 64, Nr. 1., April 2002, pp 34-37
- OZORAY Gy. (1962): The genesis of non-karstic natural cavities as elucidated in Hungarian examples - *Karszt és Barlangkutatás* II. köt, Budapest p 127 – 136
- OHMS, R. & REECE, M. (2002): Using GIS to manage two large Cave Systems, Wind and Jewel Caves, South Dakota – *Journal of Cave and Karst Studies*, Vol 64, Nr. 1., April 2002, pp 4 – 8
- SZENTES G. (1971): Caves formed in volcanic rocks of Hungary - *Karszt és Barlangkutatás* VI. köt., p 117 – 129
- SZENTI-ESZTERHÁS (in press): Magyarország nemkarstos barlangjainak irodalomjegyzéke (List of the Non-karstic Cave Literature in Hungary) – *Karszt és Barlangkutatás* XI. köt. Budapest, pp. 102
- SZUKALSKI, B. (2003): Using a GIS for Cave and Karst Conservation in Bermuda – *NSS News*, August 2003, pp. 222 – 223

# Caves of the Polish Flysch Carpathians

Grzegorz Klassek

*Speleoklub Bielsko-Biała, Poland, Bielsko-Biała, ul. Jutrzenki 26/104*

## **Abstract**

*Flysch pieces that are characterized by a lot lithological changeability, especially in a profile of creating and developing caves are surely connected with surface mass movements of rocks, among which forming landslips plays the most important role (KOWALSKI 1954, JANIGA 1974).*

*In large numbers gravitational caves are the most popular in Flysch Carpathians, and typical for them landsliding caves and in the morphological way cracking caves. Those can be formed by simple, singular cracks or a few leveled groups of cracks joined together in brashy chambers.*

*Among other quite favourable processes of forming caves we must mention complicated weathering processes (physical and chemical), water erosion and selective denudation of the less resistance rock parts due to which erosive – weathering caves occur. According to morphological criteria caves niches and stratified caves can be also found there.*

*Total length of cataloguing caves and rock shelters is 12148.3 m.*

*They are mainly not a big size, tight, with a length from a few to a dozen or so meters.*

*The new cataloguing material is presented in a magazine called "Clamp" ("Zacisk") published by club in Bielsko-Biała and also in bulletin called "Beskidian Caves" ("Jaskinie Beskidzkie") published by club in Dębica.*

**Key words:** *flysch, landslide, cave*

## **Introduction**

The Outer Carpathians, called also Flysch Carpathians, cover (in Poland) area ca 18 500 km<sup>2</sup>, which is some 330 km long. They are divided into two main segments (Fig. 1):

1. Western Outer Carpathians, called Beskidy, which are composed of several mountain groups, mountain foothill and a few intramountain basins; the highest peak is Babia Góra Mt, 1725 m a.s.l.
2. Eastern Outer Carpathians, called Bieszczady, with the highest peak Tarnica Mt, 1346 m a.s.l.

The Outer Carpathians are featured by Alpine type of tectonics. They are composed of several nappes thrusting each over other to the north. The first-order structural units of the Polish part of the Outer Carpathians represent (Fig. 1): Skole nappe, Sub-Silesian nappe, Silesian nappe, Dukla nappe and Magura nappe. Lithologically the mountains are almost exclusively formed of the Cretaceous-Paleogene flysch represented with various argillous-siliceous rocks: bedded (often thick-bedded) sandstones with conglomerate intercalations, shales and complexes of thin-bedded sandstone-shale interbeddings.

## **General characteristic of conditions of the caves formation, classification of the caves**

Development and evolution of the caves in the flysch (featured by high lithological variability and absence of karstified rocks) is related to gravitational mass movements, among which landslides formation plays the most important role (MARGIELEWSKI & URBAN 2000, 2002, 2003). In the Polish Outer Carpathians, where matured slopes (with inclination angle less than 45°) predominate, processes of sliding, spreading and gravitational settling play essential morphological role. Much less intensive is process of falling, which is typical for young, steep slopes, rare on the Carpathian area.

The most numerous caves are gravitational ones, morphologically representing crevice type (Fig. 2). Among them landslide caves are typical in the Carpathians: larger forms originated in the deep-seated landslides and in the thick-bedded sandstones (with beds ca 10 m thick), smaller and shallower forms occur usually in the block fields. The caves are composed of single, straight passages or assemblages of the passages forming some storeys. The largest caves represent often maze systems of galleries (KLASSEK 1994, KLASSEK & MIKUSZEWSKI in PULINA 1997a).

Among other processes contributing to cave development the following should be mentioned: chemical and mechanical weathering, fluvial erosion and suffosion (piping). These processes bring to formation of weathering-erosional caves (Fig. 2), which are usually small and morphologically belong to cave niches and bedding type caves (larger and more complex), e.g. Jaskinia Komonieckiego cave (Beskid Mały). In the colder climatic phases of the Late Pleistocene-Holocene these forms developed owing to nivation. Also human activity (mainly quarrying) has contributed to enhance of slope processes development (KLASSEK 1994, KLASSEK & MIKUSZEWSKI in PULINA 1997a).

Complete classification of the cave – see Fig. 2. This classification does not regard directly anthropogenic, consequential caves.

### Location and sizes of the caves

According to the state in 24.02.2002 in the Polish Outer Carpathians 791 caves (and cave niches) were recorded. Their distribution in the mountain groups and other microregions is following:

<b>Mountain groups</b>	
Beskid Śląski	179
Kotlina Żywiecka	2
Beskid Żywiecki	37
Beskid Mały	49
Beskid Makowski	20
Beskid Wyspowy	62
Gorce	36
Beskid Sądecki	78
Beskid Niski	173
Góry Sanocko-Turczańskie	6
Bieszczady	14

<b>Foothill regions</b>	
Pogórze Śląskie	1
Pogórze Wielickie	11
Pogórze Wiśnickie	7
Pogórze Rożnowskie	64
Pogórze Ciężkowickie	22
Pogórze Strzyżowskie	7
Pogórze Dynowskie	23

The regions of the caves occurrence cover every geological units (nappes) mentioned above. The highest number of the caves has been recorded on the areas of the Magura nad Silesian nappes.

Geographical distribution of the recorded caves is not uniform. There are more or less numerous caves in mountain massifs, but single caves in the massifs or massifs without caves are also frequent.

Location of the caves is generally controlled by geological structure and morphological evolution of the mountain massifs, but even suitable geomorphological conditions do not ensure occurrence of the caves automatically. On the other hand some caves are located in the areas, where signs of processes stimulating their development (landslides etc.) are not evident. These caves are hard for systematic exploration and they have been found usually accidentally.

Number of the registered objects is also conditioned by the state of exploration and activity of the speleological clubs in the area. After long time of experience we know that number of the caves and their length is possibly higher than recorded and can be increased in effect of the repeated explorations.

Total length of the registered caves (for 24.02.2004) is 12 148 m. Among the caves predominate small ones, which are several or 10-20 m long. 23 caves are longer than 100 m. They are listed in Tab. 1.

Tab. 1.

No.	Name of the cave	Region	Length (m)
1.	Jaskinia w Trzech Kopcach	Beskid Śląski	1 228.0
2.	Jaskinia Głęboka w Stołowie	Beskid Śląski	500.0
3.	Jaskinia Zbójecka w Łopieniu	Beskid Wyspowy	404.0
4.	Jaskinia Drwali (Słowiańska)	Beskid Niski	400.0
5.	Diabła Dziura w Bukowcu	Pogórze Rożnowskie	365.0
6.	Jaskinia Niedźwiedzia	Beskid Sądecki	340.0
7.	Mysiorowa Jama w Zagórzcu	Beskid Makowski	282.5
8.	Jaskinia Malinowska	Beskid Śląski	230.5
9.	Gangusiowa Jama	Beskid Niski	190.0
10.	Jaskinia Mroczna	Beskid Niski	175.0
11.	Jaskinia Dziurawa	Beskid Mały	160.0
12.	Jaskinia Złotniańska	Beskid Sądecki	155.0
13.	Czarczi Dół	Beskid Wyspowy	140.0
14.	Jaskinia Roztoczańska	Beskid Sądecki	140.0
15.	Jaskinia w Straconce	Beskid Mały	135.0
16.	Jaskinia Chłodna	Beskid Śląski	117.0
17.	Jaskinia Czarne Działy III	Beskid Mały	115.0
18.	Jaskinia Ali Baby w Klimczoku	Beskid Śląski	114.0
19.	Jaskinia Szkieletowa	Pogórze Rożnowskie	110.0
20.	Jaskinia Salmopolska	Beskid Śląski	107.0
21.	Szczelina Lipowicka	Beskid Niski	105.0
22.	Złotopieńska Dziura	Beskid Wyspowy	105.0
23.	Jaskinia w Sopotni Wielkiej	Beskid Żywiecki	101.0

Vertical sizes of the caves vary from 0 m to 42 m. Fifteen caves reach depth 15 m or more. They are listed in Tab. 2.



Tab. 2.

No.	Name of the cave	Region	Depth (m)
1	Diabla Dziura w Bukowcu	Pogórze Rożnowskie	42.5
2	Jaskinia w Trzech Kopcach	Beskid Śląski	32.6
3	Jaskinia Niedźwiedzia	Beskid Sadecki	28.0
4	Jaskinia Drwali (Słowiańska)	Beskid Niski	25.0
5	Jaskinia Głęboka w Stotowie	Beskid Śląski	24.8
6	Jaskinia Malinowska	Beskid Śląski	22.7
7	Jaskinia Szkieletowa	Pogórze Rożnowskie	19.0
8	Jaskinia Zbojecka w Łopieniu	Beskid Wyspowy	19.0
9	Jaskinia Mroczna	Beskid Niski	17.0
10	Jaskinia Dolna w Nasiecznem	Bieszczady	17.0
11	Jaskinia w Straconce	Beskid Mały	16.9
12	Jaskinia Chłodna	Beskid Śląski	16.5
13	Feleczyńska Studnia	Beskid Sadecki	15.0
14	Jaskinia gdzie Wpadł Grotolaz	Beskid Niski	15.0
15	Dydiowska Jama	Bieszczady	15.0

### Remarks on exploration of the caves in the Polish Flysch Carpathians

Systematic exploration of the caves in the Polish Flysch Carpathians started in the middle of the 20<sup>th</sup> century, although some objects had been described before this date (e.g. Jaskinia Malinowska – Beskid Śląski, Diabla Dziura w Bukowcu – Pogórze Rożnowskie, Zimna Dziura w Strzeblu – Beskid Wyspowy). Inventory of the Polish caves, published by KOWALSKI in 1954, listed 23 caves in the Carpathian flysch.

New phase in the exploration commenced in 1969, when members of the Speleoklub Bielsko-Biała (Bielsko Biała Speleoclub) initiated registration of the pseudokarst caves. This exploration, firstly concentrated in the Beskid Śląski mountain group (surrounding Bielsko-Biała town), expanded gradually in the whole Flysch Carpathians. Since the eighties of the 20<sup>th</sup> century active exploration has been also performed by members of the speleoclub in Dębica, which was recently converted into Stowarzyszenie Speleoklub Beskidzki (Beskidzki Speleoclub Association) gathering cavers from several centres (towns) in the Carpathians. Occasionally Speleoklub Sadecki KTJ (Nowy Sacz Speleoclub of Cave Touristic Commission) was involved into the caves exploration in the Outer Carpathians.

The systematically completed material of inventory (84 objects) was published in the six volumes of „Inwentarz jaskiń polskich Karpat Fliszowych” between 1974 and 1990 (ŁADYGIN 1974 and KLASSEK 1978-1990) as well as in the alpinistic-speleological journal „Prządkowiec” (MLECZEK) and other bulletins (KLASSEK 1994). Summarized documentation of thirty years of the caves exploration was edited in three volumes of inventory „Jaskinie Polskich Karpat Fliszowych” (PULINA ed. 1997a, b, 1998). This publication also introduced system of codification and identification of the caves, which is based on geographical regionalization and adjusted to still continuing exploration.

System of cooperation has been developed between Bielsko-Biała and Dębica (Dębica-Limanowa) centers during long time of speleological activity. It is based on coordination of the exploration in particular microregions and exchange of information. Recently results of explorations (documentations of newly recorded objects) have been presented in „Zacisk” – journal edited by Speleoklub Bielsko-Biała and in „Jaskinie Beskidzkie” – bulletin edited by Speleoklub Beskidzki. Both clubs have also their homepages with updated lists of the recorded caves. The state of registration is traditionally presented on the yearly meetings of Polish cavers, organized by Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika (Speleological Group of M. Kopernik Polish Society of Naturalists) (KLASSEK & MLECZEK 2003).

Dinamic exploration of the caves in the Flysch Carpathians has resulted in still increasing number of caves, what is illustrated by Tab. 3.

Tab. 3.

Year	1978	1988	1998	2000	2003
Total number of the recorded caves	39	92	482	594	769
Number of the caves longer than 100 m	3	8	17	18	22

Majority of the caves in the Polish Outer Carpathians are legally protected as nature monuments or they are located in the protected areas: nature reserves, national parks and landscape parks (ALEXANDROWICZ & POPRAWA 2000).

### Newest discoveries

In the last years number of the recorded caves has increased significantly fast. Among the recently explored caves are:

- Jaskinia Głęboka w Stołowie, ca 500 m long, found in 2003,
- Jaskinia Drwali (Słowińska), ca 400 m long, found in 2004.

The longest cave in the Polish Outer Carpathians has been still Jaskinia w Trzech Kopcach cave, but its length has been significantly enlarged for last ten years. According KOWALSKI (1954) it was 260 m long, in 1971 reached 400 m and in 2002 – 947.5 m. But spectacular exploration was done here in 2003, when new galleries 280.5 m long were mapped and the total length of the cave was enlarged to 1228 m (Klassek, Szura 2003).

Translated by Jan Urban

### References

- ALEXANDROWICZ Z. (1978): Skałki piaskowcowe Zachodnich Karpat Fliszowych (Sandstone tors of the western Flysch Carpathians – English sum.). *Prace Geol. no 113, Pol. Acad. Sci., Geol. Com., Kraków. Ossolineum, Warszawa, pp. 87.*
- ALEXANDROWICZ Z. & POPRAWA D. eds. (2000): Ochrona georóżnorodności w Polskich Karpatach (Geodiversity conservation of the Polish Carpathians – English sum.). *Wyd. Kart. Pol. Ag. Ekol., Warszawa, pp. 142.*
- KLASSEK G. (1994): Jaskinie pseudokrasowe w Karpatach polskich (Pseudokarst caves in Polish Karpaty Mts – English sum.). *5<sup>th</sup> Pseudokarst Intern. Symp. with Intern. Particip., Szczyrk 1994. Bielsko-Biała: 5-9,*
- KLASSEK G. & MLECZEK T. (2003): Eksploracja i inwentaryzacja jaskiń polskich Karpat Fliszowych (październik 2002 r. – wrzesień 2003 r.) (in Polish). *Mat. 37 Symp. Speleol. Sekcja Speleol. P. T. P. im. M. Kopernika, Wojcieszów, 24-26.10.2003. Kraków (appendix).*
- KLASSEK G. & SZURA CZ. (2003): Jaskinia w Trzech Kopcach. *Pomiary, domiary i ... wymiary (in Polish). Zacisk 23, Bielsko-Biała: 2-5.*
- KOWALSKI K. (1954): Jaskinie Polski v. 3 (in Polish). *Państw. Wyd. Nauk., Warszawa., pp. 192.*
- MARGIELEWSKI W. & URBAN J. (2000): Charakter inicjacji ruchów masowych w Karpatach fliszowych na podstawie analizy strukturalnych uwarunkowań rozwoju wybranych jaskiń szczelinowych. *Przegl. Geol. 48, 3: 268-274.*

- MARGIELEWSKI W. & URBAN J. (2002): Initiation of mass movement in the Polish Flysch Carpathians studied in the selected crevice type caves. *In: Landslides (eds. Rybář J., Stemberk J., Wagner P.). AA Balkema Publ., Lisse-Abingdon-Exton-Tokyo: 405-409.*
- MARGIELEWSKI W. & URBAN J. (2003): Crevice-type caves as initial forms of rock landslide development in the Flysch Carpathians. *Geomorphology 54, 3-4: 325-338.*
- PULINA M. ed. (1997a): Jaskinie Polskich Karpat Fliszowych, v. 1 (in Polish). *Pol. Tow. Przyj. Nauk o Ziemi, Warszawa, pp. 250.*
- PULINA M. ed. (1997b): Jaskinie Polskich Karpat Fliszowych, v. 2 (in Polish). *Pol. Tow. Przyj. Nauk o Ziemi, Warszawa, pp. 228.*
- PULINA M. ed. (1998): Jaskinie Polskich Karpat Fliszowych, v. 3 (in Polish). *Pol. Tow. Przyj. Nauk o Ziemi, Warszawa, pp. 261.*

# Morphological Evolution of the Pseudokarst Forms in Quaternary loesses of Southern Poland - a case study of Bugaj near Pinczów, Nida Basin

Jan Urban

Institute of Nature Conservation, Polish Academy of Sciences

Poland, 31-120 Krakow, Al. A. Mickiewicza 33

e-mail: [urban@iop.krakow.pl](mailto:urban@iop.krakow.pl)

## Abstract

Blankets of Quaternary loesses (several to more than 10 m thick) cover large areas on uplands of Southern Poland. Specific relief of loess is featured by numerous deep gullies, potholes (small dolines) with (sub)vertical walls as well as depressions with less inclined slopes (throughs). In places occur horizontal subsurface conduits usually several meters long and often (at least partly) accessible for people. The relief is conditioned by microstructure of rock (framework formed of silty grains of quartz fastened with clayey binders-"bridges") resulting in relatively high cohesion in aerial environments, which is significantly lowered in water (where clayey "bridges" get soaked and soften). Therefore morphological forms in loess are modified by meteoric waters during heavy rains and snow thaws.

Forms developed in gully about 50 m long and situated in system of ravines resembling "badland" area have been observed since 1998 in order to recognize character and speed of evolution of loess relief. The gully – like the whole "badland" – is dry with periodic water streams. In the gully several potholes of different size are located. Some of them are connected with short subsurface conduits. The largest pothole (2-3 m deep and 12 m long) located in the central part of the gully is recharged by periodic stream flowing out of short cave and dewatered by the longest conduit (totally 12 m long with accessible lower fragment and entrance) connecting it with gully outlet.

Initial stage of subsurface cavities formation in loess is probably connected with change of rock microstructure caused by slow water diffusion and consisting in compaction of grains' framework. Further evolution of the cavities is stimulated by erosion of periodic subsurface water flows, what results in formation of horizontal or short vertical conduits. Subsequent gravitational breakdowns of the walls and ceilings of conduits play the most important role in their widening, formation of secondary subsurface caverns as well as surface potholes and short shafts. Evolution of the forms is relatively quick in areas (segments of gully), where water flow is frequently active. During 5 years in observed gully two large gravitational movements changed shape of the central pothole and lower part of the longest conduit. The lowermost fragment of it was totally destroyed and changed to surface channel.

Observations of artificial cavern made some 50 years ago in neighbouring gully indicate that relief of the loess not influenced by water (flowing or filtrating) is much more stable.

**Key words:** pseudokarst, loesses, subsurface cavities, potholes, gravitational movements

## Introduction

Development of pseudokarst forms in non- or slightly lithified silty-clayey rocks is usually referred to the wide group of processes of subsurface erosion called piping. BRYAN & JONES (1997) – overviewing the scientific and ecological problems of piping – mention two main types of processes of

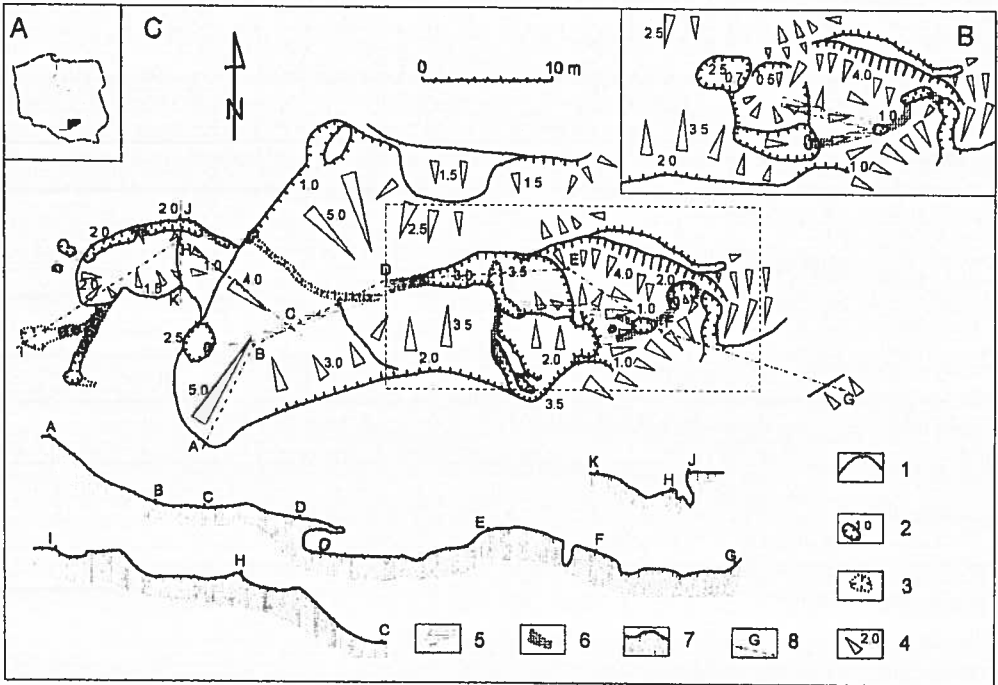


Fig. 1. Location of the southern fragment of the Nida Basin region with loess blankets (A) and maps of the studied gully with subsurface forms in 1999 (B – part of the area) and in 2003 (C – whole gully). Scale on the maps B and C the same. Area of fig. B marked on fig. C with dashed contour. Explanations: 1 – contour of slope, 2 – loess scarp or shaft with altitude (depth) in meters, 3 – scarp (loess wall) lower than 0.5 m, 4 – inclination of slope with altitude in meters, 5 – supposed location of subsurface conduit, 6 – subsurface conduit (observed or directly accessible), 7 – cross-section with points (letters) marked on the map (vertical scale identical with horizontal), 8 – line of cross-section with point (letter).

subsurface erosion. "The first occurs when water seeping through a porous medium produces sufficient drag force to entrain material at the outlet through liquefaction or Coulomb failure. This process (...) can produce a subsurface conduit that works back from the outlet" and is also named "sapping" or "spring sapping". "The second process involves progressive expansion of an existing conduit or macropore primarily to the shear stress exerted by flowing water. This would include, for example, enlargement of animal burrows, root channels, desiccation cracks" and is called also "tunnel erosion" (BRYAN & JONES 1997). More detailed description of the main processes controlling subsurface erosion of loesses was presented in Polish literature by LISZKOWSKI (1971), who also presents a little different approach to the terms "piping" and "tunnelling" (LISZKOWSKI 1995).

Numerous conditions and features are mentioned as factors controlling subsurface erosion. To the main belongs: climate (humidity, occurrence of dry and wet periods, insolation), geological structure of the rock (also tectonics), topography and morphology (slope inclination, microrelief, etc.), hydrology as well as properties of the rocks. The last group of parameters is represented with: granulometry, porosity, dispersion (in water), swelling and shrinkage, plasticity. These parameters are related to mineral composition – especially participation and type of argillous minerals – and some chemical features of these minerals: cations' concentration, sodium ion percentage, sulphates content, pH, electrical conductivity, etc. (e.g. GUTIERREZ et al. 1997, FARIFTEH & SOETERS 1997; Polish literature quoted by DWUCET 1993).

Piping developed in almost every climatic zone, but in each type of climate subsurface cavities are conditioned by different features and formed in different rocks. In temperate climate they have been studied particularly in organic soils of humid uplands (e. g. JONES et. al. 1997). Observations of pseudokarst forms in loesses and similar rocks have been carried mainly in badlands of semiarid climate. The most impressive deep-seated tunnels in these rocks were described in China, North America and North Africa (e. g. FULLER 1922, BRYAN & HARVEY 1985, BAILLIE et. al. 1986, ZHU 1997). But subsurface objects – although less common and not so large – occur also on the areas of moderate and humid climate, where loess surfaces are covered by vegetation and (partly) cultivated. They have been described in Poland, too (e. g. MALICKI 1946, MARUSZCZAK 1954, WALCZOWSKI 1964, 1971, 1975, URBAN, et al. 1990, ALEXANDROWICZ & URBAN 2002). In Polish papers describing pseudokarst forms in loess, the processes of their development is traditionally named "suffosion (sensu lato)", after Russian and Ukrainian scientists studied similar forms in the Eastern Europe.

This paper presents preliminary results of study of the system of subsurface conduits in loess developed in the head part of gully near Pińczów, Nida Basin (Fig. 1A), which are supplied by observations in other sites located in the region as well as data reported by other Polish authors. The study consists on morphological observations, especially mapping made in 1998 (fragment of the area), 1999, 2002 and 2003.

### ***Loess and its relief in the Nida Basin***

Blankets of Quaternary loesses (several meters to more than 10 m thick) cover large areas on uplands of Southern Poland, also south-west part of the Nida Basin. They represent silts composed of quartz grains of average size 0.01-0.05 mm (40-78 %) with admixture of clayey minerals (up to 26 %), sand grains (to 25 %) and calcium carbonate (5.5-14.2 %) (CHLEBOWSKI & LINDNER 1992, DWUCET 2001). Origin of Polish loesses is referred to Pleistocene periglacial environment, which facilitated eolian transport and deposition of silts. Loesses related to older glacials were (partly) denuded during interglacials, thus majority of present loess blankets are formed during the last glacial – Vistulian (Würm) (MARUSZCZAK 1986).

Since the late Vistulian the surface of loesses has been shaped by meteoric factors, firstly in cold climate, later – since the beginning of Holocene – in moderate climate. Now the region is located in the zone of moderate, transitional (between marine and continental) climate with annual rainfalls 540–700 mm and average temperature 7.2–7.8 °C (in January respectively 25–44 mm and -3.3– -3.8 °C, in July – 87–112 mm and 17.7–18.4 °C) (PASZYŃSKI & KLUGE 1986). During Holocene the region has been covered by vegetation, mainly forests. It was partly deforested about 5 kA BP and again several hundreds years ago (ŚNIESZKO 1995). Now majority of the loess area is under cultivation, whereas forests and bushes cover areas with erosional relief of loess not suitable for agriculture.

Specific relief of loess is characterised by numerous deep gullies. Dense network of gullies resembles somewhere badland areas, although they are covered by bushes or trees. It is suggested that development of this erosional morphology was triggered by the first and next deforestations. Now cultivation also stimulates fast surface erosion as well as development of linear ephemeral and permanent erosional forms (e. g. KORELESKI 1974, ŚNIESZKO 1995, STARKEL 1997). Among quickly developed and modified landforms are subsurface pipes (tunnels) often at least partly accessible by people. They are not very frequent and do not form large networks. But they occur in many places, especially in marginal zones of upper flat surfaces, above slopes of valleys and gullies (MARUSZCZAK 1954, WALCZOWSKI 1964, 1971, 1975, URBAN et. al. 1990, ALEXANDROWICZ & URBAN 2002).

## ***Evolution of pseudokarst forms in the studied site***

Some pseudokarst forms – sinkholes and subsurface conduits – occur in Bugaj village near Pińczów, in the head section of the valley, which is dissected into many tributary gullies incised in almost flat surface, slightly inclined to the north. The gullies form hand-shape system resembling badland area, however covered by forest. The most interesting pseudokarst forms developed in the gully about 50 m long and up to 8 m deep, bordered from the north and south by loess ridges (Fig. 1C), which are partially framed by (sub)vertical, bare loess scarps. The northern and southern ridges separate the gully from next ones, whereas western, head part of the gully is notched directly in the flat surface. Shallow subordinate gully clings to the main one. The gully – like the whole “badland” area – is dry with periodic water flows related to snow thawing or heavy rains. Morphology of the area surrounding the gully determines its catchment, which is situated exclusively to the west of it. The catchment margins are hardly defined because of almost flat and horizontal surface of the area, which is partly under cultivation.

Development of the pseudokarst forms in the gully has been related mainly to channel of the periodical water stream. In the uppermost section of the channel they are represented by small depressions 0.3-0.7 m deep and tunnels with partly collapsed roof ca 1 m deep. In the shallow tributary gully the stream channel is clearly defined and situated next to north margin of the gully. Formerly it was also subsurface conduit (deeper than the first one), what is manifested by three loess “bridges”. Morphology of floor of this gully (Fig. 1C, cross-section IHC) suggests that it has been dewatered by subsurface tunnel for long time. The tributary gully was mapped in 2003 and was not monitored before.

The main gully is recharged mainly with stream flowing through tributary gully, although sinkhole located next to west margin of the main gully indicates also direct water influx. The main stream flow through small and shallow channel steeply downslope and disappears in the less inclined, almost horizontal gully floor. From this place water flows through system of tunnels and sinkholes, which has been monitored since 1998. In 1998-1999 sinkhole (0.5-2.5 m deep) located in the central part of the gully was divided into three segments separated with low ridges of loess (Fig. 1B). The southern segment represented depression with subvertical inlet (upper entrance) of tunnel (0.3-1 m in diameter) in the

eastern part. The inlet had been formed rather due to roof collapse than discharge of the very small catchment (restricted to this segment). Outlet of the tunnel was located in the mouth of the gully 12 m to the east of the upper entrance (ca 2 m below). Traces of water flow in the outlet indicated that main part of the gully was dewatered with this conduit, but the water sunk in central part of the main sinkhole without discernible inlet. The tunnel has been located 0,7-2 m below earth surface, hydraulic gradient in the tunnel has reached maximum 60‰ (Fig. 1C, cross-section A-G). Minimum total amount of the loess transported down the tunnel before 1998 (calculated as volume of the sinkhole plus tunnel) is estimated at 75 m<sup>3</sup>.



*Fig. 2. Two branches of the western part of Tunnel in Bugaj in the middle (collapsed) entrance of the cave – state in March 2002.*



Fig. 3. The sinkhole in the central part of the gully; western wall of the sinkhole with entrance of the cave – state in March 2002.

The tunnel has been partly accessible for people, thus it has represented pseudokarst cave called Tunnel in Bugaj (ALEXANDROWICZ & URBAN 2002, URBAN 2002).

Before September 1999 roof of the lowermost section of the tunnel collapsed. Small sinkhole was formed also in the middle part of the tunnel, just in the place of its dividing upstream into two branches (Figs. 1B, 2).

Between 1999 and October 2003 occurred the following modification of the relief and hydrology of the gully (Figs. 1 B and C):

1. The central sinkhole got deepened (to 3-3.5 m) and expanded to the west (3 m). In the western end of the depression developed cave 3 m long, relatively spacious (Fig. 3) and divided into lower and upper tunnels by "loess bridge". Near its entrance narrow (0.3-0.7 m) roof is formed of soil consolidated by grass roots. On the central part of the sinkhole periodical stream formed meandering bed blindly ended near the slope (without inlet).
2. The southern segment of sinkhole (with former upper entrance of Tunnel in Bugaj) got filled up with loess landslide and now represents rather steep slope. In the western part of the landslide, between the scarp and gravitationally moved (but not disintegrated) block subvertical crack has formed. The cracks is opened downward to the sinkhole wall. Such a vertical chasm ca 3 m deep has never been a water conduit because of lack of catchment.
3. Zones of the collapsed roof of the tunnel slightly expanded and the lower part of tunnel got filled up by block of loess fall down the scarp. Consequently periodical subsurface stream flows through the crack separated the fallen block and loess scarp *in situ*.

Minimum amount of loess material transported down the tunnel from the central part of the gully in the period 1998-2003 is estimated at 18 m<sup>3</sup>.

Morphological evolution of described above form can be compared with an artificial subsurface cellar in loess located in slope of the next gully, ca 50 m to the north. It consists of short arched passage 0.6 m high and chamber similar in cross-section but 1.4 m high (Fig. 4). According to local people the cellar was made about 50 years ago. There are no traces of roof collapses inside, although external part of the scarp above the entrance dropped down between 1998-2002, partly covering the entrance.

## Discussion

Microstructure of loess – porous fabric formed of aggregates of quartz grains, argillous minerals, amorphous silica and calcium carbonate – is important factor controlling erosion of this rock. Quartz grains are fastened with clayey-siliceous-calcareous "bridges", which represent coagulation-cementation bounds (LISZKOWSKI 1971, GRABOWSKA-OLSZEWSKA 1983, DWUCET 1993). Owing to

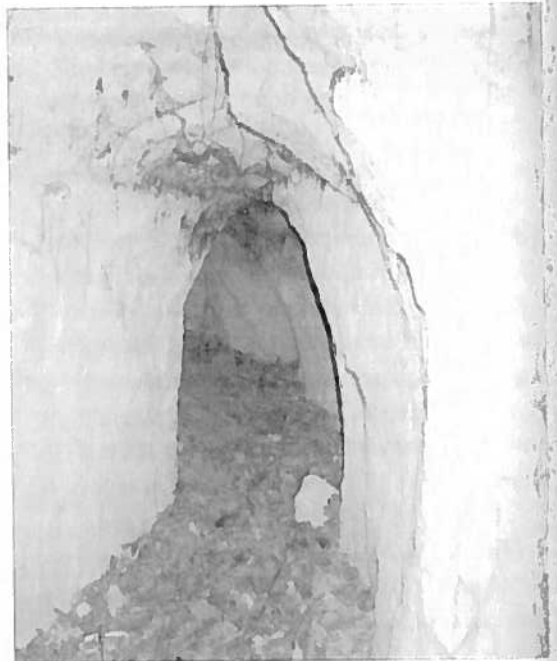


this structure loess is featured by relatively high cohesion in aerial environment, which is significantly lowered in water. In aquatic environment argillous minerals are easily dispersed and the rock fabric appears very low resistance for flow shear stress. Therefore relief of loess landforms is quickly modified with meteoric waters during heavy rains and snow thaws, when the rock is easily destructed and detached.

Very high porosity of loess (somewhere reaching and exceeding even 50%) enables fast diffusion (percolation and filtration – LISZKOWSKI 1971) of water in loess medium (MARSZCZAK 1954). The structural pattern of rocks together with easy dispersion of argillous minerals are the main factors enabling first stage of pipes development. The fabric of loess is destructed by underground diffusional water flows by internal erosion or liquefaction (LISZKOWSKI 1971, BRYAN & JONES 1997), what results in reduction of micro-, meso- and macropores (GRABOWSKA-OLSZEWSKA 1983) and condensation of the rock structure. In the consequence subsurface empty spaces (caverns, macropores) are formed above compacted fragments of loess massif. Other conduits initiating formation of pipes in loess are animal burrows, root channels and natural cracks (e. g. MARSZCZAK 1954, LISZKOWSKI 1971, JOŃCA 1973, BRYAN & JONES 1997). These cracks develop in loess rather due to gravitational stress near the vertical scarps than dessication. Maruszczak (1954), interpreting genesis of throughs in loess, suggests also role of calcium carbonate dissolution in condensation of its structure.

Stability of the fabric is conditioned mainly by state (degree) of aggregatisation and humidity of the rock. State of aggregatisation is controlled by environment of loess deposition, its diagenesis and mineralization of waters diffused in the rock. Thus it differs in vertical profiles of the rock and areas of loess occurrence (DWUCET 1993). Metastable character of loess structure with porosity higher than 42% is confirmed by physico-mechanical analyses. Loess with metastable structure occurs to the depth 4-5 m. Loess of the Nida Basin is characterised by parameters (porosity, natural moisture etc.) values oscilating close to the boundary of stable-metastable structure (FRANKOWSKI 1991, 1994). Therefore fabric destruction and loess condensation can be expected in some places.

During rains (thaws) described above initial cavities quickly get filled by relatively high energetic (flowing) water, what enables fluidation (internal erosion) and detachment of loess material, which is washed downstream and ultimately carried away from the massif. Nearly horizontal direction of subsurface stream is stimulated by lower permeability of loess compacted in basement (floor) of the initial conduits (see LISZKOWSKI 1971). Likely the longest tunnel in the studied gully (Tunnel in Bugaj) was formed in this way. This supposition is confirmed by its length, branched and curved shape (controlled by initial macropores and cavities) as well as low inclination of the tunnel. However lack of tunnel inlet in the main sinkhole (near the meandering channel) indicates high porosity and backward erosion in the head part of the tunnel.



*Fig. 4. Passage of the cellar located in the gully next to the described one – state in 1999.*

Backward propagation has been the main process of development of the cave situated in the west wall of the main sinkhole. The process of headward erosion (spring sapping – Bryan, Jones 1997, hydraulic penetration and break-through – LISZKOWSKI 1995) is conditioned by stream sinking into the gully floor and then permeating almost horizontally to the east.

WALCZOWSKI (1964, 1971, 1975), who studied similar forms of loess in the same region, but in different geological structures, documented that piping was related to occurrence of coarse-grained sediments (sands, gravels) or impermeable rocks (clays) in substratum of loess. In the first case waters infiltrating into loess wash down partings of this rock – firstly finer grains (suffosion sensu stricto – LISZKOWSKI 1971), then grains forming fabric (suffosion sensu lato), what causes destruction of the loess structure and formation of cavities. In the second case development of pipes is stimulated by relatively strong underground water flow on the top surface of impermeable basement of loess. But these cases do not occur in Bugaj. Formation of the pipes in Bugaj seems to be related rather to morphology of the surface, than connected with layers of specific rocks absent here. Their outlets are situated just at the level of bottom of the central sinkhole (upper cave) and base of the main gully (Tunnel in Bugaj), whereas the hydraulic gradient in the longest tunnel causes relatively high energy of water flow, what enables transport of silty-clayey material. It indicates that the destruction and erosion of loess require flowing, not stagnant water (which occurs below the base level).

Subsurface tunnels have been consequently modified by lateral fluvial erosion (of ephemeral streams) and gravitational processes: roof collapses as well as cracking and landsliding. In the monitored gully these last processes have played an essential role in evolution of surface and subsurface forms. Presumably two phases of landslides (the first before 1998) developed in the southern slope of the gully caused blockage of the south branch of Tunnel in Bugaj bringing to formation of the north branch. Also formation of the landslide above the lower section of the tunnel created new pathway for water stream. Gravitational movements stimulate formation of different type of pseudokarst caves not connected with water erosion. In Bugaj they are represented by subvertical crack formed after landslide development in the southern slope of the gully.

Subsurface conduits observed in loess of Polish uplands are connected almost exclusively with initial or young phases of gullies' development (MARSZCZAK 1954, WALCZOWSKI 1971, 1975). They are formed close above gullies or inside gullies, and contribute to their formation or significant modification. As it is documented in Bugaj considerably amount of denuded rock material can be carried away through the subsurface conduits. Simultaneously these conduits are quickly modified – firstly by water erosion, subsequently by gravitational processes. But water flow plays an essential (although somewhere indirect) role in morphological evolution of the gully. As it is evidenced by state of the artificial cellar located near monitored gully, loess massif situated out of water flow (facing only direct infiltration of rain waters) hardly undergoes both to erosional and gravitational processes. Short time span of monitoring in Bugaj does not allow determination of the length of full cycle of subsurface system evolution, but it seems considerably fast. Large amount of material transported through the system before it got started to destruct by collapses suggests that evolution of the subsurface conduit is slow during the first several years and accelerates since the beginning of gravitational collapses. According to MARSZCZAK (1954) full evolution of pipe system takes several to several tens years.

Observations in other site of pseudokarst forms development (ZAWARZA–ALEXANDROWICZ & URBAN 2002) indicate that according to vertical erosion and lowering of the denudational base new systems of subsurface conduits are formed and quickly modified, whereas remnants of the upper, older ones become dry and thus conserved.

## Conclusions

Initial stage of subsurface conduits' formation in loess is often connected with change of rock microstructure caused by water diffusion and consisting in compaction of rock fabric. Macropores formed in this way and other cavities (animal burrows, root channels etc.) are eroded by periodic subsurface water flows, what results in formation of horizontal or short vertical conduits. Important process of piping is also backward erosion of subsurface water flows. Formation of pipes is controlled by morphology and hydrology of the area, especially presence of gullies or scarps and location of base level, what suggest the significant role of hydrological gradient and kinetic energy of percolating waters. Systems of not very complex pipes are formed in the head or marginal parts of existing gullies and represent initial stages of gullies' development.

Gravitational collapses of the roofs and landslides play important role in development of pipes' systems during phases subsequent to their subsurface erosional formation. They cause widening, formation of secondary subsurface caverns as well as surface sinkholes and short shafts. Morphological evolution of the system of surface and subsurface landforms is evidently accelerated owing to gravitational processes.

Evolution of the forms is relatively quick in areas, where ephemeral water flow is active, whereas caverns (artificial forms) in "dry" massifs of loess remain "untouched" for long periods (many times longer than subsurface forms connected with water flows).

## References:

- ALEXANDROWICZ S.W. & URBAN J. (2002): Documentary sites of loess in Kozubów Landscape Park (English abstract). *Chronmy Przyr. Ojcz. 58, 4: 5-36.*
- BAILLIE I.C., FAULKNER P.H., ESPIN G.D., LEVETT M.J., NICHOLSON B. (1986): Problems of protection against piping and surface erosion in central Tunisia. *Environ. Conserv., 13: 27-32.*
- BRYAN R.B. & HARVEY L.E. (1985): Observations on the geomorphologic significance of tunnel erosion in a semi-arid ephemeral drainage system. *Geogr. Ann. 67 (A): 257-272.*
- BRYAN R.B. & JONES J.A.A. (1997): The significance of soil piping processes: inventory and prospect. *Geomorphology 20, 3-4: 209-218.*
- CHLEBOWSKI R. & LINDNER L. (1992): Sources of sediments and sedimentary environments of younger loesses in the Malopolska Upland (English abstract). *Biul. Geol., Wydz. Geol. Uniw. Warsz. 32: 15-50.*
- DWUCET K. (1993): Characteristics of degree of loess aggregatisation in Poland (English abstract). *Pr. Nauk. Uniw. Śląskiego 1400. Geographia. Studia et dissert. 18: 30-48.*
- DWUCET K. (2001): Warunki sedymentacji lessow młodszych gornych w Polsce w swietle analizy mikroform wystepowania weglanow (English abstract). In: *Maruszczak H. (ed.): Main sections of loesses in Poland, part II. Uniw. M. Curie-Sklodowska, Lublin: 49-62.*
- FARIFTEH J. & SOETERS R. (1997): Factors underlying piping in the Basilicata region, southern Italy. *Geomorphology 20, 3-4: 239-251.*
- FRANKOWSKI Z. (1991): Engineering-geological features of loesses in Poland (English abstract). In: *Maruszczak H. (ed.), Main sections of loesses in Poland, part. I. Uniw. M. Curie-Sklodowska, Lublin: A50-61.*
- FRANKOWSKI Z. (1994): Physico-mechanical properties of loess in Poland (studied in situ). *Quaternary Intern. 24: 17-23.*
- FULLER M.L. (1922): Some unusual erosion features in loess of China. *Geogr. Rev., 12: 570-584.*

- GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. (1983): Collapse in loesses in the light of microstructural studies (English abstract). *Przegl. Geol.* 31, 3: 162-165.
- GUTIERREZ M., SANCHO C., BENITO G., SIRVENT J., DESIR G. (1997): Quantitative study of piping processes in badland areas of the Ebro basin, NE Spain. *Geomorphology* 20, 3-4: 237-253.
- JONCA E. (1973): Wpływ zwierząt na rzeźbę powierzchni ziemi (in Polish). *Dokument. Geogr.* 6: 25-28.
- JONES J.A.A., RICHARDSON J.M., JACOB H.J. (1997): Factors controlling the distribution of piping in Britain: a reconnaissance. *Geomorphology* 20, 3-4: 289-306.
- KORELESKI K. (1974): Studies of the rate and mechanics of loess wall retreat in the region of Proszowice and Krakow (English abstract). *Przegl. Geogr.*, 46, 1: 115-120.
- LISZKOWSKI J. (1971): Filtrational deformations of loess deposits (English summary). *Biul. Geol., Wyd. Geol. Univ. Warsz.*, 13: 87-127.
- LISZKOWSKI J. (1995): On the mechanisms and kinematics of drift dolines formation. *Acta Carsologica*, 24: 333-345.
- MALICKI A. (1946): The karst phenomena in the beds of loess (English abstract). *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, ser. B*, 1: 132-155.
- MARUSZCZAK H. (1954): Dolinen in Lössgebieten der Lubliner Hochfläche (German abstract). *Czas. Geogr.* 29: 335-354.
- MARUSZCZAK H. (1986): Loesses in Poland, their stratigraphy and paleogeography. *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sect. B*, 41: 15-54.
- PASZYŃSKI J., KLUGE M. (1986): Climate of the Nida Basin (English abstract). *Studia Osr. Dokument. Fizjogr.* 14: 211-238.
- SNIESZKO Z. (1995): The loess cover evolution during last 15 000 years in Poland (English abstract). *Pr. Nauk. Univ. Śląskiego* 1496: 5-124.
- STARKEL L. (ed.) (1997): Role of heavy downpours in the evolution of the Miechow Upland (with downpour of 15 September 1995 as the example) (English abstract). *Dokument. Geogr.* 8, pp. 107.
- URBAN J. (2002): Jaskinie czy tylko dziury w lessach (in Polish only). *Zacisk* 21: 16-18.
- URBAN J., MOCHOŃ A., JANIEC J. (1990): Pseudokrasové tvary ve sprašich vysočin středního Polska a jejich vznik. In: 4<sup>th</sup> Symp. on Pseudokarst with Intern Part. (*Knih. České Spel. Spol., sv. 23*), Praha: 98-106.
- WALCZOWSKI A. (1964): Karst loessique de la chaîne d'Orlowiny et de Wygielzow (French abstract). *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sect. B* 17, 6 (1962): 169-182.
- WALCZOWSKI A. (1971): Suffosion in the neighbourhood of Pacanow general (English abstract). *Biol. Inst. Geol.* 242: 99-135.
- WALCZOWSKI A. 1975 – Symptoms of recent suffosion-erosion processes in the vicinity of Opatowiec (English abstract). *Biul. Inst. Geol.* 283: 189-209.
- ZHU T. X. (1997): Deep-seated, complex tunnel system – a hydrological study in a semi-arid catchment, Loess Plateau, China. *Geomorphology* 20, 3-4: 255-267.

# Výzkum a dokumentace pseudokrasu Broumovské vrchoviny – stav k roku 2003

Oldřich Jenka<sup>(1)</sup> – Jiří Kopecný<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> ZO ČSS 5-03 Broumov, 549 54 Police nad Metují, Smetanova 357 Czech republic

<sup>(2)</sup> ZO ČSS 5-3 Broumov, 550 01 Broumov – Velká Ves, Husova 154

## Abstract

### ***The state of research and documentation of pseudokarst phenomena in the Broumovská vrchovina Upland as of 2003***

*Speleological research and documentation of pseudokarst phenomena in the Broumovská vrchovina Upland, NE Bohemia, have been conducted by the local ZO ČSS 5-03 Broumov speleological team since 1980. Its main activities are focused on area formed by quartzose sandstones of Quader-sandstein type and other Upper Cretaceous rocks, showing a wide range of surface and subsurface forms of pseudokarst relief. The research, yet incompleted, lists 152 caves in the whole area (of which 148 in quartzose sandstones). The longest cave is the Teplice Cave, 1065 m long. The elevation range of local caves reaches max. 50 m.*

*Speleological activities are further aimed at surface forms of pseudokarst relief, at meso- and microclimates of caves and the parts of rock cities showing a temperature reversal, at secondary fills of pseudokarst caves and rock shelters (especially the so-called root stalagmites), biospeleology and also at co-operation on geomorphological and geotechnical monitoring.*

**Key words:** *pseudokarst caves, quartzose sandstone, cave fills, surface landforms*

## 1. Úvod

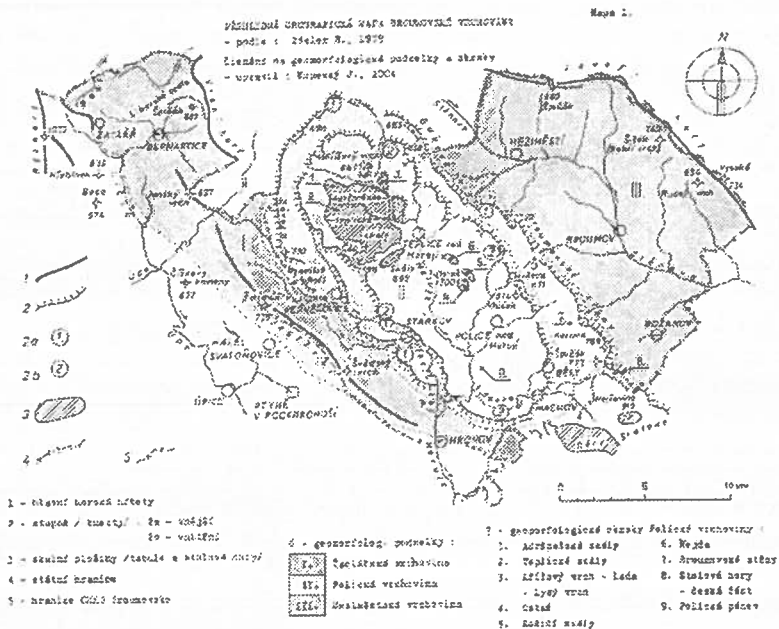
Broumovská vrchovina se rozkládá na SV Čech, v území Královéhradeckého kraje a ze severu a východu je omezena státní hranicí s Polskem. Z geologického hlediska je částí vnitrosudetské pánve. Ta vznikla v průběhu variské tektogeneze a byla nejprve vyplněna suchozemskými sedimenty a vulkanity od spodního karbonu až do spodního triasu. Na zarovnaný povrch těchto hornin transgredovalo křídové moře. Horizontálně až subhorizontálně uložené křídové sedimenty byly po ústupu křídového moře během saxonské tektogeneze zvlněny a rozlámány.

Vnitrosudetská pánev je protažena ve směru SZ – JV. Na jihozápadě je omezena hronovsko-příčskou poruchovou zónou, která tvoří její hranice vůči sousední Podkrkonošské pánvi. V ostatních směrech terén přechází do polské části vnitrosudetské pánve. Pánevní výplň je porušena zlomy všech hlavních směrů (především SZ – JV a SV – JZ), které se staly určujícím prvkem pro vývoj a současný stav reliéfu.

Geologickými poměry se zabývala již řada autorů, za klíčové lze pokládat monografické práce geologa Radka Táslera (TÁSLER R. a kol., 1979; KOTLÁŘ J., TÁSLER J., 1987).

Geomorfologický celek Broumovská vrchovina je plně shodný s geologickou jednotkou české části vnitrosudetské pánve. Je dále členěn na podcelky Žacléřská vrchovina, Meziměstská vrchovina a Polická vrchovina. Zatím co Žacléřská vrchovina a Meziměstská vrchovina na obou okrajích celku jsou tvořeny podložními sedimenty a vulkanity karbonu a permu, případně i triasu, střed je tvořen Polickou vrchovinou – její terén je tvořen nejsvrchnější a nejmladší výplní vnitrosudetské pánve: sedimenty

svrchní křídly. Jsou tvořeny hlavně mořskými a brakickými cenomanskými, turonskými až koniackými slínovci a pískovci. Také geomorfologickými poměry se zde zabývala řada autorů (DEMEK J. a kol., 1965; ŘEZÁČ B., 1955; SLÁDEK J., 1977 ad).



## 2. Polická vrchovina a její pseudokrasový reliéf

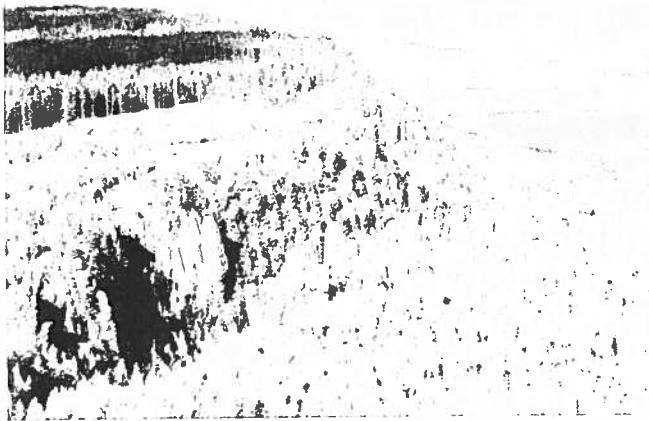
Polická vrchovina je geomorfologicky členěna na další okrsky: Polickou stupňovinu, Broumovské stěny a Stolové hory po obvodu a Polickou pánev na středu terénu. Polická stupňovina tvořící převážnou část vnějších kuest je složena z cenomanských glaukonitických a kvádrových pískovců a spodnoturonských prachovců a slínovců. Broumovské stěny a česká část Stolových hor jsou tvořeny středně-turonskými křemennými až arkózovými pískovci. Vnitřní kuesty a centrální strukturální plošiny Polické pánve jsou tvořeny středně-turonskými slínovci, prachovci a vápnito-jílovitými pískovci. Na tomto podloží spočívají jednotlivé denudační zbytky nejsvrchnějšího křídového souvrství, tvořeného kvádrovými pískovci středního turonu až koniak. Silně načleněné stolové hory a pahorky Adršpašsko-teplických skal, Ostaše, Hejdy a Kočičích skal, podobně i Broumovských stěn i české části Stolových hor mají vysoce dynamický reliéf, ve kterém je plně rozvinut povrchový i podzemní pseudokrasový reliéf, tvořený širokou a pestrou škálou makro-, mezo- a mikroforem pseudokrasové modelace. V místech největšího uplatnění těchto forem reliéfu vznikla skalní města, v případě Adršpašských i Teplických skal intenzivně členěná s denivelací i přes 100 metrů. Na vývoji pseudokrasového reliéfu se podílí řada geomorfologických procesů jako mechanické a částečně i chemické zvětrávání, svahové pohyby, říčení, odnos a akumulace skalních bloků a zvětralin, sufoze i fluvialní a eolická eroze.

Studiem geomorfologických poměrů a pseudokrasových tvarů v terénech Polické vrchoviny se zabývala řada autorů již od počátku minulého století až do současnosti (např. PETRASČEK W., 1909; REŽNÝ K., 1977; VÍTEK J., 1977, 1979, 1980a, 1981a, 1982, 1986).



Obr. 1.: Supí skaly v jižním okraji Teplických skal - pohled na jižní část Polické vrchoviny; uprostřed vrch Ostaš, za ním pásmo Broumovských stěn, napravo v pozadí Hejsovina (Szczeliniec, 919 m n. m.) ve Stolových horách (již na území Polska). Foto: O. Jenka

Supí skaly Cliffs on the S periphery of the Teplické skaly rock city - a view of the S part of the Policka vrchovina Upland: Ostaš Hill in the centre, Broumovské stěny Cliffs in the background, and Szczeliniec, 919 m a.s.l., in the Gory stolowe Mts. (in Poland) on the right in the background.



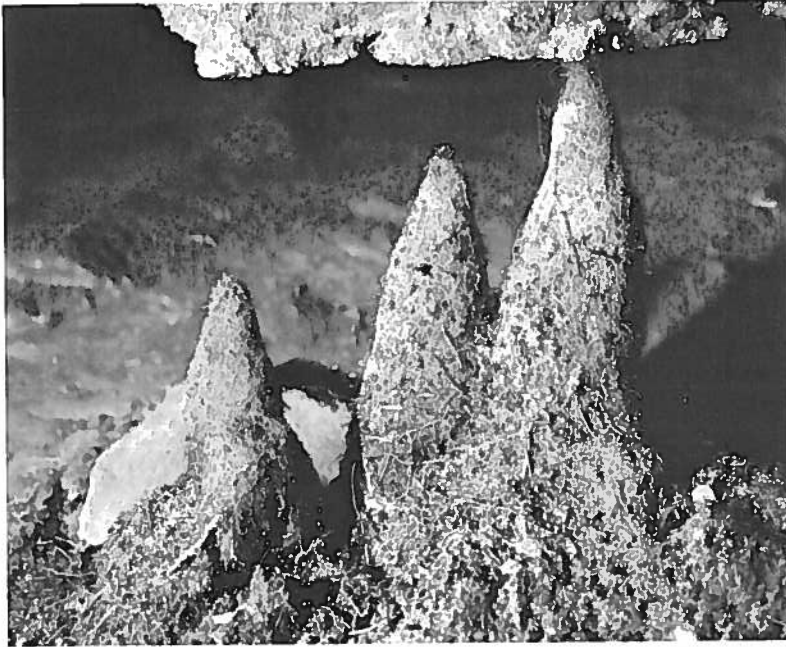
Obr 2.. Broumovské stěny: rokle s vyústěním do příkrého vnějšího svahu kuesty a odvodněním do Broumovské kotliny - denivelace mezi vrcholy skalních piliřů a dnem rokle je cca 50 metru, ve dnu rokle pod blokovým závalem se nachází 400 metru dlouhá sutová jeskyně Pod Luciferem. Foto: O. Jenka

Broumovské stěny Cliffs: a gorge emptying in a steep outer slope of a cuesta, and drained into the Broumovská kotlina Basin. Elevation difference between the peaks of rock pillars and the gorge bottom is ca. 50 m. A talus cave "Pod Luciferem", 400 m long, is located in the gorge bottom beneath blocky talus.



Obr. 3.: Teplické skály - sutová Teplická jeskyně 1065 metru dlouhá: v její centralní části v průběhu zimy vzniká ledová vyzdoba, která místy setrvá až do plného léta. Foto: O. Jenka

Teplické skály Cliffs - the Teplice Cave of talus origin, 1065 m long. During winter, its central part hosts ice decorations, locally preserved until mid-summer.



*Obr. 4.: Teplické skály - Kraví hora: skupina tří kořenových stalagmitů (výška 20 - 30 cm) v jeskyni U Lokomotivy vznikla lineárně pod jednou skapovou římsou; v jeskyni se celkem nachází pět kořenových stalagmitů.*

*Foto: O. Jenka*

*Teplické skály Cliffs – Kraví hora Hill. A group of three root stalagmites (heights 20–30 cm) in the U Lokomotivy Cave was formed in one line under a single drip ledge; altogether five root stalagmites are developed in the cave.*

### 3. Pseudokrasové jeskyně

Jeskyně patří k poměrně běžným tvarům pískovcového reliéfu Polické vrchoviny. Z genetického a morfologického hlediska jsou i zdejší pseudokrasové jeskyně členěny do šesti skupin:

- 1) jeskyně puklinové: jsou to svislé, úzké prostory s různou délkou; vznikají na puklinách či puklinových zónách a jsou rozšiřovány vlivem zvětrávání a odnosem hornin, případně erozí – příkladem četných jeskyní je j. Pod Hvězdou v Broumovských stěnách.
- 2) jeskyně vrstevní: vytvářejí se zvětráváním a odnosem méně odolných poloh, prostory jsou většinou nízké, různě široké a dlouhé – příkladem tohoto typu mohou být jeskyně v Trpasličí skále I. a II. na Ostaši.
- 3) jeskynní výklenky: patří k rozšířeným tvarům a vznikají destrukcí hornin selektivní denudací podmíněnou litologickým složením, nebo destrukcí horniny v polohách tektonicky různosměrně porušených. Prostory těchto jeskyní mají různou šířku a výšku, délky (hloubky do masivu) bývají menší – příkladem tohoto typu jsou jeskyně Nad Řeznickou sekyrou nebo jeskyně Pec, obě v Teplických skalách.
- 4) jeskyně rozsedlinové: vznikají procesem gravitačního odsedání skalních bloků v okrajích skalních plošin nebo na svahu v závislosti na svislých nebo vodorovných puklinách, případně vrstevních plochách; vzniklé prostory jsou většinou úzké a vysoké, s příčným profilem ve tvaru „V“ nebo „A“, podle způsobu pohybu bloků. Tímto způsobem vznikají i dlouhé prostory chodbového charakteru (např. jeskyně Tunel v Broumovských stěnách), nebo i poměrně hluboké a úzké prostory propastovitého charakteru (např. Teplická propast v Teplických skalách nebo Netopýří propast v Adršpašských skalách).
- 5) jeskyně suťové (blokové): jsou specifickou skupinou pseudokrasových jeskyní vzniklých v blokových akumulacích ve dnech roklí a kaňonů nebo na úpatí skalních stěn či v balvanitých proudcích na svazích; jeskynní dutiny mezi balvany mají nepravidelný tvar při častém prostřídávání větších



i zcela těsných prostor. Při spojitosti s podzemním vodním rokem, který při průtoku dnem rokle je kryt balvanitou sutí a prostory jeskyně neustále vyklizuje, vznikají celé jeskynní systémy, které vynikají (při srovnání s ostatními typy pseudokrasových jeskyní) svojí délkou. Díky extrémnímu klimatu těchto jeskyní, proti vnějším atmosférickým vlivům krytých až 25 metru mocnou blokovou akumulací (jako je to např. u Teplické jeskyně) setrvává v některých částech prostor ledová výzdoba až do pozdních letních měsíců – z tohoto typu jeskyní lze jmenovat Řeňchovou jeskyni v Adršpašských skalách (205 m dlouhá), jeskyni Pod Luciferem v Broumovských stěnách (400 m dlouhá) a Teplickou jeskyni v Teplických skalách, která délkou 1065 m je dosud nejdelší pseudokrasovou jeskyní České republiky.

- 6) jeskyně kombinované: do této skupiny náleží zbývající jeskynní tvary, na jejichž vývoji se podílí více činitelů, výsledný tvar se pak morfologicky blíží nejméně dvěma z pěti předchozích typů jeskyní; nejčastější kombinací v terénech pískovců Polické vrchoviny je kombinace puklinové a vrstevní jeskyně, puklinové a sutové jeskyně nebo (nejčastěji) rozsedlinové a sutové jeskyně – jako příklad lze uvést jeskyni Kořenka v Teplických skalách, která je rozsedlinovo-sutovou jeskyní.

#### 4. Speleologické aktivity

Speleologické aktivity v území Broumovské vrchoviny provádí místní ZO ČSS 5-03 Broumov od svého ustavení v roce 1980, jako jediná speleologická skupina v této oblasti. Její terénní práce jsou dodnes dělené do tří samostatných a náplní rozdílných aktivit:

- na výzkumné a revizní akce za účelem detailního poznání jednotlivých částí rozsáhlých skalních oblastí a vyhotovení evidence pseudokrasových jeskyní i dalších významných prvků pseudokrasové modelace reliéfu;

- na měřicí a dokumentační práce v podzemních lokalitách i dokumentaci významných jevů povrchově pseudokrasové modelace;

- na speciální speleologické programy a studie, z nichž k nejdůležitějším patří problematika kořenových tvarů a další biospeleologické výzkumné práce, mikroklimatické studie, studie vyplní pseudokrasových jeskyní, sekundárních minerálů (především železivce a pisolity) – skupina rovněž spolupracuje na speleoarcheologických a speleohistorických problematikách při geotechnickém monitoringu a geomorfologickém mapování.

Především pro rozlehlost pseudokrasových terénu není základní speleologický výzkum v této oblasti dokončen, do současné doby (s uzávěrkou r. 2003) je evidováno v Broumovské vrchovině 152 pseudokrasových jeskyní a propastí s převahou těchto lokalit v pískovcových terénech (148) nebo slínovcích (1) Polické vrchoviny, zbylé se vyskytují v permokarbonské Žacléřské vrchoviny (2) a Meziměstské vrchoviny (1). Počty jeskynních lokalit v jednotlivých okresech podává Tabulka č. 1, situaci geomorfologického členění speleologické evidence podává Mapa 1.

Intenzivní speleologické aktivity a konkrétní výsledky výzkumu, evidence a dokumentace primárních i sekundárních pseudokrasových jevů Broumovské vrchoviny vyvolaly rovněž poměrně intenzivní spolupráci s řadou odborníků a vědeckých institucí nejen v problematikách geofaktoru, ale i v problematikách zoologie, botaniky, př. i archeologie. Významný je přínos speleologické evidence a dokumentace pro orgány státní ochrany přírody jak centrální tak místní, neboť významné části pseudokrasových skalních terénů s výskytem jeskyní se nacházejí v některém z MCHU, všechny (až na jednu jeskyni v Žacléřské vrchovině) jsou v hranicích CHKO Broumovsko.

Dokumentační práce (mapování terénu i speleologická dokumentace) probíhají dle vydané metodiky (DEMEK J. a kol., 1990), která obsahuje i návod pro dokumentaci a monitoring kořenových tvarů (KOPECKÝ J., 1990, 1998).

Za zhruba 30 let speleologického studia vznikla také řada prací nejrůznějšího zařazení v problematikách pseudokrasu. Tyto práce jsou díky rozsáhlé spolupráci s odborníky výstupy v široké škále geobioktoru, klimatických poměrů, geotechniky i ochrany přírody. V samotné problematice speleologie a pseudokrasových jeskyní jsou to především práce autorů (CÍLEK V., 1994; DEMEK J., KOPECKÝ J., 1992, 1994a, 1994b; JENÍK J., 1985, 1992, 1998; JENÍK J., KOPECKÝ J., 1985, 2001; JENKA O., KOPECKÝ J., 1987; KOPECKÝ J., 1982, 1985, 1990a, 1992a, 1992b, 1996a, 1996b, 1999, 2001, 2002; KOPECKÝ J., JENKA O., ADAMOVIČ J., 2002; KOPECKÝ J. a kol., 1988; RŮŽIČKA V., KOPECKÝ J., 1992; VÍTEK J., 1981b).

Výsledky dlouholetého studia pseudokrasu se rovněž staly podkladem pro realizaci řady odborných seminářů zaměřených k řešení různých témat, demonstrováných v terénech Broumovské vrchoviny, při setkání amatérských i profesionálních speleologů a karsologů, zástupců vědeckých institucí, vysokých škol i orgánů státní ochrany přírody. Řada těchto setkání měla i mezinárodní účast – i 1. a 2. mezinárodní sympozium o pseudokrasu v roce 1982 a 1985 bylo realizováno v oblasti Broumovské vrchoviny (na Janovičkách u Broumova).

Tabulka č. 1

Výskyt pseudokrasových jeskyní v geomorfologických jednotkách Broumovské vrchoviny

<b>BROUMOVSKÁ VRCHOVINA</b> (geomorfologický celek)		
<b>Geomorfologický podcelek</b>	<b>Geomorfologický okrsek</b>	<b>Počet jeskyní</b>
I. ŽACLÉŘSKÁ VRCHOVINA	1. Jestřebí hory	2
II. POLICKÁ VRCHOVINA	1. Adršpašské skály	13
	2. Teplické skály	44
	3. Křížový vrch - Lada - Lysý vrch	1
	4. Ostaš	22
	5. Kočičí skály	14
	6. Hejda	27
	7. Broumovské stěny	26
	8. Stolové hory (česká část)	1
	9. Polická pánev	1
III. MEZIMĚSTSKÁ VRCHOVINA	1. Broumovská kotlina	1
Jeskyní celkem		152

sestavil: J. Kopecký st., 2003

## 5. Závěr

Výsledky intenzivních aktivit prokázaly, že Broumovsko patří k významným pseudokrasovým oblastem s výskytem bohatých forem povrchového i podzemního reliéfu. Zejména v pískovcových terénech Polické vrchoviny specifický georeliéf a klimát vytvářejí podmínky pro existenci i specifických forem biosféry – toto přírodní prostředí je výstižně označováno jako pískovcový fenomén. V samotné problematice speleologie je to oblast ještě velmi perspektivní jak pro pokračující evidenci dalších jeskyní, tak pro získávání dalších informací a dat o primárních i sekundárních pseudokrasových jevech.

## Literatura

- CÍLEK V. (1994): Fyzikálně-chemické procesy vzniku pískovcového pseudokrasu. Pískovcový fenomén: klima, život a reliéf. *Knihovna ČSS, sv. 32, Praha 1998 str. 134 - 153*
- DEMEK J., KOPECKÝ J. (1992): Geomorphology of Hejda Mesa in the Police Basin. *Acta Univ. Palacki. Olomouc., Geographica-Geologica XXXI., Vol. 109, Olomouc 1992 str. 17 - 28.*
- DEMEK J., KOPECKÝ J. (1994a): Geomorphology of Ostaš Mesa in the Policka panev Basin (Czechia). *Acta Univ. Palacki. Olomouc., Geographica-Geologica XXXIII., Vol. 118, Olomouc str. 19 - 36.*
- DEMEK J., KOPECKÝ J. (1994b): Geomorphological Processes and Landforms in the Southern Part of the Polická vrchovina Highland (Czech Republic). *GeoJournal, Vol. 32,3, str. 231 - 246*
- DEMEK J. a kol. (1965): Geomorfologie českých zemí. *Praha 1965, 336 str.,*
- DEMEK J. a kol. (1990): Příručka mapování pseudokrasu. *Knihovna ČSS, sv. 20, Praha, 84 str.,*
- JENÍK J. (1985): Stalagmitické kořání v jeskyních. *Vesmír 64,6/357, Praha 1985*
- JENÍK J. (1992): Kořenové utvary v pseudokrasových jeskyních. Pískovcový fenomén - klima, život a reliéf. *Knihovna ČSS, sv. 32, Praha 1998, str. 61 - 68.*
- JENÍK J. (1998): Jeskynní kořenové tvary: návrh terminologie. *Pseudokrasový sborník 1., str. 60. ČSS, Praha 1999*
- JENÍK J., KOPECKÝ J. (1985): Kořenové stalagmity v pískovcových jeskyních. *Sborník referátu 2. symposia o pseudokrasu. Knihovna ČSS, sv. 10, str. 26 - 34. Praha 1989*
- JENÍK J., KOPECKÝ J. (2001): Root forms from pseudokarst. - In: BOSAK P., VAŠÁTKO J. et al.: Czech Republic. - In: JUBERTHIE CH., LECU V. (eds.): *Encyclopaedia Biospeleologica, Tom III.: 1420 - 1421. Societate de Biospeleologie. Moulis - Bucarest. ISSN 0398 - 7923*
- JENKA O., KOPECKÝ J. (1987): Speleologie v CHKO Broumovsko - Oborový dokument. MS, 50 str. + přílohy. *Archiv Správa CHKO Broumovsko a archiv ZO ČSS 5 - 03 Broumov*
- KOPECKÝ J. (1982): Pseudokrasové jeskyně v kvádrových pískovcích Broumovské vrchoviny. *Sborník 1. symposia o pseudokrasu, str. 27 - 29. ČSS, Praha 1982*
- KOPECKÝ J. (1985): Stav a problematika výzkumu pseudokrasu v kvádrových pískovcích Broumovské vrchoviny. *Sborník 2. symposia o pseudokrasu, Knihovna ČSS, sv. 10, str. 127 - 133. Praha 1989*
- KOPECKÝ J. (1990a): Současný stav výzkumu pseudokrasového reliéfu Broumovské vrchoviny. *Sborník referátu 4. symposia o pseudokrasu. Knihovna ČSS, sv. 23, str. 61 - 71. Praha 1990*
- KOPECKÝ J. (1990b): Dokumentace kořenových tvarů. In: *DEMEK J. a kol.: Příručka mapování pseudokrasu. Knihovna ČSS, sv. 20, str. 26 - 47. Praha 1990*
- KOPECKÝ J. (1992a): Výzkum kořenových stalagmitů. *Pískovcový fenomén - klima, život, reliéf. Knihovna ČSS, sv. 32, str. 16 - 24. Praha 1998*
- KOPECKÝ J. (1992b): Současný stav měření mikroklimatu v pseudokrasových terénech Broumovské vrchoviny. *Pískovcový fenomén - klima, život, reliéf. Knihovna ČSS, sv. 32, str. 102 - 112. Praha 1998*
- KOPECKÝ J. (1996a): Geomorfologická charakteristika geofaktoru CHKO Broumovsko. *Sborník „Szczeliniec 1.“, str. 53 - 63. Kudowa Zdrój 1996*
- KOPECKÝ J. (1996b): Výzkum a ochrana pseudokrasu Polické vrchoviny - české části „Hejšovinské facie“. *Sborník „Pseudokrasové jevy v horninách české křídové panve“, str. 30 - 39. AOPK ČR a ČSS, Praha 1996*
- KOPECKÝ J. (1998): Dokumentace kořenových tvarů. *Pseudokrasový sborník 1., str. 61 - 70. ČSS, Praha 1999*
- KOPECKÝ J. (1999): Pseudokrasové jeskyně v oblasti Ostaše, Hejdy a Kočičích skal - příklady jejich geomorfologické a speleologické situace a dokumentace. *Archiv USMH AVČR Praha a archiv ZO ČSS 5 - 03 Broumov*

- KOPECKÝ J. (2001): Geofaktor NPR Broumovské stěny. *Archiv Správy CHKO Broumovsko a archiv ZO ČSS 5 – 03 Broumov*
- KOPECKÝ J. (2002): Proželeznění pískovců skalních oblastí Polické vrchoviny. *Pseudokrasový sborník 2. – „Železivec“. Knihovna ČSS, sv. 37, str. 57 – 62. Praha 2002*
- KOPECKÝ J., JENKA O., ADAMOVIČ J. (2002): Broumovsko. Železivec České křídové pánve. *Knihovna ČSS, sv. 38, str. 128 – 137. Praha 2002*
- KOPECKÝ J. a kol. (1988): Kořenové stalagmity a stalagnáty v pseudokrasových terénech Broumovské vrchoviny – jejich výzkum a ochrana. *Archiv Správy CHKO Broumovsko a archiv ZO ČSS 5 – 03 Broumov*
- KOTLÁŘ J., TÁSLER R. (1987): Geologie Chráněné krajinné oblasti Broumovsko. *Archiv Správa CHKO Broumovsko. Machov 1987*
- PETRASCHEK W. (1909): Die Oberflächen – und Verwitterungsformen im Kreidegebiet von Adersbach und Wekelsdorf. *Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 58 (1908): 609 – 620. Wien*
- REŽNÝ K. (1977): Náchodsko – zeměpisné vycházky. 72 str. *OSP Náchod*
- ŘEZÁČ B. (1955): Terasy řeky Metuje a tabulová plošina adršpašsko-teplická. *Rozpravy ČSAV, řada matem.–přír., 65(7), 75 str. Praha*
- RŮŽIČKA V., KOPECKÝ J. (1992): Pavouci pseudokrasových jeskyní v severových. Čechách. *Pískovcový fenomén – klima, život, reliéf. Knihovna ČSS. sv. 32, str. 102 – 112. Praha 1998*
- SLÁDEK J. (1977): Zeměpisné vymezení a regionální členění. *Příroda Orlických hor a Podorlicka, str. 13 – 87. Praha*
- TÁSLER R. a kol. (1979): Geologie české části vnitrosudetské pánve. 296 str. *ÚÚG Praha 1979*
- VÍTEK J. (1977): Povrchové tvary v křídových pískovcích SV Čech. *Památky a příroda, 2, č. 7, str. 425 – 429. Praha*
- VÍTEK J. (1979): Pseudokrasové tvary v kvádrových pískovcích SV Čech. *Rozpravy ČSAV, 89/4, 54 str. Academia Praha 1979*
- VÍTEK J. (1980): Typy pseudokrasových jeskyní ČSR. *Československý kras 30 (1978), str. 17 – 28. Academia Praha 1980*
- VÍTEK J. (1981a): Morfogenetická typizace pseudokrasu v Československu. *Sborník ČSGS 1981 (3), str. 153 – 156. Praha 1981*
- VÍTEK J. (1981b): Skalní hříby v pískovcích Broumovské vrchoviny. *Sborník ČSGS 1981 (1), 86: 8 – 24. Praha 1981*
- VÍTEK J. (1982): Příspěvek ke geomorfologii chráněných přírodních výtvorů Ostaš a Kočičí skály. *Práce a studie – příroda 13 – 14, str. 5 – 14. KSSPPOP Pardubice*
- VÍTEK J. (1986): Geomorfologie CHKO Broumovsko. *Archiv Správy CHKO Broumovsko*

# Nekrasové jaskyne v Žiarskej doline v Západných Tatrách

Peter Holúbek

Slovak Museum of Nature Protection and Speleology,  
Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; e-mail: holubek@smopaj.sk

## Abstract

### **Non-karst caves in the Žiarska Valley in the Western Tatras**

The article is dealing with 2 caves created in crystalline rocks of the Western Tatras in the Žiarska Valley. Both were created by influence of gravitational force.

**Key words:** non-karst caves, crevice

Žiarska dolina sa nachádza v juhozápadnej časti pohoria Západné Tatry, ktoré je z väčšiny budované kryštalicými horninami tatrika. Preniká ďaleko do vnútra pohoria. Z východu ju ohraničujú kóty Smrek (2089 m n. m.), Baranec (2184 m n. m.) a Žiarske sedlo (1919), z juhu hlavný hrebeň s kótami Banikov (2178 m n. m.), Tri kopy (2154 m n. m.), Smutnýr sedlom (1965) a kótou Plačlivé (2126 m n. m.) Zo západu je to kóta Príslop (2145 m n. m.), Jalovecké sedlo (1856 m n. m.), Ráztoka (1948 m n. m.), Široká (1890 m n. m.) a Kečka (1530 m n. m.) Z juhu vyúsťuje v nadmorskej výške 900 metrov Žiarska



*Pohľad na výrazné gravitačné depresie v západných svahoch masívu Smrek (2089 m n. m.). Foto: M. Belocký*  
*The view to the gravitational deprese on the western slope of the massife Smrek (2089 a. s. l.). Photo: M. Belocký*



*Pohľad na Západné Tatry, vpravo Žiarska dolina s dominantujúcim Barancom (2184 m n. m.). Foto P. Holúbek*  
*The view to the Západné Tatry, on the right Žiarska valley with dominante Baranec (2184 a. s. l.). Photo P. Holúbek*

dolina do Liptovskej kotliny. Na vzdialenosti 4 kilometre sú tu prevýšenia presahujúce 1000 metrov. Reliéf Žiarskej doliny budovanej kryštalicými horninami je poznačený ľadovcovou činnosťou. Na viacerých miestach v hrebeňových partiách sú tu vytvorené výrazné pretiahnuté depresie, majúce pôvod v gravitačných procesoch. Na tieto úkazy sú naviazané dve menšie trhliny spĺňajúce kritériá kladené na podzemné priestory. Podľa nášho názoru je možné pôvod týchto trhlín vysvetliť vyrovnávaním napätia v masivoch vplyvom intenzívneho zahĺbenia sa Žiarskej doliny. Vplyvom povrchového zvetrávania sú tieto trhliny rýchlo vyplňané sedimentmi a keďže

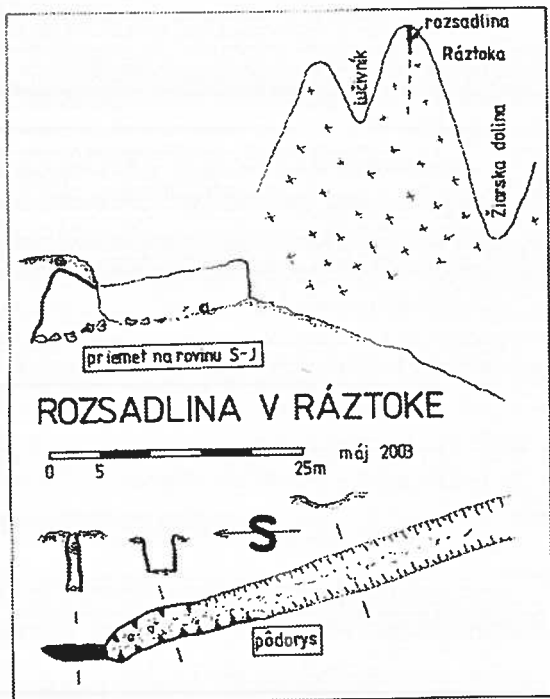
kryštalické horniny sú takmer nerozpustné, tak sa tu netvoria významnejšie rozsadlinové podzemné priestory ako sú známe z karbonátových hornín Západných Karpát a podzemný priestor je tu vzácnosť.

V severovýchodnej časti doliny sú to trhliny v západných svahoch masívu Smrek (2089 m n. m.). Ich dĺžka pozorovateľná na povrchu presahuje 200 metrov. Na týchto výrazných depresiách sme nezaregistrovali žiadny otvor vedúci do podzemia. Akurát v blízkosti Žiarskeho sedla (1919 m n. m.) sa v nevýraznej trhline nachádza v nadmorskej výške

1950 metrov vchod do 4,5 metra dlhej jaskyne nazvanej **Diera v Žiarskom sedle**. Je vytvorená v paleozoických granodioritoch kryštalinika tatrika. V zimnom období z nej vystupuje teplý prievan roztápajúci snehový pokrývku. Tento fakt svedčí o väčšom rozsahu podzemných priestorov.

Juhozápadnú časť Žiarskej doliny tvorí hrebeň Ráztoka (1948 m n. m.) – Kečka (1530 m n. m.) oddelujúci nevýraznú dolinku Lučivník od hlboko zarezanej Žiarskej doliny. Tento úsek je taktiež poznačený výraznými pretiahnutými depresiami, ktoré nemajú viditeľné vchody do podzemia. Výnimkou je rozsadlina v nadmorskej výške okolo 1700 metrov. Jej severné ukončenie je v jaskynke nazvanej **Rozsadlina v Ráztoke** vytvorenej v metamorfitech paleozoika kryštalinika tatrika s dĺžkou 6 metrov. Ide o fragment trhliny, v ktorej sme nezaregistrovali v zimnom období prievan.

Tieto dve jaskyne rozširujú poznatky o podzemných priestoroch vytvorených v nekrasových horninách.



Mapa Rozsadliny v Ráztoke  
Map of Rozsadlina v Ráztoke

Podrobnejším skúmaním sa určite podobných lokalít nájde nielen v Tatrách, ale aj napríklad v Nízkych Tatrách viac. Z jaskyniarskeho hľadiska môže byť zaujímavé aj Gáborove sedlo pod Klinom (2172 m n. m.), kde sú v zimnom období pozorovateľné v gravitačných odtrhoch výrazné odtopené miesta v snehu od teplého vzduchu vystupujúceho z podzemia.

### Literatúra:

- GAÁL, L. (2003): Genetické typy rozsadlinových jaskýň na Slovensku. *Slovenský kras*, 41, Liptovský Mikuláš, 29-45.
- HOLÚBEK, P. (2000): Diera nad Žiarskym sedlom v Západných Tatrách. *Spravodaj SSS*, 31, 3, Liptovský Mikuláš, 33.
- NEMČOK, J. (1994): Geologická mapa Tatier. *GÚDŠ, Bratislava*.
- WISNIEWSKI, W., W. (2004): Diera nad Žiarskym Sedlom v Západných Tatrách – doplnok. *Spravodaj SSS*, 35, Liptovský Mikuláš, 72.



Rozsadlina v Ráztoke.  
Foto: P. Holúbek  
The crevice in the Ráztoka.  
Photo: P. Holúbek

# Siliceous karst forms in the Lužické hory Mts., northern Bohemia

Jiří Adamovič<sup>(1)</sup> – Petr Havránek<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Geologický ústav AV ČR, Rozvojevá 135, 165 02 Praha 6, Czech republic,  
adamovic@gli.cas.cz

<sup>(2)</sup> Magistrát města Liberec, TR. 1. máje 108, 460 59 Liberec, Petr.Havranek@magistrat.liberec.cz

The described forms of karstification in siliciclastic rocks come from the northern margin of the Bohemian Cretaceous Basin, from the present Lužické hory Mts. lying in the axial part of the Ohře Rift graben. Volcanic rocks dominating this part of the graben are alkaline acidic rocks (phonolites, trachytes), as opposed to alkaline basaltic rocks in other parts of the graben. This contrast can be most readily explained by Late Cretaceous–Early Tertiary crustal thickening on thrust faults of the Elbe Zone, which also form the northern limitation of the basin (Lusatian Fault). Karstified sandstones of Turonian to Coniacian age are composed of 99 % quartz and low amounts of feldspar and heavy minerals (zircon, rutile, ilmenite).

In the sandstones, subvertical zones max. 5 m broad or narrower subhorizontal zones are strongly cemented by secondary SiO<sub>2</sub> phases. Medium intensity of silicification is characterized by hard sandstones formerly used for millstone manufacture. Their hardening is due to pressure solution of quartz grains, and secondary quartz cement precipitation. High-intensity silicification produces quartzite of chert appearance, where quartz cement combines with chalcedony. Silicification is linked to intrusive bodies of phonolite, which supplied sufficient heat and alkaline fluids for quartz dissolution, transport and final reprecipitation.

Large cavities are developed especially along fracture zones in close proximity of phonolite bodies. The largest caves are present at Milštejn (VORTISCH 1934, BRZÁK et al. 2000). Spherical rooms with almost no wall sculptation but with convection cupolas and convex bulbous structures on their roofs indicate quartz dissolution as the most probable reason of their formation. On the land surface, microforms reminiscent of limestone karst (karren, solution pans) concentrate to high-intensity silicified sandstones but are absent from unaltered sandstones outside the silicified zones. Siliceous speleothems formed by fibrous chalcedony cover the walls of dilated joints and caverns.

The caves and other forms in the Lužické hory Mts. appear to be the products of quartzite karst where siliceous material was dissolved in some portions and reprecipitated elsewhere. The whole process seems to have been controlled by the flow of heated alkaline fluids released during phonolite emplacement and cooling. Some chalcedony could have been dissolved later under subaerial exposure with no hydrothermal influence, as is commonly the case in humid temperate or tropical zones of the present (CHALCRAFT & PYE 1984, WRAY 1997).

BRZÁK, P., FABIÁNEK, O. & HAVRÁNEK, P. (2000): Jeskyně na Milštejně. *Bezděz*, 9, 253-268. Česká Lipa.

CHALCRAFT, D. & PYE, K. (1984): Humid tropical weathering of quartzite in southeastern Venezuela. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 28, 321-332. Berlin, Stuttgart.

VORTISCH, W. (1934): Die „Höhlen“ am Mühlstein bei Zwickau in Böhmen und morpholog. Beobachtungen an der Felsengruppe. *Firgenwald*, 7, 3, 72-77. Liberec.

WRAY, R.A.L. (1997): Quartzite dissolution: karst or pseudokarst? *Cave and Karst Science*, 24, 81-86. Crickhowell, UK.

# LE MORFOLOGIE PSEUDOCARSICHE NEL FLYSCH DELLA VALLE DELLO JUDRIO (FRIULI VENEZIA GIULIA – ITALIA)

di Maurizio Tavagnutti

Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" Gorizia - Italy

## Riassunto

*Nel presente lavoro l'Autore prende in esame un particolare tipo di fenomeno carsico epigeo riscontrato nella formazione del Flysch presente nella vallata dello Judrio (Prealpi Giulie), una valle fluviale situata all'estremità orientale del Friuli-Venezia Giulia e ne descrive la tipologia dal punto di vista morfologico.*

*Si tratta di un fenomeno carsico molto particolare essendosi instaurato in un litotipo prevalentemente flyschoide (marna ed arenaria).*

*Dopo aver inquadrato morfologicamente l'ambiente vallivo, l'Autore passa a descrivere le principali caratteristiche delle microforme carsiche superficiali che, trovandosi in un ambiente flyschoide, rappresentano un motivo di novità nello studio del carsismo epigeo.*

*Soffermandosi sulle peculiarità di un ambiente abbastanza unico ed interessante, l'Autore nota delle forti analogie con lo stesso morfotipo riscontrato in terreni prevalentemente calcarei (Carso, M. Canin, ecc.).*

**Parole chiave:** Valle dello Judrio, paracarsismo, morfologie carsiche, carsismo superficiale, Rillenkarren, Trittkarren, Rinnenkarren, Lochkarren, Vaschette di corrosione, Mäanderkarren, Klufthkarren, Grize, doline.

## Abstract

*With this work, the author examines a particular type of epigeous Carsican phenomenon found in the Flysch formation present in the Judrio Valley (Julian pre-Alps), a fluvial valley located at the eastern border of Friuli-Venezia Giulia - Italy, and describes its typology from a morphological point of view.*

*This represents a very particular Carsican phenomenon, being located in a prevalently flyschoid lithotype (marne and sandstone).*

*After having described morphologically the valley environment, the author then analyses the principal characteristics of the superficial Carsican microforms which, being located in a flyschoid environment, represent a new reason to study epigeous Carsican phenomena.*

*While treating in detail the peculiarities of a rather unique and interesting environment, the author notes the close analogies with the same morphotype found in prevalently calcareous soils (Carso, Mount Canin, etc.)*

**Key words:** Judrio Valley, paracarsism, Carsican morphology, superficial carsism, Rillenkarren, Trittkarren, Rinnenkarren, Lochkarren, corrosion basins, Mäanderkarren, Klufthkarren, Grize, doline.

## PREMESSA

Nell'analizzare le forme carsiche presenti nella valle dobbiamo ricordare che ci troviamo in presenza di terreni flyschoidi, pertanto siamo di fronte ad una manifestazione del carsismo del tutto particolare che, anzi, a ben vedere alcuni Autori definiscono di paracarsismo.



Mi sembra interessante, pertanto, fare una descrizione minuziosa delle morfologie carsiche superficiali esistenti nel Flysch, al fine di determinare una possibile analogia con quelle presenti in terreni calcarei. A questo scopo è stato fatto un attento lavoro di classificazione delle singole forme carsiche superficiali, presenti nella valle, attenendosi alla nomenclatura proposta dal Bögli<sup>1</sup>; si sono osservate in questo modo dalle sorprendenti similitudini con le loro omologhe in terreni calcarei.

In alcuni casi si è visto che, nei litotipi a partire da quelli calcarenitici, per poi arrivare a quelli arenacei, si instaurano alcune microforme alquanto particolari.

Da una prima comparazione superficiale tra quelle osservate sulle arenarie si possono riscontrare senza dubbio numerose analogie con quelle presenti in rocce calcaree, sebbene le prime si differenzino significativamente da queste ultime per alcuni particolari sia morfologici sia evolutivi. Pertanto, anche se le tipologie possono sembrare simili, bisogna fare comunque attenzione nel ricostruire il quadro morfologico evolutivo del carsismo presente nella valle in quanto la loro genesi potrebbe essere sostanzialmente differente.

Ad esempio ho notato che i "*fori di dissoluzione*" impostati in litotipi arenacei hanno generalmente un'origine sottocutanea; l'abbondante copertura terrigena e vegetale, sempre presente lungo tutta la vallata dello Judrio, contribuisce in modo determinante alla genesi di questo morfotipo.

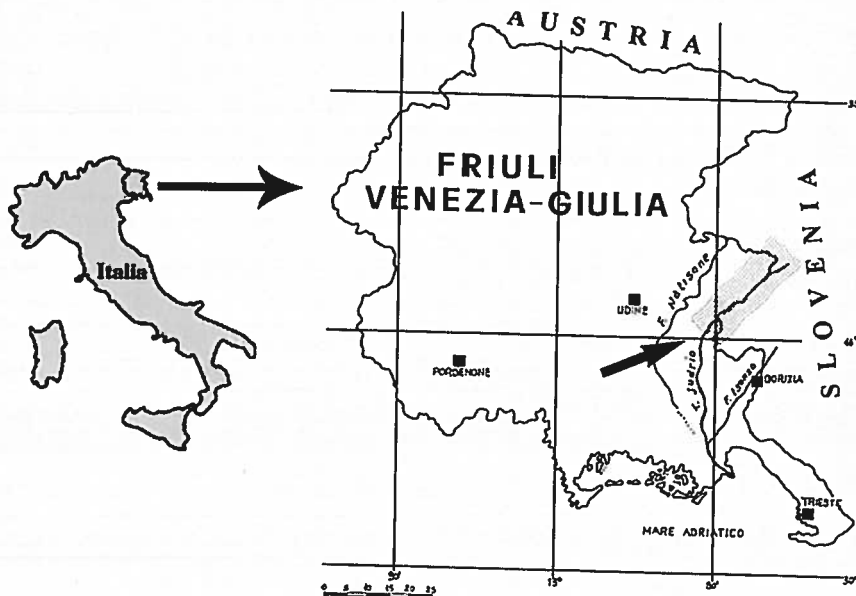
Sostanzialmente tutte queste forme, a differenza delle loro omologhe nei calcari, presentano bordi e spigoli arrotondati, indice evidente di una genesi sviluppatasi sotto copertura; inoltre esse sono quasi sempre impostate su fratture o giunti di discontinuità.

Da quello che ho potuto osservare, anche i "*Rillenkarren*", presenti generalmente sulle calcareniti o arenarie a matrice carbonatica, hanno una forma abbastanza particolare; essi di solito sono molto più allungati dei loro corrispettivi in roccia calcarea, inoltre, a differenza di questi, le creste delle singole canalature sono tutte irregolari.

Tale situazione può essersi benissimo determinata dalla differenziazione di solubilità dei clasti che compongono questo particolare litotipo.

Come si vede il lavoro di classificazione delle microforme carsiche superficiali si presenta estremamente interessante. Anche il carsismo ipogeo è molto ben rappresentato nella vallata, esso è piuttosto diffuso ed è contraddistinto da una grande quantità di grotte, generalmente ad andamento verticale, quelle poche ad andamento orizzontale costituiscono le risorgive fossili di vecchi sistemi idrici o sono ancor oggi in piena attività.

1 - BOGLI A., 1960. Kalklösung und Karrenbildung. Int. Beiträge z. Karstmorph., 2, Zeitschr. für Geomorph., Göttingen: 4-21.



## DESCRIZIONE GEOMORFOLOGICA DELL'ALTA VALLE DELLO JUDRIO

In questa sede non è mia intenzione fare una descrizione geologica della vallata in quanto essa è già ben trattata da un altro Autore nel presente volume.

Tuttavia, per una maggiore comprensione di quanto andrò a trattare e soprattutto per poter localizzare più facilmente i fenomeni di cui si parla, sono costretto a fare un breve excursus sui vari litotipi e le varie formazioni qui presenti.

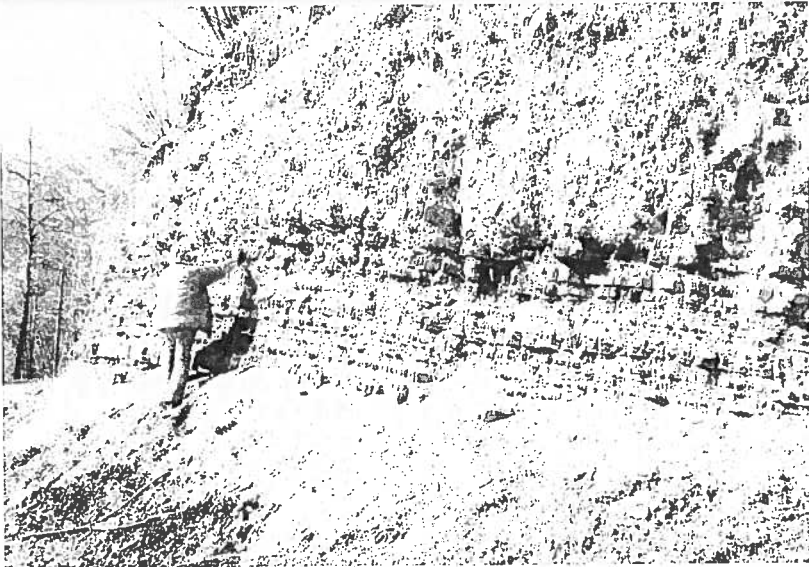
Allo scopo debbo sottolineare che, geologicamente l'intera area è stata descritta da Tunis G. & Venturini S.<sup>2</sup>; essa è interessata da una successione carbonatica costituita da calcari di piattaforma che rappresentano il margine nord-orientale della Piattaforma Friulana durante il Cretacico. Presso Miscecco possiamo trovare i depositi più antichi che sono caratterizzati da facies granulari e dalla pressoché totale assenza di facies fangose. Verso l'alto compare la formazione del Calcarea di Cellina che raggiunge lo spessore di 350 m; di questa unità sono caratteristici l'intervallo Barremiano contraddistinto dalla ricchezza di stromatoliti e da strutture di emersione nonché alcuni livelli contenenti significative associazioni microfaunistiche del Cretacico inferiore. Un corpo di breccia, spesso circa 10 m ed affiorante 800 m ad ovest del paese di Bodigo, chiude la successione del Calcarea di Cellina. La successiva unità di età Cenomaniano inferiore è contraddistinta da una sequenza spessa 200 m, a stratificazione mal distinguibile. Seguono 70 m di calcari bio-clastici del Senomaniano inferiore, costituiti in larga misura da frammenti di rudiste ed organizzati in due litostomi. La Scaglia ed alcuni corpi di breccia chiudono la successione carbonatica della Valle dello Judrio (Tunis G. & Venturini S., 1997). Risalendo la valle, verso monte incontriamo invece tutta la successione dei terreni flyschoidi complicata da numerose faglie trasversali all'asse vallivo dello Judrio. Gli stessi Autori nel 1992 in una revisione semplificata della stratigrafia del Flysch del Friuli orientale, riconoscono tra le altre le seguenti unità che interessano la valle dello Judrio: "Unità di Drenchia" (Campaniano sup. p.p.), "Flysch di Clodig" (Maastrichtiano inf. p.p.), "Flysch dello Judrio" (Maastrichtiano inf. p.p.-medio), (fig. 1),

<sup>2</sup> - TUNIS G. & VENTURINI S., 1997. La geologia delle valli del Natisone. Il fenomeno Carsico delle valli del Natisone (Prealpi Giulie - Friuli), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. IX, Udine: 35-48.



*Fig. 1 – Località Gnidovizza, si possono vedere gli strati arenaceo-marnosi del "Flysch dello Judrio" che in questo punto sono particolarmente disturbati. In questa zona non si sono notati grandi fenomeni carsici ipogei, se si esclude qualche cavità ad andamento verticale. Le manifestazioni carsiche superficiali sono rappresentate da ondulazioni dolci del terreno (doline) e forme che potrebbero essere assimilate al paesaggio del "carsismo a blocchi".*

"Flysch di M. Brieka" (Maastrichtiano sup.), "Flysch di Calla" (Paleocene inf.-medio p.p.), "Flysch di Masarolis" (Paleocene medio p.p.-sup. p.p.), (fig. 2),



*Fig. 2 – Località Covacevizza, strati flyschoidi ascrivibili al "Flysch di Masarolis". Gli strati di arenaria e marna, seppure molto regolari, sono molto fratturati e non danno sviluppo a fenomeni carsici.*

"Flysch di Grivò" (Paleocene sup. p.p.-Eocene inf. p.p.). Essi fanno poi una dettagliata descrizione delle varie unità che in questa sede non è il caso di elencare; si rimanda pertanto il lettore a consultare le specifiche pubblicazioni.

Morfologicamente la valle dello Judrio si può ricondurre al classico modello di valle a prevalente origine fluviale.

Essa, partendo dal Passo Solarie, situato non lontano da Drenchia sul versante italiano del monte Colovrat, presenta una sezione a "V" i cui versanti, nel tratto montano, si presentano molto ripidi.

Man mano che si scende lungo il fiume essi però assumono un'inclinazione meno accentuata ed i rilievi sono generalmente più arrotondati assumendo la tipica morfologia dei terreni la cui facies è prevalentemente costituita da litotipi arenaceo-marnosi. L'asse vallivo che nella prima parte, quella montana, era molto ben evidenziato dalla presenza di una vallata stretta e profonda, in corrispondenza di alcune grosse faglie trasversali, assume localmente degli improvvisi allargamenti complicati dalla presenza di piccole valli laterali originiate da questi disturbi tettonici.

Le numerose faglie, trasversali all'asse vallivo principale, mettono in contatto tettonico tra loro le diverse formazioni, tale situazione determina un elemento caratterizzante dell'aspetto morfologico dell'intera vallata.

Il percorso del fiume, che nella parte a monte assume un carattere prevalentemente torrentizio, scendendo in direzione del paese di Albana, tende a meandreggiare e ad assumere le caratteristiche proprie di un fiume; in questo tratto i depositi alluvionali piuttosto abbondanti tendono a livellare il fondo valle.

Ad ogni modo la forte energia cinetica che il corso d'acqua ancora possiede in questo tratto di valle, determina in alcuni punti la re-incisione dei sedimenti (fig. 3).



*Fig. 3 – Spesso lungo il percorso dello Judrio possiamo notare una forte re-incisione dei sedimenti alluvionali.*

La vallata nel tratto mediano, tra Podresca e Cosson, mantiene una certa ampiezza accentuata forse da una minore pendenza dei suoi versanti.

Da quest'ultima località, scendendo in direzione di Bodigo, la presenza di continui depositi carbonatici determinano un brusco cambiamento morfologico ed infine in corrispondenza dell'abitato di Albana la vallata tende gradatamente a restringersi.

In questo punto i versanti, costituiti esclusivamente da depositi carbonatici appartenenti ai "Calcari a Conicorbitolina" e ai "Calcari di Cellina", tendono a verticalizzarsi o comunque sono generalmente più ripidi, tanto che in prossimità del castello di Albana essi sono quasi strapiombanti (fig. 4).



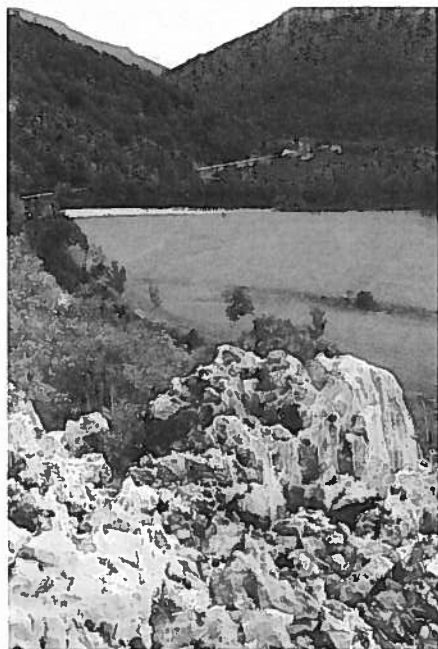
*Fig. 4 – In prossimità del castello di Albana la vallata tende a restringersi. In questo punto gli affioramenti calcarei sono messi ben in evidenza ed il paesaggio assume il caratteristico aspetto di un carso di media altezza.*

E' questo anche il punto più stretto della vallata, da qui in poi, verso valle, il fiume prosegue e si snoda meandreggiando in un'ampia pianura alluvionale fiancheggiata da basse colline flyschoidi.

L'ipotetica linea di congiungimento tra il castello di Albana ed i prospicienti rilievi, in territorio sloveno, su cui sorge l'antica chiesetta di Madonna del Giorno, costituisce tra l'altro la linea di separazione tra l'Alta valle dello Judrio ed il suo percorso inferiore.

Come abbiamo visto, il brusco cambiamento litologico presente tra Cosson e Albana determina dunque un profondo cambiamento morfologico del paesaggio, tanto che in prossimità del castello l'aspetto è quello tipico dei carsi di media altezza.

Sono presenti, in questa zona, diffusi campi carreggiati con tutte quelle morfologie superficiali (Rillenkarren, vaschette di corrosione, fori di dissoluzione, ecc.) tipiche di questi affioramenti carbonatici (fig. 5).



*Fig. 5 – In località Cras sono evidenti gli affioramenti calcarei ricchi di forme carsiche superficiali. Nella foto si può scorgere sullo sfondo il caratteristico profilo fluviale della valle.*

Gli affioramenti calcarei sono ben evidenziati anche se la vegetazione, piuttosto abbondante in questo punto, occulta in maniera significativa la struttura carsica sottostante, tale morfologia sul versante italiano assume un aspetto di carso coperto favorito dall'abbondante copertura terrigena e dal fatto che il versante vallivo non presenta forti pendenze.

Su quello sloveno, gli strati disposti quasi a franapoggio determinano invece un paesaggio decisamente più aspro e dei versanti estremamente più ripidi, qui gli affioramenti rocciosi sono molto più evidenti ed il carsismo superficiale è molto più sviluppato.

Diversa, invece, la situazione presente sui terreni flyschoidi.

Generalmente i rilievi qui presenti sono più morbidi, arrotondati e le pendenze non sono quasi mai molto accentuate se escludiamo le zone in corrispondenza di grossi disturbi tettonici (fig. 6 – 7).



*Fig. 6 – Struttura di fondo (Ripplemarks) messa in evidenza da uno sbancamento stradale.*



*Fig. 7 – Gli strati di arenaria, localmente sono stati interessati da diverse spinte orogenetiche che ne hanno modellato la giacitura*

Le morfologie carsiche superficiali sono ridotte; come avremo modo di vedere in seguito, sulla sommità dei rilievi, nella zona di spartiacque, si riscontra normalmente la presenza di profonde doline circolari e dalla classica forma ad imbuto.

Il fondo di queste depressioni è generalmente intasato da sedimenti o da sfasciumi derivanti dal degrado degli strati flyschoidi; esso non è quasi mai interessato da fenomeni ipogei rilevanti.

### **ZONA DELLE RISORGIVE**

Nell'intera area valliva possiamo trovare diverse risorgive perlopiù a carattere temporaneo e caratterizzate dall'essere impostate in terreni flyschoidi.

Questo tipo di formazione litologica favorisce, infatti, la percolazione dell'acqua meteorica la quale viene di solito raccolta lungo gli strati impermeabili e quindi fuoriesce attraverso le zone più depresse o fagliate degli strati marnoso-arenacei.

La presenza invece di un'importante fascia di risorgive a carattere perenne situate tra Albana e Bodigoi, con una prevalente concentrazione ai piedi del Colle di Gradic, rappresenta un'importante manifestazione del fenomeno carsico ipogeo locale. Tali corsi d'acqua, nella loro portata, sembrano essere indipendenti dal corso del fiume Judrio in cui si innestano (fig. 8).



*Fig. 8 – Ai piedi del Colle di Gradic si trovano numerose risorgive a carattere perenne, questa è sicuramente la più grande. Queste risorgive possono essere messe in relazione al fenomeno carsico locale.*

Interessante è la presenza di una risorgiva, conosciuta localmente con il nome di Jezara, situata al bordo della strada provinciale che conduce da Albana a Bodigoi essa è situata non lontano da Cras (fig. 9).



*Fig. 9 – La presenza di questo piccolo pozzo situato al bordo della strada provinciale che conduce da Albana a Bodigoi, rappresenta un'interessante manifestazione carsica ipogea. Localmente questa cavità è conosciuta con il nome di "Jezara".*



Si tratta di un pozzo profondo circa quattro metri il cui fondo è sempre interessato da un piccolo bacino d'acqua. Il ristagno è stato sondato per circa 2 metri, lateralmente si intravede però una profonda e stretta fessura che si inoltra in direzione del versante vallivo.

Periodicamente, in caso di pioggia, il livello dell'acqua aumenta e fuoriesce dal bordo del pozzo al punto di dare origine ad un torrente che dopo un breve percorso si getta nel vicino Judrio (fig. 10).



*Fig. 10 – Il pozzo (fig. 9) periodicamente, in caso di pioggia, si riempie d'acqua la quale fuoriesce e dà origine ad un piccolo ruscello che a sua volta si immette nel vicino Judrio.*

## **CARSISMO IPOGEO**

Per quanto riguarda la presenza del fenomeno carsico ipogeo nella valle dello Judrio ho potuto riscontrare una grande assonanza con quanto già ben evidenziato da Andrea Mochiutti<sup>3</sup> in riferimento alle morfologie ipogee relativa all'intera area delle valli del Natisone.

Raramente ho potuto osservare delle cavità importanti all'altezza del greto del fiume, ciò evidentemente è dovuto anche qui al rapido processo di erosione regressiva ed abbassamento delle soglie e dei profili di compensazione avvenuto nel postglaciale, a tale fenomeno ha fatto seguito un rapido abbassamento della falda di versante.

Solitamente le cavità si trovano lungo una fascia medio alta dei versanti in corrispondenza del paleo livello della falda, o in presenza di importanti fenomeni tettonici.

Spesso si può individuare, lungo i corsi d'acqua minori, la presenza di ripari sotto roccia anche di grandi dimensioni ma che non hanno a che fare con il fenomeno carsico. Essi sono piuttosto il risultato di una combinazione di più azioni tra cui quella termoclastica che, sembra essere determinante affinché si inneschi un fenomeno di erosione meccanica da parte delle acque dei torrenti di superficie. Tale azione avviene a spese degli strati marnoso-arenacei più fratturati, mentre i più resistenti banchi carbonatici rimangono in rilievo a costituire il tetto dei ripari stessi.

3 - MOCCHIUTTI A., 1997. Morfologie ipogee e temi di ricerca delle cavità nel Flysch. Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone, Mem. Ist. It. Spel., s. II, vol. IX, Pasion di Prato (UD): 155-160.

Quasi tutte le cavità presenti nella vallata dello Judrio sono scavate nei depositi calcarenitici inclusi tra gli strati di marna e arenaria presenti negli strati flyschoidi.

Scarsi invece i ritrovamenti di cavità di un certo rilievo nella formazione dei "Calcari a Conicorbolina" e nei "Calcari di Cellina". Pur essendo questi ultimi estremamente più carsificabili la loro superficie, finemente fratturata, dà origine ad un carsismo superficiale esasperato e diffuso impedendo, di fatto, il formarsi di un carsismo profondo (fig. 11).



*Fig. 11 – Nella zona tra Albana ed il Colle di Gradic ci sono molti affioramenti carbonatici.*

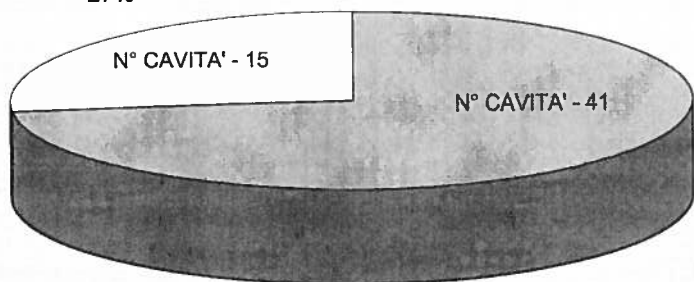
*La loro superficie, molto fratturata, dà origine ad un assorbimento delle acque meteoriche estremamente diffuso, si crea così un carsismo superficiale esasperato che di fatto impedisce lo svilupparsi di un carsismo profondo.*

La maggior parte delle cavità, infatti, si trovano nei depositi marnoso-arenacei delle varie formazioni del Flysch presenti nella vallata.

Il morfotipo di cavità più comune è quello verticale (vedi diagramma);

## RAPPORTO CAVITA' VERTICALI - ORIZZONTALI

CAVITA' ORIZZONTALI  
27%



N° CAVITA' - 41

CAVITA' VERTICALI  
73%

spesso queste ultime sono impostate lungo fratture verticali presenti nei banconi arenacei della formazione. In questo caso gli ambienti sono angusti e disagiati generalmente assumono una sezione ogivale allungata lungo l'asse principale di fratturazione. In alcuni casi quando la cavità si sviluppa interamente nella frazione clastica del Flysch, assume forme più ampie e regolari, generalmente l'ampliamento di questi ambienti avviene a scapito degli strati flyschoidi che costituiscono le loro pareti.

E' il caso della "*Voragine a sud di Prepotischis - 1025 Fr*" la cui considerevole ampiezza è derivata da crolli successivi della volta, come testimoniano gli enormi blocchi arenaceo-marnosi presenti sul fondo del pozzo d'accesso.

Le cavità orizzontali invece sono estremamente rare, generalmente sono delle vecchie risorgive, ormai fossili e si sviluppano in banconi calcarenitici. Non sono quasi mai cavità d'interstrato ma piuttosto sembrano impostate su fratture derivanti da movimenti tettonici, pertanto il loro sviluppo è determinato unicamente dalla direzione di queste ultime.

In questo caso, gli ambienti sono angusti con sezione ogivale e con l'asse maggiore disposto in concordanza con il piano di fratturazione (vedi *Grotta di Mulin Vecchio - 1213 Fr*); spesso le pareti ed il pavimento delle cavità presentano un leggero concrezionamento dovuto al ruscellamento dell'acqua ancora percolante.

In base ai numerosi casi esaminati il modello evolutivo di queste cavità nel Flysch può essere schematizzato come segue:

- Una prima fase in cui avviene la fratturazione del bancone calcarenitico per azione tettonica, in questa fase si ha lo sviluppo della percolazione delle acque all'interno del bancone, l'allargamento delle fessure verticali e l'instaurarsi di un primo reticolo carsico.

- Una seconda fase in cui si ha un abbassamento della falda di versante con conseguente aumento del processo "erosivo-dissolutivo" con prevalenza di quello di erosione meccanica, dissoluzione della frazione calcarea delle marne-arenarie e trasporto solido degli elementi insolubili.

In presenza di prevalenti stratificazioni marnoso-arenacee lo smaltimento degli strati avviene per micro distacchi successivi nel caso in cui porzioni di strato rimaste a sbalzo, per ovvie ragioni di statica, si staccano e cadono al suolo sotto forma di detrito<sup>4</sup> che in alcuni casi può essere ulteriormente trasportato dalle acque di fondo.

Molto interessante risulta essere l'analisi dei diagrammi riguardanti la distribuzione altimetrica delle cavità lungo la valle. Da essa possiamo dedurre che le grotte ad andamento verticale sono ben distribuite tra il fondo valle e la massima elevazione, anche se possiamo osservare una discreta concentrazione tra i 200-300 m s.l.m.

Per quanto riguarda la distribuzione altimetrica della cavità orizzontali, invece, si nota una loro maggior concentrazione tra il fondovalle ed i 200 m s.l.m.

## **CARSISMO SUPERFICIALE**

La vallata dello Judrio è interessata da un fenomeno carsico tipico delle aree arenaceo-marnose di quota medio-alta, dove mancano le grandi forme di superficie che vengono di solito considerate come i più tipici fenomeni delle regioni carsiche (campi carreggiati, uvale, polje, ecc.).

Gli elementi che condizionano questa situazione devono essere ricercati soprattutto nella morfologia del terreno (versanti molto ripidi) e nella litologia locale, costituita quasi esclusivamente da depositi flyschoidi. L'abbondante copertura vegetale inoltre costituisce un elemento molto importante per la genesi di alcune forme carsiche superficiali.

4 - Secondo il modello evolutivo proposto da Comar. Vedi: COMAR M., 1986. Speleogenesi nei sedimenti arenaceo-marnosi del cividalese. Sopra e sotto il Carso, notiz. del C.R.C. "C. Seppenhof", 3 (3), Gorizia: 21-34.

Ho potuto notare, infatti, che spesso queste ultime sono caratterizzate da elementi tipici (bordi arrotondati) di una genesi avvenuta in ambiente sottocutaneo, in molti di questi casi la copertura terrigena ha giocato un ruolo fondamentale nel modellamento e nell'accelerazione del fenomeno.

Alla scarsità di grandi forme carsiche superficiali fa riscontro un discreto sviluppo delle piccole forme di dissoluzione, presenti abbondantemente in quelle formazioni ricche di depositi carbonatici (Calcarei di Cellina), molto meno diffuse invece sembrano essere nei terreni marnoso-arenacei del Flysch, specie la dove gli strati flyschoidi sono meno potenti e le intercalazioni di quelli marnosi sono più frequenti.

Ciò nonostante, la presenza di strati arenacei più potenti ha dato luogo all'instaurarsi di alcune forme carsiche superficiali molto interessanti. Proprio in questo litotipo, infatti, sono state riscontrate alcune forme che possiamo chiamare di erosione-dissoluzione davvero particolari e che ho potuto constatare essere presenti unicamente nelle arenarie che compongono gli strati del Flysch.

Qui di seguito vengono descritte le varie tipologie osservate, in relazione all'andamento delle superfici morfologiche che le ospitano, con note sull'influenza della litologia.

Le forme sono generalmente indicate seguendo la terminologia tedesca (Bögli A., 1960); fra parentesi è riportato il corrispondente termine italiano.

**- RILLENKARREN (Scanalature).** – Si tratta di piccole scanalature subverticali, indipendenti dalla fratturazione, presenti su superfici carbonatiche con inclinazione anche notevole, sono molto ravvicinate fra loro e determinano sugli affioramenti una caratteristica struttura a gole le cui linee di cresta sono parallele fra loro.

Questo morfotipo ricorda vagamente, in scala naturalmente ridotta, le morfologie di tipo calancoide delle rocce argillose dell'Appennino Settentrionale.

Generalmente esiste una sostanziale differenza tra i Rillenkarrren che si trovano sui depositi calcarei<sup>5</sup> da quelli impostati su calcareniti e arenarie.

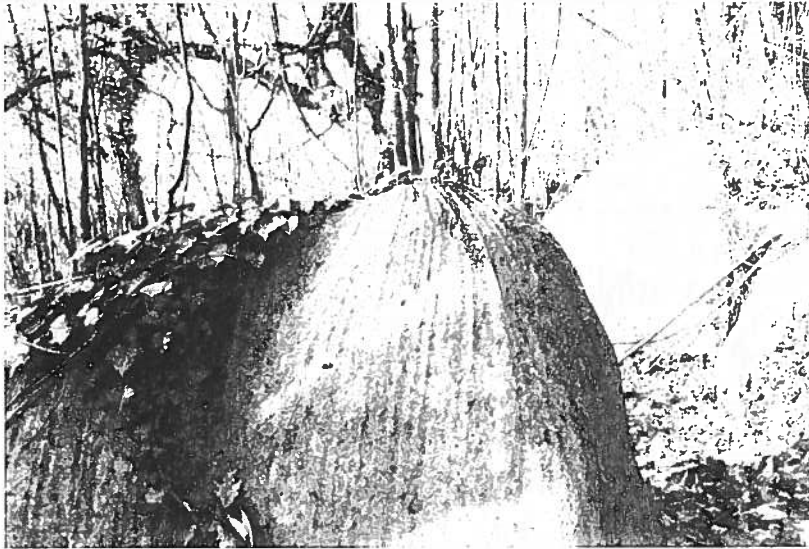
I primi presentano delle gole e creste molto acuminate, la loro lunghezza varia da pochi centimetri fino a raggiungere in qualche caso i 40-50 cm, non sempre esse sono parallele tra loro (fig. 12).



*Fig. 12 – Sugli affioramenti calcarei possiamo trovare diverse forme di erosione carsica superficiale, i Rillenkarrren rappresentano quella più comune.*

5 - "Calcarei a Conicorbitolina" e "Calcarei di Cellina".

Nel secondo caso sono sempre impostate sulla sommità di blocchi isolati, la loro lunghezza può essere anche notevole, le creste delle singole scanalature sono molto meno accentuate ma rigorosamente parallele tra loro. Ho notato che generalmente i Rillenkarrren, che si trovano su massi di arenaria, sono sormontati da un piccolo deposito terrigeno o da copertura vegetale (fig. 13).



*Fig. 13 – Alcuni Rillenkarrren molto ben sviluppati e impostati su roccia arenaria. Sono delle piccole scanalature parallele tra loro e indipendenti dalla fratturazione.*

In ambedue i casi la profondità delle scanalature è di norma inferiore al mezzo centimetro ed una larghezza di 2 centimetri. Si trovano ad una quota medio bassa del versante vallivo, la loro genesi è strettamente legata allo scorrimento di acqua di precipitazione.

- **TRITTKARREN ( Karren a pedana).** – Con questo termine vengono indicate le forme a semicratere, aperte verso valle, presenti su superfici prive di apprezzabili scabrosità e poco inclinate (al massimo 10°).

Nella vallata dello Judrio una forma assimilabile ai Trittkarren è stata ritrovata solamente su litotipi arenacei, tali morfotipi sono localizzati nella zona circostante il paese di Prepotischis<sup>6</sup> (fig. 14)

6 - Questo ovviamente potrebbe essere solo un limite delle indagini eseguite.



*Fig. 14 – Trittkarren; nella vallata dello Judrio questa forma è stata ritrovata solamente nella zona circostante il paese di Prepotischis.*

La sua morfologia è fondamentalmente diversa dalla sua omologa nei calcari, sostanzialmente però la genesi dovrebbe essere identica e cioè per erosione regressiva della testata dello strato.

La profondità di questa forma è mediamente di 10 centimetri mentre la lunghezza raggiunge anche i 50 cm con un diametro, alla testata, tra i 10-15 cm.

Solitamente si trovano sulla testata di strati arenacei affioranti da un'abbondante copertura terrigena; sono localizzati ad una quota mediana di versante.

**- RINNENKARREN (Solcature).** – Sono costituiti da solchi ad andamento poco sinuoso che incidono superfici incarsite con inclinazione non superiore i 5°, secondo le linee di massima pendenza degli affioramenti. Si trovano solamente in corrispondenza di grandi affioramenti prevalentemente carbonatici localizzati sulla sommità delle alture poste tra Casali Brischis ed il Colle di Gradic, una zona fortemente incarsita con affioramenti calcarei piuttosto estesi.

Le dimensioni sono sempre crescenti da monte a valle. I bordi del solco sono arrotondati e spesso sono interessati da altre microforme carsiche che evidentemente si sono sviluppate in un secondo momento. Tutto ciò sta ad indicare che la forma principale ha avuto origine sotto copertura terrigena e solo successivamente, quando l'azione dilavante dell'acqua ha messo a nudo la roccia si sono instaurate le altre microforme. I Rinnenkarren hanno dimensioni estremamente variabili; la loro lunghezza (che dipende essenzialmente dalle dimensioni degli affioramenti) può variare dal metro fino a raggiungere i 10 m, la larghezza di quelli osservati varia dai 20 centimetri al mezzo metro, la loro profondità può superare anche i 50 cm (fig. 15).



*Fig. 15 – Rinnenkarren; si trovano sulle alture tra Casali Brischis ed il Colle di Gradic, dove gli affioramenti calcarei sono piuttosto estesi ed incarsiti.*

Il limite altimetrico in cui si trovano è localizzato intorno ai 200 m, ad una quota non molto elevata rispetto alla media valliva, penso però che questo non costituisca un limite altimetrico per la loro genesi. E' molto probabile invece che queste forme si instaurano solo su depositi carbonatici compatti; tale tipo di litologia è molto ben rappresentato nella zona tra il castello di Albana ed il Colle di Gradic. La loro formazione dunque, è legata ad un incarsimento subcutaneo con successivo approfondimento dovuto a scorrimenti di acque incanalate, di precipitazione e ricche di acidi umici provenienti da residui terrigeni ancora presenti.

Molto interessante è una varietà di questa forma, riferibile ai Rinnenkarren, che ho osservato nelle arenarie. In questo caso si tratta di solchi poco estesi profondi 10-15 cm e larghi altrettanto, i bordi sono aggettanti verso il centro ed il fondo rotondeggiante. Tale morfotipo è presente solamente su blocchi di arenaria a granulometria sottile (fig. 16).



*Fig. 16 – Molto interessante questa particolare forma di Rinnenkarren presente solo nelle arenarie.*



**- LOCHKARREN (fori di dissoluzione).** - Sono dei fori simili a pozzi carsici in miniatura, a sezione circolare o ellittica, del diametro massimo di 10-15 centimetri. Generalmente sono disposti singolarmente o in serie su fratture tettoniche. Rappresentano dei punti di assorbimento delle acque che scorrono sia in superficie sia a livello sottocutaneo. Ho notato, infatti, due tipologie ben differenziate riferibili a questo morfotipo. I fori di dissoluzione impostati su depositi carbonatici sono sempre verticali o subverticali, con bordi a spigolo vivo e contorno spesso irregolare. Gli stessi, osservati nelle arenarie degli strati flyschoidi, hanno bordi molto arrotondati e sezione quasi sempre perfettamente circolare. Possono trovarsi sia in posizione verticale che suborizzontale essendo condizionati dalle fratture tettoniche su cui sono impostati le quali sono estremamente frequenti negli strati arenaceo-marnosi (fig. 17).



*Fig. 17 – In corrispondenza dei numerosi affioramenti di arenaria, messi in luce dagli sbancamenti stradali, si possono osservare dei bei esempi di Lochkarren come in questo caso.*

La loro forma lascia presupporre una genesi in ambiente sottocutaneo. Sono stati riscontrati specie su affioramenti arenacei messi in luce da sbancamenti stradali o più raramente su blocchi isolati seminterrati (fig. 18).



*Fig. 18 – Lochkarren; il foro circolare e dai bordi ben arrotondati, indica una evidente genesi avvenuta sotto copertura terrigena.*

La presenza di una frattura preesistente sembra essere determinante per la loro formazione.



**- VASCHEE DI CORROSIONE.** - Si tratta di piccole depressioni presenti in zone ove la roccia appare poco fratturata, di dimensioni e forma molto variabili. Il loro asse maggiore può variare tra i 5 e i 20 cm, la profondità massima è di 4 cm; la pianta generalmente è circolare o ellittica. Anche qui sono state riscontrate due tipologie differenti a seconda se si trovano su depositi prevalentemente carbonatici o arenarie. Nei primi sono state osservate vaschette molto regolari con fondo piatto e pianta subcircolare, quasi sempre è presente un canale di scarico nel tratto a valle (considerando la pendenza della superficie rocciosa affiorante), le dimensioni dell'asse maggiore non supera i 20 cm per una profondità di 2-4 cm (fig. 19).



*Fig. 19 – Sui numerosi affioramenti calcarei presenti nella zona tra Cras ed Albana si possono trovare dei bei esempi di vaschette di corrosione. Nella foto si vedono alcuni di questi morfotipi nella loro classica forma circolare e con relativo canale di scarico.*

Sono localizzate unicamente sui calcari nella zona tra Albana e Prepotischis. Nelle arenarie invece sono state osservate delle forme generalmente impostate su fratture preesistenti, hanno il fondo irregolare e la loro forma è molto allungata, con l'asse maggiore ovviamente concordante con la direzione della frattura. I bordi sono sempre arrotondati e la loro profondità non supera i 2 cm inoltre non presentano un canale di scarico (fig. 20).



*Fig. 20 – Vaschetta di corrosione impostata su arenaria. Si può notare, a differenza della sua omologa nei calcari, che i bordi sono molto arrotondati.*

La genesi di tutte e due queste tipologie, anche se più accentuata nella prima, è legata ad una dissoluzione "statica", operata da acque raccolte in zone depresse degli affioramenti carbonatici e mar-

noso-arenacei. Verosimilmente, la loro formazione potrebbe essere legata anche ad una corrosione subcutanea, favorita dall'anidride carbonica e dagli acidi umici derivanti dai processi vitali della vegetazione. Nelle vaschette più profonde, infatti, è stata riscontrata quasi sempre la presenza di terriccio o resti vegetali.

- **MÄANDERKARREN (Solchi meandriformi)**. - Si tratta di solcature con andamento sinuoso, dato da una serie di curve non molto accentuate e ravvicinate che danno a queste forme uno sviluppo planimetrico che ricorda quello dei meandri fluviali. Questo morfotipo è stato osservato solamente su superfici piane o debolmente inclinate (massimo 5°) la sua lunghezza raggiunge al massimo il metro e la larghezza varia tra i 3-5 cm; la profondità non supera i 2 cm. Sulla loro testata è quasi sempre presente un'abbondante deposito terrigeno che regolarizza il deflusso delle acque arricchendole nel contempo di acidi umici ed anidride carbonica biogena. Si trovano esclusivamente sui depositi carbonatici tra Albana ed il Colle di Gradic (fig. 21).



*Fig. 21 – Questi solchi meandriformi, di chiara origine carsica, possono essere assimilabili ai Mäanderkarren, si trovano con maggior frequenza sulle calcareniti nei pressi del Colle di Gradic.*

Le forme osservate nell'Alta Valle dello Judrio sono molto diverse dalle loro omologhe presenti su carsi d'alta montagna o comunque là dove è presente un calcare particolarmente puro.

- **LOCH-WANDKARREN (Solchi di parete)**. - Per descrivere questa strana forma di carsismo superficiale ho dovuto creare un nuovo termine; tra quelli proposti dal Bögli, infatti, non ho trovato alcuno che poteva adattarsi al caso. Il termine tende ad unire le caratteristiche proprie del Lochkarren con quelle del Wandkarren essendo, come vedremo, una commistione tra i due. Si tratta di un canale verticale a sezione subcircolare simile per forma ad un foro di dissoluzione ma aperto su un lato (fig. 22).

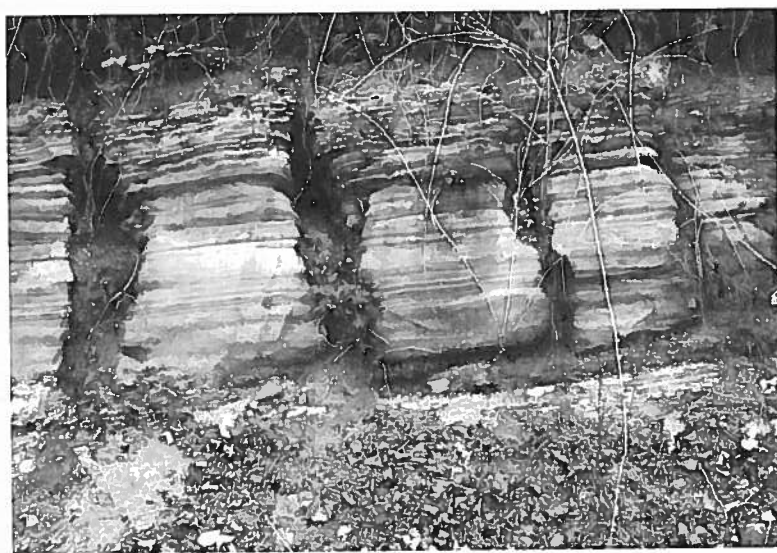


*Fig. 22 – Loch-Wandkarren; forma abbastanza curiosa di carsismo superficiale presente nelle arenarie dello Judrio. Questo morfotipo è comune in quelle arenarie a granulometria sottile, allo stato attuale non è ben chiara la sua genesi.*

Si trova unicamente su affioramenti arenacei e mai in associazione con altri morfotipi, di solito può raggiungere una lunghezza tra i 50 e i 100 cm, il diametro può variare tra i 20 e i 90 cm, nelle forme più grandi la sezione da circolare, tende ad allungarsi e l'apertura frontale si apre di conseguenza. Le pareti interne del canale presentano, su tutta la loro lunghezza, una superficie ondulata i cui apici formano delle linee suborizzontali e parallele tra loro, molto caratteristiche. Tutti gli spigoli sono ben arrotondati. Sono stati osservati ad un'altimetria medio alta del versante vallivo; alcuni esemplari molto ben sviluppati si trovano nei pressi del paese di Prepotischis. Potrebbero aver origine per sfondamento di un Lochkarren e per il successivo allargamento dovuto al ruscellamento dell'acqua meteorica. Le solcature trasversali e parallele sarebbero dovute invece ad una conseguente erosione superficiale che la differenziazione litologica ha evidenziato.

Le solcature trasversali e parallele sarebbero dovute invece ad una conseguente erosione superficiale che la differenziazione litologica ha evidenziato.

**- KLUFTKARREN (Fessure carsiche).** - Con questo termine ho indicato (anche se non in modo molto appropriato) tutte quelle fratture allargate dall'azione di erosione-dissoluzione che avviene nelle arenarie degli strati flyschoidi. Le dimensioni sono estremamente variabili e dipendono esclusivamente dalla consistenza degli strati in cui sono impostati, generalmente si trovano sulle testate di strato specie se quest'ultime sono coperte da abbondanti depositi terrigeni o vegetali (fig. 23).



*Fig. 23 – Località Prepotischis, gli strati arenaceo-marnosi situati nella zona di contatto tra i "Calcari di Cellina e il "Flysch di Masarolis" sono messi ben in evidenza da uno sbancamento dovuto alla realizzazione della strada che porta al paese.*

*Si noti l'effetto dell'erosione carsica sulle fratture verticali della stratificazione, questo fenomeno è stato indicato con il termine di Kluftkarren.*

I Klufftkarren rappresentano delle zone di assorbimento delle acque che scorrono attraverso la copertura vegetale e arricchendosi di acidi umici aggrediscono la roccia sottostante, prima chimicamente e poi meccanicamente.

Questo morfotipo è presente lungo tutta la valle dello Judrio, in corrispondenza di fratture tettoniche verticali negli strati marnoso-arenacei del Flysch.

- **GRIZE.** - Si tratta di una forma di carsismo superficiale, sinora riscontrata solamente in carsi medio-bassi. Deriva dal degrado di un campo carreggiato preesistente e si presenta sotto forma di piccoli detriti che si sono accumulati su superfici poco inclinate (massimo 15°). La genesi di questa particolare forma carsica è stata determinata dall'intensa fratturazione superficiale della roccia. Le Grize più significative sono localizzate esclusivamente nella zona circostante il Colle di Gradic ad un'altitudine medio bassa del versante vallivo (fig. 24).



*Fig. 24 - Nell'area del Colle di Gradic accanto alle altre forme di carsismo superficiale possiamo trovare anche i cosiddetti campi a Grize.*

- **DOLINE.** - Sono delle depressioni imbutiformi a pianta subcircolare e di dimensioni variabili da pochi metri a qualche decina; la loro profondità varia in relazione al diametro e spesso può essere di diversi metri. Si trovano esclusivamente sulla linea di spartiacque della valle, sono più facilmente rintracciabili nell'area tra i monti Plagnava, S. Nicolò e M. S.Giovanni. Questa classica ed evidente manifestazione del carsismo superficiale è presente esclusivamente sui terreni arenaceo-marnosi del Flysch.

## **CONCLUSIONI**

Dall'analisi delle forme carsiche superficiali osservate lungo l'alta valle dello Judrio è risultato che, per ogni morfotipo descritto, esistono due modelli evolutivi ben distinti a seconda se essi si trovano su depositi calcarei o su arenarie del Flysch.

E' dunque di particolare rilevanza conoscere l'aspetto geologico-tettonico della valle. Nella genesi di queste forme, infatti, sembra avere avuto una notevole importanza la tettonica che, localmente, si presenta sotto forma di un'intensa fratturazione.

Molte microforme, specie negli strati marnoso-arenacei, come si è visto è condizionata dalla presenza di fratture più o meno accentuate. Anche il carsismo ipogeo sembra risentire di questo fattore; tra le molte cavità, presenti nella valle, la maggioranza è ad andamento verticale con una spiccata morfologia riconducibile ad una genesi dovuta ad un'iniziale fratturazione di origine tettonica.

La valle dello Judrio si è dimostrata un territorio particolare e scientificamente interessante per l'analisi del fenomeno carsico. Un tema di ricerca futura potrebbe essere rappresentato dall'esame delle associazioni di microforme carsiche in rapporto alle condizioni degli affioramenti presenti nella vallata. Ciò permetterebbe di conoscere l'esatta cronologia e genesi del fenomeno carsico locale.

## BIBLIOGRAFIA

- BÖGLI A., 1960. Kalklösung und Karrenbildung. *Int. Beiträge z. Karstmorph.*, 2, *Zeitschr. für Geomorph.*, Göttingen: 4-21.
- CANCIAN G., 1970. Osservazioni morfologiche sulle "Grize" presenti nel Carso di Monfalcone in rapporto alla litologia ed alla tettonica. *Speleologia Emiliana.*, s.2, 2(7), Bologna: 49-64.
- CANCIAN G., 1983. Suddivisione geomorfologica in carsi di bassa, media ed alta quota nelle Alpi e Prealpi Orientali. *Atti Conv. Int. sul Carso di alta montagna, 30aprile-4 maggio 1982, Imperia: 67-78.*
- CANCIAN G., ZOCCHI L., 1984. I "solchi di dissoluzione" (Rinnenkarren) negli alti e bassi carsi del Friuli-Venezia Giulia. *Studi Trentini Sc. Nat. Acta Geol.*, 61, Trento: 101-112.
- COMAR M., 1986. Carsismo nei sedimenti arenaceo-marnosi del Cividalese. *Sopra e sotto il Carso, notiz. del C.R.C. "C. Seppenhofer"*, 3(3), Gorizia: 21-34.
- C.R.C. (Meneghini M.), 1995. Grotte sul Collio. *Speleologia Isontina, Notiz. Spel. dei Gruppi Gr. Ison-tini*, 3(1), Gorizia: 2.
- D'AMBROSI C., FORTI F., 1967. Prime osservazioni discriminatorie tra fenomeni carsici e paracarsici nella regione Friuli-Venezia Giulia. *Le Grotte d'Italia*, 4(1), Castellana Grotte (BA): 109-129.
- DE GASPERI G.B., 1914. Grotte e voragini del Friuli. *Mem. Geogr. di Giotto Dainelli*, 30, Firenze: 1-220.
- FORTI F., 1967. La geomorfologia nei dintorni di Slivia (Carso Triestino) in rapporto alla litologia ed alla tettonica. *Atti e Memorie, Comm. Grotte "E. Boegan"*, 7, Trieste: 23-61.
- FORTI F., 1972. Le "vaschette di corrosione". Rapporti tra geomorfologia carsica e condizioni geologiche delle carbonatiti affioranti sul Carso Triestino. *Atti e Memorie, Comm. Grotte "E. Boegan"*, 11, Trieste: 37-65.
- FORTI F., 1973. Studio geomorfologico dei "fori di dissoluzione" nelle carbonatiti calcaree del Carso Triestino. *Atti e Memorie, Comm. Grotte "E. Boegan"*, 12, Trieste: 19-28.
- FORTI F., 1978. Il carsismo in una proposta di classificazione genetica. *Atti del III Conv. di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Gorizia novembre 1977, Gorizia: 202-214.*
- LUPIERI L., MOCCHIUTTI A., MUSCIO G., 1996. L'evoluzione del fenomeno carsico nei monti La Bernadia (Prealpi Giulie). *Il fenomeno carsico del massiccio dei monti La Bernadia (Prealpi Giulie). Mem. Ist. It. Spel.*, 2(8), Udine: 121-126.
- MENEGHINI M., 1995. Grotte sul Collio. *Speleologia. Riv. Semestrale della S.S.I., Anno XVI, n. 32, Milano.*
- MOCCHIUTTI A., 1996. Evidenze morfologiche di tettonica recente nelle cavità dell'altipiano della Bernadia. *Il fenomeno carsico del massiccio dei monti La Bernadia. Mem. Ist. It. Spel.*, 2(8), Udine: 49-53.

- MOCCHIUTTI A., 1997. Morfologie ipogee e temi di ricerca delle cavità nel Flysch. *Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone, Mem. Ist. It. Spel., 2(9), Pasian di Prato (UD): 155-160.*
- TAVAGNUTTI M., 1973. Una nuova zona carsica scoperta nel Friuli. *Il Carso, notiz. del G.S. "L.V. Bertarelli" CAI Gorizia, 4(2), Gorizia: 2.*
- TAVAGNUTTI M., 1973. Campagna di ricerche nella valle dello Judrio. *Speleologia Emiliana, notiz. dell'U.S.B., 5(4), Bologna: 3.*
- TAVAGNUTTI M., 1974. Alcune cavità dell'alta valle del fiume Judrio. *Il Carso, notiz. del G.S. "L.V. Bertarelli" CAI Gorizia, 5(2), Gorizia: 4.*
- TAVAGNUTTI M., 1975. Contributo alla conoscenza del fenomeno carsico nell'alta valle dello Judrio (Friuli Occidentale). *Atti del 1° Conv. di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Tip. Villaggio del Fanciullo, Trieste: 52-57.*
- TAVAGNUTTI M., 1977. Scoperto nell'alta valle dello Judrio un insediamento preistorico. *Alpinismo Goriziano, 3(2), Gorizia: 4.*
- TAVAGNUTTI M., 1977. Nuove esplorazioni nell'alta valle dello Judrio. *Atti del 2° Conv. di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Udine: 145-151.*
- TAVAGNUTTI M., FURLANI U., 1977. La Grotta del Monte Brischis nella valle dello Judrio. Rinvenimenti archeologici. *Atti del 3° Conv. di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Gorizia: 166-179.*
- TAVAGNUTTI M., 1980. La Grotta preistorica del Monte Brischis, alta valle dello Judrio. *Atti del I Conv. Triveneto di Spel., Treviso: 75-82.*
- TAVAGNUTTI M., 1999. Prima segnalazione dell'esistenza di un fenomeno carsico ipogeo nella zona di Scriò (Dolegna del Collio – Gorizia). *Atti del VIII Conv. Regionale di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Trieste: 261-266.*
- TAVAGNUTTI M., 1999. Progetto "Judrio 2000". *Atti del VIII Conv. Regionale di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Trieste: 267-274.*
- TUNIS G. & VENTURINI S., 1997. La geologia delle valli del Natisone. Il fenomeno Carsico delle valli del Natisone (Prealpi Giulie – Friuli), *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. IX, Udine: 35-48.*
- VENTURINI S. & TUNIS G., 1988. Nuovi dati ed interpretazioni sulla tettonica del settore meridionale delle Prealpi Giulie e della regione al confine tra Italia e Jugoslavia. *Gortania, Atti Mus. Friul. Storia Nat., 10, Udine: 5-34.*
- VENTURINI S. & TUNIS G., 1991. Nuovi dati stratigrafici, paleoambientali e tettonici sul Flysch di Cormons (Friuli Orientale). *Gortania, Atti Mus. Friul. Storia Nat., 13, Udine: 5-30.*

# A Contribution to the Knowledge of the Moss Mites (Acarina) of several Pseudokarst Caves of the Southern Slovakia.

Peter Luptáčik<sup>1)</sup> – Barbora Gaálová<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> University of P. J. Šafárik, Faculty of Science, Institute of Biology and Ecology, Moyzesova 11, 040 01 Košice, Slovakia; e-mail: [luptacik@kosice.upjs.sk](mailto:luptacik@kosice.upjs.sk)

<sup>2)</sup> University of Komenský, Faculty of Nat. Sciens, Bratislava, e-mail: [pasu@stonline.sk](mailto:pasu@stonline.sk)

## Abstract

More than 160 pseudokarst caves are registered in Slovakia. Only few data are known about fauna of these caves. Every data deal with macrofauna. The aim of our contribution was to give further data deal with microarthropods, especially oribatid mites from pseudokarst caves. Ladová trhlina Cave and Nyáryho Cave were observed in one sampling occasion in 2003. Oribatid mites collected in caves belong to 3 families. The most of mites belong to family Damaeidae. These mite are usual surface dwellers of forest soils.

**Key words:** pseudokarst caves, mites, microarthropods

## Introduction

In the region of Slovak Republic 3 946 caves were known to 31.12.1998 (BELLA & HOLÚBEK 1999). Within these caves more than 120 were pseudokarst ones. Only a few data are known about fauna of pseudokarst caves in comparison with data of karst regions. Only 3 species of harvestmen (Opiliones), 1 of isopods (Isopoda) and 3 species of beetles (Coleoptera) were up to present known (FRANC & MLEJNEK 1999, STAŠIOV et al. 2003, FRANC & MLEJNEK 2000, RUŽIČKA 2000) (Tab. 1). Every published data on fauna of pseudokarst caves deal with macrofauna. The aim of our contribution was to give further data deal with microarthropods, especially on moss mites (Oribatida), of pseudokarst caves. Moss mites are usual soil dweller with body length 0.2 – 2 mm, hard body cover and colour from dark brown to yellowish. The most of them prefer moist places and eat especially on fungi and dead plant material. Moss mites are one of the most abundant groups of soil arthropods and play role in decomposition processes.

## Material and methods

Material was obtained 5.11.2003 in two localities on Pohanský hrad Hill in Cerová vrchovina Mts.:

Nyáryho Cave – basalt cave, length 25 m, Stará Bašta village near Rimavská Sobota; sampling sites: 1. cave entrance – between



Fig 1. The entrance of the Nyáryho Cave.  
Photo: P. Bella



basalt stones cca 3 m under deep well entrance; sample: leaf litter and soil; 2. cave rear - cca 10 m from entrance, growing roots of trees on the ceiling and bottom; sample: roots of trees, leaf litter and sediment.

L'adová trhlina – basalt cave, length 46.5 m, entrance 555 m a.s.l., Stará Bašta village near Rimavská Sobota; sampling site: under basalt wall in low cleft horizontal entrance; sample: leaf litter, soil.

Sieving of leaf litter and soil was used as collecting method. Arthropod fauna in sieved material was further sorted whereby pincers without use of optical instruments.

## Results and discussion

We collected totally 10 oribatid species from 4 families (Tab. 2). The most part of obtained mites, 6 species, constituted species of family Damaeidae. 6 species were collected in L'adová trhlina Cave and 7 species in Nyáryho Cave.

The most abundant species was *Damaeus* (*Damaeus*) sp. 2 (14 collected specimens). This species was also dominant in the entrance of Nyáryho Cave. In the deeper part of Nyáryho Cave were collected only 2 adult specimens of *Oribatella* cf. *berlesei* and several specimens of moss mite juveniles. Presence of Damaeidae juveniles in deeper part of the cave suggest that adults of this family also constitute component of cave arthropod community.

Determined species belong on the base of Kunst's (1968) and Schatz's (1983) data to usual soil surface dwellers living in leaf litter of forest soil. This fact corresponds with location of samples within the caves (especially cave entrances), samples type (leaf litter and humus sediment) and collecting method (hand sorting from sieved material).

Schatz consider *Chamobates tricuspoidatus* as arboricolous. That is why this species is probably not permanent component of cave entrance community.

However, presence of surface oribatid species in cave entrances in november pointed out that caves represent special type of environment which enable the moss mites to survive an adverse seasonal weather conditions.



Fig 2. The entrance of the L'adová trhlina.  
Photo: P. Bella

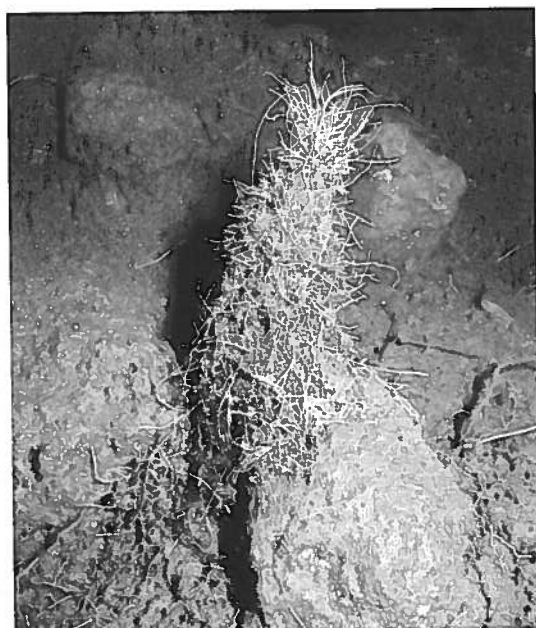


Fig 3. The root stalagmit  
in the Nyáryho Cave.  
Photo: P. Bella



Occurrence of oribatid juveniles may suggest that cave conditions are convenient to survive cold season of the year. On the other hand this fact can highlight that some of the species are troglophilous and produces new generations continuously through over the year.

## Conclusion

The aim of our contribution was to give further data deal with microarthropods, especially moss mites from pseudokarst caves. Into 2 study caves (Ladová trhlina Cave and Nyáryho Cave) were collected 10 moss mite species belonging to 4 families. The most of mites belong to family Damaeidae. Determined species are usual surface dwellers of forest soils.

Material of moss mites was collected in one sampling datum that is why the species list is incomplete and further investigation is necessary.

We would like to thank to Janka Lásková for her help.

## References

BELLA, P. & HOLÚBEK, P. (1999): Zoznam jaskýň na Slovensku (stav k 31.12.1998). *Ekopress, Bratislava*: 268.

FRANC, V. & MLEJNEK, R. (2000). Zaujímavé nálezy chrobákov z čelade Pselaphidae (Coleoptera) v podzemných biotopoch Slovenska. In: Mock, A., Kováč, L., Fulín, M. (eds.) *Fauna jaskýň. Zborník referátov zo seminára 20.-21. október 1999, Košice*: 31-34.

GAÁL, L. & ESZTERHÁS, I. (1990): Pseudokrasové jaskyne Cerovej vrchoviny – otázky genézy a rozšírenia. *Slovenský kras*, 28, 71-102.

KUNST, M. (1968). Roztoči nadřádu Oribatei Československa. *Universita Karlova, Praha, unpublished habilitation Thesis*: 1-1548.

MLEJNEK, R. & DUCHÁČ, V. (2001). Rozšíření *Mesoniscus graniger* (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) v Západních Karpatech. *Natura Carpatica*, XLII: 75-88.

MLEJNEK, R. & DUCHÁČ, V. (2003). Troglobiontní a endogenní výskyt druhu *Mesoniscus graniger* (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) na území Západních Karpat. *Acta Musei Reginaehradecensis S. A.*, 29: 71-79.

RŮŽIČKA, J. (2000). Occurrence of glacial relict species, *Choleva lederiana* (Coleoptera: Leiodidae: Cholevinae) in pseudokarst caves in Slovakia. In: Mock, A., Kováč, L., Fulín, M. (eds.) *Fauna jaskýň. Zborník referátov zo seminára 20.-21. október 1999, Košice*: 141-144.

SCHATZ, H., (1983). Catalogus Faunae Austriae, Teil IX. In: *U.-Ordn.: Oribatei, Hornmilben*, Verlag Öst. Akad. Wiss., Wien: 1-118.

STAŠIOV, S., MOCK, A., MLEJNEK, R. (2003). Nové nálezy koscov (Opiliones) v jaskyniach Slovenska. *Slovenský kras*, XLI: 199-207.

# Barlangok felkutatása a Korponai-hegyvidéken középkori oklevelek helynevei alapján

Dénes György

Borbély u. 5.II.4, H-1132 Budapest,

[denes.gyorgy@freemail.hu](mailto:denes.gyorgy@freemail.hu)

## Abstract

### **Exploration of caves of Krupinská planina, based on place-names in medieval documents**

During the study of medieval documents, the author found three place-names on the southern slopes of Krupinská planina, which probably referred to caves. The first of them is located at the border of village of "Tesmág" (known as Tešmák today), in documents dating from 1270, the village was referred to as "spelunca kemenech". The second was described in 1296 as "Lukaskő" (cavernous cliff) from the surroundings of "Ipolynyék" (known as Vinica today). The third was mentioned by a document of 1337 as "Pest pataka" (Cave Creek), which runs alongside the northern border village of "Felső-Palojta" (known as Stredné Plachtince today). The author and his team carried out field investigations in order to confirm the existence of the caves based on the place-names, located near the villages "Tesmág" and "Felső-Palojta". They also proved the former existence of the cave near "Ipolynyék", but this cave was demolished by quarrying operations in the early 20<sup>th</sup> century. All of the three medieval place-names were originated indeed by the caves, were developed in a volcanic rock formation and two of them still exist today.

**Key words:** medieval documents, caves

A középkorban még nem volt telekkönyv és nem voltak olyan térképek sem, amelyek a földtulajdonosok birtokhatárait föltüntették volna. Ezért, ha valaki a királytól birtokadományt kapott, vagy valaki földbirtokot vásárolt vagy eladott, vagy ha egy család tagjai az öröklött nagybirtokot felosztották egymás között, akkor az adományt vagy szerződést rögzítő oklevélben – amely akkor természetesen latin nyelven készült – a birtoktest határait pontosan le kellett írni. Ez úgy történt, hogy a birtokon egy hatósági emberrel meg a szomszédokkal együtt körbejárták a birtok határát és a velük lévő írástudó, rendszerint papi ember az oklevélben leírta a bejárt határvonalat úgy, hogy felsorolta az útvonal félreérthetetlen természetes határpontjait. Például így: „a határ az X hegy csúcsától az Y völgybe, a Z patak forrásához vezet, onnan tovább keleti irányba a Q hegy nyergébe stb.” De ilyen félreérthetetlen természetes határpont lehetett a birtokhatár vonalába eső egy-egy barlang is, amelyeknek említése ilyen módon számos középkori oklevélben fennmaradt.

Az elmúlt évtizedekben folytatott történettudományi kutatásaim során a Magyar Országos Levéltárban őrzött középkori latin nyelvű oklevelekben a konferenciánk színhelyétől nyugatra húzódó Korponai-hegyvidék déli oldalára vonatkozó birtokhatár leírásokban három olyan helynévre is fölfigyeltem, amelyek barlangokra utalnak.

Egyik az Ipolysággal keletről határos Tesmag község 1270. évi határjárásában (DI. 713) szereplő „kemenechnek mondott üreg” (*spelunca que kemenech vocatur*), a másik egy 1296. évi oklevélben (Mon.Strig. II. 394–395) Ipolynyék és Csall községek közti határvonalon emelkedő Lukaskő (*Lwkasky*), a harmadik egy 1337. évi oklevélben (FEJÉR VIII/4. 267–268) Felsőpalojta falu északi határán

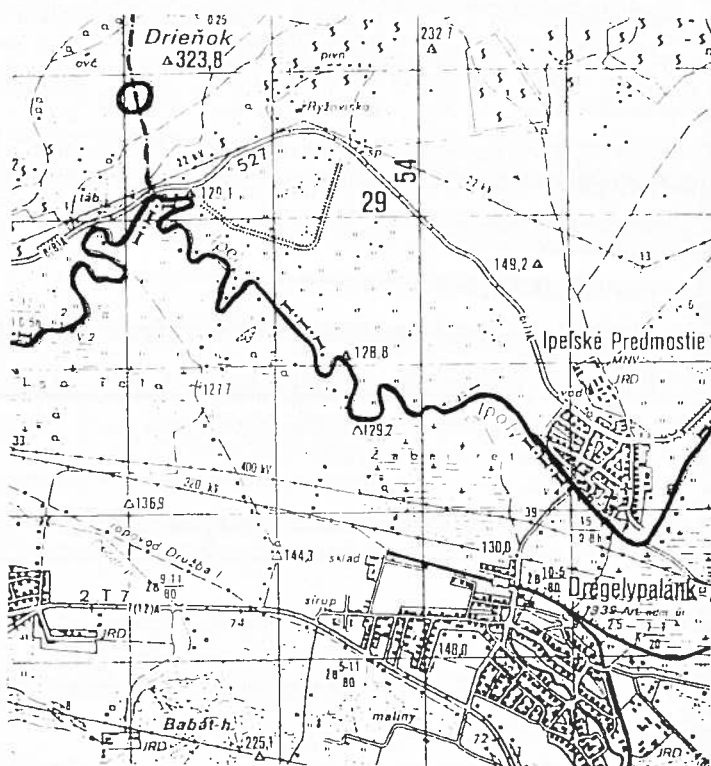
említett Pest pataka (*Pestpotoka*). Az első kettővel nem foglalkozott még a nyelvészeti szakirodalom sem, a harmadikat, a Pest patakát több tudományos értekezés is említi, de helyet beazonosítani mindmáig nem tudta, és a név jelentését, etimológiáját sem tudta megfejteni egyik sem.

Jómagam igyekeztem az oklevelekben leírt határjárások adatai alapján 1:10 000-es térképemen megközelítőleg bejelölni a három objektum helyét, és úgy döntöttem, hogy terepbejárással kutatom föl az említett helyszíneket, hogy beazonosítsam a megnevezett tereptárgyakat és megfejthessem nevadásuk indítékát, magyarul: megállapítsam, hogy az említett helyeken van-e barlang a hegység vulkáni közeteiben vagy nincsen.

Évek múltával, 2002 májusának második hetére szerveztem meg kis expedíciót, amelyben való részvételre, minthogy Felsőpalojta már szlovák nyelvterületen van, felkértem Benedek László, szlovákul jól beszélő rimaszombati barlangkutató barátomat, és a bejárásokban részt vett mindkettőnk felesége is.

### Tesmág: *spelunca Kemenech* (1270)

V. István magyar király 1270-ben Tesmág földet a sági (ipoly-sági) prépostságnak adományozta. A latin nyelvű királyi adománylevelében (Dl. 713) foglalt határjárás Tesmágtól keletre, az Ipoly partjáig lehúzódó hegyen említi az adományozott terület egyik határpontját *spelunca que kemenech vocatur*, magyarul: „üreg, amelyet kemenechnek mondanak” néven. Érdekes földrajzi név ez, egyik tagja a latin *spelunca* szó, amelynek jelentése 'üreg, odú, barlang', másik tagja a szláv eredetű kemenech (*kemenech*) szó, amelynek jelentése 'kőből való, köves (hely)' (KISS L. 1988. I. 82), a félig latin, félig szláv földrajzi név együttes jelentése tehát 'kőodú, kölyuk, sziklaüreg' lehet. A szóban forgó hegyen tehát föltevésem szerint kölyuknak, sziklaüregnek, kisebb barlangnak kell lennie.



1. ábra: A Sisa Pista-barlang helyrajza  
Fig. 1. Situation sketch of the Sisa Pista Cave

Az Ipolyágtól keletre fekvő Tesmág község, szlovák neve Tešmák, ma közigazgatásilag Ipoly-ság része, a város képviselő testületében Kapa Sándor kocsmáros képviseli. Őt kerestük fel italboltjában. Készséggel rendelkezésünkre állt, de amikor arról kérdeztük, hogy a községtől keletre, az Ipolyig lenyúló hegyen ismer-e barlangot, kezdetben nem emlékezett. Szerencsére a szomszéd asztalnál ülő huszonéves fiatal emberek fölfigyeltek kérdezősködésünkre és odaszóltak hozzánk, hogy ott van az Új-hegyen a Sisa Pista barlangja, amelyben ők gyerekkorukban többször is jártak, de már akkor is erősen föl volt töltödvé; 20 éve még négykézláb lehetett bemászni, ők 4 m-nyire hatoltak be, a sötétben nem

nertek tovább; ma már valószínűleg csak kúszva, de talán még úgy sem lehet bejutni a szűk nyíláson. Az üreg neve hallatán már Kapa Sándor is emlékezett a Sisa Pista barlangjára, és nyomban felajánlotta, hogy elvezet oda bennünket, bár ő csak a nyílását látta egy-két évtizeddel ezelőtt. Ezzel beülve kocsinkba csapot-papot otthagytott (a csapot szó szerint), és a hegy lábához hajtottunk.

Elhagyva a domboldal szőlőit, felkapaszkodtunk az Új-hegy erdővel borított gerincére kb. 320 m tszf. magasságba, ahol már kibújtak a vulkáni kőzet kopár sziklái a talajtakaró alól. A sziklagerincen haladva valóban rátaláltunk egy keskeny nyílású, lapos üregre, melynek főtéjét lávaömlés által összecementált kőzettörmelék rendkívül kemény, páncélszerű sziklarétege képezi; az ez alatt elhelyezkedő lazább tufaréteg kimállásával jöhetett létre a lapos sziklaüreg, amelyet kalauzunk, Kapa Sándor a *Sisa Pista barlangja*-val azonosított. Az üreg nyílása mintegy 2.5–3 m széles és a fokozatosan benyomuló avaros talaj feltöltése miatt a bejáratnál mindössze 20–30 cm magasságú, de a kitöltés eltávolítása után minden bizonnyal bemászható. A barlang nyílása előtt füves tereplépcső van, ahonnan a környék jól belátható. Az üreg tehát Sisa Pista, a kétszáz év előtti betyár számára valóban elképzelhető, bár bizony szűkös búvó-, illetve tanya-, de inkább bivakhely lehetett.



2. ábra: A Sisa Pista-barlang bejárata. Lustig V. felvétele  
Fig. 2. The entrance of Sisa Pista Cave. Photo: Lustig V.

Kutatásunk tehát megállapította, hogy az 1270. évi oklevélben *spelunca kemenech* néven említett sziklaüreg ma is létezik, és az a helyi lakosság által *Sisa Pista barlangja*-ként emlegetett kőlyukkal azonosítható.

### Ipolynyék: Lukaskő (1296)

Egy 1296-ban kelt latin nyelvű oklevél (Mon.Strig. II. 394–395) rögzíti és leírja a Nyék (*Neek*) és Csall (*Chol*) falvak, illetve birtokok közti határvonalat. A leírt határjárásból kiderül, hogy a határvonal Nyéktől észak felé haladva felkapaszkodik a *Lukaskő* ~ Lukaskő (*Lwkaskwy*) nevű hegyre, amelynek csúcsán keletnek fordul, ott a hegy gerincén haladva egy mocsárhoz (*ad quandam Paludem*) ér, majd továbbhalad a bércezen, vagyis a hegy gerincén a Csall faluba vezető útig stb.



3. ábra: Az Örhegy látképe. Lustig V. felvétele  
Fig. 3. The view of Örhegy hill. Photo: Lustig V.

Az 1296. évi oklevélben szereplő *Lukas-kő* helynév azért keltette föl figyelmemet, mert korábbi kutatásaim során már rég arra a következtetésre jutottam, hogy a középkori oklevelekben szereplő, de a magyar nyelvterületen ma is így ismert *Lukas-kő* helynevek nem határhozóló jelzők a földbe ásott régi malomkövek, mint azt SZABÓ ISTVÁN történészprofesszor gondolta (SZABÓ I. 1969. 114), hanem olyan hegyek, sziklák, amelyeknek oldalában barlang, régi magyar szóval *kőlyuk van*. Ezt a megállapításomat már számos kutatásom megerősítette (DÉNES GY. 1973, 2002) és most az 1296. évi oklevélben szereplő *Lukas-kő* nevű hegy esetében is azért mentem társaimmal terepbejárásra a helyszínre, hogy megvizsgáljuk vajon van-e barlang ennek a *Lukas-kő*nek az oldalában is vagy sem, vajon egy barlangról, *kőlyukról* nevezték-e el *Lukas-kő*nek a hegyet vagy sem.

A régi és mai térképek Ipolynyék határában a *Lukas-kő* hegynevet nem ismerik, nem tüntetik fel. Így terepbejárásunk előtt a szlovák kiadású 1:10 000-es térképemen a bejárható utvonalonkat az Ipolynyék, szlovák nevén Vinica és Csall, szlovák nevén Čalovce községek között húzódó hegyhátak valamelyikén kereshettem, és akkor még csak valószínűsíteni tudtam, hogy az Árpád-kori *Lukas-kő*nek az Egres-patak völgye fölé markánsan kiugró, 304 m magas Őr-hegy, a szlovák térképen Straž felelhet meg.

Ipolynyék községben fölkerestük a 80 éves Korcsog László nyugalmazott tanítót, a község 1960-as években készített kéziratos krónikájának szerzőjét, aki elmondta, hogy *Lukas-kőről* ugyan soha nem hallott, de az Őr-hegy déli, sziklás oldalából 1908–1909-ben a vasútépítéshez követ fejtettek, és akkor ott a sziklák közt egy *igen mély üregre* bukkantak, amelyet aztán hulladékkövekkel lassacskán feltöltöttek. Ezt neki a község krónikájának írásakor, az 1960-as években, az azóta elhunyt Radler Ferenc beszélt el, aki annak idején ott dolgozott a kőfejtőben, és szemtanúja volt az üreg megtalálásának is. Mindez a kéziratos Községi Krónika 92–93. oldalain részletesebben is olvasható (ezekről fénymásolatot készítettünk). Elmondta még Korcsog László, hogy az Őr-hegynek az Egres-völgy fölé magasodó csúcsától északkelet felé elnyúló gerince egy helyütt ellaposodik, és ott van egy vízállás is, amelyet *Mocsár-tónak* neveznek. Korcsog László átadta a krónikás kötetben általa összegyűjtött és rögzített adatoknak egy nyomtatott füzetben megjelent változatát is (KORCSOG L. 1995). A *Mocsár-tóról* mind a Községi Krónika (a 82–83. oldalán), mind a nyomtatott füzet (a 46–47. oldalán) megemlékezik, és helyét az 1:10 000-es térkép a gödör térképjelével föl is tünteti.

Terepbejárásunk során fölkerestük az Őr-hegy déli oldalában a régi kőfejtő nyomait, melynek helyét az eltelt közel száz év alatt bozótos erdő nőtte be. A múlt század elején ott talált mély, de utóbb feltöltött üreg helyét ma már nem lehet megtalálni. Fölkerestük a hegy sziklás csúcsának északi oldalában nyitott újabb kőbányát is. Ennek lerobbantott falában is találtunk néhány méterig bemászható hasadék jellegű üreget, amelyben a továbbjutást a robbantásoknál lehullott sziklák megakadályozták.

Nagy valószínűséggel állapíthatjuk meg, hogy az ipolynyéki *Lukas-kő*, amelyet az Árpád-kori oklevél kifejezetten hegyként említ, a mai Őr-heggyel azonos, és a középkori névadás indítéka a hegy oldalában nyíló mély üreg, *kőlyuk* lehetett, amelyet — a krónikásnak beszámoló szemtanú elmondása szerint — miután munka közben rábukkantak, a kőbánya hulladékköveivel feltöltötték. A *Lukas-kő* hegy nevének jelentése tehát — akárcsak másutt az ilyen nevű hegyeknek, szikláknak — itt is 'barlangos hegy' volt.

Felkapaszkodtunk az egykori *Lukas-kő*, a mai nevén Őr-hegy csúcsára is, ahol most nagy fakeszt áll. A minden irányba nagyszerű kilátást nyújtó sziklacsúcs mai Őr-hegy nevét a helybeliek szerint arról kapta, hogy ott a törökvilág idején folyamatosan katonai őrség ügyelt, hogy időben jelezhesse, ha törökök közeledtek.

Az Őr-hegy sziklacsúcsától az északkeleti irányban húzódó és alig észrevehetően emelkedő hegygerinc szekérútján haladtunk tovább, és mintegy 800 m után — alig akartam hinni a szememnek — ott csillogott előttünk a több mint 700 esztendővel ezelőtt megírt Árpád-kori oklevélben már említett *mocsár (palus)*, a ma is így nevezett *Mocsár-tó* békalencsétől zöld színű tükre. A mintegy 30 m átmérőjű, majdnem kerek tavacska dolinatóra emlékeztetne, ha nem vulkáni kőzetből fölépült hegyek közt jár-

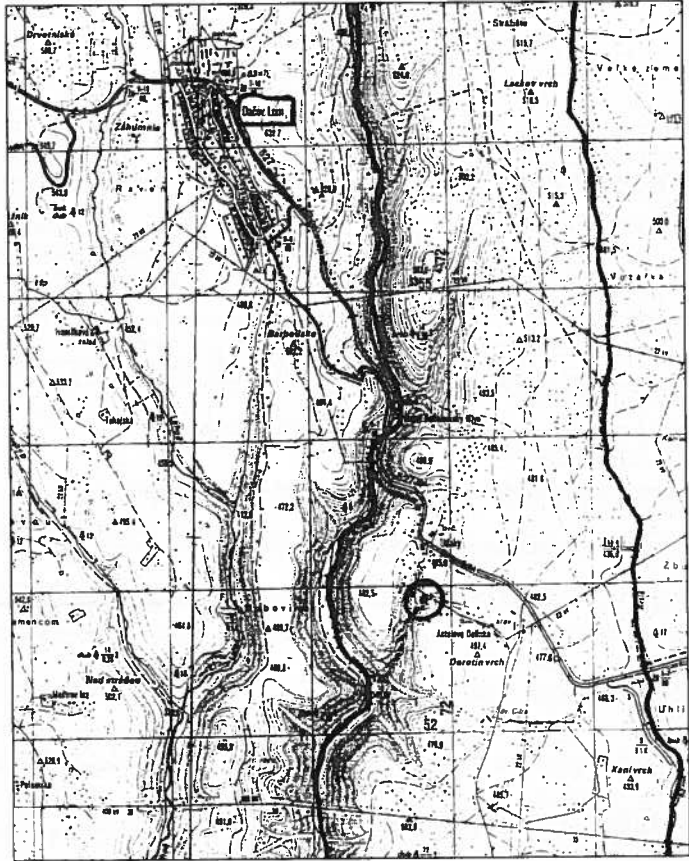
nánk. A tómeder peremének egyik oldala ellaposodik, ott vízínövényekkel benőtt és mocsaras, szemmel láthatóan vaddisznók kedvelt dagonya-helye lehet. Az Árpád-kori oklevélben is említett mocsár, a mai Mocsár-tó valóságos léte teljes bizonyosságot nyújt arról, hogy az Őr-hegy valóban azonos az oklevélben szereplő Lukás-kövel.

### Felsőpalojta: Pest pataka (1337)

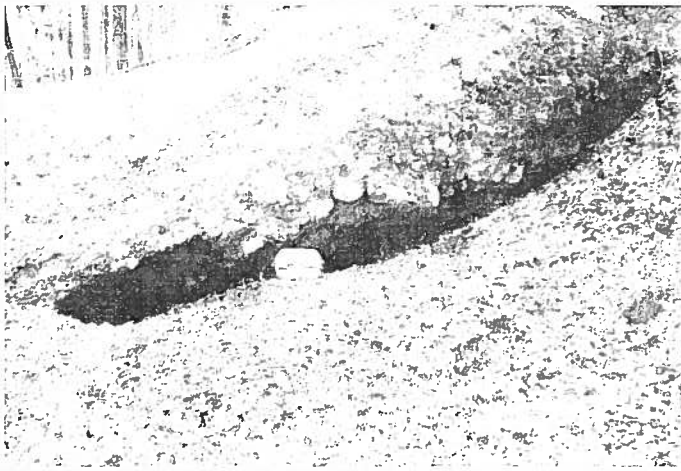
A váci káptalan előtt a Palojta környékén birtokos család ágai 1337-ben a határok megjelölésével osztályt tettek birtokaikról, falvaikról, vagyis eddigi közös birtokukat szétesztették a család egyes ágai között, és ezt a megállapodást a káptalan írásba foglalta. A latin nyelvű oklevél (FEJÉR VIII/4. 267–268) a három részre osztott Palojta, valamint Lom és Nénye birtokok, illetve birtokrészeknek a felosztás során kijelölt határszakaszait is leírja. Az egyik határszakasz – idézem – a Kürtő-patak mellől, a Pest pataka (*Pesth-pataka*) torkolatától indul kelet felé.

Az 1337. évi *Pest pataka* helynévre több magyar nyelvész is fölfigyelt, de a patakot meg a szóban forgó határszakaszt azonosítani egyikük sem tudta. A patak nevében előforduló *pest* szót JAKUBOVICH EMIL (1914) akadémikus és MELICH JÁNOS (1938) nyelvészprofesszor is 'kemence'-ként értelmezték, a nevet KNIEZSA ISTVÁN (1963) nyelvészprofesszor is említette, de értelmezésének kérdésében ő nem is foglalt állást.

Ez a *Pest pataka* földrajzi név az én figyelmemet is fölkeltette. A bolgár-szláv eredetű *pest* szónak ugyanis a középkori magyar nyelvben 'kemence' és 'barlang' jelentése is volt. Minthogy azonban az Ipolytól északra húzódó hegyvidéket itt Palojta körül is vulkáni kőzetek alkotják, névadóként mészkemencére aligha gondolhatunk, téglaegető kemencére pedig a sziklás hegyek közt, ahol az építkezésekhez kő van elég, még kevésbé volt szükség. Ezért én úgy ítélt meg, hogy itt is érvényes lehet az a több évtizedes kutatásaim nyomán kialakított megállapításom, hogy a hegyek közti sziklás helyek pest elő- vagy utótagú földrajzi neveinél általában a névadás indítéka nagy valószínűséggel valamely barlang vagy a nem karsztos kőzetekben is előforduló kisebb sziklaodú (DÉNES GY. 1973, 1975, 1983, 1997, 2002, 2003), a *pest pataka* helynév jelentése pedig a 'barlang pataka, odvaskő pataka' lehet. Hogy ez



4. ábra: A Pest pataka helyrajza  
Fig. 4. Situation sketch of Pest pataka



5. ábra: A Pest üreg bejárata. Benedek L. felvétele  
Fig. 5. The entrance of Pest üreg. Photo: Benedek L.

jelzői előtaggal tettek különbséget köztük (pl. a Körös vagy a Tisza esetében is). A Kürtös-pataknak már HUNFALVY JÁNOS (1865. III. 292) földrajzprofesszor is a keleti ágat nevezi csak Kürtösnek, nyugati ágát pedig Palojtai-pataknak. Az 1337. évi oklevélben szereplő azon Kürtös-patak, amelybe az ugyanazon oklevélben említett Pest pataka torkollik, az oklevél elemzéséből kikövetkeztetve csak a mai Palojtai-patak lehet.

A birtokhatárszakasznak a helyét, ahol az oklevél Pest pataka nevét említi, jömagam is csak az oklevél szövegének többszöri, gondos elemzésével, a határleírásban szereplő domborzati és vízrajzi elemeknek, utaknak, építményeknek az 1:10 000-es térképen történő keserves beazonosítása után tudtam csak megnyugtatóan azonosítani. Arra az eredményre jutottam, hogy az oklevél szóban forgó szövegrésze a Felsőpalojta (mai szlovák nevén Stredné Plachtince) és Lom (későbbi nevén Dacsólám, mai szlovák nevén Da\_ov Lom) községek közti középkori határszakasz leírása. Ezek után kerülhetett csak sor a terepmunkára, az oklevélben leírt helyszín alapos kutatására.

Helyszíni bejárásunk során Középpalojtán találtunk hasznos adatközlőre, az idős Jan Mäsiar személyében, aki a környék minden zegét-zugát ismeri, és falujának krónikása is volt. Nagyobb barlangról nem tudott a környéken, de amikor azt kérdeztük tőle, hogy ismer-e valahol a völgyoldalokban kisebb sziklaüreget, nyomban felsorolt többet is. Közülük egyiknek helyét a Felsőpalojtától északra mintegy 6 km nyire, a Palojtai-patak keleti partján épült kis vadászház mellett lefutó sziklás völgyben jelölte meg, ahol egy kis vízfolyás is van. Ez a kis völgy, a benne folyó patakocskával meg a sziklaüreggel megfelelt az oklevélben foglalt leírásnak. (Megítélésem szerint az előbbtől délre húzódó völgy is számításba jöhetne, de abban nem ismert sziklaüreget adatközlőnk.)

Terepbejárásunk során megtaláltuk a vadászház mellett a Palojtai-patakhöz betorkolló szűk völgyet, amelyből valóban kis patak fut le. Benedek Lászlóval szikláról-sziklára kapaszkodva haladtunk északkelet felé a meredeken emelkedő, szűk, egyre inkább szurdokjellegű, hatalmas sziklatömbökkel borított medrű vízmosás-völgyben a vízerecske mellett. Mintegy fél km megtétele után a szurdokvölgy kettéágazott, itt a kelet felé kanyarodó ágból érkezett az egyre kisebb hozamú vízfolyás, azt kellett követnünk. Nem sokkal az elágazás után az erecske végkép elapadt, de a szurdok északi oldalában föltűnt egy lapos sziklaüreg nyílása, amely a hegy vulkáni kőzeteinek rétegei között alakult ki. Főtejét (akárcsak a Tesmág melletti hegy Sisa Pista barlangjánál) egy lávaömlés által összementált kődarabokból álló, rendkívül kemény, páncélszerű kőzetréteg képezte, amely alatt lévő laza, tufas réteget valószínűleg a vízmosásban időnként lefutó vizek erodálták ki. A mintegy 5 m szélességű, a közepésrészén



50–60, a szélein mindössze 25–30 cm magasságú, lapos barlangba a szájánál fölhalmozódott avar és talaj akadályozta a teljes bejutást, de derékig becsúszva, onnan egy közel 4 m hosszú faággal mélyre benyúlva és azzal körbetapogatózva megállapítható volt, hogy belül terjedelmes az üreg, amelynek szájáról Benedek László fényképeket is készített.

Terepbejárásunk beigazolta, hogy a Palójtai-patak – amelyet a középkorban Kürtösnek neveztek – egyik baloldali, kelet felől érkező mellékvizének eredete közelében valóban van egy az erdőt járó emberek, vadászok által ma is ismert sziklaüreg. Ezzel megnyugtatóan valószínűsítettük, egyrészt, hogy ez az erecske lehet a középkori Pest pataka, másrészt, hogy a patak névadója, névadásának indítéka valóban egy az eredete közelében nyíló barlang, akkori szóhasználattal pest lehetett. A középkori Pest pataka helynév akkori jelentése tehát mai magyar nyelven 'a barlang pataka' volt (DÉNES GY. 2003).

Összefoglalásul megállapíthatom, hogy a Kőlyuk, a Lukás-kő és a Pest helynevek nem malomkőre és nem is kemencére utalnak, hanem középkori barlangnevek, amelyeknek segítségével kutatásunk során meg is találtuk a névadó barlangokat. Kettőbe be is hatolhattunk, a harmadikat rég eltömedékeltek, de korábbi léte megbízhatóan igazolt. Ezen a vulkáni kőzetekből fölépült hegyvidéken e barlangok, sziklaüregek természetesen nem karsztosodás révén alakultak ki.

### Felhasznált irodalom és rövidítések:

- BAKÁCS I. (1971): Hont vármegye Mohács előtt. *Akadémiai Kiadó. Budapest.*
- DÉNES GY. (1973): Középkori magyar barlangnevek. *Karszt és Barlang. I–II. 5–6.*
- DÉNES GY. (1975): A Peskő hegynév és a tarnaleszi Peskő barlangjai. *Karszt és Barlang. I–II. 25–28.*
- DÉNES GY. (1983): Wörter bulgarisch-slawischen Ursprungs für 'Höhle' in der ungarischen Sprache. *In: European Regional Conference on Speleology. Sofia, 1980. Proceedings. I. 204–205.*
- DÉNES GY. (1997): A Munuhpest sziklája és a pest köznév jelentése hegyek, sziklák nevében. *In: A magyar névtani kutatások legújabb eredményei (egyetemi oktatási segédlet). I. 284–288. Miskolc–Budapest.*
- DÉNES GY. (2002): Magyar karsztföldrajzi szókincsünk középkori elemei. *Karsztfelődés. VII. 43–51. Szombathely.*
- DÉNES GY. (2003): Középkori oklevelekben említett sziklaüregek az Ipolytól északra húzódó hegyek közt. *Gömörország. IV. 2. 4–7. Rimavská Sobota.*
- DI. = Magyar Országos Levéltár, Mohács előtti gyűjtemény.
- FEJÉR - FEJÉR G.: Codex diplomaticus Hungariae ecclesiasticus ac civilis. I–XI. *Budae, 1829–1844.*
- GYÖRFFY GY. (1987): Az Árpád-kori Magyarország történeti földrajza. III. *Akadémiai Kiadó. Budapest.*
- HUNFALVY J. (1865): A Magyar Birodalom természeti viszonyainak leírása. III. *Pest.*
- JAKUBOVICH E. (1914): Szemelvények az Oklevélszótár készülöben levő pótlékából. *Magyar Nyelv X. 280.*
- KISS L. (1988): Földrajzi nevek etimológiai szótára. 4. kiad. *Akadémiai Kiadó. Budapest.*
- KNIEZSA I. (1963): Charakteristik der slawischen Ortsnamen in Ungarn. *Studia Slavica. IX. 27–44.*
- KORCSOG L. (1995): Ipolynyék 860 éves 1135–1995. *Ipolynyéki Önkormányzat.*
- MELICH J. (1938): Melyik nép nevezte el Pestet Pest-nek? *Magyar Nyelv. XXXIV. 5–6. 129–140.*
- Mon.Strig. = Monumenta ecclesiae Strigoniensis. I–II. *Strigonii, 1874–1882.*
- SZABÓ I. (1969): Középkori magyar falu. *Budapest.*



# Člověk a pískovcová krajina

Vladimír Peša - Petr Jenč

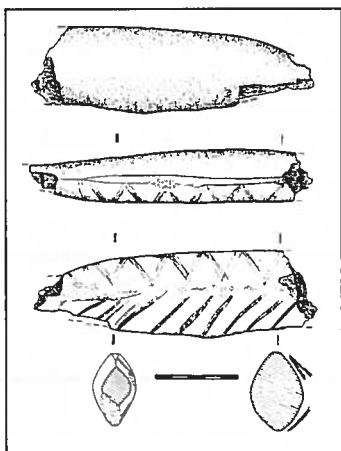
Vlastivědné muzeum a galerie v České Lípě,  
Nám. Osvobození 297, 470 34 Česká Lípa, Czech Republic

Krajinu české křídové pánve v severní a severovýchodní části Čech tvoří několik geograficky výrazných celků, jejichž osídlení začíná starším pravěkem a vrcholí v historické době. Jsou to především Labské pískovce (s národními parky České Švýcarsko a Sächsische Schweiz), Českolipsko a chráněná krajinná území Kokořínsko, Český ráj a Broumovsko. Těmto oblastem bude věnován následující přehled.

## Pískovcová krajina v pravěku

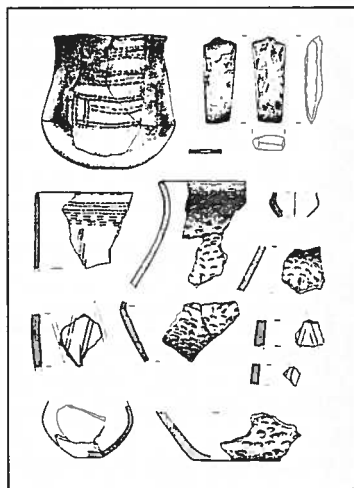
Nejstarší pobyt člověka v pískovcových dutinách je možno archeologicky sledovat již od mladšího stupně středního paleolitu (cca 120 000 – 40 000 př. n. l.); zatím jedinou průkaznou lokalitu známe z Českého ráje – Jislovu jeskyni u Turnova, odkud pochází soubor hrubší kamenné industrie kulturně připisované mousterieniu. Lovci z následujících období paleolitu sídlili v otevřeném krajině a členitému skalnímu terénu se zřejmě spíše vyhýbali. Změna nastává s počátkem holocénu. Převis Nízká Lešnice v Polomených horách na Českolipsku poskytl zlomek lidské lebeční kosti, datovaný 10190 B.P. V mezolitu (cca 9500 – 5500 př. n. l.) se pod převisy české části Labských pískovců a Českolipska objevuje velké množství sídlišť, která doplňují tábořiště v otevřeném terénu, nejčastěji na březích vodních toků a močálů. Pod převisy se uchovaly sídlištní vrstvy z různých období mezolitu, které obsahují štípanou kamennou industrii, kostěné nástroje a výjimečně i lidské zuby (např. převisy Pod Zubem, Šídelník 1, Vysoká a Nízká Lešnice, Černá Louže, Stará skála). Na lokalitách Heřmánky a Pod Zubem byly prozkoumány sídelní objekty, které dokládají uzavření převisu zástěnou. Polohy ohnišť umožnily získat řadu radiokarbonových dat.

První zemědělci projevili již ve starším neolitu (asi 5500-5000 př. n. l.) zájem o některé skalní převisy na Českolipsku (např. Heřmánky), sporadické využívání skalních dutin bylo zjištěno i v Českém ráji. V mladším neolitu (5000 – 4300 př. n. l.) v obou oblastech počet lokalit výrazně narůstá. Plošiny, pod nimiž se skalní dutiny nacházejí, byly původně z větší části pokryty vápnitou spraší, a tak převisy a jes-



Pravěk bližze nedatovaný – „Jeskyně ryby“ ve skalní oblasti Drábovna na Maloskalsku v Českém ráji. Unikátní broušený kamenný artefakt s rytou výzdobou, patrně plastika ryby, nalezený v hloubce okolo 1 m při nelegální výstavbě trampského tábořiště. Foto Jan Rendeck (Národní muzeum Praha), kresba V. Peša.

Mladší doba kamenná – kultura s keramikou vypíchanou a samborzecká skupina. Výběr nálezů z jeskyně Oko v Českém ráji: keramika a broušené čedičové dlátko;



stáří nálezů 6,5 tisíce let. Kreslili Adéla Dandová (SUPŠ a VOŠ Turnov), Petr Jenč a Pavel Vašíček (AVU Praha). Měřítko 3 cm.

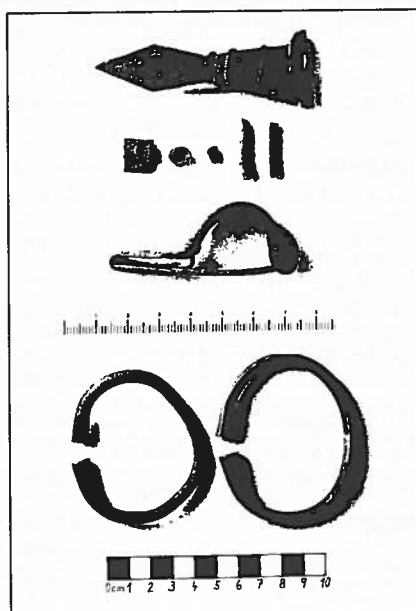
kyně mohly být přímo součástí zemědělských osad. Z jeskyní Oko a Kurandovská u Branžeže v Českém ráji pocházejí doklady výroby štípané a broušené kamenné industrie.

Přerušovaný zájem o převisy a menší jeskyně pokračuje i v následující pozdní době kamenné (eneolit, cca 4300 - 2100 př. n. l.). Lidé této doby poprvé pronikli do Labských pískovců a po mezolitických lovcích znovu využili některé převisy u okrajů skalnaté krajiny (Arba u Srbské Kamenice, Sojčí u Jetřichovic aj.). Také na Českolipsku nové výzkumy doložily osídlení krajiny ve starším a středním eneolitu (např. převisy Heřmánky, Stará skála a Nízká Lešnice v Polomených horách, převisy v okolí Ralska-Hradčan). Ojedinelý nález keramiky pozdního eneolitu (horizont kultury zvoncovitých pohárů) pochází z abri Nízká Lešnice. Z významnějších lokalit Českého ráje lze zmínit Průleznou jeskyni u Zásadky (ojedinelý nález celé nádobky z časného eneolitu), jeskyni Portál na Mužském (nedaleko odborné veřejnosti dobře známých výšinných sídlišť Dneboh - Hrada a Klamorna), jeskynní dílny na zpracování převážně místní kamenné suroviny (jaspisy, chalcedony) ve svahu melafýrové hory Kozákův (kultura nálevkovitých pohárů) či mikroareál Čertova ruka v hruboskalském skalním městě.

Doklady přítomnosti nálezů ze starší a střední doby bronzové (cca 2100 - 1400 př. n. l.) ve skalách zatím téměř chybí (jako výjimku zmiňme převis Východní Vránovy pod Mužským s nalezením mladoúnětické keramiky), zato na sklonku bronzového věku počet lokalit strmě narůstá a pískovcová krajina zažívá největší nápor člověka v pravěkých dějinách. Demografický boom vrcholí v 11. a 10. století př. n. l. v klimatickém období subboreálu, pro který je typické suché a značně nevyrovnané podnebí kontinentálního rázu. Záhy nato následuje znatelné prořidnutí osídlení doložené převážně v členitých oblastech s nižším srážkovým úhrnem (Příhrazská vrchovina u Mnichova Hradiště). Hlavní příčinou byla nejspíše charakteru podnebí neúměrná zátěž člověka na krajinu. Odlesněné pískovcové plošiny Českolipska a Českého ráje podléhaly silné erozi, která způsobila výrazné ochuzení celých ekosystémů. V Českého ráji se osídlení postupně přesouvá spíše do vlhčích podhorských poloh (Drábovna u Malé Skály) nebo se drží při hlavním toku řeky Jizery; celkově dochází k mírnému demografickému poklesu. Po dramatickém období pozdní doby bronzové až počátku doby halštatské se v 7. - 5. století př. n. l. vrací osídlení pískovcových oblastí alespoň zčásti do původního rozsahu z mladší doby bronzové. Od severu až na Českolipsko zasahuje vliv billendorfské kultury, jejíž nejvýznamnější lokalitou v pískovcích je bezesporu abri Donbas u Ralska-Hradčan.

V mladší až pozdní době bronzové ožívá také krajina na saské straně Labských pískovců a Lužických hor (Zittauer Gebirge). Osídleny jsou dominantní stolové hory Lilienstein a Pfaffenstein nad údolím Labe, na Pfaffensteinu existovalo v mladší době bronzové opevněné hradiště. Pro oblast Žitavska je lokalitou nadregionálního významu hradiště Oybin v Zittauer Gebirge položené na nepřístupném skalním suku. Hradiště bylo osídleno v pozdní době bronzové (lužická kultura) a podle nalezených kadlubů se tam pravděpodobně vyráběly bronzové předměty.

V následující mladší době železné (5/4. - 1. století př. n. l.) se archeologické nálezy ze skalních oblastí až na několik výjimek vytrácí - v pískovcových dutinách severní poloviny Čech byla materiální



*Bronzové předměty (jeden z náramků má být postříbřen) z 5. století našeho letopočtu nelegálně nalezené za pomoci detektoru kovů ve skalní dutině v údolí Suché Kamenice u Hřenska. Jejich současné uložení není známo.*

kultura Keltů zjištěna pouze v Českém ráji (maximálně 10 lokalit; např. jeskyně Portál na Mužském, Srbsko, Čertova ruka). Otazníky je opředený skalní vyklenek Kristova jeskyně v Klokočských skalách u Turnova, kde byla v r. 2001 náhodně nalezena zlatá keltská mince, mušlovitý stater o váze 7,517 g ze 2. století (datace ražby). Ojedinelé jsou také nálezy keramiky z doby římského císařství (asi 40 př. n. l. – sklonek 4. století n. l.), které pocházejí z několika jeskyní a převisu v Českém ráji (Oko, Berča, Čertova ruka) a na Českolipsku (převisy u Dřevčic). Dobu stěhování národů (375/400 – polovina 6. století) reprezentují dvě lokality s mimořádnými nálezy celých kovových předmětů – Novákova pec na Čertově ruce v Českém ráji a bezejmenná dutina pravděpodobně ležící v údolí Suché Kamenice u Hřenska.

Archeologické nálezy jednotlivých období zemědělského pravěku mají podobný charakter a liší se zpravidla pouze kvantitou. Sidelní struktury pod převisy a výklenky představují nejčastěji ohniště, někdy částečně dochovaná, ale nejčastěji rozptýlená do kulturní vrstvy a rozpoznatelná díky propálenému písku a koncentracím uhlíků. Pokud se objeví kulové jamky, nevytvářejí žádné obrysy objektu, ale zřejmě souvisejí s vnitřním zařízením lokality. V převisu Dolský mlýn v Labských pískovcích se podařilo zdokumentovat spálenou zástěnu převisu, předběžně datovanou do intervalu doba halštatská - eneolit. Mezi nálezy jednoznačně převládají střepy keramiky a zlomky zvířecích kostí. V neolitu a eneolitu se objevují menší soubory štípané industrie; méně často se úštěpy silicitu nacházejí v kulturních vrstvách doby bronzové. K vyjimečným nálezům patří broušená kamenná industrie (dlátka, části seker, vývrtky) nebo artefakty kovové.

Zajímavou skupinu představují osamocené nálezy celých keramických nádob v jeskyních podél Labského kaňonu na obou stranách státní hranice. Jsou to obtížně přístupné, malé a nenápadné jeskyně bez dalších nálezů nebo vytvořené „kulturní vrstvy“ (u Dolního Žlebu, Schmilka, Schöna, Bad Schandau). Nádoby pocházejí z různých období pravěku (eneolit, střední a mladší doba bronzová, doba laténská) a původně zřejmě obsahovaly potraviny či nápoje, dnes nedochované. Souvisí s tzv. labskou cestou a pravděpodobně sloužily jako obětiny za úspěšné proplutí tohoto nebezpečného úseku Labe.

Archeologicko-přírodovědné výzkumy probíhají v pískovcových oblastech ve větší intenzitě teprve v posledním desetiletí. Do té doby nebyly z Labských pískovců známy žádné pravěké nálezy, na Českolipsku jich bylo pouze několik. Lépe byl prozkoumán Český ráj, kde řada výzkumů probíhala především

*Sokolka u Srbska v Českém ráji. Významná polykulturní lokalita identifikována P. Jenčem v roce 1993. Kromě nálezů z doby laténské zde byla zjištěna přítomnost člověka v mladší a pozdní době kamenné, na sklonku doby bronzové, možná v halštatu nebo době římského císařství, v raném středověku (9. století), vrcholném středověku a ve starším*



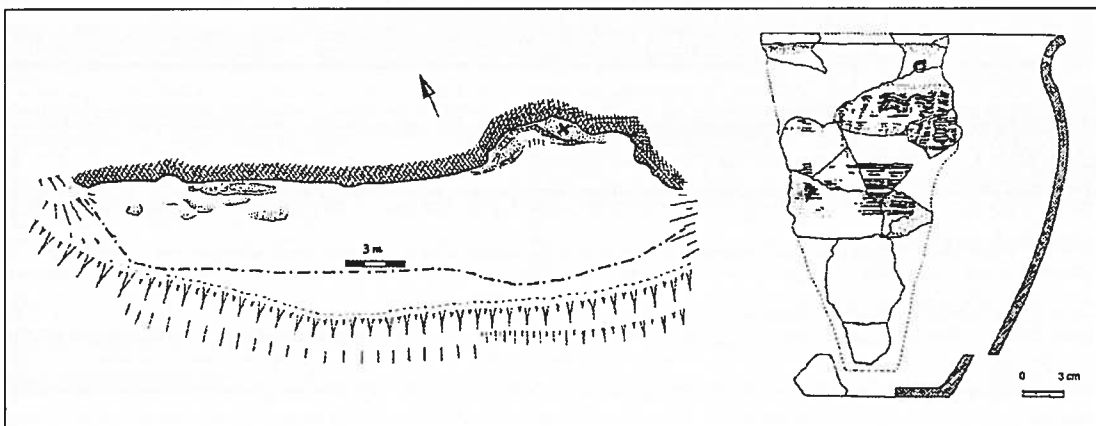
*novověku. Aktivita z 2. století před našim letopočtem zachytila zejména sondáž při patě skály v letech 1997 (výzkum P. Jenče, odborná spolupráce V. Peša) a 1998 (J. Waldhauser). Foto V. Vopat st., 2000.*

na Turnovsku již v prvních desetiletích 20. století. Moderní interdisciplinární výzkum zahájili prakticky souběžně v polovině 90. let Petr Jenč (některé výzkumy společně s V. Pešou) v jihozápadní části Českého ráje v mikroregionu Příhrázské vrchoviny a Jiří Svoboda na Českolipsku. Výzkumy na Českolipsku a v Labských pískovcích přerostly v letech 1997 – 2001 ve výzkumný projekt zaměřený na studium mezolitických lovců, který byl podporován grantem National Geographic Society. Projektu se účastnili jak archeologové (J. Svoboda, L. Jarošová, V. Peša, P. Jenč aj.), tak přírodovědci (zejména V. Cílek, I. Horáček, V. Ložek).

## Pískovcová krajina ve středověku

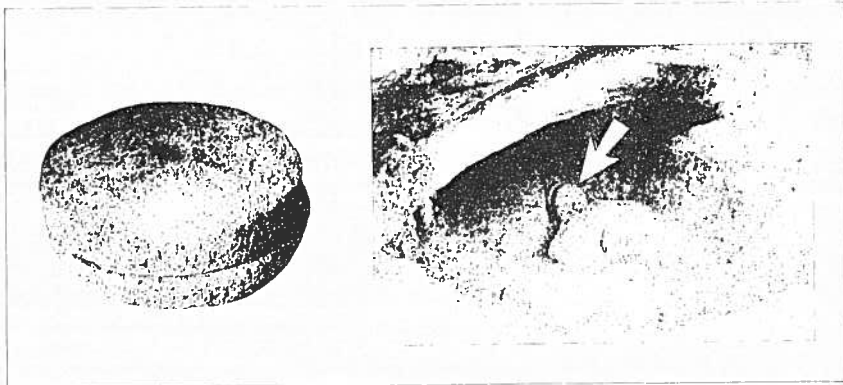
Během 6. století (po r. 530) začínají na sever a severovýchod Čech pronikat první slovanští osadníci. Klasické rovinné osady doplňují od sklonku 8. do 10. (?) století výšinná sídliště, vesměs opevněná (v pískovcových terénech Dneboh - Hrada a Klamorna, Poráň u Kosti, Prachovské skály, hradiště u Brtníků), v jejichž blízkosti máme doloženy rovněž aktivity ve skalních dutinách: Sokolka u Srbska – hrnec (nebo jen jeho část) v 9. století snad obětován pohanskému božstvu, Prachov – jeskyňka (tzv. obydlí) Strážce valu.

V průběhu druhé třetiny 13. století začala na severovýchodě Čech vrcholně středověká kolonizace, během níž po dobu více než sto let postupně vznikala sídelní struktura, z větší části dochovaná dodnes. Některé vesnice byly založeny na obtížně přístupných skalních plošinách – např. Dražejov na Českolipsku (první písemná zmínka k r. 1402). Důležitým prvkem krajiny se staly hrady a různé další opevněné objekty, pro které byly vybírány strategické polohy na skalních ostrožnách nebo přímo na pískovcových sucích. Měkký pískovec zároveň umožnil část prostor zapustit přímo do skály a vznikly tak dodnes dochované sklepy, obytné místnosti, zásobní objekty, studny, základy nadzemních staveb atd. Tzv. skalní hrady představují specifickou skupinu mezi českými hrady, především svým řešením přístupu a obrany. Ukázkovými objekty skalních hradů jsou Drábské světničky v Českém ráji, Jestřebí a Sloup na Českolipsku, nebo Falkenštejn a Šaunštejn v Českém Švýcarsku. Z dalších zajímavých hradů na pískovcovém podloží stojí za zmínku např. Frýdštejn, Rotštejn, Valečov, Kříneč a Kost v Českém ráji,



*Sokolka v Českém ráji – abri 2 (převíslá skála s výklenkovou dutinou přirozeného vzniku); výzkum P. Jenče v roce 1997. Torzo do mírného lesku vyhlazeného slovanského hrnce s hřebenem provedenou rytou výzdobou. Nádoba nebo jen její část byla v 9. století nejspíše umístěna na lavicovitě vystupující pískovcové podloží v zadní části mělkého výklenku (na půdorysném plánu místo vyznačeno křížkem). Nález interpretujeme jako pravděpodobnou obětinu pohanskému božstvu. Zaměřil V. Peša; kresba P. Jenč a Petr Vašíček (AVU Praha).*

Prachovské skály, staroslovanské hradiště; 10.(?) století. Jeskyňka při tzv. třetím valu odkrytá archeologem Rudolfem Turkem na podzim roku 1941. Dle autora výzkumu byla malá skalní dutina součástí strážnice – obydlí rodiny strážce opevnění, což měly



potvrzovat i nalezené dva žernovy (šipka), tj. základní komponenty rotačního mlýnku. Na snímku vpravo detail složeného mlýnu. Ještě před Turkovým výzkumem zde měla být (zřejmě mělce pod povrchem) nalezena nádoba s knížecími denáry Vratislava II. (1061 – 1085).

Houska na Kokořínsku a Königstein, Hohnstein, Neu-Rathen a Neu-Wildenstein v Saském Švýcarsku. V pevnosti Königstein byla při její přestavbě vyhloubena v letech 1563-69 studna hluboká 152,5 m, z níž se voda čerpala parním strojem.

V pokročilém středověku se také utváří síť cest, z níž mnohé jsou dodnes zachovány v podobě úvozů, jejich středověká podoba však většinou zanikla v mladších obdobích. 14. až 16. století je obdobím vzniku mnoha rybníků. Jejich hráze často využívaly pískovcových hřbetů, v nichž byly tesány propustě (Máchovo jezero, Novozámecký rybník a Holanské rybníky na Českolipsku). Do středověku spadají také nejstarší známé pískovcové lomy. Bezpečně je do tohoto období datován lom na mlýnské kameny v okolí hradu Milštejn v Lužických horách, po němž byl hrad nazván (Mühlstein). Nejstarší lom na štuky datovaný nápisem s letopočtem (1591) známe z údolí Kosteckého Plakánku v Českém ráji.

Zájem o skalní dutiny oproti ranému středověku výrazně vzrostl. První známá písemná zmínka o jeskyni v pískovcích se vztahuje k dnes blíže neznámé „spelunce“ Rosochatec v Adršpašsko-teplických skalách, kterou zmiňuje listina v souvislosti se stavem hranice polického újezdu v roce 1213. Zajímavé

jsou památky na výrobu smoly a dehtu pod převisy (např. Dehtařský převis u Jetřichovic, Západní vyhlídka pod Malým Bezdězem, Donbas u Hradčan na Českolipsku) či předpokládané refugiální využití jeskyní a abri v 15. století – kupříkladu v roce 1468 v prostoru Přihrazské vrchoviny během několika-denního drancování Mnichovohradištska lužickou vojenskou výpravou. Výjimečnou lokalitou je výklenková jeskyňně Babi pec na Kozákově, kde byla v 15. století peněžozárecká dílna.



Skalní útvar Kříteč nad Komárovským rybníkem v Českém ráji. Někdy ve 2. polovině 13. století na pískovcových blocích vystavěn dřevěný hrad, archeologicky blíže zkoumán až v roce 2003 (P. Jenč a V. Peša, technická spolupráce J. Dneboský). Foto J. Dneboský.

## Pískovcová krajina v novověku

Nástup novověku je ve znamení intenzivního hospodářského podnikání šlechty a stále častěji také bohatších měst. Zvýšený zájem o krajinu se projevoval jejím postupným odlesňováním, zhuštěním sítě vesnic a komunikací, budováním hospodářských staveb, rozvojem důlních děl a řady dalších aktivit.

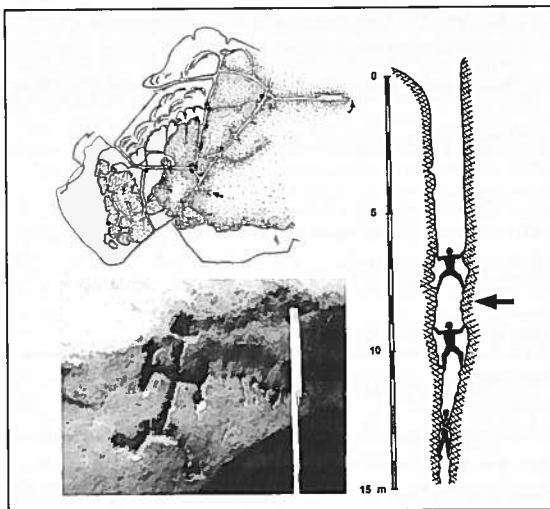
Se šlechtickým podnikáním souvisí zakládání pivovarů a s tím spojené budování pivovarských sklepů. Jejich prostorné podzemí je dochováno např. v Mimoni (z poloviny 17. století) a nedaleko zámku Lemberk u Jablonného v Podještědí (s vyrytým letopočtem 1694).

Od 18. století začíná krajinu pozvolna obohacovat drobná sakrální architektura, která v pískovcových oblastech s oblibou využívá skalek u cest. Do nich jsou tesány výklenky pro plastiky světců nebo svaté obrázky, výjimečně je vytesána i celá kaple, jako v obci Všemily na okraji Českého Švýcarska. Do pískovcových skal byly tesány také poustevny – např. Samuelova jeskyně na katastru obce Sloup z počátku 18. století, poustevny Zbysko u Mimoně a u Janovic v Podještědí rovněž z 18. století a další. Nejvelkolepější poustevnu s kostelem vytesaným do skály najdeme na bývalém hradě Sloup na Českolipsku; od 90. let 17. století do roku 1782 se tu postupně vystříдалo 6 poustevníků.

Na vesnicích i ve městech se součástí většiny domů stávají samostatné sklepy vytesané do skal a svahů, které sloužily nejrůznějším hospodářským potřebám (chladiřny, sušárny, seníky, sklípky na nářadí, vinné sklepy). Ukázkou je např. vesnice Žďár na Kokořínsku s kovárnou vytesanou do skály. Městem s největším počtem sklepů je pravděpodobně Mimoň, po požáru města v roce 1806 sklepy sloužily obyvatelům jako dočasné obydlí. Měšťanské a vesnické sklepy jsou převážně menších rozměrů, nejčastěji jedno- až dvouprostorové. V 19. století se na vesnicích objevují skalní obydlí, která počtem místností odpovídají malému vesnickému domu, ale jsou zcela vytesána do skály (např. Podkost – „Barušky“). Obývala je nejchudší vrstva obyvatel a to někdy až do 1. poloviny 20. století. Zvláštní zmínku zaslouží skalní osada u hradu Valečova (v místě předpokládaného tábořiště husitských vojsk) existující do sklonku 19. století.

Specifikou severočeské krajiny jsou podzemní pískovcové lomy. Minimálně 15 lokalit nalezneme na Českolipsku, mezi nimi jsou nejrozsáhlejší a pravděpodobně i nejstarší tzv. Pusté kostely v údolí potoka Svitávka mezi obcemi Velenice a Lindava. Zdejší podzemní prostory souvisí se založením továrny na výrobu zrcadel hrabaty Kinskými v r. 1756. Více než sto let se tu těžila hornina za účelem získání brusného písku, pozůstatkem těžby jsou rozlehlé sině podepřené sloupy. Podobné podzemní lomy se objevují také v sousedních oblastech, i když kvantitativně v menší míře (typologicky sem náleží i podstatně

*Stříbrné stěny v národním parku České Švýcarsko – obtížně průlezný labyrint vertikálních puklin ve vrcholové části tzv. Stříbrného rohu s vyznačenými polohami rytin raně novověkých prospektorů. Ryté nebo tesané symboly se nacházejí v několika výškových úrovních, za některými je třeba sešplhat až 15 m hluboko, dva kříže se nacházejí dokonce 20 – 30 m pod vrcholovou plošinou a jsou dostupné pouze s použitím horolezeckých technik. Přibližné umístění rytiny na fotografii (schematizovaná lidská postava s letopočtem 1579) je na řezu puklinou označeno šipkou. V místě Stříbrného rohu jsou skalní stěny zhruba 100 m vysoké, na úpatí štola a několik dalších historických souborů. Zaměření a kresba V. Peša, foto P. Jenč (2003).*





*Jedna z galerií rytin pod Stříbrnými stěnami někdy nazývaná jako „alchymistická rovnice“. Symbol hruškovitého tvaru představuje loutnu, případně křivuli (dosud jediná známá soudobá analogie byla zjištěna autorem snímku v areálu hradu Valečov v Českém ráji. Foto P. Jenč, 2003.*

ry (štuky). Rozmach lomů úzce souvisí s narůstajícím počtem kamenných staveb nejprve ve městech a v průběhu 19. století také na venkově. Povrchové lomy se proto nacházejí v okolí každého města (např. Česká Lípa, Nový Bor, Mimoň) nebo vesnice; někdy obsahují data ukončení těžby. Jen výjimečně byly štuky dobývány i podzemním způsobem, důvodem mohl být nedostatek povrchových skalních výchozů (Skalice u České Lípy) nebo charakter horniny (údolí Plakánek na Sobotecku).

Zajímavými památkami historické krajiny jsou pozůstatky prospektorské činnosti v kvádrových pískovcích v raném novověku (16. – 17. století), jež nacházíme obvykle v místech s výrazně viditelnými železitými vrstvami v hornině či limonitovou kůrou na povrchu (tzv. pískovcový železivec). Z nedávno dokumentovaných lokalit stojí za zmínku např. Stříbrné stěny u Hřenska s tesanou štolou dlouhou přes 32 m či archeologizovaná šachta (datována letopočty 1567) pod skalním převisem v poloze Za Kolištěm u Jetřichovic. Vzhledem k odlišnému horninovému prostředí, na rozdíl od Šluknovska, Lužických, Jizerských nebo Krušných hor, nemohlo být České Švýcarsko pro prospektory hledající kvalitní železné rudy, barevné a cenné kovy příliš přírodním územím. Jejich aktivity lze vysvětlit dobovými znalostmi rodící se vědní disciplíny geologie, vycházející zatím jen z terénních zkušeností horníků, huťmistrů a z alchymistických experimentů.

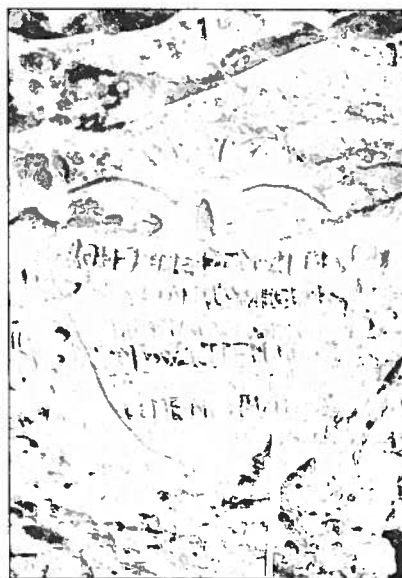
Od druhé poloviny 19. století až do 30. let 20. století se objevují pokusy o vyhledávání a těžbu uhlí (Českolipsko, Český ráj – např. Kozákov či mezi Kněžmostem a Branžeží), maximálně se ale jednalo o malá a nekvalitní ložiska.

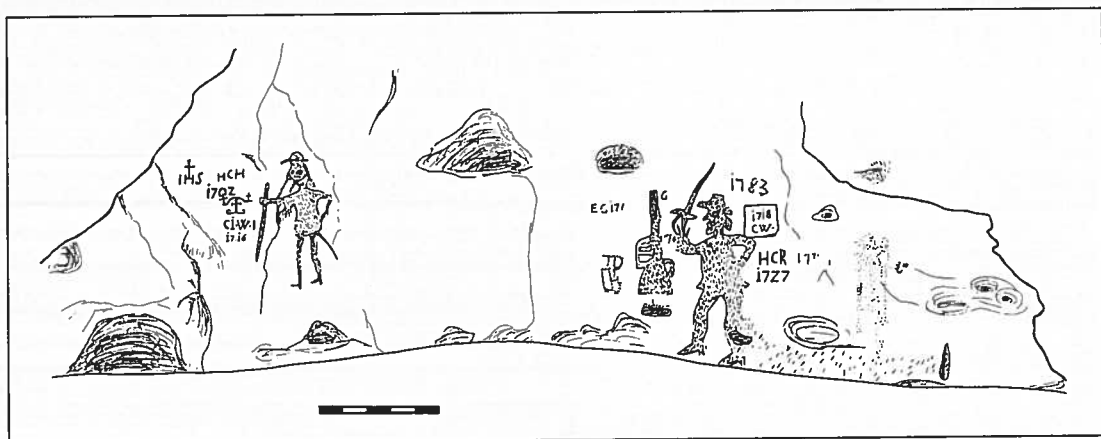
Ze staršího novověku je dnešní podoba většiny propustí a podzemních náhonů nespočetných rybníků, z nichž některé

*Braniborská jeskyně u Starých Splavů na Českolipsku – rytina pod skalním převisem připomínající úkryt obyvatel („úředník, rychtář a obecní lid“) v období 1. slezské války (r. 1741). Dokumentováno v rámci dlouhodobého vědecko-výzkumného úkolu historického oddělení Vlastivědného muzea a galerie v České Lípě „Dokumentace skalních nápisů, rytin a dalších prvků historické krajiny severních Čech“. Foto P. Jenč, 2004.*

mladší podzemí v městském lesoparku v Mnichově Hradišti). K nejrozsáhlejším patří Prosecké pískovcové lomy na severním okraji Prahy (labyrint Močálka má kolem 800 m chodeb, Bílý kuň 350 m). Největší rozmach těžby písku v Proseckých lomech spadá do druhé poloviny 19. století, těžbě písku tam předcházela těžba uhlí v letech 1800 - 1860. Písek se podzemním způsobem těžil i na dalších místech Prahy a okolí (Praha-Vidoule, Tuchoňčice), podobným způsobem se dobývala opuka na Mělnicku (mezi obcemi Vehlovice – Mlázice) a ve východních Čechách.

Naproti tomu povrchové pískovcové lomy se nacházejí prakticky v okolí každé obce a dobývaly se v nich vesměs stavební kvádry

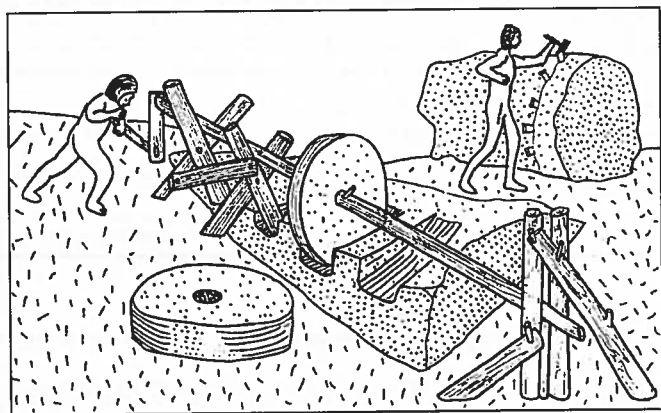




*Převís Válečníků u Jetřichovic v Českém Švýcarsku představuje z hlediska historických skalních rytin jednu z nejvýznamnějších lokalit na severu Čech. Soubor rytin z 18. století je zajímavý především vyobrazením 5 lidských postav držících v ruce šavli, hůl nebo pušku; z dalších rytin uveďme např. křížky, iniciály s letopočty, zvířata. Dokumentovali P. Jenč a V. Peša, 2001. Měřítka pod obrázkem odpovídá 1 m.*

jsou středověkého původu. Zatím nejstarší, rytím letopočtem datovaný podzemní náhon (r. 1528), známe z Rozprechtic u Dubé. Jeden z nejzajímavějších náhonů, složený z hluboké vytesané průrvy a dvou tunelů, vznikl v polovině 17. století v Novinách pod Ralskem („Průrva Ploučnice“) na Českolipsku; podstatně rozsáhlejší systém se nachází v Lužických horách (Naděje – Mařeničky; 18. století až 1945). Jedinou rybářskou propust v Českém ráji nalezneme v údolí Kněžmostky u Branžeže-Nové Vsi, do skály byla vytesána nejpozději v 1. třetině 19. století. S náhony souvisejí mlýny, které ve skalnatých údolích bývaly nezřídka zčásti (výjimečně i zcela) vytesané v pískovci nebo mivaly alespoň do skály vytesané hospodářské objekty – Krvomlejn v Kokořinském dole, mlýn Palác u Tumbože, Suchý mlýn u Nosálova na Kokořinsku, Zourov v údolí Zábrdky u Hlavičky, mlýn v horní části údolí Veseckého Plakánku v Českém ráji, Dolský mlýn v Českém Švýcarsku a mnoho dalších. Některé z těchto objektů přestaly plnit svou funkci teprve po skončení druhé světové války s odsunem německého obyvatelstva.

V celém průběhu novověku pokračovalo příležitostně využívání jeskyní a převisů. Sloužily v neklidných dobách jako útočiště, např. za třicetileté války (možná převis Berča u Drhlen), v období protireformace (pravděpodobně tesané místnosti středověkého hradu Drábské světničky), slezských válek (40. a 50. léta 18. století – např. Velký Pelíšek pod Mužským, Stará forota u Žehrova, Braniborská jeskyně u Doks), války prusko-rakouské 1866 (Český ráj, Českolipsko, České Švýcarsko). Do jeskyně Stará kancelář v Adršpašsko-Teplických skalách měly být za slezských válek uschovány vrchnostenské



dokumenty, stopy podobného využití nese puklinový labyrint Stará forota u Žehrova v Českém ráji. Skalní dutiny bývaly také využívány lidmi na okraji společnosti, a to prakticky až do historické současnosti; od 90. let 20. stole-

*Pokus o rekonstrukci pracovního postupu výroby brusných kotoučů na základě stop pozorovaných při hraně klokočské kuesty u Turnova. Autor R. Mikuláš (GÚ AV ČR Praha).*





*Český ráj - přírodní rezervace Příhrazské skály. Stěna jeskyňky kulovitěho tvaru (vstup jen maximálně 65 cm vysoký, prostor pouze pro jednoho klečícího člověka) zdobená rytými křížky latinského typu. Dutina, pracovním pojmenovaná „Kaplička pod Uněm“, plnila s největší pravděpodobností v 18. století funkci přírodní modlitebny (předpokládána souvislost s 20 m vzdáleným jeskynním výklenkem Uňo). Foto P. Jenč, 2003.*

tí se opět setkáváme s útulky bezdomovců, ti se však soustřeďují více na tesané podzemí v blízkosti větších sídel. Za druhé světové války byly vyhledávány především menší a dobře skryté jeskyně a převisy (Kokořínsko, Český ráj - např.

v oblasti Mužského se na sklonku války ukrývalo minimálně 113 uprchlých válečných zajatců). Jiné výrazné stopy využívání převisů souvisejí s výrobou smoly a dehtu, která je doložena řadou lokalit v Labských pískovcích (např. Jetřichovice – převis Válečnicků obsahuje i cenný soubor rytin z 18. století). Pestrůst využívání pískovcových jeskyní dokresluje tzv. brusírny nad osadou Záboreč v Českém ráji. Tradovaný místní název a zejména miskovitě prohlubně kruhového půdorysu tu dokládají dobrušování (popřípadě finální stádium výroby) brusných kotoučů v 19. až prvních dvou desetiletích 20. století. S narůstajícím turistickým ruchem se některé skalní dutiny staly oblíbenými výletními cíli a přímo pod převisy vznikaly hospůdky (Balzerovo ležení a Kuhstall v Českosaském Švýcarsku).

Smutnou kapitolu lidských dějin nejmladšího novověku připomínají důlní díla z období druhé světové války – protiletectké kryty (Cvikov) a podzemní továrny. V Rabštejně a Janské u České Kamenice bylo v roce 1944 započato s rychlou výstavbou velkého podzemního komplexu s cílem přesunout výrobu komponent pro stíhací letouny a vrtulníky firmy „Weser“ Flugzeugbau G.m.b.H. do podzemí a uchránit tak zbrojný závod před hrozícím bombardováním. V souvislosti s touto výrobou byla v Rabštejně zřízena pobočka koncentračního tábora Flossenbürg (nutnost dalších pracovních sil). Jiným příkladem jsou vznikem starší, výše zmíněné, Pusté kostely u Lindavy, kde v největším z podzemních lomů probíhala od listopadu 1944 výroba rychlopalných leteckých děl (továrna Nautilus firmy WFG).

Rozvoj městského průmyslu a obecně industrializace přinesla zásadní změnu životního stylu, která se odrazila i ve vztahu člověka k přírodě. V prvních desetiletích 20. století nastupuje nový kulturní jev – táboření ve skalních dutinách jako forma odpočinku a návratu k životu v přírodě. Český ráj je jednou z prvních oblastí, kam tito milovníci přírody pronikají. Nazývají se skauti, záhy se přidávají neorganizovaní „divocí skauti“ – trampové (20. léta). Pro trampy je charakteristické zakládání osadních



*Největší z Pustých kostelů u Lindavy (Pustý kostel č. 1) – 3520 m<sup>2</sup>. Před 200 lety podzemní pískovcový lom, na sklonku 2. světové války továrna na výrobu rychlopalných leteckých děl, za socialismu sklad zeleniny, dnes prostory využívány pod označením „motorkářská jeskyně“. Foto Vladimír Štěpánský (VMG v České Lípě).*

tábořišť, tzv. kempů, nezřídka s dřevěnými vestavbami pod převisy nebo v jeskyních. Tradice příležitostného pobytu v přírodě se masivně rozšířila zejména od konce 60. let a přetrvává dodnes. V evropském měřítku představuje český tramping svérázný fenomén, avšak v důsledku škod, které s sebou přináší, je v posledních několika letech výrazněji regulován orgány státní ochrany přírody.

## Literatura:

- BELISOVÁ, N. 2004: Zpracování smoly v Českém Švýcarsku a Labských pískovcích. *Minulosti Českého Švýcarska II*, 95 – 183. Krásná Lípa.
- BENEŠOVÁ, J. - KALFERST, J. - PROSTŘEDNÍK, J. 2001: Prostorová identifikace archeologických lokalit v oblasti „Hruboskalska“, okr. Semily – úsek „Čertova ruka“. *Pojizerský sborník 4/1999*, 55 – 77. Praha.
- BRZÁK, P. & FABIÁNEK, O. 1995: Podzemí Šluknovska. *Varnsdorf*.
- CÍLEK, V. 1995: Podzemní Praha. *Knihovna České speleologické společnosti*, sv. 27. Praha.
- FILIP, J. 1947: Dějinné počátky Českého ráje. *Praha*.
- GABRIEL, F. & PANÁČEK, J. 2000: Hrady okresu Česká Lípa. *Praha*.
- HONL, I. 1973: Toponymie Adršpašských a Teplických skal. *Zpravodaj místopisné komise - Onomastický zpravodaj 14*, 618 – 626. Praha.
- JENČ, P. 2003: Soupis speleoarcheologických lokalit Českého ráje – terénní průzkum a evidence nálezů v letech 1992 – 2002, 1. část. *Správa CHKO Český ráj Turnov (interní dokument)*.
- JENČ, P. - PÁTKOVÁ, H. - PEŠA, V. 2001 (edd.): Historické skalní rytiny v Labských pískovcích (1. etapa dokumentace v okolí Jetřichovic). *Porta Bohemica 1*, 149 - 166. Litoměřice.
- JENČ, P. - PEŠA, V. 2000: Nejstarší osídlení severních Čech. *Česká Lípa*.
- MERTLÍK, J. - MIKULÁŠ, R. 2003: Stopy po výrobě brusných kotoučů v Klokočských skalách u Turnova. *Ochrana přírody 58*, 217 – 218. Praha.
- PAŽOUREK, V. - VELÍMSKÝ, T. 1995: Nově zjištěné rané středověké nálezy z Labských pískovců - příspěvek k počátkům slovanského osídlení ve Šluknovském výběžku. *Archeologické výzkumy v severozápadních Čechách v l. 1983-1992*, 197 - 212. Most.
- PEŠA, V. 2002: Člověk a jeskyně v novověku (1500 - 2000): o historii, archeologii a speleoantropologii. *Kuděj 4*, č. 1-2, 3 - 19. Praha.
- PEŠA, V. 2004: Podzemní lomy na Českolipsku. *Bezděz 13*, 83 - 122. Česká Lípa.
- PEŠA, V. - JENČ, P. 2003: Pravěké, středověké a novověké lokality Českého Švýcarska I. *Minulosti Českého Švýcarska I*, 56 – 79. Krásná Lípa.
- PEŠA, V. - JENČ, P. 2003: Dokumentace historických skalních rytin v Labských pískovcích v letech 2001 – 2002 (předběžná zpráva). *Porta Bohemica 2*, 139 - 145. Litoměřice.
- PEŠA, V. - JENČ, P. 2004: Pravěké, středověké a novověké lokality Českého Švýcarska II. *Minulosti Českého Švýcarska II*, 43 – 53. Krásná Lípa.
- PLESLOVÁ – ŠTIKOVÁ, E. 1981: Mužský u Mnichova Hradiště. Pravěká skalní pevnost. *Praha*.
- PODROUŽEK K. 1997: „Barušky“ – lidová architektura v pískovcovém podloží. Průzkumy památek II/1997, 57 – 65. Praha.
- SVOBODA, J. A. 2003 (ed.): Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku, 1978 – 2003. *Dolnověstonické studie*, sv. 9. Brno.
- SVOBODA, J. - CÍLEK, V. - JAROŠOVÁ, L. 1998: Zum Mesolithikum in den Sandsteingebieten Nordböhmens. *Archäologisches Korrespondenzblatt 28*, 357 - 372. Frankfurt a. M.
- SVOBODA, J. - JAROŠOVÁ, L. - DROZDOVÁ, E. 2000: The North Bohemian Mesolithic revisited: the excavation seasons 1998-1999. *Anthropologie 38/3*, 291 - 305. Brno.

- TILLE, J. 1905: Geschichte der Stadt Niemes. *Mimoň*.
- TUREK, R. 1946: Prachovské skály na úsvitě dějin. *Praha*.
- VELÍMSKÝ, T. 1991: Nový nález lužické keramiky z Děčinských stěn a problematika kontaktů pravěkého osídlení na území Saska a severozápadních Čech. *Děčínské vlastivědné zprávy*, č. 1, 26 - 38. *Děčín*.
- VESELÝ, M. 1999: „Stříbrné doly“ u Jedlové. *Bezděz 8*, 97 - 117. *Česká Lípa*.
- VESELÝ, M. 2003: Stříbrné stěny u Hřenska. *Speleofórum 20*, 33 - 38. *Praha*.

## Summary

### Prehistoric and historic Men in Sandstone Caverns of NE Bohemia (Researchs in 1994 – 2003)

The landscape of the Bohemian Cretaceous Basin (Česká křídová pánev) consists in its eastern and northeastern parts of several important units, which were settled from early prehistory to historical period. The most important among them are Labské pískovce (Elbe Sandstone rocks; including national parks České Švýcarsko and Sächsische Schweiz), the region of Česká Lípa, and protected landscape areas Kokořínsko, Český ráj (Bohemian Paradise), and Broumovsko.

The research combining archaeology and natural sciences has in the sandstone territories more intensively developed only during the recent decade. Prior to this time, no archaeological finds were known from Elbe Sandstone rocks, and only few in the Česká Lípa region. Better known was the situation in Bohemian Paradise, where many excavations took place already in the first decades of the 20th century (particularly in the Turnov region). About the mid 1990ties, the modern interdisciplinary research has been almost simultaneously started by Petr Jenč (some excavations were done together with Vladimír Peša) in the area of Příhrazské Hills in the southwestern part of Bohemian Paradise, and by Jiří Svoboda in the region of Česká Lípa. Researches done in the Česká Lípa region and in Elbe Sandstone rocks between 1997 – 2001 laid foundations to a research project focusing on the study of Mesolithic hunters, which was supported by the grant of the National Geographic Society. Both archaeologists (J. Svoboda, L. Jarošová, V. Peša, P. Jenč) and natural scientists (mainly V. Cílek, I. Horáček, V. Ložek) participated in the project.

Archaeological finds dating from various stages of prehistory are similar in character and distinctions between them are only quantitative. The most common features attested in the rock-shelters are hearths, sometimes only partly preserved, but usually dispersed within the cultural debris and recognizable only on the basis of burnt sand and charcoal concentrations. Postholes, when attested, do not create contours of any objects, and they have perhaps something to do with internal furnishings of the sites. A burnt wooden screen was excavated in the rock-shelter site Dolský mlýn in Elbe Sandstone rocks. The screen is preliminarily dated between the Eneolithic and Hallstat periods. Potsherds and fragments of animal bones prevail among finds. From the Neolithic and Eneolithic periods are known smaller assemblages of chipped lithic industry; silicite flakes are more rare in the layers dating from the Bronze Age. Among extraordinary finds we should range polished stone industry or metal artifacts.

In comparison with the Early Middle Ages, for the Later Middle Age we notice a rising interest in the rock caverns. Interesting are traces of the tar production in rock-shelters (for instance Dehtařský převis near Jetřichovice; Západní vyhlídka below Malý Bezděz, Donbas near Hradčany in the Česká Lípa region), or a supposed usage of caves and rock-shelters for refuge in the 15th century – for instance in the Příhrazské Hills in 1468, when the area of Mnichovo Hradiště was for several days plundered

by the Lusatian siege. A badly eroded engraving dating from the Middle Ages, and depicting a coat-of-arms, is located in the original portal of castle Falkenštejn in the Elbe Sandstone rocks.

Interesting traces were in the landscape left by prospectors searching for sandstone in the early Modern Age (the 16th – 17th century), mainly in places where ferrous layers are well visible in the rock, or where the rock surface is covered with limonite crust (the so-called sandstone ironstone). Among recently documented sites we should mention Stříbrné stěny near Hřensko with a gallery more than 30 engraving symbols, or the gallery (dated by an inscription to 1567) below the rock-shelter Za Kolištěm near Jetřichovice – Elbe Sandstone rocks.

An occasional usage of caves and rock-shelters continued throughout the whole modern period. Rock caverns were used for refuge in troubled times, for instance during the Thirty Years War (perhaps the rock-shelter Berča in Drhleny), in the age of Anti-Reformation (probably rooms of the medieval castle Drábské světničky), the Silesian Wars (in the 40ties and 50ties of the 18th century – for example Velký Pelíšek below the Mužský massif, Stará forota near Žehrov – all sites in Bohemian Paradise, Braniborská Cave near Doksy), and the Austro-Prussian war in 1866 (Bohemian Paradise, the region of Česká Lípa, Elbe Sandstone rocks). According to tradition, in the cave Stará kancelář (Broumovsko) were during the Silesian Wars stored documents belonging to local suzerains. Till recent period, rock caverns were also used by people living on the margin of society; since the 1990ties, we can meet with refuges of homeless, which nonetheless prefer artificial underground spaces in the neighborhood of larger settlements. During the Second World War, people mostly sought for smaller and well hidden caves and rock-shelters (the Kokořín region, Bohemian Paradise – for example, at least 113 fugitive war captives hid in the area of the Mužský massif in the end of the War). Other interesting traces of the usage of the rock-shelters are associated with the tar production, which is attested at several sites in the Elbe Sandstone rocks (one of them, the site of Jetřichovice – the so-called převis Válečnicků – the rock-shelter of the Warriors – is also remarkable for its valuable assemblage of engravings dating from the 18<sup>th</sup> century). With the development of tourism, some of the caves and rock-shelters became popular targets of travelers, and pubs were built below some rock-shelters (Balzerovo ležení and Kuhstall in the Elbe Sandstone rocks).

During the first decades of the 20<sup>th</sup> century emerged a new cultural phenomenon – the camping in caves and rock-shelters as a way of spending free time and as an expression of the return to nature. Bohemian Paradise was one of the first areas penetrated by these admirers of nature. They were called scouts, and were shortly later (in the 1920ties) followed by unorganized “wild scouts” – the so-called tramps. Characteristic for them was founding of camps, often including wooden constructions in caves and rock-shelters. The custom of occasional spending of time in nature became very common particularly since the end of the sixties and has survived till our days. Czech tramping represents a specific phenomenon in European scale, however, as a consequence of damages caused by tramps to nature, it is in recent years regulated by authorities of the state protection of nature.

# Die Pseudokarsthöhle Knahyna an der Grenze der Slowakei und der Ukraine

Ján Ducár

Ďumbierska 10, 080 01 Prešov [kvadrod3@kvadro.sk](mailto:kvadrod3@kvadro.sk)

## Abstrakt

*Pseudokarsthöhle Knahyna befindet sich an der Grenze der Slowakei und der Ukraine. Der Haupteingang ist von der ukrainischen Seite orientiert, das Portal ist 2 m hoch und 4 m breit. Der zweite Eingang ist an der slowakischen Seite, aber beim Grenzumbau wurde zerstört. Dieser kleine Eingang diente als Hinausgeflogenesloch für Fledermäuse. Diese Höhle ist ungefähr 60 m lang.*

*Im Jahre 1892 besuchte dieses Gebiet Jules Verne. Der Weg zu Knahyna und zur Stelle vom Meteoritenfall (1866) ist in Vernes Roman „La Chateau des Carpathes“ – zu erkennen.*

*Im Rahmen der polnisch-slowakischen Freundschaft (Pseudokarstfachleute) wurde im Dezember 2003 eine grosse Höhle in verlassenen Steinbruch übers Dorf Lipowica entdeckt.*

*Die Höhle ist ungefähr 450 m lang und 24 m tief. Mapierung ist noch nicht beendet, weil man die Verbindungen zu anderen Höhlen in der Nähe voraussetzt. Die Besonderheiten dieser Höhle sind karsttropfsteine aus der Kalzitader und die grossen Mengen von den Fledermäusen.*

**Key words:** pseudokarsthöhle, Jules Verne

Pseudokarsthöhle Knahyna befindet sich an der Grenze der Slowakei und der Ukraine auf der Westseite der Bergen Stinska. Der Haupteingang ist aus der ukrainischen Seite orientiert, der zweite Eingang ist an der slowakischen Seite, aber bei dem Grenzumbau zerstört wurde. Dieser kleine slowakische Eingang diente als hinausgeflogenes Loch für Fledermause.

### Beschreibung der Höhle.

Aus dem Portal des ukrainischen Eingangs kommt in den Hauptkorridor, dessen Länge cca 20 m lang ist. Es schliesst mit einem Riss, deswegen ist er am Ende nicht durchgängig. Der Hauptkorridor hat auf der rechten Seite drei Nebenkorridore, die zusammenverbunden sind. Der erste Nebenkorridor hat 2 Etagen.

Zwischen diesen beiden Etagen gibt es einen grosseren Saal. Umgefahr 5 Meter vom Ende des Hauptkorridors befindet sich auf der linken Seite ein Kamin, der zur Oberfläche führt. Hier soll auch der vorausgesetzte Eingang aus der slowakischen Seite sein. Die Höhle des Kamins ist etwa 12 m. Der Kamin verteilt sich an seinem Ende in zwei selbstständige Teile. Im alten tschechische Touristenführer von Matoušek aus dem Jahre 1920 ist interessante Information: bei Losung Knahyna ist das Wort die Schlucht (tschechische Wort „propast“). Das bedeutet, dass der Boden vom Hauptkorridor ist im Jahre 2004 anders, als im Jahre 1920.

Die Höhle Knahyna ist als Raubershöhle bekannt. In alten schriftlichen Dokumenten aber auch in mündlichen Legenden sind Informationen, dass hier die Raubers lebten und das Knahyna diente als Versteck. Die Länge der Knahyna – Höhle ist cca 80 m, aber diese Information ist nicht punktllich,



Abb. 1 Die Sicht an Grenzenberg Stinska mit dem Knahynahöhle. Foto: J. Ducár

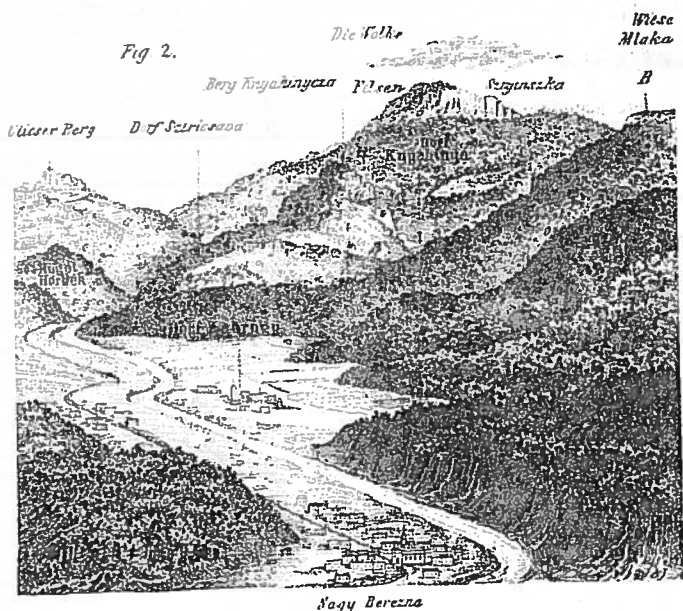


Abb. 2 Die Zeichnung (Skizze): Grenzenberg Stinska von Veliky Bereznyj (Nagy Berezna), mit der gezeichneten Meteoritfallpunkt (9.6.1866)



Abb. 3 Der Eintritt des Knahynahöhle.  
Foto: J. Ducár



Abb. 4 Die Eintrittspartien des Knahynahöhle.  
Foto: J. Ducár



Abb. 5 Die Höhlenwände mit Fledermause.  
Foto: J. Ducár

weil offizielle Daten von ukrainischen Speleologen fehlen, und die Höhle wurde noch nicht von slowakischen Speleologen kartiert. Es ist Arbeit der Zukunft, und ich hoffe, dass alles (Kartierung, Beschreibung, Fotografierung...) gut geht.

Im Jahre 1892 besuchte dieses Gebiet der bekannte französische Schriftsteller Jules Verne. Der Weg zur Knahyna - höhle ist beschrieben in Roman „La Chateau des Carpathes“. Jules Verne besuchte die Stelle, wo im Jahre 1866 fiel ein grosser Meteorit. Dieser Meteorit ist jetzt im Naturhistorischen Museum in Wien zu sehen. Das groesste Stuck ist cca 300 kg schwer. Informationen ueber diesen Meteoritfall hatte Verne vom der weltberuehmten Wissenschaftler -

Geologen W. Haidinger von Wien. Die Stelle von Meteoritenfall ist von Knahyna - hoehle cca 200 m entfernt auf einer Wiese.

Hoehlenforschung dee Knahyna - höhle ist sehr kompliziert, weil vor dem Eintritt in den Haupteingang muss man die Grenze ubertreten. Die Pseudokarsthöhle Knahyna ist sehr interessante und merkwuerdige Naturhöhle.

# POSTERS

## **Specific relief of ferruginous sandstones and sinters in northern Bohemia**

Jiří Adamovič

*Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6, Czech republic, [adamovic@gli.cas.cz](mailto:adamovic@gli.cas.cz)*

Cretaceous sandstones cemented with goethite and/or hematite have been described from several hundred sites in the northern part of the Bohemian Cretaceous Basin. The influence of sandstone ferruginization on landform development has been discussed since very early times (e.g., Müller 1928, Czech translation 2002). Geological significance of the ferruginization process was recently assessed within a special project the results of which were summarized in two monographs (Adamovič and Cílek eds. 2002a, b).

In regions of young volcanic activity (Ohře Rift, Elbe Zone), ironstone occurrences are spatially associated with basaltic bodies, mostly dykes, with the most favourable structures being brittle shear zones transecting former anticlines. Ironstones also accompany faults in areas free of young volcanics (Broumov area). As suggested by ironstone mineralogy, petrology and geochemistry, iron precipitated from warm low-pH fluids mobilized during periods of increased heat flow in the Earth crust.

Morphological types of ferruginization products include subvertical tabular bodies (type 1), complex concretionary and tube-like forms (type 2), subhorizontal strata-parallel bodies (type 3) and isolated enclaves (type 4), in addition to widespread reddish pigment in sandstone (type 5). Type 1–3 ironstone bodies markedly contribute to the shaping of macro- and mesorelief in sandstone landscapes, but the recent studies also revealed a wide variety of microrelief structures specifically bound to ironstones. These include concentric, onion-like arrangement or garland-like arrangement of ferruginous laminae, ferruginous curtains and ridges accentuating flowlines of iron-bearing hydrothermal fluids, mammiform surfaces and button-like apophyses on joint planes, matrix-like patterns on joint planes or goethite lenses attached to joint planes. Some ironstone outcrops are faceted by wind erosion and surrounded by numerous ironstone Dreikanter in Quaternary sandy loams.

## **Notes on the origin of strata-bound caves of the Klokočí cuesta**

Honza Mertlík  
[cz499984@tiscali.cz](mailto:cz499984@tiscali.cz)

The origin of strata-bound caves is generally described in terms of selective weathering or delamination of less resistant beds. The Klokočí cuesta belongs to the Jičínská pahorkatina Highland, which is a part of the Bohemian Cretaceous Basin. It lies in the proximity of the Lusatian Fault. Sandstones of Middle Turonian to Coniacian age reach a thickness of ca. 60 m here. The cuesta is characterized by the presence of many strata-bound caves. The caves, however, did not develop on less resistant sandstone beds. They can be assumed to have formed on surfaces with bedding-parallel tectonic slip, as suggested by finds of tectonic mirrors and their fragments in the caves.



# **Selected weathering forms and pseudokarst features of sandstones in the Bohemian Switzerland National Park**

Zuzana Vařilová

*Bohemian Switzerland National Park Administration, Pražská 52, CZ-407 46 Krásna Lípa,  
Czech Republic, [z.varilova@npcs.cz](mailto:z.varilova@npcs.cz)*

Specific sandstone relief and the related rich biodiversity are preserved in the Bohemian Switzerland National Park, NW Bohemia. This area constitutes an integral geological and geomorphic unit built by massive, subhorizontally stratified sandstones of Cretaceous age. The National Park is a rugged country with plateaus and deep canyons, rock cities and labyrinths, rock walls, shelters, ledges, chimney rocks, rock windows and arches. Microforms are represented mostly by honeycombs, rock cavities and pseudokarst karren. The sandstone relief is controlled by a number of factors including tectonic structures, lithologically conditioned selective weathering, exposure to climatic/microclimatic factors and bioerosion. A significant role in the geomorphic history in this area was played by surface hardening and salt weathering in combination with mass movements.

ISBN 80-8064-222-2



9 788080 642228