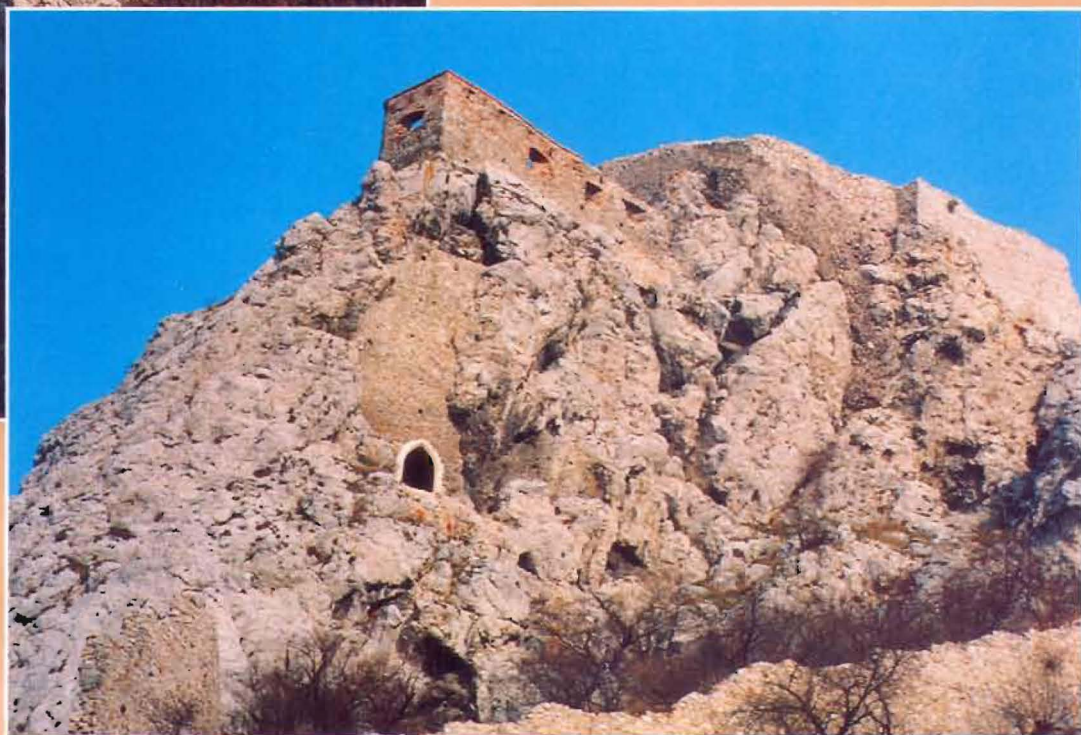
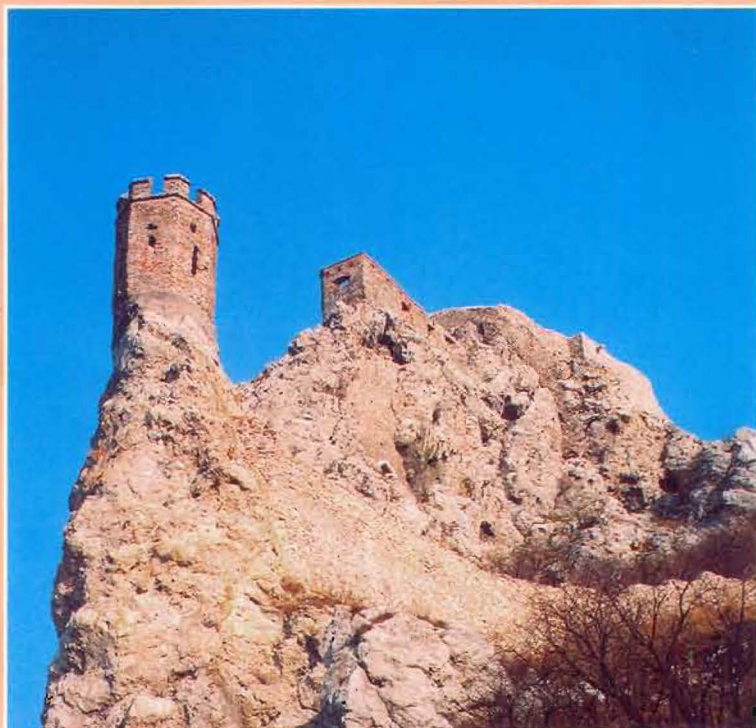


1/36/2004

ISSN 0369-2086

Mineralia Slovaca



Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

Vedúci redaktor – Chief editor

PAVOL GREČULA

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Regionálne centrum Košice
Jesenského 8, 040 01 Košice, Slovakia

REDAKČNÁ RADA – EDITORIAL BOARD

Predseda – Chairman

MICHAL KALIČIAK

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

Vladimír Bezák, Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Miroslav Bielik, Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava
Jozef Franzen, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava
Jozef Daniel, Uranpres. s. r. o., Spišská Nová Ves
Peter Hanas, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava
Dušan Hovorka, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Pavel Hvoždara, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Juraj Janočko, Fakulta BERG, TU Košice
Vlastimil Konečný, Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Ivan Kraus, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Jozef Lanc, Geocomplex, a. s., Bratislava
František Marko, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Karol Marsina, Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Jozef Michalík, Geologický ústav SAV, Bratislava
Lubomír Petro, Štátny geologický ústav D. Štúra, Košice
Miroslav Pereszlényi, SPP-OZ VVNP, š. p., Bratislava
Martin Radvanec, Štátny geologický ústav D. Štúra, Sp. N. Ves
Peter Reichwalder, Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
Igor Rojkovič, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Ján Soták, Geologický ústav SAV, Banská Bystrica
Dionýz Vass, Lesnícka fakulta, Technická univerzita, Zvolen
Ivan Vrubel, Geospektrum, s. r. o., Bratislava
Ján Zuberec, Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava



REDAKCIA – EDITORIAL STAFF

Vedúca redakcie – Managing editor

Gabriela Šipošová

Jazykoví redaktori – Lingual editors

Pavol Kušnír – Zoltán Németh

Technická redaktorka – Production editor

Alena Wolfová

Redaktorka – Editorial assistant

Mária Dryjová

Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) vychádza štyrikrát ročne. Vydavateľ: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava. Spracované systémom DTP Apple Macintosh. Tlač: ALFAPRINT, Vladimír Čižmárík, Thurzova 16, 036 01 Martin
Predplatné v roku 2004 pre jednotlivcov 200,- Sk, pre členov Slovenskej geologickej spoločnosti 160,- Sk, pre organizácie 250,- Sk. Cena jednotlivého čísla je 50,- Sk, cena dvojčísła je 100,- Sk. Časopis možno objednať v redakcii a v knižnici regionálneho centra v Košiciach.
Adresa redakcie: Štátny geologický ústav D. Štúra – RC Košice (Mineralia Slovaca), Jesenského 8, 040 01 Košice. Telefón: 055/625 00 46, fax: 055/625 00 44, E-mail: mineralia@gssr-ke.sk. E-mail knižnica: velgos@gssr-ke.sk

Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) is published quarterly by the Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava. Text was written, edited and composed on a DTP system using Apple Macintosh computers.
Subscription for 2004 calendar year: 92 USD including postage. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Order send to Štátny geologický ústav D. Štúra – RC Košice (Mineralia Slovaca), Jesenského 8, 040 01 Košice, Slovakia or SLOVART - G.T.G., Krupinská 4, P. O. Box 152, 852 99 Bratislava. Phone: ++421/55/625 00 46, fax: ++421/55/625 00 44, e-mail: mineralia@gssr-ke.sk, e-mail to library: velgos@gssr-ke.sk.

© Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

Aubrecht, R., Gaží, P., Bučová, J., Hlavatá, J., Sestrienka J., Schlögl & Vlačíky, M.

On the age and nature of the so-called Zázrivá Beds (Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians)

O veku a charaktere takzvaných zázrivských vrstiev (pieninské bradlové pásmo, Západné Karpaty) 1

Bendík, A.

Ammonite fauna of superfamily Psilocerataceae Hyatt, 1867 from the Lower Jurassic limestone formations of the Veľká Fatra Mts. (Central Western Carpathians, Slovakia)

Amonitová fauna superčelade Psilocerataceae Hyatt, 1867 zo súvrstvia spodnojurských vápencov vo Veľkej Fatre (Centrálne Západné Karpaty) 7

Bezák, V.

Metalogenéza a tektonometamorfný vývoj veporika

Metallogenesis and tectonometamorphic development of the Veporicum 17

Antal, B.

Zrudnenie v mezozoických karbonátoch Slovinky-Hrbok (Spišsko-gemerské rudohorie)

Ore mineralization in Mesozoic carbonates of the Slovinky-Hrbok locality (Spišsko-gemerské rudohorie Mts.) 23

Pipík, R., Baliak, F., Malgot, J. & †Bartók, J.

Inžiniersko-geologická charakteristika devínskej hradnej skaly a jej vplyv na stabilitu historických objektov

Engineering-geological characteristics of the Devín rock massif and its influence on stability of the historical buildings 29

Hovorka, D. & Michalík, T.

Suroviny kamenných neolitických nástrojov z lokality Trenčín

Raw materials of the Neolithic stone artifacts from the site Trenčín 35

Andráš, P.

Význam a úlohy mineralógie pri poznávaní a ochrane kultúrneho dedičstva

Importance and tasks of mineralogy in the process of the recognition and protection of the cultural heritage 43

DISKUSIA – DISCUSSION

Tréger, M., Malachovský, P., Mesarčík, I., Kilík, J. & Mihál, F.

Pozícia betliarskeho súvrstvia v geologickej stavbe gemerika

Position of Betliar Formation in Gemericum geological structure 51

Geovestník

OBÁLKA: Bratislava – Devín. Západnú časť hradného brala nad sútokom Dunaja a Moravy formujú jurské – strednoliassové biodetritické brekciovité vápence s ostrohrannými klastmi podložných stredotriasových dolomitov. Patria k devínskej sukcesii sedimentárneho obalu kryštalinika Malých Karpát. Ilustrácia k článku Pipík et al., s. 29. Foto: J. Madarás

COVER: Bratislava – Devín. The western cliff wall of the Devín castle hill (between the Danube – Morava river junction) is formed by Jurassic–Middle Liassic biodetritic breccia limestones with angular clasts of the underlying Middle Triassic dolomites. It belongs to the Devín Succession, as sedimentary cover of the Pre-Alpine basement of the Malé Karpaty Mts. Illustration relates the article by Pipík et al., p. 29. Photo by J. Madarás

On the age and nature of the so-called Zázrivá Beds (Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians)

ROMAN AUBRECHT¹, PAVOL GAŽI², JANA BUČOVÁ³, JANA HLAVATÁ⁴,
JURAJ SESTRIEŇKA⁵, JÁN SCHLÖGL¹ and MARTIN VLAČIKY⁶

¹Department of Geology and Paleontology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University,
Mlynská dolina - G, 842 15 Bratislava

e-mail: Aubrech@nic.fns.uniba.sk, Schlögl@nic.fns.uniba.sk

²Pluhová 75, 831 03 Bratislava

³Mládeže 387, 013 41 Dolný Hričov

⁴Bajanova 25, 909 01 Skalica

⁵Hlavná 143/31, 900 65 Záhorská Ves

⁶Bellova 52, 831 01 Bratislava

(Received 2 September 2003, revised version 21 November 2003)

Abstract

The Zázrivá Beds, a black shale unit originally attributed to the Sinemurian sequence of the Kysuca Unit, has been revisited. Recent finds of bivalves *Bositra buchi* and a graphoceratid ammonite at the type locality near Zázrivá-Končítá provide correction of the age to be most probably Aalenian. The previous age determination has been based just on palynomorphs and seeming superposition. In this sense, the beds actually correspond to the Skrzypny Shale Formation (former "Murchisonae Beds") and their further use as an independent lithostratigraphic unit is no longer necessary. An atypical feature which does not usually occur in the Skrzypny Formation is the occurrence of the blocks of black bituminous limestones, calcarenites, spotted limestones (some with numerous belemnites) and spongolites. They form olistoliths in the black shales and were formerly considered to be the boudins and limestone intercalations. The spotted limestones, occurring in contact with the black shales occur also as blocks in the shales. Formerly, they were erroneously considered as the overlying formation of Lotharingian age. In fact, they are older than the Zázrivá Beds. An origin of the blocks via tectonic boudinage is unlikely, as they cannot be traced in dissected rows but they are mostly isolated. The blocks have commonly sharp rectangular form and lack tectonic lense shapes that would be attained by tectonic deformation.

Key words: Jurassic, lithostratigraphy, Pieniny Klippen Belt, Aalenian, black shales, olistoliths

Introduction

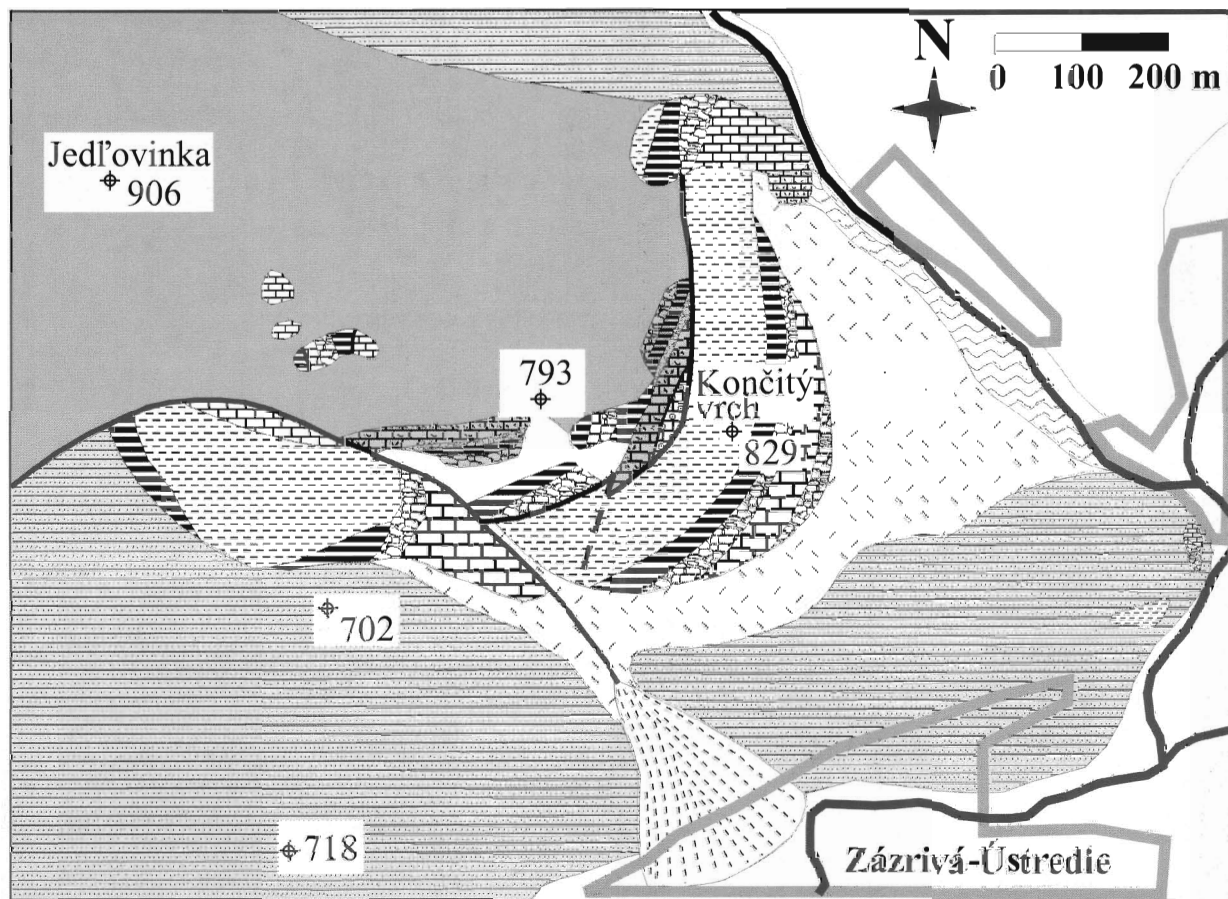
The Zázrivá Beds were distinguished by Haško and Planderová (1977) on the erosional bank of Končítý Creek near the Zázrivá-Končítá village, in Orava section of the Pieniny Klippen Belt. The beds were defined as "... dark-grey to black marly laminated limestones, dark shaly claystones with presence of oil and asphalt intercalations...". Haško and Planderová (l. c.) correlated them with similar Sinemurian marlstones found by Andrusov (1931) near Orava castle ("Spiriferina Marls"). The Zázrivá Beds were estimated to be of the Sinemurian age, mostly on the basis of palynological taxa, with maximum overlap in Liassic and on the presence of Lotharingian ammonite *Echioceras raricostatum* in the "overlying" spotted limestones.

Since the time of definition, presence of the Zázrivá Beds was not reported from any other locality, either in the Pieniny Klippen Belt, or in the entire Western Carpathians. The classical type locality remained an only excursion locality, where this unique formation was frequently shown to students and to visitors interested in the Pieniny Klippen Belt.

The area of Zázrivá is for more than 20 years (with small interruptions) an object of the geological mapping courses organized by Comenius University, Bratislava. However, the Pieniny Klippen Belt on which Zázrivá is situated was mapped by students only since the year 2001. Since the very beginning, new data about the Zázrivá Beds appeared every year. Gathering of data culminated in 2003, when our mapping team, consisting of teacher and several students, for the first time discovered reliable macrofauna directly in the Zázrivá Beds. This paper brings evaluation of the new paleontological data, together with new sedimentological interpretation of the beds.

Description and position of the type locality

The Zázrivá Beds are discontinuously outcropped in the Končítý creek in the length of about 500 m (Fig. 1), as far as the nearest small tributary, below Končítý vrch hill (829 m). The black shales that dominate the formation are easily eroded by the creek and the whole mass



Explanations

Quaternary cover

alluvia and soils

debris

alluvial cones

Kľape Succession

Santonian Flysch with hieroglyphs

Kysica Succession

white *Calpionella* limestone
Tithonian-Lower Cretaceous
(Pieniny Limestone)

red to greyish nodular limestone
Kimmeridgian
(Czorsztyn Limestone)

green to red radiolarites
Callovian-Oxfordian
(Czajakowa Formation)

black shales with manganese
Aalenian-Bajocian
(Harcygrund Formation)

former Zázrivá Beds

flyschoid sandstones to
quartzites, Sinemurian
(Jedľovinka Formation)

Orava Succession

spotted to white micritic
limestones, Lotharingian-
Pliensbachian (Allgäu and
Kozinec formations)

lower nodular limestone
Toarcian (Adnet Formation)

green to grey spongolites to
radiolarites, Aalenian-
Oxfordian

upper nodular limestone
Kimmeridgian (Czorsztyn
Formation)

Czorsztyn Succession

white sandy crinoidal
limestone, Bajocian
(Smolegowa Formation)

tectonic boundaries

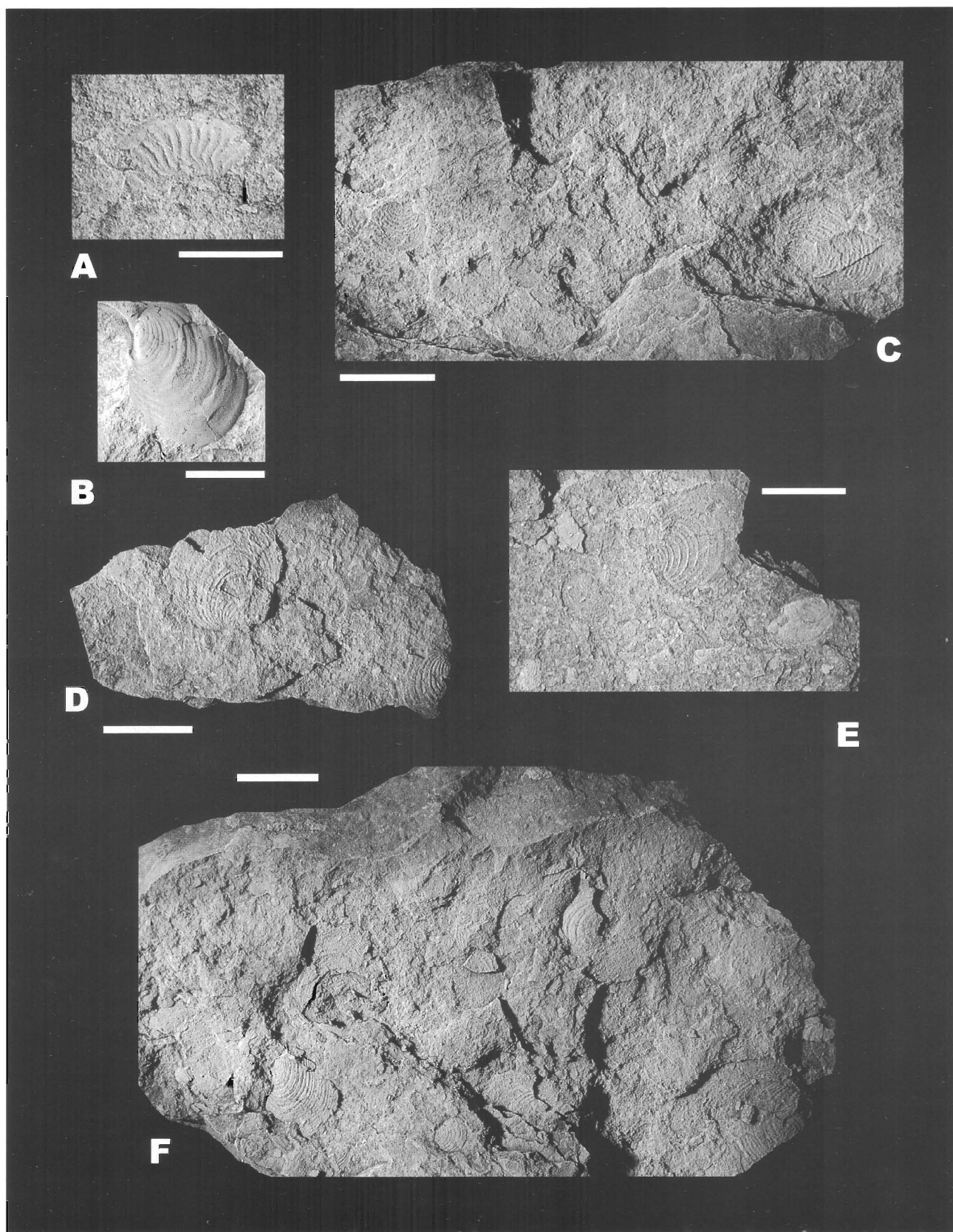
Topographic marks

streams

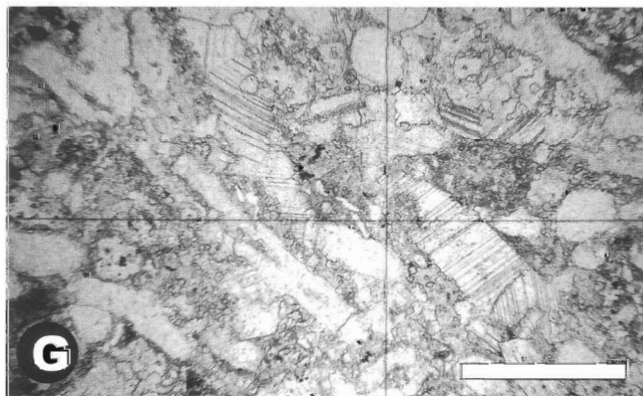
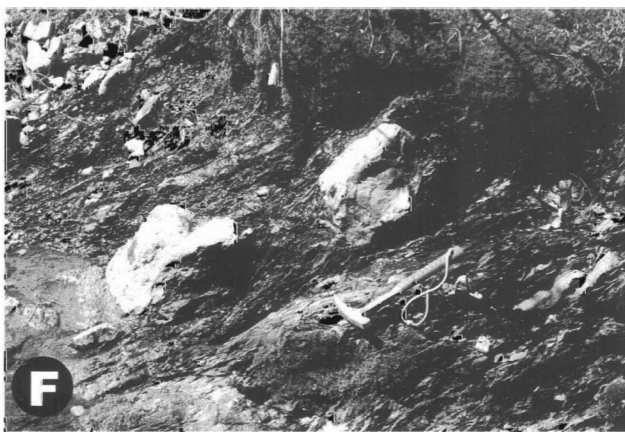
elevation points

settlements

Fig. 1. Geological map of the area near Zázrivá, compiled by the students in 2003 during their geological mapping course. Note also new occurrences of the Orava Succession NW from Končitý vrch hill that were not known so far



Pl. I. A – Graphoceratid ammonite from the type locality of the Zázrivá Beds. B–F – Bivalves *Bositra buchi* (ROEMER) from the type locality of the Zázrivá Beds. The scales = 1 cm.



is slowly sliding down to the valley. Therefore, the morphology of the type locality changes from year to year. In the black shales, there are discontinuous layers and blocks of dark limestones which were also mentioned by Haško and Planderová (1977) but without any closer examination and interpretation.

Fauna of the “Zázrivá Beds”

In the year 2000 a small but indeterminable ammonite was found by mapping students. In 2001, one of us (M. V.) has found a block of pale-grey, spotted marly limestone (probably olistolith in the black shales) in which numerous belemnites were found (Pl. II, H). This was the first macrofauna, although not directly from the black shales. In 2002, bivalves *Bositra buchi* (ROEMER) (Pl. I, B-F), together with graphoceratid ammonite (determined by S. Elmi, Lyon) (Pl. I, A) were found in the black shale matrix, suggesting most likely the Aalenian age of the black shales.

Remarks to the sedimentological character of the “Zázrivá Beds”

Haško and Planderová (1977) defined the Zázrivá Beds as consisting of black marly limestones and claystones. In fact, our research showed that the formation mostly consists of black shales with uneven disintegration, in which, black laminated limestones (with asphalt impregnations in fractures) form just intercalations. Moreover, within the black-shale matrix, blocks of black bituminous limestones, calcarenites, spotted limestones (some with numerous belemnites) and spongolites occur (Pl. II, A-G). They form olistoliths in the black shales and were formerly considered to be boudins and limestone intercalations. Due to poor outcrops, the spotted limestones were considered to belong to younger formation of the Lotharingian age. The blocks are mostly isolated and do not form dissected rows; hence, they do not represent tectonic boudins. They have commonly sharp rectangular edges (Pl. II, A, B). If considering them to be tectonic boudins, one would expect to meet lensoid shapes of the blocks that would be attained by tectonic deformation. In fact, such shapes occur very rarely (Pl. II, E). Although the composition of the blocks is oligomict, they show some variability that indicates that they do not belong to the black-shale formation. The rocks that compose the blocks originated not only in true anaerobic environment as did the black shales of the matrix. The spotted limestones are product of at least dysaerobic to aerobic environment and they represent an allochthonous element in the black shales. Therefore, the Zázrivá Beds appear to have an olistostrome character.

Interpretation and conclusions

By its character and by the discovered fauna, the formation is very close to the Skrzypny Shale Formation (Aalenian-Lower Bajocian, Birkenmajer, 1977) that was formerly designated as the “Murchisonae Beds”. Although the formation is also similar to the Aalenian-Bajocian Harcygrund Shale Formation (formerly known as the “Posidonia Beds”), the latter differs by regular platy shale disintegration, lack of sphaeroiditic concretions, lack of strong pyritization etc. We consider necessary to reject the Zázrivá Beds as an independent formation, as its originally defined age was erroneous and as the formation is practically indistinguishable from the Skrzypny Shale Formation. The Skrzypny Shale Formation was not reported from the area of Zázrivá so far but a very similar lithological unit was mapped at numerous places as the Harcygrund Shale Formation. It is typical by uneven disintegration of the black shales and by numerous small manganese deposits. According to information from local settlers, in the area of Zázrivá-Kozinská, similar deposits locally contain rich pyritized ammonite fauna. The fauna of pyritized ammonites, collected by local people from this still unknown locality, is very similar to that described by Scheibner (1964) from the Skrzypny Shale Formation near Litmanová village in the eastern Slovakia.

The olistostrome character of the Zázrivá Beds is not very typical for the Skrzypny Shale Formation. It indicates a tectonic unrest in the sedimentary area, connected with bottom inclination and slumping. This feature corresponds well with the overall tectonic evolution of the Pienidic sedimentary area. In the Toarcian-Aalenian time, the first signs of rising Czorsztyn Swell are indicated by the Szlachtowa Formation that represents a black flysch, with detritic material transported from a rising elevation. Latest, yet unpublished results of the project KBN 6 P04D 022 21, show that in more eastern parts of the Pieniny Klippen Belt, even more shallow-water Toarcian-Aalenian deposits can be found. For instance, shallow-water ferruginous sandstones and conglomerates of Aalenian age, with carbonate pebbles commonly bored by bivalves most likely in the peritidal area, have been discovered in Vulkovchik valley; similar deposits were also found at Priborzhavskoe (both in the Ukrainian part of the Pieniny Klippen Belt), where they are already mixed with crinoidal limestones. Local Aalenian start of deposition of the crinoidal limestones (Smolegowa Limestone Formation) was also proved by ammonites at Beňatina locality (eastern Slovakia).

Acknowledgements. The authors are indebted to Dr. J. Michalík (SAV, Bratislava) for reviewing this article. The paper is a contribution to the project KBN 6 P04D 022 21 of the Polish State Committee for Scientific Research. Additional support was also provided by grants KEGA 3/0108/02 and VEGA 2/4095/04.

◀ **Pl. II. A** – Angular olistolith of spiculite in the black shales of the Zázrivá Beds in the stream of Končítý potok creek. GPS coordinates: N 49°17.281', E 19°09.816'; **B** – Closer view on the olistolith is in part A; **C** – Limestone olistolith in the Zázrivá Beds. Artificial outcrop behind the house at the main road from Zázrivá-Ústredie to Zázrivá-Kozinská, near the turn to Zázrivá-Končítá; **D** – A group of smaller olistoliths in the Končítý potok creek; **E** – Other group of smaller olistoliths; a rare example of lens-shaped blocks; **F** – Two smaller angular olistoliths (GPS coordinates: N 49°17.288', E 19°09.809') enveloped by black shales of the Zázrivá Beds; **G** – Microphoto of spiculite sample from the olistolith in parts A and B. Plane polarized light. Scale = 1 mm; **H** – Deformed belemnite guards from olistolith of grey spotted limestone. Scale = 1 cm.

References

- Andrusov, D., 1931: Geologický výzkum vnútorného bradlového pásma v Západných Karpatoch. Část I: Úvod, Část II: Stratigrafie (trias a lias). *Rozpr. St. geol. Úst. Čs. Republ. (Praha)*, 6, 167.
- Birkenmajer, K., 1977: Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. *Stud. geol. pol. (Kraków)*, 45, 158.
- Haško, J. & Planderová, E., 1977: Zázrivské vrstvy – nová litostratigrafická jednotka kysuckej série bradlového pásma. *Mineralia Slov.*, 3, 207–212.
- Scheibner, E., 1964: Contribution to the knowledge of the Murchisonae Beds in the Klippen Belt of West Carpathians in Slovakia. *Geol. Sbor.*, 15, 1, 27–55.

O veku a charaktere takzvaných zázrivských vrstiev (pieninské bradlové pásmo, Západné Karpaty)

Zázrivské vrstvy vyčlenil Haško a Planderová (1977) na pravom brehu Končitého potoka v Zázrivej-Končitej na Orave (obr. 1). Definovali ich ako tmavé vápence a ílovec s asfaltovými impregnáciami. Podľa palynologických údajov a nálezu lotarinského amonita *Echioceras raricostatum* v predpokladaných nadložných škvrnitých vápencoch vrstvy zaradili do sinemúru a paralelizovali ich s tzv. spiriferinovými slieňmi Andrusova (1931) z oblasti Oravského zámku.

Podľa nálezov z nového výskumu, vykonaného spolu so študentmi v rámci kurzu geologického mapovania, sa podarilo nájsť prvú makrofaunu zo zázrivských vrstiev, ktorá vrhá nové svetlo na ich stratigrafické zaradenie. Faunu skladajúcu sa z rastier belemnítov mladších ako sinemúr nájdených v jednom z olistolitov v týchto vrstvách neskôr doplnil nález fragmentu grafoceratidného amonita (Pl. I, A) a lastúrníkov *Bositra buchi* ROEMER (Pl. I, B–F). Táto fauna potvrdzuje, že zázrivské vrstvy sú v skutočnosti áľenského veku a vyčleňovať ich ako samostatné nie je opodstatnené. Možno ich porovnávať so skrzypnianskymi vrstvami áľenského veku (niekdajšie „murchisoniové vrstvy“), ktorým sa podobajú čiernou farbou, nepravidelným rozpadom, silnou pyritizáciou a výskytom sférosideritových konkrécií. Podobné harcygrundské bridlice (niekdajšie „posidóniové vrstvy“) sa vyznačujú pravidelným lístkovitým rozpadom, neobsahujú sférosideritové konkrécie a majú o niečo nižší obsah pyritu. Skrzypnianske vrstvy sa doteraz v okolí Zázrivej oficiálne nezistili, no mnohé z výskytov zmapovaných ako harcygrundské vrstvy v skutočnosti majú rad znakov skôr typických pre skrzypnianske vrstvy. Miestni obyvatelia v oblasti Zázrivej-Kozinskej dokonca našli faunu pyritizovaných amonitov podobnú faune, ktorú opísal Scheibner (1964) zo skrzypnianskych vrstiev z okolia Litmanovej.

Výskyt doteraz známy ako typová lokalita zázrivských vrstiev má však jednu zvláštnosť, aká sa v skrzypnianskych ani harcygrundských vrstvách nevyskytuje. V čiernych bridliciach sú totiž bloky čierneho bituminózneho vápence, kalkarenitov, škvrnitého vápence (odtiaľ je aj blok s belemnitmi) a spongolitov. Tieto bloky, ktoré sa v minulosti pokladali za vrstvy alebo tektonické budiny, interpretujeme ako olistolity (Pl. II, A–G). Často majú ostrý pravouhelníkový tvar (Pl. II, A, B), lenže budiny by boli aspoň čiastočne modelované do tvaru tektonických šošoviek. Bloky nevytvárajú rady a nedá sa nájsť ich pokračovanie, čo je ďalší argument proti budinácii. Litologická rôznorodosť blokov navyše signalizuje, že nevznikli v spoločnom sedimentačnom prostredí. V tomto zmysle skúmaný komplex interpretujeme ako olistostrómu. Jej prítomnosť zapadá do kontextu doterajších poznatkov o bradlovom pásme, poukazuje na tektonický nepokoj a nakláňanie dna v súvislosti so začiatkom rozčleňovania sedimentačnej oblasti pieninika. Z áľenu je v bradlovom pásme známe szlachowské súvrstvie, ktorého materiál zrejme pochádza z novovznikajúcej czorsztynskej kordiléry. Aj nové, doteraz nepublikované poznatky získané v spolupráci s poľskými geológmi z východnej časti bradlového pásma na Slovensku a Zakarpatskej Ukrajine potvrdzujú, že sa czorsztynská elevácia začala už v áľene. Vo Vulkovčickej doline a na lokalite Pribořavskoje (Ukrajina) sa našli áľenské sedimenty s prímiesou krinoidových článkov a klasty navŕtané lastúrníkmi v intertidálnej zóne. Na lokalite Beňatina na východnom Slovensku sa v spodných častiach krinoidových vápencov smolegovského súvrstvia našla fauna áľenských amonitov.

Ammonite fauna of superfamily Psilocerataceae Hyatt, 1867 from the Lower Jurassic limestone formations of the Veľká Fatra Mts. (Central Western Carpathians, Slovakia)

ANDREJ BENDÍK

Slovak Academy of Sciences, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica
bendik@savbb.sk

(Received 2 September 2003, revised version 5 December 2003)

Abstract

This paper describes the occurrence of Lower Jurassic ammonite fauna from Veľká Fatra Mts. These ammonites described herein come from red nodular limestones, marly limestones and marls of Adnet Fm. The ammonite-bearing Adnet limestones occur in Lower Jurassic sequence of the Zliechov Succession, belonging to the Krížna nappe. In this work 7 ammonite species are described. It allows to distinguish a set of 3 ammonite subzones of Sinemurian: Oxynotum subzone with *Oxynoticeras oxynotum*, raricostatum subzone with *Echioceras raricostatum*, *Echioceras raricostatoide*s, *Paltechioceras favrei* and *Paltechioceras* cf. *boehmi* and macdonelli subzone with *Leptechioceras meigeni* and *Paltechioceras charpentieri*.

Key words: Western Carpathians, Veľká Fatra Mts., Lower Jurassic, biostratigraphy, ammonites

Introduction

The geological setting of Veľká Fatra Mts. is very heterogeneous. The lateral changes of Lower Liassic facies occur from south to north. Each of Liassic facies (Hierlatz Fm., Allgäu Fm. and Adnet Fm.) is very important from the aspect of paleogeographical distribution of ammonites. In southern part of the mountains the Hierlatz shallow water sediments are dominant. The middle part is built up by the massive onkoidal limestone and Adnet Fm. and the northern part by Algäu Fm. (Mišík, 1964).

The Adnet Formation was introduced by Hauer (1853) for the Liassic sediments of the Eastern Alps. The type locality of these sediments occurs near Adnet in the Salzburg area (Böhm et al., 1999). Hohenegger (1857) used the name of the Adnet Formation to determine a red limestones in the saddle of the Veľký Šturec hill in the Veľká Fatra Mts. This locality was also mentioned by D. Štúr (1859, 1868). Andrusov (1931) described ammonite fauna from Turecká. Detail lithological, stratigraphic and faunistic research comes from Mišík and Rakús (1964), Mišík (1964), Rakús (1964), Peržel (1967) and Bendík (2000). From lithological point of view there is important a work by Polák et al. (1997). Generally the occurrence of ammonites in clastic and organodetritic sediments is rare. They mainly occur in massive Sinemurian limestones and in sediments of Adnet Fm.

Stratigraphy

Index genera for oxynotum zone is *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT). It was firstly mentioned by Oppel (1856). Lowest horizon is represented by occurrence of *O. simpsoni* (BEAN, SIMPSON, SCHLATTER). In uppermost part of this zone *Bifericeras bifer* (QUENSTEDT) is present.

Ammonite biozone *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) is represented at base by first occurrence of species *Cruciloboceras densinodulum* OPPEL. Dean et al. (1961) suggest designation of the base of this zone by the first occurrence of genus *Paltechioceras*. Base of raricostatoide subzone is determined by the first occurrence of genera *Echioceras raricostatoide*s (VADASZ) and the base of macdonelli subzone by *Leptechioceras macdonelli* (HUG). This species is unknown from raricostatoide subzone. *Paltechioceras aplanatum* subzone is characteristic by the presence of *Paltechioceras aureolum* (SIMPSON), but *Paltechioceras favrei* (HUG) and *P. boehmi* (HUG) were found in macdonelli subzone.

Regional geology and localities

The outcrops are located in the southern part of Veľká Fatra Mts. in S and SW side of Rovné valley (outcrop Úplaz too), Bystrická valley and W slope of Zvolen hill (Fig. 1). This part of the mountains is generally Sinemurian s. l. and is characteristic by the presence of Hierlatz Fm. and massive microonkoidal limestones. Lotharingian,

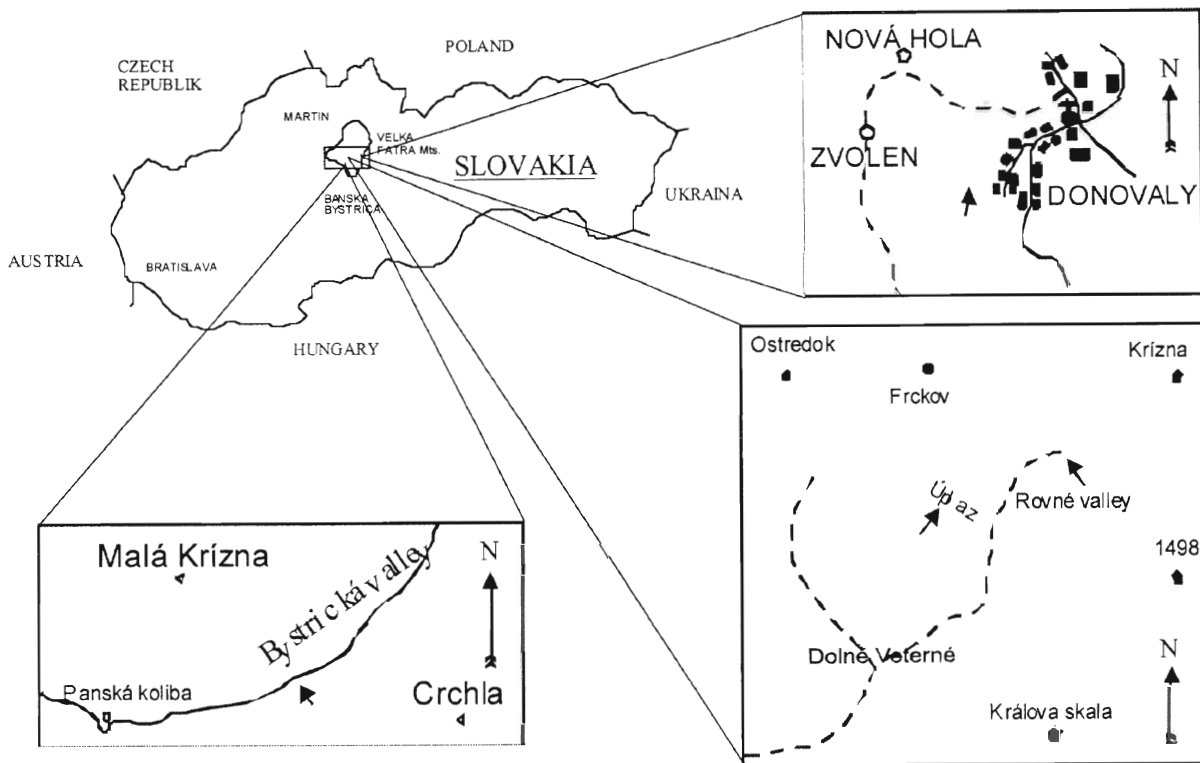


Fig. 1. Location of outcrops in Velká Fatra Mts.

Pliensbachian and Toarcian ages are present. The outcrops in Adnet Fm. in Úplaz and Zvolen hill have in substance equal lithological composition of Sinemurian stage. Basal part of profiles is represented by massive fine-grained crinoidal limestone, sandy marls, variegated massive oncoidal limestones and organodetrritical massive limestone of Kopienec Fm. Some layers consist of bigger clasts of crinoids and clasts of red marly limestones too. The presence of chloritoid massive microoncoidal limestones of grey, pink and brown colour is very important for depositional environment. Upper part of these sections is built up by the massive crinoidal limestones representing temporary facies between Kopienec Fm. and Adnet Fm. The locality Rovné valley represents micritic grey and pink – red limestones with *Oxynotoceras* cf. *oxynotum* (QUENSTEDT, 1845) and *Echioceras raricostatum* (ZIETEN). These microoncoidal and micritic limestones are overlain by the Adnet Fm. of Lotharingian, Pliensbachian and Toarcian age. Lower part of Adnet Fm. is represented by massive red and pink micritic and nodular limestones (10–40 cm thick) and upper part by red-brick, red marly limestones and marls. The layers of crinoidal limestones are partly present having character of afodaphic inlays. The locality Bystrická valley accounts small differences in Lotharingian of Adnet Fm. Layer with *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) has strong marly character with broken undetermined nannoplankton and strongly deformed ammonites and belemnites. That is similar with the locality Zvolen hill with strongly deformed ammonites (Kováč and Bendík, 2002). Generally Adnet formation ends by 2 cm thick condensed layer with small stromatolites.

Environmental deposition of Lower Liassic is following: microoncoidal limestones represent supratidal environment, later there were deposited relatively shallower crinoidal limestones (product of submarine erosion of crinoidal “meadows”) on shelf slope. Distant sediments of deeper sea slope (deeper neritic) designate nodular limestones, marly limestones and marls of Adnet Fm. Condensed layers determine the deepening environment without influences of sedimentation. From this introduction there results, that sea bottom subsided in wide paleogeographic region of the Velká Fatra Mts.

Ammonites described in this paper comes from own collection and collection of Dr. Peržel. All dimensions are in millimetres (D – diameter of stone core, Q – umbilical width, WH – high of whorl, WW – width of whorl, R/2 – number of ribs on half of whorl).

Systematic part

Ammonoidea ZITTEL, 1884

Ammonitina HYATT, 1889

Psilocerataceae HYATT, 1867

Echioceratidae BUCKMAN, 1913

***Echioceras* BAYLE, 1878**

***Echioceras raricostatum* (ZIETEN, 1831)**

Fig. 3, Plate 1, Figs. 1–4

- 1831 *Ammonites raricostatus* ZIETEN, p. 18, Pl. 13, Fig. 4 in BLAU, MEISTER, EBEL, SCHLATTER, 2000, s. 261
1961 *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) – DEAN, DONOVAN & HOWARTH, p. 458, Pl. 68, Fig. 1

- 1964 *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) – RAKÚS, p. 123, Taf. XIX, Fig. 4
 1973 *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) – GETTY, Pl. 1, Fig. 7.a, b
 1976 *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) – SCHLEGELMILCH, p. 56, Taf. 21, Fig. 10
 1984 *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) – SCHLATTER, Taf. 3, Fig. 2
 1987 *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) – DOMMERGUES, MEISTER, Pl. 2, Fig. 8, Pl. 3, Figs. 1–5
 1991 *Echioceras* gr. *raricostatum* (ZIETEN) – MEISTER, Pl. 1, Figs. 3–7a–c
 1992 *Echioceras* gr. *raricostatum* (ZIETEN) – DOMMERGUES, MEISTER, Pl. 1, Fig. 4
 1993 *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) – DOMMERGUES, p. 133, Pl. 7, Fig. 7
 2000 *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) – BLAU, MEISTER, EBEL, SCHLATTER, p. 266, Pl. 3, Figs. 6, 7, 9, 10

Material: 5 complete and 11 more or less complete stone cores

	D	Q	WH	WW	R/2
E13	7,55	4,65	0,85	1,6	15
E17	7,0	4,25	1,35	1,4	12
E19	7,35	4,1	1,0	1,5	17
E20	6,9	4,2	0,9	1,2	13
E21	3,5	1,8	0,65	0,85	11
E23	5,75	3,4	0,9	1,35	12
E24	6,0	3,7	1,1	1,2	13
E25	6,3	3,8	1,0	1,2	16
E	7,5	5,0	–	1,5	28

Fig. 2. Dimensions of *Echioceras raricostatum* (ZIETEN).

Remarks: This species is characteristic with evolute, serpentine shell. The whorl coiling is smooth and slow. Approach between high and width of the whorl is relatively identical, the high whorl moderately dominates. The whorl section is rounded and partly depressed. Venter side is flattened with feeble keel. Keel is smooth and small. Ribbing is similarly radial or prorsiradial, strong spaced. The umbilical width is 61 % of diameter. Diameter of shells is 35–75 mm, approximately 63 mm (Figs. 2 and 3). Suture lines are not preserved.

Comparison: *E. raricostatum* (ZIETEN) is comparatively largely spread at Mediterranean as well as in northern

areas of Europe and creates good marker for stratigraphy. The designation *E. zietenii* BUCKMAN was synonymically used for specific variety of *E. raricostatum* (ZIETEN). *E. raricostatum* (ZIETEN) in contrast to *E. raricostatooides* (VADASZ) have higher diameter of shell in same number of ribs (Fig. 6).

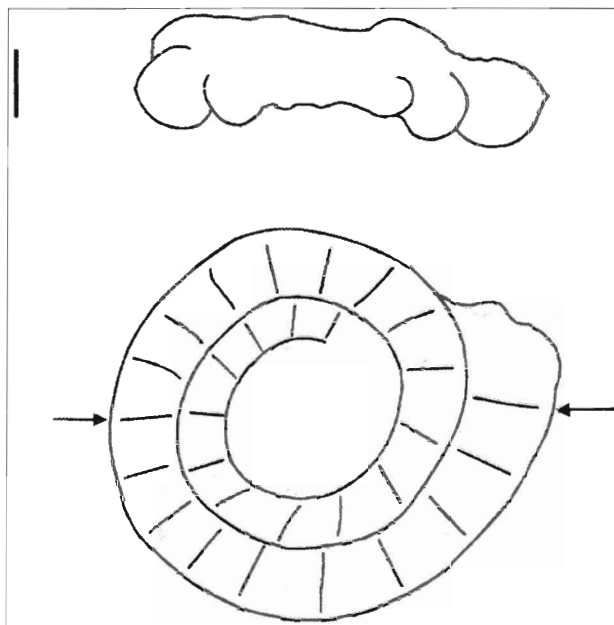


Fig. 3. Lateral and ventral view of *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) (size is in cm).

Locality: Samples come from Peržel's collection from Rovné valley (grey and pink – red micritic limestones – ex situ), and own collection from Úplaz and Bystrická valley (red marls – in situ) and Zvolen hill (partly nodular limestones – in situ).

Stratigraphic range: Upper Sinemurian index species of *raricostatum* ilazone.

Echioceras raricostatooides (VADASZ, 1908)

Fig. 5, Plate 1, Fig. 5

- 1908 *Echioceras raricostatooides* VADASZ, p. 373, in DOMMERGUES, 1993, p. 134
 1976 *Echioceras raricostatooides* (VADASZ) – SCHLEGELMILCH Taf. 21, Fig. 11
 1984 *Echioceras raricostatooides* (VADASZ) – SCHLATTER, Taf. 3, Figs. 1, 3
 1993 *Echioceras raricostatooides* (VADASZ) – DOMMERGUES, p. 134, Pl. VII, Fig. 2
 1993 *Echioceras* aff. *raricostatooides* (VADASZ) – DOMMERGUES, p. 134, Pl. VII, Fig. 4
 1998 *Echioceras raricostatooides* (VADASZ) – BLAU, p. 206, Taf. IV, Figs. 3–8

Material: 17 complete and 31 incomplete stone cores

	D	Q	WH	WW	R/2
E 1	3,9	2,5	0,8	1,0	11
E2	3,85	—	0,6	1,0	13
E3	4,85	3,0	0,8	1,0	12
E4	5,7	3,5	0,7	1,25	14
E5	4,9	3,2	0,8	1,0	13
E6	4,25	2,4	0,75	0,9	12
E7	2,95	1,6	0,7	0,75	—
E8	5,95	3,9	0,9	1,15	14
E9	4,7	2,7	0,7	1,15	13
E10	5,5	3,6	0,8	1,1	13
E11	4,35	2,9	0,7	0,8	12
E12	3,8	2,2	0,85	0,95	12
E13	7,5	4,7	1,05	1,5	16
E14	5,5	—	0,95	1,1	15
E 15	5,2	3,4	0,8	1,0	15
E 16	6,4	3,8	0,7	1,35	15
E 18	3,3	1,8	0,75	0,8	18
E 22	5,5	3,1	0,8	1,25	13

Fig. 4. Dimensions of *Echioceras raricostatoides* (VADASZ).

Remarks: Evolute serpenticone shell with similar ribbing as *E. raricostatum*. Whorl coiling is slow and smooth. The whorl section is partly depressed with fastigated venter side. The high and width of whorl is relatively identical. Ribs are moderately strong, not alike to *E. raricostatum* (ZIETEN). Radial and prorsiradial ribbing starting on dorzal – lateral side and ending in groove under keel. Keel is similar without some juts. Umbilikus is wider as *E. raricostatum* (ZIETEN). The umbilical width is 63 % of diameter (measured on shells up to 3 cm in diameter). Number of ribs is increasing with increase of diameter (Figs. 4 and 5). Sutures are not preserved.

Comparison: This species was often described by many authors (Getty, 1972; Dommergues, 1993; Schlatter, 1991; Guérin and Franiatte, 1994). *E. raricostatoides* (VADASZ) in contrast to *E. raricostatum* (ZIETEN) has more subquadratic whorl section and ribbing is more dense. Ventral side of *E. raricostatoides* (VADASZ) is moderately fastigated and whorl section is more rounded (Schlegelmilch, 1976).

Locality: Peržel's collection from Rovné valley and own collection from Úplaz and Bystrická valley (all ex situ).

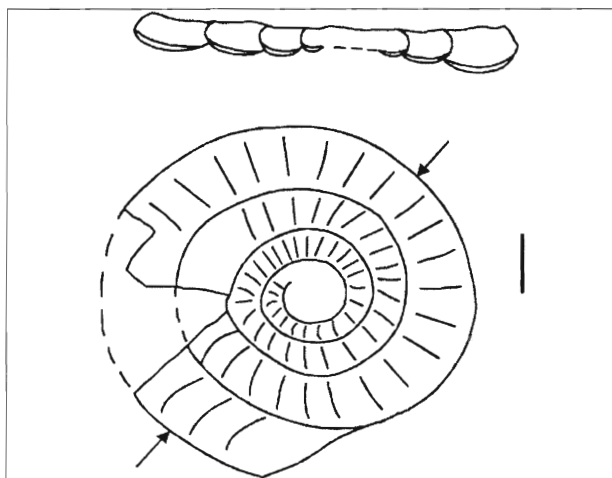


Fig. 5. Lateral and ventral view of *Echioceras raricostatoides* (VADASZ).

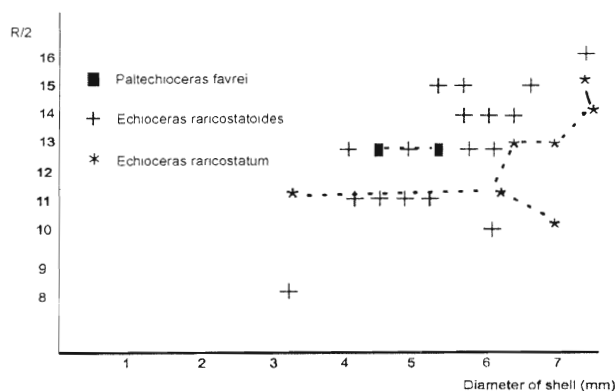


Fig. 6. Rib frequency diagram for some Sinemurian ammonites.

Stratigraphic range: Zone species for raricostatum zone (upper Lotharingian).

Paltechioceras BUCKMAN, 1924

Paltechioceras charpentieri (SCHAFHÄUTL, 1847)

Fig. 7, Plate 2, Fig. 3

1847 *Ammonites charpentieri* m., SCHAFHÄUTL, p. 810, in BLAU, 1998, p. 210

1973 *Leptechioceras charpentieri* (SCHAFHÄUTL) – GETTY, p. 214, Taf. VIII, Fig. 2

1998 *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFHÄUTL) – BLAU, p. 264, Taf. VI, Fig. 2

1998 *Paltechioceras* cf. *charpentieri* (SCHAFHÄUTL) – BLAU, p. 264, Taf. VI, Figs. 1, 4

Material: Two partly incomplete stone cores.

Remarks: Evolute, serpenticone shell with ellipsoidal cross-section (Fig. 7). Whorl is partly depressed. Coiling of shell rising slack and regular, altitude of whorl

moderately dominated over breadth whorl. Ribbing is similar, radial – prorsiradial, ending on ventral rim. Ribs are moderately strong alike to *E. raricostatoides*. Sides are compressed and moderately vaulted. Keel is simple and well marked. Suture line is not preserved.

Comparison: Excepting Böse (1894) the literature states the *Ammonites charpentieri* (SCHAFFÄUTL). DONOVAN (1958) specified *Leptechioceras scoticum* BUCKMAN holotype, that article per synonym *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFFÄUTL). GETTY (1972) uses as synonym *Leptechioceras charpentieri* (SCHAFFÄUTL). *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFFÄUTL) and *Leptechioceras charpentieri* (SCHAFFÄUTL) introduce beginning stratigraphic category of genus *Paltechioceras* a *Leptechioceras*, where *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFFÄUTL) includes just short temporal era. In contrast to *Paltechioceras favrei* *P. charpentieri* has more serpenticone shell, higher whorl and higher number of ribs.

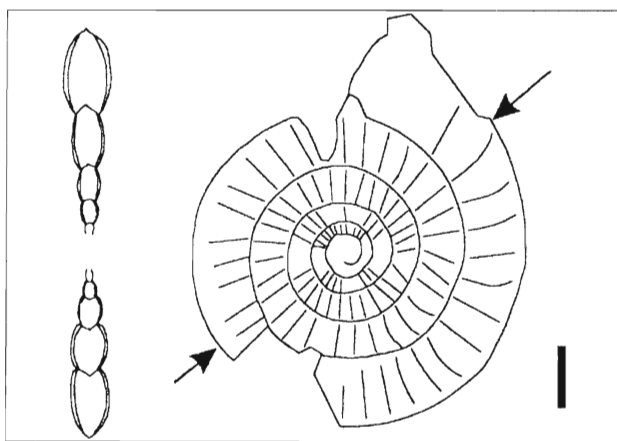


Fig. 7. Lateral and ventral view of *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFFÄUTL, 1847).

Locality: Peržel's collection from Rovné valley (varied colour micritic, partly nodular limestones – ex situ).

Stratigraphic range: Upper Sinemurian, raricostatum none, allocation to higher part of raricostatum subzone to lower part of macdonneli subzone.

Paltechioceras favrei (HUG, 1899)

Plate 2, Figs. 1, 2

1899 *Arietites favrei* n. sp., HUG, p. 17, Taf. 12, Fig. 5, 6, 6a, b, in DONOVAN, 1958, p. 28

1958 *Paltechioceras favrei* (HUG) – DONOVAN, p. 28, Pl. 2, Fig. 7

1997 *Paltechioceras* gr. *boehmi* (HUG) – *favrei* (HUG) – CORNA, DOMMERGUES, MEISTER & PAGE, p. 367, Pl. XI, Fig. 2

1998 *Paltechioceras favrei* (HUG) – BLAU, p. 262, Taf. 5, Figs. 1–11

Material: 2 incomplete stone cores

	D	Q	WH	WW	R/2
P1	6,0	3,9	1,2	1,15	16
P2	6,0	3,6	1,0	1,25	16

Fig. 8. Dimensions of *Paltechioceras favrei* (HUG).

Remarks: Evolute serpenticone form of shell, partly compressed. Whorl coiling is slow and smooth. Whorl section is oval – elliptical, on ventral side moderately depressed. Ribbing is typical for this species, dense similarly, radiate and closer ribs as genus *Echioceras*. Keel is small (early stage of development) and smooth. Umbilicus is wide and shallow and creates about 62 % of the diameter of stone core (Fig. 8). Suture lines are not preserved.

Comparison: GETTY (1972) combines *Paltechioceras favrei* (HUG) with *Leptechioceras subplicatum* TRUEMAN & WILLIAMS. Schlatter (1991) and Dommergues (1993) supposed that it likely belongs to assistant genus *Leptechioceras*. Generally main difference among species is in consistent ribbing. In comparison with *Leptechioceras* is *Paltechioceras favrei* less evolute and compressed.

Locality: These ammonites come only from Peržel collection from Rovné valley (varied colour micritic, partly nodular limestones – ex situ).

Stratigraphic range: Upper Sinemurian, raricostatum zone represents raricostatum subzone and *favrei* local horizon.

Paltechioceras cf. *boehmi* (HUG, 1899)

Material: 1 partly deformed stone core

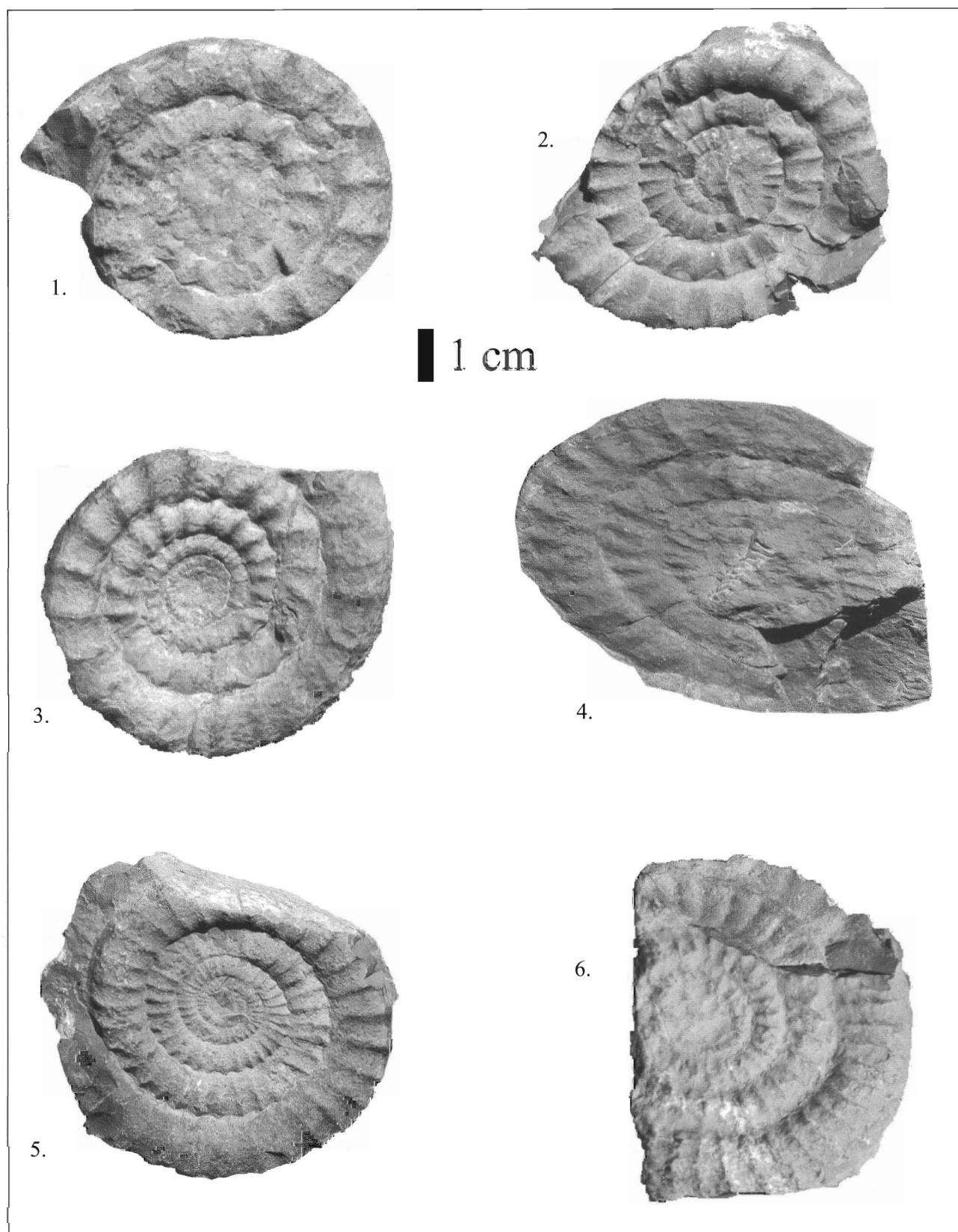
	D	Q	HW	WW	R/2
P	13,6	8,75	1,9	2,2	26

Fig. 9. Dimensions of *Paltechioceras* cf. *boehmi* (HUG).

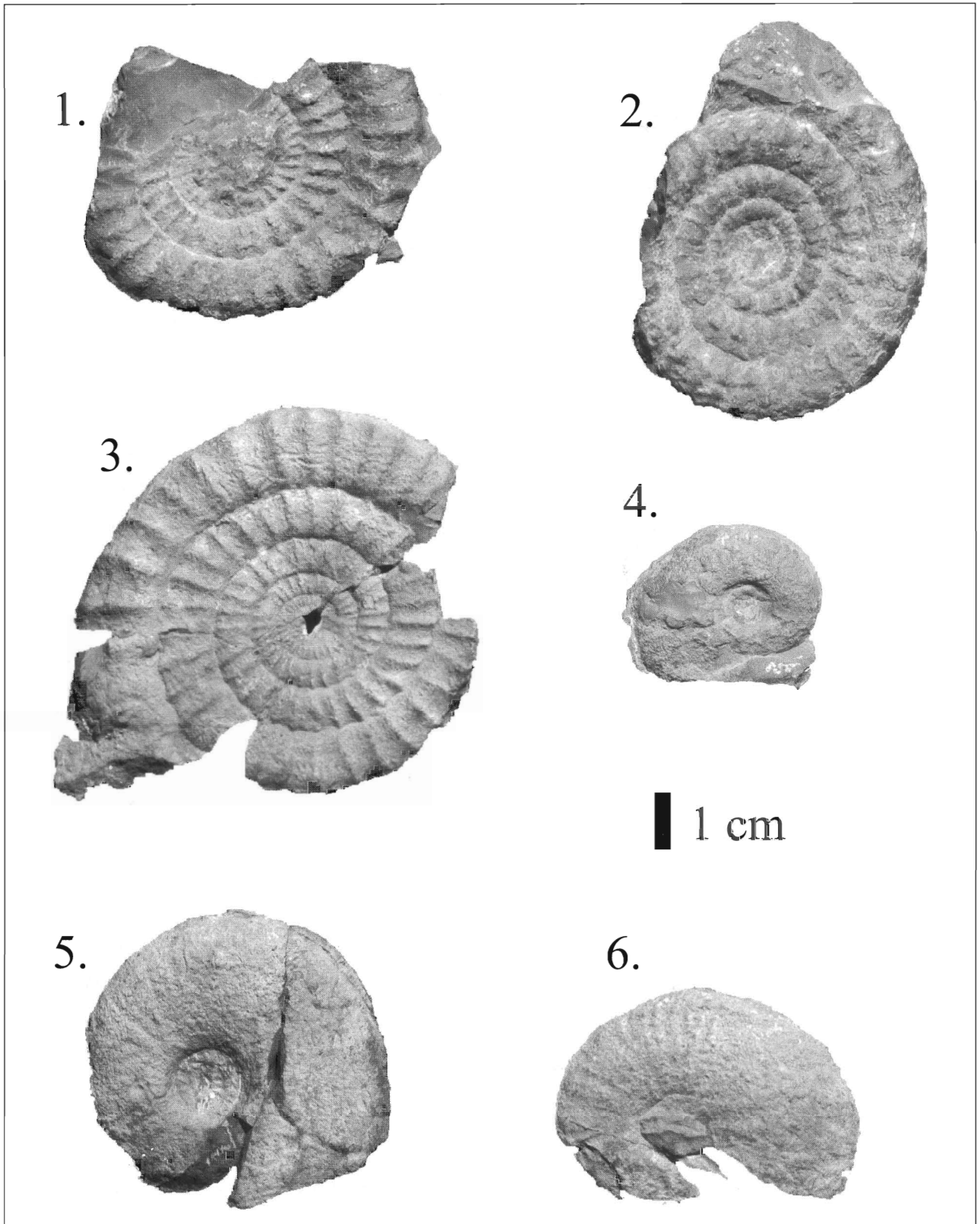
Remarks: Evolute serpenticone shell with oval whorl section. Characteristic is higher number of ribs for this species. Approach between high and width of whorl is relatively identical. Coiling of shell is consistent, whorl accretion is slow. Number of ribs are higher as genus *Echioceras* and *Paltechioceras favrei* (HUG) (Fig. 9). Ribs are strong and radiate or prorsiradial and rib curve is convex. Ribbing is dense. Venter side is partly bisulcate. Keel is strong and low. Umbilicus is very wide and shallow. Suture line is not preserved.

Locality: Úplaz – own collection (light red nodular limestone – in situ).

Stratigraphical range: Upper Sinemurian, *P. boehmi* belongs to middle part of raricostatum subzone and *boehmi* local horizon.



Pl. 1. 1–3 – *Echioceras raricostatum* (ZIETEN), Rovné valley, raricostatum subzone (upper Lotaringian), ex situ. 4 – Deformed stone core of *Echioceras raricostatum* (ZIETEN), Zvolen hill, raricostatum subzone, in situ. 5 – *Echioceras raricostatoides* (VADASZ), Rovné valley, raricostatum subzone, ex situ. 6 – *Leptechioceras meigeni* (HUG), Rovné valley, raricostatum zone, macdonneli subzone.



Pl. 2. 1 – *Paltechioceras favrei* (HUG), numb. 1, Rovné valley, raricostatum zone, favrei subzone, ex situ. 2 – *Paltechioceras favrei* (HUG), numb. 2, Rovné valley, raricostatum zone, favrei subzone, ex situ. 3 – *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFHAUTL), Rovné valley, raricostatum zone, macdonelli subzone, ex situ. 4 – *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT), numb. 3, Rovné valley, oxynotum zone, ex situ. 5 – *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT), numb. 2, Rovné valley, oxynotum zone, ex situ. 6 – *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT), numb. 4, Rovné valley, oxynotum zone, ex situ.

***Leptechioceras meigeni* (HUG, 1899)**

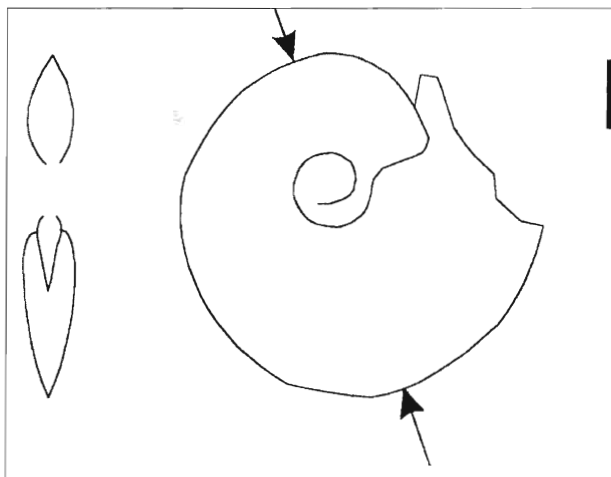
Plate 1, Fig. 6

1899 *Ammonites meigeni* HUG, Pl. 11, Fig. 3 in BLAU, 1998, p. 2191958 *Leptechioceras meigeni* (HUG) – DONOVAN, p. 21, Pl. 2, Figs. 1, 41987 *Leptechioceras maigeni* (HUG) – DOMMERGUES, MEISTER, p. 320, Pl. 4, Figs. 6–9, Pl. 5, Fig. 221993 *Leptechioceras (Leptechioceras) meigeni* (HUG) – DOMMERGUES, p. 139, Pl. IX, Figs. 1, 21998 *Leptechioceras maigeni* (HUG) – BLAU, p. 219, Taf. VI, Figs. 3, 5–15, Taf. VII, Figs. 1–11, Taf. VIII, Figs. 1–82000 *Leptechioceras maigeni* (HUG) – BLAU, MEISTER, EBEL, SCHLATTER, p. 268, Figs. 5.2, 6.2, 6.4, 10.1**Material:** Four relative well preserved incomplete compressed stone cores.**Remarks:** Evolute serpenticone form of stone cores with ellipsoidal whorl cross-section. Coiling is slow and gradual. Ribbing is relatively strong, simple, smooth and radial. Altitude of whorl is moderately higher as breadth. Keel is flat and small. Umbilikus is relative wide (but less alike genus *Echioceras*) and shallow. The umbilical width is 60 % of diameter. Number of ribs on last half whorl is 18 (measured on shells about 6 cm in diameter). Suture lines are not preserved.**Comparison:** *L. meigeni* have unlike to *L. hugi* (BUCKMAN) considerably abrasive embouchure and less radial ribbing. *L. meigeni* (HUG) have higher number of ribs on last half whorl as genus *Echioceras*.**Locality:** Peržel's collection from Rovné valley (light red partly nodular limestone – ex situ).**Stratigraphic range:** Upper Lotharingian, macdonnelli subzone.**Oxynoticeratinae HYATT, 1875*****Oxynoticeras* HYATT, 1875*****Oxynoticeras* cf. *oxynotum* (QUENSTEDT, 1845)**

Plate 2, Figs. 4–6

Material: Four complete stone cores, partly deformed.**Remarks:** Oxycone, involute flattened shell. Cross-section of whorl is keeled and acute. Whorl coiling is fast, last whorl covered past whorl. Altitude of last whorl rapidly increases on double high. Ribbing is fine, dense, slightly prorsiradate on the lateral sides. Ribbing starting from umbilical edge and ending under keel, when are moderately prorsiradate volute. Ventrolateral part of whorl is less curved as dorzallateral part. Keel is characteristically pinched. Umbilikus is relatively narrow and shallow and represents about 18 % from diameter (Figs. 10 and 11). Sutures are not preserved.

	D	Q	HW	WW
O1	4,65	0,7	2,2	0,9
O2	5,15	0,9	2,6	1,0
O3	5,5	1,0	2,65	1,0
O4	3,0	0,7	1,5	0,8

Fig. 10. Dimensions of *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT).**Comparison:** End of appearance of *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT) is in time, when the appearance of *E. raricostatum* (ZIETEN) starts. Outcrop Bystrická valley consists from both species in one layer. These species are abundant in red marls and their common occurrence is caused by tectonic compression of marls.**Locality:** Peržel's collection from Rovné valley (pink – red micritic limestones – ex situ) and Bystrická valley (red marls, in situ).**Fig. 11.** Lateral and ventral view of *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT).**Stratigraphical range:** Upper Sinemurian is zone species of subzone oxynotum.**Age of ammonite fauna and paleobiogeographic competence**

At studied localities we can recognize ammonite fauna of the following stratigraphic zones or subzones (Fig. 12):

1. Subzone oxynotum with only one genera *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT) – typical ammonite zone of Upper Sinemurian.
2. Raricostatum zone: from this zone comes the maximum of ammonite species. We can divide this zone to two subzones:

SINEMURIAN						STAGES
OXYNOTUM		RARICOSTATUM				ZONES
Simpsoni	Oxynotum	Densinodulum	Raricostatum	Macdonnei	Aplanatum	SUBZONES
						
						Echioceras raricostatum Echioceras raricostatoides Paltechioceras charpentieri Paltechioceras favrei Paltechioceras cf. boehmi Leptechioceras meigeni Oxynoticeras oxynotum

Fig. 12. Ammonite ranges in Velká Fatra Mts.

- raricostatum subzone with the following species: *E. raricostatum* (ZIETEN), *E. raricostatoides* (VADASZ), *Paltechioceras favrei* (HUG) and *P. cf. boehmi* (HUG).
- macdonnei subzone with *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFHÄUTL) and *Leptechioceras meigeni* (HUG).

The total stratigraphic range is Middle Lotharingian (oxynotum subzone) – Upper Lotharingian (macdonnei subzone).

Genus *Echioceras* is known mainly from Euroboreal region, but sometime we can find him together with *Juraphyllites libertus* (GEMM.) (Blau, 1998) being typical Tethyan ammonite. *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFHÄUTL), *P. favrei* (HUG) and genus *Leptechioceras* are typically Euroboreal ammonites but their occurrence is also in southern part of Europe. *P. boehmi* (HUG) comes commonly with Boreal ammonites, but also Tethyan ammonites (Dommergues, Meister, 1991).

Conclusion

The paper provides a biostratigraphy of Lower Jurassic sediments (Adnet Fm.) from Rovné valley, Bystrická valley and Zvolen hill in the southern part of the Velká Fatra Mts. This faunal study comprising Sinemurian stage has determined two ammonite zones with three subzones. These are oxynotum zone (with oxynotum subzone) and raricostatum zone (with raricostatum and macdonnei subzones). Important feature for biostratigraphy is the occurrence of species *Oxynoticeras oxynotum* (QUENSTEDT), which determined the lowest part Adnet Fm. to Lower Sinemurian in Velká Fatra Mts. This effect is important from the view of changing sedimentary environment in Lower Sinemurian. The result of this changing aspects is deepening of sea bottom and his high sedimentological and biological diversity. From paleogeographical point

of view there is important the presence of Boreal ammonite, which however did not determine paleogeographic location of studied area. Unstratified Peržel's collection composed also from Tethyan ammonites, which determine position of Velká Fatra Mts. to ubiquitous position with mixed ammonite fauna between two major (Tethyan – Boreal) paleogeographic realms.

Acknowledgements. Author thanks to Dr. V. Andrusovova for lending of Peržel's collection. The paper is a contribution to VEGA grants 2/7068.

References

- Andrusov, D., 1931. Poznámky k stratigrafii a paleontologii liasu centrálněkarpatských příkrovů. *Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 7, 131–141.
- Bendík, A., 2000: Tethyan – Boreal connection during the Pliensbachian (Western Carpathians): an evidence from ammonite fauna. *Slov. geol. mag.*, 6, 2–3, 223–228.
- Blau, J., 1998: Monographie der Ammoniten des Obersinemuriums (Lotaringium, Lias) der Lienzer Dolomiten (Österreich): Biostratigraphie, Systematik und Paläobiogeographie. *Rev. Paléobiol. (Geneve)*, 17, 1, 177–285.
- Blau, J., Meister, C., Ebel, R. & Schlatter, R., 2000: Upper Sinemurian and Lower Pliensbachian ammonite faunas from Herford-Diebrock area (NW Germany). *Paläont. Z. (Stuttgart)*, 74, 3, 259–280.
- Böhm, F., Ebli, O., Krystyn, L., Lobotzer, H., Rakús, M. & Siblík, M., 1999: Fauna, stratigraphy and depositional environment of the Hettangian-Sinemurian (Early Jurassic) of Adnet (Salzburg, Austria). *Abh. Geol. B.-A., Band 56*, 2, 143–271.
- Böse, E., 1984: Über liasische und mittelliasische Fleckenmergel in den bayerischen Alpen. *Z. Dtsch. geol. Gesell.*, 46, 703–768.
- Dean, W. T., Donovan, D. T. & Howarth, M. K., 1961: The Liassic ammonite zones and subzones of the North-west European province. *Bull. of British Museum (Natural history). Geology (London)*, 4, 10.
- Dommergues, C., 1993: Les ammonites du Sinemurien supérieur de Bourgogne (France): biostratigraphie et remarques paléontologiques. *Rev. Paléobiol. (Geneve)*, 12, 67–171.
- Dommergues, J. L. & Meister, C., 1987: Succession des faunes d'ammonites au Langeneggrat (Préalpes Médiannes, région de Thoun, Suisse): une série de référence dans le sinémurien supérieur. *Geobios* 20, fasc. 3, (Lyon), 313–335.

- Dommergues, J. L. & Meister, C., 1991: Area of mixed marine faunas between two major paleogeographical realms, exemplified by the Early Jurassic (Late Sinemurian and Pliensbachian) ammonites in the Alps. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Amsterdam)*, 86, 265–282.
- Dommergues, J. L. & Meister, C., 1992: Leptechioceras (neomicroceras) DONOVAN, 1966 (Ammonitina, Echioceratidae, Sinémurien, Europe du Nord – ouest): taxon progénétique ou microconque? *Geobios* 25 (4), 477–493.
- Donovan, D. T., 1958: The ammonite zones of the Toarcian (Ammonitico Rosso Facies) of southern Switzerland and Italy. *Eclogae geol. Helv.*, 51, 33–60.
- Getty, T. A., 1972: A revision of the Jurassic ammonite family Echioceratidae. *Thesis Univ. London*, 1–319.
- Getty, T. A., 1973: A revision of the classification of the family Echioceratidae (Cephalopoda, Ammonoidea) (Lower Jurassic), *Univ. Kan. Paleont. contrib.*, 63, 1–32.
- Guérin-Franiatte, S., 1994: Echioceras raricostatoides VADASZ, 1908. In: J. C. Fischer, (ed.): *Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'ORBIGNY*; R. Enay, J. C. Fischer, H. Gauthier, R. Mouterde, J. Thierry & H. Tintant (eds.): Vol. 1 Céphalopodes Jurassiques. XII + 340 + Reprint 55, Paris (Masson & Muséum national d'Histoire naturelle).
- Hauer, F., 1853: Über die Gliederung der Trias – Lias und Juragebilde in der Nordostlichen Alpen. *Jb. K.-Kön. geol. R.-A. (Wien)*, 4, 715–784.
- Hohenegger, L., 1857: Über die Adnether Schichten in den Karpaten. *Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst. (Wien)*, 8, 143–146.
- Kováč, P. & Bendík, A., 2002: Štruktúrna analýza adnetských vápencov na lokalite Zvolen-Donovaly. *Mineralia Slov.*, 3–4, 207–210.
- Meister, C., 1991: Biostratigraphie des Ammonites fauniques des Alpes de Glaris: Comparaison et corrélation avec la région du Ferdenrot-horn (Valais). *Eclogae geol. Helv.* 84, 1, 223–243.
- Mišík, M. & Rakús, M., 1964: Bemerkungen zu räumlichen Beziehungen des Lias und zur Paläogeographie des Mesozoikum in der Grossen Fatra. Západné Karpaty 1. Bratislava, GÜDŠ, 1–94.
- Mišík, M., 1964: Lithofazziele Studien im Lias der Grossen Fatra und im westlichen Teil der Niederen Tatra. *Sbor. geol. Vied, Západ. Karpaty*, 1.
- Oppel, A., 1856: Die Juraformation Englands, Frankreichs und Deutschlands. *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ.*, 12, 1–438.
- Peržel, M., 1967: Dielčia záverečná správa. Geologický výskum mezozoika juhozápadnej časti Veľkej Fatry. *Manuskript – archív ŠGÜDŠ, Bratislava*.
- Polák, M., Bujnovský, A. & Kohút, M., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Veľkej Fatry 1: 50 000. Vyd. D. Stúra, GSSR, Bratislava, 204.
- Rakús, M., 1964: Paläontologische Studien im Lias der Grossen Fatra and des Westteils der Niederen Tatra. *Sbor. geol. Vied, Západ. Karpaty*, 1, 95–154.
- Schlatter, R., 1984: Paltechioceras hoffmanni n. sp. (Ammonoidea) aus dem Ober – Lotharingium von Sunthausen (Baar, Baden – Württemberg). *Stutt. Beitr. zur Natur., Serie B*, 101 (Stuttgart), 1–29.
- Schlatter, R., 1991: Biostratigraphie und Ammonitenfauna des Ober – Lotharingium und Unter – Pliensbachium im Klettgau (Kanton Schaffhausen, Schweiz) und angrenzender Gebiete. *Mém. Suisses Pal.*, 113, 1–133.
- Schlegelmilch, R., 1976: Die Ammoniten des süddeutschen Lias. *Gustav Fischer Verlag (Stuttgart)*, 1–213.
- Štúr, D., 1859: Die geologische Übersichtskarte des Wassergebietes der Waag im nordwestlichen Ungarn. *Jb. geol. Reichsanst. (Wien)*, 10, 27–31.
- Štúr, D., 1868: Bericht üdie geologische Aufnahme im oberen Waag – und Granthole. *Jb. geol. Reichsanst. (Wien)*, 18, 3, 337–426.

Metalogenéza a tektonometamorfný vývoj veporika

VLADIMÍR BEZÁK

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(Doručené 3. 4. 2003, revidovaná verzia doručená 4. 8. 2003)

Metallogenesis and tectonometamorphic development of the Veporicum

In the contribution a proposal of division of metallogenetic development of the Veporicum into several Hercynian and Alpine stages in accordance with the stages of tectonometamorphic development is presented. Most significant for formation of ore mineralizations, being preserved in the present day erosion level, were mainly the Neohercynian and Palealpine, partly Paleohercynian metallogenetic stages. From the point of view of their manifestation in various zones of the Veporicum also the metallogenetic importance of these zones may be evaluated.

Key words: Western Carpathians, Veporicum, metallogenetic stages

Úvod

Otázka vzťahu metalogenézy a vývoja kryštalinických jednotiek je komplexná a pri jej riešení sa musí využívať viac geologických disciplín a ich metód (sedimentológia, magmatická a metamorfná petrológia, štruktúrna geológia a tektonika, izotopová geológia atď.). Medzi základné otázky genézy zrudnenia v kryštalinických komplexoch patrí pôvod kovov, podmienky ich transportu a uloženia, ako aj vek. Ide o vekovo staré zrudnenia vyskytujúce sa v komplexoch postihnutých niekoľkými tektonometamorfnými udalosťami, a preto sú väčšinou polygenetické a recyklované. Táto konštatácia platí aj o západokarpatskom kryštaliniku.

Z metalogenetického hľadiska je v Západných Karpatoch okrem zrudnenia spätého s neovulkanickou činnosťou významné najmä zrudnenie v paleozoiku gemerika, v kryštaliniku tatrika a veporika. V kryštaliniku sú zaujímavé hlavne Malé Karpaty, a to pre výskyt nízko-metamorfovaných sekvencií, Ďumbierske Tatry, ako aj celé veporikum. Vo veporiku sa vyskytujú elementy všetkých štruktúrnych etágí hercýnskeho orogénu a kryštalinikum podľahlo najintenzívnejšiemu neohercýnskemu a alpínskemu tektonometamorfnému prepracovaniu. To sú faktory, ktoré mohli vplývať na vývoj zrudnenia. Aj keď v súčasnosti vo veporiku niet ekonomicky významných zrudnení, z genetického hľadiska si toto územie zasluhuje pozornosť. Náš príspevok je pokusom nájsť vzťah medzi známymi typmi zrudnenia a jednotlivými štádiami tektonometamorfného vývoja.

V kryštaliniku tatrika a veporika sa vyčlenili štyri hlavné hercýnske litotektonické jednotky v superpozícii nad sebou (Bezák et al., 1997) – epizonálne komplexy v najvrchnejšej pozícii, vrchná, stredná a spodná litotektonická jednotka – a v každom regióne zahŕňajú v sebe čiastkové litotektonické komplexy. Hercýnska stavba počas alpínskej orogenézy

ešte prekonala zložitý a dlhodobý tektonický vývoj, až dospela do dnešného stavu mozaiky fragmentov kryštalinika v alpínskej stavbe. Typickým príkladom je kryštalinikum veporika (obr. 1). Jeho komplikovaná stavba je výsledkom niekoľkoetapových hercýnskych aj alpínskych tektonických procesov. Hercýnsky tektonometamorfný vývoj možno rozdeliť na tri štádiá, a to paleohercýnske, mezohercýnske a neohercýnske (Bezák et al., 1998), a alpínsky vývoj na dve základné štádiá – paleoalpínske a neoalpínske – s viacerými geotektonickými etapami.

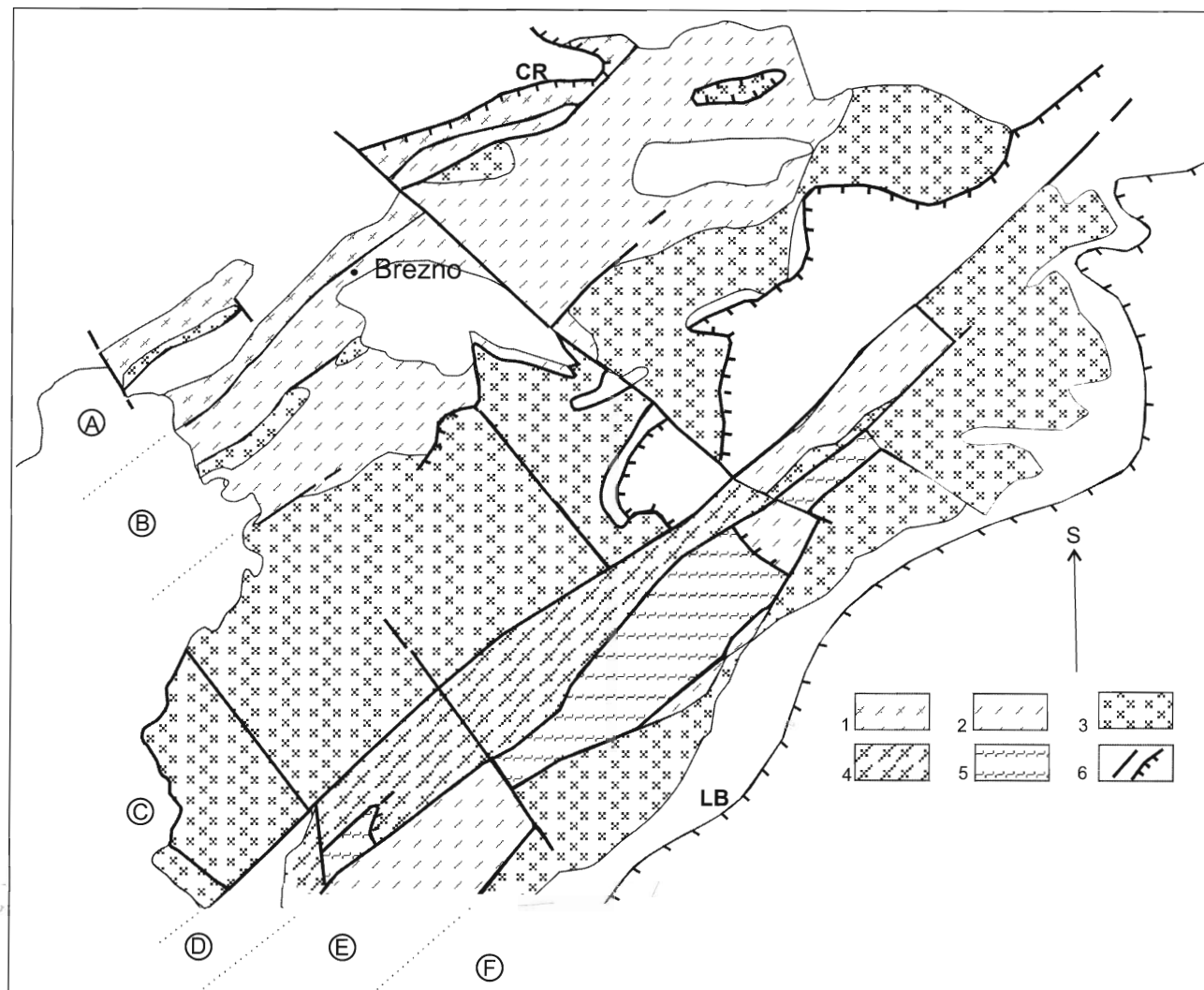
Najnovšie sa ložiskami nerastných surovín v západnej časti Slovenského rudohoria komplexne zaoberá Slavkay et al. (1995). Z tejto práce sme čerpali aj základné informácie o ložiskách veporika. Metalogenetický vývoj sme rozdelili do etáp, ktoré sú v súlade so skôr vyčlenenými tektonometamorfnými vývojovými etapami (tab. 1).

Náš príspevok si nekladie za cieľ analyzovať konkrétne rudné výskyty, ale je skôr námetom do diskusie o systematizácii a klasifikácii metalogenetických procesov v Západných Karpatoch.

Hlavné štádiá metalogenetického vývoja veporika

Paleohercýnske metalogenetické štádium (vrchné proterozoikum? – devón)

Najstaršie ložiská vo veporiku sú z paleohercýnskeho vývoja, a to z geotektonickej etapy paleohercýnskej extenzie prekambrickej kontinentálnej kôry, keď miestami pravdepodobne vznikali až oceánske bazény. Sedimentácia asi prebiehala už od vrchného proterozoika a v staršom paleozoiku jednak na pasívnych okrajoch kontinentov (vrchná a stredná jednotka), jednak v intrakontinentálnych moriach (vrchné epizonálne komplexy, spodná jednotka) a sprevádzal ju bázičný vulkanizmus (amfibolity, miestami ultrabáziká), ale aj intrúzie granitových telies (ortoruly).



Obr. 1. Základné štruktúrne úrovne kryštalinika a metalogenetické zóny (A–F) vo veporiku. 1 – diaforizovaná vrchná jednotka, 2 – diaforizovaná stredná jednotka, 3 – hercýnske intrúzie, 4 – hybridná zóna južného veporika, 5 – komplexy spodnej jednotky, 6 – zlomy, násunové línie (CR – čertovická línia, LB – lubenícka línia).

Fig. 1. Main structural levels of the crystalline and metallogenetic zones (A–F) of the Veporicum. 1 – diaphorized upper unit, 2 – diaphorized middle unit, 3 – Hercynian intrusions, 4 – hybrid zone of the Southern Veporicum, 5 – complexes of the lower unit, 6 – faults, overthrust lines (CR – Čertovica line, LB – Lubeník line).

Do paleohercýnskej vývojovej etapy patria najstaršie známe granitoidy, ktoré sú reprezentované ortorulami. Ortoruly sú rozšírenejšie, ako sa predpokladalo, sú najmä v ľubietovskom pásme, v okolí Čierneho Baloga, v hybridnom pásme južného veporika a vo všetkých súčasných prácach sa pokladajú za duktilne metamorfované granitoidy (napr. Petrík et al., 1997).

V sedimentácii paleohercýnskej etapy prevládali drobové súvrstvia, ale vyskytovali sa aj niektoré špecifické členy (Fe sedimenty, kvarcity a sedimenty s organickou uhlíkatou hmotou). Vulkanizmus a granitoidný magmatizmus mohli byť primárnym zdrojom niektorých rudných prvkov (napr. Fe, Cu, W a Au). Pôvodné sedimentárne a vulkanosedimentárne rudy sa metamorfovali za PT podmienok hlavne vyššej amfibolitovej fácie a vznikali metamorfované Fe rudy (Kováčik, 2000), „kýzové“ rudy

(Čillík a Hvoždara, 1979) a z organickej hmoty kvalitný kryštalický grafit (Petro, 1998).

Tieto pôvodne miestami aj nádejné koncentrácie rúd a kryštalického grafitu podľahli nasledujúcim neskorohercýnskym a alpínskym tektonometamorfným, ako aj magmatickým procesom. Dôsledkom boli tektonicky rozdrobené akumulácie (budináž a posuny) a pri metamorfných retrográdnych reakciách spätých s tvorbou fluíd sa prvky recyklovali. Potom síce vznikali početné, no chudobné hydrotermálne žily.

Mezohercýnske metalogenetické štádium (devón – spodný karbón)

Kôrové príkrovy (hercýnske litotektonické jednotky) vznikali hlavne v hercýnskom kolíznom štádiu. Meta-

morfoza prebiehala prevažne pri strednom tlaku a kolízia sa skončila intrúziami syntektonických granitoidov.

Zo strednej jednotky severného veporika je opísaných viac komplexov (napr. hronský, čiernobalocký a kráľovohorský) a ich komplikované vzťahy idú na vrub tak neskorohercýnskych, ako aj alpínskych tektonických procesov. Hercýnske štruktúry sa plne inkorporovali do alpínskeho štruktúrneho plánu. Význačnou črtou strednej jednotky sú retrográdne premeny – neskorohercýnske a alpínske. V strižných zónach prebiehali spätné premeny až na fylonity.

Mezohercýnsky vývoj v strednej jednotke kryštalinika južného veporika sa podrobne študoval v hybridnej zóne (Siman, 1998). Ar/Ar údaje z amfibolitov odrážajú koniec týchto tektonometamorfných udalostí zavŕšených tvorbou granitoidov medzi 350–340 Ma (Král' et al., 1996).

Metamorfóza v spodnej litotektonickej jednotke počas mezohercýnskych tektonometamorfných udalostí nepresiahla podmienky granátovej zóny fácie zelených bridlíc (napr. Bezák, 1991). Typické pre ňu je intenzívne alpínske tektonometamorfné prepracovanie, čo odrážajú aj kriedové resp. zmiešané Ar/Ar veky (Král' et al., 1996; Dallmeyer et al., 1995; Plašienka et al., 1999).

V mezohercýnskej tektonickej etape intrudovali granitoidy typu S, ktoré tvoria súčasť hybridného komplexu. Predstavujú nerovnorodú skupinu. Podľa staršieho aj novšieho datovania zirkónov je vek granitoidov hybridného komplexu okolo 350 Ma (Bibikova et al., 1988; Michalko et al., 1998). Veľmi rozšírenou skupinou v komplexe sú porfyrické granitoidy. Ich hlavná masa je mladšia ako hybridné granitoidy, cez ktoré v strižných zónach prechádzajú v podobe lakolitov (Lexa a Bezák, 1996).

Mezohercýnska etapa sa vyznačovala metamorfózou prevažne v amfibolitovej fáci s presunom horninových mäs v strednokôrovom prostredí a intrúziami granitov typu S jazykového tvaru komformných s bridličnatostou. Metamorfné a magmatické komplexy tvoria sa v mezohercýnskej etape patria prevažne hlbšej časti kôry, a tak sú na akumuláciu rúd málo nádejné. Komplexy vtedajšej vrchnej časti kôry, v ktorej rudotvorné procesy mohli prebiehať, sú zväčša oderodované.

Neohercýnske metalogenetické štádium (vrchný karbón – perm – spodný trias?)

V tomto štádiu prevládali najmä transpresné až transenzné tektonické procesy sprevádzané vznikom molasových bazénov a magmatizmom. Vznikli dve geneticky odlišné skupiny granitoidov. Vo vrchnom karbone to boli tonality až granodiority sihlanskeho typu s. l. Petrografické a petrologické vlastnosti tohto typu sú podrobne preskúmané (napr. Broska a Petřík, 1993) a je etalónom typu I v Západných Karpatoch. Vek toho granitoidu je okolo 300–305 Ma (Bibikova et al., 1990; Michalko et al., 1998). Druhú skupinu reprezentujú permské granitoidy (hrončocký a klenovecký typ), ktoré spolu s gemerickými granitmi predstavujú zavŕšenie hercýnskeho granitoidného plutonizmu alebo sú samostatnou etapou medzi hercýnskym a alpínskym orogénom. Tieto typy sú

pomerne podrobne definované petrologicky aj geochemicky (Petřík et al., 1995; Uher a Broska, 1996; Hraško et al., 1997). Permský vek týchto granitoidov je doložený U/Pb datovaním (napr. Kotov et al., 1996).

Neohercýnska metalogenetická etapa bola pre zrudnenie významná. Tvorba mohutných strižných zón umožňovala cirkuláciu fluíd, ale aj výstup malých diferencovaných granitových intrúzií (najmä typu A). Markantná je koncentrácia U, Th, Rb a K anomálií pozdĺž strižných zón a Mo i W anomálií v okolí geofyzikálne indikovaných intrúzií (napr. oblasť kohútskej zóny od Klenovca po Muránsku Zdychavu).

Najznámejšia rudná zóna viažuca sa na permský magmatizmus je ľubietovská a treba ju chápať v širšom kontexte spolu s krakovskou. Obidve sa vyznačujú rozsiahlymi strižnými zónami sprevádzanými pestrou paletou mylonitov a v rozličných štruktúrnych úrovniach sa v nich vedľa seba vyskytujú všetky typy magmatitov, a to od plutonických cez hypoabysálne až po efúzie. Najvýznamnejšie bolo Cu zrudnenie, a to hlavne v permských horninách a v mylonitoch kryštalinika. V obalovom mezozoiku nie je, čo by mohlo svedčiť v prospech permského veku a väzby na hypoabysálne intrúzie granitových porfýrov a dacitov.

Paleoalpínske metalogenetické štádium (jura? – krieda)

Konvergentný režim sa vo veporiku prejavil najmä v kriede, keď už bola subdukovaná južná oceánska meliatska doména. Odrazom boli násuny južných jednotiek gemerika, meliatika a turnaika a spôsobili metamorfózu podloží veporických jednotiek. Násunu jednotiek predchádzal diferencovaný výzdvih územia, a tak sú gemerické jednotky miestami nasunuté priamo na kryštallický fundament zbavený sedimentárneho mezozoického obalu (napr. oblasť Cinobane).

Paleoalpínska tektonická etapa po svojej kompresnej fáze pri stlačení priestoru prešla plynulo do transpresie a výsledkom bola výrazná aktivácia strižných zón, najmä strmých na SV–JZ orientovaných horizontálnych posunov. Strižné zóny sprevádzal vývoj nerovnako širokých mylonitových zón (viaže sa na ne väčšina kremenných žíl) a tie umožnili cirkuláciu fluíd a migráciu prvkov. Plynno-kvapalné uzavreniny v kremenných žilách signalizujú teplotu fluíd v alpínskej metamorfóze 350–420 °C (Hurai et al., 1997). Rozsiahle metasomatické zmeny súvisiace s touto cirkuláciou fluíd opísal Kováčik et al. (1996) a Kováčik (1998).

Paleoalpínske metalogenetické štádium bolo významné aj pre zrudňovacie procesy. Zastupuje ho najmä sideritová formácia. Tektonometamorfné procesy prebiehali prevažne v podmienkach fácie zelených bridlíc, sčasti aj nízkej amfibolitovej fácie so širokou cirkuláciou fluíd a migráciou prvkov. Strižné zóny sa reaktivovali poväčšine z neohercýnskej etapy, lebo orientácia napätia nebola radikálne odlišná, a tak sa využívali pripravené inhomogenity. Fluidá využívali tieto strižné zóny a deformácia uľahčovala migráciu prvkov. Zdroj fluíd v ranej etape sa hľadá v ex-

tenzných procesoch späť z výstupov astenosféry, v neskoršej, kompresnej a v záverečnej extenznej etape v metamorfných procesoch v hlbšej časti kôry spojených s parciálnym tavením (najvýznamnejším výsledkom takéhoto tavenia je rochovský granit). Mnohé rudné výskyty tohto obdobia pravdepodobne vznikli recykláciou rudných akumulácií z neohercýnskeho obdobia dezintegrovaných na rad menších výskytov a rojov hydrotermálnych žíl.

*Neoalpínske metalogenetické štádium
(neogén – kvartér)*

V neoalpínskej etape sa okrem pokračovania pohybov strižných zón orientovaných na SV–JZ objavil nový prvok – vzrástol význam priečných zón smeru SZ–JV a S–J, ktoré najmä počas terciérnej radiálnej tektoniky späté s vulkanizmom boli veľmi priaznivé aj pre hydrotermálne procesy. Väzba týchto zrudnení na vulkanizmus – okrem niektorých výskytov (Magnet) – sa v kryštalniku väčšinou dokumentuje veľmi ťažko, a tak pravdepodobne bude treba mnohé výskyty z tohto hľadiska prehodnotiť.

V neoalpínskym metalogenetickým štádiu v spojitosti s miocénnyim vulkanicko-plutonickými produktmi vznikla formácia polymetalických rúd s magnetitovo-sulfidickou a polymetalickou asociáciou. Napokon v pliocéne až holocéne sa na viacerých ložiskách primárnych rúd vytvorili zvetrávacie reziduálne ložiská okru, limonitových rúd a zlatonosných rozsypov (Slavkay, 1995).

Diskusia

Počas dlhodobého hercýnskeho a alpínskeho vývoja sa vo veporiku dostali vedľa seba rozličné štruktúrne úrovne kryštalinika a v nich rôznym spôsobom prebehli procesy jednotlivých metalogenetických štádií. Z toho hľadiska sa črtá možnosť rozdeliť územie veporika na zóny s nerovnakým metalogenetickým významom (obr. 1). Zóny sú rozdelené subparalelnými zlomami orientovanými v smere SV–JZ, na ktorých sa významne uplatnili hlavne horizontálne posuny. Zóny majú nasledujúcu základnú charakteristiku.

Zóna A. Zahŕňa ľubietovské a severnú časť krakovského pásma, prevládajú v nej komplexy vrchnej hercýnskej jednotky, výrazné je uplatnenie diaforitických procesov v strižných zónach rozličného veku, cirkulácia fluíd a typické sú hypoabysálne permské intrúzie. V zóne sú ložiskové akumulácie, ktoré sa v minulosti ťažili. V jej metalogenéze sa uplatnili procesy neohercýnskeho, paleoalpínskeho a neoalpínskeho štádia. Z metalogenetického hľadiska patrí vo veporiku medzi najvýznamnejšie.

Zóna B. Zaberá prevažnú časť krakovského pásma. Typické pre ňu sú rozsiahle diaforitické procesy v komplexoch strednej jednotky a permské granitoidné intrúzie typu A. Išlo najmä o procesy neohercýnskeho a paleoalpínskeho štádia.

Zóna C. Prevládajú v nej granitoidné intrúzie sihlanskeho typu s. l. v západnej a porfyrických typov vo východnej časti. Sú to najhlbšie erodované časti kryštalinika,

Tab. 1

Väzba zrudnenia na tektonometamorfné štádiá vývoja veporika
Relation of ore mineralization to tectonometamorphic stages of development of the Veporicum

Tektonometamorfné štádium	Metalogenetické procesy
<i>Paleohercýnske:</i> prevažne drobové sedimenty, lokálne železité sedimenty a sedimenty bohaté na uhlíkatú hmotu, kyslý, v menšej miere bazický magmatizmus, metamorfóza vyššej amfibolitovej fácie	prevažne metamorfované vulkano-sedimentárne rudy (hlavne Cu, Fe a W), kryštalický grafit
<i>Mezohercýnske:</i> v spodnej jednotke prevažne flocové litofácie, v súčasnom eróznom zreze málo rozšírený vulkanizmus – kyslý (ortoruly) aj bazický (amfibolity), v strednej a vrchnej jednotke metamorfóza amfibolitovej fácie, prejavy parciálnej anatexie, intrúzie granitoidov typu S, v spodnej metamorfóza fácie zelených bridlíc	doteraz neidentifikované
<i>Neohercýnske:</i> sedimentácia v riftogénnych bazénoch, transparentná a extenzná tektonika, strižné zóny, metamorfóza fácie zelených bridlíc, intrúzie granitov typu I a A	zrudnenie viažuce sa na strižné zóny a kyslý magmatizmus (najmä Mo-W a Cu)
<i>Paleoalpínske:</i> tektonometamorfné procesy späté s migráciou fluíd prevažne vo fáci zelených bridlíc (žily alpského typu), v niektorých komplexoch lokálne vyššia metamorfóza ako dôsledok zhrubnutia kôry v súvislosti s kriedovými násunmi, v závere extenzia a zvýšený tepelný tok, lokálne granitoidné intrúzie	prevláda zrudnenie viažuce sa na metamorfné fluidá, redšie späté s kriedovým magmatizmom (hlavne Mo-W)
<i>Neoalpínske:</i> strižné zóny prevažne v krehkom režime, radiálna tektonika (diferencované výzdvihy a poklesy), vulkanizmus	polymetalické zrudnenie, zvetrávacie typy rúd, rozsypové akumulácie

málo perspektívne na uplatnenie sa metalogenetických procesov.

Zóna D. Ide o hybridnú zónu južného veporika s výsytom špecifických zrudnení viažucich sa na priaznivé litologické členy z predhercýnskeho štádia. Pomerne slabšie sa prejavili diaforitické procesy v mladších obdobiach a hydrotermálna činnosť.

Zóna E. V súčasnom zreze v nej vychádzajú na povrch jednotky spodnej paleoalpínskej etáže, v ktorých prebiehala alpínska metamorfóza, hydrotermálna činnosť a zároveň aj diaforitické zmeny v okolitých komplexoch strednej jednotky. V tejto metalogeneticky významnej zóne sa zaznamenal aj výskyt potenciálne rudonosných permských intrúzií.

Zóna F. Tvoria ju hlavne okrajové časti strednej hercýnskej jednotky a vrchnopaleozoický, sčasti triasový obal. Prevládajú intrúzie leukogranitov rimavického typu, ale vyskytujú sa i menšie mladšie granitové prieniky, ktoré môžu mať metalogenetický význam.

Záver

Z hľadiska uplatnenia sa metalogenetických procesov v rozličných tektonometamorfnych etapách možno aj metalogenetický vývoj veporika rozdeliť do niekoľkých štádií (tab. 1) a územie veporika do niekoľkých zón (obr. 1). Pri metalogenetickej perspektívnosti je rozhodujúce najmä to, ktorá štruktúrna úroveň sa zachovala v súčasnom eróznom zreze a či sú prítomné potenciálne rudonosné granitové intrúzie, ako je napr. Hrončok alebo Rochovce. Priaznivé štruktúrne úrovne sú s prejavmi neohercýnskeho a poleoalpínskeho, sčasti aj paleohercýnskeho štádia. V neohercýnskom štádiu boli najvýznamnejšie vrchnejšie etáže pôvodnej stavby (zachované napr. v ľubietovskom pásme), kým v paleoalpínskom sú z metalogenetického hľadiska naopak priaznivejšie etáže spodnej stavby (obnažené v kohútskom pásme). Paleohercýnska etapa sa metalogeneticky prejavila najmä v priaznivých litotypoch, a tak aj nádejnosť zrudnenia je determinovaná hlavne prítomnosťou špecifických litologických členov.

Literatúra

- Bezák, V., 1991: Metamorphic conditions of the Veporic Unit in the Western Carpathians. *Geol. Carpath.*, 42, 4, 219–222.
- Bezák, V., Jacko, S., Janák, M., Ledru, P., Petřík, I. & Vozárová, A., 1997: Main Hercynian lithotectonic units of the Western Carpathians. In: P. Grecula, D. Hovorka & M. Putiš (eds.): *Geological evolution of the Western Carpathians. Mineralia Slov. – Monogr.*, Bratislava, 261–268.
- Bezák, V., Jacko, S., Ledru, P. & Siman, P., 1998: Hercynian development of the Western Carpathians. In: R. Káňas (ed.): *Geodynamic development of the Western Carpathians. D. Štúr Publ.*, Bratislava, 27–34.
- Bibikova, E. V., Cambel, B., Korikovskiy, S. P., Broska, I., Gracheva, T. V., Makarov, A. V. & Arakeljants, M. M., 1988: U-Pb and K-Ar dating of Sinec (Rimavica) granites (Kohút zone of Veporides). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 147–157.
- Bibikova, E. V., Korikovskiy, S. P., Putiš, M., Broska, I., Goltzman, Y. V. & Arakeljants, M. M., 1990: U-Pb, Rb-Sr and K-Ar dating of Sihla tonalites of the Vepor pluton (Western Carpathians Mts.). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41, 427–436.
- Broska, I. & Petřík, I., 1993: Tonalit typu Sihla sensu lato: variský plagioklasovo-biotitický magmatit I-typu v Západných Karpatoch. *Mineralia Slov.*, 1, 23–28.
- Čillík, I. & Hvoždára, P., 1979: Niektoré otázky geologickej pozície a genézy scheelitu v okolí Čierneho Balugu a v tatroveporidách. *Mineralia Slov.*, 3, 193–204.
- Dallmeyer, R. D., Neubauer, F., Handler, R., Fritz, H., Mueller, W., Pana, D. & Putiš, M., 1995: Tectonothermal evolution of the internal Alps and Carpathians: evidence from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral and whole rock data. *Eclogae geol. Helv.*, 89, 203–207.
- Hraško, L., Bezák, V. & Molák, B., 1997: Postorogénne peraluminózne dvojšľudné granity a granitové porfýry v kohútскеj zóne veporika (oblasť Klenovec – Zlatno). *Mineralia Slov.*, 2, 113–135.
- Hurai, V., Klaus, S. & Bezák, V., 1997: Contrasting chemistry and H, O, C isotope composition of greenschist-facies, Hercynian and Alpine metamorphic fluids (Western Carpathians). *Chem. Geol.*, 136, 281–293.
- Kotov, A. B., Miko, O., Putiš, M., Korikovskiy, S. P., Bereznaya, N. G., Král, J. & Krist, E., 1996: U/Pb dating of zircons of postorogenic acid metavolcanics and metasubvolcanics: a record of Permian – Triassic taphrogeny of the West-Carpathian basement. *Geol. Carpath.*, 47, 73–79.
- Kováčik, M., 1998: K petrogenéze vybraných horninových súborov v južnej časti veporika. *Manuskript – archív GSSR, Bratislava*, 26.
- Kováčik, M., 2000: Petrogenesis of metamorphosed ironstones near Kokava nad Rimavicou (Veporicum, Western Carpathians). *Slov. geol. mag.*, 6, 4, 367–376.
- Kováčik, M., Král, J. & Maluski, H., 1996: Alpínsky metamorfny a termochronologický vývoj juhoveporických predalpínskych metamorfítov. *Mineralia Slov.*, 3, 185–202.
- Král, J., Frank, W. & Bezák, V., 1996: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ spektrá z amfibolul amfibolických hornín veporika. *Mineralia Slov.*, 6, 501–513.
- Lexa, O. & Bezák, V., 1996: Porphyric granitoids in the western part of Slovenské rudohorie Mts.: Emplacement and deformation in shear zones. *Slov. geol. mag.*, 3–4, 189–197.
- Michalko, J., Bezák, V., Král, J., Huhma, H., Mäntäri, I., Vaasjoki, M., Broska, I., Hraško, L. & Határ, J., 1998: U/Pb zircon data from the Veporic granitoids (West Carpathians). *Krystallinikum (Praha)*, 24, 91–104.
- Petrík, I., Broska, I., Bezák, V. & Uher, P., 1995: Granit typu Hrončok – hercýnsky granit A typu v strižnej zóne. *Mineralia Slov.*, 5, 351–364.
- Petrík, I., Siman, P., Bezák, V. & Konečný, P., 1997: Bárium v megakrystoch K žilca v ortorulách Nízkyh Tatier (in prep.).
- Petro, M., 1998: Kokava nad Rimavicou – grafit. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava*.
- Plašienka, D., Janák, M., Lupták, B., Milovský, R. & Frey, M., 1999: Kinematics and Metamorphism of a Cretaceous Core Complex: the Veporic Unit of the Western Carpathians. *Phys. Chem. Earth (A)*, 24, 651–658.
- Siman, P., 1998: Petrologické zhodnotenie a tektonometamorfny vývoj páskovaných migmatitov južného veporika. *Manuskript – archív GSSR, Bratislava*, 39.
- Slavkay, M., Vozárová, A., Bezák, V., Hraško, L. & Kováčik, M., 1995: Regionálna mapa ložísk a prognóz nerastných surovín Slovenské rudohorie-západ (1 : 100 000). *Manuskript – archív GSSR, Bratislava*, 241.
- Uher, P. & Broska, I., 1996: Post-orogenic Permian granitic rocks in the Western Carpathian – Pannonian area: geochemistry, mineralogy and evolution. *Geol. Carpath.*, 47, 311–321.

Metallogenesis and tectonometamorphic development of the Veporicum

From the point of view of manifestation of metallogenetic processes in various tectonometamorphic stages the metallogenetic development of the Veporicum may be divided into three Hercynian and two Palealpine stages in accordance with distinguished stages of tectonometamorphic development (Tab. 1).

During long-dated Hercynian and Alpine development various structural levels of crystalline rocks come to juxtaposition and various processes of the individual metallogenetic stages took place in them. From this point of view the division of the territory of Veporicum into zones of unequal metallogenetic significance is shown (Fig. 1). The zones are divided by subparallel faults striking NE–SW, manifesting mainly horizontal strike slips.

In metallogenetic perspectiveness the mainly decisive is, which structural level has preserved in present-day erosion truncation and if potential ore-bearing granite intrusions are present, as, for instance, the Hrončok or Rochovce type. Favourable structural levels contain manifestations of the Neohercynian and Palealpine, partly also Paleohercynian stage. In the Neohercynian stage the upper level of original structure is most significant (preserved, for instance, in the Ľubietová zone), whereas in the Palealpine stage from metallogenetic point of view, lower levels of the structure (exposed in the Kohút zone) are more favourable. The Paleohercynian stage was manifested metallogenetically mainly in favourable lithotypes and so also the perspectiveness of ore mineralization is chiefly determined by the presence of specific lithological members.

Zrudnenie v mezozoických karbonátoch Slovinky-Hr̀bok (Spišsko-gemerské rudohorie)

BORIS ANTAL

Katedra ložiskovej geológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 18. 11. 2002, revidovaná verzia doručená 9. 6. 2003)

Ore mineralization in Mesozoic carbonates of the Slovinky-Hr̀bok locality (Spišsko-gemerské rudohorie Mts.)

The Hr̀bok locality at Slovinky village bear the chalcopyrite, tennantite, siderite and quartz mineralization in Middle Triassic carbonates. Carbonate which contain the disseminated ore mineralization is ankerite and Fe-dolomite. Chalcopyrite has low Sn content (10 ppm), tennantite has high As content (22.13–22.76 wt. %) without minor elements Hg and Bi, but high content of Zn (4.3 wt. %).

We presume, that mineralization in carbonate Middle Triassic age corresponds to the Cu mineralization of Alpine age.

Key words: Spišsko-gemerské rudohorie Mts., mineralization of Middle Triassic age, chalcopyrite, tennantite, siderite, framboidal pyrite

Úvod

Názor na vek žilného hydrotermálneho zrudnenia v Spišsko-gemerskom rudohorí nie je jednotný. Všeobecne sa argumentuje variským a alpínskym vekom zrudnenia na základe náhľadov o zdroji mineralizácie, veku a type magmatických hornín, výsledkov izotopového výskumu a geologickoštruktúrnych kritérií. K alpínskemu veku a gemerickým granitom ako zdroju sideritovej, kremenno-sulfidickej a antimonitovej mineralizácie sa prikláňa najmä Varček (1957, 1962, 1976, 1979), ale aj Bernard (1961, 1963) a Hanuš (1959, 1960). Podobne aj Rozložník (1965, 1989) pripisuje hydrotermálnemu zrudneniu alpínsky vek, ale za zdroj kovov považuje bázický plutón mobilizovaný v kriede. Ilavský (1986; Ilavský et al., 1979) pokladá za zdroj rudných žíl granitový plutonizmus, no variského veku. Grecula (1982; Grecula et al., 1995) pracuje s metamorfným modelom vzniku žíl (kremenno-sideritových, sideritovo-sulfidických, kremenno-sulfidických a antimonitových) generovaných z horninového prostredia počas variských metamorfných procesov. Medzi alpínske zaraduje iba žilné mineralizácie viažuce sa na transpresné zóny. Ide o Cu mineralizáciu (ankerit, kremeň, chalkopyrit, tennantit...) alebo kremenno-spekularitovo-sulfidické žily zasahujúce až do karbonátových komplexov triasu.

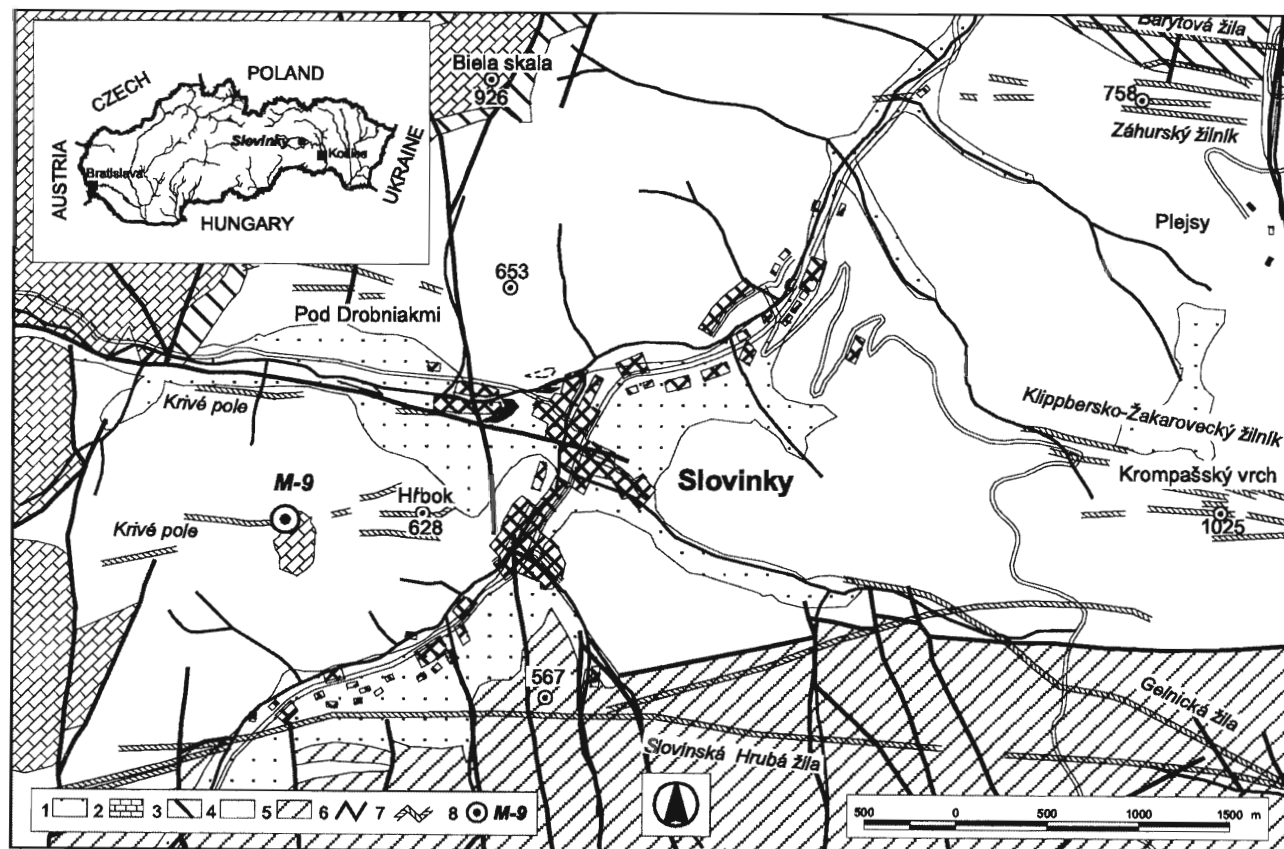
Jedným z argumentov v prospech alpínskeho veku zrudnenia je geologickoštruktúrne kritérium zásahov hydrotermálneho zrudnenia do triasových súvrství (Varček, 1976). Jeden takýto zásah sa podarilo zdokumentovať na lokalite Hr̀bok na Z od Slovínok pri ústí Poráčskej doliny (obr. 1).

V horninách Spišsko-gemerského rudohoria mezozoického veku je viac známych výskytov syngenetických a epigenetických rúd.

Medzi prvé sa zaradujú koncentrácie hematitových rúd (kryštalický hematit, spekulit, kremeň, barit a sericit) v pelitických bridliciach a zlepencoch spodnotriasového veku (verfén). Ide hlavne o jz. časť Spišsko-gemerského rudohoria, ale aj lokality v okolí Dobšinej, Galmusa, Stožiek pri Rudňanoch, Kojšova, Veľkého Folkmára alebo Košických Hámroch (Ilavský, 1958; Kamenický a Kamenický, 1955; Rozložník, 1965).

K epigenetickým výskytom okrem mineralizácií súvisiacich s mezozoickým magmatizmom (výskyty chromitu, magnetitu, hematitu a Ni sulfidov v ultrabázikách spodného triasu) patria aj zrudnenia súvisiace s vrchnokriedovými tektonomagmatickými procesmi. Ide o výskyty sulfidov Cu, Fe, Sb, Pb, Zn a žilky sideritu, baritu a kremeňa spekularitu vystupujúce v okruhu hematitových ložísk alebo v iných oblastiach verfénu jz. časti Spišsko-gemerského rudohoria (Bradlo, Licince, Šankovce, Držkovce, Míkolčany, Kameňany, Meliata...). V rovnakej časti územia sú aj výskyty metasomatických Pb-Zn a Cu rúd vo vrstvách triasového vápenca na lokalite Arđovo (smithsonit, ceruzit, sfalerit, galenit, chalkopyrit, pyrit; Slavkay a Beňka, 1995), Tiba a inde (Varček a Regásek, 1962).

V severogemerickkej synklinále ide prevažne o menšie žilky so sideritovo-kremenno-ankeritovo-spekularitovou výplňou, podradnejšie sú zastúpené aj sulfidické minerály a miestami sa objavujú žilky až impregnácie baritu a rumelky (Ilavský, 1956, 1957, 1958; Ilavský a Čillík, 1959). Žilky niekde prenikajú cez horniny verfénu až



Obr. 1. Schematická geologická mapa okolia Slovinky-Hrbok. 1 – kvartér, 2 – trias, 3 – perm, 4 – rakovecká skupina, 5 – drnavské súvrstvia, 6 – zlomy, 7 – žily, 8 – opisované zrudnenie (upravené podľa Bajaník et al., 1983).

Fig. 1. Schematic geological map of the surroundings of Slovinky-Hrbok locality. 1 – Quaternary, 2 – Triassic, 3 – Permian, 4 – Rakovec Group, 5 – Drnava Formation (according to Bajaník et al., 1983).

do strednotriasových vápencov. Ide o menšie výskyt v okolí Krompách, žilné výskyt vo verféne Poráča pri Rudňanoch, na lokalite Galmus alebo o výskyt bari-tovo-rumelkovej mineralizácie v sz. okolí Dobšinej na lokalite Danková (jv. svah kóty Čuntava), kde žily v bunkovitom vápenci obsahujú barit, siderit, rumelku, kremeň, limonit, hematit, tetraedrit, chalkopyrit a ankerit (Halahyiová-Andrusovová, 1964). Opísaný je aj prienik hydrotermálnych žiliek so sulfidmi cez strednotriasové dolomity na J od Kluknavy (Ivanov, 1953). Na lokalite Diana v okolí Košických Hámrov kremenno-ankeritové žilky so sulfidmi (pyrit, chalkopyrit, tetraedrit, galenit, sfalerit, antimonit, jamesonit a rumelka) prenikli až do jurských dolomitov (Ďudá, 1976).

Geologickoložiskové pomery územia

V oblasti na Z od Sloviniek v ústí Poráčskej doliny na severnom svahu medzi kótou Hrbok (628) a Skala (1014) a na protíhlom svahu Pod Drobníakmi vystupujú kremenno-ankeritové žily sprevádzané rojom menších žiliek. Majú smer V–Z, maximálny dosah 100 až 150 m a sklon 80° na J. Žilnú výplň v západnej časti tvorí prevažne kremeň, v menšej miere siderit a ankerit s útržkami okolitých hornín. Smerom na V postupne pribúdajú sulfidy a barit a obsah

ankeritu rastie na úkor kremeňa. Zo sulfidov pristupuje pyrit a chalkopyrit a našli sa aj ojedinelé zrníčka rumelky (Biely et al., 1967; Hudáček et al., 1972; Lehotský, 1960).

Predpokladá sa (Lehotský, 1960), že tieto žily sú pokračovaním žilných štruktúr klipbersko-žakarovského žilníka smerom na Z, kde postupne zanikajú alebo pokračujú pod mezozoickými karbonátmi Galmusu (obr. 1).

Žily najmä medzi kótou Hrbok a Skala sú v horninách rakoveckej skupiny sykavského súvrstvia v zelenastých až zelenosivých sericiticko-chloritických fylitoch a metabazaltových tufoch a tufitoch často preniknutých druhotnými žilkami kalcitu. V obmedzenej miere sa v sz. časti územia vyskytujú aj metabazalty, spility a zelené bridlice (Hudáček et al., 1972).

Okrem spomenutých hornín rakoveckej skupiny je v sledovanom území asi 500 m na Z od kóty Hrbok aj kryha mezozoických hornín (obr. 1), siahajúca od hrebeňa smerom na S až po nadmorskú výšku okolo 600 m. Ide o horniny stratenskej skupiny Galmusa – striedajúce sa fialové, zelené a sivé bridlice a piesčité bridlice, ako aj pieskovcové telesá spodnotriasového veku (griesbach – namal?), ktoré tvoria bázu sivým, tmavosivým až čiernym lavicovitým dolomitom obsahujúcich vložky lavicovitého dolomitického vápnenca strednotriasového veku (egej – bityn; Bajaník et al., 1983).

Identifikácia minerálov zistených v mezozoických karbonátoch

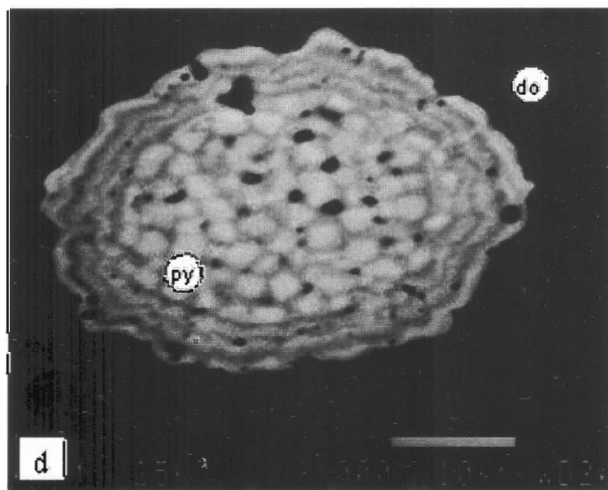
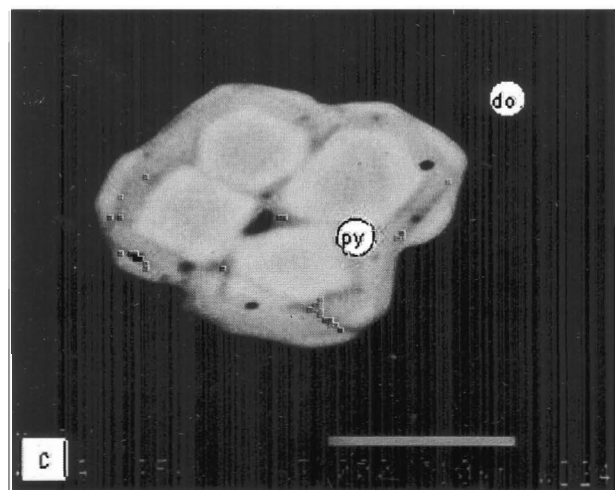
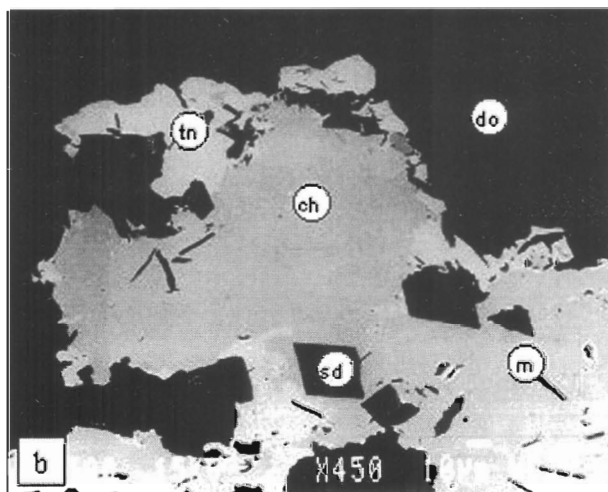
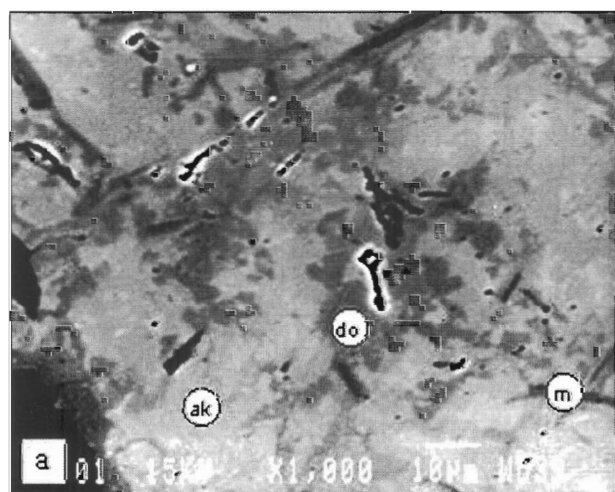
Pri prieskume haldy ležiacej na sz. okraji karbonátovej kryhy na severnom svahu Hrbka asi 800 m na Z od kóty sa medzi úlomkami sideritu, ktorý tvorí podstatnú časť rudnej haldy so žilkami ankeritu a menším obsahom kremeňa a chalkopyritu, nachádzali aj impregnácie chalkopyritu v jemnozrnnom karbonáte sivej farby. Okrem chalkopyritu sa v karbonáte mikroskopicky zistil aj kremeň, framboidálny pyrit, tennantit a slúda.

Ankerit dolomit – karbonát obsahujúci vtrúsené zrudnenie je rekryštalizovaný, jemnozrnný, makroskopicky sivobielej farby a zatláča ho chalkopyrit a kremeň. Vo výbrusoch a nábrusoch sú preň charakteristické alotriomorfne ohraničené zrná s poikilitickou štruktúrou s tabuľkami slúdy. Podľa mikrochemickej analýzy na energodisperznom prístroji typu KEVEX (STU, D. Jančula) hlavnú masu karbonátového agregátu vo výbruse (analýza 2, tab. 1, obr. 2a) tvorí ankerit obsahujúci v strede a okolo slúdy

fázy s nižším obsahom Fe – Fe dolomit (analýza 3, tab. 1, obr. 2a).

Priamo so sulfidickým zrudnením v agregáte chalkopyritu sa nachádza karbonát klencového prierezu (analýza 1, tab. 1, obr. 2b) zodpovedajúci zložením sideritu s obsahom 36,41 % MgCO_3 . V žilách klippbersko-žakarovského žilníka, ktoré by mali byť pokračovaním žíl z lokality Hrbok, sa vyskytujú fázy s vyšším obsahom Fe. Siderit podobného zloženia sa zistil v žile Záhura a Slovinky (obr. 3; Regásek, 1967).

Chalkopyrit je najhojnejší zistený sulfidický minerál. Jeho agregáty majú pomerne pravidelnú formu a vytvárajú pseudomorfózy po ankerite dolomite. Majú poikilitickú štruktúru, uzatvárajú tabuľky muskovitu a framboidálne pyrity (obr. 2b). Podľa spektrálnej kvantitatívnej analýzy má nasledujúce zloženie (v ppm): As 1260, Pb 16, Mn 101, Sb 0, Bi 27, Ti 288, Mo 10, Sn 10, Cd 0, Ag 3, Zn 300, Ni 20, Co 14 (GÚ PF UK, J. Chudý). Nízky obsah Sn je podobný ako v chalkopyrite z ložísk ležiacich v horninách rakoveckej skupiny, karbónu a permu



Obr. 2. BSE mikrofotografie: a – karbonát: ak – ankerit, do – Fe dolomit, m – muskovit; b – kompozícia sulfidického agregátu: ch – chalkopyrit, tn – tennantit, do – Fe dolomit, m – muskovit; c a d – kompozícia framboidálnych pyritov: py – agregáty pyritov, do – Fe dolomit. Slovinky-Hrbok.
Fig. 2. BSE microphotographs: a – carbonate: ak – ankerite, do – Fe-dolomite, m – muscovite; b – sulphidic aggregate: ch – chalcopyrite, tn – tennantite, do – Fe-dolomite, m – muscovite; c and d – framboidal pyrite: py – pyrite aggregate, do – Fe-dolomite. Locality Slovinky-Hrbok.

Tab. 1

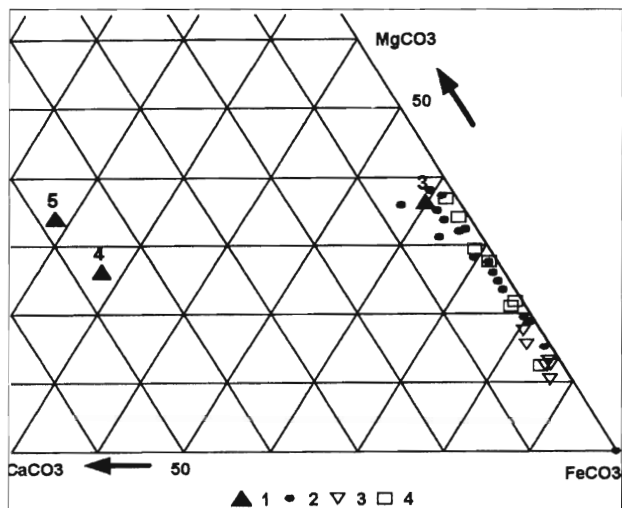
Analýzy karbonátov zo zrudnenia v mezozoických karbonátoch stratenkej skupiny lokality Slovinky-Hrbok
Analyses of carbonates from mineralization in Mesozoic carbonates of Stratená Group of the Slovinky-Hrbok locality

hmot. %	MgO	CaO	MnO	FeO	Suma
1	33,48	3,4	3,41	59,71	100
2	24,12	46,91	1,24	27,73	100
3	31,99	48,35	0,79	18,87	100

hmot. %	MgCO ₃	CaCO ₃	MnCO ₃	FeCO ₃	Suma
1	36,41	3,4	3,24	56,44	99,49
2	26,21	46,98	1,17	26,19	100,55
3	34,04	47,32	0,73	17,4	99,49

(Mlynky, Rudňany, Záhura alebo klippbersko-žakarovský žilník; Antal a Denes, 1991).

Tennantit. Agregáty tennantitu majú nepravidelné ohraničenie a vyskytuje sa vzácnejšie ako chalkopyrit. Koncentruje sa na kontakte chalkopyritu s karbonátom a tvorí tam nepravidelný lem zatláčajúci karbonát (obr. 2b). Spolu s chalkopyritom uzatvára tabuľky muskovitu a zrnká framboidálneho pyritu. Podľa mikrochemických analýz (Jeol superprobe 733, GÚDŠ Bratislava, F. Caňo) ide o koncový As člen tetraedritovo-tennantitového radu s obsahom iba 0,13–0,23 Sb (hmot. %) s pomerne vysokým obsahom Zn (až 4,3 hmot. %) bez podstatného obsahu minoritných prvkov – Bi a Hg (tab. 2). Analyzovaný ten-



Obr. 3. Zloženie karbonátov zo žilných ložísk nachádzajúcich sa v okolí lokality Hrbok v systéme CaCO₃-MgCO₃-FeCO₃. 1 – Slovinky-Hrbok s číslami analýz podľa tab. 1, 2 – Slovinky, 3 – Klippberg-Žakarovce, 4 – Záhura (Regásek, 1967).

Fig. 3. Composition of carbonates from surrounding vein deposits and Hrbok locality in system CaCO₃-MgCO₃-FeCO₃. 1 – Slovinky-Hrbok (with number of analysis after tab. 1), 2 – Slovinky deposit, 3 – Klippberg-Žakarovce stockwork, 4 – Záhura deposit (Regásek, 1967).

a tennantitom veľké v priemere 0,01 mm. Ide o agregáty kruhového prierezu zložené z viacerých zŕn kruhového alebo viacuholníkového prierezu. Celý agregát tmelí hmota rovnakého zloženia, ktorá niekedy tvorí okolo pyritového agregátu viacvrstvový lem. Niektoré pyritové

Tab. 2

Analýzy tennantitu zo zrudnenia v mezozoických karbonátoch stratenkej skupiny lokality Slovinky-Hrbok
Analyses of tennantite from mineralization in Mesozoic carbonates of Stratená Group of the Slovinky-Hrbok locality

hmot. %	Cu	Ag	Fe	Zn	Hg	Sb	As	Bi	S	Suma
1	42,3	0	3,77	4,2	0	0,23	22,13	0,19	27,8	100,62
2	42,7	0	3,48	4,4	0	0,13	22,76	0,02	27,75	101,24

atom. %	Cu	Ag	Fe	Zn	Hg	Sb	As	Bi	S	Suma
1	9,84	0	1,00	0,95	0	0,03	4,36	0,01	12,81	12,81
2	9,88	0	0,92	0,99	0	0,02	4,47	0	12,73	12,73

nantit obsahuje prebytok polokovov (Sb, As, Bi), ktoré v podstate zastupuje iba As (až okolo 0,5 atómu). Obsah jednomocných kovov, reprezentovaných len Cu, a dvojmocných kovov (Fe a Zn) je nižší ako teoretické zloženie tennantitu, ako aj obsah S (obr. 4).

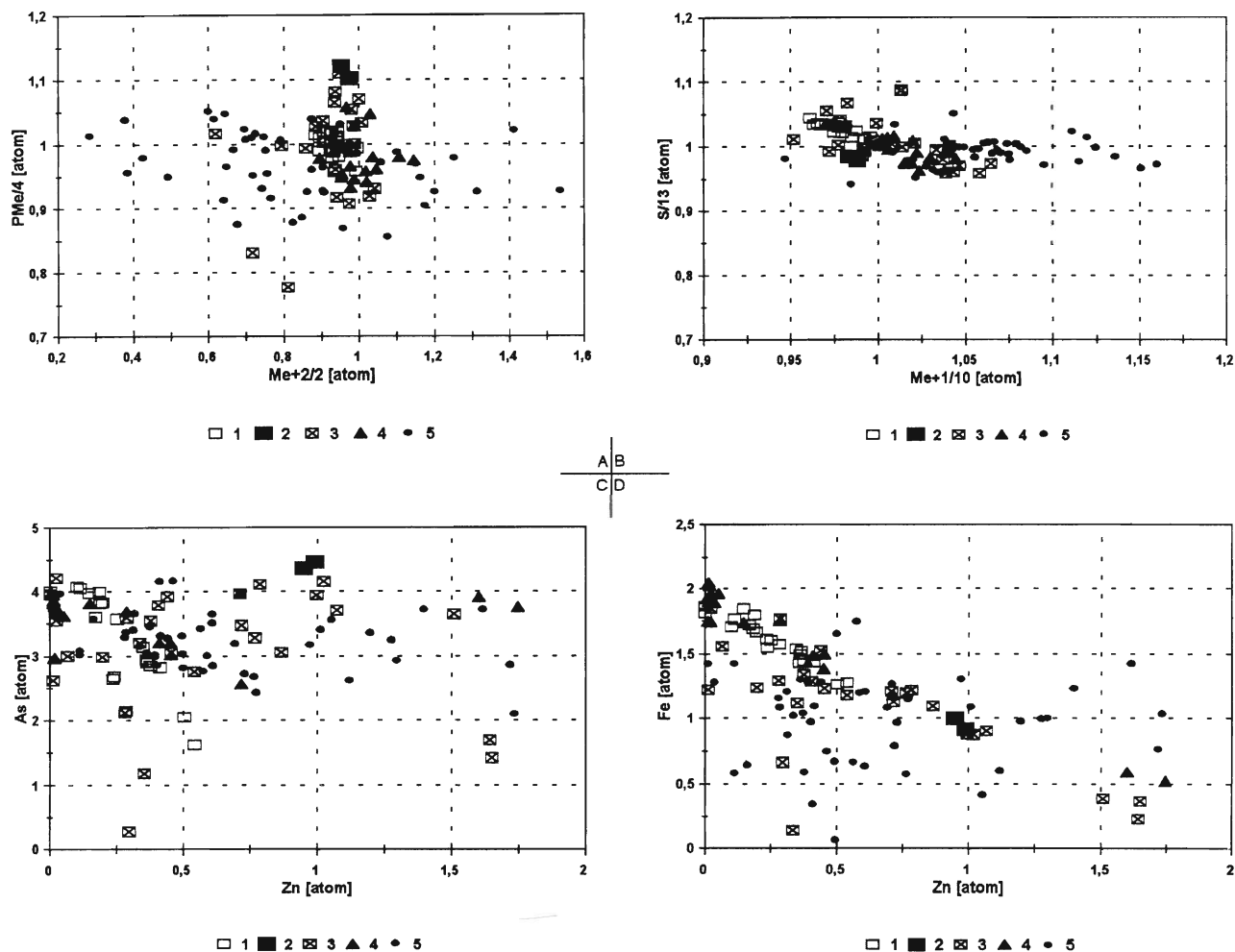
Obsahuje viac As a Zn ako tennantit zo žilných ložísk Spišsko-gemerského rudohoria, ako je Rožňava-žila Mária, Novoveská Huta a Slovinky, a zo zrudnení v horninách permského veku (U zrudnenie a Cu pieskovce), ktorých hodnoty sú porovnateľné najmä s tennantitom zo zrudnení žilného, ako aj stratiformného typu v horninách permu (obr. 4; Háber et al., 1993).

Pyrit vytvára zrná framboidálnej textúry rozosiate v ankerite dolomite uzatvárané a korodované chalkopyritom

agregáty majú atolovitú textúru so stredom vyplneným karbonátom (obr. 2c, d).

Kremeň tvorí alotriomorfne zrná vyskytujúce sa spolu s chalkopyritom medzi zrnami ankeritu dolomitu, ktorý koroduje. V ojedinelých prípadoch uzatvára framboidálny pyrit a muskovit.

Muskovit tvoria zrníčka idiomorfneho až hypidiomorfneho tvaru uzavreté v agregátoch ankeritu dolomitu, ako aj chalkopyritu a v ojedinelých prípadoch aj v kremeň. Identifikoval sa energiodisperzným prístrojom KEVEX (Al₂O₃ 31,42, SiO₂ 55,23, K₂O 10,95, Fe₂O₃ 2,41 hmot. %, STU, D. Jančula). Má zloženie blízke muskovitu, ale obsahuje viac FeO. Je sivej farby a má nižšiu odraznosť ako sfalerit.



Obr. 4. A, B, C, D. Diskriminačné diagramy zloženia tennantitu z lokality Slovinky-Hrbok a iných zrudnení v Spišsko-gemerskom rudohorí. 1 – Rožňava-žila Mária, 2 – Slovinky-Hrbok, 3 – stratiformné zrudnenia v horninách permského veku (Cu pieskovce, U zrudnenie; Háber et al., 1993), 4 – Slovinky (Antal, 1993), 5 – žilné zrudnenia v horninách permského veku (Háber et al., 1993).

Fig. 4. A, B, C, D. Discriminations charts of tennantite composition from locality Slovinky-Hrbok and other ore mineralization in Spišsko-gemerské rudohorie Mts. 1 – Rožňava-Mária vein, 2 – Slovinky-Hrbok, 3 – stratiform ore mineralization in Permian rocks (Cu-sandstone, U-ores; Háber et al., 1993), 4 – Slovinky deposit (Antal, 1993), 5 – vein ore mineralization Permian rocks (Háber et al., 1993).

Diskusia

Nález hydrotermálneho zrudnenia v mezozoických karbonátoch poukazuje na pospudnotriasový (vrchnokriedový?) vznik mineralizácie alebo v zmysle Varčeka (1962, 1976; in Cambel a Jarkovský et al., 1985; Varček a Regásek, 1962) a Rozložníka (1965, 1969, 1975, 1978, 1989), alebo je dozvukom variských metalogenetických procesov v zmysle Ilavského (1957, 1958, 1976; Ilavský a Čillík, 1959), alebo je výsledkom alpínskych regeneračných procesov (Novák, 1962).

Grecula (1982; Grecula et al., 1995) do alpínskej metalogenetickej epochy s vrchnojursko-kriedovou mineralizačnou etapou zaraďuje len prejavy Cu mineralizácie (ankerit, kremeň, chalkopyrit, tennantit...) alebo kremeno-spekularitovo-karbonátovo-sulfidické žily.

Podľa impregnačnej povahy zrudnenia v triasových dolomitoch lokality Hrbok, prínosu Fe do prostredia

(zatlačanie Fe dolomitu ankeritom, zvýšený obsah FeO v muskovite) a obsahu Mg v rudnom karbonáte na blízkej úrovni ako v okolnom dolomite možno predpokladať, že zrudnenie vzniklo alebo ako výsledok mobilizácie rudného materiálu z podložínych žíl niekedy po násune karbonátových komplexov v zmysle Ilavského (l. c.) či Nováka (1962), alebo ide o prejav Cu mineralizácie (ankerit, kremeň, chalkopyrit, tennantit...) v zmysle Hábera (1992) a Greculu (1995) využívajúcej rudné štruktúry v podloží triasových karbonátov.

Záver

Podľa charakteru zrudnenia zisteného v dolomite (Fe dolomit ankerit) spodného triasu na lokalite Hrbok na Z od Sloviniek predpokladáme, že sa najviac približuje alpskej Cu mineralizácii (ankerit, kremeň, chalkopyrit, tennantit...) v zmysle Hábera (1992) a Greculu (1995).

V prospech takéhoto predpokladu hovorí aj nízky obsah Sn v chalkopyrite, prítomnosť tennantitu a rovnaký predpoklad by riešil aj príkrovovú pozíciu triasových dolomitov oproti žilným štruktúram v podloží.

Príspevok vznikol v rámci vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied 1/6000/99.

Literatúra

- Antal, B. & Denes, P., 1991: Distribution of tin in chalcopyrite at the Slovinky deposit in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. (Gemerikum, Western Carpathians). *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 47/II, 105–120.
- Antal, B., 1993: Kremeň-sulfidická mineralizácia na ložisku Slovinky. *Manuskript – archív PF UK, Bratislava*, 85.
- Bajaník, Š., Vozárová, A., Hanzel, V., Ivanička, J., Mello, J., Pristaš, J., Reichwalder, P., Snopko, L. & Vozár, J., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria-východná časť v mierke 1 : 50 000. *Bratislava, GÚDŠ*, 223.
- Biely, A., Bajaník, Š. & Hanáček, J., 1967: Výskum mezozoika Galmusu. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava*, 171.
- Cambel, B. & Jarkovský, J. et al., 1985: Rudnianske rudné pole. Geochemicko-metalogenetická charakteristika. *Bratislava, Veda*, 363.
- Ďudá, R., 1976: Rudné výskyty a mineralogicko-paragenetické pomery v oblasti Košické Hámre – Košice – Hýľov. *Mineralia Slov.*, 8, 447–468.
- Grecula, P., 1982: Gemerikum – segment riftogénneho bazénu paleotetýdy. *Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, Alfa*, 263.
- Grecula, P. et al., 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. Zv. 1. *Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, Geocomplex*, 829.
- Háber, M., 1992: Jeden z možných variantov vzniku hydrotermálnych žíl v perme severného gemerika. In: *Proceeding of Conference Technical University Košice. TU Košice*, 8–13.
- Háber, M., Krištín, J. & Rojkovič, I., 1993: The tennantite-tetrahedrite series in Permian formations of the Western Carpathians. *Geol. Carpath.*, 45, 11–28.
- Halahyrová-Andrusovová, G., 1964: O genéze dobšinských rudných ložísk. *Geol. Práce, Zpr.*, 33, 53–67.
- Hudáček, J., Drnzíková, L. & Matula, I., 1972: Spišsko-gemerské rudohorie-sever, VP na Cu rudy. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava*, 101.
- Ilavský, J., 1956: Ortuťové ložiská v Nižnej Slanej. *Geol. Práce, Zpr.*, 8, 46–150.
- Ilavský, J., 1957: Geológia rudných ložísk Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. Práce, Zoš.*, 46, 51–95.
- Ilavský, J., 1958: O vzťahoch niektorých hematitových ložísk k hydrotermálnemu sideritovému zrudneniu Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied*, 9, 103–128.
- Ilavský, J., 1976: Súčasný problémy metalogenézy v gemeridách. In: *Vedecký seminár Geológia a metalogenéza Spišsko-gemerského rudohoria. Košice*, 80–93.
- Ilavský, J. & Čillík, I., 1959: Náčrt metalogenézy Západných Karpát. *Geol. Práce, Zoš.*, 55, 109–133.
- Ivanov, M., 1953: Geologicko-paragenetické rudné pomery v severnej časti Spišsko-gemerského rudohoria medzi Kluknavou a Žakarovcami. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied*, 4, 705–750.
- Kamenický, J. & Kamenický, L., 1955: Gemeridné granity a zrudnenia Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. Práce, Zoš.*, 41, 5–73.
- Lehotský, I., 1960: Dielčia záverečná správa Slovinky VP Cu, stav k 1. 9. 1959. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava*, 191.
- Novák, F., 1962: Kritéria alpínskych regeneračných procesů na hydrotermálnych ložiskách gemerid. *Geol. Práce*, 61, 113–126.
- Regásek, F., 1967: Mineralogicko-paragenetický a geochemický výskum hydrotermálnych rudných žíl v oblasti Slovinky – Žakarovce – Krompachy. *Manuskript – archív GSSR Bratislava*, 363.
- Rozložník, L., 1962: Problémy metalogenézy okolia Dobšinej. *Geol. Práce, Zoš.*, 61, 127–140.
- Rozložník, L., 1965: Analýza štruktúrno-metalogenetických elementov medzi Dobšinou a Mlynkami. *Sbor. geol. Vied, Západ. Karpaty*, 4, 29–93.
- Rozložník, L., 1969: Niektoré problémy vzťahu zrudnenia k tektonike v Spišsko-gemerskom rudohorí vo svetle doterajších poznatkov. *Mineralia Slov.*, 1, 89–98.
- Rozložník, L., 1975: K niektorým otázkam zákonitosti rozmiestnenia rudných ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí a perspektívy ich vyhľadávania. *Geol. Průzk.*, 17, 8, 225–229.
- Rozložník, L., 1978: Vzťah alpínskej metamorfózy k sideritovej formácii v gemeridách. *Mineralia Slov.*, 4, 311–320.
- Rozložník, L., 1989: Problémy veku a zdroja sideritovej formácie Západných Karpát. *Geol. Průzk.*, 3, 67–72.
- Slavkay, M. & Beňka, J., 1995: Geológia, mineralógia a metalogenéza oloveno-zinkových rúd pri Ardove. *Mineralia Slov.*, 27, 79–88.
- Varček, C., 1962: Vývoj hydrotermálnej mineralizácie Spišsko-gemerského rudohoria v čase a priestore. *Geol. Práce*, 61, 101–111.
- Varček, C. & Regásek, F., 1962: Zrudnenie v mezozoiku Slovenska. *Geol. Práce, Zoš.*, 62, 287–300.
- Varček, C., 1976: Základné črty metalogenetického vývoja Spišsko-gemerského rudohoria. In: *Vedecký seminár Geológia a metalogenéza Spišsko-gemerského rudohoria, Spišská Nová Ves*, 36–62.

Inžiniersko-geologická charakteristika devínskej hradnej skaly a jej vplyv na stabilitu historických objektov

RADOVAN PIPÍK¹, FRANTIŠEK BALIAK², JOZEF MALGOT² a †JÚLIUS BARTÓK

¹Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

²Katedra geotechniky STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

(Doručené 10. 3. 2003, revidovaná verzia doručená 30. 7. 2003)

Engineering-geological characteristics of the Devín rock massif and its influence on stability of the historical buildings

It is supposed that a stability of the Devín Castle depends on a stability of the Mesozoic carbonate rock massif strongly damaged by the faults penetrating through the rock massif. The main faults are covered by Badenian sinter crusts and filled by sands and dolomite breccias. It is documented that a fault filling is compact without indications of a movement. An en-echelon pattern of the main faults could rise in the Middle Miocene time.

The existing castle failures are due to insufficient quality of renovation works. A rejuvenation of the faults due to gravity movements and an influence of the geodynamic factors could influence a stability of the buildings.

Key words: Devín Castle, historic sites, tectonic, engineering-geological characteristics

Úvod

Zrúcaniny hradu Devín a hradná skala sa svojím historickým a estetickým významom zaraďujú medzi národné kultúrne pamiatky resp. chránené prírodné výtvory (obr. 1). Na zachovanie slovanského devínskeho hradiska sa vykonávala a vykonáva sanácia, ktorá bola a je náročnou geotechnickou úlohou. Zabezpečili sa ňou zrúcaniny hradných objektov. Sanácia brala sa chápe ako jednotný technický problém. Zrúcaniny objektov sa sanovali domurovaním, škárovaním, hĺbkovým škárovaním a úpravou kontaktu múrov s podložíom. Doteraz najnáročnejšou časťou sanácie bolo zabezpečenie renesančnej vežičky Mníška (obr. 2). Skalná veža, na ktorej je tento objekt postavený, má zložitý prírodný tvar determinovaný geologickým vývojom, zvetrávaním a technickými vplyvmi. Tektonické poruchy ju obmedzujú zo všetkých strán. Z hľadiska statiky skalnej veže bola najnebezpečnejšia výrazná otvorená a priebežná diskontinuita rozdeľujúca skalú na dva bloky, takže hrozilo zrútenie pozdĺž diskontinuity. Skalné bloky boli zopnuté a zmonolitnené sústavou vejárovite usporiadaných predpätých kotiev (Malgot et al., 1988). Staticky sa zabezpečila aj skalná stena pri chodníku vedúcom na citadelu (obr. 2, obr. 5; Baliak et al., 1997).

Krehké deformácie najzreteľnejšie postihli dolomitické brekcie hradnej skaly, jej stabilita môže významne ovplyvniť statiku hradných objektov, a preto sa stabilita hradného brala posudzovala metódami geologického terénneho mapovania. Fotogrametrické snímky umožnili štruktúrne zmerať neprístupné tektonické poruchy a zostrojiť fotogrametrické profily (Vlčko et al., 1997).



Obr. 1. Geografická pozícia hradu Devín.

Fig. 1. Geographic position of the Devín Castle.

Tektonický plán hradnej skaly sme riešili ako geometrickú úlohu, pri ktorej je východiskovým údajom smer sklonu, sklon a nadmorská výška zistená výškomerom (tab. 1). Pri zlomoch meraných fotogrametricky sa nadmorská výška odhadla z mapy a fotogrametrických profilov v mieste merania. Vybrali sa dve referenčné roviny na vystihnúť tektonickej situácie hradného brala v miestach výskytu historických objektov. Tektonický plán je premietnutý v dvoch úrovniach. Prvá je na úrovni 190 m n. m., kde sú objekty horného a stredného hradu. V rovine 150 m n. m. (približne 10 m nad pätou hradnej skaly) je polygonálna bašta, vežička Mníška a k nim prilehlé hradné múry (obr. 2).

Geologická stavba hradnej skaly

Kozur a Mock (1966) zaradili sedimenty devínskeho hradného areálu do devínskej sukcesie tatrika a spolu s fytitmi do hainburského príkrovu, ležiaceho pod žulovými

Tab. 1

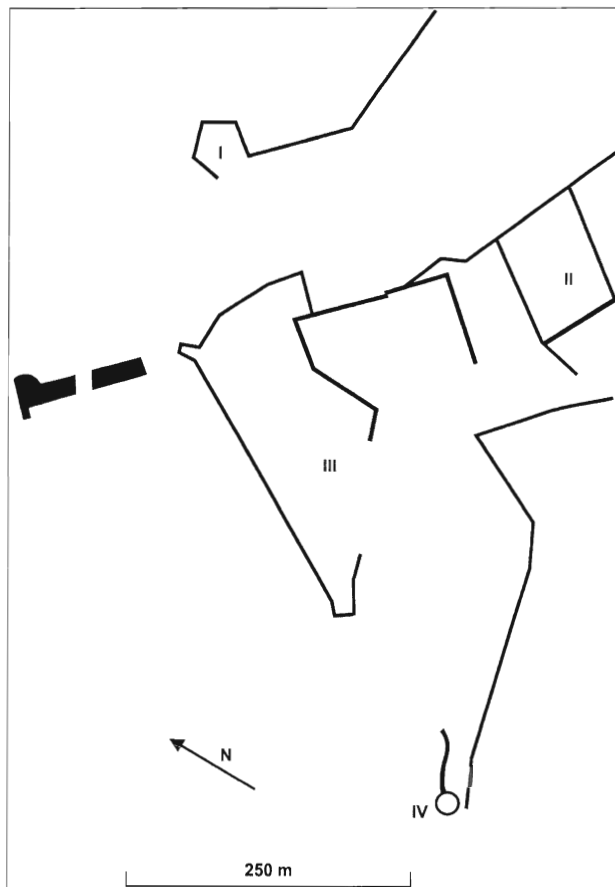
Zistený smer sklonu a sklon zlomov devínskej hradnej skaly
Measured structural elements of the faults of Devín rock massif

zlom	smer sklonu/sklon	nadmorská výška [m n. m.]
1	277/75	140
2	9/90	140
3	189/70	140
4	206/70	140
5	329/10	140
6	252/60	140
7	196/90	150
8	210/85	195
9	218/80	150
10	205/60	195
11	212/80	180
11	212/65	140
12	72/75	140
13	240/75	185
14	265/65	185
15	54/85	180
16	269/70	185
17	270/70	185
18	268/85	185
19	260/75	190
20	267/85	190
21	243/60	190
22	77/65	190
23	324/65	150

telesami bratislavského príkrovu. Podoba prechodnej alpsko-karpatskej oblasti, do ktorej patrí aj študovaná oblasť, je výsledkom tektonických procesov spätých s únikom a formovaním karpatského oblúka v terciéri (Marko a Uher, 1992; Marko et al., 1995).

Oblasť stredného hradu budujú telesá spodnotriasového kremenca a vytvárajú výrazné pozitívne morfológické štruktúry na južných svahoch kopca. Ide o hrubé lavice kremenca hnedastej a sivej farby miestami obsahujúce vtrúsené klasty až polohy brekcií s úložnými pomermi 290–305/30–40° (smer sklonu/sklon). V priestore šijovej priekopy medzi horným a stredným hradom je styk kremencov a strednotriasových dolomitov zakrytý. Hradnú skalú, na ktorej stojí citadela, tvoria telesá sivého brekciovitého dolomitu, spodnojurské (liasové) karbonátové brekcie a tmavé vápence. Spodnojurské brekcie sú hlavne z klastov z podložných triasových dolomitov, dolomitických vápencov a vápencov (Šajgalík et al., 1969). Obsahujú aj zriedkavé čierne, reliéfne vyvetrávajúce úlomky fosfatickej horniny a fragmenty belemnítov, čím sa výrazne odlišujú od strednotriasových dolomitov, v ktorých sa fosílie (belemnity) nezistili. Priebeh medzi strednotriasovými a spodnojurskými karbonátmi sa podľa týchto indikátorov ukazuje ako veľmi nepravidelný.

V karbonátoch sú viditeľné kapsy rauvakov, ktoré intenzívne zvetrávajú a narušajú stabilitu masívu. Predterciérne série sú v priestore dolného hradu prekryté neogénnym pieskom, kvartérnou hlinou, sutinou a antropogénnou navážkou. V zlomoch hradného brala je pozorovateľná pieskovcová neogénna výplň a sintre. Najmä sintre sú známe predovšetkým z transgresívnych vrchnobádenských sedimentov (Mišík, 1980).



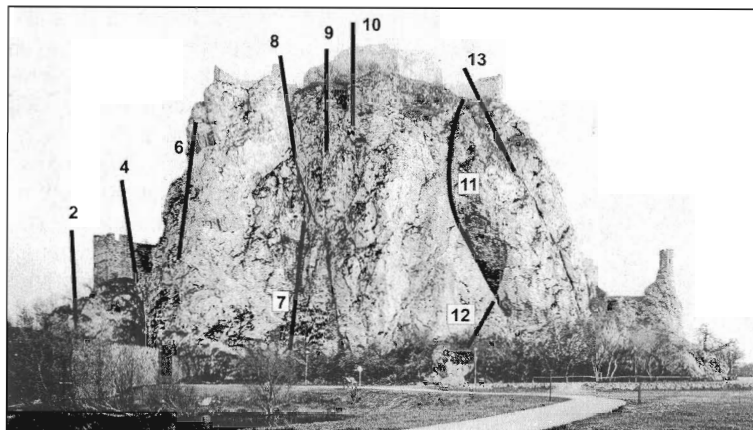
Obr. 2. Objekty hradnej skaly: I – polygonálna bašta, II – šijová priekopa, III – citadela, IV – vežička Mníška.

Fig. 2. Plan of buildings situated on the castle rock massif: I – polygonal tower, II – moat, III – citadel, IV – watch tower Mníška.

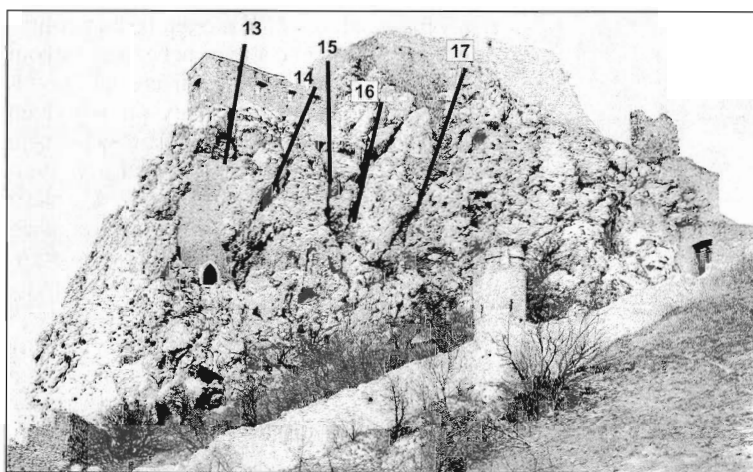
Tektonické poruchy hradného areálu

Horninový komplex hradného areálu silne porušujú strmé poruchy, ktoré sú dobre dokumentovateľné na západnom a južnom svahu pri Dunaji. Zo zlomov nachádzajúcich sa mimo hradného brala je najvýznamnejší zlom v triasových kremencoch, prejavujúci sa aj morfológicky. Jeho aktivita sa prejavila na vzniku značne podvrhenej tektonickej brekcie, ktorej klasty pevne tmelí kremitý tmel. Výrazné tektonické poruchy sa zistili aj pod veľkomoravskou kaplnkou, ktoré obmedzujú šupinu dolomitov a fylitov v prostredí spodnotriasových kremencov. Veľmi tektonizovaný je komplex fylitov. Je rozdelený na bloky nerovnakej veľkosti a prestupujú ním poruchové zóny decimetrových až metrových rozmerov vyplnené tektonickým flom. Rovnako sú tektonicky postihnuté aj permské horniny. Tieto poruchy sú pozorovateľné na odkryvoch pri Dunaji v priestore rodinných domov (Vlčko et al., 1997).

Najvýraznejšie sú a na stabilitu hradného brala najviac vplyvajú zlomy s vertikálnym rozsahom niekoľko desiatok metrov (obr. 3, 4 a 5), ktoré sú ďalej v priestore stredného a dolného hradu pre zakrytosť terénu zle dokumentovateľné.



Obr. 3. Pohľad na hradnú skalu zo Z od rieky Morava
Fig. 3. Western view on the rock massif from the Morava river



Obr. 4. Pohľad na hradnú skalu z J od Dunaja.
Fig. 4. Southern view on the rock massif from the Danube river.

Poruchy hradnej skaly boli na inžinierskogeologické mapovanie rozdelené podľa veľkosti a rozsahu na pukliny I., II. a III. radu, podľa výplne na vyplnené a nevyplnené a podľa stavu výplne sa vyčlenili pukliny s porušenou a neporušenou výplňou (Baliak et al., 1997). Pukliny I. a II. radu charakterizoval Baliak et al. (l. c.).

Zlomy (v práci Baliaka et al., l. c., nazvané puklinami I. radu) sú najlepšie viditeľné a najprístupnejšie na hradnom brale. Prechádzajú ním naprieč, sú široké až 1,5 m a ich hlavný smer je SZ–JV (tab. 1). Pravdepodobne ide o zlomy poklesového charakteru (zlom 2, 4, 8, 10 a 11) so strmým sklonom na JZ bez pozorovateľných indikátorov zmyslu pohybu (pozri odsek o výplni zlomov). Majú sklon od 60 do 90°. Medzi týmito zlomami sa vyvinul systém paralelných zlomov smeru S–J až SSZ–JJV, čo dokumentuje rez vedený vo výške 190 m n. m. (obr. 6), ktoré majú strmý sklon (od 60 do 85°) na Z. Opačný sklon, a to na V až VSV, má v tomto systéme zlom č. 15 a 22. Sklon na V má zlom č. 3 v priestore polygonálnej bašty a veľmi malý sklon zlom č. 5 (iba 10°) s orientáciou na SV–JZ (obr. 7). Týmito charakteristikami sa zlom č. 3, 5 a 22 odlišujú od systému zlomov hradnej skaly (obr. 6

a 7). Do systému týchto zlomov sa zaraďujú na základe rozsiahlosti a veľkej smerovej dĺžky.

Situácia premietnutá na nadmorskú výšku 190 m n. m. poukazuje na kulisovité usporiadanie zlomov a možný dextrálny posun pozdĺž zlomovej zóny smeru JV–SZ. Rovinu preložení v nadmorskej výške 150 m n. m. pretínajú zlomy v oblasti polygonálnej bašty, ktoré tvoria nezreteľný kulisovitý systém. V tomto reze dominuje zlom č. 7, 9, 11 a 13, pretínajúce celý masív hradnej skaly.

Výplň a pravdepodobný vek zlomov

Zvislé vertikálne poruchy majú neogénnu pieskovcovú a sintrovú výplň. Zlom č. 13 (obr. 3 a 4), prístupný cez okno v južnej stene hradnej skaly, prechádza masívom naprieč. Jeho nevyplnené priestory jaskynnej povahy sú široké do 1,5 m, vysoké 10–15 m a siahajú od vrcholu brala po okno. Dno dutiny vyplňa psamitický materiál.

V podzemných priestoroch múzea na citadele je pozorovateľná výplň zlomu, ktorú tvoria ostrohranné dolomitové klasty a sintrové úlomky obalené pieskom. Na stenách zlomu sa zachoval pôvodný sintrový nátek. Výplň je vo vnútri polopevná, vlhká a neporušená. Spojitosť zlomu z citadely so zlomami viditeľnými na povrchu hradného brala nie je jasná. Môže ísť o zlom č. 16 alebo 17. Menšie pukliny vyplňa pieskovec alebo sinter.

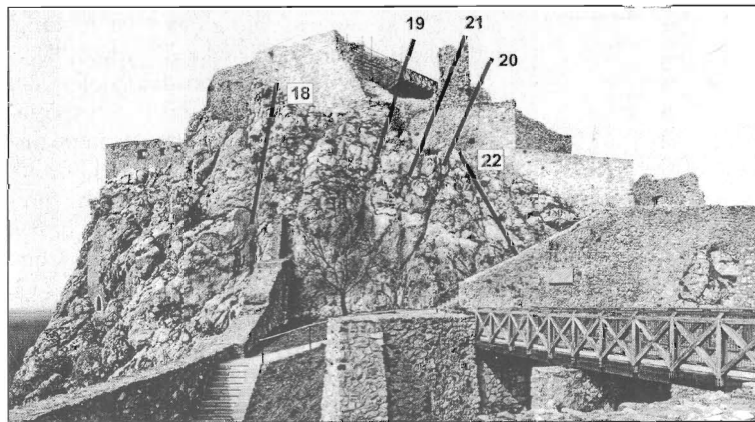
Zistenie veku výplne zlomov by umožnilo odhadnúť, kedy vznikli poruchy hradnej skaly, a určiť potenciálne riziko pre stabilitu historických objektov. Vek výplne sa dá stanoviť iba nepriamo, lebo z výplne sa nepodarilo získať

nijaké fosílie, a preto sa opierame o nálezy sintrového náteku na zlomových plochách a o sintrové úlomky vo výplni zlomov. Obdobné nálezy sú známe aj z bádenských transgresívnych pieskových útvarov Devínskej Kobyly, napr. z Weitovho lomu. Predpokladá sa, že sintre vznikli v strednom miocéne, v bádene (Mišík, 1980). Do rovnakého obdobia, teda do bádenu, kladieme aj vznik sintrových nátekov v zlomoch devínskej hradnej skaly. Vznik hlavných tektonických porúch hradnej skaly by tak súvisel s predbádenským tektonickým režimom. Prevažne neporušená výplň potvrdzuje, že ďalšie pohyby pozdĺž zlomov devínskej hradnej skaly pod vplyvom pohybů Západných Karpát v posledných 15 miliónoch rokov už nenastali.

Výplň zlomov je porušená iba na dvoch miestach (pozri nasledujúcu kapitolu).

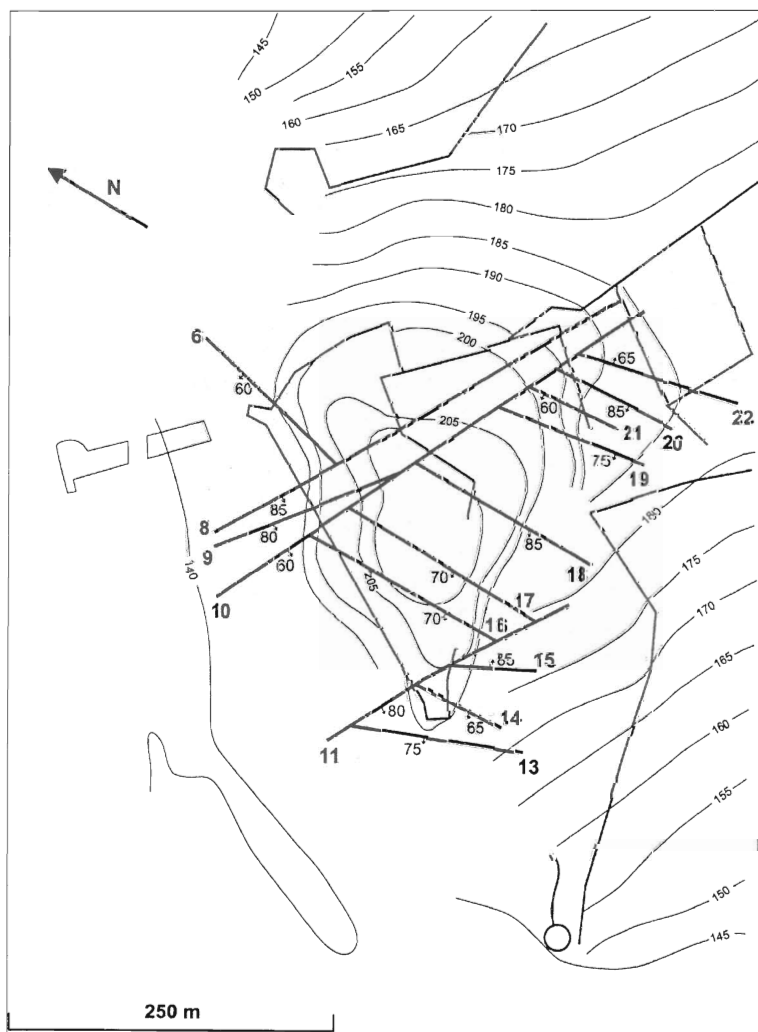
Fyzický stav objektov hradu a potenciálne riziko pre hradné objekty

Objekty hradu sú sanované, zakonzervované a ich súčasný fyzický stav možno označiť za pomerne dobrý napriek tomu, že sa na niektorých častiach múrov objavujú výrazné



Obr. 5. Pohľad na hradnú skalu od V z nádvorja stredného paláca.

Fig. 5. Eastern view on the rock massif from the Central Palace near a moat.



Obr. 6. Tektonická situácia hradnej skaly na úrovni 190 m n. m.

Fig. 6. Tectonic situation in the altitude 190 m above sea level.

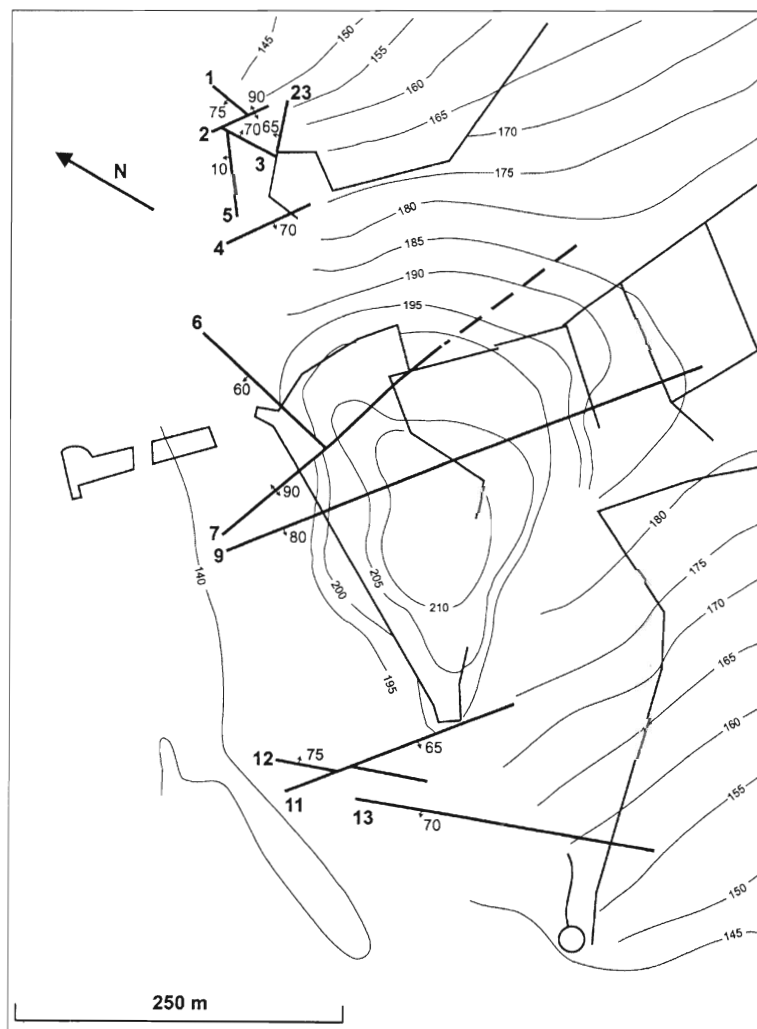
poruchy. Tieto poruchy väčšinou vznikajú ako dôsledok nekvalitne vykonaných remeselných prác – nedostatočná úprava koruny múrov, hradiieb, zlá väzba kamenných múrov v nárožiach a v krížovani, ako aj nekvalitná hydroizolácia. Takéto nedostatky sú veľmi dobre dokumentovateľné v objekte renesančného paláca (múzeum) a v expozičných priestoroch na citadele. Na statiku objektov, na skalné horniny, ale najmä na výplň zlomov a puklín by mohli negatívne vplyvať aj geodynamické javy – zvetrávanie, zliezanie sutiny a krasovatenie (Baliak et al., 1997; Vlčko et al., 1997).

Ako pomerne ohrozený sa ukazuje priestor polygonálnej bašty, ktorá stojí na porušenom skalnom podklade (obr. 2, 3 a 7), kde sa na malej ploche sústreďuje šesť veľkých porúch. Pohybmi porušenú výplň sme doteraz zistili iba na zlome č. 1, ale ten baštu neohrozuje. Druhým potenciálnym nebezpečenstvom pre historické objekty, ako aj pre návštevníkov je jv. strana hradnej skaly pri schodoch vedúcich do citadely. Napriek vykonanej sanácii je ohrozený múr opevnenia a prístup do citadely (okolie zlomu č. 19 a 22; obr. 5). V oblasti polygonálnej bašty ani pri schodoch vedúcich do citadely nevznikajú poruchy, ktoré by porušovali staršie poruchy naprieč. Nové pohyby sa viažu na zlomy a pukliny s neogénou výplňou. Pieskovcovú výplň porušujú pukliny kulíšovitého tvaru subparalelné s povrchom zlomov. Sintrová výplň je značne podrvená, a tak nastáva rejuvenácia pohybov na zlomoch, pravdepodobne pod vplyvom pôsobenia gravitačnej tektoniky.

Záver

Skalný masív hradného brala intenzívne porušujú krehké deformácie kulíšovitého usporiadania s vertikálnym rozsahom niekoľko desiatok metrov. Deformácie prechádzajú celou šírkou brala a sú široké až 1,5 m. Hlavný smer zlomov, pravdepodobne poklesového charakteru, je SZ–JV so sklonom na JZ. Medzi týmito zlomami sa vyvinul systém paralelných zlomov smeru S–J až SSZ–IIV so strmým sklonom na Z. Sintrový nátek na stenách zlomov a psamitická výplň, ktorá okrem iného obsahuje aj sintre z bádenu (stredný miocén), poukazujú na vznik zlomov pred bádénom a na stabilitu masívu v posledných 15 miliónoch rokov.

Jestvujúce poruchy hradných múrov sú dôsledkom nekvalitného vykonania stavebných prác na niektorých miestach pri rekonštrukcii hradu. Stabilitu hradných objektov by mohla negatívne ovplyvniť rejuvenácia zlomov v oblasti polygonálnej veže a citadely, ako aj geodynamické faktory.



Obr. 7. Tektonická situácia hradnej skaly na úrovni 150 m n. m.

Fig. 7. Tectonic situation in the altitude 150 m above sea level.

Podakovanie. Práca sa realizovala v rámci úlohy 60/92 MŽP Slovenskej republiky Inžiniersko-geologická pasportizácia vybraných historických objektov.

Za odbornú konzultáciu o geologickej stavbe Devína a blízkeho okolia vyjadrujeme osobitnú vďaka prof. M. Mišíkovi z Katedry geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK.

Za zhotovenie fotogrametrických snímok a meranie štruktúrnych prvkov nedostupných tektonických porúch hradnej skaly ďakujeme prof. Ing. Bartošovi a doc. Ing. Gregorovi z Katedry geodézie STU, za vecné a podnetné pripomienky k štúdiu recenzentovi Ing. L. Petrovi, CSc., za plodnú diskusiu o tektonickej stavbe hradnej skaly RNDr. F. Markovi z Katedry geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK a Mgr. R. Milovskému, PhD., z Geologického ústavu SAV a za grafickú úpravu obrázkov Bc. N. Halašiovej z Geologického ústavu SAV.

Literatúra

- Baliak, F., Malgot, J., Pipík, R., Bartók, V., Kopecký, M. & Solčiansky, R., 1997: Prieskum a sanácia skalného masívu hradu Devín. In: *Zbor. z 3. geotechnickej konferencie Interakcia stavieb a horninového prostredia*. Bratislava, Slovenská technická univerzita, 277–282.
- Kozur, H. & Mock, R., 1996: New paleogeographic and tectonic interpretations in the Slovakian Carpathians and their implications for correlations with the Eastern Alps. Part I: Central Western Carpathians. *Mineralia Slov.*, 3, 151–174.
- Malgot, J., Baliak, F. & Sikora, J., 1988: Engineering geological causes of failure of the middle age castles in Slovakia and the methods of their geotechnical stabilization. In: *P. G. Marinos & C. C. Koukis (eds.): The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites*. A. A. Balkema, Rotterdam, 83–92.
- Marko, F., Plašienka, D. & Fodor, L., 1995: Meso-Cenozoic tectonic stress fields within the Alpine-Carpathian transition zone: a review. *Geol. Carpath.*, 46, 1, 19–27.
- Marko, F. & Uher, P., 1992: Postintruzívna deformácia granitoidov južného okraja bratislavského masívu (Malé Karpaty). *Mineralia Slov.*, 5–6, 367–379.
- Mišík, M., 1980: Miocene sinter crusts (speleothems) and calcrete deposits from neptunian dykes, Malé Karpaty Mts. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 31, 4, 495–512.
- Šajgalík, J., Kahan, Š., Lehocký, I., Klepsatel, F. & Mock, R., 1969: Inžiniersko-geologické problémy sanácie Devínskeho hradu (expertíza). Bratislava, *Geofond*, 75.
- Vlčko, J., Malgot, J., Baliak, F., Bartók, J., Pipík, R., Kopecký, M., Solčiansky, R., Mišík, M., Gregor, V. & Bartoš, P., 1997: Inžiniersko-geologická pasportizácia vybraných historických objektov – hrad Devín. Čiastková záverečná správa. Bratislava, *Katedra geotechniky SvF STU*.

Engineering-geological characteristics of the Devín rock massif and its influence on stability of the historical buildings

The Permian and Mesozoic sediments of the Devín Castle area (Fig. 1) are attributed to the Hainburg nappe and situated below the Bratislava nappe (Kozur and Mock, 1996). They are strongly broken by the brittle deformations, which could influence a stability of the historical buildings (Fig. 2). The joints going through the rock massif have a vertical size of the several ten metres and width up to 1.5 m (Figs. 3, 4 and 5). The joints representing probably normal faults of NW–SE dip steeply to the south and south-west (joints

No. 2, 4, 8, 10, 11). Between them a parallel joint system of N–S direction is developed dipping to the west. A geographical presentation of the measured data shows an en-echelon arrangement of the joints and its possible origin by sinistral shearing (Figs. 6 and 7).

The sinter crusts cover the joint walls, which are filled by sands and dolomite breccias free of fossils. Based on analogues from sedimentological and paleontological observations from the neighbouring area (Mišík, 1980) the sinter crusts could

be attributed to the Badanian. The sedimentary filling of the main joints does not display any markers of the movement. It shows that tectonic plan raised before the Badanian (Middle Miocene) and a rock massif is stable since latest 15 mil. years.

A damaged filling was locally documented only in a region of the polygonal tower and the citadel on a site of moat (Fig. 2). The small and thin new joints are sub-parallel with a surface

of older joints, which do not initiate any breakdowns observed on the walls. We believe that existing damages are evolved mostly by insufficient quality of renovation works. A rejuvenation of the joints due to gravity movements and an influence of the geodynamic factors such as weathering, talus creep and karstification could influence a stability of the buildings (Baliak et al., 1997).

Suroviny kamenných neolitických nástrojov z lokality Trenčín

DUŠAN HOVORKA¹ a TOMÁŠ MICHALÍK²

¹Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa, Trieda A. Hlinku 1, 949 74 Nitra

²Bánovská 128, 913 21 Trenčianska Teplá

(Doručené 18. 11. 2003)

Raw materials of the Neolithic stone artifacts from the site Trenčín

During the very last few years junior author (T. M.) collected over 170 polished stone implements or their fragments on archaeologically poorly documented site in the vicinity of the Trenčín town (Western Slovakia). Based on simultaneously found ceramic fragments the whole set of the artifacts should be ranked among linear ceramic culture. The majority of collected artifacts have been manufactured on place. As arguments for this the numerous debris and not yet ready made implements found on the site should be used. So the site Trenčín should be ranked among self-sufficient settlements.

From the typological point of view the prevailing part of artifacts belong to the category of axes and horse-shoe chisels. But also other typological categories of stone artifacts were found.

Based on the naked eyes differentiated stone raw material categories we evaluated 21 thin sections of different typological types of implements from the given site. Prevailing raw material type – the greenschists – on the base of their mineral composition as well as on their fabrics belong to several varieties. The very fine-grained character and well developed banding are their characteristic features. Provenance of this raw material type is not yet solved definitely. For biotite-actinolite type greenschists local provenance (the Harmónia Sequence of the Malé Karpaty Mts. occurring on the SE slopes of the mountain range) is the most probable. Raw materials of volcanic origin (andesites, alkali basalts) were exploited in the Late Tertiary central Slovakia volcanic province. Antigorite serpentinite (being the raw material of one fragment) most probably belongs among in the Eastern Sudetes made serpentinite implements. Various varieties of metavolcaniclastics were documented among the raw material types used on the site. Metaconglomerate (one base) of described lithology appears in the Permian as well as in Lower Triassic sequences of the Tribeč and Považský Inovec Mts.

Key words: Neolithic, stone raw materials, town Trenčín

Úvod

Skúmaná lokalita je v južnej časti katastra Trenčína asi 1,5 km na V od kostola v Trenčianskej Turnej na mier-
nom návrší ohraničenom potokom Kosmatina nad želez-
ničnou traťou Trenčín – Chynorany (obr. 1).

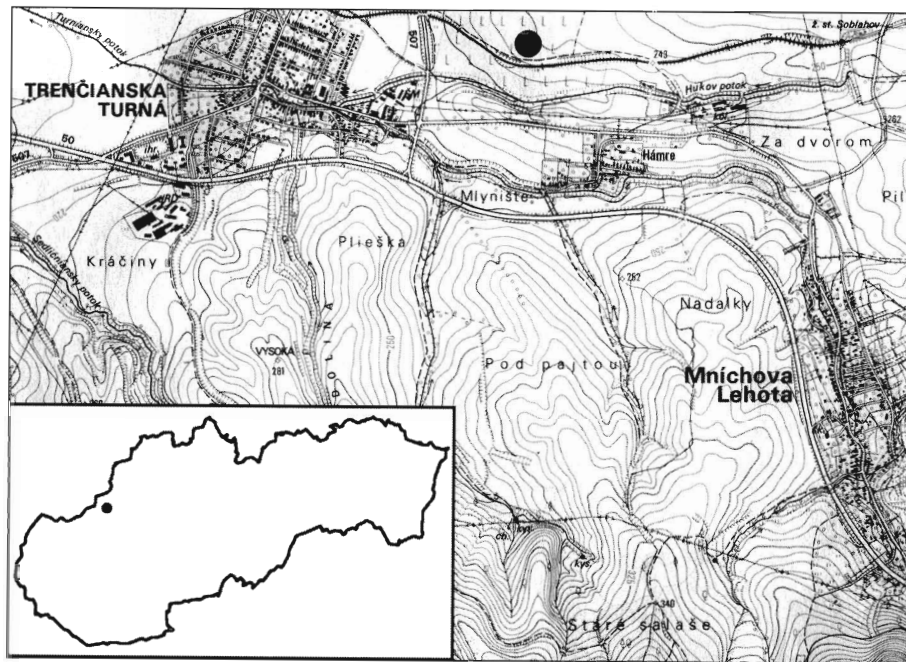
Keramika a kamenné nástroje sa vyskytujú na ploche asi 250 x 80 m v smere V–Z. Najpravdepodobnejšie ide o polohu, ktorú spomenul už J. Eisner v diele Slovensko v pravěku (1933). Tento autor (l. c.) napísal: „Medzi Turnou a Soblahovom... sa našla hladená kamenná sekerka.“ V rokoch 1965–1966 sa na tomto mieste zakladala chmeľnica, ktorá je tam doteraz (stav v roku 2003). Pri hlbkej orbe sa narušila kultúrna vrstva a na povrch sa dostali kamenné a keramické artefakty. Zozbieral ich Rudolf Horňák a na základe jeho oznámenia Trenčianske múzeum neskôr urobilo terénny prieskum pod vedením Tamary Nešporovej. Zoznam nájdených predmetov – hoci iba veľmi prehľadný – bol publikovaný v monografiách o Trenčianskej Turnej a v dvoch príspevkoch v Trenčíne (pozri bibliografiu). Z odborného – archeologického alebo geologického hľadiska – išlo o neúplné informácie. V roku 2001 sa lokalita stala predmetom práce v rámci stredo-

školskej odbornej činnosti, ktorej autor (T. M.) je aj spolu-
autorom tohto príspevku. Ten na lokalitu sústreďuje svoj
odborný záujem od roku 1996 a zhromaždil množstvo
fragmentov keramiky, štiepaných, no najmä brúsených
kamenných nástrojov. Výsledky ich štúdiá predstavujeme
v tomto príspevku.

Trenčianska lokalita nie je v tomto mikroregióne jediná,
hoci je pravdepodobne najvýznamnejšia. Podobné nálezy
sú z intravilánu aj extravilánu Trenčianskej Turnej. Ich
vzťah k trenčianskej lokalite môže byť predmetom ďalšieho
výskumu. Najbližšie z publikácií známe nálezisko
je v Čachticiach. Ojedinelé nálezy keramiky a kamenných
nástrojov sa spomínajú z Trenčína a iných miest v šir-
šom okolí, kde sa robil predbežný archeologický výskum
pri výstavbe diaľnice.

Datovanie

Na základe nájdených fragmentov s charakteristickými
prvkami výzdoby (ryté línie, jamky v tvare notových hla-
vičiek, obežné ryhy pod okrajom pozorovateľné na tenko-
stennej keramike) možno lokalitu datovať do stredného
neolitu, a to do kultúry s mladšou lineárnou keramikou.



Obr. 1. Situačná mapa výskytov študovaných neolitických artefaktov v katastri Trenčína.

Fig. 1. Location of studied archaeological site.

Presnejšie ide o jej strednú fázu, čo v absolútnom datovaní predstavuje približne polovicu 5. tisícročia pred n. l. V tom období bolo osídlenie ľudu kultúry s mladšou lineárnou keramikou najrozsiahlnejšie a patrí mu väčšina nálezísk na Slovensku.

Druhá fáza osídľovania nastala o niekoľko storočí neskôr, a to v železovskej skupine, čo okrem iného potvrdzuje aj rad nálezov charakteristických viacnásobnými rytými líniami preseknutými nechtovitým vrypom na keramickom materiáli.

Otvorenou zostáva otázka mladšieho osídlenia (eneolit?) lokality.

Charakteristika nálezového celku

Nálezový inventár (okrem mnohých úlomkov keramiky, ktorými sa ďalej nezaobráame) nateraz (stav k 30. júnu 2003) tvorí 171 kusov brúsenej industrie, z ktorej väčšina sa zachovala v zlomkoch. Asi 50 % tvoria fragmenty bližšie neurčiteľných nástrojov, ktoré majú z archeologického pohľadu nízku výpovednú hodnotu, a preto sa zameriavame iba na celé resp. na mierne poškodené kusy a fragmenty jednoznačne definovateľného typu nástrojov.

Podstatnú časť celej kolekcie tvoria kopytovité kliny a sekerky, teda nástroje charakteristické práve pre dané kultúrne zaradenie (pozri časť o datovaní).

Kopytovitý klin je nástroj pretiahnutého tvaru s jednostranne alebo obojstranne zbrúseným ostrím. Pričný rez je spravidla pologulovitý, ale nezriedka sa v priereze vyskytuje aj vo forme zaobleného trojuholníka. Niekedy má vyhladené tylo. Vyhladenie je výsledkom ustavičného mierneho pohybu klina v drevenej objímke. Stopy po objímke možno nájsť aj hocikde na obode alebo na jeho časti v podobe nevýrazného žliabka. Tam sa objímka končila a žliabok vznikol vďaka pohybu a treniu. Na ostrí kopytovitého klina sú niekedy pozorovateľné stopy

po používaní. Javia sa ako drobné ryhy v smere používania. Na lepšiu orientáciu čitateľovi odporúčame prácu Pavúka (1972).

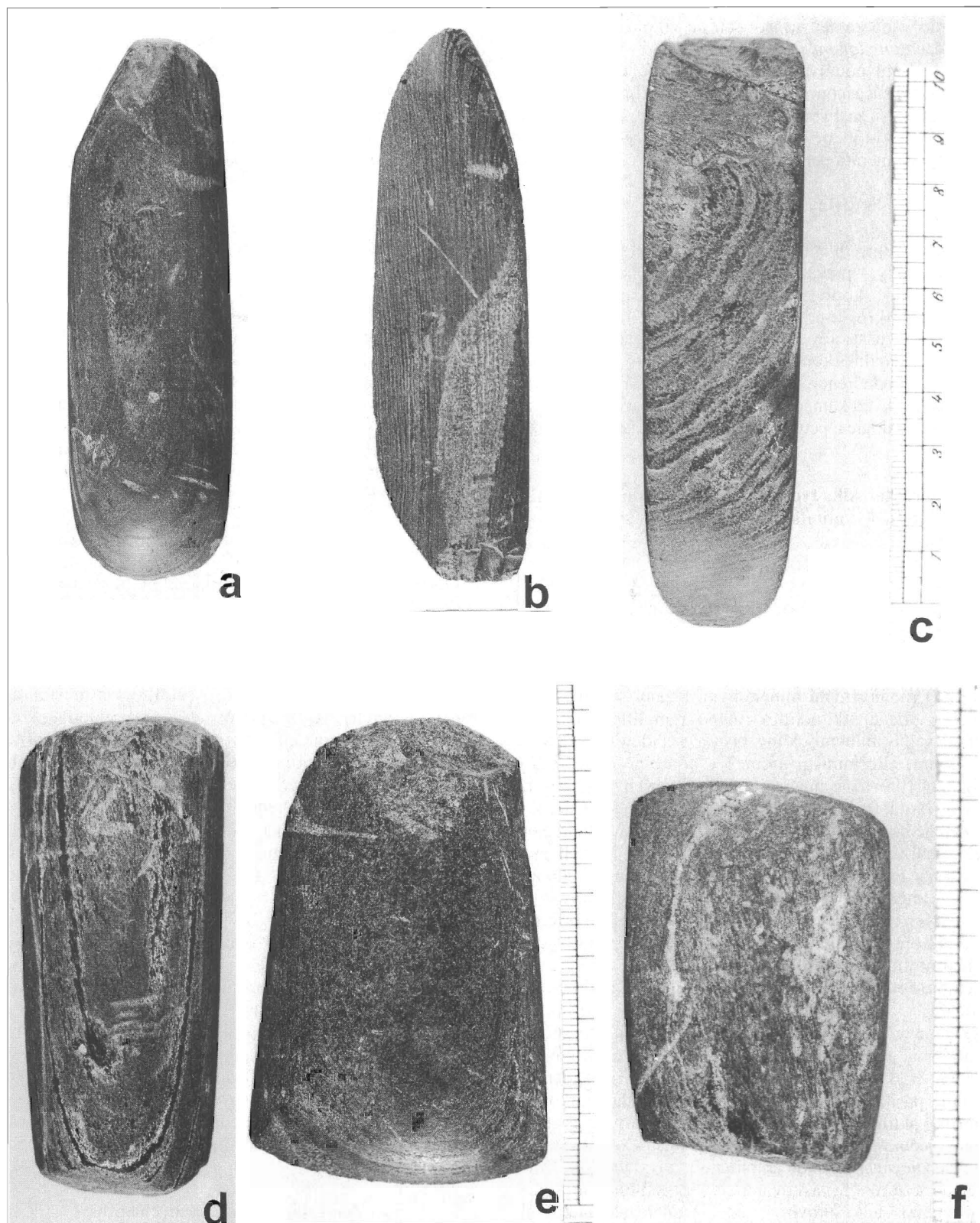
Sekerka sa podobne ako kopytový klin používala pri opracúvaní dreva a potom pri stavbe domov, ale na rozdiel od klina je omnoho plochejšia, širšia a kratšia (tab. I). Celkovo možno konštatovať, že škála variet sekeriek je širšia ako klinov. Sú sekerky rozličných rozmerov, obdĺžnikovitého aj lichobežníkového tvaru, hrubšie aj tenšie, pedantne aj nedokonalne vybrúsené, s rovným aj so zaobleným ostrím. Väčšina sekeriek je vyrobená z metamorfovaných hornín, prevažne zo skupiny zelených bridlíc. V jednom prípade išlo o unikátny materiál – bližšie neurčený silicít. Tento kus pochádzal zo zberu zo 60. a 70. rokov 20. stor. a je uložený v nedostupnej súkromnej zbierke. Zaujímavým variantom kopytovitých klinov a sekeriek sú ich miniatúrne formy. Je takmer isté, že sa používali iným spôsobom ako väčšie typy. Doteraz sa našli štyri miniatúrne sekerky a dva miniatúrne kliny.

Na skúmanej lokalite sa identifikovali aj *polotovary*, ktoré dokazujú, že išlo o výrobu priamo na mieste.

Z ostatných typov vystupujú do popredia dlhé brúsené nástroje zaoblené na oboch koncoch s pologulovitým priečnym prierezom, ktoré sa pravdepodobne používali ako *kladivá*. Kratšie kusy, nie tak starostlivo vybrúsené, no tiež so zaoblenými koncami (*drvidlá*, *hladidlá*) sa vyskytujú vo veľkom množstve.

Vo fragmentoch sa zachovali aj vtárané nástroje, ktoré sa v minulosti označovali ako *motyky*, s ostrím orientovaným kolmo na predĺženie násadky. V súčasnosti sa od tohto pomenovania upúšťa, lebo sa nepoužívali pri kopaní.

Ojedinelým nálezom je fragment plochého prevrtaného *diskovitého mlatu*. Je zrejme, že nebol bežným pracovným nástrojom, ale pravdepodobne slúžil ako odznak moci. Podobnú funkciu plnil aj guľovitý mlat zo staršieho zberu, nájdený tiež vo fragmentálnom stave. Jedným z nálezov



Tab. 1. Rozličné typy kopytovite klenutých dlátovitých nástrojov (tab. 1/a–c) a plochých sekeriek (tab. 1/d–f). Sú vyrobené z rozličných variet zelených bridlíc. Pri nástrojoch c–d ide o výrazne tenkolaminované typy.

Tab. 1(a–f). Various types of horse-shoe chisels (a–c) and flat axes (d–f). They are made from various types of greenschists. In the case of implements c–d they are made from thin-laminar types of greenschists.

je opracovaný kameň so stopami po vŕtaní, ktorý možno pokladať za *nedokončený guľovitý mlat*. Stopy po vŕtaní dokumentujú používanie dutého vŕtáka. Ide o vŕtanie na jadro pri súčasnom podsypávaní vhodného abrazíva.

Zmienku si zaslúžia aj *kamenné podložky* na drvenie obilia. Sú vyrobené zo stredozorného polymiktného metakonglomerátu permského/triasového veku.

Suroviny kamenných artefaktov

Pred samotným mikroskopickým štúdiom výbrusov sme artefakty – prevažne vo fragmentálnom stave – rozčlenili makroskopicky. Na hodnotenie surovín polarizačným mikroskopom sme vybrali 21 fragmentov kamenných nástrojov a usilovali sme sa zachytiť všetky zastúpené makroskopicky odlišiteľné typy kamenných surovín. Zhodnotené výbrusy sú súčasťou bázy dát výbrusov neolitických kamenných artefaktov Slovenska na Katedre mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave.

Charakteristika typov zistených surovín (hornín) podľa kvantitatívneho zastúpenia v súbore

I. Zelené bridlice

Týmto názvom sa označujú masívne, ale prevažne bridličnaté usmernené, spravidla jemnozrné (do 0,5 mm, no nie je to pravidlo) horniny tvorené charakteristickou metamorfnou asociáciou prevažne silikátových minerálov. Typomorfnými minerálnymi fázami skupiny zelených bridlíc sú: aktinolitický alebo tremolitický amfibol, chlorit, albit, minerály klinozoisitovo-epidotovej skupiny, karbonát, miestami aj kremeň a pomerne často rudný pigment (prevažne magnetit). V niektorých typoch je aj zelený biotit, flogopit, serpentínové minerály, mastenec a i.

Zelené bridlice sú produktom progradej aj retrogradej rekryštalizácie protolitu, ktorým je najčastejšie vulkanoklastický materiál bazaltových vulkanitov, ale ojedinele aj intermediárnych a bazických výlevných hornín či bazických intruzív gabrového typu. Ak sú zelené bridlice produktom retrogresnej metamorfnej rekryštalizácie, ich protolitom boli strednometamorfované až vysoko-metamorfované horniny, najmä amfibolity, amfibolická rula a i.

Zelené bridlice študovaných artefaktov majú monoschematickú aj polyschematickú, t. j. homogénnu aj páskovanú stavbu. Páskovanosť spôsobujú tenké (do 1 mm) planoparalelné pásiky, v ktorých spravidla prevláda stĺpkovitý amfibol aktinolitického radu. Pásiky majú rovný priebeh, len v ojedinelých prípadoch je pozorovateľné ich nevýrazné zvrásnenie s nerovnakou amplitúdou vrás (tab. II/a). Bridličnatá a zároveň páskovaná stavba podmieňuje dobrú štiepatelnosť tejto suroviny v jednom smere, ale intenzívne zvrásnené typy takúto vlastnosť nemajú, a preto sa im neolitickí výrobcovia kamenných nástrojov vyhýbali.

Podľa minerálnej skladby a ďalších charakteristických vlastností medzi zelenými bridlicami kamenných artefaktov opísanej lokality vyčleňujeme nasledujúce typy.

I.1. Magnetitovo-aktinolitické bridlice

Táto surovina má sivozelené sfarbenie a často už spomenutú páskovanú stavbu. Pásiky tvorí aktinolitický slabopleochroický (zelený) monoklinický amfibol, a to spravidla väčších rozmerov ako v matrice horniny. Magnetitový pigment (typu „rozsypaný mak“) je rozmiestnený rovnomerne na celej ploche študovaných výbrusov. Výrazne planoparalelnú odlučnosť horniny podmieňujú jednak tmavé (makroskopicky až čierne) pásiky, ale aj celkové prednostné usporiadanie amfibolových stĺpkov v matrice horniny.

Pre tento typ zelených bridlíc je charakteristická lokálne vyvinutá sférolitická stavba aktinolitických agregátov (tab. II/b), ktorá je výrazná najmä na periférii ojedinelých kremenných resp. kremenko-albitových ložných polôh, pravdepodobne hydrotermálneho pôvodu. Kremeň v týchto žilných/šoškovovitých útvaroch tvorí anchimonominerálny agregát, ktorý vyplňa určité úseky žilných foriem.

Okrem uvedených fáz (amfibol, magnetit, albit a kremeň) sme v tomto druhu suroviny ojedinele identifikovali aj chlorit a minerály epidotovej skupiny.

I.2 Albitovo-aktinolitické bridlice

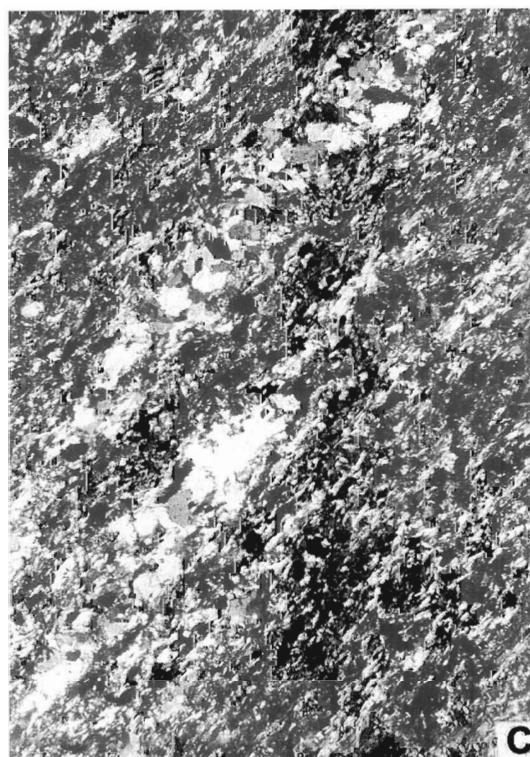
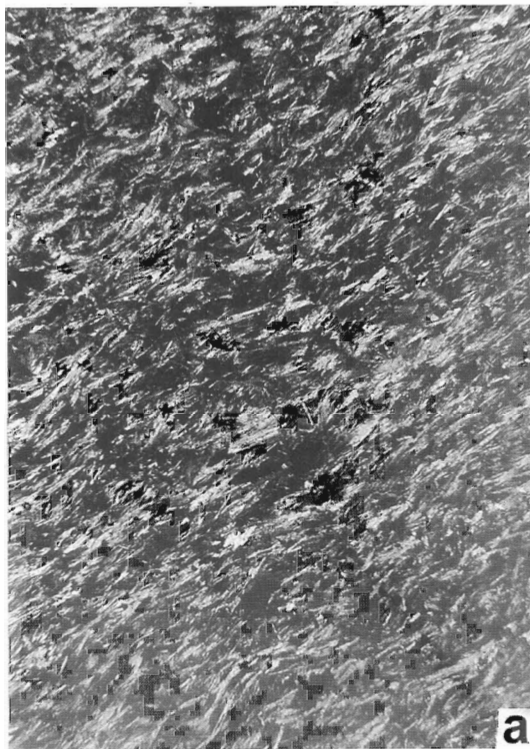
Oproti typu I.1 je v tomto type albit podstatne (nad 10 obj. %) zastúpenou fázou. V niektorých výbrusoch tejto variety sme zistili náznaky páskovanej stavby. Na rozdiel od predchádzajúceho typu nevýraznú páskovanosť spôsobujú ložné polohy (tab. II/c), ale aj paralelne orientované ploché šoškovité útvary vyplnené aktinolitom s náznakmi radiálnej stavby. Aj v tejto variete je charakteristickou akcesorickou fázou magnetit vo forme nerovnomerne rozptýleného pigmentu (tab. II/d). V časti ložných polôh s kremennou výplňou ojedinele vystupujú porfyroblasty (do 2, sporadicky do 3 mm) štíhlych stĺpkov aktinolitického amfibolu s tendenciou tvoriť sférolitické agregáty. V akcesorickom množstve je zastúpený drobnolupenitý chlorit, ktorý spravidla tvorí nepravidelne obmedzené agregáty.

I.3 Aktinolitovo-albitické bridlice

V hornine dominujú agregáty submikroskopicky zrnitého všesmerne orientovaného albitu (70 obj. %), v ktorom sú nepravidelné hniezda až pretiahnuté žilné polohy tvorené nepatrne zeleno pleochroickým amfibolitom (20 %). Sivé sfarbenie artefaktov zo surovín tejto variety je spôsobené jemne rozptýleným magnetitovým pigmentom (10 %). Podľa zrnitosti predpokladáme, že protolit mal povahu siltovca (vulkanického popola stredne bazického vulkanizmu).

I.4 Metagabro vo fácií zelených bridlíc

Tento druh horniny je surovinou fragmentu tylovej časti vysokokopytovite klenutého artefaktu, najpravdepodobnejšie klina. Makroskopicky má táto surovina výrazne paralelnú stavbu. V pričnom reze je artefakt sivozelený



Tab. II. a – Plstnatá stavba aktinolitickéj bridlice s mikroskopicky viditeľnou amplitúdou vrás. Negat. 96228, zväčš. 20.5x, X pol. **b** – Radiálna stavba aktinolitických agregátov v Ab-Magn-Akt bridlici. Negat. 96224, zväčš. 24.5x, X pol. **c** – Páskovanoočkatá stavba Ab-Magn-Akt bridlice. Negat. 96220, zväčš. 12.5x, čiast. X pol. **d** – Albiticko-aktinolitická bridlica s nepravidielnými kumuloblastmi albitu. Negat. 96221, zväčš. 24.5x, X pol.

Tab. II. a – Felted pattern of actinolite schists with detectable folds amplitudes. Negat. 96228, enlarg. 20.5x, X polars. **b** – Radial orientation of actinolite aggregates in Ab-Magn-Act schist. Negat. 96224, magn. 24.5x, X polars. **c** – Banded pattern of Ab-Magn-Act schist. Negat. 96220, magn. 12.5x, partly crossed polars. **d** – Ab-Act schist with irregular cumulo-blasts of Ab. Negat. 96221, magn. 24.5x, X polars.

a na ploche rezu možno zároveň vidieť nepravidelne obmedzené svetlejšie fantómy s priemerom aj niekoľko mm (tab. III/a).

Pre mikroskopický obraz horniny je charakteristická prítomnosť albitovo-kremenných agregátov (svetlé fantómy pri makroskopickom pozorovaní) resp. albitovo-aktinolitických zhlukov. Tieto útvary predstavujú metamorfne rekryštalizované pôvodné plagioklasové hĺbiny (gabroidnej) horniny. Na skladbe tejto horniny, ktorá má aj v mikroskopickom obraze prednostne orientovanú stavbu, sa zúčastňuje aktinolitický amfibol (45–50 %), albit (30–35 %), magnetit (15 %) a ojedinele aj nepravidelné kryštálky kremeňa.

I.5. Biotitovo-aktinolitická bridlica

Z tohto typu suroviny je vyrobený nástroj, z ktorého bol k dispozícii len neurčitelný fragment. Je tmavozelený a to je typické aj pre jeho priečny rez. Surovina má páskovanú stavbu, podmienenú jednak prítomnosťou neostro ohraničených polôh, ktoré – na rozdiel od ostatnej hmoty – tvoria väčšie kryštálky amfibolu, a jednak výskytom polôh s prevahou drobnolupenitého hnedého pleochroického biotitu. V hornine sú identifikovateľné aj drobné nepravidelné hniezda, v ktorých prevláda albit. Drobnozrnný magnetitový pigment dosahuje 15 obj. %.

Na okraji výbrusu tohto artefaktu je jednomilimetrový porfyrklast/porfyrblast kyslého plagioklasu, ktorý je sericitizovaný. Na jeho ploche je aj akcesorický chlorit.

Horniny typu I.1–I.5 sú v geologickej literatúre známe z tzv. harmónskej jednotky, ktorá vystupuje na jv. malokarpatských sklonoch medzi Harmóniou a Častou.

II. Antigoritický serpentinit

Tento typ horniny je surovinou fragmentu prevrátaného diskovitého mlatu. Pre fragment je charakteristická svetlozelenosivá patina v hrúbke okolo 1 mm, ktorá sa vytvorila po jeho zhotovení a lemuje ho zo všetkých strán. Surovina má povahu anchimonominerálnej antigoritckej horniny (tab. III/b). Antigorit má všesmernú distribúciu. Monotónny mikroskopický obraz horniny narušajú lokálne koncentrované kryštálky magnetitu. Podľa ich vonkajšieho obmedzenia je magnetit koproductom serpentinizovaných pyroxénov. V hornine je aj akcesorické množstvo chloritu. Serpentinizácia horniny je úplná – z primárnych silikátových minerálov pôvodnej horniny sa nezachovali ani relikt.

III. Vulkanické horniny

III.1. Andezit

V množine mikroskopicky preštudovaných artefaktov sledovanej lokality sme doteraz identifikovali dva fragmenty nástrojov vyrobených z nasledujúcich typov andezitu.

a) Prvý je reprezentovaný klinopyroxénovo-antibolovo-plagioklasovo fyrickým andezitom s fluidálnou textúrou matrixu (tab. III/c). Použil sa na výrobu nepravidelne

okrúhleho mlatu bez prevrtu. Matrix horniny je sklovito-plagioklasový, pričom naposledy uvedený minerál má úzkolištovitú morfológiu. Hornina je čerstvá, čo svedčí o mladoterciérnej vulkanickej provincii ako zdrojovej oblasti tejto suroviny. Amfiboly majú intenzívne hnedo pleochroickú farbu a od ich okrajov možno pozorovať postupujúcu opacitizáciu.

b) Aj druhý dokumentovaný artefakt je fragmentom mlatu. Je nepravidelne okrúhleho tvaru so stopami začiatkov (do hĺbky asi 2 mm) vŕtania. V tomto prípade je surovinou amfibolický andezit s rekryštalizovanými útržkami vulkanického skla. Ojedinele sa v hornine nachádzajú aj úplne sekundárne premenené idiomorfne olivíny a zátekové formy hydrátov Fe.

Podľa čerstvosti minerálnych fáz andezitovej suroviny (najmä plagioklasov), ako aj podľa matrixu za zdrojovú oblasť v obidvoch prípadoch pokladáme mladotretihornú (stredoslovenskú?) vulkanickú provinciu.

III.2. Bazalt

Z bazaltu je vyrobený nástroj, z ktorého sa zachoval nepravidelne obmedzený fragment. V jeho priečnom reze v prevládajúcej tmavosivej hmote horniny možno pozorovať do 1, ojedinele do 2 mm veľké porfyrické klinopyroxény. V mikroskopickom obraze sme okrem Cpx identifikovali aj nevýrazné fyrické (do 1 mm) olivíny a hnedé opacitizované amfiboly. Matrix horniny je z vulkanického skla a prierezov úzkych lištovitých plagioklasov. Matrix je čerstvý, prevažne fluidálny.

Z fragmentu sme zdokumentovali dva výbrusy. V jednom (b) sme zistili drobný (do 1,5 mm) xenolit arkózovitého sedimentu. V petrografickej nomenklatúre je surovina dokumentovaného artefaktu klinopyroxén fyrický fluidálny alkalický bazalt s rhönitom (amfibolom).

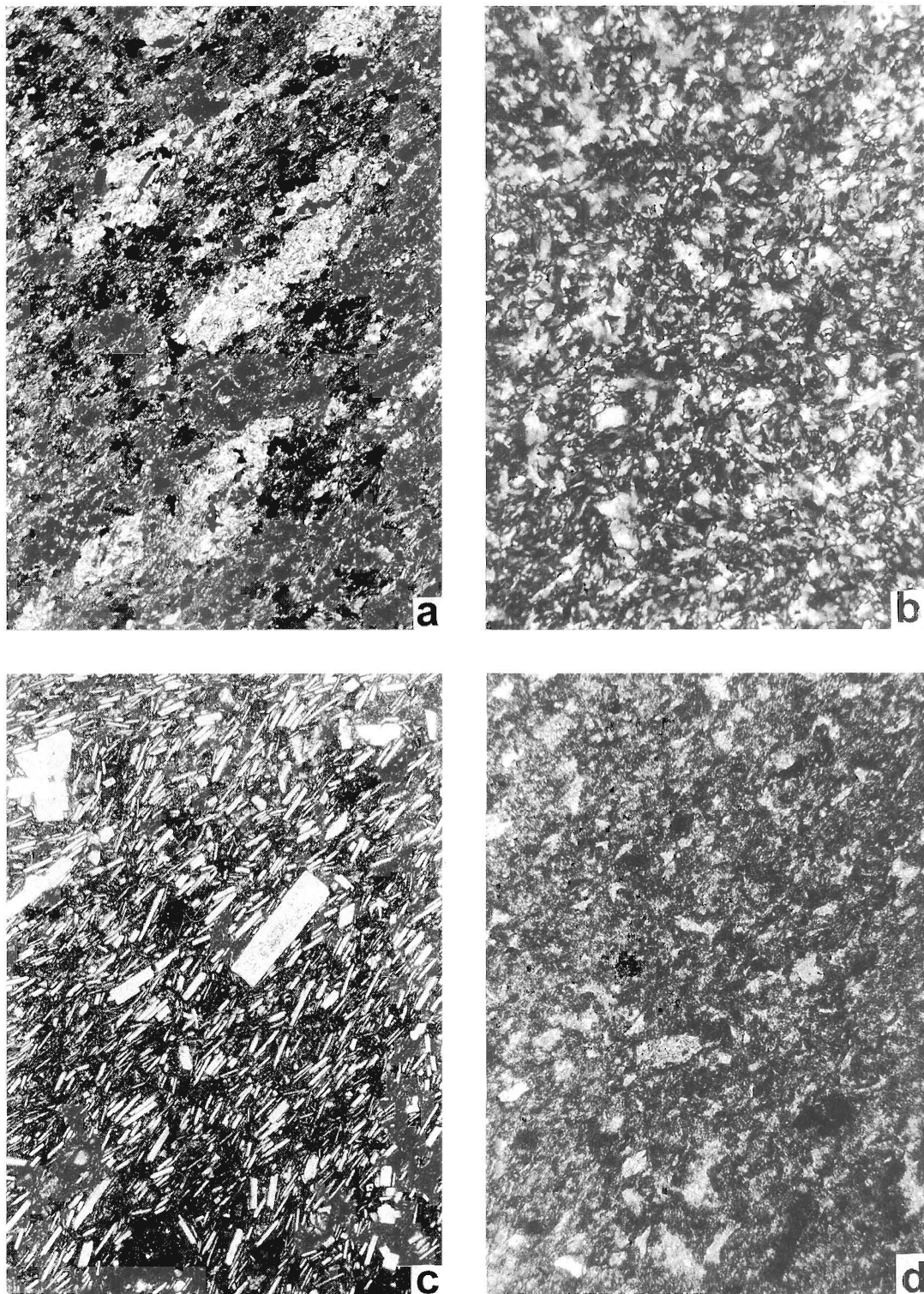
IV. Metavulkanoklastiká

Skladbou aj textúrou jemnozrnné metamorfované vulkanoklastiká reprezentujú niekoľko petrografických horninových typov. Sú to:

IV.1. Jemnozrnné metavulkanoklastikum intermediárnych vulkanitov

Pre tento typ suroviny je typický výskyt porfyrklastov (do 0,5 mm) plagioklasov a amfibolov, ojedinele aj monominerálnych zhlukov drobných lupenôv chloritu ako pseudomorfóz po ďalšom (pyroxén?) tmavom mineráli. Vyskytujú sa aj nepravidelné hniezda drobnozrnných kryštálikov kremeňa. Klastogénne plagioklasové sú zakalené alebo pseudomorfované mikroskopicky zrnitým agregátom klinozoisitu. V hornine sú aj nepravidelné hniezda hydrátov Fe. Matrix horniny má všesmernú stavbu – pôvodne ho tvoril populovitý (sklovitý) vulkanický materiál (tab. III/d).

Na surovine artefaktu je už makroskopicky pozorovateľná 3–5 mm tmavá poloha z drobnolupenitého agregátu chloritu, ktorý zatláča pôvodný priestor polohy.



Tab. III. **a** – Škvritá stavba (škvrtky = Ab+Akt) usmernenej Ab-Magn-Akt bridlice (metagabro ?). Negat. 96229, zväčš. 12.5x, X pol. **b** – Monolepidoblastická štruktúra antigoritického serpentinitu so všesmernou stavbou. Negat. 96230, zväčš. 24.5x, X pol. **c** – Fluidálna stavba andezitu. Porfyrické fázy tvoria plagioklasy a klinopyroxény, matrix drobné prednostne orientované plagioklasy II a vulkanické sklo. **d** – Len nevýrazne prednostne usmernené drobnozrnné metavulkanoklastikum stredne bázických vulkanitov. Negat. 96227, zväčš. 24.5x, X pol

Tab. III. **a** – Spotted pattern (spots: Ab+Akt) in foliated Ab-Magn-Akt schist (= metagabbro ?). Negat. 96229, magn. 12.5x, X polars. **b** – Monolepidoblastic texture of massive antigorite serpentinite. Negat. 96230, magn. 24.5x, X polars. **c** – Fluidal pattern of andesite. Phyrical phases: plagioclases and clinopyroxenes. Matrix is composed of fine-grained planparallelly oriented Plg II and volcanic glass. Negat. 96219, magn. 12.5x, X polars. **d** – Slightly planparallelly oriented fine-grained volcanoclastic of intermediate volcanics. Negat. 96227, magn. 24.5x, X polars.

V. Metakonglomerát

V súbore študovaných kamenných artefaktov sme zdokumentovali aj kamennú brúsnu podložku veľkú 21 x 13 cm výrazne poznačenú používaním – má korytovitú preliačinu. Je vyrobená z polymiktného metakonglomerátu, v ktorom je dominantnou fázou kremeň. Charakteristická je prítomnosť fialových klastov kremeňa a bridlíc. Zrnnosť metakonglomerátu je 2–5 mm a ojedinelé klasty dosahujú 7 mm. Vysoký podiel kremeňa v metakonglomeráte podmieňuje jeho úžitkovú vlastnosť, t. j. vysokú obrusovaciu schopnosť. Tá sa využívala najmä v počiatočných fázach opracúvania kamennej suroviny na výrobok želaného tvaru.

Metakonglomeráty opisovaného typu sú súčasťou permských a spodnotriasových sekvencií v Tribeči a v Považskom Inovci. Ide o lokálnu až semilokálnu surovinu.

Záver

Neolitická lokalita v Trenčíne aj bez archeologického výskumu a presného stratigrafického zaradenia do značnej miery rozširuje doterajšie poznatky o neolitickom osídlení západného Slovenska, najmä stredného Považia. Veľké množstvo analogických nálezov umožňuje porovnávať túto lokalitu s inými, situovanými prevažne na južnom a jz. Slovensku, ktoré boli centrom osídlenia kultúry s mladšou lineárnou keramikou. Možno konštatovať, že je jednou z desiatok podobných lokalít, prirodzene, s istými špecifikami, vyplývajúcimi z jej relatívneho odlúčenia od centra. Predmety potvrdzujúce poľnohospodársku a remeselnú činnosť vedno s nálezmi keramiky dokumentujú, že zaniknutá osada plnila všetky dôležité výrobné funkcie a bola vo všetkých oblastiach sebestačná.

V práci prezentujeme výsledky mikroskopického štúdia kamenných artefaktov z polohy v katastri Trenčína z mladšej doby kamennej. Túto polohu dokumentoval a povrchový zber na nej vykonal jeden z autorov práce (T. M.). Na mikroskopický výskum sme použili len fragmenty kamenných artefaktov a na základe makroskopického pozorovania sme sa snažili zachytiť všetky makroskopicky odlíšiteľné typy suroviny. Je pravdepodobné, že sa pri ďalšom mikroskopickom štúdiu zistia aj ďalšie horninové typy – suroviny kamenných artefaktov.

Typológia artefaktov kolekcie (spolu vyše 170 kusov) sa v podstate zhoduje s typológiou artefaktov neolitických/eneolitických kultúr západného Slovenska (Hovorka a Illášová, 2000). V inventári kamenných artefaktov prevládajú kopytovité kliny a sekery. Podstatnú časť kamenných nástrojov reprezentujú fragmenty, pričom pôvodný tvar nástroja je už neurčiteľný. Sú variabilnej veľkosti.

Medzi surovinami študovanej lokality prevládajú rozličné variety metamorfovaných hornín zo skupiny zelených bridlíc. Jedna z nich – s charakteristickými prejavmi biotitizácie – nesporne pochádza z Malých Karpát, kým ostatné variety sú bez typomorfných diskriminujúcich znakov. Proveniencia surovín nie je jednoznačná (Malé Karpaty, geologické jednotky východného okraja Českého masívu a i.). Treťohorné vulkanické horniny (andezity a alkalické bazalty) pravdepodobne pochádzajú z drobných výskytov v okolí Starého Hrozenkova na Morave a alkalické bazalty zo stredoslovenskej vulkanickej provincie. Vulkanoklastické horniny stupňom litifikácie zodpovedajú skôr starším geologickým útvarom (staršie paleozoikum severnej Moravy) ako mladotretihornej provincii. Dorskovitý prevrtný mlat z antigoritického serpentinitu najpravdepodobnejšie pochádza z výskytov vo východných Sudetách na poľskom území, kde bolo jedno z centier výroby serpentinitových implementov celoeurópskeho významu (Hovorka, in print).

Ak sa pri ďalšom, podrobnejšom laboratórnom výskume kamenných artefaktov neolitu potvrdia uvedené predpoklady o zdrojoch opísaných surovín – migrácia artefaktov zo všetkých smerov (okrem transportu z J, kde sa tvrdé horniny vhodné na výrobu artefaktov prakticky nevyskytujú), bude to cenný príspevok do poznania transportačných ciest surovinových zdrojov v neolite strednej Európy.

Literatúra

- Eisner, J., 1933: Slovensko v pravěku. *Práce učené společnosti Šafaříkovy v Bratislavě, sv. 13. Bratislava, 360.*
- Hartl, J., 1989: Kamenná broušená industria. In: *Archeologický slovník, 33–54.*
- Horňák, R., 1969: Trenčianska Turná do roku 1918. *Trenčianska Turná, MNV, 10–13.*
- Horňák, R., 1994: Trenčianska Turná (I. časť monografie). *Trenčianska Turná, OU, 18–19.*
- Horňák, R., 1995: Čriečky z histórie. In: *Turnianske noviny, 1, 1, 2.*
- Horňák, R., 1999: Trenčianska Turná (II. časť monografie). *Trenčianska Turná, OU.*
- Hovorka, D. (in print): Two leading areas of antigorite serpentinite implements production during the Neolithic on the Old Continent. *Archäol. Korrespondenzblatt.*
- Hovorka, D. & Illášová, L., 2000: What do we know about abiotic raw materials used by the Neolithic/Aeneolithic populations on the territory of nowadays Slovakia. *Krystalinikum, 26, 83–110.*
- Kolník, T. & Paulík, J., 1959: Čachtice v pravěku. In: *Študijné zvesti. AÚ SAV, 3, 87–115.*
- Michalík, T., 2001: Neolitická lokalita pri Trenčianskej Turnej. *Práva SOČ, 32.*
- Nešporová, T., 1971: Neolitické nálezy z Trenčianskej Turnej. In: *Vlastivedný zbor. Trenčianskeho múzea, 130–134.*
- Nešporová, T., 1993: Najstaršie osídlenie Trenčína. *Trenčín. Alfa, 35.*
- Pavúk, J., 1972: Neolithisches Gräberfeld in Nitra. In: *Slovenská archeológia, 20, 1, 5–105.*

Význam a úlohy mineralógie pri poznávaní a ochrane kultúrneho dedičstva

PETER ANDRÁŠ

Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 8. 9. 2003, revidovaná verzia doručená 17. 9. 2003)

Importance and tasks of mineralogy in the process of the recognition and protection of the cultural heritage

The utilization of the geological scientific branches of learning in the process of the investigation and protection of the cultural heritage redounded to the formation of a new individual scientific inter-disciplinary branch archeomineralogy. The author presents the role of the archeomineralogy by showing several examples. The article comments the origin and the migration of gold and tin during the ancient human history, it is busy with the problem of the mineral pigments of the Michelangelo's frescoes in the Sixtine Chapel, explains the composition of notheworthy Maya blue and presents several remarks about the possibilities how to conserve the stones at the historical buildings against their destruction by crystallization of various secondary minerals. The last example shows how to preserve the historic buildings made of soluble mud (clay bricks) and describes the methods how to consolidate the surface of such a bricks.

Key words: gold, tin, mineral pigments, Maya blue, clay brick solidification

Ľudstvo si stále viac uvedomuje, že kultúrne dedičstvo patrí medzi najväčšie hodnoty civilizácie. Významnou súčasťou tohto dedičstva sú aj stavebné a výtvarné pamiatky, remeselné a umelecké artefakty. Poznávanie ich pôvodu a možností zachovať ich budúcim generáciám naráža na rad prekážok a problémov, pri ktorých riešení môže nezastupiteľným spôsobom pomôcť aj petrologia, geofyzika, geochemia, mineralógia i ďalšie odbory.

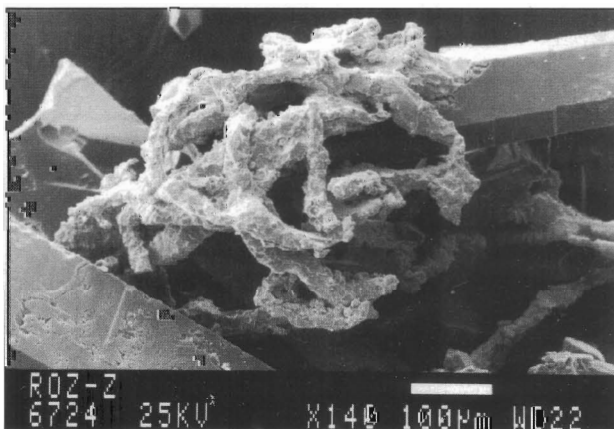
Ešte pred niekoľkými desaťročiami sa o súvislostiach medzi geologickými vedami a kultúrnym dedičstvom ani nehovorilo. Geoarcheológia sa ako interdisciplinárny vedný odbor vyčlenila až začiatkom 80. rokov 20. stor. a jej diferenciácia viedla k vzniku archeomineralógie. Termín *archeomineralógia* prvý použil Rapp (2002) a definoval ju ako interdisciplinárny vedný odbor využívajúci poznatky mineralogického výskumu na vysvetľovanie zloženia, spôsobu vzniku a pôvodu archeologických materiálov alebo historických artefaktov a pomáhajúci hľadať najvhodnejšie a najúčinnnejšie možnosti ich záchrany, reštaurovania a zachovania pre budúce generácie. Nové odbory sa pomerne rýchlo osvedčili pri objasňovaní pôvodu a zloženia kultúrnych artefaktov a umožnili vytvárať vhodné predpoklady na ich konzervovanie a zachovanie ako významnej súčasti kultúrneho dedičstva ľudstva.

Jedným z dôvodov obmedzenej aplikácie poznatkov nových vedných disciplín je, že ťažkosti a problémy späté s konzervátorskými prácami a technikami sú pre mnohých výskumných pracovníkov na prvý pohľad málo stimulujúce, a ďalším azda nedoceňovanie mineralogických a petrologických poznatkov zo strany reštaurátorov.

Nové možnosti archeomineralógie sa pokúsime ukázať na niekoľkých príkladoch.

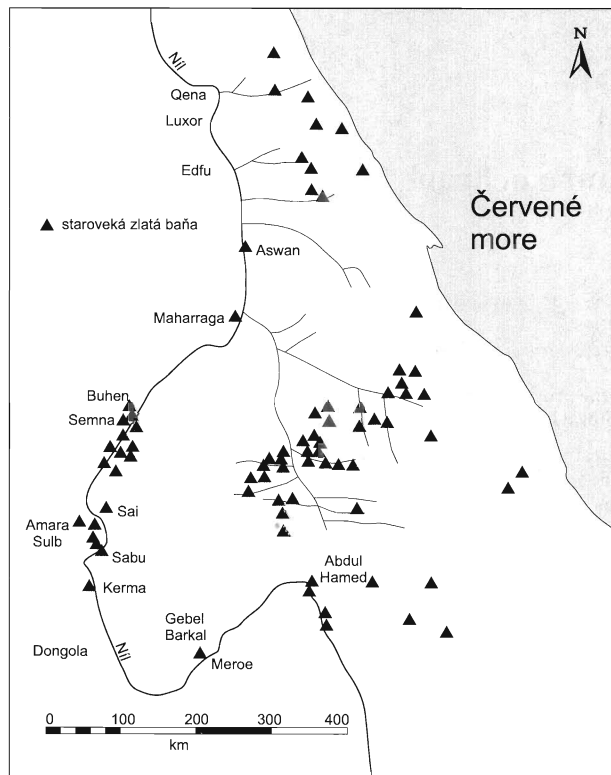
O pôvode a kolobehu zlata v histórii

Zlato (obr. 1) sa pre svoju krásu a trvanlivosť pokladá za drahý a ušľachtilý kov už od predhistórie a mnohé archeologické nálezy potvrdzujú, že patrí vôbec medzi prvé kovy, ktoré začal človek využívať. Odhaduje sa, že sa ho doteraz na celom svete vyťažilo asi 136 tisíc t (z toho v 20. stor. 81 %). Do konca 15. stor. to bolo okolo 12 tisíc t a v nasledujúcich štyroch storočiach 14 160 t (Slavkovský, 1999). Vynikajúce antikoročné vlastnosti, pekná farba, kujnosť a tvrdosť (2,5–3) v závislosti od prímiesí iných kovoch, predovšetkým striebra, medi, platiny



Obr. 1. Drôťkovitý agregát zlata na kryštáloch kremeňa po rozpustení sulfidov (baňa Rozália, Banská Hodruša).

Fig. 1. Wire gold aggregate on the surface of quartz crystals after leaching of the sulphides (Rozália mine, Banská Hodruša).



Obr. 2. Mapa staroegyptských a núbijských známych ložísk zlata (Rapp, 2002).

Fig. 2. Map showing known locations of gold deposits in Egypt and Nubia (Rapp, 2002).

a bizmutu, predurčili zlato na využívanie v klenotníctve a neskôr v mincovníctve, bankovníctve, lekárstve (zubné protézy, soli Au v injekciách), chemickom priemysle a v elektrotechnike.

O úlohe zlata v dejinách ľudskej civilizácie je pomerne veľa údajov. Vie sa, že Egyptania poznali zlato už v predhistorickej dobe – okolo roku 4000 pred Kr. (obr. 2), obľúbili si ho najmä pre jeho farbu a jas (Simon a Prinz, 1980), ale platidlom sa stalo až od čias Novej ríše. V Egypte bolo veľa nálezísk zlata, najmä elektra (prírodná zliatina zlata a striebra). V južnej časti Východnej púšte pri Barramii, ale aj inde, v regióne Al'Allaqui (90 km na J od Asuánu) a v Núbii sa zlato vyskytovalo v kremenných žilách i v rozsypoch (Diodorus, 1950).

Akkadčania mali až šesťnásť slov na pomenovanie zlata a dá sa predpokladať, že boli motivované farbou kovu, druhom, charakterom a množstvom rozličných prímiesí (Lindsay, 1970). Ložiská v pohorí Taurus v Anatólii sa mimoriadne intenzívne exploatovali v ranej a v Grécku v celej bronzovej dobe.

Mnohé ložiská sú známe aj z Európy. Vyše tisíc viac-menej menších ložísk tu umožňovalo využívať zlato už v neolite (Rapp, 2002). Stopy po starých baniach v Bavorsku a v Českom masíve už zastrela novšia banská aktivita. Slávne bavorské ložisko Bodenmais sa bezpochyby exploatovalo nielen v stredoveku, ale už v časoch Rímskej ríše. Sú dôkazy o tom, že sa zlato z Taúru v Rakúsku

spracúvalo najmenej tritisíc rokov (l. c.) a intenzívne ho využívali aj Rimania. Ťažilo sa aj v Karpatoch, v jz. Francúzsku (Limousin), na Britských ostrovoch (vo Walese), hlavne v Írsku. V Británii je veľa ložísk zlata a v bronzovej dobe sa zlato britskej proveniencie hojne využívalo na dekorovanie rozličných ornamentov. Mnoho zlatých ložísk sa hlavne od čias Rímskej ríše ťažilo aj na Pyrenejskom polostrove, ale najznámejšou zlatonosnou oblasťou antickej Európy bolo východné Sedmohradsko, ktoré spomína už Herodotos.

V *Novom svete* sa zlato ešte pred príchodom Európanov (v rokoch 700–1400) ťažilo najmä v povodí Ria Grande, v Strednej Amerike a v sz. časti Južnej Ameriky (v Peru, Bolívii a v Kolumbii).

V Číne sa zlato spočiatku netešilo veľkej obľube. Jeho význam a cena začali rásť až za dynastie Šang v rokoch 1700 až 1100 pred Kr. Zachoval sa údaj, že v cisárskej pokladnici bolo v roku 23 vyše 196 t zlata, čo zhruba zodpovedalo súvekej zlatej rezerve rímskeho impéria.

Čisté zlato sa v prírode nevyskytuje, ale vždy obsahuje nejakú charakteristickú prímies (Wallace, 1987). Zlato s prímiesou ródia je opísané z Kolumbie a Mexika, s prímiesou medi je známe najmä zo staroegyptských a marockých ložísk (Beni Bouker). V prírodnom zlate môže byť až 20 % medi (Rapp, 2002). Paládiové zlato je napríklad v Minas Geraes v Brazílii, aurostibit (zlato obsahujúce antimón) je opísané z oblasti Kutnej Hory (Milešov), z Rodézie či z Yellowknife v Kanade (Boyle, 1979). Najčastejšia býva zliatina zlata so striebrom. Ak zlato obsahuje do 20 % striebra, ide o elektrum, no obsah striebra môže byť aj oveľa vyšší. V antike sa väčšinou využívalo prírodné elektrum, ale starí Rimania a Gréci niekedy zužitkovali aj umelé zliatiny zlata a striebra. Mince sa v Lýdii razili z prírodného elektra z rozsypov v oblasti Tmolos alebo z nánosov rieky Pactolos a Hermos.

V staroveku a stredoveku väčšina *starosvetkého* zlata pochádzala z Ázie. Európska produkcia bola v porovnaní s ázijskou zanedbateľná. Z ázijských a afrických zdrojov bola aj väčšina rímskeho zlata. Po páde Rímskej ríše sa od 8. stor. v strednej, severnej a západnej Európe zlaté mince takmer nepoužívali. Iba v nástupníckych štátoch rímskeho impéria na J a JV kontinentu obiehali zlaté *aureus*, ktorého modifikáciou bol zlatý byzantský *solidus*.

Ako kuriozitu možno spomenúť, že ešte roku 1748, keď dostal ruský učenec Lomonosov cársku prémii 2000 rubľov, musel si ju odviezť na niekoľkých vozoch, lebo v Rusku sa používalo iba medené obeživo, a tak 2000 rubľov vážilo 3,2 t.

Arabi podľa vzoru byzantského solidu razili svoj zlatý *dinár*, prvú stredovekú zlatú mincu, ktorá sa do Európy dostala v časoch krížiacckých výprav. Pokus raziť zlaté mince bol aj na Sicílii, ale ojedinelý a v celkovom kontexte doby nie významný. Vo zvyšku Európy sa používal strieborný *denár* a *poldenár* (Zozuláková, 1997). Renesanciu zlatého obeživa do európskeho prostredia priniesla až razba slávnych florentských *florénov*. Veľká zásoba arabského a byzantského zlata umožnila Florencii roku 1252 začať raziť vlastnú mincu – *florino d'oro*, ktorý z európskeho trhu postupne vytlačil všetky východné zlaté

mince. Od roku 1284 razili svoju zlatú mincu aj Benátky. Od posledného slova na reverze s postavou Ježiša SIT.T.XPE.DAT.Q.TV.ISTE.**DVCAT** sa odvodzuje aj názov *dukát* (Zozuláková, 1999). V Uhorsku začal zlaté mince raziť až Karol Róbert z Anjou (1308–1342), a to najprv *florén* a od roku 1331 novú mincu – *dukát*.

Staroveké zlato európskej a ázijskej proveniencie možno pomerne ľahko poznať podľa obsahu platiny, lebo tá sa ako prímies vyskytovala iba v zlate ázijského pôvodu. Bola aj v macedónskych *statéroch* Alexandra Veľkého razených z ukoristeného perzského zlata. Tým sa nápadne odlišovali aj od mincí, ktoré dal raziť otec Alexandra Veľkého Filip II. z európskeho zlata. Tie platinu neobsahovali (Hartman a Nau, 1976).

„Českí“ Kelti mince Alexandra Veľkého nielen napodobňovali, ale spočiatku aj roztavovali na vlastnú razbu mincí (Martinek, 1997), čo potvrdzuje aj výskyt platiny v českom razenom zlate z keltského obdobia (Kolníková a Minarovičová, 1999). Toto zlato sa vyznačovalo vysokou rýdzosťou (obsahovalo až do 99 % Au). Na územie Slovenska sa tento typ mincí dostával obchodom a kmeňovými presunmi. Kelti sídliači na dnešnom slovenskom území razili mince nižšej kvality, s vyšším obsahom striebra ako Kelti na dnešnom českom území. Od „českého“ keltského zlata sa „slovenské“ keltské zlato odlišovalo nie iba vysokým obsahom striebra (5–19 %), ale aj medi (do 6,2 %) a olova. V minciach „slovenskej“ proveniencie chýbala aj platínová prímies. Aj časový posun v razbe zlatých keltských mincí na území Slovenska voči razbe na českom území – patrí až do I. stor. – naznačuje, že tu nemohlo ísť o zlato z roztavených macedónskych *statérov*.

Z územia Slovenska sa nijaké údaje o pravekej ťažbe nezachovali, a preto Kolníková a Minarovičová (1999) predpokladajú, že nesporne išlo o zlato ryžované zo zlato-nosných náplavov. Keltské mince na slovenskom území asi razili cudzí majstri – Vindelici z územia súčasného Bavorska, lebo pomer striebra k zlatu (20 : 6 : 74 %) zodpovedá typu starých mincí a klenotov vytvorených vindelickou kultúrou (Martinek, 1997).

Pôvod cínu antického Stredomoria

Hlavným minerálom obsahujúcim cín je kassiterit SnO_2 a stanín $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$. Kassiterit sa viaže predovšetkým na granity, na ich apikálne časti (graizeny), na hydrotermálne aj kremenné žily. Pri zvetrávaní hornín sa pre svoju vysokú hustotu uvoľňuje a pri rezistentnosti voči zvetrávaniu sa – podobne ako zlato – v hojnom množstve vyskytuje v rozsypaných ložiskách. Prvé nálezy kassiteritu možno s istotou predpokladať na rozsypaných ložiskách. Pozoruhodná bola schopnosť starých prospektorov odlíšiť opticky takmer identické čierne zrnká magnetitu od kassiteritu. Mnohé kassiteritové rozsypy sa označovali ako *čierny piesok*, a to hlavne pre prevládajúci obsah magnetitu. Kde-tu vystupujú aj v asociácii so zlatom (Taylor, 1979).

Cín sa taví pri teplote 232 °C a v *Starom svete* sa vedno s meďou využíval hlavne na výrobu bronzu, ktorého

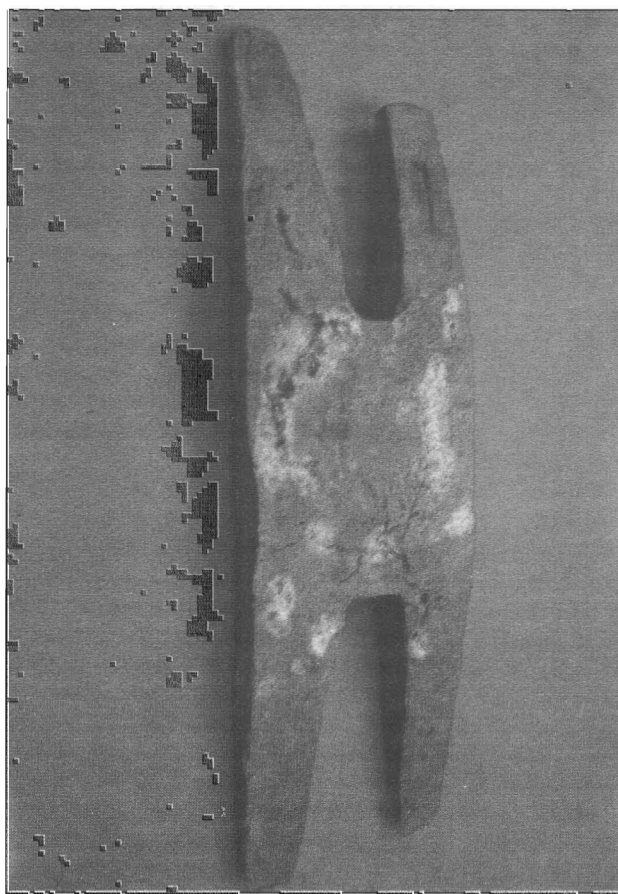
výrobu poznali na Blízkom východe pred viac ako tisíc rokmi. Pôvod cínu je pravdepodobne najväčším nerozlúšteným tajomstvom metalurgie bronzovej doby v Stredomorí a na Blízkom východe.

Kým medené ložiská sú časté na Britských ostrovoch, cínové sa koncentrujú výlučne v Cornwalle (Kaličiak et al., 1983; Rapp, 2002). Cín z tamojších rozsypaných ložísk sa vo veľkom využíval v miestnej metalurgii, ale rozsah obchodu s ním v tom období zostáva nejasný (Rapp, 2002).

Za čias Rímskej ríše bol obchod s cínom z cornwalských a pyrenejských ložísk veľmi rozšírený (Bancroft a Weller, 1993) a cínové ingoty v podobe písmena H (obr. 3) sa do Stredomoria, kde bol cín potrebný na výrobu bronzu, v hojnom počte vyvážali hlavne z Cornwallu.

V Strednej Amerike sa cín vyskytuje najmä v Mexiku v cínovej provincii Zacatecas (Hosler a Macfarlane, 1996). Inkovia v časoch svojej hegemonie – v rokoch 1476 až 1532 – využívali cín predovšetkým z bolívijských ložísk (Lechtman, 1980).

Podľa niektorých archeológov mohla časť starovekého cínu pochádzať aj z kaukazských baní (Levine a Bond, 1994). V Japonsku je cínová mineralizácia menšieho významu na ostrove Honšú a veľká časť cínu nesporne pochádzala aj z Číny. V čase vlády dynastie Šang prekví-



Obr. 3. Cínový ingot v tvare nepravidelného písmena H z Cornwallu.
Fig. 3. Tin ingot in the shape of irregular H letter from Cornwall.

tala bronzová metalurgia vysokej úrovne predovšetkým v provincii Che-nan. Mimoriadne bohaté ložiská cínu sú známe aj z jv. Ázie, najmä z Malajzie (Rapp, 2002).

Pôvod európskeho cínu bronzovej doby sa klasickými geochemickými metódami nedá zistiť. Keďže väčšinu cínu možno v súčasnosti študovať iba v podobe komplexných bronzových zliatin, výskum mikrochemických charakteristických prímies neprináša želaný výsledok.

Pohľad mineralóga na fresky v Sixtínskej kaplnke

Michelangelo namaľoval slávne fresky v Sixtínskej kaplnke v dvoch etapách – strop v rokoch 1508 až 1512 a Posledný súd v rokoch 1536 až 1540. Reštaurovanie sa začalo roku 1981 a skončilo sa na jar 1994 (Smith, 1994). Skôr ako reštaurátori maľby očistili a zakonzervovali, pozvali pracovníci vatikánskych múzeí na konzultáciu mineralógov a geochemikov, aby určili zloženie anorganických farbív, ktoré autor použil. Rovnako bolo treba preštudovať pigmenty, ktoré Daniele da Volterra, Domenico Carnevali a ďalší maliari použili pri retušovaní fresiek.

Na úvod sa z malieb odobralo malé množstvo vzorky, zhotovili sa priehľadné doštičky – výbrusy hrubé okolo 0,01 mm a študovali sa v polarizačnom mikroskope. Už pri tomto štúdiu bolo možno z pigmentov opísať viac



Obr. 4. Odoberanie vzorky z fresky Posledného súdu v Sixtínskej kaplnke. Drapéria na postave sv. Petra je namaľovaná auripigmentom.

Fig. 4. Sampling of the pigment from the fresco of the Last Judgement in the Sistine Chapel. The drapery on the figure of St. Peter was painted by auripigmentum pigment.

minerálov. Prítomnosť ďalších minerálov potvrdila rtg. difrakčná analýza práškových vzoriek a spektrálna analýza pigmentov (Smith, 1994; Chiari et al., 1996).

Výskum pod vedením mineralóga Chiariho (2000a) ukázal, že okrem farbív organického pôvodu sa pri tvorbe fresiek použil aj rad farebných pigmentov utvorených z rozličných minerálov. V čiernej farbe sa identifikoval grafit, tzv. *čierne olovo* alebo *plumbago*. Ako biele až sivasté farbivo sa používal ceruzit PbCO_3 , chabazit $(\text{Ca}, \text{Na}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}]\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a sanidín $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$. Súčasťou farbív boli aj iné minerály, napr. muskovit $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$, kremeň SiO_2 resp. kalcit CaCO_3 . Pri tvorbe tvárí a nahých postáv sa uplatnil ružový cinabarit HgS . Ďalším prírodným minerálnym pigmentom bol realgár As_2S_4 , ktorý poskytoval červené až oranžovožlté farbivo (Chiari, 2000b). Najlepším maliarsky realgár sa dovážal z Číny, a to z provincie Chu-nan, ale ten bol známy už zo 14. stor. pred Kr., keď ho staroegyptskí maliari využívali pri nástennej výzdobe hrobiek. Ďalším červeným farbivom bol puzolán (*pozuola, terra Puzzuoli*), hlinka vulkanického pôvodu, ktorá sa ťažila hlavne v okolí Neapola.

Za základ žltého farbiva slúžil auripigment As_2S_3 , tzv. *kráľovská žltá* (obr. 4) a ako žlté až žltkavozelené farbivo sa hojne používal bindheimit $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ (oxidačný produkt Pb-Sb sulfidických minerálov jamesonitu $\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$ alebo boulangeritu $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$). Predával sa pod názvom neapolská alebo antimónová žltá (Pb-Sb oxid $\text{Pb}_3+\text{xSb}_2\text{O}_8+\text{x}$; PbSb_2O_8 ; Slánský, 1976; Chiari, 2000a).

V hnedých pigmentoch bol identifikovaný goethit FeOOH a maghemit Fe_2O_3 (s prímiesou Pb a Sb) a v ružovej až hnedoružovej farbe hematit Fe_2O_3 (nazývaný niekedy aj *indická červená*). Hematit je veľmi dávno využívaným pigmentom. Vynikajúce hematitové farbivo sa do Talianska dovážalo hlavne zo Španielska. Pri tvorbe jaskynných nástenných malieb ho využíval už praveký človek (napr. v Lascaux). Tzv. *arménsky bolus*, zemitá odroda hematitu s prímiesou hlinky a vápenca, sa dovážal od Perzského zálivu.

Medzi Michelangelovými zelenými farbivami bol aj malachit $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ (obr. 4), známy už zo staroegyptských čias. Okrem neho geniálny umelec používal aj zelené okre zložené prevažne z glaukonitu $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})_2(\text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2(\text{OH})_2[\text{Al}_{10-15}\text{Si}_{10-15}\text{O}_{40}]$ a seladonitu $\text{K}_{0.8}(\text{Fe}_{1-1.5}\text{Mg}_{0.7})(\text{OH})_2[\text{Al}_{0.4}\text{Si}_{1.6}\text{O}_{10}]$ (Chiari et al., 1996; Chiari, 2000a, b), ktorých náleziská sú pomerne zriedkavé. V Taliansku sa ťažili v okolí Verony, ale používali sa aj okre z Cypru (Slánský, 1976). Veronské sa vyznačujú zelenomodrým odtieňom (iné zelené okre, napr. z Cypru, sú žltozelené a od Kadane v Čechách majú olivovozelený odtieň).

Ako modrá farba, za renesancie veľmi obľúbená, sa používal lazurit $(\text{Na}, \text{Ca})_8[\text{SO}_4\text{S}, \text{Cl}]_2(\text{AlSiO}_4)_6$ (Chiari, 2000a), a to hlavne na zvýraznenie sýtomodrej farby rúcha Panny Márie a Dieťaťa. Táto farba bola často drahšia ako zlato. Najstaršie využitie tohto minerálneho pigmentu je známe z Afganistanu, kde sa identifikoval na niektorých nástenných maľbách zo 6. a 7. stor. Získaval sa

ručným trením lazuritu. Veľmi sa podobá odtieňom v antike hojne používanej *egyptskej modrej*, ktorej výrobné tajomstvo sa v 4. stor. stratilo a doteraz nenašlo (Slánský, 1976).

Hoci Michelangelo pri nástenných maľbách siahla po organických aj anorganických farbivách, zdá sa, že vedome uprednostňoval minerálne anorganické pigmenty (Smith, 1994), ktoré sa na rozdiel od ich organických náprotivkov spravidla vyznačujú mimoriadnou stálosťou a odolnosťou proti svetlu, poveternostným a chemickým vplyvom. Z tejto konštatácie je zrejmé, že identifikácia jednotlivých pigmentov mala pri hľadaní vhodných postupov pri čistení a reštaurovaní vzácných renesančných fresiek, ktoré patria medzi najdrahocenejšie poklady svetového kultúrneho dedičstva, rozhodujúci význam.

Rad organických pigmentov je známych aj zo Slovenska, napr. farbiaca hlinka od Banky pri Piešťanoch alebo grafit od Rimavskej Bane a pod.

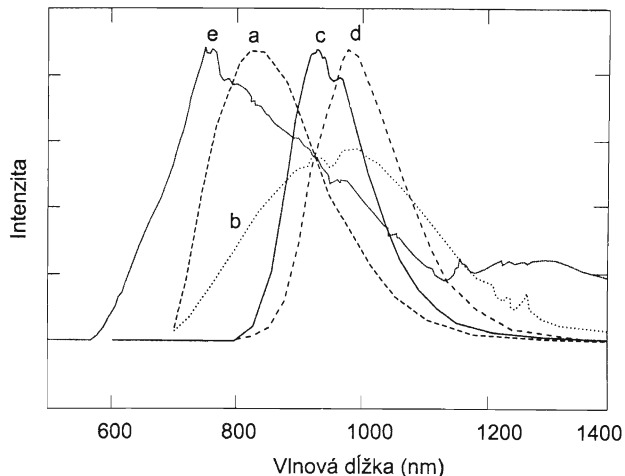
Modrá farba Mayov

Pozoruhodná kultúra Mayov v Strednej Amerike stavia pred historikov a archeológov mnoho hádaniek. Rad ich lúštia aj historici umenia. Jednou z nich donedávna bola aj krásna modrá farba, ktorou Mayovia zdobili početné artefakty, napr. nástenné maľby v Bonampak, Chaemultúne, Mulchiku či v Chichén Itzá, drobné plastiky i keramiky. Od nich toto farbivo prevzali aj Aztéci (Reyes-Valerio, 1993).

Farbivo, ktoré Mayovia používali a dlho zostávalo tajomstvom, má mimoriadne vlastnosti – vyznačuje sa luminiscenciou a rezistentnosťou voči všetkým organickým rozpúšťadlám, kyseline dusičnej vriacej pri 250 °C a pod. Pigment tohto farbiva ako prvý opísal až Merwin (1931). Gettens (1962) na základe röntgenovej difrakčnej analýzy zistil, že základom farbiva je *sacalum*, mexický íl bohatý na sekundárny minerál palygorskít ($(\text{Mg}, \text{Al})_2[\text{OH}/\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + $2\text{H}_2\text{O}$), ale to ešte neodkrylo nič z tajomstva pigmentu. Kleber et al. (1967) analyzovali farbivo infračervenou spektroskopiou a dokázali v ňom prítomnosť indiga i lístkov anilu (rastlina používaná na výrobu indiga). Nebolo to definitívne potvrdenie objavu, lebo napriek veľkému úsiliu sa indigo z farbiva vyextrahovať nepodarilo. Z palygorskítu a indiga Kleber (l. c.) pripravil iba syntetické farbivo viac-menej identických vlastností, ale použil pritom technológiu, aké Mayovia nemožli poznať (napr. vákuovanie sústavy a pod.). Jeho zistenia neskôr potvrdil Chiari et al. (1999) fotoluminiscenčnou analýzou (obr. 5).

Medzičasom s použitím indukovanej plazmy podobné modré farbivo z jednej nástennej maľby z 19. stor. z Havany analyzoval Ajb (1996). Jeho spektrum bolo podobné, no nie identické. Aj spektrum indiga dávalo mierne odlišné hodnoty. Porovnanie spektra čistého palygorskítu a indiga napokon viedlo k myšlienke, že unikátne modré farbivo Mayov mohlo byť kombináciou ílu a organického farbiva.

Výskum sťažoval fakt, že palygorskít je vždy kombináciou ortorombickej a monoklinickej minerálnej fázy, ako aj veľmi nízky obsah indiga, ktorý nikdy neprekročil 10 %.



Obr. 5. Spektrá sotoluminiscenčnej spektroskopie analýzy niekoľkých typických modrých pigmentov: a – lapis lazuli, b – syntetický lazurit, c – egyptská modrá, d – hanská modrá, e – mayska modrá (Chiari et al., 1999).

Fig. 5. Photoluminescence spectroscopy spectra of typical blue pigments: a – Lapis lazuli, b – synthetic lazurite, c – Egyptian blue, d – Han blue, e – Maya blue (Chiari et al., 1999).

Dlhoročné štúdium nakoniec predsa len viedlo k poodhaleniu unikajúcej podstaty záhadných vlastností *nezničiteľného farbiva* starých Mayov. Taliansky vedec Chiari (2000a) publikoval výsledky svojho bádania a exaktne doložil, že špecifické vlastnosti indigového farbiva sú výsledkom šťastnej kombinácie palygorskítu a indiga. V minerálnej štruktúre palygorskítu možno vidieť akési kanáliky, ktorých tvar a rozmery umožňujú, aby do nich vstupovali molekuly indiga a spolu vytvárali mimoriadne intímne prerastenú a ťažko narušiteľnú kombinovanú štruktúru skladačku.

K problematike konzervovania stavebných pamiatok

Poznatky z geochemie, mineralógie alebo archeomineralógie sa vo väčšine prípadov dajú efektívne využiť aj pri konzervovaní rozličných stavieb, sôch a iných artefaktov, čo možno presvedčivo dokumentovať na príklade Templo Mayor v hlavnom meste Mexika.

V póroch tesaného vulkanického kameňa sa zistili kryštálky bielej soli a identifikovali sa ako zmes sadrovca ($\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) a thenarditu, bezvodného síranu sodného Na_2SO_4 (Rasmussen et al., 1996). Tesané kamene sa v 60. rokoch 20. stor. spojili portlandským cementom a ten sa stal zdrojom rozpustných síranov. Zhubný účinok sodných síranov na stavbu vyplýva z ich schopnosti ľahko absorbovať vodu a tvoriť niekoľko hydratovaných kryštálov, ktoré sú v rámci klimatických podmienok stabilné pri rozličnej teplote a vlhkosti. Častý je prechod na rôzne formy hydratovaných síranov aj počas jedného dňa. Najvodnatejšia forma s 10 molekulami vody sa volá mirabilit $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (Levy et al., 1978), v póroch kameňa tvorí mimoriadne dlhé kryštály a tie v dôsledku absorpcie vody z ovzdušia zväčšujú oproti bezvodnej forme svoj objem štvornásobne a trhajú skalu.

Napriek tomuto zisteniu a odporúčaniu pri prácach s poréznym stavebným kameňom portlandský cement nepoužívať sa takto pri reštauračných prácach často postupuje aj naďalej a dôsledkom sú obrovské škody.

Podobné problémy sa často vyskytujú aj u nás. Na Slovensku takmer niet mesta, v ktorom by zasoľovanie nedeštruovalo murivo, omietku či kamenný obkladový materiál. Osobitne sa to prejavuje na miestach vystavených veľkým teplotným výkyvom a zmenám vlhkosti ovzdušia (Gregerová et al., 2002).

Tretina stavieb sveta je z nepálených tehál, zvaných aj *adobe* (z egyptského *al dub*, čo je výraz pre tehlu), čiže z vodorozpusťného materiálu. Percentuálne zastúpenie stavieb tohto typu je v archeologických nálezoch mimoriadne vysoké a ich konzervovanie je vážnym odborným problémom, ktorý sa začal riešiť až na základe mineralogického štúdia Bruna et al. (1968).

V stručnom prehľade sme nemohli predstaviť všetky merania a pokusy orientované na hľadanie spôsobov, ako by sa dalo zabrániť rozpúšťaniu sledovaného stavebného materiálu, a preto uvádzame len niekoľko základných chemických a jeden fyzikálny.

Pri zdobenom, často polychrómovanom povrchu možno na jeho stabilizáciu použiť etylsilikát (Chiari, 1990). Produktom takto ošetrenej hliny je najprv kyselina kremičitá, tá reaguje s podobnými molekulami a napokon produkuje Si-O-Si väzby. Polymerizáciou potom vzniká sieť z kremitých tetraédrov, tie reagujú s OH skupinami nevyskytujúcimi sa v íle a výsledkom je pevná chemická väzba.

Ďalšou možnosťou stabilizácie *adobe* je *baritová metóda*, ktorú pôvodne vypracoval Ferroni a Matteini (1979). Pri nej je cieľom aplikáciou uhličitanu amónneho iniciovať vznik kalcitu a síranu amónneho, tým eliminovať nebezpečenstvo kontaminácie materiálu sadrovcom a výsledkom je, že sa hydroxidom bárnatým $\text{Ba}\{\text{OH}\}_2$ fixujú rozpustné síranové ióny a prevádzajú na nerozpustný síran bárnatý BaSO_4 . Fixovanie materiálu pokračuje, až kým sa prebytok hydroxidu spontánne nepremení na nerozpustný uhličitan bárnatý $\text{Ba}(\text{CO}_3)_2$. Finálnym produktom takejto úpravy je veľmi stabilný povrch. Tento chemický proces je nezvratný, a preto ho môžu aplikovať iba veľmi skúsení odborníci.

Inou možnosťou je použitie patiny z extrémne nerozpustného vápenatého oxalátu. Patina sa skladá z whewellit $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$ alebo weddellit $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ a možno ju použiť takmer na každom povrchu. Prvý raz sa aplikovala pri konzervovaní plastiek na Konštantínovom oblúku v Ríme (Cipriani, 1979; Franchi, 1980) a neskôr sa často používala aj pri ošetrovaní rozličných iných artefaktov zo skla, bronzu, fresky a ílového materiálu. Dôležitou vlastnosťou oxalátvej patiny je schopnosť chrániť povrch krehkých materiálov pred pôsobením kyslého dažďa. Na Trajánovom stĺpe (v Ríme) sa na miestach ošetrovaných oxalátovou patinou zachovali na povrchu mramorových reliéfov aj stopy po sochárovom dláte.

Pri konzervovaní veľkých stavieb z *adobe*, napr. niektorých egyptských pyramíd, mezopotámskych zikkuratov či stavieb v Jemene, sa z praktických aj ekonomických

príčin muselo hľadať iné riešenie. Agnew (1990) napr. navrhol stavby prikryť geotextíliami, aké sa predtým už viac ráz úspešne využili na zamedzenie pôdnych zosuvov.

Hlinený stavebný materiál vedeli spevňovať už staroba-bylonskí staviteľia. Zikkuraty budovali z tehál, ktorých životnosť dodnes vzbudzuje úctu a obdiv. Vnútorne časti budov stavali z obyčajných sušených tehál, ale obvodové múry z tehál pripomínajúcich tehly z pálenej hliny. Niektorí autori (Iler, 1979; Levey, 1955, in Hanzlíček a Straka, 2003) predpokladajú, že boli zhotovené geopolymerizáciou, ktorá využíva polymerizačné vlastnosti kremíka. Vhodnou kombináciou oxidu kremičitého a oxidu hlinitého za prítomnosti alkalických kovov a kovov alkalických zemín (hlavne horčíka a vápnika) možno vytvoriť pevný anorganický polymér. Proces nevyžaduje vysokú teplotu, čím sa odlišuje od klasických kombinácií hliníko-kovo-silikátových väzieb vznikajúcich pri teplote pálenia 1000 až 1700 °C. Prítomnosť kryštalického sadrovca a vápenca, ako aj chlórových iónov a neprítomnosť stôp po uhlíku vylučujú tepelné spracovanie tehly a potvrdzujú predpoklad o polymerizácii pri bežnej teplote.

Naša exkurzia do sveta archeomineralógie naznačuje, aké široké pole pôsobnosti sa otvára pred touto mladou vednou disciplínou pri rozširovaní poznania histórie ľudskej civilizácie a záchrane kultúrneho dedičstva. Dali by sa uviesť aj mnohé ďalšie možnosti jej uplatnenia. Všetky jednoznačne potvrdzujú, že vhodné predpoklady na záchranu ohromného množstva vzácnych archeologických, stavebných, sochárskych, maliarskych i ďalších pamiatok, ktorých zachovanie je pre poznanie koreňov a vývoja ľudskej civilizácie rozhodujúce, môže priniesť len úporná výskumná práca interdisciplinárne zameraných vedeckých tímov.

Podakovanie. Ďakujem prof. Dušanovi Hovorkovi za cenné pripomienky, Dr. Stanislavovi Jeleňovi za fotografie zlata a Bc. Nataši Halašiovej za technické práce.

Literatúra

- Agnew, N., 1990: The Getty Adobe Research project at Fort Selden. 1. Experimental design for the rest wall project. In: *6th Int. Conf. On the Conservation of Eastern Architecture. Adobe 90 preprints. Las Cruces (N. Mex.) The Getty Conservation Institute*, 243–249.
- Ajb, D., Chiari, G., De Zuane, F., Favaro, M. L. & Bertolin, M., 1996: Photoluminescence of some blue natural pigments and related materials. *Proc. 5th Int. Conf. On Non-destructive testing. Mineralogical methods and environmental evolution for study and conservation of works of art. ART 96. Budapest*, 33–47.
- Bancroft, P. & Weller, S., 1993: Cornwall's famous mines. *Mineral. Rec. (Bowie, Md.)*, 24, 4, 259–283.
- Boyle, R. W., 1979: The geochemistry of gold and its deposits. *Bull. Geol. Surv. Canada*, 280, 584.
- Bruno, A., Chiari, G., Tossarelli, C. & Bultinck, G., 1968: Contribution to the study of the preservation of mad-brick structures. *Mesopotamia*, 3–4, 443–479.
- Cipriani, C. & Franchi, L., 1979: Sullapresenza de whewellite fra lecroste di alterazione di monumenti Romani. *Boll. Serv. Geol. Ital.*, 88, 555–564.
- Diodorus, S., 1950: Diodorus of Sicily I–XII, Harvard University Press, Cambridge.
- Ferroni, E., Magaluzzi-Valeri, V. & Rovida, G., 1969: Utilisation de

- techniques diffractométriques dans l'étude de la conservation des fresques. In: *8ème Colloque sur l'analyse de la matière*. Florence 15/19, Septembre 1969, 4.
- Gettens, R. J., 1962: Maya blue: an unsolved problem in ancient pigments. *Am. Antiq.*, 27, 557–564.
- Gregerová, Fojt, B. & Vávra, V., 2002: Mikroskopie horninotvorných a technických mineralů. Vyd. PF MU Brno a Zemské museum Brno, 325.
- Hanzlíček, T. & Straka, P., 2003. Technologie sumerských staveb. *Vesmír*, 4, 217–222.
- Hartman, A. & Nau, E., 1976: Über die spektralanalytische Untersuchung einiger griechischer Philipp- und Alexander- Statere sowie deren keltischer Nachprägungen. Festschrift zum 75-jährigen Besuchen des Würtembergischen Vereins für Münzkunde. Stuttgart, 7–34.
- Hosler, D. & Macfarlane, A., 1996: Copper sources, metal production, and metals trade in the late Postclassic Mesoamerica. *Science (Washington)*, 273, 5383, 1819–1824.
- Chiari, G., 1990: Chemical surface treatment and capping techniques of earthen structures a long-term evaluation. In: *6th Int. Conf. On the Conservation of Eastern Architecture*. Adobe 90 preprints. Las Cruces (N. Mex.) The Getty Conservation Institute, 267–273.
- Chiari, G., Giordano, A. & Menges, G., 1996: Non destructive X-ray diffraction analysis of unprepared samples. *Science and Technology for Cultural Heritage*, 5, 1, 21–36.
- Chiari, G., Ajó, D., Reyés-Valerio, C., Virdis, C., Pozza, G. & De Zuanne, F., 1999: Application of fotoluminescence spectroscopy to the investigation of minerals used in works of art. In: *Proc. 6th Int. Conf. On Non-Destructive testing and mineral analysis for the Diagnostics and Conservation of cultural and environmental heritage*. Roma, 17–19th May 1999, 1717–1726.
- Chiari, G., 2000a: Analisi dei pannegi censori. Michelangelo, Capella Sistina: documentazione e interpretazioni. I Rapporto sul restauro del Giudizio universale. Monumenti musei e gallerie pontificie. Novara: De Agostini. Città del Vaticano. Musei Vaticani, 341–351.
- Chiari, G., 2000b: Mineralogy and cultural heritage. In: *D. J. Vaughan & R. A. Wogelius (eds.): EMU notes in mineralogy, Environmental mineralogy*. Eötvös University Budapest, 2, 10, 351–381.
- Kaličiak, M., Gabriel, M. & Tomas, J., 1983: Žilníkové ložisko volfrámu Hamerton v juhozápadnom Anglicku. *Mineralia Slov.*, 5, 471–472.
- Kleber, R., Maschlein-Kleiner, L. & Thissen, J., 1967: Étude et identification de "Bleu Maya". *Stud. Comers.*, 12, 41–55.
- Kolníková, E. & Minarovičová, E., 1999: Najstaršie razené zlato na Slovensku (Keltské a rímske mince). *Mineralia Slov.*, 3–4, 435–442.
- Lechtmann, H., 1980: The central Andes metallurgy without iron. In: *T. Wertime & J. Muhly (eds.): The coming of the age of iron*. Yale University Press, New Haven 269–334.
- Levine, R. M. & Bond, A. R., 1994: The reserves and production in the Russian Federation. *Int. Geol. Rev.*, 36, 301–310.
- Levy, A. H. & Lisensky, J. C., 1978: Crystal structure of sodium sulphatedecahydrate (Glauber's salt) and sodium tetraborate decahydrate (borax). Redetermination by neutron diffraction. *Acta Crystallogr.*, B34, 3502–3510.
- Lindsay, J., 1970: The origins of alchemy in Graeco-Roman Egypt. *Barnes and Noble Inc. New York*, 217.
- Martinek, K. P., 1997: Materialzusammensetzung des latenteitlichen Goldes in Bayern. *Kolektiv (Stuttgart)*, 247–249.
- Matteini, M., 1991: In review: An assesment of Florentine methods of wall painting conservation based on the use of mineral treatments. In: *C. Cather (ed.): The conservation of wall paintings. Proc. of a symp. organized by the Courtauld Institute of Arts and of the Getty Conservation Institute*, London, July 13–16, 1987, J. Paul Getty Trust, 137–148.
- Merwin, H. E., 1931: Chemical analysis of pigments. In: *The temple of the warriors of Chichen Itzá*, Yucatan. Washington D. C., Carnegie Inst. of Washington, Publ., 406, 356.
- Rapp, G., 2002. *Archeomineralogy*. Springer Berlin, 326.
- Rasmussen, S. E., Jørgensen, J. E. & Lundtoft, B., 1996: Structure and phasetransition of Na₂SO₄. *J. Appl.*, 10, 365–371.
- Reyes-Valerio, C., 1993: De Bonampak al Templo Mayor – El Azal Maya en Mesoamérica. México. Banco de México, Siglo Veintiuno Ed., 147.
- Simon, F. S. & Prinz, W. C., 1980: Gold. United States mineral resources. *U. S. Geol. Survey Prof. Paper*, 820, 263–275.
- Slánský, B., 1976: Technika v malířské tvorbě. (Praha) Socialistická Akademie. Polytechnická knižnice 187.
- Slavkovský, J., 1999: Zlato v dejinách ľudstva, jeho ťažba a svetové ceny. *Mineralia Slov.*, 3–4, 165–170.
- Smith, D. K., 1994: Zero Background Plates in quartz available form: The Gem Dogout, Pennstate 1652 Princeton Drive, State College, PA 16803, USA. Personal Communication.
- Taylor, R. G., 1979: Geology of tin deposits. *Elsevier (Amsterdam)*, 386.
- Walace, R. W., 1987: The origin of electrum coinage. *Amer. J. Archaeol.*, 93, 3, 385–397.
- Zozuláková, K., 1997: Mince Árpádovcov v zbierkach Východoslovenského múzea. *Historica Carpathica*, 27–28, 35–38.
- Zozuláková, K., 1999: Razba zlatých mincí v Uhorsku a košická mincovňa. *Mineralia Slov.*, 3–4, 453–456.

Importance and tasks of mineralogy in the process of the recognition and protection of the cultural heritage

Several decades ago, if one had to speak about the interaction between geological scientific branches and cultural heritage, he would be in troubles. Today we can define even such a specific inter-disciplinary scientific branch as archeomineralogy dealing with the problems of mineralogical investigation of various artefacts and their protection. The article shows the role of the archeomineralogy in several examples.

Gold accompanies people as early as their prehistory. It was found usually associated with silver. "Pure" gold is not found in nature but always contains some silver and copper and even some iron. The earliest alloy of gold and silver – electrum was probably natural (e. g. the early coins from Lydia and Ionia were struck from natural electrum which came from the Tmolos watershed.). From Greek and Roman times, the artificial electrum was in use. Native gold, e. g. from Egypt, often contains copper up to maximum 20 %. Gold with rhodium content was described from Columbia and Mexico (Rapp, 2002), gold with copper admixture from mines

in Marocco and mainly from ancient Egyptian mines. Paladium containing gold occur e. g. in Minas Geraes in Brasil, aurostibit is described from Kutná Hora – Milešov (Bohemian Massif), from Rhodesia or from Yellowknife in Canada (Boyle, 1979).

The abundance of gold deposits in Europe allowed gold use since Neolithic times. In the ancient and medieval times most of the gold in the "Old World" descended from Asia. After the backfall of the Roman Empire and mainly from 8th century the western and middle European kingdoms used nearly no gold coins. Only the southeastern part of Europe used in limited extent the gold designated Byzantine solidus. Arabs struck gold dinar, the earliest medieval gold coin. The rest of Europe used as a medium for payment the silver coins. The gold coins – "florino d'oro" were again established in Firenze. From 1284 struck their gold coin Venezia (Zozuláková, 1999). In Hungarian Kingdom started striking gold florens and later from 1331 gold ducats king Karol Robert (1308–1342).

The ancient gold of European and Asiatic descent is relatively simple to differ according to the platinum content. The admixture of platinum is present only in the Asiatic gold. The gold coins of his father Philipp the Second were struck from the European gold and contain no platinum (Hartman and Nau, 1976) while we can find the platinum addition in all Macedonian staters of Alexander the Great struck from the seized Persian gold.

According to Martinek (1997) and Kolníková and Minarovičová (1999) the "Bohemian" Celts imitated the staters of Alexander the Great and after melting used the metal for own monetization. This gold was of a high fineness. The Celts from present area of Slovakia struck coins of lower quality and with a higher silver and copper content. The coins of the "Slovak" Celts have no platinum content and they are younger as the coins of the "Bohemian" Celts (they descend only from the 1st century AD).

There are no exact data about the ancient exploitation of gold from the territory of Slovakia. We can only assume that it was exploited from placers. The coins were struck by foreign Vindelician masters from Bavaria.

The most famous ancient tin deposits are in England in Cornwall. The plentiful placer deposits of cassiterite from Cornwall were certainly used in British Isles Bronze Age metallurgy. By Roman times the cassiterite from Iberian peninsula and Cornwall peninsula was available predominantly in the Mediterranean area. In America, cassiterite occurs in Mexico in Zacatecas tin province, in the Andes Mts. where tin bronze became widely used alloy during the establishment of Inca hegemony (1476–1532). Although great tin deposits were exploited in the Caucasian mountains and in Japan at the Honshu Island, some part of the tin came from China and from Southeastern Asia.

Solving the question of the tin source in the time of the Bronze Age is very difficult, because most of the tin of archeological artefacts represent various complex bronze alloys. In such alloys is nearly impossible to find the right answer using study of the micro-chemical characteristics of admixtures (Rapp, 2002).

Pope Julius II. had summoned Michelangelo in 1508 back to Rome and forced upon him the decoration of the vaulted ceiling of the Sixtine Chapel with frescoes. Then from 1536 to 1540 the artist painted on the huge altar wall of the same chapel the fresco of the Last Judgement. Chiari (2000a, b) presented that Michelangelo used for his work predominantly mineral pigments.

Graphite, so called "Black lead" or "plumbago" was applied as a black pigment. As a white to grey pigment the cerusite, chabazite and sanidine were applied. The artist used for painting of the faces mainly pink cinnabarite. He often resorted to the orange-yellowish realgar (the best realgar was imported from province Hunan in China) and to red "pozuola" pigment – the red of volcanic origin from the surrounding of Napoli. The yellow auripigmentum was determined in numerous draperies. As a yellow to yellow-greenish colouring agent was often used bindheimite (oxidation product of Pb-Sb sulphidic minerals jamesonite and boulangerite). In the brown colouring-matters goethite and maghemite (with admixture of Pb and Sb) were determined. The hematite was detected in the pinkish pigment. Already the sapient (cave dweller) painted its famous cave paintings (e. g. in Lascaux) using this brown pigment. It was imported to Italy mainly from Spain. "Armenian bolus" is a variety of hematite

containing admixture of red ochre and limestone (imported from the Persian gulf).

Michelangelo often used green malachite which was known even from ancient Egyptian times. Sometimes the artist used the green ochres, consisting of glauconite and celadonite. These ochres were exploited near Verona.

As a blue colour served the lazurite. This pigment, obtained from "lapis lazuli" (i. e. from lazurite) was in the Renaissance time very popular. Its price was higher than the price of gold. The oldest exploitation of this colouring agent is described from Afghanistan from 6th and 7th centuries and is very close to the mysterious "Egyptian blue" from 4th century.

Maya blue, is a synthetic pigment, developed by the Mayas probably around the 7th century. The pigment was first discovered and described in modern times by Merwin (1931), but for a long time the origin of the colour has remained a mystery. Its properties are unusual, since it is extremely resistant to any sort of attack, e. g. organic solvents, boiling concentrated nitric acid at 250 °C etc. Reyes-Valerio (1993) described in detail the way of making Maya blue starting from "saculum". "Saculum" is a Mexican clay, rich in palygorskite and was mixed with anil leaves. The "saculum" itself is a mixture of two phases, and it remains to be proved that indigo can penetrate into the channels of both of them. This combined structure gives to the Maya blue its extraordinary stability and resistance.

Great part of the ancient houses in the world are built of mud. The problem of the protection and conservation of these monuments are enormous because they are made of "adobe" – i. e. from water-soluble clay bricks. There are developed several treatments how to consolidate the water-soluble matter: several chemical and one physical.

After the mineralogical study and characteristics of the "adobe" there was proposed for selected parts of buildings the use of ethyl silicate acid and this can react with other similar molecules, producing Si-O-Si bonds. The polymerisation creates a net of silica tetrahedra, which react with the OH groups present in the clay. The result is the consolidated water-insoluble "baked-film" on the brick surface (Chiari, 2000b).

Another important method of conservation treatment is the "barium method," originally proposed by Ferroni et al. (1969) and by Matteini (1991). The bricks are treated with ammonium carbonate, producing calcite and ammonium sulphate. The application of barium hydroxide fixes the sulphate ions and transform them into insoluble barium sulphate form. The process continues spontaneously into insoluble barium carbonate.

It is impossible to use the former treatments for a very large monuments, like a pyramid or a ziqurrat. For such a cases Agnew (1990) has suggested using geotextiles.

The problem of solidification of raw bricks was successfully solved even by ancient Babylonians. They used for the internal parts of the buildings simple water-soluble bricks from clay and mud. The external level of the buildings was covered by bricks with very sound consolidated surface. Iler (1979), Levey (1955) and others published theory that these bricks were made using geopolymerization. This process is based on polymerization nature of silicon. The suitable combination of SiO₂ and Al₂O₃ in presence of alkaline metals allows to create a very hard and durable anorganic polymer. Process does not require high temperatures.

DISKUSIA

Pozícia betliarskeho súvrstvia v geologickej stavbe gemerika

MILAN TRÉGER¹, PAVOL MALACHOVSKÝ², IVAN MESARČÍK³, JÁN KILÍK⁴ a FRANTIŠEK MIHÁĽ⁵

¹Štátny geologický ústav D. Štúra, regionálne centrum, Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves

²KERKO, a. s., Tomášikova 35, 040 01 Košice

³Ministerstvo životného prostredia SR, Nám. Ľudovíta Štúra 1, 812 35 Bratislava

⁴Správa Národného parku Slovenský kras, Brzotín

⁵Uranpres, s. r. o., Fraňa Kráľa 2, 052 01 Spišská Nová Ves

(Doručené 25. 9. 2002, revidovaná verzia doručená 6. 6. 2003)

Position of Betliar Formation in Gemicum geological structure

The Betliar Formation, as a part of Gelnica Group of the Early Paleozoic age, from metallogenic point of view belongs among the most productive formations of Gemicum. Formation is built up of black pelitic phyllites with layers and lenses of light crystalline limestones and calcareous phyllites of 50 to 300 m thickness. In the central and western part of Gemicum the limestones are metasomatically changed into siderites and ankerites (southern belt) or into dolomites to magnesites (northern belt). Besides the most important magnesite-talc deposits (Gemerská Poloma) and siderite deposits (Nižná Slaná – Kobeliarovo) there are known also another deposits and occurrences of stratiform sulphide and sulphide-base metal ores (Smolník, Bystrý Potok), occurrences of manganese ores, deposits and occurrences of antimony ores (Čučma).

Nowadays, position of Betliar Formation in Gemicum geological structure is interpreted in different ways. Some authors consider Betliar Formation as lowermost lithostratigraphic unit of Gemicum, or three times cyclic part of three main Gemicum formations (Vlachovo Formation, Bystrý Potok Formation and Drnava Formation) in the time interval Lower Devonian – Upper Carboniferous. For prognoses evaluation and final metallogenic conception, which are purposes of Metallogenic evaluation of the territory of Slovakia (VTP-160) and also the IGCP 443 Magnesite and talc project, unambiguous scheme of Gemicum geological structure and especially position of Betliar Formation is very important.

Our new interpretation is based on analyses of in detail explored deposits and deep boreholes confronted with geological map. We suppose following lithostratigraphic scheme of the central and western part of Gemicum:

- oldest formation is Gemerská Poloma Formation, built up of metarhyolite tuffs with layers of siliceous-sericite phyllites (thickness more than 1000 m)
- productive Betliar Formation lies over Gemerská Poloma Formation (thickness 250–1000 m)
- uppermost Vlachovo Formation is built up of variegated complex of volcanic and sedimentary rocks – mostly metarhyolite tuffs, metapelites and metapsammites of flysch evolution (thickness 1500–3000 m).

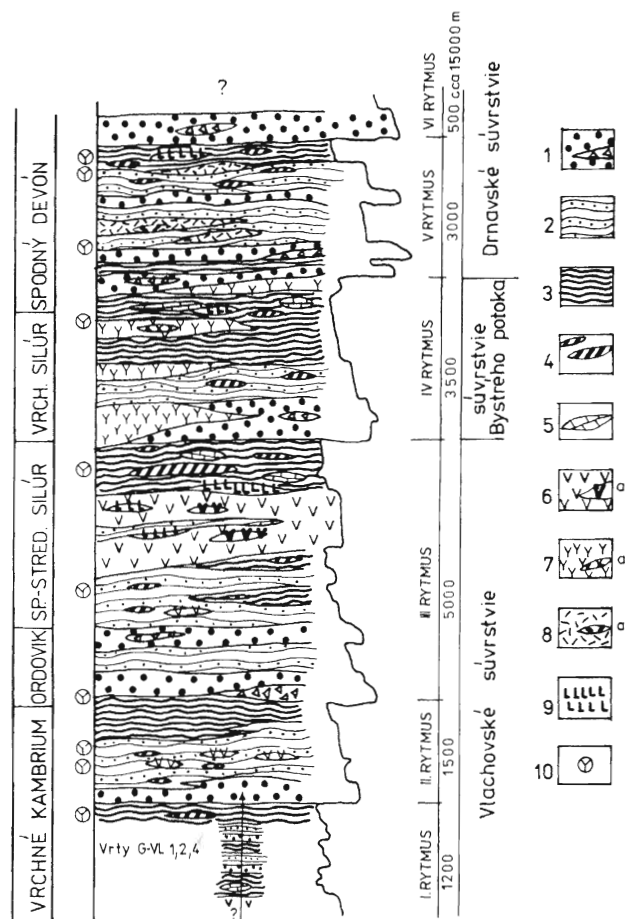
Key words: Betliar Formation, Gemicum, mineral resources, prognosis

Úvod

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v súčasnosti rieši viac geologických úloh, pri ktorých je poznanie geologickej stavby gemerika a pozície betliarskych vrstiev mimoriadne dôležité. Ide hlavne o vedecko-technický projekt *Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky* a o úlohu, ktorá je súčasťou medzinárodného geologického korelačného programu UNESCO/IUGS IGCP 443 *Magnetite and magnesite, project Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000* a niektoré ďalšie geologické úlohy.

V súčasnosti sa geologická stavba gemerika interpretuje rozdielne a je predmetom mnohých diskusií. Pre finálne

metalogenetické koncepcie a prognózne ocenenie, ktoré je hlavným cieľom geologickej úlohy *Metalogenetické hodnotenie územia SR*, je nevyhnutné poznať geologickú stavbu skúmaného územia. Na prognózne ocenenie magnetitovo-mastencovej mineralizácie (gemerskopolomský typ ložiska) treba nevyhnutne zistiť, či táto ekonomicky významná mineralizácia, viažuca sa na karbonáty betliarskeho súvrstvia, je v jednom alebo v troch litostratigrafických horizontoch staršieho paleozoika. Pri trojnásobnom opakovaní betliarskeho súvrstvia v staršom paleozoiku gemerika (vo vlachovskom, bystropotockom aj v drnavskom súvrství) možno odhadnúť trojnásobné prognózne zdroje surovín ako pri interpretácii betliarskeho súvrstvia ako jediného, neopakujúceho sa súvrstvia staršieho paleo-



Obr. 1. Litostratigrafická schéma gelnickej sekvencie (Snopko a Snopková, 1979, in Mahel, 1986). 1 – kremenité pieskovce – polohy drobnozrnitého zlepenca – orthoflyš, 2 – drobnolaminované kremenité fylity – subflyš, 3 – skrytovrstvové fylity – kryptoflyš, 4 – polohy lyditov, 5 – polohy karbonátov, 6 – paleodacity a paleoryolity, prevažne vulkanoklastiká: a – výlevné horniny, 7 – paleandezity, paleodacity, prevažne vulkanoklastiká: b – výlevné horniny, 8 – paleoryolity, prevažne vulkanoklastiká: c – výlevné horniny, 9 – paleobazalty a ich pyroklastiká, 10 – palynologicky spracované profily.

Fig. 1. Lithostratigraphic scheme of Gelnica Sequence (Snopko and Snopková, 1979, in Mahel, 1986). 1 – quartz sandstones – layers of fine-grained conglomerate – orthoflysch, 2 – fine-laminated quartz phyllites – subflysch, 3 – hidden-layer phyllites – cryptoflysch, 4 – lydites, 5 – carbonates, 6 – paleodacites and paleorhyolites, mainly volcanoclastics: a – effusive rocks, 7 – paleoandesites, paleodacites, mainly volcanoclastics: b – effusive rocks, 8 – paleorhyolites, mainly volcanoclastics: c – effusive rocks, 9 – paleobasalts and pyroclastics, 10 – palynologically processed profiles.

zoika. Keďže v betliarskom súvrství sú aj ložiská iných nerastných surovín (stratiformné sideritové rudy nižnoslansko-kobeliarovského typu, stratiformné pyritovo-medené rudy smolníckeho typu a i.), je prirodzené, že interpretácia pozície betliarskeho súvrstvia zásadne ovplyvní aj odhad prognózných zdrojov zrudnenia týchto typov. Preto sa domnievame, že pokiaľ nebude známa litostratigrafia a geologická stavba gemerika budú aj metalogenetické koncepcie a prognózy nerastných surovín iba na úrovni hypotéz neumožňujúcich optimálne metodicky

a vecne zamerať ďalší výskum a prospekciu na rozličné druhy nerastných surovín. Predpokladáme, že zjednotenie názorov na geologickú stavbu gemerika je aktuálne aj z hľadiska prípravy novej geologickej mapy Slovenska v mierke 1 : 200 000.

Pretože v ostatných rokoch sa analyzovalo viac prác s výsledkami prieskumu ložísk nerastných surovín v centrálnej a západnej časti gemerika, pokúsime sa prispieť do diskusie o pozícii betliarskych vrstiev v staršom paleozoiku gemerika a o jeho stavbe.

Prehľad názorov na pozíciu betliarskych vrstiev

Betliarske súvrstvie je vodiacim horizontom litostratigrafickej sekvencie staršieho paleozoika gemerika. Fusán a Máška (1956) ho ako prví nazvali betliarske vrstvy, potom ich na litostratigrafické rozčlenenie gelnickej série použil Snopko (1957) a označil ich ako vrchnú časť gelnickej skupiny. Neskôr Snopko (1974) pokladal vymedzené betliarske vrstvy za fáciu vyskytujúcu sa v rôznych stratigrafických horizontoch.

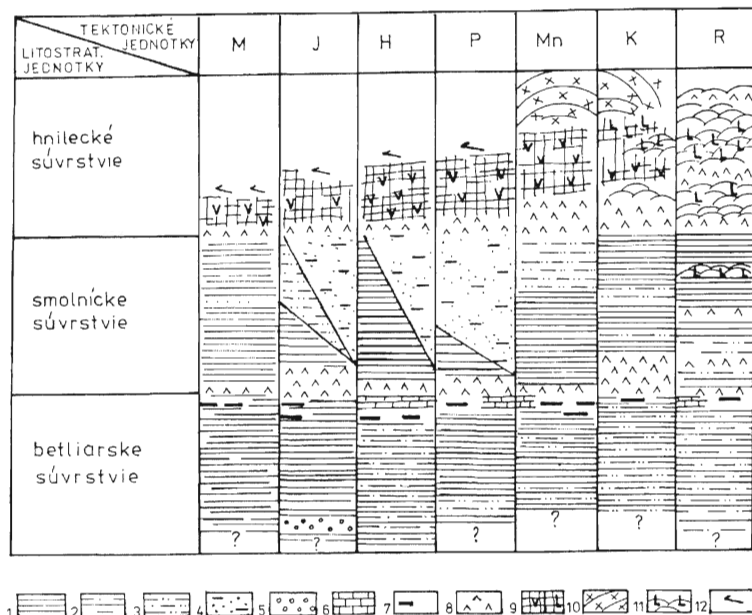
Betliarske súvrstvie je súčasťou gelnickej skupiny gemerika. Ide o súvrstvie s prevládajúcimi pelitickými tmavými sericiticko-chloritickými a grafitickými fylitmi, lokálne s konkréciami pyritu. Miestami sú zastúpené piesčité fylity, pieskovce až kremence. V betliarskych vrstvách je niekoľko polôh tmavých lyditov hrubých 20–50 m. V blízkosti lyditov vystupujú vo viacerých horizontoch šošovky a polohy svetlého kryštalického vápna a vápnitých fylitov hrubých od niekoľkých metrov do 50–300 m. V západnej časti gemerika je vápenec metasomaticky zmenený na ankerit a siderit (južný pruh) alebo na dolomit až magnezit (severný pruh). Miestami sa vo vápenci vyskytujú Mn rudy. V betliarskom súvrství sú známe pyritovo-chalkopyritové resp. pyritovo-polymetalické ložiská (Smolník, Bystrý potok).

– O. Fusán (1961, in M. Mahel et al., 1967) v gelnickej skupine vyčlenil viac synklinálnych pruhov betliarskych vrstiev, medzi ktorými v antiklinálnych pruhoch vystupujú vlachovské a pačianske. Vlachovské a pačianske vrstvy zaradil do kambroordovika a betliarske do silúru. Priebeh synklinálnych pruhov betliarskych vrstiev je zobrazený v publikovanej geologickej mape ČSSR v mierke 1 : 200 000 (1963) a 1 : 500 000 (1967).

– Ivanička a Snopko (in Bajanič et al., 1984) v geologickej mape Slovenského rudohoria-východná časť členia gelnickú skupinu (kambrium-spodný devón) na drnavské (spodný devón), bystropotocké (vrchný silúr) a vlachovské súvrstvie (spodný silúr – stredný silúr až ordovik – vrchné kambrium).

Vo vrchnej časti každého z týchto troch súvrství predpokladajú (l. c.) zastúpenie betliarskych vrstiev s grafitickými a sericiticko-grafitickými fylitmi, metalyditmi a kryštalickými vápencami, miestami zmenenými na ankerit a siderit (v drnavskom a bystropotockom súvrství) a na ankerit, siderit, magnezit a dolomit v najspodnejšom vlachovskom súvrství.

– Analogické členenie gelnickej skupiny južného gemerika ako Ivanička a Snopko in Bajanič et al. (l. c.) prijal Vozár a Vozárová v Geologickej mape Slovenska



Obr. 2. Stratigrafická tabuľka predkarbónskych sekvenčí gemerika (sensu Grecula, 1982, in Maheľ, 1986). Príkrovy: M – medzevský, J – jedľovecký, H – humelský, P – prakovský, Mn – mníšanský, K – kojšovský, R – rakovecký. Č – črmelský. 1 – pelity, siltovce, 2 – laminovaný, peliticko-psamitický vývin, 3 – drobnorytmický distálny flyš, 4 – hruborytmický proximálny flyš, 5 – gravelity, 6 – karbonáty, 7 – lydity – vulkanosilicity, 8 – bimodálne vulkanity, 9 – pyroklastiká: kyslé (a), intermedie (i), bazické (b), 10 – ryolity, 11 – bazické efúzia a ich tufy, 12 – tektonická alebo erózná hranica.

Fig. 2. Lithofacial evolution of Lower Paleozoic in the frame of Variscan nappes of the Gemericum (Grecula, 1982, in Maheľ, 1986). Nappes: M – Medzev, J – Jedľovec, H – Humel, P – Prakovce, Mn – Mníšek, K – Kojšov, R – Rakovec. Lithology: 1 – pelites, siltstones, 2 – laminated pelitic-psammitic evolution, 3 – fine rhythmic distal flysch, 4 – rough rhythmic proximal flysch, 5 – gravelstones, 6 – carbonates, 7 – lydites, volcanosilicites, 8 – bimodal volcanism, 9 – pyroclastics: acid (a), intermediate (i), basic (b), 10 – rhyolites, 11 – basic effusives and their tuffs, 12 – tectonic or erosion boundary.

1 : 500 000 (Biely et al., 1996), keď vyčlenili drnavské (spodný devón), bystropotocké (vrchný silúr) a vlachovské súvrstvie (vrchné kambrium – spodný silúr) so zastúpením karbonátov a lyditov vo vrchnej časti každého z nich.

– Odlišný názor na litostratigrafiu a geologickú stavbu gemerika publikoval Grecula et al. (1995). Podľa nich je betliarske súvrstvie s lyditmi a karbonátmi najspodnejšou litostratigrafickou jednotkou staršieho paleozoika gemerika, nad ktorou vystupuje smolnícke súvrstvie (súvrstvie zelených fylitov) a najvyššie hnilecké súvrstvie (vulkanické súvrstvie).

– Maheľ (1986) pri analýze dvoch odlišných koncepcií litostratigrafie gelnickej skupiny gemerika uvádza, že sa stavba pri aplikácii litostratigrafickej schémy Snopka a Snopkovej (1979, in Bajaník et al., 1984) javí ako nápadne jednoduchá, bez výraznejšieho uplatnenia horizontálnych presunov a prešmykov, čo protirečí základnému tektonickému štýlu bridlicového pásma (*slate belt*), typickému pre gemerické paleozoikum. Za najväčšiu slabosť koncepcie Grecula (1982) považuje Maheľ (1986) nerešpektovanie palynologicky potvrdených rozdielov vo veku betliarskeho súvrstvia a jeho zaradenie ako najstaršieho člena gelnickej skupiny do pozície preflyša, ako aj preceňovanie významu hercýnskeho vrásnenia a nedocenenie alpínskeho vrásnenia ako hlavného tvorcu štruktúrneho plánu gemerika.

Pozícia betliarskeho súvrstvia v ložiskách nerastných surovín a v hlbokých vrtoch

V ostatných 30–40 rokoch sa v staršom paleozoiku gemerika preskúmali mnohé, prevažne rudné ložiská, na ktorých sa geologická stavba overila viacerými technickými prácami (vrtmi, banskými dielami), a mnohé sa v minulosti intenzívne exploatovali. Informácie o superpozícii litologických súvrství budujúcich okolie preskúmaných alebo ťažených ložísk a o ich štruktúrnych pomeroch bu-

deme pri interpretácii geologickej stavby staršieho paleozoika pokladať za nosné piliere. Predpokladáme, že informácie z ložísk doplnené o geologické informácie z hlbokých štruktúrnych vrtov spolu s údajmi z geologických máp, geofyzikálneho, geochemického, štruktúrne-tektonického, palynologického a geochronologického výskumu môžu pomôcť spresniť poznatky o mimoriadne zložitej stavbe gemerika.

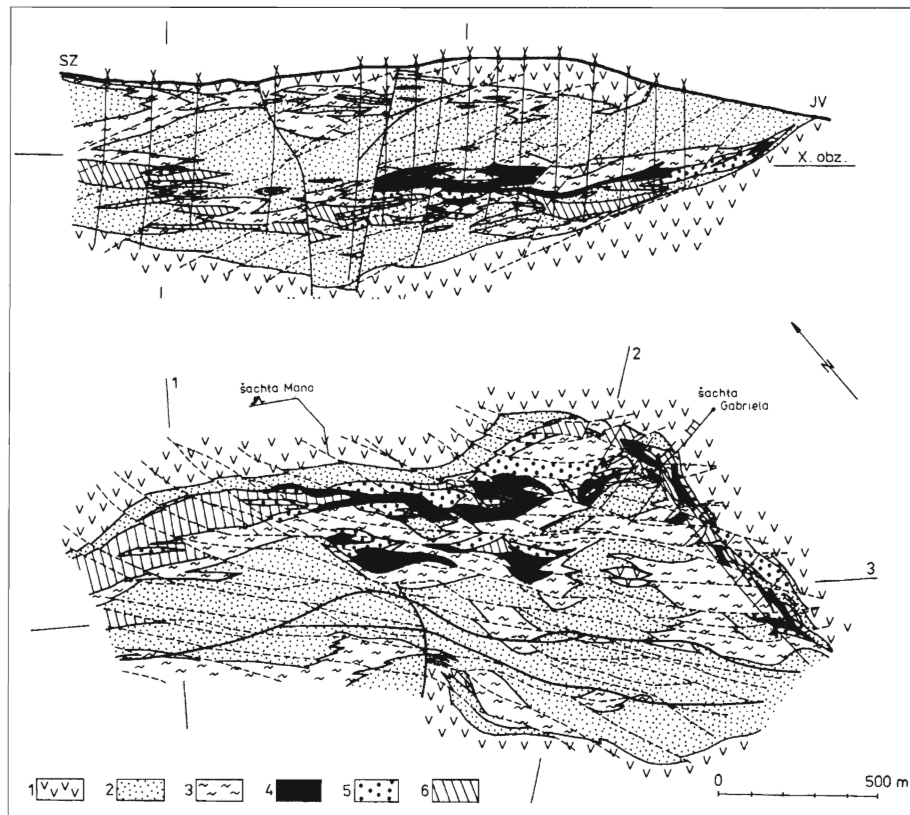
Ložisko Nižná Slanda-Kobeliarovo

Geologickú stavbu ložiska metasomatického sideritu ilustruje obr. 3, 4 a 5. Ložisko sa nachádza na ploche okolo 15 km² a je preskúmané viac ako 100 vrtmi a banskými dielami. Sled horninových komplexov (bez stratigrafického zaradenia) odspodu nahor je nasledujúci (Lörincz et al., 1988):

– Podložný porfýroid s polohami sericiticko-kremenitého tufitického fylitu tvorí podložie produktívneho súvrstvia.

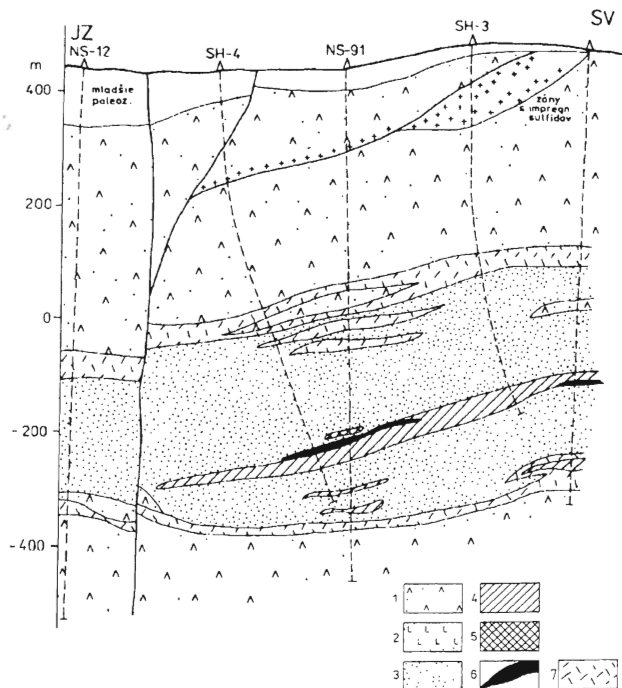
– Podložné čierne a sivé fylity s menšími polohami tufogénneho fylitu. Súvrstvie tvorí bezprostredné podložie karbonátových telies. Styk s podložným porfýroidom je tektonický.

– Ložiskové súvrstvie, ktoré sa vyvíja pozvoľným prechodom a tvoria ho polohy metasomatického sideritu a ankeritu, ďalej rozličné textúrne variety mramoru s bituminóznou prímесou, sericitom, kremeňom a s menšími vložkami sivého až čierneho fylitu s lyditom, ktorý niekedy obsahuje aj tufogénnu prímес. Na veľkej časti ložiskového územia je nad sebou niekoľko telies karbonátov. Pôvodné horniny ložiska tvoril komplex karbonátov, ale nie každý horizont má typické znaky biohermnej sedimentácie. Tieto znaky ostali zachované aj po epigenetickej sideritovo-ankeritovej metamorfóze, hlavne v textúre hornín, v hrúbke a v rozsahu karbonátových telies. Tvarom pripomínajú pôvodné biohermy, hlavne karbonátové telesá s veľkou hrúbkou.



Obr. 3. Pozdĺžny a horizontálny geologický rez sideritovým ložiskom Nižná Slaná – Mano-Gabriela na úrovni 10. horizontu (+196 m n. m.) podľa Vargu (1967, in Grecula et al., 1995). 1 – porfyroid, 2 – sivé a čierne fylity s vložkami metapieskovca, 3 – čierne fylity s lyditi, dolomitický vápenec, 4 – siderit, 5 – ankerit, dolomit, 6 – vápenec, mramor, dolomitický vápenec.

Fig. 3. Longitudinal and horizontal geological cross-sections through the siderite deposit Nižná Slaná – Mano-Gabriela in the level of 10th horizon (altitude +196 m) according to Varga (1967) in Grecula et al., 1995. 1 – porphyroid, 2 – black phyllite with the intercalations of metasandstone, 3 – black phyllite with lydite, 4 – siderite, 5 – ankerite, dolomite, 6 – limestone, marble, dolomite limestone.



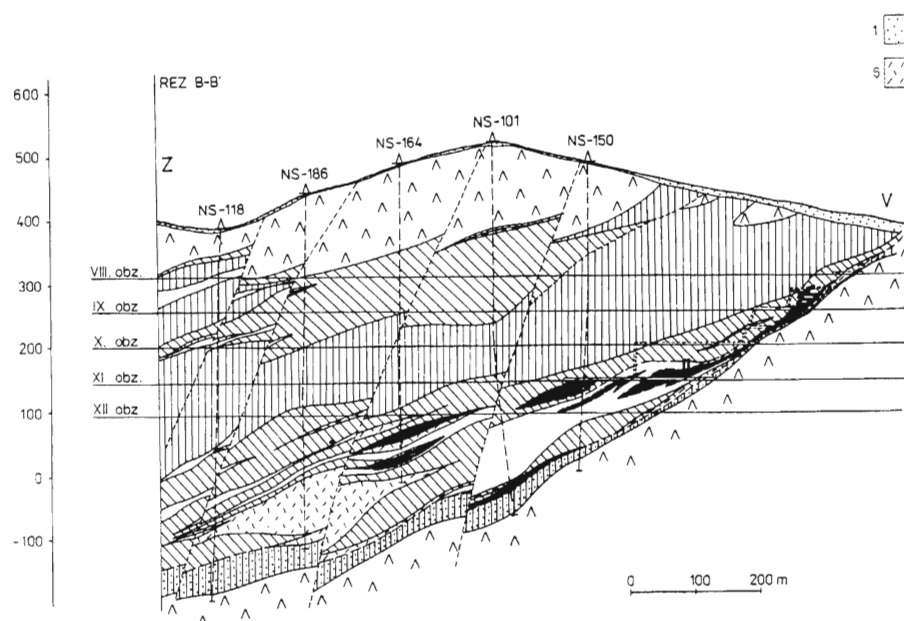
Obr. 4. Poklesávanie a vyklňovanie sideritového ložiska Nižná Slaná južným smerom do hĺbky cca 700 m (Lörincz, 1988, in Grecula et al., 1995). 1 – porfyroidy, 2 – čierne fylity s lyditi, 3 – sericitické fylity, 4 – vápenec, 5 – ankerit, 6 – siderit, 7 – sericiticko-chloritický fylit.

Fig. 4. Descending and fading-out of the siderite deposit Nižná Slaná to the depth app. 700 m (Lörincz, 1988 in Grecula et al., 1995). 1 – porphyroid, 2 – black phyllite with lydite, 3 – sericitic phyllite, 4 – limestone, 5 – ankerite, 6 – siderite, 7 – chlorite-sericite phyllite.

– Súvrstvie nadložných klastík s nadložnou polohou čiernych fylitov s početnými polohami metalýditu a s vrstvičkami tufitického sericitického fylitu sa vyvíja z ložiskového súvrstvia postupne. Obsahuje ojedinelé polohy tufogénneho porfyroidu. V priamom nadloží karbonátových telies sa na prevažnej časti ložiskového územia nachádza poloha bituminóznych čiernych grafitických metalýditov, ktoré sa veľmi často ešte od podložia striedajú s menšími karbonátovými telesami alebo sa vyskytujú aj uprostred karbonátov. Z bituminózneho polohy sa pozvoľne vyvíja väčšinou jemný psamitický sericitický fylit s kolísavým obsahom organického pigmentu. Sú v ňom menšie vložky porfyroidov. V nadložnej časti súvrstvia je druhá „nadložná“ poloha karbonátov, ktorá na rozdiel od ložiskového súvrstvia nemá znaky biohermy. Ich celková hrúbka je maximálne 20 m a sú aj menej rozšírené. Spreádzajú ich čierne fylity s lyditi (kde sa vyskytujú aj polohy masívnych arzenopyritov) a na južnom svahu Rimbergu boli predmetom kutania aj ťažby v železnom klobúku. Sideritové zrudnenie má iba minimálny rozsah.

– Nadložné porfyroidy sa vyvinuli z predchádzajúceho súvrstvia pozvoľným prechodom. Jeho báza vo vzťahu k členom predchádzajúceho súvrstvia nie je všade v rovnakej výške a medzi obidvomi je zdanlivá diskordancia.

Základnou tektonickou štruktúrou rudného poľa je asymetrická antiklinála smeru V–Z s miernym južným a strmým severným krídlom. Jadro antiklinály tvorí hrubý komplex podložných porfyroidov s polohami sericiticko-kremitého tufitického fylitu, na ktorom je produktívne betliarske súvrstvie tmavých fylitov s karbonátmi (mramo-



Obr. 5. Priečný rez (B-B') sideritovým ložiskom Nižná Slaná, východná časť Gabriela (Mihók, 1994: s použitím podkladov ŽB Nižná Slaná a GP Spišská Nová Ves, in Grecula et al., 1995). 1 – sutina, 2 – porfýroid, 3 – sivé a čierne fylity, 4 – čierne fylity s vložkami lydítov, 5 – vápenec, 6 – ankerit, 7 – siderit, 8 – podložný sericitický fylit, 9 – zlomy, 10 – vrt a banské práce.

Fig. 5. Transversal cross-section (B-B') of siderite deposit Nižná Slaná, eastern part Gabriela (Mihók, 1994: using materials of ŽB Nižná Slaná and GP Spišská Nová Ves, in Grecula et al., 1995). 1 – debris, 2 – porphyroid, 3 – black and grey phyllites, 4 – black phyllites with lydite intercalations, 5 – limestone, 6 – ankerite, 7 – siderite, 8 – underlying sericite phyllite, 9 – fault, 10 – drill and mining works.

rizované vápence, ankerity, siderity), lyditi a s ojedinelými polohami tufogénneho porfýroidu. Na produktívnom súvrství hrubom 300–400 m sa nachádzajú nadložné porfýroidy hrubé 100–400 m.

Analýza geologických pomerov ložiska potvrdila opodstatnenosť starších názorov o takejto superpozícii súvrství: spodné porfýroidy → produktívne betliarske súvrstvie → vrchné porfýroidy. Úvahy o pozícii betliarskeho súvrstvia ako najstaršieho člena staršieho paleozoika sa na tomto

ložisku nepotvrdili ani technickými prácami, napr. vo vrte GVL-3 a i.

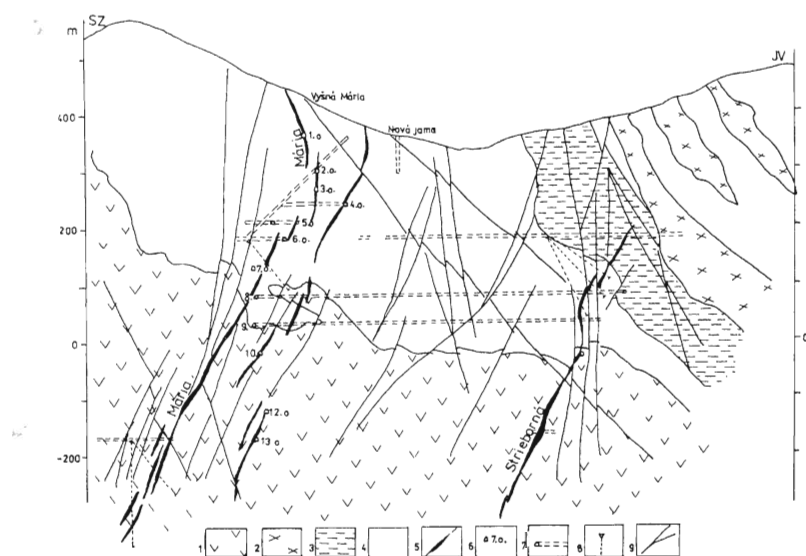
Ložisko Rožňava, Rožňava-Mária a Rožňava-Strieborná žila

Na ložisku Rožňava (sideritové ložiská masívu Turecká) vystupujú hlavne porfýroidy, ktoré na najspodnejších obzoroch banského systému pozvoľne prechádzajú do sivých, v menšej miere zelených sericitických fylitov a miestami do metapyroklastík.

Geologickú stavbu ložiska Rožňava-Mária a Rožňava-Strieborná žila dokumentuje obr. 6 (Mesarčík et al., 1996). Superpozícia pestrých peliticko-aleuriticko-psamitických metaklastík (sericitické fylity, metapsamity kremenného zloženia, kvarcité a sericitické fylity, mikrokonglomeráty) na hrubom komplexe „vrchných“ porfýroidov pozíciu metavulkanitov ako najvyššieho a najmladšieho člena tzv. hnileckého súvrstvia na tomto ložisku nepotvrdzuje.

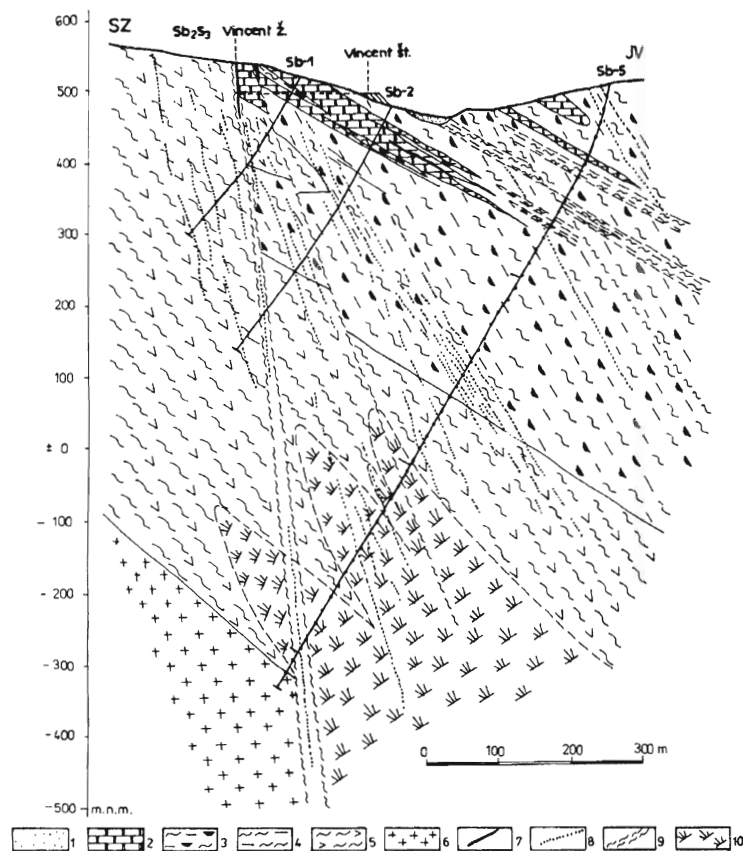
Ložisko Čučma a okolie

Výskum Pecha (1982) na čučmianskom ložisku a v jeho okolí preukázal pozíciu betliarskeho súvrstvia vo vzťahu k podložným porfýroidom a gemerickým granitom (obr. 7). Do podložných porfýroidov avoriacich jadro antiklinálnej štruktúry intrudovali gemerické granity. Na podložných porfýroidoch sú s mier- nym sklonom na JV uložené čierne metapelite, lydity a karbonáty betliarskeho súvrstvia. Žilné štruktúry s antimonitovým (aj Au) zrudnením – Vincent, Gabriela, Klement – sú vyvinuté na strmých tektonických líniiach s poklesom južných blokov. Zreteľná je kontaktná meta-



Obr. 6. Priečný geologický rez sv časťou ložiska Rožňava-Mária a Rožňava-Strieborná žila (Mesarčík et al., 1996, in Grecula et al., 1995). 1 – porfýroid, 2 – keratofýrové metapyroklastikum, 3 – sivé až čierne sericitické (± grafitické) fylity, 4 – metapsamity a svetlé sericitické fylity, 5 – rudné žily, 6 – označenie banského obzoru, 7 – banské diela, 8 – podzemné vrt, 9 – zlomy.

Fig. 6. Geological cross-section through the north-eastern part of ore segment Rožňava-Mária (Mesarčík, 1994, in Grecula et al., 1995). 1 – porphyroid (eyed metapelite), 2 – keratophyre metapyroclastics, 3 – grey and black phyllite, 4 – sericitic light phyllite, 5 – ore vein, 6 – mining level, 7 – workings, 8 – borehole, 9 – fault.



Obr. 7. Priechny geologický rez Sb ložiskom Vincent v Čučme (Pecho, 1982, in Grecula et al., 1995). 1 – sutina, 2 – karbonát, 3 – čierny metapelit, lydit, 4 – zelenkavé fylity, 5 – porfyroidy, 6 – žulový porfýr, 7 – kremenné žily, 8 – zlom, 9 – rudonosné zlomy, 10 – kontaktné metamorfované horniny.

Fig. 7. Transversal geological cross-section of Sb-deposit Vincent near Čučma village (Pecho, 1982, in Grecula et al., 1995). 1 – debris, loam, 2 – carbonate, 3 – black metapelite-lydite, 4 – greenish phyllite, 5 – porphyroid, 6 – granitic porphyry, 7 – quartz veins, 8 – fault, 9 – ore-bearing fault, 10 – contact metamorphites.

fyroidy, a v prípade vrtu RS-1 aj gemerické granity.

Ložisko Gemerská Poloma

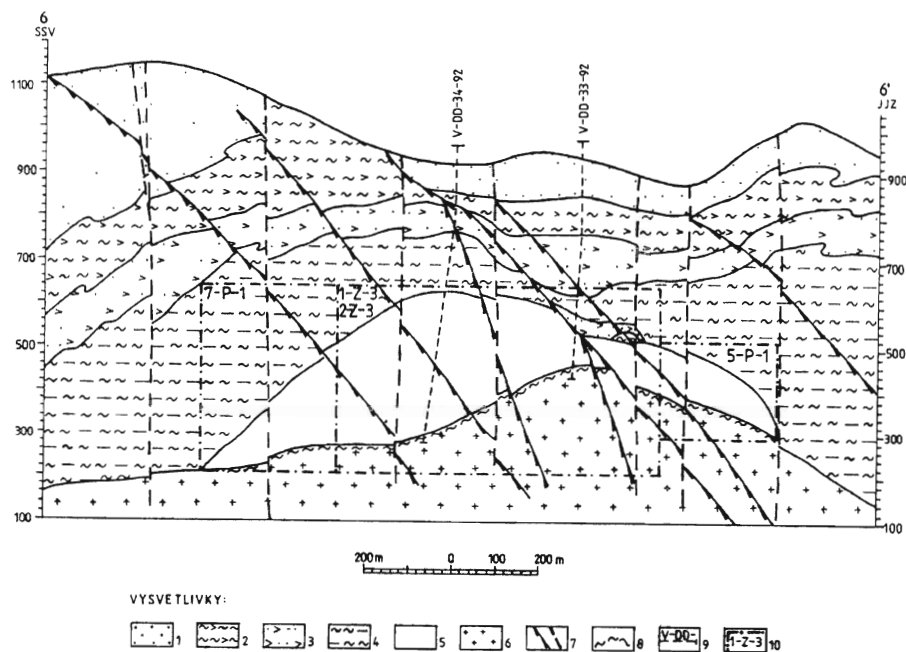
Veľké mastencové ložisko Gemerská Poloma bolo v rokoch 1987–1995 preskúvané povrchovými vrtmi v dĺžke okolo 3 km a do hĺbky 700–1000 m. Prieskum zhodnotil Malachovský et al. (1992) a Kilík et al. (1995) overili aj geologickú stavbu okolia ložiska (obr. 8). Vrt DD-33 a DD-34 overili nasledujúcu superpozíciu súvrství (odspodu nahor):

- granitové súvrstvie,
- steatitizované karbonátové teleso (magnezit, dolomit, mastenec),
- súvrstvie laminovaných fylitov,
- vulkanické súvrstvie – podložné zelené porfyroidy, nadložné metapyroklastiká, meta-keratofýrové tufy a tufity,
- flyšové súvrstvie – metamorfované psamitické resp. pelitické sedimenty.

Analógickú superpozíciu súvrství uvádza aj Malachovský (1992) z oblasti Henclová-Surovec (obr. 9).

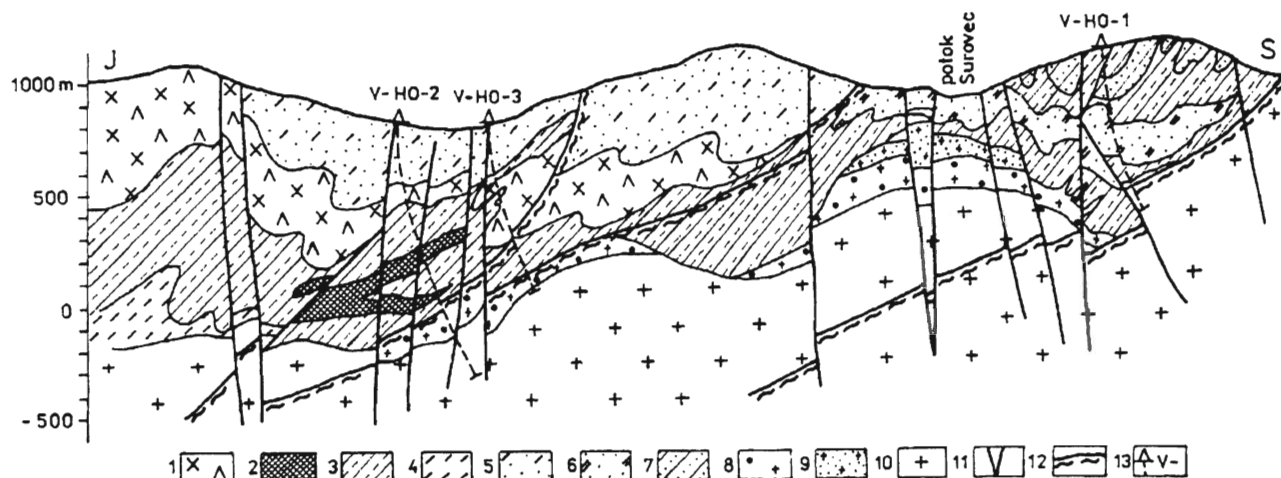
morfóza overená v exokontakte gemerických granitov vo vrte Sb-5.

Geologickú interpretáciu podložných porfyroidov v jadre antiklinálnej štruktúry potvrdzuje aj štruktúrny vrt RS-1 (1380 m) a GČ-2 (802 m), ktoré overovali podložné por-



Obr. 8. Geologický rez strednou časťou ložiska (Kilík et al., 1995). 1 – flyšové súvrstvie (metamorfované psamitické resp. pelitické sedimenty), 2 a 3 – vulkanické súvrstvie (metapyroklastiká a meta-keratofýrové tufy a tufity, resp. podložné zelené porfyroidy), 4 – súvrstvie laminovaných fylitov (laminované metaklastiká), 5 – steatitizované karbonátové teleso (magnezit, dolomitický magnezit, mastenec), 6 – podložné granity, 7 – tektonické poruchy (prešmyky, zlomy), 8 – násunové línie, 9 – vrt, 10 – označenie a hranice blokov zásoby.

Fig. 8. Geological cross-section through the central part of deposit (Kilík et al., 1995). 1 – flysch formation (metamorphosed psammite and pelite sediments), 2 and 3 – volcanic formation (metapyroclastics and metakeratophyre tuffs and tuffites, or green base porphyroids), 4 – formation of laminated phyllites (laminated metaklastics), 5 – steatitized carbonate body (magnesite, dolomitic magnesite, talc), 6 – base granites, 7 – faults, 8 – overthrusts lines, 9 – boreholes, 10 – designation and borders of reserve blocks.



Obr. 9. Geologický profil granitového telesa a mastencovej polohy v oblasti Henclová-Surovec (Malachovský, 1992, in Grecula et al., 1995). 1 – metarhyolitové pyroklastiká a metarhyolit, 2 – steatitizovaný magnazit, 3 – laminovaný fylit, 4 – jemnolaminovaný čierny fylit, 5 – metapsamit s vložkami sivých fylitov, 6 – metapsamit s vložkami zelených fylitov, 7 – laminovaný zelený fylit s vložkami metapsamitov, 8 – strednozrný biotitovo-muskovitický granit, 9 – strednozrný Li-F granit, 10 – hrubozrný muskovitovo-biotitový granit, 11 – zlom, 12 – prešmyk, 13 – vrt.

Fig. 9. Geological profile through the granite body and talc attitude in the Henclová-Surovec area (Malachovský, 1992 in Grecula et al., 1995). 1 – metarhyolite pyroclastics and metarhyolite, 2 – steatitized magnesite, 3 – laminated phyllite, 4 – fine-laminated black phyllite, 5 – metapsamite with intercalations of grey phyllite, 6 – metapsamite with intercalations of green phyllite, 7 – laminated green phyllite with intercalations of metapsamite, 8 – medium-grained biotite-muscovite granite, 9 – medium-grained Li-F-granite, 10 – coarse-grained muscovite-biotite granite, 11 – fault, 12 – overthrust fault, 13 – drill.

Litostratigrafická schéma staršieho paleozoika gemerika v jeho centrálnej a západnej časti

Na základe analýzy geologickej stavby ložiska Nižná Slaná-Kobeliarovo, Rožňava-Mária, Rožňava-Strieborná žila, Čučma a Gemerská Poloma, ako aj hlbokých vrtov (SV-1, PSS-1, RS-1, DD-36, GČ-1, GČ-2, DD-3, DD-5, DD-18, GVL-1, GVL-2, GVL-5) a geologickej mapy v mierke 1 : 50 000 (Bajaník et al., 1984) bolo zostavených päť geologických rezov v mierke 1 : 50 000, z ktorých vyplýva nasledujúca predstava litofaciálneho vývoja staršieho paleozoika v centrálnej a západnej časti gemerika (obr. 10):

– Najstarším súvrstvom staršieho paleozoika je gemersko-poloméské súvrstvie budované prevažne metarhyolitovými tufmi a tufitmi (tzv. podložné porfyroidy) s polohami kremito-sericitických fylitov hrubých vyše 1000 m. Overilo ho viac vrtov a banských diel na sideritovom ložisku Nižná Slaná-Kobeliarovo a hlboký vrt RS-1, GČ-2, GVL-1, GVL-3, GVL-5, Sb-1, 2, 3 a 5. Najspodnejšie časti súvrstvia nie sú známe.

– Betliarske súvrstvie je uložené nad gemersko-poloméskym a buduje ho pestrý komplex prevažne tmavých metapelitov s polohami a šošovkami lyditov, karbonátov a ojedinele aj metavulkanitov. Hrúbka súvrstvia je 250–1000 m.

Kedže v súvrství vystupujú ekonomicky významné ložiská sideritu (Nižná Slaná-Kobeliarovo), mastenca (Gemerská Poloma), ale aj menej významné ložiská a výskyty Sb rúd (Betliar-Čučma), stratiformných Cu a pyritových rúd (Čučma, Balochova hoľa, Bonaventúra), Mn rúd (Betliar, Čučma, Bystrý potok) a i., možno ho nazvať produktívnym súvrstvom staršieho paleozoika.

Betliarske súvrstvie je detailne overené v ložisku Nižná Slaná-Kobeliarovo a v jeho okolí (vrty GVL-1 až 5), Čučma (vrt Sb-1 až 5 a GČ-1), Gemerská Poloma (vrty DD-3 až DD-40) a geologicky ho zmapoval Malachovský a Dianiška (1983) v severnom (Hanková – Volovec) aj južnom pruhu (Nižná Slaná – Betliar – Čučma – Bystrý potok).

– Starovodské súvrstvie je v nadloží betliarskeho súvrstvia, dosahuje hrúbku 1500–3000 m a buduje ho pestrý komplex vulkanických aj sedimentárnych hornín, prevažne metarhyolitových tufov a tufitov, lokálne metarhyolitov, metapelitov a metapsamitov, lokálne metapsefitov, lyditov (flyšový komplex). Faciálny prechod zo sedimentov do vulkanitov je postupný a v súvrství možno pozorovať viacnásobné vystupovanie vulkanitov vo flyšovom komplexe. V nadloží betliarskeho súvrstvia, zväčša na báze starovodského súvrstvia, vystupujú vulkanity (tzv. vrchné porfyroidy). Prechod z betliarskeho do starovodského sprostredkujú sedimenty (metapsamity a metapelity). Starovodské súvrstvie je detailnejšie overené v ložisku Nižná Slaná-Kobeliarovo (tzv. vrchné porfyroidy), vo vrte GVL-1 až 5, na ložisku Rožňava-Mária, Rožňava-Strieborná žila, Gemerská Poloma (vrt DD-3 až 40) a v okolí (vrt V-HO-1 až V-HO-3), ďalej v hlbokom vrte SV-1 (1772 m) pri Starej Vode a inde.

– V nadloží starovodského súvrstvia vystupuje rakovecká skupina s litologickou náplňou v zmysle Bajaníka et al. (1984), t. j. v členení na štóske, smrečinské a sykavské súvrstvie pravdepodobne strednedevoňského až vrchnodevoňského veku. Ide o 1000–2000 m hrubé súvrstvie flyšoidného charakteru s prevahou fylitov a s vysokým podielom bazaltov, ich tufov a tufitov.

Špecifickým problémom interpretácie geologickej stavby je stratigrafické zaradenie súvrství staršieho paleozoika.

Litostratigrafické jednotky	Litofaciálny vývoj	Hrúbka (m)	Útvar	Litológia
rakovecké súvrstvie		> 1000	D ₂₋₃ (?)	Metabasality, ich tufty a tuffy, metapsamity, metapelite
starosódké súvrstvie		1500 – 3000	S ₂ -D ₁ (?)	Vulkanickosedimentárny komplex, metayolitových tufov a tuftov ("vrchné porfyroidy") v striedaní s flyšovými metapsamitami a metapelitmi, lokálne s polohami metapelite a lyditov
betliarske súvrstvie		500 – 1500	S ₁₋₂ (?)	Emavé chlorníčko-sericitické grafitcko-sericitické a i. fylity s polohami lyditov, karbonátov (vapence, dolomity, siderity, magnézity) a metavulkanitov (produkívne súvrstvie)
gemerskopolské súvrstvie		> 1000	C _m -O (?)	Metayolitové tyf. a tufty s polohami fylitov ("podložné porfyroidy")

Obr. 10. Litofaciálny vývoj staršieho paleozoika v centrálnej a západnej časti gemerika.

Fig. 10. Lithofacies development of the Early Paleozoic in central and western part of Gemericum.

Napriek tomu, že Snopková a Snopko (1979) a i. na základe palynologických výsledkov súvrstvia stratigraficky zaradujú od vrchného kambria až po spodný devón, zaradenie je pre značné rozdiely v tektonickej interpretácii geologickej stavby sporné. Platí to napr. o zaradení produktívneho betliarskeho súvrstvia (s karbonátmi) overeného vo vrte GVL-1, 2, 4 a 5 do vrchného kambria (I. rytmus), lebo analogické súvrstvie na povrchu sa zaraďuje do spodného až stredného silúru (v pruhu Gočovo – Súľová) alebo až do vrchného silúru (karbonáty na nižnoslanskom ložisku) resp. do spodného devónu (Železník).

Vzhľadom na štatisticky málo významné súbory palynologicky definovaných profilov (vzoriek) a široké stratigrafické rozpätie je stratigrafické členenie staršieho paleozoika naďalej predmetom diskusií, a teda otvorenou otázkou, ktorej treba venovať viac pozornosti. Veľmi pravdepodobné je zaradenie produktívneho betliarskeho súvrstvia (s karbonátmi a lyditmi) do silúru, ale stratigrafické definovanie podložného gemerskopolského súvrstvia by si zaslúžilo ďalší výskum umožňujúci jeho zaradenie (do ordovika?, do kambria?). Nové práce Vozárovej, Sotáka, Ivaničku (1999) poukazujú na vek lyditových obzorov v okolí Henclovej a Zlatého stola v rozpätí ordovik – spodný silúr. Pokladáme za účelné pokračovať vo výskume v oblasti Železníka (D₁?), vo vrte GVL-1 až 5, v oblasti Čučmy, Kojšovskej hole – Zlatej Idky (lyditové obzory).

Tektonická interpretácia

Mahel' (1986) za najmohutnejší štruktúrny element gemerika považuje megaantiklinálu Volovca, v ktorej sa vynára jeho jadrová časť tvorená gelnickou sekvenciou a granitmi. V severnom krídle megaantiklinály Volovca vystupuje rakovecká sekvencia, ojedinele karbónske a permské členy, na južnom štóске a rožňavské súvrstvie. Popri prevažne antiklinálnom charaktere stavby s rozsiahlym granitoidným telesom v jadre hlavným znakom

jej hlbinej etáže je kliváž S₂ regionálneho rozsahu a strmé severovergentné prešmyky (pri okrajoch).

Na geologickú stavbu a tektonické štruktúry staršieho paleozoika gemerika sú dva odlišné pohľady:

– Snopko (1980) vo svojej koncepcii kliváži S₂ pripisuje iba naložený charakter, neovplyvňujúci základný štýl stavby, ale Mahel' (1986) poukazuje na priestory v megaantiklinále Volovca, kde je zjavný symetrický vzťah kliváže S₂ k prešmykom a izoklinálnym vrásam.

– Grecula (1969, 1974) v gelnickej skupine najskôr vyčleňoval čiastkové jednotky oddelené severovergentnými prešmykmi, neskôr (1983, 1995) presunovými líniami príkrovov; od S na J je to črmel'ský, rakovecký, kojšovský, mnišanský, prakovský, humenský a jedľovecký príkrov. Každý z týchto príkrovov sa vyznačuje charakteristickými litofáciami vrátane vulkanických hornín s pribúdaním bazaltov

na S a s výraznejším vplyvom granitoidov v južnejších príkrovoch. Násun jednotlivých príkrovov je iba niekoľko km. Príkrovové plochy sa na povrchu javia ako prešmyky, ktoré podľa geofyzikálnych údajov v hĺbke 2–4 km vykazujú miernejší sklon až po koreňovú zónu príkrovu gemerika zakoreneného v pripanónskej jazve rožňavskej línie (Grecula a Roth, 1978).

Opísaný tektonický štýl, a to nielen vrásy, ale aj kliváž S₂ a príkrovy Grecula považuje za *hercýnske* a opiera sa o odlišný tektonický štýl nadložného mezozoického sledu formy veľkoplošných ohybov. Mahel' (1986) predpokladá, že práve slabšie prevrásnenie mezozoických členov viedlo k podceneniu účinkov alpínskeho vrásnenia. Vierohodnosť tejto koncepcie preto oslabuje:

– málo presvedčivá stratigrafická základňa, najmä zaradenie betliarskych vrstiev ako najstaršieho člena gelnickej sekvencie,

– nedocenenie hlavnej úlohy alpínskeho vrásnenia, a to aj pri tvorbe regionálnej kliváže S₂, preukázanej v opísanej južnej okrajovej zóne a ešte výraznejšie pri severogemerickkej synklinále,

– nedocenenie štruktúrotvornej úlohy granitoidov.

Preto Mahel' (l. c.) predpokladá alpínsky vek prešmykov aj kliváže S₂, a to aj v gelnickej sekvencii a vedúcu úlohu paleoalpínskych štruktúr v stavbe gemerického kryštalinika nielen v jeho okrajových častiach, ale aj vo volovskej megaantiklinále. Predalpínsky štruktúrny plán so zachovanými klenbami bez hustejšej siete prešmykov je najmä v centrálnej časti vystuženej granitoidným telesom. Tektonický štýl megaantiklinály Volovca charakterizujú také fenomény hlbinného typu, ako je rejuvenizácia granitizácie (mladopaleozoická, jurská, kriedová) aj metalogenézy s mohutným, do hĺbky zostupujúcim granitoidným telesom. Preto nemožno akceptovať názor o rozsiahlejšom príkrove alpínsky zakorenenom v zóne rožňavskej línie (sensu Grecula, 1979, 1983). V príkrovových jednotkách uvedené štruktúrne fenomény chýbajú a nie sú známe ani z analogických príkrovov Východných Álp,

akými sú príkrovy *Grauwackenzone* alebo gurtalské. Megaantiklinála Volovca je zrejme zázemím na S od nej zakoreneného spišského príkrovu, jednotky so všetkými charakteristickými príkrovnými prvkami.

Autori tejto práce sa stotožňujú s kritickou analýzou Mahela (l. c.) štruktúro-tektonických interpretácií geologickej stavby megaantiklinály Volovca prác Snopka (1980) a Greculu (1982). Výnimkou je predstava, že v centrálnej časti megaantiklinály vystuženej granitoidným telesom majú paleoalpínske štruktúry zachované klenby bez hustejšej siete prešmykov. Geologické aj technické práce v oblasti Hnilca, Delavy a Dlhej doliny naopak poukazujú na pomerne intenzívnu prešmykovo-šupinovitú stavbu postihujúcu gemerické granity aj okolité staropaleozoické sekvencie. Pritom amplitúda pohybov po prešmykových plochách dosahuje spravidla desiatky až stovky metrov. Analýza štruktúry jednotlivých ložísk a ich okolia nám umožňuje *akceptovať prešmykový až vrásovo prešmykový štýl stavby staršieho paleozoika* s rozhodujúcou úlohou alpínskeho vrásnenia. Vyčlenenie samostatných príkrovov v zmysle Greculu (1982, 1995) sa našou ložiskovo-geologickou analýzou nepotvrdilo, ale naše geologicko-ložiskové analýzy zároveň neumožňujú akceptovať ani tektonickú interpretáciu staršieho paleozoika v zmysle Snopka et al. (1980) resp. geologickej mapy v mierke 1 : 500 000 (Biely et al., 1996).

Na základe starších aj nových výsledkov vyhľadávania a prieskumu ložísk nerastných surovín, údajov z hlbokých štruktúrnych vrtov a litologických informácií z geologickej mapy v mierke 1 : 50 000 (Bajaník et al., 1984) interpretujeme stavbu staršieho paleozoika v centrálnej a západnej časti gemerika takto:

Zo schémy litofaciálneho vývoja (obr. 10) vychodí, že v staršom paleozoiku možno v skúmanom území vyčleniť niekoľko pozdĺžnych a priečných vrásových a blokových štruktúr (antiklinál a synklinál). Z pozdĺžnych vrásových štruktúr je najvýznamnejšia antiklinála Nižná Slaná – Bystrý potok (totožná s antiklinálou Lužice v zmysle Fušána a Snopka, 1963, resp. s antiklinálnym pásmom Bukoviny v zmysle Klinca, 1959) smeru V–Z až SV–JZ, ktorej jadro buduje gemerskopolské súvrstvie – metaryolitové tufy a tufity („podložné porfyroidy“), lokálne s polohami fylitov. V oblasti Betliar – Čučma do vulkanického gemerskopolského súvrstvia intrudovali gemerické granity, ktoré overil vrt RS-1, Sb-3 a Sb-5. Krídla antiklinálnej štruktúry Nižná Slaná – Bystrý potok budujú komplexy betliarskeho súvrstvia s prevahou tmavých fylitov a s charakteristickými šošovkami lyditov a karbonátov (vápencové, dolomitové, sideritové, magnezitové a mastencové vrstvy). Betliarske súvrstvie je na južnom krídle antiklinály sklonené na J až JV, jeho súčasťou je nižnoslanské ložisko metasomatického sideritu a výskytu Mn rúd pri Betliari, Čučma a Bystrom potoku. Betliarske (tzv. produktívne) súvrstvie je na severnom krídle antiklinály sklonené na S a prebieha z oblasti na J od Gočova na Súľovú, južné svahy Balochovej hole až po Zlatý stôl (1322 m). Na povrchu sú v tomto pruhu overené pomerne hrubé (10–100 m) karbonátové telesá (vápenec, dolomit a magnezit).

Severnejšie od antiklinály Nižná Slaná – Bystrý potok prebieha prešmykmi komplikovaná synklinálna štruktúra Vlachovo – Čertova hoľa – Henclová. V jej západnej časti pri Vlachove sa vo vrte GVL-1, 2, 5 overil vývoj všetkých troch súvrství – gemerskopolského, betliarskeho aj starovodského, pričom sa v „produktívnom“ betliarskom súvrství overili dolomitové a magnezitové polohy hrubé 61–194 m (vrt GVL-1, 2 a 5) a v nadložnom starovodskom súvrství striedanie vulkanitov a flyšoidných sedimentov (metapsamity, metapelity). V centrálnej časti synklinály – v širšom okolí gemerskopolského mastencového ložiska – je zastúpená len vrchná časť betliarskeho súvrstvia a starovodské súvrstvie. V podloží magnezitových a mastencových ložiskových telies boli overené telesá gemerického granitu, ktoré sa tektonicky stýkajú s mastencovým ložiskom na prešmykových, mierne na JV sklonených plochách. Vo východnej časti synklinály – na V od priečných henclovských zlomov – je pri Starej Vode vo vrte SV-1 overený vyše 1700 m hrubý komplex metavulkanitov („vrchné porfyroidy“) a metasedimentov (metapelity, metapsamity), ktoré patria do vrchného súvrstvia starovodského. Betliarske (produktívne) súvrstvie očakávame v tomto poklesnutom bloku v hĺbke okolo 2000 m pod povrchom.

Na styku gelnickej a rakoveckej sekvencie v oblasti Suchý vrch – Delava – Tretí hámor interpretujeme ďalšiu antiklinálnu štruktúru, zvýraznenú výzdvihom po prešmykových líniiach gemerických granitov, a to medzi Hnilcom a Tretím hámrom. V antiklinále vystupujú metavulkanity a flyšoidné metasedimenty starovodského súvrstvia.

Na J od antiklinály Nižná Slaná – Bystrý potok až po rožňavskú líniu interpretujeme mohutný na J až JV sklonený komplex metavulkanitov a metasedimentov starovodského súvrstvia hrubý 2–3 km. Šošovky lyditov vystupujúce v tomto súvrství v úseku medzi Pipítkou a Kotlincom nie sú totožné s lyditmi známymi v betliarskom súvrství, ktoré sú sprevádzané polohami a šošovkami karbonátov. Nemožno vylúčiť, že značná hrúbka starovodského súvrstvia v južnej časti gemerika v blízkosti rožňavskej línie súvisí s prejavmi šupinovo prešmykovej tektoniky, ktorá však v mape v mierke 1 : 50 000 nie je zobrazená.

Naša predbežná interpretácia geologickej stavby staršieho paleozoika gemerika vychádza z analýzy geologicko-ložiskových aj regionálnych geologických údajov. Nerobíme si nárok na výnimočnosť ani jej definitívnu akceptovateľnosť. Vypracovanie nového pohľadu na geologickú stavbu centrálnej časti gemerika vyplynulo z potrieb riešenia úlohy VTP-160 Metalogenetické hodnotenie územia SR a z faktu, že v súčasnosti niet jednotného pohľadu na litostratigrafiu a tektoniku staršieho paleozoika gemerika, ale pri metalogenetickom hodnotení a prognóze rudných (a vybraných nerudných) surovín v SGR je jasná predstava o geologickej stavbe skúmanej geologickej jednotky nevyhnutnou podmienkou. Predpokladáme, že aj keď táto nová predstava o litostratigrafii a tektonike gemerika slúži hlavne pre ciele úlohy VTP-160, nemožno

vylúčiť, že povedie k širokej diskusii regionálnych geológov, ložiskových geológov, špecialistov petrológov a i. a potom aj k jednotnému modelu, ktorý sa bude môcť využiť pri tvorbe novej geologickej mapy v mierke 1 : 200 000 a riešení geologickej úlohy Magnezity a mastence, ako aj pri ďalších úlohách.

Literatúra

- Bajaník, Š., Ivanička, I., Mello, P., Reichwalder, P., Pristaš, L., Snopko, L., Vozár, J. & Vozárová, A., 1984: Geologická mapa Slovenského rudohoria, 1 : 50 000, východná časť. *GÚDŠ, Bratislava*.
- Biely, A., Bezák, V., Elečko, M., Gross, P., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Nemček, J., Potfaj, M., Rakús, M., Vass, D., Vozár, J. & Vozárová, A., 1996: Geologická mapa Slovenska 1 : 500 000 a vysvetlivky ku geologickej mape Slovenska. *Bratislava, Vyd. Dionýza Štúra*.
- Fusán, O. & Snopko, L., 1963: Stavebné elementy gemeríd. *Geol. Práce, Zpr.*, 28, 89–102.
- Grecula, P., 1969: Prešmykové línie v oblasti Mníška nad Hnilcom a ich vzťah k rudným ložiskám. *Geol. Práce, Spr.*, 47, 71–77.
- Grecula, P., 1974: Tectonic styles and their zoning in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. *Sbor. geol. Věd, Geol.*, 26, 57–68.
- Grecula, P. & Roth, Z., 1978: Kinematický model Západných Karpat v soubornom rezu. *Sbor. geol. Věd, Geol.*, 32, 49–73.
- Grecula, P., 1982: Gemerikum – segment riftogénneho bazénu Paleotetidy. *Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, Alfa*, 263.
- Grecula, P. et al., 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. Zv. 1. *Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava*, 829.
- Kilík, J. et al., 1995: Závěrečná správa a výpočet zásob Gemerská Poloma – mastenec. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- Klinec, A., 1959: Stavba centrálnej časti gemeríd. *Geol. Práce, Zoš.*, 56, 75–126.
- Lörincz, L. et al., 1989: Závěrečná správa Nižná Slaná-okolie, metasomatický siderit. stav k 31. 5. 1989. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- Mahel', M. et al., 1967: Regionální geologie ČSSR. Díl 2. *Západní Karpaty. Sv. 1. Praha. ÚÚG*, 486.
- Mahel', M., 1986: Geologická stavba československých Karpat. Palealpínske jednotky. 1. časť. *Bratislava, Veda*, 503.
- Malachovský, P. & Dianiška, I., 1983: Závěrečná správa SGR – vysokotermálna mineralizácia, VP. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- Malachovský, P., 1992: Závěrečná správa Hnilec-okolie, Sn rudy. VP, stav k 31. 12. 1992. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- Mesarčík, I., Bachňák, M., Jančura, M., Marko, F., Maťo, L. & Palcsó, A., 1996: Závěrečná správa a výpočet zásob Rožňava-Strieborná žila II, VP, komplexné Fe, Cu, Ag rudy so stavom k 1. 7. 1996. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- Pecho, J., 1980: Štruktúrno-geologické pomery antimonitových ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí. In: J. Ilavský (ed.): *Antimónové rudy Československa. GÚDŠ, Bratislava*, 103–114.
- Pecho, J., 1982. Čučma – ČZS, komplexné zhodnotenie vrtu Sb-5. MS-GF.
- Snopko, L., 1957: Stručná správa o stratigrafickom rozčlenení sedimentov staršieho paleozoika v širšom okolí Nižnej Slanej. *Geol. Práce, Spr.*, 11, 29–37.
- Snopko, L., 1974: Stavba Spišsko-gemerského rudohoria. In: *Materiály z 3. celoslovenskej geologickej konferencie. GÚDŠ Bratislava*, 1, 121–124.
- Snopko, L. et al., 1980: Čiastková závěrečná správa vrt PsS-I (Podsúľová). *Manuskript – archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- Soták, J., Vozárová, A. & Ivanička, J., 1999: New microfossils from the Early Paleozoic formations of the Gemericum (foraminifera). *Geol. Carpath.*, 72–73.
- Vozárová, A., Soták, J. & Ivanička, J., 1999: A new microfauna from the Early Paleozoic formations of the Gemericum (foraminifera): constraints for another fossils or subfossils. Geodynamic development of the Western Carpathians, 63–74.

Obsah

Medzinárodná konferencia doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov	1
Recenzia	20
Kronika	21

Upozornenie	23
Recenzia	24
Jubilanti SGS	25

Medzinárodná konferencia doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov

Herľany 24. a 25. apríla 2003

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií TU v Košiciach a Katedra geológie a paleontológie UK v Bratislave už po štvrtý raz zorganizovali medzinárodnú konferenciu doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov. Konferencia sa konala 24. a 25. apríla 2003 v Herľanoch a rovnako ako v uplynulých rokoch sa na nej stretli univerzitní študenti, doktorandi a mladí vedeckí pracovníci rozličných geologických disciplín z Prahy, Brna, Krakova, Varšavy, Bratislavy, Banskej Bystrice a Košíc. Hlavným cieľom organizátorov tejto už tradičnej akcie bolo poskytnúť mladej, nastupujúcej generácii slovenských geológov možnosť prezentovať výsledky vlastnej vedeckovo-výskumnej aktivity.

Úvítacie slová za Fakultu BERG TU v Košiciach predniesol jej dekan prof. Ing. P. Rybár, CSc., pod ktorého záštitou sa konferencia konala. Odborným garantom konferencie bol prof. Ing. T. Sasvári, CSc., z Fakulty BERG TU v Košiciach, Dr. Inž. E. Szewczykova z Banícko-hutníckej akadémie v Krakove a Dr. R. Kopciowski z PIG v Krakove.

Prvý deň konferencie boli na programe odborné referáty (ich abstrakty publikujeme v tomto čísle) a druhý odborná exkurzia na vybrané lokality východného Slovenska zameraná na východoslovenské neovulkanity.

Tvorivá a mimoriadne priateľská atmosféra podujatia, nové, veľmi perspektívne pracovné kontakty, a najmä vysoká odborná úroveň referátov opätovne potvrdili opodstatnenosť akcie takéhoto typu. Na konferenciu bolo prihlásených až 32 odborných referátov a účastníkov bolo dva razy toľko ako na predchádzajúcej, ale za rozhodujúcu pokladáme kvalitu prednesených príspevkov a tá bola opäť na profesionálnej úrovni. Konferencia si už našla svojich nadšencov a jej prínos je hlavne v možnosti konfrontovať vedecké poznatky a v jedinečnej príležitosti nadväzovať úzky osobný kontakt aj so zahraničnými kolegami.

Organizátori dúfajú, že tohtoročná medzinárodná konferencia nebude posledná a piaty ročník plánujú zorganizovať v Krakove. Ide o iniciatívu poľskej strany – Banícko-hutníckej akadémie v Krakove – stať sa aktívnym spoluorganizátorom konferencie takéhoto typu. Táto ponuka nás mimoriadne potešila a veríme, že sa vytvorí tradícia umožňujúca prezentáciu budúcim vedeckým pracovníkom na medzinárodnom fóre.

Konferencia bola zorganizovaná s podporou košického regionálneho centra Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra a grantovej agentúry VEGA (grant 1/9359/02).

J. Kondela a P. Blišťan



Nové aspekty výskumu turmalinitov v spodnotriasových kremencoch tatrika

PETER BAČÍK

Katedra ložiskovej geológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava
e-mail: pbacik@pobox.sk

Turmalinity – horniny bohaté na turmalín – sa v podobe obliakov vyskytujú v zlepenkových polohách bazálnokremencových vrstiev spodného triasu obalovej série tatrika (skúmané výskyty: Malé Karpaty, Hainburské vrchy a Považský Inovec). Klasty hornín pravdepodobne sedimentovali z efemérnych prívalových tokov v kontinentálnom prostredí s aridnou klímou (Mišík a Jablonský, 2000). Zdrojová oblasť nie je doteraz bližšie špecifikovaná. Je ňou alebo Český masív (l. c.), alebo Centrálny masív vo Francúzsku (Michalík, 1994).

Osem vzoriek z rozličných lokalít sa analyzovalo elektrónovou mikroskopom JEOL JXA 733 Superprobe a CAMECA SX-100 v ŠGÚDŠ v Bratislave a analýzy sa prepočítali na 31 aniónov programom FORMULA. Podľa klasifikačných diagramov (Hawthorne a Henry, 1999) majú zloženie dravit – skoryl – foitit, ale bolo opísané aj zloženie blížiacie sa na Fe^{3+} bohatému feruvitu až povondraitu. Turmalíny zo spodnotriasových kremencových vrstiev majú zväčša – okrem už spomenutej na Fe^{3+} bohatej vzorky – nižší obsah Ca a Mg. To v súlade s publikovanými poznatkami (Henry a Guidotti, 1985) môže indikovať genézu turmalínov v nízkom až strednom stupni metamorfózy. Potvrďuje to aj nízky obsah Ti, viažuci sa na vyššiu teplotu a tlak.

Zistilo sa viac kationových substitúcií v rozličných štruktúrnych pozíciách študovaných formalínov, a to FeMg_{-1} , $\text{NaFe}_{-1}\text{Al}_{-1}$, $\text{CaMg}_{-1}\text{Al}_{-1}$, $\text{CaMg}_{-1}\text{Ti}_{-1}$, $\text{NaMg}_{-1}\text{Al}_{-1}$, $\text{AlNa}_{-1}\text{Mg}_{-1}$, $\text{AlFe}_{-1}\text{Na}_{-1}$. Substitúcia FeMg_{-1} preukázala výraznú koreláciu vo väčšine vzoriek, no časť sa od línie nepriamej úmernosti Fe a Mg odklonila, čo spôsobila prítomnosť iných kationov v pozícii Y, najmä Al vo vakantných turmalínoch.

Kryštály vo vzorkách mali rozmanité typy optickej alebo chemickej zonality. Najvýraznejšie sa menil obsah Fe^{2+3+} , Mg^{2+} a Al^{3+} , pričom v časti vzoriek bolo o Mg obohatené jadro a na Fe bohatý okraj, prípadne naopak. Výnimočná je vzorka s dravitovým jadrom, skorylovou zónou v strede a s už spomenutým takmer feruvitovým okrajom.

Podľa doteraz získaných údajov predpokladáme, že turmalinity zo spodnotriasových kremencových vrstiev tatrika vznikli metasomatickometamorfným procesom pri rozličných PT podmienkach, a to od diagenézy až po fácie strednej a vyššej metamorfózy.

Literatúra

- Hawthorne, F. C. & Henry, D. J., 1999: Classification of the minerals of the tourmaline group. *Eur. J. mineral.*, 11, 201–205.
Henry, D. J. & Guidotti, C. V., 1985: Tourmaline as a petrogenetic indicator mineral: an example from the staurolite-grade metapelites of NW Maine. *Amer. Mineralogist*, 70, 1–15.
Michalík, J., 1994: Notes on the paleogeography and paleotectonics of the Western Carpathian area during the Mesozoic. *Mitt. Österr. Geol. Gesell.*, 86, 101–110.
Mišík, M. & Jablonský, J., 2000: Lower Triassic quartzites of the Western Carpathians: source of clastics, transport directions. *Geol. Carpath.*, 51, 251–264.
Uher, P., 1999: Clasts of tourmaline-rich rocks in Lower Triassic quartzites, the Tatric unit, Central Western Carpathians: tourmaline composition and problem of source areas. *Geol. Carpath.*, 50, 140–141.

Distribúcia vápnitých dinoflagelát z vrchnobádenskej lektotypovej lokality Devínska Nová Ves-tehelňa a ich potenciál na paleoekologické interpretácie

MARIANNA BANASOVÁ

Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava

Vápnité dinoflageláty sú významnou skupinou fosílnych planktonických mikroorganizmov. Ich zástupcovia produkujú vápnité cysty rôznej morfológie a štruktúry. Ide o jednobunkové eukaryotické organizmy najčastejšie veľké od 10 do 60 μm . Sú rozšírené v rozličnom morskom prostredí a predstavujú tam dôležitú zložku potravinového reťazca.

Tehelňa neďaleko Devínskej Novej Vsi odкрýva niekoľko etáží studienského súvrstvia, ktoré budujú vrstvy laminovaného flu až ilovca a zelenosivého slieňa až slieňovca. Sedimenty obsahujú fosílné zvyšky nanoplanktónu, planktonických a bentických foraminifer, pteropód, molúsk, rybích kostí, otolitov, ako aj rastlinných fragmentov. Doterajšie poznatky sedimentológie, biostratigrafie, rádiometrie a sekvenčnej stratigrafie dokazujú, že sedimentácia prebiehala v prostredí vnútorného až vonkajšieho šelfu. Jej vrchnobádenský vek potvrdzuje spoločenstvo foraminifer bolivinovo/buliminovej zóny a tiež nanofosílie zóny NN6 (Kováč, 2000; Kováč a Hudáčková, 1997).

Náš príspevok prináša vôbec prvé údaje o distribúcii voľne vyseparovaných vápnitých dinoflagelát z oblasti Západných Karpát.

Na lokalite sa preukázalo diverzifikované spoločenstvo vápnitých dinoflagelát patriacich rodu *Bicarinellum*, *Calciodinellum*, *Calcicarpinium*, *Calciperidinium*, *Calcigonellum*, *Praealcigonellum*, *Gonellum*, *Dimorphosphaera*, *Retesphaera*, *Bitorus*, *Pentapharsodinium*, *Caracomia*, *Saumuria*, *Sliteria*, *Pirumella*, *Pithonella*, *Scipsiella*, *Rhabdotherax*. Opisali sa dva nové druhy, a to *Calcicarpinium poratum* sp. nov., *Follisdinellum carpathicum* sp. nov. a jedna varieta *Praealcigonellum* var. *polymorphum poratum* var. nov. Prítomné sú aj hojné zvyšky skleritov holoturií a ihlíc húb. Z organických dinoflagelát sa našli: *Spiniferites mirabilis*, *Achomosphaera andalousiensis* a *Hystriochokolpoma rigaudiae*. Zistené formy rodu *Bolboforma* (Proto-phyta, incertae sedis) indikujú zónu *Bolboforma badensis* (Spiegler a Daniels, 1991), potvrdzujúcu vrchnobádenský vek súvrstvia.

Pozorované cysty predstavujú bentické hypnozygoty. V diverzifikovanej asociácii dinoflagelát dominujú morfotypy s jemnokryštalickou štruktúrou typické pre prostredie vnútorného šelfu. Teplé prostredie indikuje prevaha oblikiptoneloidných foriem, ale najmä prítomnosť *Caracomia stella*, preferujúcej vody tropických a mier-nych klimatických oblastí. Trend ochladzovania (Hudáčková

a Spezzaferi, 2002) potvrdzujú holotabulárne formy *Calciodinellum limbatum*, *Calciodinellum operosum*, *Calcigonellum ansatum*. Prítomnosť *Bolboforma badensis*, *Pirumella albiensis*, podobne ako vysoká diverzita morfológií zapríčinená miešaním autochtónnych (bentických) a alochtónnych oceánskych druhov, svedčí o pohybe vodnej hmoty v podmienkach vysokého stavu morskej hladiny. Eróziu starších (vrchnokriedových) súvrství indikuje forma *Sliteria pentagonalis* a *Pithonella* cf. *ovalis*.

Výsledky štúdia vápnitých dinoflagelát sa korelovali s doterajšími poznatkami o distribúcii foraminifer, nanoplanktónu, bivalvií a otolitov. Z korelácie možno usudzovať, že sedimentácia prebiehala v relatívne stabilnom prostredí hlbšieho neritika za výraznej stratifikácie vodných mas a fluktuácie obsahu O₂ pri dne (striedanie sa dysoxických a anoxických podmienok). V sledovanom intervale nastal zreteľný teplotný posun, čo sa prejavilo nástupom holotabulárnych foriem vápnitých dinoflagelát.

Práca sa realizovala v rámci grantovej úlohy 2/2074/22 agentúry VEGA.

Literatúra

- Hudáčková, N. & Spezzaferi, S., 2002: Statistical approach to reconstruct palaeoenvironments: an example from the Miocene of Devínska Nová Ves (Central Paratethys, Vienna Basin, Slovak Part). *Abstract Book, EMMM 2002, Vienna*, 99–101.
- Kováč, M., 2000: Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. *Bratislava, Veda, VSAV*, 202.
- Kováč, M. & Hudáčková, N., 1997: Changes of paleoenvironment as a result of interaction of tectonic events with sea level changes in the northwestern margin of the Vienna Basin. *Zbl. Geol. Paläont., T. 1*; 5/6, 457–469.
- Spiegler, D. & Daniels, C. H., von, 1991: A stratigraphic and taxonomic atlas of *Bolboforma* (Protozoa, incertae sedis, Tertiary). *J. foram. Res.*, 21, 126–158.

Graphite geothermometry of Elveflya black shales, Wedel Jarlsberg Land, West Spitsbergen

JAKUB BAZARNIK and MACIEJ MANECKI

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

The degree of graphitization of organic matter in metapelitic rocks depends directly on the temperature. Quantitative calibration of a thermometer is based on the dependancy of c_0 lattice parameter of graphite on temperature (Shengelia et al., 1977). This thermometer works the best for temperatures above 500 °C. However, the technique can be used for rocks metamorphosed at temperatures as low as 300 °C (Luque et al., 1993).

Wedel Jarlsberg Land located between Hornsund and Bellsund on the west coast of Spitsbergen consists mostly of Precambrian and Paleozoic rocks of Hecla Hoek Succession. Two independent tectonic units (blocks) are distinguished in the Hornsund area (Czermy et al., 1993). The southern one is built of rocks belonging to the Isbjørnhamna and Eimfjellet groups. Within the northern tectonic block the surface of angular unconformity (Torrelian) which divided Deilegga and Sofiebogen groups. Samples were collected from Sofiebogen group rocks in Werenskiöld-Vimsodden area (Elveflya Fm.). Black shales rich in graphitized organic matter were selected for the analysis. Major mineral components are quartz, muscovite, paragonite, calcite, and locally chloritoid.

Samples crushed to <15 µm were dissolved in HF and HCl on a hot plate to remove silicates. Concentrated graphitized organic matter was analyzed with XRD within the range of 2θ of 24 to 30° (Cu radiation) using oriented samples. Elemental Si was used as internal

standard. The principle of the method is the measurement of $d_{(002)}$ reflection on XRD pattern. Peak positions were measured and parameters c_0 were calculated. This results, plotted on calibration graph of Shengelia et al. (1977), correspond with the temperatures in the range between 300 °C and 400 °C. The measured peak of these rocks was previously estimated to 3371 based on one sample analyzed XRD (Co radiation) which corresponds with 300 °C (Trab-ska, 1989). This work allows more precise temperature estimate.

Acknowledgement. The investigations were sponsored by the University of Mining and Metallurgy, the research project No 10.10.140.929.

References

- Czermy, J., Kieres, A., Manecki, M., Rajchel, J. (Maneck, A. ed.), 1993: Geological map of the SW part of Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen, 1 : 25 000 scale. Institute of Geology and Mineral Deposits, Cracow.
- Luque, F. J., Barrenechea, J. F. & Rodas, M., 1993: Graphite geothermometry in low and high temperature regimes: two case studies. *Geol. Mag.*, 130(4), 501–511.
- Shengelia, D. M., Akhvediani, R. A. & Ketskhoveri, D. N., 1977: The graphite geothermometer. *Dokl. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geol.*, 235, 1407–1409.
- Trab-ska, J., 1989: Mineralogia czarnych łupków SW części Ziemi Wedel Jarlsberga na Spitsbergenie i ich praktyczne zastosowanie jako nośników Ziemi Rzadkich Master Work.

Formation of pyromorphite on the surface of galena and cerrusite

OLAF BORKIEWICZ and MACIEJ MANECKI

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

Galena and cerrusite, common lead minerals often encountered in soils around ore mining and processing facilities become unstable upon exposure to solutions and oxidizing conditions, causing them to become a source of liable Pb. It has been demonstrated that pyromorphite [Pb₁₀(PO₄)₆Cl₂] is one of the most stable Pb forms that can be precipitated under typical soil conditions. Transformation of unstable lead Pb²⁺ into pyromorphite by the addition of phosphate

to Pb-contaminated soil has been proposed as a remediation procedure. The mobility and bioavailability of soil Pb can be drastically reduced upon formation of pyromorphite from unstable forms of soil Pb, such as cerrusite PbCO₃ and galena PbS. To test this, two experiments were conducted. In the first set of experiments we compared galena and cerrusite dissolution kinetics and mechanisms in the presence and absence of phosphates in solution. Dissolution

rates of both galena and cerussite at pH = 4 in a 0.01 M KCl electrolyte without phosphates in the system were similar. Dissolution of cerussite results in higher concentration of Pb (0.0325 mmol/L) than does the dissolution of galena (0.0225 mmol/L) in the same electrolyte. However the mechanism of galena and cerussite dissolution in the same system is different. On galena surface etch pits penetrating inside the crystal can be observed. Cerussite dissolution results in dendritic forms with sharp edges protruding from the surface. Dissolution of both galena and cerussite in the same 0.01 M KCl electrolyte at pH = 4 but in the presence of phosphates results in extremely low concentration of Pb in the solutions, which was about 0.0015 mmol/L. Furthermore, the concentration of Pb in solutions was similar for both lead minerals indicating that it is independent of their solubility. The mechanism of galena and cerussite reaction with phosphates is different for both minerals. The sur-

face of galena was covered with pyromorphite hexagonal crystals and needles often attached to the surface. This indicates heterogeneous nucleation of pyromorphite on galena surface. In contrast, the surface of cerussite that was reacted with phosphates is uniformly coated with irregular geometric forms probably resulting from precipitation of a new phase which is yet unidentified.

The second set of experiments conducted was a reaction between lead minerals (galena and cerussite) and chlorapatite. The reaction between galena and chlorapatite at pH = 4 results in formation of small pyromorphite crystals on the surface of galena. This suggests that dissolution of galena is the rate-limiting step for the overall reaction. The morphology of precipitated crystals is similar to those described above. However, the EDS spectrum indicates the presence of Ca in the pyromorphite; this suggests substitution of Ca for Pb in pyromorphite crystals. Similar experiments with cerussite are in progress.

Karst conduit parameters estimated by tracer test: Verification of results in natural conditions

JIRÍ BRUTHANS and ANNA VOJTĚCHOVSKÁ

Department of Hydrogeology, Engineering Geology and Applied Geophysics, Charles University, Albertov 6, 128 43 Praha 2, CZ
e-mail: bruthans@natur.cuni.cz

Tracer tests are commonly applied for estimation of karst conduit parameters, such as a conduit volume and mean conduit diameter. Unfortunately, there is only seldom opportunity to compare result of tracer test with reality and thus verify the tracer test estimation.

In Chýnov Cave (southern Bohemia, Czech Republic), there is a single phreatic loop (sump), which was completely drained by pumping and consequently explored and mapped by cavers. This sump is fed by small underground stream with relatively stable yield between 6 and 12 l/s (Krejča personal comm.). The volume of this flooded cave passage (250 m³) was determined by discharge measurement of pumped water (the inflow into sump was subtracted).

In January 2003 tracer test was performed in the Chýnov Cave. We injected 10 kg of NaCl above the sump into underground stream. There are cascades, which ensure good mixing of tracer with stream water. Discharge was measured on injection point only, as it was formerly proved that there are neither inflows nor sinks inside the cave.

Samples were taken below the sump. In addition we measured conductivity and chloride content by ISE (chloride) electrode. Chloride content in samples was determined by argentometric titration. Conductivity showed very high correlation with chloride con-

tent determined in samples, while ISE electrode showed considerable signal noise and even hysteresis.

Qtracer 2 program designed by Field (2002) from US EPA was used to determine the conduit and flow parameters from tracer test. This program could be downloaded for free on US EPA web page. It excels by very easy operation and extensive manual concerning not only the program itself but also parameters and preparation of tracer test. Conduit volume obtained from Qtracer 2 (212 m³) is close to real volume determined by pumping (250 m³). This shows that tracer test yield relatively accurate estimation of main conduit parameters, such as volume and average diameter.

Acknowledgement. This study was supported by research project MSM 1131 00006. Special thanks to Ondřej Jégr and František Krejča for assistance with tracer test.

References

- Field, M., 2002: The QTRACER2 program for Tracer Breakthrough Curve Analysis for Tracer Tests in Karstic Aquifers and Other hydrologic Systems. U. S. Environmental protection agency hypertext multimedia publication in the Internet at <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=54930>.

Priestorový model bankských diel a návrh informačného systému vybratej časti magnezitového ložiska Jelšava

JOZEF ČIŠOVSKÝ

Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU v Košiciach, Park Komenského 15, 043 84 Košice

Súčasný trend digitálneho spracúvania dát sa dostáva aj do bankských podnikov a aj do najväčšieho ťaženého ložiska magnezitu v Jelšave. Klasické analógové mapy sa postupne nahrádzajú digitálnymi, prístup k informáciám sa podstatne zrýchľuje a rovnako sa zrýchľuje a sprehladňuje aj práca s nimi.

Digitálne spracúvanie umožňuje zobrazovať bankomeračskú dokumentáciu v reálnych súradniciach a mierke a takto upravené dáta možno vizualizovať vo viacerých programových prostrediach.

Priestorový model bankských diel bol vypracovaný v prostredí MicroStation. Po importe rastrových máp do tohto prostredia sa vytvoril vektorový tvar bankských diel a nad nimi je v reálnej výške umiestnený priestorový obraz topografického povrchu. Tak vznikol kompletný priestorový model vybratej časti ložiska a vizualizoval sa v prostredí ArcView, nadstavba 3D analyst.

Na horizonte 482 m n. m. sa vykonalo štruktúrne mapovanie a jeho výsledkom je štruktúrna mapa horizontu rovnakej výšky. Tak

sa získalo viac numerických, grafických a fotografických údajov, ktoré bolo treba vhodne spracovať a uložiť. Na tomto základe vznikol návrh informačného systému, ktorý umožňuje rýchly a prehľadný prístup k meraniam, grafom, dokumentačným fotografiám a k prvotnej dokumentácii. Informácie vo forme numerických štruktúrnych údajov sa spracovali vo forme tektonogramov a aktívne priradili ku konkrétnemu dokumentačnému bodu. Podobné aktívne priradenie sa vykonalo aj v súvislosti s dokumentačnými fotografiami a s realizovanou prvotnou dokumentáciou zo štruktúrneho mapovania.

Spracovaním analógových informácií z analógových banských máp ich vektorizáciou a výsledkov štruktúrneho mapovania do digitálnej podoby sa dosiahol efektívny, rýchly a prehľadný prístup k informáciám. Analýzou všetkých typov geologickomeračských dát možno operatívne riešiť prevádzkové úlohy a problémy spomenutého ložiska.

Náš návrh informačného systému predpokladá ďalšie rozvíjanie formou digitalizácie máp ostatných horizontov a dopĺňanie bázy dát o údaje iného ako štruktúrneho charakteru.

Native bismuth and secondary bismuth minerals from the Rędziny quarry, Rudawy Janowickie Mts. (Lower Silesia, Poland)

JUSTYNA DOMAŃSKA and RAFAL SIUDA

Institute of Geochemistry, Mineralogy and Petrology, University of Warsaw, Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland
e-mail: J.Domanska@uw.edu.pl; siuda@uw.edu.pl

Bismite, bismutite, eulytite, rare secondary bismuth minerals were found in the dolostone quarry in Rędziny. All minerals were identified on the basis of X-ray data and chemical microprobe analyses.

The quarry in Rędziny is situated about 0.5 km from the eastern age of the Karkonosze granite massive, in the Rudawy Janowickie Mts. (Lower Silesia). The deposit of dolomitic marbles forms the lens about 1 km long and 200 m width, striking NNE–SSW. It occurs within amphibolites, which are included into Cambro-Silurian Niedamirów series. The dolomitic marbles exploited in the Rędziny show many signs of hydrothermal and metasomatic activity connected with the Karkonosze granite intrusion.

In the NW part of the quarry the hydrothermal vein of phlogopite was found on the contact of dolomitic rocks with amphibolites and amphibolite schists. The native bismuth occurs within the central part of the lens-like vein. This mineral forms the massive, monomineral aggregates about 10 cm in length and weight about 3 kg. The bismuth is silver-white with pale pink tint and metallic lustre. The specimen is very soft and has considerable density and perfect rhombohedral cleavage. The native bismuth is chemically pure. The microprobe analyses show only 0.1 % of S and also traces of Sb, Te and Se. Moreover, this sample is the biggest one, which was ever

found in Poland. Additionally, the native bismuth occurs as small, dispersed nests within the mica. The pale green spherulites of talc and rarely prismatic crystals of vesuvianite are also associated with phlogopite.

The native bismuth aggregates are covered by 1–2 mm thick, dull grey, compact crust of oxidation product. The main of them are bismite Bi_2O_3 , which typically forms dark grey, fine crystallized aggregates. Additionally, bismite also impregnates the platy crystals of phlogopite.

Bismutite $\text{Bi}_2[\text{O}_2\text{CO}_3]$ is the second phase formed as alternation product of the native bismuth. This mineral grows up on the bismite and forms fibrous and acicular crystals or massive aggregates with silky lustre. It is light grey with green or yellowish tint in colour.

The eulytite – very rare bismuth silicate – occurs in association with bismite and bismutite. This mineral intergrows with phlogopite flakes or grows in acicular crystals of bismutite. Eulytite forms spherical, pale green or transparent aggregates, contains from many acicular crystals up to 1 mm in size. The mineral occurs also as kidney-like form on the surface of mica.

Additionally, the dark grey with strong metallic lustre, platy crystals of joesite- A Bi_4TeS_2 are accompanied with native bismuth.

Some geochemical data on micas from the Strzegom-Sobótka massif pegmatites

MAGDALENA DUMAŃSKA

Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

This report is a part of more comprehensive research work on the subject of "Geochemistry of micas coming from Lower Silesia pegmatites".

The Strzegom-Sobótka massif, situated in the Western Sudetes (Lower Silesia, Poland), is mainly built of granitoids. These rocks date back to the Upper Carboniferous-Lower Permian period (Kowalski, 1967). Within the granites there occur some nests or veins of pegmatites (Marcinkowska and Kozłowski, 1998), which are enriched mainly in alkaline feldspars, quartz, micas and accessory minerals as axinite, bavenite, beryl, fluorite, garnet, epidote and zeolite. These pegmatitic bodies, which have disputable genesis, were probably formed during the last stage of magma crystallisation or in later processes, being influenced by hydrothermal solutions (Lenkowski, 1983). The samples of mica pegmatites were taken from two quarries: Gilde near Strzegom (DŚ/5) and Siedlimowice near Żarów (DŚ/6).

In the X-ray pattern of a biotite from the DŚ/5 sample the basal reflections correspond to the solid solution of 2M_1 phlogopite and 1M siderophyllite polytypes, while less intensive Fe-clinocllore reflections are also visible. In the thin sections the biotite shows some features of chloritization. Detailed chemical analysis of this mica was conducted to discuss the genesis of its parental rock. Using molecular proportions the chemical index of alteration (CIA) (Nesbitt, Young, 1982, fide Mongelli et al., 1996) was calculated for the biotite from Gilde to be approximately 55 %. According to Nesbitt and Young (1982, fide Mongelli et al., 1996) this result corresponds to the CIA range for quite fresh biotites. The biotite shows quite low concentrations of V (93 ppm) and Cr (12 ppm) which can confirm magmatic genesis of its pegmatite body. According to Fröhlich (1960, fide Wichrowska, 1977) low contents of V and Cr are characteristic

of magmatic granitoid rocks. The average Fe/(Fe+Mg) ratio in biotite is ca. 0.22–0.86 (Lentz, 1992). The later biotite was formed during pegmatite crystallization, the higher is this ratio, as well as the higher is the concentration of Al, Mn, Rb, Nb, Zn and lower the Ba content. In the biotite from the DŠ/5 sample this ratio is 0.28 and the contents of Al and Ba are low. Since the K/Rb ratio is decreasing with advancing crystallisation (Černý et al., 1985) and in the mineral studied this ratio is 196, the biotite can be treated as a late-magmatic product. The biotite shows also quite high content of F (0.58 %) what can also indicate an advanced crystallization process (Bailey, 1984).

The muscovite from the DŠ/6 sample was also examined chemically. Its main and trace elements were determined in order to establish the genesis of host rock. Relatively low concentration of

TiO₂ ca. 0.06 % in the muscovite confirms the late-magmatic genesis of its parental rock (Puziewicz, 1987). Moreover, relatively high Fe₂O₃ concentration (2.78 %) in this mica can also be characteristic of a late magmatic muscovite. The muscovite contains considerable amounts of Cs – 79.4 ppm and F – 0.604 %. These elements accumulate in late fractions of a melt (Černý et al., 1985). According to that author, Ta-bearing complexes are stable at lower temperatures. The muscovite, enriched in Ta (29 ppm) could therefore be formed in late magmatic crystallisation stage at low temperatures.

Acknowledgement. The work was supported by the University of Mining and Metallurgy in Krakow, research project No 10.10.140.919 and by the Polish Committee for Scientific Research (KBN) grant No 18.18.140.891.

Concentration of selected arsenate minerals from soils using heavy fluid separation

MICHAL FILIPPI

Institute of Geology, Academy of Science of the Czech Republic, Rozvojová 135, 165 00 Prague 6, Czech Republic

Arsenopyrite is a significant mineral in many types of ore associations and hence is the most common arsenic (As) mineral in nature. Under exposure to climatic effects this mineral is unstable and its oxidation leads to As release. Therefore, arsenopyrite oxidation has been studied by many authors. However, from the mineralogical point of view, the secondary phases originating during oxidation of arsenopyrite are often very insufficiently identified, which reduces the possibility of interconnection between experimental data and field observations. Sampling and identification of secondary As-phases is especially very difficult in the soil environment, which is caused mostly by the small amounts of the studied phase. The main aim of presented investigation is to verify, how useful could be application of the method of heavy fluid separation for concentration of secondary arsenates in soils at the Mokrsko deposit oxidation zone.

The Mokrsko-West deposit is a regular sheeted veinlet system, mostly hosted by a biotite–amphibole granodiorite of Variscan age, and extending across its contact into the Upper Proterozoic volcano-sedimentary complex, metamorphosed in greenschist facies. Abundant arsenopyrite and accessory loellingite, pyrite and other ore minerals accompany gold mineralization. Thickness of soil cover (Cambisol type) is mostly 0.5 to 2 m in the studied area. During the previous study high As contents (locally over 3,000 mg/kg) was revealed. Soil chemical and mineralogical composition, arsenic and other metals contents and distributions, bedrock weathering, and also the soil pH, and selected soil parameters were studied in selected whole profiles during the previous works. However, arsenic secondary minerals were studied in selected samples only due to scarcity of its grains.

Six profiles were selected for study. Samples from all lithologically different horizons were washed in denatured alcohol. After drying the samples were sieved to grain fraction 0.25–0.125 mm. This fraction was used for heavy fluid separation in the bromoform (CHBr₃) with specific gravity of 2.81 g.cm⁻³. Efficiency of the procedure was verified on selected samples by X-ray diffraction analyses and all samples were studied by binocular microscopy. Certain amounts of heavy concentrates were obtained from all samples used. Species already known were confirmed and separated in significant amounts (pharmacosiderites, arseniosiderite, scorodite in soils above granodiorite) and also new mineral species were disclosed (jarosite, pharmacosiderites from volcanosedimentary cover; two types of goethite and numerous forms of other Fe-oxyhydroxides from both environments). It has been stated, secondary arsenic mineralogy is clearly different in profiles studied above both types of bedrock (granodiorite and volcanosediments). The X-ray powder diffraction analyses of heavy concentrates combined with monocrystal X-ray method and investigation using electron microanalyser (EDAX) showed distinct differences in secondary minerals representation beyond all dispute. In addition, As specification differs in individual horizons, mostly in dependence on occurrence of relicts of primary ore minerals, on degree of weathering of parent material and on lateral migration of As-rich solutions in B horizon and on presence and abundance of Fe-oxyhydroxides.

Using of heavy fluid separation for concentration of secondary arsenic phases proved to be very suitable and fundamental for another following mineralogical investigation.

Acknowledgement. This research was supported by the project No 79-502 881 (EMOZMiD) and by the project CEZ: No Z3-013-912.

Influence of polyacrylamide and polyvinyl alcohol on the adsorption of methylene blue and ammonia on smectites

IZABELLA FRONCZYK

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

Sorption properties of montmorillonites were studied using the Ca-smectite from Chmielnik, Poland (fraction < 25 µm, CEC = 92 mval/100 g) and the Na-smectite from Wyoming, USA (fraction < 2 µm, CEC = 78 mval/100 g). The minerals were treated with water solutions of cationic polyacrylamide (PAA, concentrations 0.02–0.12 g PAA/1 g smectite) and polyvinyl alcohol (PVA, concentrations 0.05–1 g PVA/1 g smectite).

X-ray data indicate that the d_{001} interlayer distances of the Ca- and Na-smectites do not change after addition of PAA, and the same result was obtained for the Ca-smectite after addition of PAV. The results suggest that the polymers under conditions of the experiment have either a limited access to the interplanar spaces of smectites or their sorption does not affect the d_{001} interlayer distances. On the contrary, the Na-smectite after addition of PAV changes its d_{001} interlayer distance from 12.5 to 25 Å.

The effect of the cationic polyacrylamide on the sorption of methylene blue was also studied in the two smectites. Water suspensions of smectite with additions of 0; 0.02; 0.06 and 0.12 g PAA/0.1 g smectite were stirred (6 hrs) with the dye solution with concentration 8 mmol/l, centrifuged after 24 hrs, and the concentrations of methylene blue determined spectrophotometrically. The amounts of the dye sorbed on the Ca- and Na-smectites is 0.035 and 0.029 g/0.1 g smectite, respectively, and does not change in the presence of the polymer.

Sorption of ammonia was studied using a modified, hydrogen form of the Chmielnik smectite. It was obtained by treating the Ca-smectite with 2M HCl, washed with distilled water and dried. The product was stirred for 6 hours with PAA (0.02 and 0.04 g/1 g smectite) and PVA (0.05 and 0.3 g/1 g smectite) and centrifuged. In the solid, dried samples the contents of C, H and N were determined, and on their basis the amounts of the polymers sorbed calculated (0.021 and 0.028 g PAA/g and 0.036 and 0.080 g PVA/g, respectively). Next, the reaction products were placed in the dessiccator over the water solution of ammonia and left for one week. After this period their IR spectra were recorded and the amounts of NH_3 sorbed were determined from the intensity of the band at 1410 cm^{-1} . It has been found that the presence of the polymers does not significantly affect the amount of the NH_3 sorbed.

The results obtained indicate that in the range of concentrations applied, the effect of the PAA and PVA polymers on sorption of methylene blue and ammonia on the two smectites is negligible. Therefore, further investigations will be carried out with the use of more concentrated solutions of the polymers.

Acknowledgement. The work was supported by the University of Mining and Metallurgy in Krakow, research project No 10.10.140.513.

Metamorphic conditions of southern tectonic block of Hecla Hoek Succession in SW Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen

PAWEŁ GROCHOWSKI and JAROSŁAW MAJKA

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

Two Proterozoic terranes are distinguished within Hecla Hoek Succession in SW part of Wedel Jarlsberg Land (Czerny et al., 1993). The metamorphic rocks of the southern terrane outcrop between Hornsund and Werenskioldbreen. They consist of amphibolite grade metapelitic and metavolcanic rocks divided into lower Isbjørnhamna and upper Eimfjället Group (Birkenmajer, 1990, 1992; Smulikowski, 1965). The objective of this project is to determine and quantify the changes in pT conditions of the metamorphism in this area.

Samples were collected during the summer 2002. Metapelites of Skoddefjellet and Revdalen formations were sampled within the Isbjørnhamna Group. Amphibolites of Skjerstranda, Eimfjellbreane, Skalfjellet, Brattegdalen and Gulliksenfjellet formations were sampled within the Eimfjället Group. To determine the pattern of potential pT changes, one set of samples was collected up the profile and another along the lateral extend of selected rocks. The care was taken to avoid weathering and diaphoritic alterations.

Isbjørnhamna Group rocks are represented by garnet-mica schists, garnet bearing paragneisses, garnet-calcite-mica schists and calcic marbles. Based on the textures and mineral composition it was determined that these rocks were metamorphosed at medium temperature ranges of amphibolite-almandine facies, cyanite-

-almandine-muscovite subfacies. They belong to high pressure Barrow series. One sample from the uppermost member of Isbjørnhamna Group indicated albite-epidote-amphibolite facies (chloritoid-almandine subfacies). The degree of metamorphism of Isbjørnhamna Group rocks is, otherwise, uniform. Upper lying Eimfjället Group rocks are mostly represented by quartzites and metavolcanites. A decreasing degree of metamorphism observed was based on mineral composition of amphibolites. In the lower parts of the profile amphibolite-almandine facies, in the middle – albite-epidote-amphibolite, and in the upper part of the profile greenschist facies were identified.

Quantifications of pT conditions of metamorphism based on selected geothermobarometers is in progress.

The investigations were sponsored by the University of Mining and Metallurgy (Cracow, Poland), the research project No 10.10.140.929.

References

- Birkenmajer, K., 1990: Hornsund, Spitsbergen, Geologia – mapa. *Uniwersytet Śląski*.
- Birkenmajer, K., 1992: Precambrian succession at Hornsund, south Spitsbergen: A lithostratigraphic guide. *Stud. geol. pol.*, XCVIII, 7–66.

Czerny, J., Kieres, A., Manecki, M. & Rajchel, J., 1993: Geological Map of the SW part of Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen. *University of Mining and Metallurgy*.

Smulikowski, W., 1965: Petrology and some structural data of lower metamorphic formations of the Hecla Hoek Succession in Hornsund, Vestspitsbergen. *Stud. geol. pol.*, 18, 1–107.

Frakcionácia prvkov vzácnych zemín v neskorých diferenciátoch granitov typu I v Západných Karpatoch

MARTIN HRDLIČKA a IGOR BROSKA

Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava

Granity typu I sa v Západných Karpatoch vyskytujú v Slovenskom rudohorí (sihliansky typ, veporikum), Malých Karpatoch (modranský masív), v sv. časti Tribeča, na severných svahoch Nízkyh Tatier (dúmbiersky a prašivský typ), v centrálnej časti Vysokých Tatier, vo východnej časti Veľkej Fatry, vo východnej časti Malej Fatry, ako aj v Čiernej hore (tatrikum) a rozdeľujú sa do dvoch vekových skupín – mezovariskej a neskorovariskej.

Mineralogicky obidve skupiny vykazujú typickú afinitu typu I: Mg dominantný biotit (10–15 obj. %) [$\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg}) = 0,4\text{--}0,5$], oxidovaný [$\text{Fe}/(\text{Fe}^{3+}+\text{Fe}^{2+}) = 0,15$], plagioklas ($\text{An}_{30\text{--}45}$). K živec býva primárny a sekundárny. V strednovariských typoch sa vyskytuje primárny v podobe intersticiálnych mikroklinov (Petrík a Kohút, 2001), kým sekundárny je typický pre neskorovariské typy (Malá Fatra, naše údaje). Paragenézu akcesorických minerálov spravdla tvorí Zr (subtypy S_{12}), apatit, titanit, magnetit, allanit a epidot.

Geochemicky je pre horniny charakteristický vysoký obsah SiO_2 (60–74 hmot. %), $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 1$ a hodnota A/CNK sa pohybuje okolo 1 (Broska a Uher, 2001). Negatívny trend v Harkerových diagramoch v porovnaní s pribúdajúcim SiO_2 má väčšina stopových prvkov (Sr, Ba a Zr), prvky vzácnych zemín a prvky skupiny Fe. Normalizované obrazy vzácnych zemín sú strmšie a bez negatívnej Eu anomálie. Harkerove diagramy ukazujú dve rozdielne skupiny hornín v rámci obidvoch skupín granitov typu I, a to granodiority a tonality 1. s obsahom SiO_2 do 70 hmot. % a 2. s obsahom nad

70 hmot. %. Pre druhú skupinu je charakteristická relatívne vyššia koncentrácia TiO_2 , FeO_{tot} , MnO, K_2O , P_2O_5 , Rb, Zr, Ba a Pb, ale najmä LREE, ako by sa dalo očakávať podľa diferenciačného trendu prvej skupiny. Mohol by to byť výsledok chemickej frakcionácie prvkov v neskorých diferenciátoch členoch. Obidva trendy majú negatívny charakter, resp. pri K_2O a Rb je ich trend pozitívny. Horniny prvej skupiny budujú hlavné telesá plutónov, druhú tvoria horniny aplitových a pegmatitových žíl, ako aj granatických diferenciátov. Trendy druhej skupiny sa veľmi podobajú trendom granitov typu S Západných Karpát alebo sú s nimi zhodné.

Genéza spodnokarbonských mezovariských granitov typu I sa doteraz interpretuje veľmi ťažko. Vznik vrchnokarbonských neskorovariských granitov typu I sa v Západných Karpatoch viaže na spodnú kôru a jej parciálnu anatexiu spustila tepelná kapacita podkôrových mafických plášťových hmôt. Diferenciácia, ako aj dlhá evolúcia granitov typu I je hlavnou príčinou silnej frakcionácie tejto granitovej suity.

Literatúra

- Broska, I. & Uher, P., 2001: Whole-rock chemistry and genetic typology of the West-Carpathian Variscan granites. *Geol. Carpath.*, 52, 79–90.
Petrík, I. & Kohút, M., 2001: Carboniferous biotite granodiorite/tonalites (mainly I-type). In: I. Petrík, M. Kohút & I. Broska (eds.): *Granitic plutonism of the Western Carpathians – Guide book to Eurogranites 2001*. Bratislava, Veda, 30.

Mineralogical and chemical characterization of eclogites from the Lapland Granulite Belt (Kola Peninsula, Northern Russia)

MIŁOSZ HUBER

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

In the northern and eastern parts of the Kola Peninsula, in the vicinity of Kandalaksha and in Salne Tundry region, the exposed Archean complex is called the Lapland Granulite Belt (Polkanov, 1960). The complex originated presumably from the island arc volcanism forming a basement between the Belomoryan and the Kola blocks (2400–2700 Ma; Kozlov, 1990, 1991, 1995, 1998), and metamorphosed under the conditions of amphibolites facies (Kozlov, 1990, 1991; Petrov and Belyayev, 1996). Subsequently, the complex was intruded by gabbroids and again metamorphosed under the granulite and eclogite facies conditions (Bogatikov, 1974; Petrov and Belyayev, 1996). In the Upper Precambrian and Lower Paleozoic the disjunctive tectonics resulted in the formation of faults and blocks. This process was accompanied by the intrusions of granite and carbonatite veins, the latter with prehnite (Sorokhtin and Mitrofanov, 1996; Huber, 2001).

The following paper presents mineralogical and petrographic characterization of eclogites exposed in the amphibolite complex from the Kandalaksha region. The specimens were studied under the reflected- and transmitted-light microscope. The X-ray powder patterns were obtained and the chemical composition was analyzed with the ICP and the MPA. The studies were run at the University of Mining and Metallurgy, and the Jagiellonian University in Krakow, as well as in the ACTLAB (Canada). Some information has also been collected during author's stay in the Russian Academy of Science, Kola Branch in Apatity.

In Kandalaksha area the Lapland Granulite Belt is strongly tectonized. In the Kandalakshskye Tundry Mts., 10 kilometers east from Kandalaksha (Huber, 2001), the three rock complexes occur: (1) the Louvyngskye Beds – amphibolite-biotite schists which are in contact with the rocks of the Belomoryan block, (2) the Kandalakshskye Beds (dominating in this area) – amphibolites and (3) the Plaskotun-

drovye Beds (exposed in the Zeleznaya Mt.) – several types of metamorphic rocks with garnets and feldspar. The exposure of eclogites (2 km²) is located on the northern slope of this mountain.

The studied eclogites are reddish with greenish tint. The rock reveals massive structure. Mineralogical composition includes garnets (over 80 vol. %) with minor pyroxenes, amphiboles, and plagioclase. Under the microscope the eclogites show grano-nematoblastic structure. Alkaline plagioclase often forms a symplectite structure with pyroxene (originally in gabbro). Hornblende is a secondary product of pyroxene transformation during diaphoresis of eclogites. The garnets represent the pyrope group and contain 39 % SiO₂, 21 % Al₂O₃, 0.1 % Ti, 1 % Mn, 6–10 % Mg, 2–4 % Ca (Kozlov, 1998). Minor admixtures of quartz, Ti-magnetite, ilmenite and zircon were also observed. Chemical composition of eclogites includes: 37 % SiO₂, 18 % Al₂O₃, 25.63 % Fe, 1 % Ti, 8 % CaO, 6 % MgO. Applying the CIPW system, the rock is a monzogabbro (guidelines Fe²⁺/Fe³⁺ = 0.8). On the basis of 3TiO₂ + K₂O/SiO₂ + 3CaO diagram, the rocks can be localized at the continental edge.

The studied eclogites are mafic rocks of gabbro type, metamorphosed under the conditions of amphibolite facies. Russian geologists distinguished the four stages of mafic intrusions. Basing upon the field observations, the author identified at least two types of such intrusions. Apart the eclogite rocks (first type) described above, in the study area is recently the garnet-amphibolite gneiss formerly quartz monzonite (the second type). Considering the 3TiO₂ + K₂O/SiO₂ + 3CaO diagram (Kozlov, 1990), these rocks seem to be close to the island-arc magmatism which may suggest the presence of intermediate stage of magmatic activity, preceding the intrusions of gabbroids (metamorphosed to eclogites). These rocks are currently intensively studied by the author.

Mineralogy and petrography of rocks from the “Flora” exposure in the Lovozero Massif, Kola Peninsula, Northern Russia

MIŁOSZ HUBER

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059. Kraków, Poland

The Lovozero Massif is the second largest word intrusion of high-alkaline rocks after the Khibiny Massif. Its area covers about 587 km² (Borucki, 1988). Located in the central part of the Kola Peninsula, the Lovozero is surrounded by the migmatitized Archean granitogneiss of the Kola Series.

The Lovozero Massif comprises various alkaline rocks: syenites, nephelinites and veins rocks (Volkov et al., 1961) composed among other things of apatite, plagioclase, eudialyte, egirine, lorenzenite (Kosteckaya, 1961). The most common rocks of the massif show stratiform structure.

The field observations were run during the 2000 expedition of the Kola Scientific Group from the University of Mining and Metallurgy in Krakow to the Kola Peninsula. Collected samples were studied under the reflected- and transmitted-light microscope, under the SEM with the EDS and with the XRD method. Chemical analyses were run with the MPA.

The “Flora” exposure is located in the northern part of the Lovozero Massif, close to the Rievda town, about 10 km north of the “Umba” quarry. The name of the exposure originates from the adjacent mountain (800 meters a. s. l.). The exposure can be easily reached following the path leading to the Lovozero Lake. The open terrain covered by rare vegetation facilitates the field observations. The exposed rocks are syenites rich in eudialyte, lorenzenite and other rare minerals.

References

- Bogatikov, O. A., 1974: Anortozyty SSR. *Nauka (Moskva)*, 21–30.
- Kozlov, N. E. & Ivanov, A. A., 1991: Composition of metamorphic rocks and some aspects of evolution of the Lapland Granulite Belt on the Kola Peninsula, USSR. *Geol. Surv. of Norway, Norges Geologiske Under. Biul.*, 421, 19–32.
- Kozlov, N. E. & Kozlova, N. E., 1998: O genezise granatovych plagiogranitoidov Laplandskogo Granulitovogo Pojasa. *Vestnik MGTU*, 1, 3, 43–52.
- Kozlov, N. E., Avedisyan, A. A., Balaszov, J. A., Ivanov, A. A., Kamienskaja, A. D., Muhamedova, I. W., Polkanova, W. A., Pripaczkin, W. A., Rispolozenskij, J. A. & Tamowetskij, L. L., 1995: Some a new aspects of geology, deep structure, geochemistry and geochronology of the Lapland Granulite Belt, Baltic Shield. *Geology of the eastern Finnmark – Western Kola Peninsula region. Geol. Surv. of Norway, Norges Geologiske Under. Biul., Spec. Publ.*, 7, 157–166.
- Kozlov, N. E., Ivanov, A. A. & Nyerovich, L. I., 1990: Laplandskij Granulitovyj Pojas – pervičnaja priroda i razvitije. *RAN, Apatity*, 12–139.
- Kozlov, N. E., Lipov, A. P., Nazaryenko, W. O., Nyerovich, L. I. & Sargcjan, G. O., 1990: Pervičnaja priroda ziderbitov Granulitnogo Pojasa Kolvickogo regiona. *RAN (Moskva), Geochimia*, 4, 591–598.
- Pietrov, W. P., Bielyayev, O. A., Voloshina, Z. M., Glazukov, A. N. & Kortikova, L. P., 1996: Rudometamorficheskiye sistemy rannego dokiembrija. *RAN, Apatity*, 10–24.
- Polkanov, A. A., 1960: Trudy laboratorii geologii dokiembrija. *Nauka (Moskva)*, 7–111.
- Huber, M., 2001: Wyniki badań skał zasadowych z okolicy Kandalaksza (Laplandzki Pas Granulitowy, plw. Kola, Rosja). *Referaty Laureatów Studenckich Sesji Naukowych Górników, Cracow*, 5–11.
- Huber, M., 2001: Geologická a petrografická charakteristika granulitového laplandského pásma z lokality Kandalakša nad Bielym morom (polostrov Kola, severné Rusko). *Mineralia Slov., Geovestník*, 2, 17.

The rocks observed in the “Flora” exposure are mainly syenites rich in plagioclases, eudialyte, egirine, astrofyllite, lorenzenite and murmanite. The rocks show distinct zonal textures emphasized by dark minerals. In the rocks there are placed automorphic crystals of lorenzonite, eudialite astrofyllite, egirine and plagioclases. In some samples the ophitic structure dominates. Moreover, grano-crystalline structures were observed in the veins, and in metamorphosed sedimentary rocks which are quartzite xenoliths embedded in syenites.

Eudialyte (Na, Ca, Fe)₆Zr[(OH, Cl)(Si₃)₉]₂ observed in syenites is usually a pink or orange. It forms nests-like aggregates or single, idiomorphic crystals. Under transmitted light it occasionally reveals a weak, pink pleochroism. The characteristic *d*_{hkl} values are: 2.853 (100); 2.979 (97); 4.339 (71); 3.189 (49). MPA analyses indicated small admixtures of titanium, copper and manganese at the level of a few per cent. The studied minerals show zonal structures.

Lorenzonite Na₂O₂(TiZr)₂·2SiO₂ usually forms idiomorphic, dark brown crystals with metallic shade. Under the microscope the mineral shows a weak, brown pleochroism, straight extinction and brown to violet interference colours. Some crystals host the relicts of plagioclases. The MPA analyses indicated admixtures of Zr, Ti as well as Fe, V and Nb.

Narsarsukite Na₄Ti₂[O₂Si₈O₂₀] shows layered accumulations composed of hypidiomorphic to xenomorphic crystals. Under the

microscope a weak, greenish pleochroism was noticed. The MPA analyses indicated the presence of Ti and Fe.

Egryne $\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ forms elongated columns. Microscopic observations showed blue-green pleochroism. The MPA analyses revealed the admixtures of Fe, Si and Na.

Astrophyllite $(\text{K}, \text{Na})_3(\text{Fe}, \text{Mn})_7(\text{Ti}, \text{Zr})_2[\text{Si}_8(\text{O}, \text{OH})_{31}]$ shows radial aggregates of yellow or brown crystals. Astrophyllite creates a radial concentration (so called: astrophyllite suns), less often post shapes. Under the microscope it reveals yellow pleochroism. The MPA analyses demonstrated the presence of Fe, Ti and Mn with minor Na and Nb.

Plagioclases usually occur in ophitic forms. The MPA analyses showed dominance of Na over Ca and admixture of K.

The rocks from the "Flora" exposure are represented mainly by layers formations. They are mainly syenites with common xenoliths of metamorphosed sandstones.

The rocks contain abundance of rare minerals: eudialyte, lorenze-

nite, narsarsukite, astrophyllite etc. The minerals are rich in Zr, Ti, Mn, V, Cu etc. Some crystals show numerous relicts. The rocks are cut by numerous veins.

The author expresses his thanks to prof. dr hab. inž. Wiesław Heflik for numerous hints and help during researches.

References

- Borucký, B. E. 1988: Porodoobrazujúce minerály vysokoškoľných komplexov. *Nauka (Moskva)*, 32, 9–18.
 Kosteckaya, E. W. 1961. O sodržanii chlora v evdjalitach Lovozerskogo massiva. *Geochimia (Moskva)*, 11, 988–994.
 Mitrofanov, F. P. 1995: Geologia pol. Kola. In: *Apaty Rossii. Ross. Akad. nauk.*
 Volkov, P. V., Poljakov, A. I., Karahanova, M. I. & Voronina, L. I. 1961. Petrochimičeskije osobnosti i asocijacii akcessornych mineralov differencirovannogo kompleksa Lovozerskogo ščeločnogo massiva. *Geochimia (Moskva)*, 8, 656–665.

Lepidopus glarisianus (Blainville, 1818) z paleogénnych sedimentov Západných Karpát Oravy

BARBARA CHALUPOVÁ

Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava

Výskyt fosilnej rybej fauny druhu *Lepidopus glarisianus* (Blainville, 1818) vo vrstvách ílovca menilitového typu vnútrokarpatského paleogénu (hutianske súvrstvie; stredný oligocén – rupel) je vzácnosťou. Skúmaný druh sa v minulosti našiel v Poľsku (okolie Wadowic, lokalita Baška, Krakowice a i.; Kramberger, 1879; Książkiewicz, 1951; Nowak in Książkiewicz, 1956; Jerzmańska, 1968), na Morave (lokalita Nikolčice, Špičky, Moutnice, Křepice), Ukrajine (Šakin, 1960; Gorbáč, 1961; Vialov, 1961) a v Rumunsku (lokalita Suslanesti-Muscel, Valea Caselor, Vea Rea, Kovasna, Kommandó a i.). Na Slovensku boli fosilné nálezy druhu *L. glarisianus* doteraz opísané iba z okolia Handlovej (Vávrová, 1958) a z Oravy (Chalupová, 2000).

Práca je zameraná na výskyt fosilného druhu *Lepidopus glarisianus* (Blainville, 1818) z dvoch paleogénnych lokalít Západných Karpát. Materiál obsahoval desať neúplne zachovaných rybích kostí bez hlavových a chvostových častí, ako aj jednu neúplne zachovanú hlavu s čeľusťami a dva kusy operkula (lokalita 1 – Blatná dolina, Záskanie) a jednu čeľuť (lokalita 2 – potok Pribisko).

Lepidopus glarisianus (Blainville, 1818) patrí do rodu *Lepidopus* Gouan, 1770, triedy Trichiuridae Rafinesque, 1810, radu Perciformes. Má typické pretiahnuté, stužkovité telo bez šupín. Dlhá hlava tvorí asi 1/7 dĺžky tela. *L. glarisianus* má končitý rypák, široké ústa a dlhšiu dolnú čeľuť. Horná i dolná čeľuť majú silný chrup. Chrbtová plutva je dlhá, začína sa tesne za hlavou, siahá takmer po chvostovú plutvu a má 100–105 tvrdých lúčov. Análna plutva je pomerne krátka, umiestnená ďaleko vzadu, má 31–36 do kože zapustených tvrdých a 21–25 mäkkých lúčov. Brušné plutvy sú vyvinuté ako „šupinky“ za prsnými plutvami. Chvostová plutva je vidlicovito rozdvojená. Maximálna dĺžka tela je do 2 m. Je to spoločenská, stádovitá ryba žijúca v otvorených vodách v hĺbke 100–250 m, nad kontinentálnym šelfom do hĺbky 400 m, ako aj od litorálnych oblastí. Jej stratigrafické rozšírenie je (eocén?) oligocén – recent (Európa), eocén – recent (západná Afrika a západná Indonézia), oligocén – recent (Severná Amerika), pliocén – recent (severná Afrika) (podľa Romera, 1967).

Transgresia paleogénneho mora cez okraj centrálnych Karpát v oblasti Oravy sa začala v strednom eocéne, keď sa tam zmenil

charakter prostredia a tým aj celkové životné podmienky pre rybiu faunu. Spoločenstvo rýb (*L. glarisianus* a *Clupea sardinites* (Heckel, 1850)) nájdené na lokalite potoka Pribisko poukazuje na epipelagické až mezopelagické podmienky prostredia počas oligocénej sedimentácie ílovitých vrstiev. V oblasti Blatná dolina – Záskanie sa na základe informácií zo štúdia druhu *L. glarisianus* a iných druhov (*Clupea sardinites*, *Serranus budensis* (Heckel, 1856) a *Alosa* sp.) prostredie postupne menilo z plytkovodnejšieho (eocén) na hlbokovodnejšie (oligocén). Menilitové vrstvy obsahujúce tieto fosilné záznamy možno na základe rybej fauny (podľa Kotlarczyka a Jerzmańskiej, 1988) zaradiť do zóny IPM 1 až IMP 2.

Literatúra

- Gorbáč, L. P., 1961: O nekotorych pelagičeskich rybch iz karpatskogo oligocena. *Paleont. Sbor. (Lvov)*, 1, 131–136.
 Chalupová, B., 2000: Eocene fish fauna from the Menilite Beds (Huty Formation) of the Central Carpathian Paleogene Basin (Orava region. NW Slovakia). *Slov. geol. mag.*, 6, 2–3, 168–171.
 Jerzmańska, A., 1968: Ichtyofaune des couches a Ménilite (Flysch des Carpathes). *Acta palaeont. pol. (Warszawa)*, 13, 3, 379–488.
 Kotlarczyk, J. & Jerzmańska, A., 1988: Ichtyofauna w stratigrafii Karpat. *Przegl. geol.*, 6, 346–352.
 Kramberger, D., 1879: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische der Karpathen. *Paleontographica N. F., Cassel*, 6–3, 26.
 Książkiewicz, M., 1951: Objasnenie arkusza Wadowice. *Pań. Inst. Geol. Ogólna mapa geol. Polski 1 : 50 000, Warszawa*.
 Książkiewicz, M., 1956: Lexique stratigraphique internat. 1 (6a). *Pologne, Paris*.
 Romer, A. S., 1967: Vertebrate paleontology. The University of Chicago press, Chicago and London, 1–468.
 Šakin, V., 1960: Stratigrafija i litologija oligocenových otloženij jugovostočnoj časti sovětskich Karpat. *Lvovskij politechn. Institut., Lvov*.
 Vávrová, E., 1958: Mikropaleontologické vyhodnotenie povrchových vzoriek severného okraja handlovejskej uhoľnej panvy. *Manuskript – archív Geofond Bratislava*, 33.
 Vialov, O., 1961. Paleogenovij fliš severnogo sklona Karpat. *Kyiv*.

Netradičná možnosť využívať slovenské hnedé uhlie – spoločné spracúvanie uhlia a odpadu – náčrt základných vstupných informácií (okres Prievidza)

SILVIA JUHANOVÁ

Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU v Košiciach, Park Komenského 15, 043 84 Košice

Jedným zo strategických cieľov slovenskej energetickej politiky je zvýšiť podiel obnoviteľných a druhotných zdrojov energie na pokrývaní spotreby primárnych energetických zdrojov.

Podľa nového zákona o odpadoch je účelom odpadového hospodárstva okrem iného aj zhodnocovať odpad recykláciou, opätovným používaním alebo inými procesmi umožňujúcimi získavať druhotné suroviny a ďalším využívať odpad – ak sa nedá materiálovo zhodnotiť – ako zdroj energie.

Myšlienka využívať odpad na energetické účely nie je nová. Na Slovensku sa odpad spaľuje a získaná energia sa využíva na vykurovanie. Podiel spáleného odpadu v súčasnosti je približne 3,5 až 4 % z celkového množstva odpadu a materiálovo sa za posledných päť rokov na Slovensku zhodnotilo 53–63 % odpadu. Z celkového množstva 16,1 miliónov t sa v roku 2000 zhodnotilo 10,1 miliónov t odpadu, čo je 63 %. Komunálny odpad v roku 2000 predstavoval 10,6 % všetkého odpadu. Najväčšie množstvo sa ho zneškodnilo skládkovaním (61,87 %), spaľovaním to bolo 12,21 % a materiálovo sa zhodnotilo 2,12 %. (<http://www.lifeenv.gov.sk/minis/>, 30. 4. 2003).

V súvislosti s bohatými domácimi zdrojmi hnedého uhlia a lignitu sa ponúka netradičná možnosť energeticky alebo materiálovo zhodnocovať odpad spolu s uhlím. Na tento druh spracúvania sú najvhodnejšie odpadové polyméry, guma a plasty. Odpadové plasty sú dominantnou zložkou komunálneho odpadu. V uhlí, ako aj v odpadových plastoch je relatívne vysoký podiel C a H a to vytvára predpoklady na úspešné spoločné spracovanie. Spoločné spracúvanie (tzv. *ko-procesing*) uhlia a organického odpadu ponúka niekoľko možností. Je to spoločné spaľovanie (v technickom slangu *ko-spaľovanie*), spoločné splyňovanie (*ko-splyňovanie*), spoločná pyrolýza (*ko-pyrolýza*) a spoločné skvapalňovanie (*ko-skvapalňovanie*).

Energeticky výhodné je napr. spoločné spaľovanie uhlia a odpadových pneumatík na výrobu tepla a elektriny. Uhlie s biologickým odpadom sa spaľuje v rade európskych krajín a zužitkúva sa najmä odpad z ťažby a spracovania dreva, ako aj slama. Spoločné spaľovanie však umožňuje využívať odpad iba energeticky, a tak sa natrvalo stráca možnosť premeniť ho na chemické suroviny. Plyn získaný spoločným splyňovaním uhlia a odpadových plastov sa dá použiť na výrobu elektriny a vysokotlakovej pary, alternatívne pri syntéze metanolu. Jedným z postupov je splyňovanie brikiet obsahujúcich 50 % odpadu a 50 % hnedého uhlia, pri ktorom odpad negatívne

nevplyva na kvalitu vyrobeného plynu. Prednosťou spoločnej pyrolýzy je využitie energetického obsahu a zároveň výroba nových produktov – koksu, dechtu, reakčnej vody a energetického plynu. Pri takomto postupe je najúčelnejšie využívať ťažšiu časť odpadu (papier, bučinu, PE, PVC, textil, kožu, hliníkové fólie a pod.), gumu z áut a olej. Spoločné skvapalňovanie uhlia s organickým odpadom (plasty a pneumatiky) umožňuje výrobu plyných uhľovodíkov, oleja a leteckého parafínu.

Spoločné spracúvanie odpadu (najmä plastov) a uhlia je v strednej Európe nový, perspektívny a výhodný smer. Jeho prednosťou je zabránenie nenávratnej strate odpadu s vysokým obsahom C a H, výroba uhľovodíkov (spoločná pyrolýza a skvapalňovanie) schopných nahradiť ropné produkty, čo značí možnosť znížiť či aspoň nezvyšovať dovoz ropy a efektívnejšie využívať ťažené hnedé uhlie (Roubíček a Buchtele, 2002).

Vďaka hnedouhľovým baniam je Prievidzský okres z hľadiska spoločného spracúvania uhlia a odpadu zaujímavou oblasťou. V roku 2000 sa v okrese vyprodukovalo 1 710 320 t odpadu, z toho 2,5 % komunálneho, 56,23 % sa zhodnotilo a 40,87 % zneškodnilo skládkovaním. V tom istom roku sa s komunálnym odpadom nakladalo takto: 7,6 % sa využilo, 0,2 % spálilo a 84,7 % uložilo na skládkach. V okrese funguje šesť zariadení na zhodnocovanie odpadu, jedna spaľovňa zdravotníckeho odpadu, tri zariadenia na zneškodňovanie odpadu a prevádzkujú sa štyri skládky odpadu (Zemianske Kostofany, Nitrianske Pravno, Veľká Lehôtka a Handlová). (<http://www.vs.sk/oupd/Zivotne/PlanOdpHosp2005.htm>, 29. 3. 2003).

Nakladanie s odpadom v okrese Prievidza by sa dalo riešiť napríklad investíciou do zariadenia na splyňovanie s kapacitou 5–10 t h⁻¹ (50 % uhlia a 50 % odpadu), čo je spotreba okolo 44 kt odpadu ročne. Tak by sa mohol zužitkovať takmer všetok odpad. Úspora za nepoužívanie skládky by bola 14 až 29 miliónov Sk ročne. Výsledkom spoločného spracúvania uhlia a odpadu by bol syntetický plyn využiteľný v kogeneračných jednotkách na výrobu tepla, elektrickej energie a v nevykurovacom období by sa dal z plynu vyrábať metanol. Tým by sa zvýšil podiel využívania druhotných zdrojov energie a šetrili by sa primárne energetické zdroje. Takýto projekt však potrebuje investície do inštalácie zariadenia a do zabezpečenia efektívnej separácie komunálneho odpadu v domácnostiach a organizáciách.

Hydrogeologické pomery Hornádskej kotliny

LUCIA KOČÍKOVÁ

Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU v Košiciach, Park Komenského 15, 043 84 Košice

Hornádska kotlina patrí do Fatransko-tatranskej oblasti, subprovincie Vnútorne Západné Karpaty a provincie Západné Karpaty. Tvorí ju paleogén podtatranskej skupiny, ktorý zahŕňa borovské, hutianske, zuberecké a bielopotocké súvrstvie. Hydrogeologicky je veľmi členitý. Z hydrogeologických vlastností hornín paleogénu je najvýznamnejšia puklinová priepustnosť, kým význam medzizbovej priepustnosti je v tejto oblasti veľmi obmedzený, prevažne až zanedbateľný (Jetel, 1995, 1998). Jednoznačná súvislosť medzi uzatváraním sa puklín s rastúcou hĺbkou a dominantnou priepustnosťou

vytvára podmienky obehu vody typické pre štruktúru typu hydrogeologického masívu. Termín hydrogeologický masív označuje hydrogeologickoštruktúrnú jednotku z komplexov spevnených hornín bez významnejších súvislých kolektorov vrstvového typu. Obeh podzemnej vody v hydrogeologickom masíve sa v menšej miere sústreďuje do subvertikálnych puklinových zón, ale najmä do pripovrchovej zóny.

Pripovrchová zóna vyššej priepustnosti je v predkvartérnych horninách hlavným hydrogeologickým kolektorom, dosahuje priemer-

nú hrúbku okolo 20–50 m a prevažuje v nej puklinová priepustnosť. Jej priemerná priepustnosť s hĺbkou postupne klesá a priepustnejšie anomálie sa vyskytujú iba na zónach tektonického porušenia. Všeobecne akceptovaná tradičná predstava, že pieskovcové vrstvy majú priaznivejšie hydraulické vlastnosti ako ílovcové, v sledovanej oblasti neplatí.

Základným znakom priestorového rozloženia priepustnosti v horninách typu hydrogeologického masívu je pokles priemernej priepustnosti s hĺbkou (Jetel, 1985). Súvislosť medzi priemernou priepustnosťou a hĺbkou pod povrchom sa v skúšanom území sledoval regresnokorelačnou analýzou vzťahu hodnôt indexu priepustnosti Z a hĺbky H stredov skúšaných úsekov vo vrtoch (Jetel a Vranovská, 1997). Štatisticky výrazný pokles priemernej priepustnosti s hĺbkou sa v Hornádskej kotline potvrdil v hutianskom i v zubereckom súvrství, ale nevýrazný bol v borovskom súvrství.

Závislosť medzi priemernou priepustnosťou paleogénnych hornín a ich litológiou nie je jednoznačná. Borovské súvrstvie, ktoré tvoria prevažne pieskovcové a zlepcové vrstvy, síce vykazuje vyššiu priemernú priepustnosť ako prevažne pelitické hutianske súvrstvie, ale namerané rozdiely nie sú také veľké, ako by sa dalo čakať, a zuberecké tradičnej schéme nezodpovedá vôbec.

Kvantitatívne vyjadrenie vzťahov litológie a priepustnosti poskytla regresnokorelačná analýza závislosti indexu priepustnosti Z od ukazovateľa p , ktorý vyjadruje podiel pieskovcov a zlepcov na celkovej dĺžke skúšaného otvoreného úseku vo vrte (Jetel, 1999). Podľa tradičnej predstavy o hydrogeologickej funkcii jednotlivých litologických typov flyšových hornín sa očakával pokles priemernej priepustnosti v skúšaných úsekoch s klesajúcim podielom pieskovcov, no v horninách zubereckého súvrstvia sa prejavila opačná závislosť – s klesajúcim podielom pieskovcov a zlepcov v skúša-

nom otvorenom úseku vrty priemerná priepustnosť flyšových hornín rástla.

Prevažná väčšina prameňov v Hornádskej kotline predstavuje odvodnenie lokálnych subsystémov prúdenia. Ich výdatnosť je spravidla nízka – zväčša do $0,6 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, iba zriedka vyššia. Mierny odtok podzemnej vody z paleogénu kotliny vyjadrený ako priemerný základný odtok z povodí je $1,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Jetel et al., 1990).

Hydrogeologické pomery, ako aj výskyt zdrojov obvyčajnej, minerálnej a termálnej vody v Hornádskej kotline boli predmetom dlhoročného hydrogeologického prieskumu, ktorého výsledky sa v súčasnosti spracúvajú do bázy dát, aby sa aplikáciou nástrojov GIS dala vytvoriť digitálna mapa.

Literatúra

- Jetel, J. & Vranovská, A.: 1997: Priepustnosť a prietoknosť hornín paleogénu Hornádskej kotliny. *Mineralia Slov.*, 3, 218–226.
- Jetel, J.: 1985: Vertical variations in permeability of flysch rocks in Czechoslovak Carpathians. *Kwart. geol. (Warszawa)*, 29, 1, 167–178.
- Jetel, J.: 1995: Nové pohľady na hydrogeológiu karpatského flyšu a centrálnokarpatského paleogénu. In: *Zbor. ref. z konf. III. geologické dni Jána Slávika. Bratislava. GÚDŠ. 137–139.*
- Jetel, J.: 1998: New knowledge of the hydrogeology in the West Carpathian Flysch Zone and Central-Carpathian Paleogene. *XVI Congr. Carpathian-Balkan Geol. Assoc., Vienna 1998, Abstracts. Wien*, 251.
- Jetel, J.: 1999: Hydrogeologické pomery. In: P. Gross et al.: *Vysvetlivky ku geologickej mape Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny. Bratislava, GSSR, 166–192.*
- Jetel, J., Molnár, J. & Vranovská, A.: 1990: Hydrogeologický výskum Hornádskej kotliny. Záverečná správa. *Manuskript – archív GSSR. Bratislava.*

Palynologické hodnotenie koňhorskej formácie na bradle Rochovica (pieninské bradlové pásmo, Slovensko)

MAREK KOMAN

Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava
e-mail: koman@nic.fns.uniba.sk

Okolie Kysuckej brány je už od 30. rokov 20. stor. predmetom dôkladného štúdia. Špecifikou tohto územia sú klasické profily kysuckej jednotky bradlového pásma, ktoré sú najkompletnejšie v litologickom zázname v danom stratigrafickom rozpätí. Najúplnejší je profil na jv. strane bradla Rochovica, v ktorom vystupujú prevažne karbonatické sedimenty hoterivského až vrchnoalbského veku. Výnimkou je sekvencia tmavých ílovitých anoxických bridlic – koňhorská formácia, stratigraficky patriaca do aptského stupňa.

V spoločenstve vrchnojurských a spodnokriedových sporomorf majú dominantné zastúpenie triletné spóry a peľové zrnká nahosemenných rastlín, napr. *Cicatricosporites* cf. *phaseolus* (Delcourt a Sprumont) Krutzsch, *Cicatricosporites* sp., *Deltoispora* sp., *Osmundacidites* sp., *Lycopodiumsporites* sp., *Classopollis* aff. *revrei* Leing, *Classopollis* aff. *spinus* Hengreen, *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock & Jansonius *Classopollis* sp., *Alisporites*

sp., *Araucaricites* cf. *Australis*, *Ginkocycadophytus* sp., *Seguoiapollenites* sp., *Welwitschiapites simplex* Déak. Peľové zrnká krytosemenných rastlín – *Bohemiperiparis zaklinskai* Pacltová, *Clavatipollenites* cf. *hughesii* Couper, *Clavatipollenites* sp., *Liliacidites* sp., *Psilatricolpites* sp., *Retitricolpites* cf. *nemejci* (Pacltová) Laing, *Tricolpites* sp. – sú evolučne mladšími elementmi.

Pobrežnou vegetáciou boli hlavne paprade a nahosemenné rastliny rodu *Classopollis*. Peľové zrnká sú dobre zachované. Rastlinný porast vo vnútrozemí pravdepodobne tvorili nahosemenné rastliny. Ich peľové zrnká majú skorodovanú exinu, čo poukazuje na dlhší transport.

Široké stratigrafické rozšírenie nájdených sporomorf neumožňuje jednoznačné biostratigrafické zaradenie, ale z povahy spoločenstva sa dá predpokladať teplá a humidná klíma.

Práca vznikla v rámci grantovej úlohy 2/2074/22 agentúry VEGA.

Spoločenstvá foraminifer v strednom miocéne viedenskej panvy s dôrazom na planktonické formy

PATRÍCIA KOVÁČOVÁ

Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava
e-mail: patrishka@post.sk

Viedenská panva sa zaraďuje medzi panvy centrálnej Paratetydy a reprezentuje typickú *pullapartovú* panvu na styku Východných Álp a Západných Karpát. Jej sedimentárnou výplňou sú miocéne, pliocénne a kvartérne uloženiny. Miocénná sedimentácia sa začína v morskem prostredí. Na konci stredného miocénu a vo vrchnom miocéne sa sedimenty usadzovali v brakických podmienkach a najmladšiu výplň panvy zastupujú limnické až riečne uloženiny. Študované vzorky materiálu sú z vrtných jadier z lokality neďaleko obce Vysoká.

Podľa zistených asociácií foraminifer sa dá predpokladať, že sedimentácia prebiehala vo vrchnej lagenidovej biozóna na hranici spodného a stredného bádenu (moravan/velič), na čo poukazuje výskyt indexového druhu *Orbulina suturalis* Broenimann a výrazná prevaha druhu *Spirorutilus carinatus* (Orb.). Vo väčšine vzoriek sú dominantne zastúpené bentické formy so značným podielom druhu *Heterolepa dutemplei* (Orb.), *Pullenia bulloides* (Orb.), *Spirorutilus carinatus* (Orb.), ktoré indikujú prostredie neritika až plytkého batýalu. Planktonické taxóny sú zastúpené skromnejšie a sú podstatne horšie

zachované. V najhlbšej časti vrtného jadra je pozorovateľný hojný výskyt teplomilných globorotálií *Globorotalia mayeri* (Cush. a Ell.), *Globorotalia bykovae* (Aisenstat) a druhu *Globigerina* aff. *nepenthes* (Todd), *Globigerina* aff. *decoraperta* (Takayanagi a Saito), ktoré poukazujú na usadzovanie v teplých až miernych klimatických podmienkach. Smerom do nadložia podiel planktonických foriem náhle klesá a pribúdajú *Uvigerina* a *Bulimina*, ktoré indikujú znížený obsah O_2 pri dne sedimentačného prostredia.

Podľa zastúpenia druhov foraminifer, pomeru P/B a diverzity sa dá predpokladať istá zmena životných podmienok. Pri sedimentácii študovaného úseku horniny sme zistili náhly pokles diverzity bentických taxónov, čo signalizuje zhoršenie ekologických faktorov prostredia. Klesol podiel planktónu a rapidne vzrástol počet anoxických druhov. Podľa toho možno predpokladať zmenu hĺbky a cirkulácie morskej vody, stratifikáciu vodného stĺpca a v jej dôsledku možnú eutrofizáciu prostredia a tým vznik dysoxických podmienok pri dne.

Geochemické hodnotenie kolektorských polôh trebišovskej štruktúry

JÁN KROMEL

Katedra geochemie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
e-mail: sephir1310@post.cz

Neogénne sedimentárne západokarpatské panvy (viedenská, dunajská a východoslovenská) sú dodnes tzv. klasickými resp. tradičnými ropo-plynonosnými oblasťami Slovenska, a preto je väčšina ich ložísk s klasickými kolektormi už viac alebo menej vyťažená. Overená zvyšková geologická zásoba ropy a zemného plynu v týchto oblastiach je už iba necelých 800 tisíc t ropy a 3 miliardy m^3 zemného plynu.

Z uvedeného je zrejme, že budúcnosť prieskumu a ťažby uhľovodíkov na Slovensku bude patriť oblastiam, ako sú neogénne panvy v malých, zložitých, vysokotlakových, vysokoteplotných a nízkopriepustných ložiskách, ktoré už v minulosti boli zastihnuté aj vrtní, ale ekonomické a technické podmienky – okrem výnimiek – ich neumožnili zapojiť do efektívnej ťažby, a tak sú viac-menej opustené. Za alternatívne riešenie možno pokladať rezervy v netradičných oblastiach vyhľadávania ložísk a zemného plynu, akými sú vnútrokarpatské paleogénne panvy a flyšové pásma vonkajších Západných Karpát.

Zásluhou rastu poznatkov, technickej vyspelosti pri prieskume, výskume

a ťažbe uhľovodíkov, ako aj základného a aplikovaného výskumu ustavične rastie množstvo užitočných dát, informácií aj vedomostí a ich efektívnym zužitkovaním treba z hľadiska uhľovodíkového potenciálu účelne zhodnotiť či prehodnotiť tradičné, ale aj netradičné západokarpatské oblasti na Slovensku.

Východoslovenská neogénna panva – najmä jej trebišovská oblasť – je jednou z takýchto potenciálnych oblastí a jej špecifikom v rámci ostatných neogénnych panví na Slovensku je, že má najvyšší tepelný tok. S tým na jednej strane súvisí produkcia prevažne ľahkej ropy – gazolínu a termogénneho plynu, lebo v takýchto teplotných podmienkach už bežná ropa nemohla „prežiť“, a na druhej strane dôsledkom spomenutých teplotných podmienok je vyšší stupeň kompaktácie a cementácie pórového priestoru, a teda zhoršenie kvality kolektorských vlastností. Väčšina nálezísk prírodných uhľovodíkov v trebišovskej časti patrí medzi tzv. nízkopriepustné ložiská.

V rámci práce sa geochemicky spracovali vzorky zo sledovanej oblasti a podľa výsledkov sa zhodnotila kvalita jednotlivých kolektorských polôh s ohľadom na ťažbu uhľovodíkov.

Distribúcia Sn, F a Rb v granitových horninách hnileckého telesa

M. KUBIŠ¹ a M. BEDNARIK²

¹Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava
e-mail: geolkubo@savba.sk

²Katedra inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava
e-mail: mbednarik@fns.uniba.sk

Na lokalite Medvedí potok, ležiacej na JZ od obce Hnilec, vystupuje na povrch granitové teleso veľké 2 x 1 km s výraznou vertikálnou zonálnou stavbou. Jeho spodnú časť tvorí dvojsľudný Bt-Ms granit, strednú strednozonný Ms granit a vo vyššej úrovni vystupuje jemnozonný greizenizovaný granit. V apikálnych endokontaktných častiach

sa vyskytujú greizeny tvoriace telesá veľké 100–200 x 30 m (lokálne aj väčšie). Produktom greizenizácie sú 1. kremenné greizeny (veľké 0,2–1 m), 2. muskovitovo-kremenné greizeny (okolo 30 m, miestami aj viac), 3. zóny albitizovaných (čiastočne greizenizovaných) telies jemnozonného granitu (30–100 m) spolu so šošovkami rudných greizenov

a 4. zóny mikroklinizovaného stredozmrného granitu (Grecula, 1985).

Z geologického hľadiska sú hnilecké granitové telesá typickými peraluminóznymi postorogénymi leukokratickými typmi. Zaradujú sa do skupiny špecializovaných typov S, pre ktoré je typický zvýšený obsah F, B, Rb, Li, Ta, Nb, Cs, Sn, W, Mo a znížený Sr, Ba, Zr a V, ako aj vysoký iníciačný pomer $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7119). Výrazná negatívna Eu anomália ($\text{Eu}/\text{Eu}^* \square 0,02$) a vysoký obsah Rb (170–870 ppm) poukazujú na to, že ide o vysoko diferencované granitové systémy (Broska a Uher, 2001; Broska et al., 2002). Hlavným akcesorickým minerálom hnileckých granitových telies je turmalín (skoryl až foitit), apatit I, apatit II, zirkón (S_8 a G_1), monazit (Ce), xenotím (Y), rutil a granát. Topás, turmalín, fluorit, apatit, kassiterit, molybdenit, pyrit, arzenopyrit a Nb-Ta minerály (ferokolumbit, manganokolumbit, W ixiolit a quitianlingit) sú charakteristické hlavne pre greizenové telesá a kremeno-kassiteritové žily (Drnčík, 1982; Uher et al., 2001; Broska et al., 2002).

Permský vek skúmaných granitových telies indikujú mikrosondové datovania monazitu (276 ± 13 Ma, Finger a Broska, 1999) a staršie Rb-Sr datovania (282 ± 2 Ma, Cambel et al., 1990). Permsko-triasový vek hnileckých granitových telies (243 ± 18 Ma) sa získal aj izotopicky zo zirkónových zŕn metódou U/Pb (*single grain isotope dating*; Poller et al., 2000).

Vstupnými parametrami na rekonštrukciu modelu 3D a geochemických profilov sú špeciálne mapy v mierke 1 : 2000 a 1 : 500. Ide o geologickoštruktúrne mapy a mapy banských diel. Ďalším zdrojom dát sú geologickoštruktúrne profile v mierke 1 : 500, chemické analýzy a záverečné správy zo študovaného územia. Parametrické mapy sa skenovali vo formáte TIFF v rozlíšení 300 dpi a potom sa transformovali do systému WGS 84, ktorý sa používa štandardne v prostredí GIS. Ich vektorizáciou a analýzami sme vytvorili komplexný GIS študovaného územia spojený s bázou dát naplnenou už spomenutým zdrojom údajov.

Solid inclusions in emeralds from the Malysheva mine in the Middle Ural Mts., Russia

MAREK ŁODZIŃSKI

Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland
e-mail: marekloz@poczta.onet.pl

Mineral inclusions in emeralds from Malysheva gem-mining region in the eastern slope of the Middle Ural were chemically analysed with the scanning electron microscope Philips XL-30, EDS-Oxford Link Isis. Point analyses, along section from rim to core and mapping of whole crystals were performed. Beryllium minerals were identified using calculations based on stoichiometry. Growth structures, typically parallel to the prism faces, were observed in BSE images. Inclusions were also studied using an optical and gemmological microscope for coloured stones.

Emerald occurrence in the Middle Ural belongs to "schist type" deposits. It is distributed along the eastern exocontact zones of the Adui granitic pluton and Rezhevsk volcanogenic depression. It is located, where fluids have penetrated country rocks in the vicinity of granitic, basic and ultramafic rocks. Beryllium is derived from acidic intrusions and chromium is originated from ultramafic rocks. Beryllium-mineralization is related to hydrothermal and greisenization processes in the host granitic and ultramafic rocks.

Emeralds occur in phlogopite-biotite rocks, which also contain actinolite, talc, plagioclase, chrysoberyl, phenakite, and bromellite. Beryllium-bearing ore-bodies can be divided into two morphological types: beryl-plagioclase veins, and emerald-bearing veinlet-metasomatic micaceous zones. Beryls from the both types were researched in this study.

The solid inclusions comprise micas (phlogopite, biotite, margarite, muscovite), amphibolites (actinolite, tremolite), fluorite, talc, plagioclase, quartz, phenakite, topaz, scheelite, tourmaline, molybdenite, bavenite, bromellite, chrysoberyl, apatite, titanite, zircon, ilmenite, rutile, pyrophyllite, calcite, barite, Fe-oxides and sulphides.

Nearly all solid inclusion are proto- and syngenetic. Ilmenite, rutile, Fe-oxides and secondary chlorite, sericite can be epigenetic. Some minerals as halite were discerned in multi-phase fluid inclusions.

The most abundant inclusions in emerald from the Malysheva are micas (iron-poor phlogopite and micas of the biotite-phlogopite series with higher iron content). Chemical composition of phlogopite in a host emerald is similar to phlogopite from country micaceous rock.

Size of solid inclusions is from a few microns up to 1 mm. Author noticed spatial distribution of solid inclusions related to the emerald crystallography.

Assemblages of mineral inclusions in emeralds from the Ural Mts. are similar to inclusions in emerald from other "schist type" deposits all over the world, for example Australia (Pool), Brazil (Carnaíba), Tanzania (Lake Manyara) and Zambia (Kitwe). It is typical for contact-metamorphic emeralds deposits.

Acknowledgement. M. Łodziński is a Foundation's for Polish Science scholarship holder in 2003 edition. This work was supported by the AGH, the research project No 10.10.140.915.

Izotopové zloženie podzemnej vody v hydrogeologickej štruktúre Podzámčok

JURAJ MICHALKO¹ a SOŇA KUPČOVÁ²

¹Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

²Katedra hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava

Súčasťou Pohronskeho skupinového vodovodu, ktorý zásobuje pitnou vodou okolo 270 tisíc obyvateľov, je vodný zdroj Podzámčok. Zdroj skladajúci sa z piatich čerpacích vrtov (HGN-2 až HGN-6) a zo siete pozorovacích vrtov, v ktorých sa vykonávajú režimové pozorovania, s celkovou výdatnosťou 80 l . s⁻¹ je jedným z najvýdatnejších zdrojov pitnej vody viažucich sa na horniny neovulkanitov na Slovensku. V prevádzke je od roku 1973 a výrazne ovplyvnil režim povrchových vôd (Litva, 1963).

Vodný zdroj je v oblasti stredoslovenských vulkanitov na styku Štiavnických vrchov a Javoria 6 km na J od Zvolena.

Štúdanú oblasť budujú produkty neogénneho vulkanizmu stratovulkánu východnej periférie časti Štiavnických vrchov a západnej časti stratovulkánu Javoria a vzhľadom na pozíciu voči materským stratovulkánom majú ich produkty prevažne podobu lávových príudov. Horniny majú explozívno-efúzívny charakter a časté sú aj produkty extrúzívnej aktivity. Je možné, že styk vulkani-

tov obidvoch stratovulkánov prebieha práve v bližšom okolí obce Podzámčok alebo údolím potoka Neresnica. Hominové formácie Štiavnických vrchov sú staršie ako produkty stratovulkánu Javoria. Geologickú stavbu dopĺňajú usadeniny pliocénnej výplne Pliešovskej kotliny a kvartérne sedimenty. Pliešovský ostrov mezozoika, vystupujúci spod mladoterčieho pokryvu, je tektonicky intenzívne porušený (Konečný et al. in Prelovský, 2001).

Neovulkanické horniny Západných Karpát sa pre všeobecne nízke zvodnenie efuzívnych hornín a vulkanoklastík vyznačujú nedostatočnou zásobou podzemnej vody. Výnimkou sú regionálne tektonické zóny drénujúce okolité prostredie a vytvárajúce podmienky na hlbší obeh podzemnej vody. Jednou z takýchto oblastí je neresnická zlomová línia, ktorá patrí do regionálneho zázrivsko-budapešťianskeho zlomového systému a ktorej súčasťou je aj náš vrt HGN-5 vo vodnom zdroji Podzámčok.

Izotopové zloženie podzemnej vody vystupujúcej vo vodnom zdroji Podzámčok skúmal Kantor et al. (1987), Škvarka a Šilar (1991) a v rámci univerzitného grantu *Vplyv odberov na prirodzený režim podzemnej vody na neresnickej zlomovej línii* autori tohto príspevku. V lete 2002 sa odobrali vzorky na zistenie izotopového zloženia O ($\delta^{18}\text{O} = -10,20\text{‰}$) a H, sulfatickej S ($\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4} = 2,48\text{‰}$) a aktivity trícia ($^3\text{H} = < 0,2 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}; < 1,69 \text{ TU}$) vo vode vrtu HGN-5, ako aj vzorky vody na chemickú analýzu.

Celková mineralizácia vody vo vrtoch je 231,373 až 269,89 mg.l⁻¹, teplota vody 13,22 °C a pH 7,4-7,67; parciálny tlak CO₂ je 1,05 · 10⁻³ MPa ako dôkaz, že sa podzemná voda tvorí bez prísunu atmosférického CO₂. Vo všetkých vzorkách sa určil výrazný základný typ Ca-(Mg)-HCO₃. Nasýtenosť vody voči kalcitu, dolomitu a sadrovcu poukazuje na jej nedo-

sýtenie voči ostatným minerálom, čo potvrdzuje aj prítomnosť agresívneho CO₂ vo vode.

Podľa dostupných údajov si podzemná voda v Podzámčoku, charakterizovaná vzorkami z vrtu HŠ-1, RH-6 a HGN-5, udržiava stabilné izotopové zloženie z hľadiska O a H už vyše 15 rokov. Je to voda zrážkového pôvodu. Údaje o distribúcii stabilných izotopov C dokumentujú pravdepodobne hlbinný alebo metamorfný pôvod CO₂. Znížený obsah rádioaktívneho izotopu ¹⁴C možno interpretovať ako dôsledok vyššieho veku vody. Takúto interpretáciu uprednostňujeme na základe najmenej 15 rokov trvajúcej praktickej neprítomnosti trícia v podzemnej vode.

Literatúra

- Kantor, J., Ďurkovičová, J., Eliáš, K., Rybár, M., Garaj, M., Ferenčíková, E., Hašková, A. & Růčka, I., 1987: Izotopový výskum hydrogenetických procesov, I. časť. *Manuskript – archív GÚDŠ Bratislava*.
- Litva, J., 1963: Zhodnotenie priebežného hydrogeologického prieskumu v katastrí Podzámčok. *Manuskript – Geofond Bratislava 12103, 43*.
- Prelovský, B., 2001: Model prúdenia podzemnej vody na lokalite Podzámčok [Diplomová práca.] *Manuskript – archív PriF UK Bratislava, 71*.
- Šilar, J. & Škvarka, L., 1991: Origin of groundwater in the tertiary volcanic complex in Central Slovakia. *International Symposium on the Use of Isotope Techniques in Water Resources Development, extended synopsis, Vienna Austria 11.–15. March 1991, 130–134*.

Návrh a tvorba geografického informačného systému ložiska Bankov-Košice

JOZEF MIŽÁK a PETER BLIŠŤAN

Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU v Košiciach, Park Komenského 15, 043 84 Košice

Ložisko Bankov-Košice patrí medzi najväčšie ložiská magnezitu na Slovensku i v Európe. Surovina sa z neho spočiatku ťažila povrchovo a neskôr bankým spôsobom, ktorý je vzhľadom na terajšie ceny energie veľmi nákladný. V súčasnosti sa ložisko hlavne z ekonomických a technologických príčin neťaží.

Pre vysoké finančné nároky bankých a úpravných procesov je novou stratégiou slovenského baníctva využívanie informačných technológií na znížovanie nákladov. Na tejto základnej myšlienke je postavený aj projekt geologického systému GIS, ktorý by mal pomáhať pri plnení každodenných úloh a riešení problémov v praxi, zrýchliť analýzy a zefektívniť tok dôležitých informácií. Tvorba takéhoto projektu bola zahrnutá do grantovej úlohy 1/9359/02 agentúry VEGA.

Analýza potrieb praxe jednoznačne poukazuje na chýbanie ucelenej správy geologických a banskotechnických dát. Tento nedostatok donedávna s rozličnou úspešnosťou riešili geologickomeračské oddelenia každého banského závodu, ale ich možnosti z hľadiska potrieb rozvíjajúceho sa závodu (efektívna správa dát, dynamika a flexibilita výroby) už nie sú dostačujúce. Na prekonanie nepriaz-

nivého stavu je nevyhnutné vytvoriť centrálnu dátovú a informačnú správu kombinovanú s geografickým výstupom informácií – geografickým informačným systémom geologických dát.

Navrhnutý geografický informačný systém je založený na spracúvaní všetkých dostupných textových, numerických a grafických dát súvisiacich s ložiskom, využíva digitálne banskogeologické mapy spolu s bázou ložiskových dát, ponúka široké spektrum informácií o ložisku a zároveň umožňuje používateľovi vykonávať rozličné analýzy nad spracovanými dátami. Systém je vytvorený v prostredí ArcView, ktoré v súčasnosti patrí medzi profesionálne systémy GIS a ponúka používateľom rad nástrojov na spracovanie a analýzu vstupných dát.

Zavedenie navrhovaného systému do bežnej geologickej praxe by podniku umožnilo efektívne využívať moderné metódy a princípy spracúvania a analýzy dát, a tak by urýchlilo rozhodovací proces.

Práca sa realizovala v rámci grantu 1/9359/02 grantovej agentúry VEGA *Analýza a modelovanie geologicko-ekonomických parametrov ovplyvňujúcich ťažbu ložísk slovenských magnezitov a jej dopad na životné prostredie na príklade ložiska Bankov-Košice*.

Anthropogenic characteristics of the Jastrzębik stream alluvium in the light of microscope analysis of sediments (Beskid Wyspowy, Poland)

JANUSZ OLSZAK

Department of Geology, Geophysics and Environment Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland

Valleys of the Carpathian rivers, since the beginning of their existence, have been affected by various factors which controlled the valley evolution and the type of sediment laid down on their bottoms. These factors have included among others: climate changes during the Pleistocene and Holocene, neotectonic movements,

and human influence which has lasted, with varying intensity, for the last several thousand years.

This study was conducted in the upper course of the Jastrzębik stream at Młynczyńska village (Beskid Wyspowy). Samples of sandy mud have been collected from four points in the vertical section of the flood-

plain terrace (1.5–2 m above the stream level). Grain-size fractions 0.1–0.4 mm and above 0.4 mm have been studied under microscope.

The first sample has been collected from the depth of 20 cm. The 0.1–0.4 mm fraction contains ca. 50 % of quartz and nearly 50 % of clay aggregates. Quartz grains are milky and yellowish-brown, while the clay aggregates are brown, grey and dark. The sample contains up to 2 % of organic matter. Most of it is litter of grass and leaves, accompanied by single charcoal grains and seeds. The coarser fraction (above 0.4 mm) is dominated by clay aggregates (90 %). The organic matter includes much bark, grass roots, charcoal grains and fungal sclerotia. The material of the second sample is similar to the first one. Mica is present besides quartz and clay aggregates. Of the quartz grains 30–35 % are yellowish-brown varieties, but also present are pink, milky and green ones. The clay aggregates are light-brown, grey and black. The organic debris includes fragments of bark and roots, seeds and charcoal (more than in the higher sample). The coarser fraction (above 0.4 mm) includes largely weathered shale material (clay aggregates) and some quartz (usually angular). Organic matter includes fragments of bark, roots, seeds and coalified or partly rotten wood. The prevailing part of the 0.1–0.4 mm fraction in the third sample (depth of 110 cm) is weathered material, dominated by dark and black shales. Quartz grains make up about 5–10 %. There is only about 1 % of organic matter consisting of bark, rotten wood. A coalified conifer needle was also found. The fourth sample was collected from the depth of 145 cm. Organic mat-

ter comprises ca. 25–30 % of the 0.1–0.4 mm fraction. The main mineral component is quartz grains (75–80 %), additionally occur clay aggregates and mica. The quartz grains are transparent, slightly milky and pink, angular. The clay aggregates are from light grey to light brown. The plant matter consists mainly of wood (95 %). Additionally occur remnants of seeds, grass and roots. Coalified material comprises between 2 and 5 %. It is conspicuous by its strongest lustre and the preservation of fibrous structure. The shapes of the coalified fragments reflect the structure of the wood. The coalified wood splits along fibres. The fragments of grass and roots are often void inside.

Their surface is corroded and the litter mass is coated mainly with clay minerals. The coarser fraction is dominated by wood, including completely or partly coalified wood fragments. Also present are roots and fragments of bark (20–30 %).

The above presented microscope analysis of the alluvial mud from the floodplain indicates that plant litter makes up an important part of the sediment. The basal part of the mud (fourth sample) is the richest in it. The content of the organic matter decreases in the higher samples. It consists mainly of coalified fragments of branches or tree trunks. The presence of coalified material in the sediment suggests that the mud of the floodplain terrace was laid down since the 16–17th century. It is when the main phase of settlement has taken place. The change in the land use, deforestation, the use of fire clearing have led to increased denudation on slopes, more intense surface drainage and frequent floods, all recorded in floodplain sediments.

Matematickoštatistické a geoštatistické modelovanie kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov ložiska Bankov-Košice

MAREK PAUCO a PETER BLIŠŤAN

Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU v Košiciach, Park Komenského 15, 043 84 Košice

Aj keď sa ložisko Bankov-Košice v súčasnosti neťaží, naďalej patrí medzi najväčšie slovenské a v podstate aj európske magnezitové ložiská. Surovina sa z neho získavala spočiatku povrchovo a neskôr aj bankým spôsobom, ktorý je z hľadiska súčasných cien energie a palív značne nákladný. Okrem priamych faktorov (cena suroviny na trhu) má na rentabilitu ťažby veľký vplyv aj kvalita suroviny a preskúmanosť jej zásoby, a preto plnia metódy zisťovania kvality suroviny a množstva zásoby pri stanovovaní ceny a využiteľnosti ložiska dôležitú úlohu.

Cieľom nášho príspevku je opísať moderné matematickoštatistické a geoštatistické metódy, ich možnosti a prednosti pri výpočte zásob. U nás sa doteraz využívajú zriedka napriek tomu, že sú často presnejšie, objektívnejšie a efektívnejšie ako klasické metódy. Príčinou býva nepoznanie ich princípov, ale aj nezájum mnohých riešiteľských tímov prejsť na novú, progresívnejšiu, aj keď niekedy náročnejšiu metodiku.

Z hľadiska opisu a modelovania sú geologické telesá veľmi komplikovanými systémami zloženými z relatívne samostatných častkových elementov usporiadaných do priestorovej štruktúry. Z toho je zjavné, že v geologickom telese musí byť istá zákonitosť v priestorovom rozložení hodnôt veličín, ktoré sú preň charakteristické. A práve na tomto princípe sú založené geoštatistické metódy výpočtu zásob. Nimi sa opisujú a hodnotia vzájomné vzťahy vzorkami z ložiska nesúce dôležité informácie aj o chemizme. Takéto vzťahy sa dajú vyjadriť pomocou štruktúrnych funkcií, a to kovariancie a variogramu.

Medzi moderné a výkonné metódy vhodné na odhad chemizmu ložiska alebo jeho jednotlivých blokov je krigovanie, lebo najlepšie

vystihuje častú vektorovú podobu zmien parametrov distribúcie chemických prvkov. To bol dôvod, pre ktorý sa na výpočet zásoby ložiska vybrala práve táto metóda. Pri výpočte sa vychádzalo zo záverov matematickoštatistickej a geoštatistickej analýzy opisujúcej charakter priestorovej distribúcie MgO, CaO a ostatných zložiek v ložisku. Z rozličných typov krigovania sa ako najvhodnejšie vybralo indikátorové krigovanie.

Indikátorové krigovanie patrí medzi neparametrické nelineárne geoštatistické odhady. Akákoľvek funkcia $f[Z(x)]$ sa môže vyjadriť vo forme indikátorov premennej $Z(x)$. Hlavnou myšlienkou je, že sa pôvodné hodnoty nahradia hodnotou 1, pokiaľ spĺňajú stanovenú podmienku (napr. $MgO = 42\%$ alebo hodnota prekračuje zvolený limit), a hodnotou 0, pokiaľ to tak nie je. Transformované pole hodnôt slúži ako vstup na krigovanie a výsledkom lokálneho odhadu je potom pravdepodobnosť, s ktorou je v danom mieste splnená testovaná podmienka. V našom prípade sa stanovilo 12 podmienok (MgO 42, 40, 38 a 3 %, CaO 2,5, 3,5, 6,5 a 8 %, SiO_2 1,7, 2,75, 5 a 8 %).

Po odhade chemizmu indikátorovým krigovaním nasledoval výpočet zásoby a jeho cieľom bolo na základe odhadu hodnôt premenných získaných krigovaním vypočítať kubatúru, tonáž a kovnosť sledovaných zložiek. Ako vidno, takýto výpočet zásoby je novým pohľadom na ložisko a jeho výsledky nesporne zlepšia obraz významného ložiska, ktorým sa v príspevku zaoberáme, a pomôžu pri rozhodovaní o jeho ďalšej eksploatacii.

Práca vznikla v rámci grantovej úlohy 1/9359/02 agentúry VEGA *Analýza a modelovanie geologicko-ekonomických parametrov ovplyvňujúcich ťažbu ložísk slovenských magnezitov a jej dopad na životné prostredie na príklade ložiska Bankov-Košice*.

Lithology and origin of the Wysoka rock-complex from Rzędkowice Hills

ELŻBIETA PORĘBSKA

University of Mining and Metallurgy, Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

In the Late Jurassic the carbonate sedimentation took place in the Polish part of Tethyan shelf. An epicontinental basin on extensive areas of the Europe had the character of carbonate ramp. In southern Poland the Upper Jurassic strata create variety rocky forms, which expose themselves as hills on the Cracow-Wieluń Upland. These rocks, in majority represent microbial and microbial-sponge carbonate buildups, which are retained in forms of monadnocks, mogots and small horsts.

In the middle part of the Cracow-Wieluń Upland occur rocky forms, which are called Rzędkowice Hills. The Wysoka rock-complex, surrounded by several smaller rocks, creates their western part. The Wysoka rock is composed of massive, tight, occasionally porous massive limestones. The massive limestone is mainly represented by packstones and boundstones, which main components are

microbolites (mainly stromatolites) and siliceous sponges. There also occur brachiopods, echinoderms and single ammonites.

Smaller rocky forms, surrounding the Wysoka rock, are built of both massive limestones and deposits of debris flow type. The debris flow arise as an effect of gravity flow, which came from higher part of carbonate buildups into deeper parts of the basin. Within the debris flow are observed clasts up to 30 cm in diameter, chaotically placed in pelitic matrix.

Seismic profiles leading from the Wysoka rock-complex in the S- and E-direction, proves existence of at least one fault. Results of seismic researches draw the line at count complex of the Wysoka rocks among monadnocks of partly tectonic foundation.

This work was supported by the University of Mining and Metallurgy as the Scientific Project No 11.11.140.882.

The Upper Jurassic carbonate buildups from Bełchatów area

JOANNA ŚWIĄDER and JACEK MATYSZKIEWICZ

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

In the Late Jurassic on the northern stable Tethyan shelf, formed on the shape expensive ramp, the sedimentation of the carbonate facies took place. On the elevation of the bottom fragments, the carbonate buildups was developed, which showed considerable differentiation in the internal composition. In the high alkaline environment, created by cyanobacteria, the microbial-sponge and the microbial carbonate mud mounds were formed. They were gradationally transformed into the classical coral-algal reefs and coral reefs.

The evolution of the carbonate buildups on the elevation basin floor was associated with allocthonous sedimentation within areas laid between them. Restrain or stoppage growth of the carbonate buildups was caused as a result of inflow of cooler water from the deeper parts of Tethys, eutrophisation environment or relative increase of background sedimentation rate. These pauses were remarked in the carbonate buildups profiles as several meters thick horizons of marls, pelitic limestones or pseudonodular limestones which are documenting the initial drowning stage. Because the drowning of carbonate buildups followed as result of influence factors in over-regional scale, these horizons can be used in the lithostratigraphic correlation.

Much of data about Upper Jurassic sediments from the borings were used surveying basement structure of brown coal deposits

“Bełchatów”, which are situated in the central Poland, in the northern part of Łódź-syncline. Many of carbonate buildups of remarkable lateral and vertical variability occur in the drilled Upper Jurassic carbonates. Unprecise stratigraphic subdivision of these carbonates causes, that the facies architecture of the Upper Jurassic basin in the Bełchatów area is poorly known as yet.

Four boreholes G68P, G69P, C36P and A47P, situated in upper Jurassic sediments, were described in details. It allowed to draw many conclusions about evolution of carbonate buildups and trial to undertake their correlation on the base of the marls intervals whose are interpreted as sediments that proves the drowning. For the presentation of the architecture of sedimentation basin we used a graphic computer program – Surfer. Obtained facies spatial distribution was supported by the thickness of deposits proved in the borings, without considering of the compaction. If differential mechanical and chemical compaction between carbonate buildups and intrabiothermal facies is considered, the basin bottom denivelations should be far reduced.

This work was supported by the University of Mining and Metallurgy as the Scientific Project No 10.10.140.944.

Petrographic and geochemical studies of hard coal and coal tailings from the “Janina” coal-mine in Libiąż

FABIAN ŚWIĘCH

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

The “Janina” coal-mine is situated in Libiąż, in the southwest of Poland, in the eastern part of the Upper Silesian Coal Basin.

Coal, interlayers and tailings coming from two seams (118 and 201) were sampled. The samples of coal and interlayers were examined microscopically. Maceral composition and reflectivity of

coal were determined. All kinds of samples were tested geochemically to assess the amount of seven trace metals: Fe, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni and Cd. Final bulk samples were burnt flamelessly, in an electric furnace, in the temperature of 500–600 °C. Then they were digested in hot, concentrated acids: hydrofluoric and hydrochloric. Solutions

were diluted and analysed by means of ASA (atomic absorption spectrometry). Apart from this, total carbon and sulphur contents in the samples were determined with an analyser LECO SC 132.

Petrographic composition of coal was as follows: vitrinite-74.2 %, liptinite-8.2 %, inertinite-13.4 %, mineral matter-4.4 %. Reflectivity of vitrinite was 0.428 %.

As far as trace elements in coal are concerned, higher concentrations of Cr, Ni, Cd, Cu and Zn were observed in the floors of 118 and 201 seams, in interlayers. Pb was an exception: maximum concentration of this metal was observed not in interlayers, but in the floors of both seams. There were lower amounts of Fe in coal from 118 seam compared to coal from 201 seam. Percentage of Fe in coal of 118 seam was 2.54 %, whereas in 201 seam was 3.11 %. The highest amounts of Fe were observed in interlayers. Concentrations of sulphur in coal of both seams were similar: 2.2 % on the average.

Characteristic feature of tailings was a different grain-size distribution. The highest amounts of Pb, Zn, Fe and S were observed in the grain range of 200 μ m and above, while Cr, Ni and Cu in the range of 200–20 μ m (tailings from 118 seam). In the case of 201 seam, maximum concentrations of Pb, Cr, Ni, Fe and S were observed within the grain range of 20–2 μ m, whereas Cd and Zn within the range of 2–0.1 μ m. A larger number of samples is necessary to examine correlation between trace metal concentrations and grain-size of tailings. The highest concentrations of trace metals were determined in tailings currently being stored.

Higher enrichment of coal with Zn in 118 seam in comparison with 201 seam were observed. It is probably connected with Zn-Pb ore deposits occurring within the Triassic overburden in the area of the "Janina" coal-mine.

This work was partly supported by the research grant No 10.10.140.918.

Použitie odhadu kvalitatívnych parametrov indikátorovým krigovaním na kondičné podmienky ťažby magnezitového ložiska Bankov-Košice

LADISLAV VIZI a MAREK PAUCO

Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU v Košiciach, Park Komenského 15, 043 84 Košice

V mnohých oblastiach štúdia regionálnych premenných sa možno stretnúť nielen s kvantitatívnymi, ale veľmi často aj s kategoriálnymi premennými. V takých prípadoch vzniká problém odhadu pravdepodobnosti výskytu pre každú kategóriu v rámci náhodnej premennej v študovanej oblasti. Použitím indikátorového prístupu, ktorý v roku 1982 navrhol A. Journel, možno takúto pravdepodobnosť odhadnúť. Indikátory danej prahovej hodnoty definujú pravdepodobnosť výskytu študovanej náhodnej premennej $Z(x)$ nad túto prahovú hodnotu pomocou indikátora $I[Z(x) \geq z] = 1 - I[Z(x) < z]$ pri rôznych prahových hodnotách z . Rozdelením náhodnej funkcie $Z(x)$ rozličnými kritériami *cut-off* dostávame náhodné súbory, ktorých počet je rovný počtu aplikovaných indikátorov *cut-off* a ktorých štruktúra sa vzťahuje na štruktúru náhodnej funkcie $Z(x)$. Tieto súbory sú vzájomne závislé a ich vzájomné priestorové rozloženie je veľmi dôležitou štruktúrnou charakteristikou študovanej premennej.

Zo základnej geoštatistickej teórie vyplýva, že priestorová štruktúra študovaného regionalizovaného javu sa modeluje podľa variogramu vypočítaného z dvojíc hodnôt ($Z(x)$, $Z(x+h)$) oddelených vektorom h . Každá dvojica hodnôt vzoriek vstupujúcich do výpočtu variogramu bude $\{0,0\}$, ak sú obidve vzorky menšie ako diskriminačná hodnota *cut-off*, $\{1,1\}$, ak sú obidve vzorky väčšie ako hodnota *cut-off*, $\{0,1\}$ alebo $\{1,0\}$, ak je jedna vzorka väčšia a druhá menšia ako daný *cut-off*. Výpočet experimentálnych bodov variogramu tieto rozdiely spriemerňuje a na základe nastaveného matematického modelu variogramu na experimentálny umožňuje odhadnúť výskyt hodnoty nad pod danou hodnotou *cut-off* alebo nad ňou.

V každej priestorovej pozícii vzorky x_i sa môže vytvoriť vektor K

indikátorových hodnôt $i(x_i, z_k)$, kde je táto hodnota rovná 1, ak $x_i \in I_k$ a naopak bude rovná 0, ak $x_i \notin I_k$. Algoritmus odhadu sa začína odhadom kondičných pravdepodobností K kategórií v každom bode x_0 patriacemu odhadovanej oblasti O . Odhadovaná pravdepodobnosť $p^*_{IK}(x_0, z_{ko})$ pre danú kategóriu z_{ko} je vypočítaná ako lineárna kombinácia okolitých dát $i(x_i, z_k)$ vstupujúcich do výpočtu a ich príslušných váh $\lambda_{ko}(x_i, z_{ko})$. Riešenie tohto systému si vyžaduje výpočet a modelovanie K smerových indikátorových modelov variogramov $\gamma(h, z_k)$, kde h je vzdialenosť medzi známymi bodmi x_i a x_{i+h} patriacich do súboru indikačných hodnôt, t. j. do súboru obsahujúceho kondičné informácie spĺňajúce podmienky kategórie z_{ko} .

Koncept indikátorových transformácií je v modernej geoštatistike jedným z najjednoduchších a (pravdepodobne) aj najelegantnejších, ale napriek tomu sa metódika odhadu indikátorovým krigovaním (ako v podstate ani ostatné geoštatistické metodiky) na Slovensku nepoužíva. Na základe známych ťažobných kondícií z roku 1963 sa pre magnezitové ložisko Bankov-Košice vypočítali odhady priemerných pravdepodobností obsahu jednotlivých chemizmov pre ťažobné jednotky veľké 15 x 15 m pri výške lávky 3 m nad tieto kondície spolu so smerodajnou odchýlkou príslušného odhadu. Z takto odhadnutých pravdepodobností sa ďalej vypočítali reálne hodnoty chemizmov a na tomto základe sa vypočítala zásoba obsahujúca kubatúru, kovnosť a tonáž jednotlivých kondícií.

Práca vznikla v rámci grantovej úlohy 1/9359/02 agentúry VEGA *Analýza a modelovanie geologicko-ekonomických parametrov ovplyvňujúcich ťažbu ložísk slovenských magnezitov a jej dopad na životné prostredie na príklade ložiska Bankov-Košice*.

Mechanism of pyromorphite dissolution in sulphuric and lactic acids

KAMILA WIADEREK and MACIEJ MANECKI

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

Lead-contaminated soil is primary source of toxic Pb exposure to living organisms. Transformations of soil lead to pyromorphite, a lead phosphate of high stability, is a cost-effective remedial strategy for immobilization of soil Pb. However, there is a concern that

pyromorphite exposed to acidic in soil environments might become locally unstable resulting in remobilization of bioavailable Pb. The objective of this research was to quantify the extend of Pb remobilization under the soil conditions.

Lactic and sulphuric acids were used in the experiments. Lactic acid is one of the common products of soil microorganism's metabolism. Sulphuric acid is a major acidic component of acid rains, occurring commonly over industrial areas. Three sets of experiments were conducted. In the first set of experiments single crystals of pyromorphite were reacted with lactic acid and sulphuric acid at pH = 2. The dissolution progress was monitored ex-situ with scanning electron microscope. The goal of this experiment was to compare pyromorphite dissolution surface mechanism at the presence of lactic and sulphuric acids. In both cases dissolution mechanism was similar, resulting in formation of etch pits on the surface of pyromorphite. However, pyromorphite reaction with sulphuric acid results additionally in formation of a new, yet unidentified phase on the surface of the reacted mineral. Second set of experiments was a reaction between pyromorphite and solutions

of various pH (from pH = 2 to pH = 11) for 10 weeks. Crushed crystals 65–250 µm in size were used. Lactic and sulphuric acids were used for low pH range while KOH was used for pH = 6 to 11. Concentration of Pb was monitored to assess the extend of dissolution. Apparent solubility of pyromorphite in lactic acid is highest at low pH and decreases with pH increase. In contrast, in the presence of sulphuric acid concentration of Pb was below the detection limit of AAS. At higher pH [Pb] increases being always lower than in the presence of lactic acid. In the third set of experiments 1g of crushed pyromorphite was reacted with 1L of sulphuric or lactic acid for a month at pH = 2. Changes of [Pb] were monitored over time. The kinetics of pyromorphite dissolution in lactic and sulphuric acid were compared. Preliminary results indicate that pyromorphite dissolves faster in lactic than in sulphuric acid.

Preliminary results of mineralogical investigation of archeological objects, Marea archeological site, Egypt

MIROSLAWA WOJCIECHOWSKA

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland

The group of Polish archeologists began in 2000 the excavations at the site Marea which is located c. 45 km southwest of Alexandria, on the southern bank of Lake Maryut (ancient Mareotis). In Greco-Roman times Marea, served as a shipping port for goods brought from further inland and sent overseas via Alexandria to the ports of southern Europe. The principal objectives of the expedition were to map the concession area and record extant architectural remains. There was possible exploration one of the structures i. e. Byzantine bath. The data of this object done with the use of pottery was determined as VI–VIII centuries. The destruction of the bath could be caused by an earthquake, as suggested by four fallen brick arches from the vault. Moreover the ruins of the stone structures of the bath, located on the southern shores of the western branch of Lake Mareotis were discovered and tested.

Behind the south wall of the bath, at the west side, at the depth about 1.5 m, very interesting grey ashes were found. They form a layer about 15 cm thick covering the area of the least 2 sq. m. Until now it was supposed that ashes are the remains of heating of the bath and they were collected just at this place.

Performed mineralogical research done with the use of polarizing light microscope confirmed the presence of spherical figures of the glaze. This confirmed the material was heated at very high temperature (even about 1000 °C). To receive such high temperatures was necessary used bellows to blow air. It's probable that these ashes were formed as the result of glass producing. There is know that the

temperature over 1000 °C is necessary to down the glass. Moreover from excavation is known that

firstly:

that establishment glass was localized not far from bath

secondly:

coloured fragments of the glass were found in the layers filling up the bath.

Fragments of ashes have been tested mineralogically. Observed small bubbles in the glass (one of components of ashes) confirmed that it is a result of melting of quartz. Metal inclusions have been not observed. Moreover X-ray diffractometry showed that glass in ashes is partially transformed into slightly crystalline structures. This analysis confirmed additionally the presence of quartz and calcite in sample.

Moreover we performed petrographic research of the material showing characteristic red-brown colour. It was found in amphora standing near eastern wall of the bath. Investigation showed the very fine material, not possible to observe using polarizing light microscope under crossed Nicols. It consists of iron oxides mixed with clay minerals (kaolinite). One can observe clear grains of the isotropic substance, with was identified also using X-ray analysis as halite. This analysis showed next to halite principal attendance goethite, quartz, calcite and few minerals representing group of kaolinite. This material was probable used to preserve-works leading in the bath on that time, or it was used at production earthenware.

Frakcionácia granitoidov modranského masívu v oblasti Modry-Harmónie

LEONARD ZAHRADNÍK¹ a IGOR BROSKA²

¹Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava

²Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava

e-mail: igor.broska@savba.sk

Detailné mineralogické, petrografické a geochemické štúdium granitoidov z oblasti Modry-Harmónie v Malých Karpatoch, ktoré sa v minulosti označovali ako draselné metasomatity, indikuje odlišnú genézu týchto hornín. Podľa distribúcie Ba v ich K živcoch ich pokladáme za primárne magmatické minerály. Niektoré geochemické charakteristiky, najmä obsah $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{CaO}$, $\text{K}_2\text{O}/\text{MgO}$, $\text{FeO}^{\text{tot}}/\text{MgO}$, ako aj výrazná Eu anomália tieto granity

približujú ku granitoidným suitám typu A. Alkalický charakter týchto hornín dokumentuje aj morfológická typológia zirkónov. Údaje o stopových prvkoch, napríklad zvýšenie Rb, Rb/Sr a zníženie Sr, Zr a Ce, ukazujú, že ich podobnosť s granitmi typu A je výsledkom rozsiahlej frakcionácie modranského granitoidu typu I. Subsolvovaná alterácia – episyenitizácia týchto diferenciatov sa prejavila najmä rozpúšťaním kremeňa a ojedinele albitizáciou plagioklasu.

M. GREGEROVÁ, B. FOJT a V. VÁVRA: **Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů.** 1. vyd. Brno, Moravské zemské muzeum a Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. 325 s.

Povojnová generácia najmä českých vedecko-pedagogických pracovníkov vydala pre početne silnú generáciu nastupujúcich geológov Československa sériu základných učebníc a odborných príručiek, ktoré potom plnili nezastupiteľnú úlohu pri dosahovaní medzinárodnej úrovne geovedcov, absolventov geologického štúdia v Prahe, Brne, Bratislave i v Košiciach.

V druhej polovici 20. stor. prešli geologické vedy doslova revolúciou, a to nie iba v koncipovaní nových globálnych predstáv o vývoji Zeme a dynamike jej vývoja v súčasnosti, ale aj v aplikácii prevrátnych analytických i všeobecných výskumných postupov a metód, na ktorých zavedenie ČSFR a potom najmä Slovenská republika nemali dostatočné zdroje. Na Slovensku je rovnako nepriaznivá situácia aj dnes.

Polarizačný mikroskop aj v čase izotopovej geochronológie či elektrónových mikroanalýzatorov patrí medzi základné vybavenie geologických inštitúcií a štúdium výbrusov v polarizačnom mikroskope by malo predchádzať všetkým nasledujúcim prácam a každému stanoveniu. Pohľad na minerál alebo skamenelinu v prostredí jej výskytu alebo na horninu každého druhu cez okulár polarizačného mikroskopu predstavuje novú, kvalitatívne vyššiu úroveň poznávania spomenutých objektov geologického štúdia ako makroskopické pozorovanie.

Charakteristické pre súčasný celosvetový trend je, že geologické vedy resp. nimi rozpracované a aplikované laboratórne identifikačné metódy a postupy nachádzajú uplatnenie aj v rade ďalších oblastí života ľudskej spoločnosti. Platí to najmä o aplikácii polarizačného mikroskopu napr. v petroarcheológii pri diagnostikovaní „chorôb“ obkladového a dekoračného kameniva, ale aj pri štúdiu príčin degradácie betónu alebo iných technolitov (takýto výraz používajú autori recenzovanej vedeckej príručky).

Každý prístroj alebo zariadenie používané v analytickej praxi bez príslušného manuálu, návodu na efektívne narábanie s ním, ale najmä na interpretáciu pozorovaní a zistených dát je iba mŕtvym kusom inventára, čo v plnom rozsahu platí aj o polarizačnom mikroskope.

Medzi základné príručky geologických vied v Československu v polovici 20. stor. patrili aj kompendiá o práci s polarizačným mikroskopom. Boli to najmä **Horninotvorné minerály** od B. Hejtmana a J. Kontu (1959) a **Petrogra-**

fičké tabuľky (A. Dudek, F. Fediuk a M. Palivcová). Do tejto kategórie patria aj publikácie na určovanie minerálov technických hmôt, najmä príručky z pera F. Němca (1955) a M. Bartušku (1964).

Z rokov vydania spomenutých publikácií je zrejme, že už sú viac-menej nedostupné a že jestvujúce exempláre – používané najmä v pedagogickom procese – sú na hranici fyzickej použiteľnosti.

Recenzovaná knižná publikácia pracovníkov Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brne vyplňa veľkú medzeru v aplikácii polarizačného mikroskopu nielen v geologických vedách, ale po prvý raz ucelene predstavuje jeho použiteľnosť aj v netradičných sférach životného prostredia, napr. aj pri ochrane kultúrnych pamiatok a riešení rozličných technologických úloh a problémov.

Dielo má niekoľko tematicky vyhranených častí. V prvej autori prezentujú základy optických vlastností anorganických prírodnín, ktoré sú nevyhnutným minimom pri štúdiu v polarizačnom mikroskope, a to nie iba pri prechádzajúcom, ale aj pri odrazenom svetle (odrazová mikroskopia). Potom nasleduje stručný prehľad postupov pri tvorbe objektov štúdia – výbrusov, nábrusov, preparátov sypkých materiálov a výbrusov technolitov. V tretej časti je charakteristika vybraných skupín minerálov dôležitých z hľadiska klasickej petrografie aj zloženia rôznych druhov technolitov. Veľmi dôležitá je nasledujúca kapitola, v ktorej autori podávajú základnú charakteristiku minerálov technolitov, ako aj spôsobov ich identifikácie pomocou leptania, farbenia a pod.

Najrozsiahlejšou časťou publikácie je atlas minerálov (je ich takmer 250). Minerály sú zoradené podľa abecedy a každý je charakterizovaný optickými vlastnosťami, asociujúcimi minerálmi, typom výskytu, ako aj párom (nie pri každom predstavenom mineráli) farebných fotografií, a to v pozícii paralelných aj skrížených polaroidov.

Záver publikácie obsahuje rad užitočných tabelárnych zhrnutí o prezentovaných mineráloch, napr. podľa farby, indexu lomu, morfológie, štiepatelnosti a pod.

Ako každý výstup ľudskej činnosti aj recenzované knižné dielo má niekoľko – a nasledujúce akcentujem – zásahov „počítačového škriatka“ alebo nečakaných „úletov“. Sú naozaj nepodstatné a neznižujú vynikajúci dojem z recenzovanej

publikácie. Je to napr. uvedenie ACNK namiesto správneho A/CNK (s. 78), *oceanické* tholeiity namiesto *oceánské* tholeiity (analogón: *oceánská*, nie *oceanická* voda), *hadec* (s. 221), hoci v ostatnom texte je korektný termín *serpentinít*, pyroxénit nie je ultrabázická hornina (pyroxén obsahuje vyše 50 hmotn. % SiO₂), adjektívum *granát-muskovitický* samostatne i ako súčasť „termínu“ *granát-muskovitický* svor je z jazykového hľadiska vonkoncom neprijateľné (správne je *granatitico/granátovo-muskovitický svor*), pri lokalizácii fenoménov na fotografiách zo Slovenska sa používa SR, ale pri rýolite z Hliníka nad Hronom chýba (s. 255), na obr. 279 (s. 259) je pravdepodobne zamenený text, lebo zobrazený minerál je prívetmi svetlofarebný na to, aby to bol pikolit, a okrem toho text obrázka je vecne nesprávny.

Svoj veľmi pozitívny dojem z recenzovanej publikácie podporiam nasledujúcimi konštatáciami:

– Po prvý raz sa v češtine prezentuje moderná klasifikácia a nomenklatúra niektorých skupín silikátov (pyroxénov, amfibolov) a tieto minerály sa označujú medzinárodne schválenou terminológiou (nie *obecný*, *obyčajný* alebo *čadičový* amfibol, ale *hornblend*, *kaersutit* atď.).

– Hornina tvorená serpentinovými minerálmi sa označuje logickým a medzinárodne akceptovaným termínom *serpentinít*, nie tradičným, zastaraným termínom *hadec*.

– V publikácii venovanej geológom sa okrem problematiky minerálov „klasickej“ petrografie prezentujú aj minerály technolitov – starej keramiky, skla, trosky, betónu, glazúry a pod. – uvádzajú aj základné leptacie a farbiace postupy na ich identifikáciu.

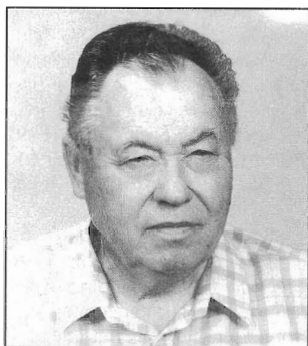
– Prvý raz sa v českej (aj slovenskej) literatúre publikujú dvojice farebných minerálov hornín a technolitov

– Mimoriadne veľkou prednosťou tohto vedeckého diela je, že ho potrebuje a môže využívať veľmi široká odborná komunita.

Záverom si dovoľujem srdečne zablahoželať autorom k napísaniu a vydaniu recenzovanej knižnej publikácie a zároveň im poďakovať v mene všetkých, ktorí nepokladajú štúdium minerálov a hornín v polarizačnom mikroskope za prekonanú a zastaranú metódu a takéto dielo veľmi potrebovali a potrebujú.

D. Hovorka

Ing. Laco Sombathy dovršil osemdesiatku



Meno Laca Sombathyho je v baníckych a geologických kruhoch celého Slovenska familiárne známe už po celé desaťročia. Osemdesiatiny oslávil 29. decembra 2003 a treba povedať, že rovnako ako vždy predtým aj teraz v plnej aktivite. Charakteristickej činorodosti a obdivuhodnej zaoberanosti. S osobou nášho jubilanta je naozaj nerozlučne spätý kus slovenskej baníckej a geologickej histórie, veď už vyše polstoročie je jej neodmysliteľnou organickou súčasťou. V najväčšej miere to platí o sfére ťažby a geológie farebných

a drahých kovov, ale jeho záber bol široký a taký zostal doteraz.

V rovnakej, ba vari aj vo väčšej miere a intenzite sa jubilant venoval a ďalej venuje svojmu rodnému a milovanému mestu – Banskej Štiavnici. Tam azda ani niet oblasti, v ktorej by nebol priložil ruku k dielu. Ako vynikajúci znalec histórie tohto nie iba doma známeho slávneho banského mesta pomáhal pri budovaní jeho múzejníctva, osobitne pri zakladaní banského skanzenu. Dával ducha historickej rekonštrukcii mesta, živil a udržiaval staré banícke tradície a zvyky viažuce sa na toto mesto. V ňom je doma od narodenia dodnes, čím najlepšie dokumentuje svoj citový vzťah a oddanosť k svojmu rodnému.

Ing. Ladislav Sombathy sa narodil v Banskej Štiavnici v baníckej rodine. Základnú školu aj gymnázium absolvoval v Banskej Štiavnici a tam aj maturoval. Jeho vzťah k rodnému mestu rozhodol aj o voľbe povolania. V rokoch 1944 až 1949 študoval banské inžinierstvo najprv v Bratislave a po oslobodení Československa v Ostrave. Roku 1949 nastúpil do práce v podniku Rudné bane a huty v Banskej Bystrici ako banský inžinier geológ. Orientoval sa na farebné kovy. Tomuto podniku zostal verný viac-menej po celý život. V rokoch 1952–1956 bol vedúcim jeho GMO. Bol to aj čas nevídaného rozvoja a rozkvetu geologického prieskumu v Československu a budovali sa v ňom aj geologické oddelenia v už jestvujúcich banských závodoch. Ing. L. Sombathy vytvoril profesionálne zdatnú geologickú službu podniku a zaslúžil sa o úspešné zvládnutie veľkého objemu podzemných geologickoprieskumných a prípravných prác.

(Toto obdobie má v živjej pamäti aj autor tejto zdravice, lebo sám bol v roku 1954 jeho „úlovkom“ na budovanie profesionálnej geológie v ťažobných závodoch.)

V rokoch 1956 až 1958 jubilant pracoval ako vedúci československej geologickoprieskumnej expedície v Albánsku zameranej na tamojšie Ni-Co ložiská. S kolektívom zvládol obrovský rozsah prác takrečeno od zelenej lúky až po konečný výpočet rudnej zásoby.

V roku 1960 začal Ing. L. Sombathy pracovať priamo v závode Rudných baní v Banskej Bystrici, a to najprv ako vedúci výrobo-technického útvaru a v rokoch 1962 až 1970 ako riaditeľ závodu. V roku 1960 bol členom skupiny československých odborníkov, ktorá navštívila Kubu a vybudovala základy nasledujúceho rozvoja spolupráce medzi ČSSR a Kubou v oblasti baníctva a geológie. Toto obdobie bolo v jeho pracovnej kariére azda najproduktívnejšie. Ako dôverný znalec geológie a baníctva ako celku urobil v riaditeľskej funkcii veľa zásadných zlepšení a rozumných reorganizácií. Okrem iného sa v rovnakom období v Banskej Štiavnici aj jeho výsluhou postavil nový strojársky závod na výrobu banskej techniky, ako aj nová budova riaditeľstva závodu. Vykonával aj čestnú funkciu predsedu vedeckej rady Slovenského banského múzea, intenzívne napomáhal rozvoj a rozkvet tejto inštitúcie, napr. aj vybudovaním banského skanzenu. (Ako perličku uvádzam jeho zásluhu o opätovné obnovenie každoročného slávneho baníckeho sprievodu Salamander.)

V rokoch 1968 až 1971 jubilant viac ráz navštívil Turecko ako poradcu podniku Metalimex na získavanie koncesíí na ťažbu polymetalických rúd.

Napriek všestrannej úspešnosti ho v roku 1970 v smutne známom procese politickej „normalizácie“ z funkcie riaditeľa odvolali. Potom v rokoch 1970 až 1985 pracoval v pomerne druhoradej pozícii ako samostatný výskumný pracovník podniku Rudných baní v Banskej Bystrici, kam musel denne cestovať. Napriek takémuto postaveniu nestratil jemu príznačnú húževnatosť a kreativnosť. Bol autorom radu iniciatívnych banských a geologických akcií, ktoré sa priamo či menej priamo dotýkali aj Banskej Štiavnice.

Po roku 1985 – už v dôchodcovskom veku – pracoval na mnohých postoch. Bol vedúcim odborným archívom ŠÚBA v Banskej Štiavnici, učiteľom v strednom odbornom baníckom učilišti, na Obvodnom úrade mesta Banská Štiavnica ako vedúci regionálneho rozvoja a v Slovenskom ústave pamiatkovej starostlivosti v Banskej Štiavnici. Na všetkých miestach mal v prvom rade na pamäti záujmy Banskej Štiavnice, jej rozvoj a blaho.

Po roku 1992 bol Ing. L. Sombathy jedným z iniciátorov založenia Banskostoštiavnicko-hodrušského baníckeho spolku, ktorého je dušou i zárukou pravidelnej užitočnej činnosti. (Ako zaujímavosť uvádzam, že sa v posledných rokoch venuje histórii baníckych piesní a baníckej hudby s prihliadnutím na prínos Banskej Štiavnice v tejto oblasti.)

Po roku 1989 ťažko prežíval postupný úpadok banskoštiavnického baníctva. Aj keď si uvedomoval jeho závislosť od pôsobenia trhových síl, vždy správne predpokladal, že prechod mal byť citlivejší a pozvoľnejší a malo sa pri ňom viac myslieť aj na sociálne postavenie banskoštiavnických aj iných baníkov.

Organickou súčasťou života Ing. L. Sombathyho bola publikačná činnosť. Je rozsiahla a rôznorodá, odrážajúca naozaj spektrum jeho záujmov, ale čerpá hlavne z baníctva, baníckej histórie a geológie. Publikoval vyše 30 prác. Popredné miesto medzi nimi majú nasledujúce:

- Renesancia štiavnického baníctva. Hospodárske noviny, 10, 1966, č. 18

- Zhutňovanie antimonitu v minulosti v slovenských baniach. In: Z dejín vied a techniky na Slovensku. Zv. 2. Bratislava 1963 (spoluautor J. Bernát)

- Príspevok k dejinám vývoja banskej techniky od 19. storočia. In: Z dejín vied a techniky na Slovensku. Zv. 5. Bratislava, SAV 1969 (spoluautor J. Bernát)

- Správa o zdroji Sb rúd v ČSSR. In: Zbor. referátov SVST. Košice. Dom techniky 1969.

- Minulosť, súčasnosť a budúcnosť baníctva v štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode. In: Zb. z banícko-geologického sympózia. Zlatá Idka 1981.

- K otázke metalogenetickej terminológie v štiavnicko-hodrušskej oblasti. Mineralia Slov., 18, 1986 (spoluautor Oružinský)

- Rudné a magnezitové baníctvo na Slovensku v rokoch 1918–1945. In: Rudy, Přehled dějin rudného hornictví na území Československa. Rud. Československa Rudy. 35 (1987), č. 6, 10, 11 a 36 (1988) č. 1–5

- Vzťah medzi žilou Grüner a banskoštiavnickými žilami. In: Zb. prednášok z konferencie Baníckej fakulty VŠT v Košiciach v Herľanoch. Košice 1989

- Princípy prosperity slovenského baníctva vo svete našej doby. Hornická Příbram 1991

- Opakované úsilie o zastavenie prevádzky banskoštiavnických baní. In: Zbor. referátov SBM 1992

Vzácnemu jubilantovi Ing. Lacovi Sombathymu z celého srdca želám aby mu banícka klopačka ešte dlhé roky veselo klopkala do rytmu jeho dynamického, a najmä blahu Banskej Štiavnice zasväteného života.

J. Štohl

Doc. RNDr. Jozef Veselský, CSc., sedemdesiatročný

Uprostred čínorodej vedeckovýskumnej a pedagogickej práce medzi kolegami a študentmi Katedry geochemie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave sa v plnom pracovnom eláne dožíva sedemdesiatich rokov doc. RNDr. Jozef Veselský, CSc. Jeho každodenný program bol a naďalej je naplno podriadený vedeckovýskumnej aktivite a odovzdávaniu odborných vedomostí a bohatých životných skúseností univerzitným študentom i mladým vedeckým pracovníkom.

Doc. RNDr. Jozef Veselský, CSc., sa narodil 17. decembra 1933 v Bratislave-Rači v rodine vinohradníka. V rodisku absolvoval aj základnú školu a od roku 1949 študoval na Vyššej priemyselnej škole chemickej v Banskej Štiavnici. Po maturite v roku 1953 dva mesiace pracoval v Slovenskom plánovacom úrade v Bratislave. Od októbra 1953 študoval na Prírodovedeckej fakulte UK chémiu. V roku 1954 ho na odporúčanie fakulty vyslali na štúdium do Ruska (vtedy ZSSR). V roku 1960 úspešne završil štúdium geochemie na Geologickej fakulte Petrohradskej (v tom čase Leningradskej) štátnej univerzity.

Celá profesionálna kariéra jubilanta bola a zostáva úzko spätá s Prírodovedeckou fakultou UK. V roku 1960 tam začal pracovať na katedre nerastných surovín a geochemie a v roku 1969 bol jedným zo zakladateľov katedry geochemie, na ktorej pôsobí doteraz. Roku 1968 získal akademický titul RNDr. a v roku 1972 po obhájení dizertácie *Geochemia a mineralogia akcesorických minerálov granitoidných hornín Malých Karpát* vedecký titul kandidát geologických vied v odbore geochemie. V roku 1979 sa na Katedre geochemie Prírodovedeckej fakulty UK habilitoval prácou *Akcesorické minerály a problémy geochronológie kryštalínika Západných Karpát*.

Jubilant bol mnoho rokov tajomníkom katedry, potom zástupcom vedeckého katedry a napokon v rokoch 1988–1990 jej vedúcim. V rokoch 1966–1967 ako zástupca ROH na univerzite bol členom vedenia UK a jej vedeckej rady. V rokoch 1986–1990 vykonával funkciu prodekanu Prírodovedeckej fakulty UK, bol členom jej vedeckej rady a v rokoch 1996–1998 členom akademického senátu fakulty a jeho predsedníctva.

V rámci pedagogickovýchovného pôsobenia na Prírodovedeckej fakulte UK jubilant viedol cvičenia, semináre, terénne kurzy a prednášal viac geochemických disciplín. Vychoval vyše troch desiatok diplomantov, doktorandov a vedeckých aspirantov z geochemie, pracoval v rozličných skúšobných, kvalifikačných a odborných komisiách na materskej fakulte a univerzite a v odborových komisiách Ministerstva školstva ČSSR.

Doc. RNDr. Jozef Veselský, CSc., začal vedeckovýskumne pracovať už počas univerzitných štúdií. Zameriaval sa na riešenie otázok kryštalochémie a izomorfie stopových prvkov, geochemie granitoidov a metamorfítov. Akcesorické minerály študoval najmä z hľadiska obsahu prvkov vzácnych zemín a rudných stopových prvkov. Značná časť jeho vedeckej činnosti sa týkala využívania izotopovej geochronológie pri zisťovaní veku magmatických a metamorfovaných hornín a komplexov Západných Karpát. Vo veľkej miere sa jubilant venoval štúdiu primárnych i sekundárnych aureol zrudnenia a zároveň rozpracúvaniu možnosti využívania geochemických metód pri vyhľadávaní alebo zisťovaní smerného a hĺbkového pokračovania ložísk nerastných surovín. Tieto úlohy dlhší čas plnil v spolupráci s Geologickým prieskumom v Spišskej Novej Vsi a s Uránovým prieskumom v Spišskej Novej Vsi. V súčasnosti sa vo vedeckovýskumnej činnosti orientuje na riešenie úloh environmentálnej geochemie, najmä na zisťovanie zdrojov a charakteru distribúcie geogénnych a technogénnych anomálnych obsahov prvkov, ako aj na štúdium príčin a spôsobov migrácie ťažkých, najmä toxických prvkov vo zvetraninách, pôde a v aktívnych riečnych sedimentoch, z ktorých sa tieto prvky môžu dostávať do vôd a potravinového reťazca.

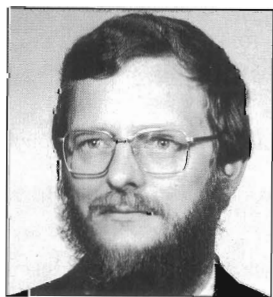
Doc. J. Veselský je uznávaný ako popredný geochemik, univerzitný pedagóg a vedec nielen na Slovensku, ale aj v zahraničí. Svedčí o tom vyše 200 citácií vo vedeckých prácach domácich aj zahraničných autorov, čo je pozitívny ohlas na jeho takmer 90 publikovaných prác. Dokumentuje to aj vyše 90 prednesených odborných referátov a prednášok na domácich a zahraničných vedeckých konferenciách a iných odborných akciách, ako aj okolo 40 manuskriptov oponovaných správ, ktorých je autorom alebo spoluautorom.

Jubilant je známy aj ako organizátor alebo aktívny účastník radu domácich a zahraničných vedeckých konferencií a aktívny člen medzinárodných vedeckých organizácií (KBGA, IAGC). Bol organizátorom a účastníkom vedeckých exkurzií na Slovensku, v Československu i v zahraničí (Poľsko, Krym, Kaukaz, Ukrajinské Karpaty, Kazachstan) a zúčastnil sa na vedeckých expedíciách na Sibíri – Východné Sajany, na Kaukaze a v Karélii.

V mene pracovníkov Katedry geochemie Prírodovedeckej fakulty UK, doktorandov a študentov, ktorých školil a učil, ako aj v mene celej geologickej pospolitosti želáme doc. RNDr. Jozefovi Veselskému, CSc., pri jeho významnom životnom jubileu všetko najlepšie, pevné zdravie, pohodu, spokojnosť a doterajší elán pri naplňaní predsavzatí.

O. Ďurža

Šesťdesiatiny RNDr. Jaroslava Lexu, CSc.



16. januára 2004 v plnej fyzickej a duševnej kondícii završil šesť decenií svojho plodného života vynikajúci slovenský geológ RNDr. Jaroslav Lexa, CSc. Pri tejto príležitosti si dovoľím vyhlásiť, že Jaro Lexa a geológia boli, sú a ešte veľa rokov budú dokonaleým manželstvom. Pri okrúhlych životných jubileách sa zvyčajne nasadzujú ružové okuliare, no v Jarovom prípade stačia obyčajné, aby sa celkom jasne poznalo, čo všetko už doteraz pre slovenskú geológiu vykonával.

Ako možno tohto jubilanta charakterizovať? Predovšetkým je preňho príznačná cieľavedomá pracovitosť a nesmierna húževnatosť. Roky

a roky strávil mapovaním slovenských neovulkanitov, čo sú doslova tisíce nachodených kilometrov a tony nazbieraných vzoriek. A to mu poskytlo pevný základ aj na vyjadrenie radu neotrasiteľných vedeckých záverov. Ďalšou jeho črtou je hlboké zakorenenie mysle pri tímovej vedeckú práci. Bohaté praktické aj teoretické vedomosti nezištné rozdával a rozdáva naďalej a pre mnohých bol a zostáva zdrojom pracovných inšpirácií a informácií. S nadšením, priam zápalom rozpráva o geológii a jej problémoch. Nikdy neodolal čaru takýchto diskusií. Keď sme cestovali do Banskej Štiavnice, cesta nám v živých diskusiách, ba aj polemikách ubiehala nesmierne rýchlo. Tému takmer vždy bola metalogenéza.

Ďalšou vlastnosťou jubilanta, ktorú sa nepatrí obísť, je odborná univerzálnosť, čo je pri súčasnom toku vedeckých informácií nezvyčajné, lebo v presile je skôr úzka špecializácia. Rozsah jeho činnosti siahla od štúdiá inklúzií cez petrológiu, vulkanizmus až po aplikáciu nových

poznatkov globálnej tektoniky. Zároveň sa nedá nespomenúť jeho najnovší prienik aj do metalogenézy a ekonomickej geológie, v ktorej v tesnej spolupráci s autorom tejto zdravice už ako štyridsiatnik úspešne prešiel kus profesionálnej cesty.

RNDr. Jaroslav Lexa, CSc., sa narodil v Zlíne. V rodine mal výborne intelektuálne zázemie, veď jeho starý otec bol vynikajúcim českým egyptológom. Zmaturoval v Bratislave a tam v roku 1966 na Prírodovedeckej fakulte UK skončil štúdium geológie. Akademický titul RNDr získal v roku 1969 a kandidátom vied (CSc.) sa stal v roku 1978.

Jaroslav Lexa od skončenia univerzitných štúdií ustavične pracuje v Geologickom ústave Dionýza Štúra. Postupne prešiel takmer všetkými postmi – od geológa až po zástupcu riaditeľa ústavu. Odborne sa zamerával na neovulkanity Slovenska, najväčší kus práce odviezol v Kremnických vrchoch, ale neskôr svoju pôsobnosť rozšíril na všetky západokarpatské neovulkanické oblasti. Postupne sa angažoval aj v geochemii a v ložiskovej geológii.

Odbornosti jubilanta nepochybne prospeli aj dlhodobé pracovné a študijné pobyty v zahraničí. V rokoch 1970–1972 absolvoval postgraduálne štúdium vo vulkanologickom centre Oregonskej univerzity v USA. V roku 1984 pracoval v Sudáne pri prospekcii Cu a Au rúd v prostredí prekambriových a vulkanickosedimentárnych komplexov. O výsledkoch vlastného bádania v oblasti neogénnych vulkanitov, vulkanológie a petrológie prednášal na domácich aj zahraničných konferenciách a na pozvanie aj na viacerých univerzitách. Na poli medzinárodnej vedeckej spolupráce možno za jeho najvýznamnejší úspech označiť podiel na práci v rámci projektu IGCP 356 *Plate Tectonic Aspects of Alpine Metallogeny in the Carpatho-Balkan Region*, ktorého bol spoluvodúcom.

Jubilant vykonával aj radiácie funkcie. V rokoch 1984–1989 bol vedúcim odboru nerastných surovín a v rokoch 1990 až 1994 námestníkom riaditeľa GÚDŠ. Bol predsedom vedeckej rady GÚDŠ, je členom Slovenskej geologickej rady a viacerých redakčných rád. V súčasnosti je vedúcim oddelenia metalogenetických koncepcií a modelov.

J. Lexa je autorom alebo spoluautorom 113 odborných publikácií, 15 publikovaných geologických máp, 35 listov základnej geologickej mapy v mierke 1 : 25 000 a 80 výskumných správ.

Jeho najvýznamnejším prínosom v oblasti neovulkanitov bola schopnosť novým, originálnym spôsobom, a to litofaciálnou analýzou rekonštruovať vulkanické udalosti a ich formy. V tejto oblasti vedno s V. Konečným dosiahli európske prvenstvo. Ich poznatky sa v mnohom prebrali a aplikovali na celý vulkanický oblúk sprevádzajúci Karpaty.

Samostatnú oblasť Lexovej činnosti tvorí petrológia neovulkanitov. Spočiatku išlo o riešenie čiastkových otázok petrológie hodrušského granodioritu a ryolitov v okolí Žiaru nad Hronom a neskôr – s používaním petrografických a geochemických metód – o regionálnejšie riešenie petrologických otázok ako celku. Pri sledovaní petrologických otázok tesne súvisiacich s regionálnym tektonickým vývojom Karpát ako jeden z prvých sa pustil do platňovej tektoniky karpatského oblúka. Pri jej interpretácii popri úlohe subdukčných procesov ako zásadnú zdôraznil

aj úlohu zaoblúkovej extenzie a s ňou súvisiaci diapirický výstup plášťových hmôt v oblasti panónskej panvy.

V rokoch 1985 až 1995 sa jubilant zúčastnil na rozsiahlom metalogenetickom výskume centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu a svojimi poznatkami najmä z oblasti magmatizmu a termodynamiky hydrotermálnych systémov a riešenia vzťahov epitermálnych a porfýrových mineralizácií v nemalej miere prispel k vysokej úrovni riešenia tejto úlohy.

V súčasnosti so širokým tímom ako vedúci projektu dokončil *Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky*, ktorého hlavným výstupom je metalogenetická a ložisková mapa Slovenskej republiky v mierke 1 : 500 000 s vysvetlivkami.

Medzi popredné publikácie RNDr. J. Lexu, CSc., ktoré priniesli nový pohľad na riešenie problematiky, možno zaradiť:

– Dva typy ryolitov oblasti Žiaru nad Hronom. *Mineralia Slov.*, 1, 3–4 (1969)

– Stratovulkán bazaltoidného andezitu v severnej časti Kremnického pohoria. *Geol. Práce, Spr.*, 55 (1971)

– Formy ryolitových telies v okolí Žiaru nad Hronom. *Geol. Práce, Spr.*, 56 (1971)

– Nové pohľady na geologickú stavbu Kremnických vrchov. IV. celoslovenská geologická konferencia. *Zv. 4. SGÚ – Dom techniky ČSVTS* (1981)

– Relationship of the Carpathian volcanic arc to the geodynamic evolution of the Panonian basin. *Bull. geodyn. investig. In: Czecho-slovakia. Bratislava* (1979). V spoluautorstve s V. Konečným.

– Geodynamic aspects of the Neogene to Quaternary volcanism. *Bull. geodynamic development of the Western Carpathians. Bratislava* (1998). V spoluautorstve s V. Konečným.

– Stratigrafické členenie neovulkanitov stredného Slovenska. *Západ. Karpaty, Sér. Geol.*, 9 (1983). V spoluautorstve s V. Konečným a E. Planderovou.

– Outline of the Alpien Geology and Metallogeny of the Carpatho-Panonian Region. In: F. Molnár, J. Lexa & J. W. Hedenquist (eds.): *Epithermal Mineralization of the Western Carpathians. Soc. Econ. Geol., Guidebook Ser.*, 31 (1999)

– The Banská Štiavnica ore district: relationship between metallogenetic processes and the geological evolution of a stratovolcano. *Mineralium Depos.*, 34 (1999). V spoluautorstve s J. Štöhlom a V. Konečným.

– Metalogenéza žilníkových polymetalických mineralizácií v neovulkanitoch Západných Karpát. *Mineralia Slov.*, 2 (1994). V spoluautorstve s M. Kaličiakom, J. Štöhlom a Z. Bacsóm.

– Geologická stavba Vihorlatských vrchov. *Monografia. Západ. Karpaty, Sér. Geol.*, 18 (1995). V spoluautorstve s M. Kaličiakom a V. Konečným.

Jubilujúcemu RNDr. Jaroslavovi Lexovi, CSc., želá celá slovenská geologická pospolitosť ešte veľa úrodných rokov, nových podnetov a myšlienok na geologickom poli.

J. Štöhl

U p o z o r n e n i e

Redakcia upozorňuje na správne vypisovanie adresy *Mineralie Slovaca* v poštovom styku. Pošta nevydá poštovú zásielku, ak nebude v adrese na prvom mieste adresát **Štátny geologický ústav D. Štúra**. Poštová adresa je:

Štátny geologický ústav D. Štúra
Regionálne centrum (Mineralia Slovaca)
Jesenského 8
040 01 Košice

Za pochopenie ďakujeme.

Prvý geovedný anglicko-slovenský prekladový slovník (B. MOLÁK – P. LIŠČÁK a kolektív: Anglicko-slovenský geologický slovník so zoznamom slovenských názvov. 1. vyd. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra 2002. 520 s.)

V geologických vedách majú okrem štandardných publikácií zverejňujúcich nové poznatky a opisujúcich moderné metodické postupy osobitné a zároveň nezastupiteľné miesto geologické mapy a vedecké príručky, medzi ktorými vynikajú najmä terminologické, odborné prekladové a výkladové slovníky.

V minulosti, keď bola naša geológia veľmi úzko spätá s českou, sa na Slovensku neprejavovala potreba tvoriť učebnice, rozličné odborné príručky, ale ani slovníky tak naliehavo ako dnes, a preto to desaťročia robili viac-menej iba českí geológovia. Preto to tak bolo, je v podstate rečnícka otázka a odpoveď na ňu by si vyžiadala viac miesta.

V súvislosti s predchádzajúcimi riadkami sa vynára aj problematika skúsenosti, tradície, pripravenosti a schopnosti tvoriť diela spomenutých kategórií, a preto hneď v úvode akcentujem, že odvaha autorského kolektívu recenzovaného slovníka mi bola od samého začiatku veľmi sympatická a počas jeho prípravy som držal jeho tvorcom i spolupracovníkom palce.

Pred samým hodnotením diela pokladám za potrebné uviesť niekoľko faktografických údajov.

Slovník zostavovali autori uvedení v záhlaví publikácie, no je neprimerané, že chýbajú mená autorov zodpovedných napr. za heslá z mineralógie, geochemie, ekonomickej či ložiskovej geológie, ako aj z ďalších geologických disciplín.

Pri kolektívnych dielach je nevyhnutná koordinácia práce, riešenie „styčných“ problémov alebo oblastí. Táto požiadavka je ešte dôležitejšia pri príprave heslá slovníka. Z pripomienok, ktoré uvádzam ďalej, mi rezultuje, že koordinácia pri tvorbe heslá recenzovaného slovníka mala výrazné nedostatky.

Medzi základné povinnosti editora/editorov (vedúceho kolektívu autorov slovníka) patrí povinnosť vedno s celým autorským kolektívom určiť aspoň približne počet hesiel jednotlivých odborov (v tomto prípade geológie), lebo v opačnom prípade nastáva disproporcija – presýtenosť heslami jedných odborov na úkor iných. A to je aj prípad recenzovaného slovníka: presila hesiel z technických geologických odborov a súčasne „podvýživenosť“ niektorých klasických geologických odborov – mineralógie, geochemie, ložiskovej geológie, ktorá je evidentná už po prezretí niekoľkých náhodne vybraných strán.

Slovník recenzovali odborníci, ktorí pravdepodobne predstavujú to najlepšie, čo na recenzovanie diela tohto typu na Slovensku máme.

Aj keď ide o anglicko-slovenský slovník, číslovanie anglických hesiel a potom abecedný zoznam ich slovenských ekvivalentov s využitím spomenutých čísiel umožňuje zužitkovať slovník aj ako základnú príručku pri pokusoch o jednoduchý preklad zo slovenčiny do angličtiny.

Tvorba prekladateľských slovníkov býva výsledkom mnohoročnej práce spravidla autorských kolektívov a pri tvorbe heslá autori zvyčajne postupujú takto:

a) Excerptujú jestvujúce či dostupné slovníky príslušného odboru a podľa dohodnutého konečného rozsahu slovníka vyberajú najfrekvencovanejšie termíny.

b) Excerptujú najnovšie ročníky zahraničných vedeckých časopisov, najvhodnejšie vychádzajúcich v krajine, ktorej základným (oficiálnym, úradným) jazykom je východiskový jazyk pripravovaného slovníka.

c) Napokon (no nie na poslednom mieste z hľadiska významu) sa orientujú na súborné vedecké diela príslušného odboru (knižne publikované monografie a učebnice), ktoré vyšli vo východiskovom jazyku, alebo aj na iné zdroje.

Excerptcia spomenutých prameňov je nevyhnutná najmä z hľadiska vývoja každého jazyka, čo epochálne nové predstavy o vývoji Zeme v minulosti a prebiehajúce procesy na nej a v nej ešte podčiarkujú. Takýto štandardný postup, žiaľ, väčšina autorov hesiel recenzovaného slovníka pravdepodobne nedodržiava.

Slovník obsahuje 27 108 hesiel z geologických vied. Knižná publikácia ako celok pôsobí dobrým estetickým dojmom, má solídnu plátnennú väzbu a jej text je vytlačený na kvalitnom papieri. Za prijateľných 490 Sk ju možno kúpiť v predajni Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave.

Pred napísaním tejto recenzie som venoval okolo 20 hodín štúdiu slovníka, najmä kontrole zaradenia/nezaradenia vhodných hesiel (termínov) doň. Použil som pritom knižné monografie, a to *Physical geology* (B. J. Skinner a S. C. Porter, 1987) a 6. vyd. *Physical geology* (Ch. C. Plummer a D. Mc Geary, 1993) a niektoré uznesenia nomenklatickej a terminologickej komisie IMA.

Výsledky štúdia slovníka, ako aj svoje subjektívne dojmy zhŕňam takto:

– **Chýbajúce výrazy:** accretionary wedge, amphibolite facies, chain silicate structure, continent-continent convergence, crystal settling, daughter product, dust storm, erratic, faunal succession, ferromagnesian minerals, (weathering): mechanical, chemical, chemical element differential weathering, ductile deformation, exploration geology, granite-greenstone belts, graded layer, ice cap (i keď je zaradený veda odvodnenín od ice), geological time, geologic resources, global warming, impact crater, intrusive contact, karst topography, magma mixing, mountain belt, Mid-oceanic ridge (je to všeobecný výraz, v slovníku je zaradený Mid-Atlantic ridge), pelagic sediment, passive continental margin, plutonism, radioactivity (chýba rad podobných „kmeňových“ výrazov – v slovníku je veľa odvodenín od nich), phytic (texture), hybridism, mélange, water gap, mountainous, collector (ropy), consolidation of magma, Steinman's trinity phytic, plagioclase, olivinite, bulk rock composition, collector.

Uvedené v slovníku chýbajúce výrazy sú náhodným výberom z mnohonásobne početnejšieho súboru.

– **Nesprávny preklad:** core splitting – polenie vrtného jadra (= delenie, členenie na časti vrtného jadra), continental plate – preložené ako k. tabuľa, ale aj k. doska (správne: k. platňa), dravite – hneď odroda turmalínu (vyjadriť chemicky), dismembered ophiolites – neúplné ofiolity (= rozčlenené, napr.: tektonicky – ofiolity), crushed – drviť (= crusher!), crystal sedimenta-

tion – kryštalizačná sedimentácia (= usadzovanie kryštálov), corrosivity – agresivita (korózia, korozívnosť), cranium – lebka (je to len čelná časť lebky), crushing proof – otlkovosť (= skúška otlkovosti), break up – rozdrviť (= rozpadnúť sa), chipped stone – tavená hornina (ale aj štiepaná hornina, napr. v neolite), ocean floor metamorphism – metamorfóza oceánskeho dna (= metamorfóza hornín oceánskeho dna: samotné dno nemôže byť metamorfované!), olivine – peridot (= olivín), calc-alkaline rock – alkalicko-vápenatá hornina (poradie slov!), chilled contact – ostrý styk (= podchladený kontakt), serpentine – serpentinit (= serpentín ako všeobecné označenie niektorého z minerálov serpentínovej skupiny: lizardit, chryzotil, antigorit).

– **Slangové, vo vedeckej komunikácii nepoužívané názvy minerálov a hornín:** cronan – žula, granit, cube ore, cube spar – anhydrit, cyprine – modrý vezuvit, diamond spar – korund, demantoid – zelenosfarbený andradit (= Cr-andradit uvarovit), crinitite – ofitická odroda doleritu, brimstone – síra, bronze mica – flogopit, cabra stone – fluorit, carbunkle – červený granát, cerine – cerín, orbit, blue talc – kyanit, distén, bojite – amfibolické gablo. Pri uvedených a ďalších nepoužívaných alebo IMA neodporúčených názvoch minerálov by sa to malo zvýrazniť.

– **Názvy minerálov, ktoré sa neodporúčajú používať:** uraltite, hypersthene, fassaite, bastite, orthite, bronzite, chloromelanite, common hornblende, basaltic amphibole, disthene, orthite (skôr uvedená poznámka platí aj v tomto prípade).

– **Chýbná transkripcia (a nevhodný preklad) do slovenčiny:** magma consolidation – konsolidácia (magmy) (= stuhnutie magmy), consolidation rock – konsolidácia horniny (= stuhnutie horniny), consolidation – konsolidácia (= stuhnutie), brakish water – brakická voda (= vysladená voda).

– **Chýbajúce názvy minerálov.** V tejto skupine termínov je pravdepodobne najviac chýb a nedôsledností. Príklady chýbajúcich názvov minerálov: ferrosilite, clinoclastite, clinoferrisilite, pigeonite, donpeacorite, holmquistite, irodit, taramite, tschermakite, winchite, kanoite, hyalophane, jervisite, cummingtonite, dannemorite, ferroaugite, petedunite, johansenite a i.

Rešpektujem všeobecne známy fakt, že nijaký slovník nemôže zachytiť všetky výrazy z istej oblasti (tie navyše vznikajú aj zanikajú), no na druhej strane si myslím, že slovník je unikátne dielo, ktoré sa tvorí a vydáva len príležitostne, a preto by mal čo najpresnejšie odrážať aktuálnu úroveň poznania. Z predchádzajúcich poznámok je zrejme, že autori nevyužili všetky možnosti na vytvorenie slovníka, ktorý by spoľahlivo slúžil desaťročia. Napokon to najlepšie posúdi čitateľ týchto riadkov, no najmä aktívny používateľ slovníka. Aj napriek mojim výrazne subjektívnym pripomienkam konštatujem, že by recenzovaný slovník nemal chýbať v knižnici nijakého geológa alebo iného odborníka pracovne sa pohybujúceho v oblasti neživej prírody.

D. Hovorka

Významné životné jubileá členov Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 2004

Päťdesiatroční jubilanti

RNDr. Peter BEŇAK
Doc. RNDr. Oľília LINTNEROVÁ, CSc.
Mgr. Jarmila NOELOVÁ
RNDr. Eva HALASOVÁ
RNDr. Vladimír KMET
RNDr. Vojtech VILINOVIC
RNDr. Karol PIOVARCSY
RNDr. LUBOMÍR HRAŠKO, CSc.
Ing. Bartolomej BALAZ
RNDr. Stanislav RAPANT, CSc.
RNDr. Erika BEŇAKOVÁ
RNDr. Mária KOVÁČIKOVÁ
Mgr. Anna OLOSOVÁ
RNDr. Ľuboslav MATO, CSc.
RNDr. Stanislav BUČEK, CSc.
RNDr. Karol BERTKA

Šesťdesiatroční jubilanti

RNDr. Jaroslav LEXA, CSc.
Doc. RNDr. Peter HOLEC, CSc.
RNDr. Zora ACZELOVÁ
Doc. RNDr. Michal KALICIÁK, CSc.
Doc. RNDr. Vojtech GAJDOŠ, CSc.
RNDr. Rudolf ĎUDA
RNDr. Dušan OBERNAUER, CSc.
RNDr. Dušan ŽAK
RNDr. Ivan VADOVIC

Sedemdesiatroční jubilanti

RNDr. Anna HYANKOVÁ, CSc.
RNDr. Miroslav RACICKÝ, CSc.
RNDr. Eva ŠAMAJOVÁ, CSc.
Ing. Július MALJKOVIC
Prof. RNDr. Ladislav MELIORIS, DrSc.
RNDr. Dionýz VASS, DrSc.
RNDr. Miloš RAKUS, CSc.
Ing. RNDr. Pavel POSPIŠIL

Sedemdesiatpäťroční jubilanti

Doc. Ing. Slavomír ĎUROVIC, DrSc.
RNDr. Rudolf KUŠIK, CSc.
Doc. Ing. Róbert MARSCHALKO, DrSc.
Prof. Ing. František ČECH, DrSc.

Osemdesiatroční jubilanti

Prof. Ing. Milan MATULA, CSc.

Osemdesiatpäťroční jubilanti

akademik Bohuslav CAMBEL

V mene celej geologickej verejnosti všetkým jubilantom srdečne blahoželáme a do ďalších rokov želáme veľa tvorivých síl a dobré zdravie.

Doc. RNDr. Dušan Flašienka, CSc.
predseda SGS

Rady autorom

Každý autor sa usiluje, aby jeho článok bol nielen obsahovo, ale aj graficky na vysokej úrovni. Vaše ilustrácie budú kvalitné, ak presne dodržíte naše inštrukcie.

Už pri príprave obrázka treba zvážiť, či sa umiestni na jeden stĺpec alebo na dva stĺpce, resp. na celú tlačенú stranu. Vhodne upravený obrázok (veľkosť písma, hrúbka čiar) možno reprodukovat aj v pomere 1:1 alebo odporúčame urobiť kresby (perovky) väčšie, ako sa predpokladá ich veľkosť po vytlačení. Perovky majú byť zhotovené sýtim čiernym tušom. Pri obrázkoch urobených na počítači treba redakcii poslať originálne obrázky (nie xeroxové kópie) vytlačené na pauzovacom papieri - *tlač laserovou tlačiarňou v kamerálnej podobe pri vysokom rozlíšení (min. 300 DPI)*. Pri zostavovaní obrázkov redakcia odporúča pracovať s programami vo vektorovom zobrazení (napr. Corel Draw — TIFF). Neodporúčame používať veľmi tenké čiary (tzv. vlasovej hrúbky) ani na obrysy, ani vo výplni.

Úmerne k predpokladanému zmenšeniu treba zvoliť hrúbku čiar, veľkosť písma, čísiel, hustotu šrafovania a pod. Text možno napísať väčším aj menším písomom (nie verzálkami - veľkými písmenami), a to podľa toho, čo sa má zvýrazniť. Optimálna veľkosť písma v časopise po zmenšení je pri veľkých písmenách a číslach 2 mm a pri malých písmenách 1.6 mm.

Všeobecne

1. Rukopis v dvoch exemplároch a originál obrázkov s jedným odtlačkom musia byť vyhotovené podľa inštrukcií pre autorov časopisu Mineralia Slovaca. V opačnom prípade redakcia článok vráti autorovi pred jeho zaslaním recenzentovi.
2. Ak je možnosť, pošlite text článku na disketu 3,5", spracovaný v editore T602 (WinText602, Ami Pro, MS Word, WordPerfect; PC) alebo MS Word, QuarkXPress (Mac) v norme Kamenických alebo Latin2. S disketou zašlite aj jeden výťahok textu na papieri.
3. Rozsah článku je najviac 20 rukopisných strán včítane literatúry, obrázkov a vysvetliviek. Uverejnenie rozsiahlejších článkov musí schváliť redakčná rada a ich zaradenie do tlače bude zdĺhavejšie.
4. Články sa uverejňujú v slovenčine, češtine, angličtine, resp. ruštine. Abstrakt a skrátené znenie článku (resumé) je obvyčajne anglické (ak je článok v angličtine, potom résumé je v slovenčine).
5. Súčasne s článkom treba redakcii zaslať autorské vyhlásenie. Obsahuje meno autora (autorov), akademický titul, rodné číslo, trvalé bydlisko.

Text

1. Úprava textu včítane zoznamu literatúry prispôsobte súčasnej úprave článkov v časopise.
2. Text sa má písať s dvojitoú linkovou medzerou (riadkovačom 2), na strane má byť 30 riadkov, šírka riadku je asi 60 znakov.
3. Abstrakt aj s nadpisom článku sa píše na samostatný list. Obsahuje hlavné výsledky práce (neopakovať to, čo je už vyjadrené nadpisom), nemá obsahovať citácie a jeho rozsah nemá byť väčší ako 200 slov. (Abstraktu treba venovať náležitú pozornosť, lebo slúži na zostavovanie anotácií.)
4. Text má obsahovať úvod, charakteristiku (stav) skúmaného problému, resp. metódu práce, zistené údaje, diskusiu a záver.
5. Zreteľne treba odlišiť východiskové údaje od interpretácií.
6. Neopakovať údaje z tabuliek a obrázkov, iba ich komentovať a odvolať sa na príslušnú tabuľku, resp. obrázok.
7. Text treba členiť nadpismi. Hlavné nadpisy písať do stredu, vedľajšie na ľavý okraj strany. Voliť najviac tri druhy hierarchických nadpisov. Ich dôležitosť autor vyznačí ceruzkou na ľavom okraji strany: 1 - hierarchicky najvyšší, 2 - nižší, 3 - najnižší nadpis.
8. V texte sa uprednostňuje citácia v zátvorke, napr. (Dubčák, 1987; Hrubý et al., 1988) pred formou ... podľa Dubčáka (1987). Ani v jednom prípade sa neuvádzajú krstné mená.
9. Umiestnenie obrázkov a tabuliek sa označí ceruzkou na ľavom okraji rukopisu, resp. stĺpcového obťahu.
10. Grécke písmená použité v texte treba identifikovať na ľavom okraji slovom (napr. sigma).
11. Pri písaní starostlivo odlišujte pomlčku od spojovníka.
12. Symboly, matematické značky, názvy skamenelín, slová a pod., ktoré treba vysvetliť kurzívou, autor v rukopise podčiarkne vlnkovkou.
13. K článku treba pripojiť kľúčové slová.
14. Abstrakt, résumé, vysvetlivky k obrázkom a názvy tabuliek predloží autor redakcii aj v angličtine.

Ilustrácie

1. Musia byť vysokej kvality. Majú dokumentovať a objasňovať text. Originál (pred zmenšením) môže mať rozmer najviac 340 x 210 mm. Maximálny rozmer ilustrácie vytlačenej v časopise je 170 x 230 mm. Skladacie ilustrácie treba úplne vylúčiť.
V prípade ilustrácií vytvorených na počítači prosíme o ich zaslanie na disketu 3,5" vo formáte CorelDraw (PC), Adobe Illustrator (PC, Mac) alebo Aldus FreeHand (Mac).
2. Ilustrácie pripravovať s vedomím, že sa budú zmenšovať (zvyčajne o 50 %) na šírku stĺpca (81 mm) alebo strany (170 mm). Podľa toho pripravovať ich veľkosť a formu, resp. ich zoskupenie.
3. Voliť takú veľkosť písma a čísiel, aby najmenšie písmená po zmenšení boli veľké aspoň 1.2 mm. Úmerne zmenšeniu voliť aj hrúbku čiar.
4. Obrázky popisovať šablónou, nie voľnou rukou.
5. Všetky ilustrácie včítane fotografií musia obsahovať grafickú (metrickú) mierku.
6. Zoskupené obrázky, napr. fotografie, diagramy, musia byť pripravené (nalepené) ako jeden obrázok a jeho časti treba označiť písmenami (a, b, c atď.). Takto zoskupené obrázky sa citujú ako jeden obrázok. Zoskupené fotografie treba starostlivo upraviť a nalepiť na biely kriedový papier.
7. Fotografie musia byť ostré, čiernebiele, kontrastné a vyhotovené na lesklom papieri. Je vhodné, aby sa zmenšovali minimálne o 50 %.
8. Na všetkých obrázkoch sa na okraji (na fotografiách na zadnej strane) ceruzkou uvedie číslo obrázku a meno autora. Na fotografiách sa šípku doplní aj orientácia obrázku.
9. Na mapách a profiloch voliť jednotné vysvetlivky, ktoré sa uvedú pri prvom obrázku.
10. Názvy obrázkov a vysvetlivky sa píše strojom na osobitný list.
11. Všetky ilustrácie sa musia citovať v texte.
12. Ilustrácie sa zasielajú redakcii už imprimované, teda pri korektúre ich už nemožno opravovať a dopĺňať.
13. Farebné ilustrácie sú vítané, ale náklady na ich tlač hradí autor.

Tabuľky

1. Tabuľky sa píše na osobitný list. Ich rozsah a vnútornú úpravu treba voliť tak, aby sa tabuľka umiestnila do stĺpca alebo na šírku strany. Rozsiahlejšie tabuľky sa neprijímajú.
2. Údaje zoradíte do tabuľky iba vtedy, ak sa nedajú uviesť v texte.
3. Nadpis tabuľky a prípadný sprievodný text sa píše strojom na osobitný list (úpravu nadpisov pozri v časopise).
4. Vertikálne čiary v tabuľkách nepoužívať.
5. Tabuľky sa čísloujú priebežne a uverejňujú sa v číselnom poradí.

Literatúra

1. V zozname literatúry sa v abecednom poriadku uvádza iba literatúra citovaná v danom článku. Citácia označená „v tlači“ sa môže uviesť v zozname, len ak je z citovaného článku aspoň stĺpcová korektúra. Citácie s doplnkom „v prípade“, „zadané do tlače“ sú nevhodnotné a nemajú sa používať ani v texte. Citácia „osobná informácia“ sa cituje iba v texte (Zajac, os. informácia, 1988).
2. Používať nasledujúci spôsob uvádzania literatúry:
Kniha
Gazda, L. & Čech, M., 1988: Paleozoikum medzevského príkrovu. Alfa Bratislava, 155.
Časopis
Vrba, P., 1989: Strižné zóny v komplexoch metapelitov. Mineralia Slov., 21, 135 - 142.
Zborník
Návesný, D., 1987: Vysokodraselné ryolity. In: Romanov, V (red.): Stratiformné ložiská gemerika. Špec. publ. Slov. geol. spol., Košice, 203 - 215.
Manuskript
Radvanský, F., Slivka, B., Viktor, J. & Srnka, T., 1985: Žilné ložiská jedľoveckého príkrovu gemerika. Záverečná správa z úlohy SGR-geofyzika. Manuskript—archív GP Spišská Nová Ves, 28.
3. Pri článku viac ako dvoch autorov sa v texte cituje iba prvý autor s dodatkom et al., ale v zozname literatúry sa uvádzajú všetci.
4. Ak sa v článku (knihe) cituje názov, údaje a pod. iného autora, ktorý nie je spoluautorom publikácie, potom sa v texte cituje vo forme (Gerda in Kubka, 1975), ale v zozname literatúry sa uvádza iba Kubka, J., 1975.