45/1 - 2/2013
ISSN 1338-3523
ISSN 0369-2086

Mineralia Slovaca



Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava

Mineralia Slovaca

Časopis pre regionálnu a environmentálnu geológiu
a aktivity Slovenskej geologickej spoločnosti a geologických asociácií

Predseda vydavateľskej rady – Chairman of Editorial Board

BRANISLAV ŽEC
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava

Vedecký redaktor – Scientific Editor

ZOLTÁN NÉMETH
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Regionálne centrum Košice
Jesenského 8, 040 01 Košice
zoltan.nemeth@geology.sk

REDAKČNÁ RADA – EDITORIAL BOARD

Igor Broska, Geologický ústav SAV Bratislava
Klement Fordinál, Štátny geologický ústav D. Štúra Bratislava
Vlasta Jánová, Ministerstvo životného prostredia SR Bratislava
Milan Kohút, Štátny geologický ústav D. Štúra Bratislava
Martin Kováčik, Štátny geologický ústav D. Štúra Bratislava
Peter Malík, Štátny geologický ústav D. Štúra Bratislava
Jozef Michalík, Geologický ústav SAV Bratislava
Ľubomír Petro, Štátny geologický ústav D. Štúra Košice
Dušan Plašienka, Prírodovedecká fakulta UK Bratislava
Marián Putiš, Prírodovedecká fakulta UK Bratislava
Igor Slaninka, Štátny geologický ústav D. Štúra Bratislava
Ján Soták, Geologický ústav SAV Banská Bystrica
Ladislav Šimon, Slovenská geologická spoločnosť Bratislava
Pavel Uher, Prírodovedecká fakulta UK Bratislava

REDAKCIA – EDITORIAL STAFF

Vedúci oddelenia vydavateľstva ŠGÚDŠ a propagácie – Head of the Department of Promotion and ŠGÚDŠ Publishers

LADISLAV MARTINSKÝ
ladislav.martinsky@geology.sk

Jazykoví redaktori – Lingual editors

Lucia Jasinská – Zoltán Németh
lucia.jasinska@upjs.sk

Technická redaktorka – Production editor

Alena Wolfová
alena.wolfova@geology.sk

Mineralia Slovaca (Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086), EČ 3534/09, vychádza štyrikrát ročne. Vydavateľ a tlač: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava.
Predplatné v roku 2013 vrátane DPH, poštovného a balného pre jednotlivcov 19,44 €, pre členov SGS a geologických asociácií 17,24 €, pre organizácie v SR 23,84 €. Cena jednotlivého čísla je 4,50 € vrátane DPH, poštovného a balného. 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, 055/625 00 43; fax: 055/625 00 44, e-mail: mineralia.slovaca@geology.sk, e-mail knižnica: secretary.ke@geology.sk

Mineralia Slovaca (Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086) is published quarterly by the State Geological Institute of Dionýz Štúr Bratislava, Slovak Republic. Subscription for 2013 calendar year: 41.84 € including VAT, postage and packing cost. Price of one number is 8.60 € including VAT, postage and packing cost. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Order send to address of the Editorial office: Štátny geologický ústav D. Štúra – RC Košice (Library), Jesenského 8, SK-040 01 Košice, Slovak Republic. Phone: +421/55/625 00 46, +421/55/625 00 43; fax: +421/55/625 00 44, e-mail: mineralia.slovaca@geology.sk, library: secretary.ke@geology.sk

© Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava

www.geology.sk/mineralia

Obsah – Content

Mineralia Slovaca 45 (2013) • 1 – 2

PÔVODNÉ ČLÁNKY – ORIGINAL PAPERS

Ozdínová, S.
Paleoecological evaluation of calcareous nannofossils from the Eocene and Oligocene sediments of the Subtatric Group of the Western Carpathians
Paleoekologické zhodnotenie vápnitých nanofosílií z eocénnych a oligocénnych sedimentov podtatranskej skupiny Západných Karpát 1

Hrabovský, J. & Fordinál, K.
Paleoekologické zhodnotenie riasových vápencov z lokality Stupava-Vrchná hora (Viedenská panva, Slovensko)
Paleoecological evaluation of the algal limestones in Stupava-Vrchná hora locality (Vienna Basin, Slovakia) 11

Hrabovský, J.
Negenikulátne koralinné riasy (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) z litotamniových vápencov lokality Vrchná hora pri Stupave (Viedenská panva, Slovensko)
Non-geniculate coralline algae (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) from lithothamnion limestones of the locality Vrchná hora at the town of Stupava (Vienna Basin, Slovakia) 23

Hladilová, Š. & Fordinál, K.
Upper Badenian Molluscs (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda) from the Modra-Kráľová locality (Danube Basin, Slovakia)
Vrchnobádenské mäkkýše (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda) z lokality Modra-Kráľová (Podunajská panva, Slovensko) 35

Zlinská, A.
Biostratigrafia sedimentov bádenu z oblasti Veľkej Tŕne a revízia jej starších poznatkov (Východoslovenská panva)
Biostrafigraphy of Badenian sediments from the village of Veľká Tŕňa and revision of earlier knowledge (East Slovakian Basin) 45

Boorová, D. & Filo, I.
Štúdium párnického súvrstvia na stratotypovom profile Žaškov (krížňanský príkrov)
The study of the Párnica Formation at the Žaškov stratotype profile (Krížna nappe) 61

Kovanič, Ľ. & Németh, Z.
Využitie geodetických metód na modelovanie stien povrchových lomov a skalných útvarov a pri ich štruktúrnej analýze: príklad z kameňolomu Sedlice
The application of geodetic methods for modelling the quarry walls and rock outcrops and their use in structural analysis: Case study from the quarry at Sedlice, Slovakia 69

Blišťan, P. & Blišťanová, M.
Modelovanie kvalitatívnych parametrov hlavného uhoľného sloja ložiska Nováky v prostredí GIS na účely výpočtu zásob a vizualizácie priestorových vzťahov
Modelling of qualitative parameters of the main coal seam in the Nováky deposit in GIS environment for the purpose of reserves calculation and visualization of spatial relations 85

OBÁLKA: Charakteristické spoločenstvo foraminifer zo sarmatských sedimentov Viedenskej panvy. Grafický návrh obálky A. Zlinská.

COVER: Characteristic assemblage of foraminifers from Sarmatian sediments of the Vienna Basin. The journal cover designed by A. Zlinská.

DISKUSIA – DISCUSSION

Fraštia, M.
Stanovisko k článku Ekkertová, P. a Greif, V.: *Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov*
The standpoint to the article by Ekkertová, P. & Greif, V.: The use of digital photogrammetry for structure analysis of the rock slopes, published in Mineralia Slovaca 2 (2012), 157 – 166 97

Ekkertová, P.
Reakcia na stanovisko Ing. Mareka Fraštiu, PhD., z Katedry geodézie SvF STU Bratislava k článku Ekkertová, P. a Greif, V.: *Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov*
Response to an opinion of Ing. Marek Fraštia, PhD., from the Department of Surveying, Faculty of Civil Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava, related to article by Ekkertová, P. & Greif, V.: The use of digital photogrammetry for structure analysis of the rock slopes 101

GeoVestník

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 1 – 10
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

Paleoecological evaluation of calcareous nannofossils from the Eocene and Oligocene sediments of the Subtatric Group of the Western Carpathians

SILVIA OZDÍNOVÁ

Geological Institute of the Slovak Academy of Science,
Dúbravská cesta 9, SK-840 05 Bratislava 45

Abstract

The calcareous nannofossils assemblage was evaluated from the Middle Eocene to Upper Oligocene sediments of the Subtatric Group. The research intended to reveal the reaction of each species to changing environmental conditions (e.g. cooling, increased supply of terrestrial material, sufficient nutrients and partial isolation of the pool).

Lower Oligocene changes in the paleoecological conditions in the marine sedimentary area led to a change in body-proportion of placolith forms of calcareous nannofossils. This change was not only conditioned by cooling trend, but also by other changes in the marine environment, such as increased supply of continental material.

Key words: Calcareous nannofossils, cooling term, Lower Oligocene, Paleoecology, Western Carpathians

Introduction

Paleogene basin of the Subtatric group has developed as a part of Tethys Ocean. The process of isolation of the Paratethys Ocean from the Tethys Ocean began during Lower Oligocene and has been completed during Middle Oligocene (Köhler, 1998). During the Middle Eocene a relatively warm climate prevailed, which is characterized by an MECO (Middle Eocene Climatic Optimum) interval. The warm climate is characterized in the assemblage of the calcareous nannofossils by the occurrence of warm water species, such as *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok and *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel, which lived in symbiosis with species preferring the temperate water, for example *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival and *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski. This symbiosis related on optimum nutritional value of the environment and optimal values of the salinity of seawater.

The cooling trend, which started during the Upper Eocene, has caused by the first glaciations of Antarctica. At the end of the Eocene, the transgression occurred due to the interconnection of the Buda Paleogene Basin and Central Carpathian Paleogene Basin (Gross, 1978; Nagymarosy, 1991). The massive sea transgression towards the south led to origin of one elongated basin. Sea connection existed in the area of the Central Slovakian fault system (Vass, 1995; Janočko et al., 2002). Climatic change culminated during the Upper Eocene, when the temperature of the world's oceans decreased on average by 2–5 °C on 12–15 °C (Shackleton and Kennett, 1975; Soták et al., 2002).

In the assemblage of the calcareous nannofossils this trend showed a visible increase in the number of small *Noelarhabdaceae,* which characterized cold season. The species *Blackites spinosus* (Deflandre & Fert) Hay & Towe and *Rhabdosphaera tenuis* Bramlette & Sullivan indicate short warm periods, which are supported by Milankovitch cycles (Krhovský et al., 1993). The Upper Eocene stage is also characterized by the last occurrence of warm water species as *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel and by the onset of the cold water species *Isthmolithus recurvus* Deflandre. These changes in the calcareous nannofossils assemblage occurred below or directly on the Eocene/ Oligocene boundary (Krhovský et al., 1993; Nagymarosy, 1991; Švábenická et al., 2007).

The Lower Oligocene stage is characterized as a time of great cooling trend, which is in the calcareous nannofossil assemblage showed as expansion of the cold water placoliths forms with larger size of coccoliths (Blaj, 2009; Perch-Nielsen, 1985). Warm water genera *Discoaster* and *Sphenolithus* almost did not occur during the Oligocene time.

Decrease in salinity as a result of termination of Paratethys isolation has caused changes in assemblage of the calcareous nannofossils. A sudden drop in species diversity and the occurrence of endemic form *Reticulofenestra ornata* Müller is typical for the Nannoplankton zone NP 23 (for example Krhovský and Djurasinovič, 1994; Švábenická

et al., 2007). The bloom of this endemic form is recorded in the Paleogene basins in the Western Carpathians, too (Ozdínová, 2010). Increase of this species indicated the decrease of the salinity and brackish paleoenvironment in the ocean. Together with *Reticulofenestra ornata* Müller there occur species *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud) Deflandre and *Transversopontis fibula* Gheta, which also tolerate salinity fluctiations (Krhovský et al., 1993). Increased occurrence of the genera *Sphenolithus, Helicosphaera* and *Pontosphaera* indicates shallow water and warm water conditions in the sedimentary area (Švábenická et al., 2007).

Bloom of the calcareous nannofossils during the Upper Oligocene was caused by restoring of the sea connection and good communication of Paratethys with the open Ocean. This event caused rising the sea level, modifying the salinity, and an increase of supply of terrestrial material into the sea area, resulting in a rise of the proportion of nutrient in the photic zone (Krhovský and Djurasinovič, 1994).

Outline of geology

The calcareous nannofossils were examined from the sediments of three different Western Carpathians Paleogene basins (Fig. 1). The Veľké Kršteňany KRS-2 profile is located in the Hornonitrianska panva Basin and Vlachy-1 borehole is situated in the Liptovská kotlina Basin. Both basins have a common evolution and they belong to the Subtatric group of the flysch zone. Sediments of the Veľké Kršteňany KRS-2 profile and Vlachy-1 borehole belong to Zuberec Formation.

Zuberec Formation consists of the typical medium--rhythmical flysch, composed from alternating pelitic, aleuritic and psammitic sediments. Formation thickness ranges from tens of meters to 1 450 m. In the Liptovská kotlina Basin, the Zuberec Formation is represented by the flysch with dominating claystones and they cover larger areas with greater thickness. Their age of formation is Eocene to Oligocene (Priabonian; Gross et al., 1984).

Borehole Rapovce GTL-2 is located in the Lučenská kotlina Basin, belonging to the Buda Paleogene Basin development. The borehole sediments extend through *Číž* and *Lučenec Formation* (Pristaš et al., 2000).

Lučenec Formation is in major part of the borehole represented by *Szecsény Schlier,* which settled in the shelf up to deep-sea environments. It is composed mainly of the silt to siltstone with laminae of disintegrating fine-grained sandstone and sand. The small part of the borehole is composed from Panica Beds formed by sandstone, conglomerate and siltstone. This one represents a transgressive member of the Lučenec Formation (Vass et al., 2008).

In the borehole, the ***Číž Formation*** is represented by *Rapovce, Lenártovce, Hostišovce* and *Blh beds* (Vass et al., 2008).

Rapovce Beds are composed from the prograde basin sediments, such as sandstones with interbeds of siltstones and coal. ***Lenártovce Beds*** are formed of the grey calcareous siltstones with interbeds of fine-grained sandstones. They represent the deeper shelf sediments corresponding to a culmination of the marine transgression. The ***Hostišovce Beds*** are formed of sandstones with calcareous siltstones and coal. The environment of the formation of Hostišovce Beds was represented by the semi--enclosed lagoon, which occasionally communicated with an open sea. In the borehole, the ***Blh Beds*** are formed of

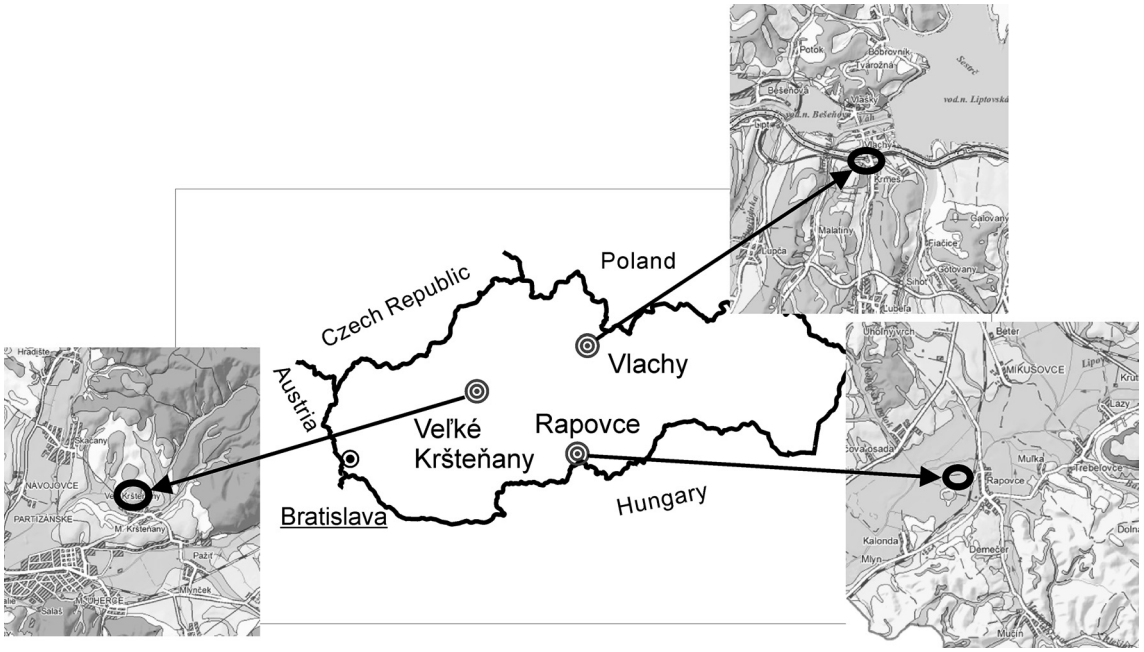


Fig. 1. Location of the boreholes Vlachy-1 and Rapovce GTL-2, as well as profile Veľké Kršteňany KRS-2. More detailed lithostratigraphy present in individual images of Fig. 1 and related to solved topic is shown in the lithostratigraphic columns in Figs. 2–4.

sandstone and sand with laminated calcareous siltstones (Vass et al., 2008).

Materials and methodology

Material

Samples for the study of calcareous nannofossils were taken from the Middle Eocene to Oligocene sediments of Paleogene basins of the Western Carpathians. From the Veľké Kršteňany KRS-2 profile there were taken 28 samples. The profile has been designed to the Middle Eocene nannoplankton zones NP 13/14 to NP 17 (according Martini, 1971), from which 8 samples were statistically evaluated, containing calcareous nannofossils from the zones NP 16 and NP 17 (Fig. 2).

In the Vlachy-1 borehole altogether 66 samples were taken from the range 1 140 m. All samples were used for the statistical research. The samples had determined the nannoplankton zones NP 21 to NP 23 (Ozdínová, 2009; Ozdínová et al., 2009; Fig. 3).

Altogether 78 samples were collected from the Rapovce GTL-2 borehole, encompassing an interval 55–770 m. Totally 48 samples were used for statistical evaluation, which contained calcareous nannofossils from the nannoplankton zone NP 23 and NP 24/25 (Fig. 4).

The research aimed to determine the changes of the dimensions of the species *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival and *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski in relation to paleoclimatic conditions, especially temperature in the sedimentary area. The cold Upper Eocene and Lower Oligocene climate was significantly changed in comparison with the Middle Eocene warm period (Bohaty and Zachos, 2003; Krhovský and Djurasinovic, 1994). Therefore we have compared selected placolith forms of the calcareous nannofossils from the Middle Eocene warm period vs. the Upper Eocene to Lower Oligocene cold period.

Preparation of specimens

The samples for the study of calcareous nannofossils were taken mainly from pelitic rocks (clay and marly), containing $CaCO_3$. Samples were prepared by the classical method of decantation (Haq and Lohmann, 1976; Perch-Nielsen, 1985). Prepared samples were observed using a light microscope and documented with a digital camera.

The nanoplankton zones NP 16, NP 17, NP 21, NP 22, NP 23 and NP 24/25 were determined by biostratigraphic correlation according Martini´s zonation (1971), Perch-Nielsen (1985), Bown (1998) and Wise et al. (2002).

Morphometric analysis

The morphometric analysis applied the methodology by Blaj (Blaj, 2009). In this work in each sample there was measured the length of 30 specimens of the species *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival and *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski. Length of individual objects was measured and from the data the arithmetic mean was calculated for each sample separately. The data were plotted applying the MS Excel software.

Biostratigraphic evaluation

In the Veľké Kršteňany KRS-2 profile we have determined the Middle Eocene nannoplankton zones NP 13/14 to NP 17 (Fig. 2). Zones NP 13/14 are evidenced by a very weak occurrence of the species *Tribrachiathus orthostylus* (Bramlette & Riedel) Shamrai, having its last occurrence at the base of the zone NP 13. The zone NP 14 was identified by the presence of the species *Rhabdospaera inflata* Bramlette & Sullivan. Zone NP 15 was established by the occurrence of the species *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski and *Lanternithus minutus* Stradner, which have their first occurrence in this zone. Zone NP 17 was identified by the occurrence of the species *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel and *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry. In the zone NP 17 firstly appeared the species *Chiasmolithus oamaruensis* (Deflandre) Hay, Mohler & Wade (Ozdínová, 2009).

In the Vlachy-1 borehole we have determined nannoplankton zones NP 21, NP 22 and NP 23 (Fig. 3). Concerning biostratigraphy, important species for NP 21 zone in this borehole were: *Isthmolithus recuvus* Deflandre and *Lanternithus minutus* Stradner, together with the absence of the species of genera *Discoaster*. For NP 21 zone, found in this borehole, the important was the first occurrence of *Chiasmolithus altus* Bukry & Percival. The NP 23 zone was detected by the species *Reticulofenestra ornata* Müller and the sporadic occurrence of the species *Isthmolithus recuvus* Deflandre (Ozdínová, 2009).

In the Rapovce GTL-2 borehole we have determined the nannoplankton zones NP 23 to NN 2 (Fig. 4). Nannoplankton zone NP 23 was detected by the occurrence of the species *Reticulofenestra ornata* Müller. The NP 24 zone was determined by the first occurrence of the species *Cyclicargolithus abisectus* (Müller). Wise and the zone NP 25 was based on the occurrence of the species *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini and *Triquetrorhabdulus milowii* Bukry. The Lower Miocene zone NN 1 was identified by the presence of the species *Sphenolithus conicus* Bukry and the zone NN 2 by the occurrence of the stratigraphic important species *Discoaster druggii* Bramlette & Wilcoxon (Halásová in Vass et al., 2008).

Paleoecological evaluation

The presence and distribution of calcareous nannofossils is conditioned by many factors, encompassing temperature, nutrients and depth of the sea water, as well as ocean circulation, transgression and salinity of the sea

water. Different sizes can be associated with functions of coccoliths, which are light concentration and biochemical linkage of calcification to photsynthesis. Floriform species can easily fulfill these functions, especially the species with large coccospheres relative to cell size (Young in Winter and Siesser, 1994). The size of coccoliths affected depth of the ocean, too. Most species has a precise paleoecological parameters an environment for their survival. The most abundant placolith-form species of the calcareous nannofossils *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski and *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival were statistically evaluated. These species responded on the change in paleoecological conditions of sedimentary environment by increasing or decreasing of the dimensions of their body (Blaj, 2009; Perch-Nielsen, 1985).

***Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller** is a small elliptical placolith with dimensions of 5 to 13 μm, which has its first occurrence in the nannoplankton zone NP 1 during a lowermost Paleocene and occurs through the Paleogene, Neogene up to the Pleistocene nannoplankton zone NN 21. At present time, this species is considered as a cold water form, however during a Paleocene it preferred warm to

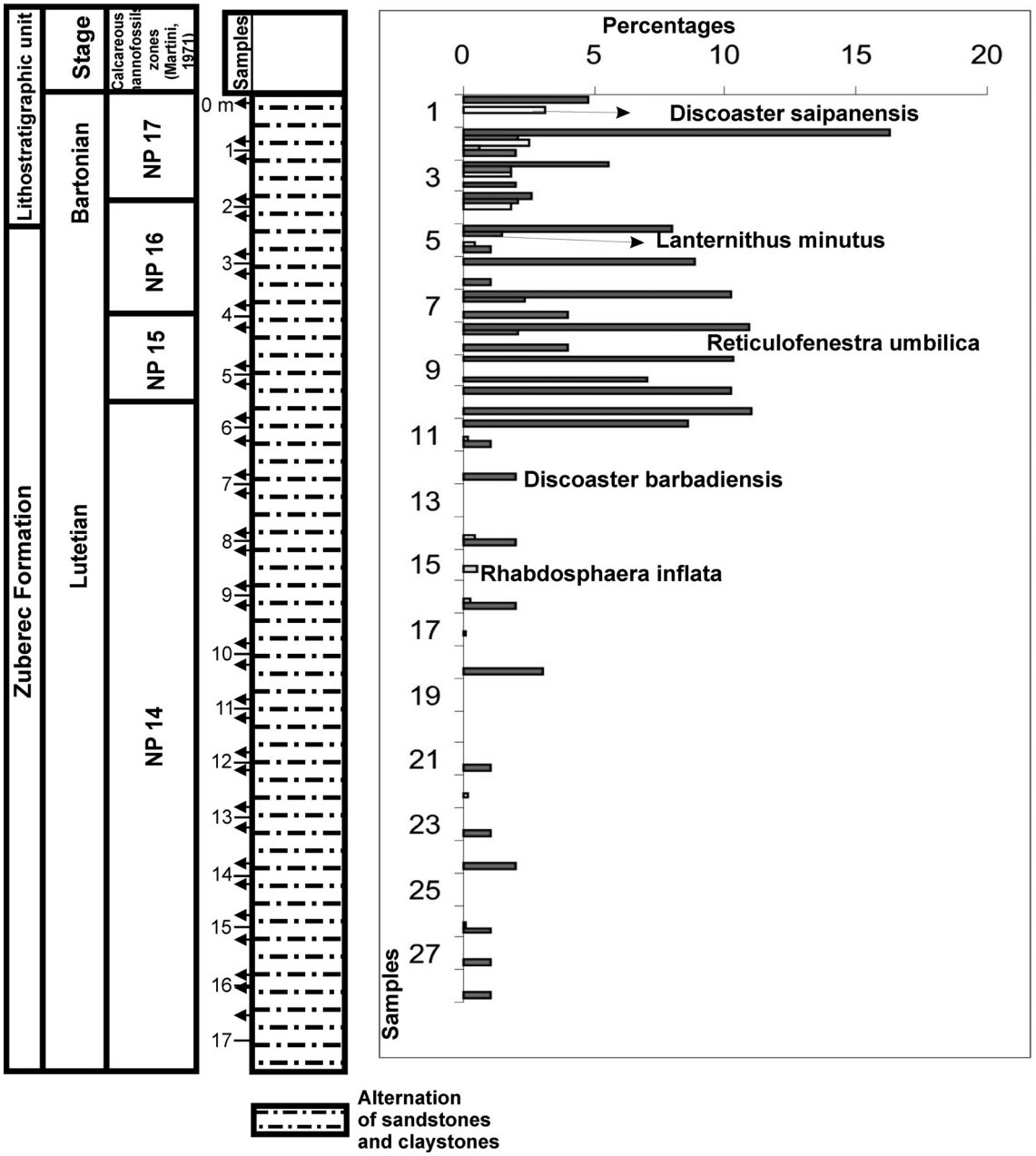


Fig. 2. Lithological and biostratigraphic evaluation of the Veľké Kršteňany KRS-2 profile.

moderate temperate water marine sedimentary conditions (Persico and Villa, 2004; Villa and Persico, 2006; Villa et al., 2008) and low latitudes (Perch-Nielsen, 1985).

During a cooling period the species *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller changed the dimensions of the body of coccolits as well as other placolith forms (e.g. Mita, 2001).

In our samples, in the zones NP 16 and NP 17 there was the largest abundance of the subjects with 5–7 μm size of the body, in the zones NP 21 to NP 23 the subjects with 7 to 8.5 μm of body-size had the major occurrence and in the zones NP 24/25 dominated subjects with 5–7 μm body-size. The graphic data from the statistical evaluation of the morphometric analyses show that a change of the body dimensions is the most significant in the zone NP 21 to NP 23, the largest subjects occurred in the zone NP 22 (Fig. 5).

***Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski** is a large oval placolith with a body-size of 14–20 μm. The first occurrence is in the Middle Eocene

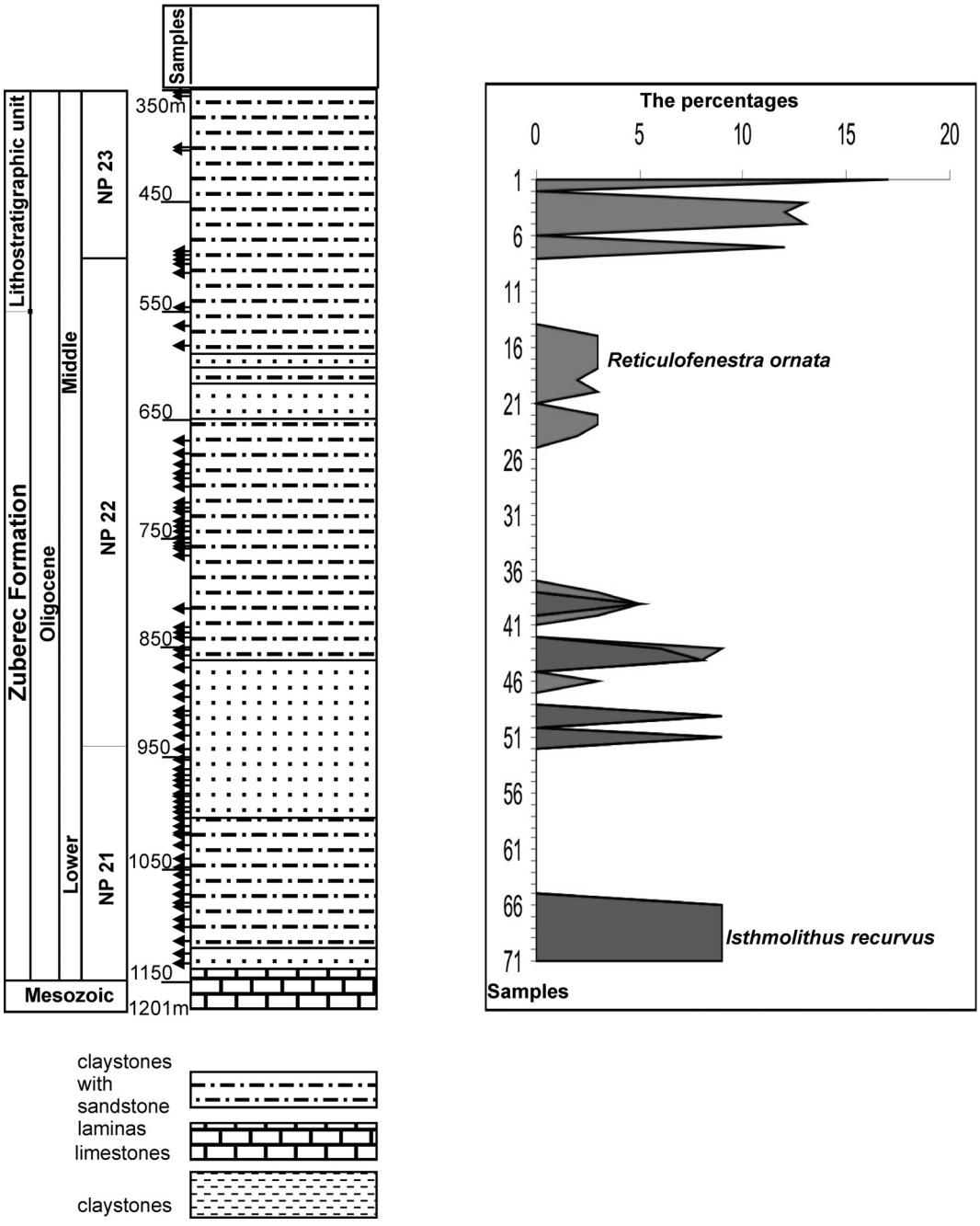


Fig. 3. Lithological and biostratigraphic evaluation of the Vlachy-1 borehole.

zone NP 15 and its last occurrence is in the Middle Oligocene zone NP 22. It is considered as a temperate water species (Wei and Wise, 1990; Persico and Villa, 2004; Villa et al., 2008).

In our samples from the nannoplankton zones NP 16 and NP 17, subjects with 14 to 15.5 μm of body-size have the most occurrence, in the zones NP 21 and NP 22 the largest abundance in the subjects with 16–18 μm of the body-size was found. The species *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski has its last occurrence in the zone NP 22, even though it was found in other samples, it has not been evaluated. The statistics also show that the increase in dimensions of subjects was particularly noticeable in the zone NP 22 (Fig. 6).

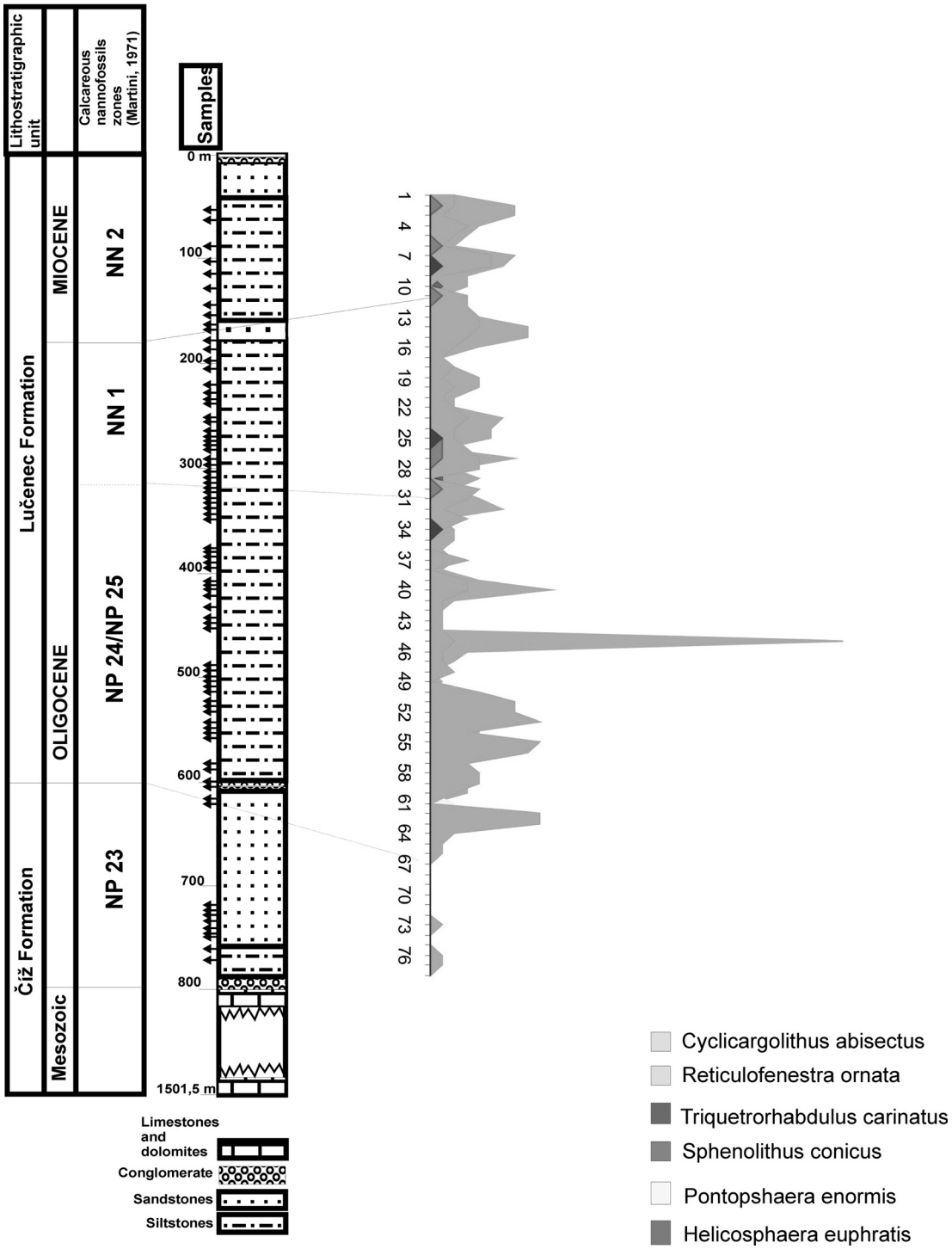


Fig. 4. Lithological and biostratigraphic evaluation of the Rapovce GTL-2 borehole.

***Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival** is a medium to large oval placolith with 8 to 18 μm body-size. Its first occurrence was observed in the zone NP 17 and its last occurrence in the zone NP 25. This species preferred eutrophic and temperate water sedimentary area (Persico and Villa, 2004; Villa and Persico, 2006; Villa et al., 2008).

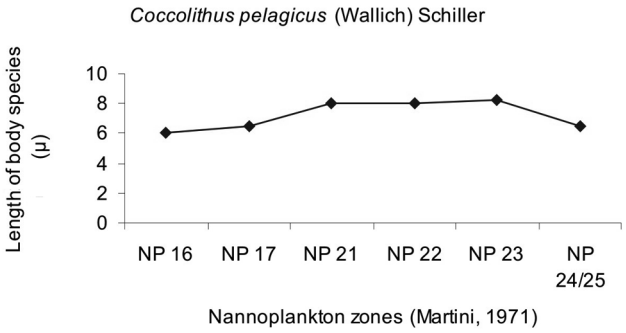


Fig. 5. Statistical evaluation of the length of the body species *Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller* (Wallich) Schiller.

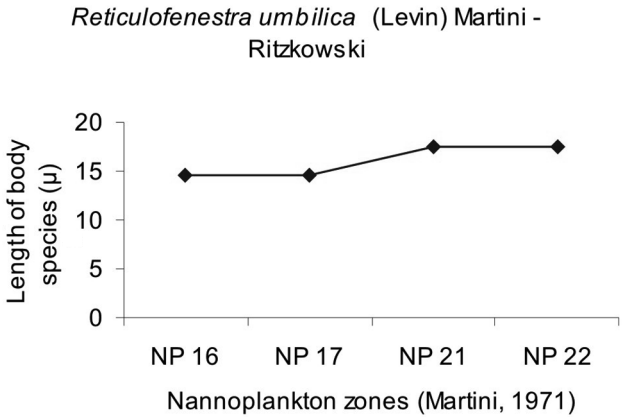


Fig. 6. Statistical evaluation of the length of the body species *Reticulofenestra umbilica (Levin) Martini & Ritzkowski* (Levin) Martini & Ritzkowski.

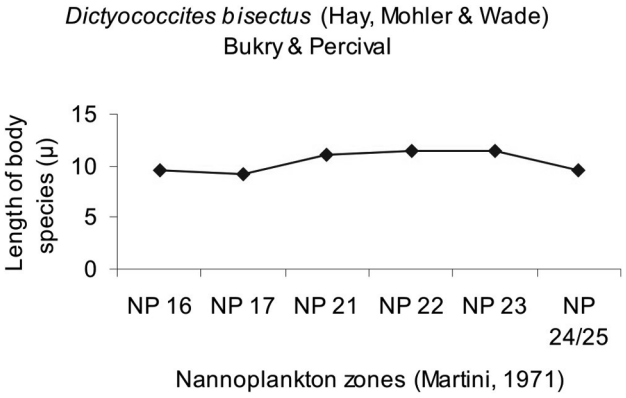


Fig. 7. Statistical evaluation of the length of the body species *Dictyococcites bisectus (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival* (Hay, Mohler & Wade).

In the samples from the nannoplankton zone NP 17 the subjects with 8–9.5 μm of the body-size were the most common, in the zones NP 21 to NP 23 subjects with 10–12 μm of the body-size are the most numerous and in the zones NP 24/25 dominated subjects with 8–10 μm. The graphic data from the statistical evaluation of the morphometric analyses show that the dimension increase of the subjects occurred in the zone NP 22 (Fig. 7).

Discussion

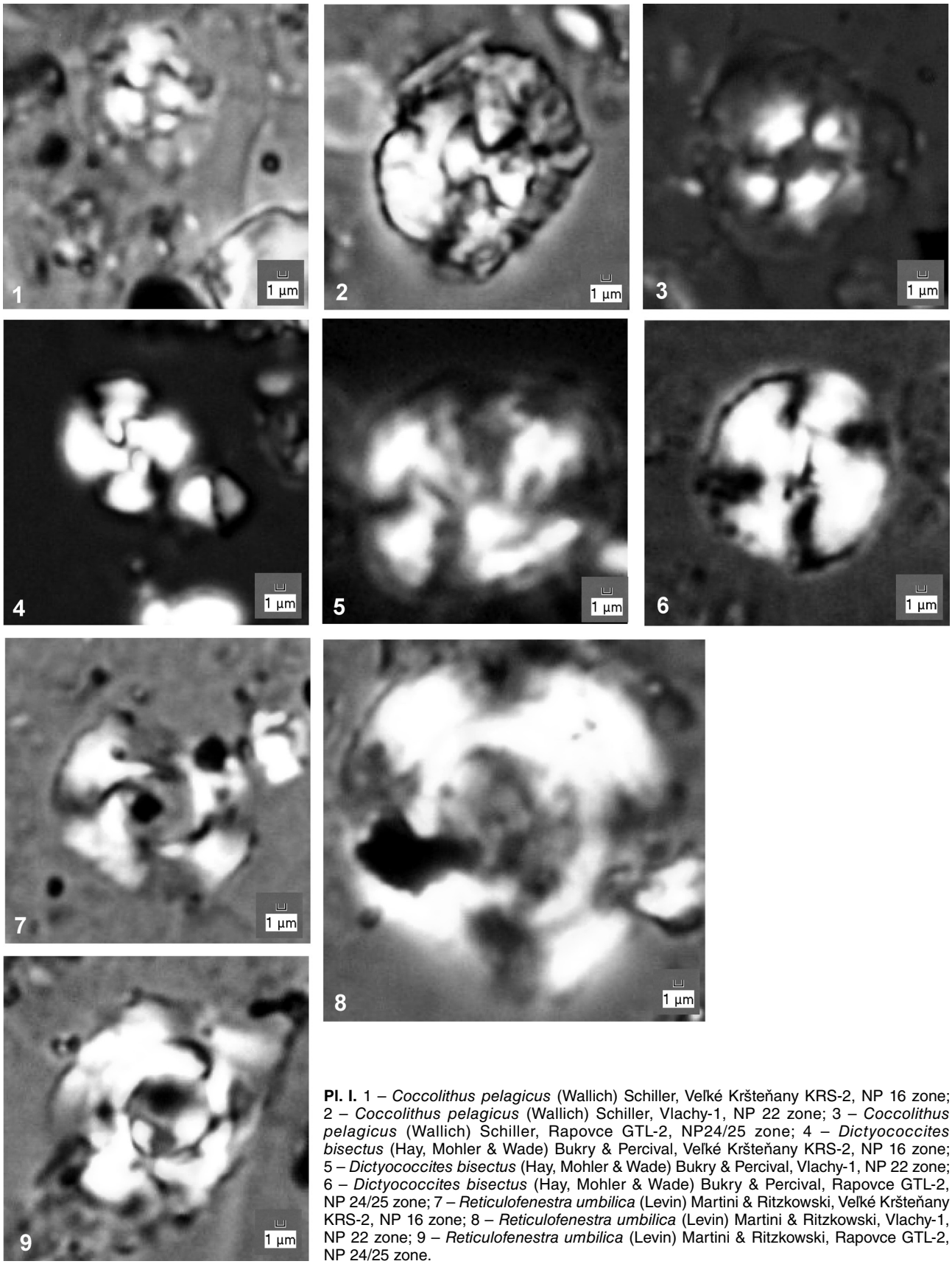
The statistical data obtained in this work show that species *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival and *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski show larger body-sizes from the Lower Oligocene sediments than body-size of species coming from the Middle Eocene and Upper Oligocene sediments.

Increase of the body-size of placolith forms during this cooling time are described in the works e.g. Perch-Nielsen (1985), Blaj (2009) and Mita (2001). A similar trend was also observed in other species of organisms, for example sporomorphs.

During Tertiary the species *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller prefers temperate water conditions in the sedimentary area (Persico and Villa, 2004; Narsico et al., 2006; Villa et al., 2008), but according Wei and Wise (1990) this species was preferring warm water environment. In the present time the species occupies cold water environment (Ziveri et al., 2004), this change was done on the development of its paleoecological claims to progressive preference for cold living conditions. During the Eocene period, different body-proportion variation of the species *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller is described by Narciso et al. (2006), which sets out various stages of its size-variation – small, medium and large. On the basis of their size these authors even earmarks a new kind of morphotypes. These variations in the body-size of subjects authors justify by convection of water masses, while in colder waters there occur specimens with larger body-size and in the warmer waters with smaller body-size of specimens. Similarly, Mita (2001) describes the change of the specimens of the genus *Coccolithus* by the influence of cold marine conditions.

Parente et al. (2004) have earmarked three morphotypes variation *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller. Small form *Coccolithus pelagicus* ssp. *pelagicus* (Wallich) Schiller with dimensions of 6–10 μm characterized as cold water form, this form lived in arctic waters with temperatures less than 10 °C.

Middle variety forms *Coccolithus pelagicus* ssp. *braarudi* (Gaarder) Geisen et al. (2002) with dimensions of 10–13 μm lived in slightly warm waters in the oceans near Iberia and it is influenced by the position of coastal upwelling of Iberia.



Pl. I. 1 – *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, Veľké Kršteňany KRS-2, NP 16 zone; 2 – *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, Vlachy-1, NP 22 zone; 3 – *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, Rapovce GTL-2, NP24/25 zone; 4 – *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival, Veľké Kršteňany KRS-2, NP 16 zone; 5 – *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival, Vlachy-1, NP 22 zone; 6 – *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival, Rapovce GTL-2, NP 24/25 zone; 7 – *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski, Veľké Kršteňany KRS-2, NP 16 zone; 8 – *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski, Vlachy-1, NP 22 zone; 9 – *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski, Rapovce GTL-2, NP 24/25 zone.

Warm water variety forms represent subspecies *Coccolithus pelagicus* ssp. *azorinus* Parente & Cachão, which lived in waters with a temperature of 14–16 °C and has a size of 9 to 15 μm. Parente explains the different variety of the body-size by influence of NAO – North Atlantic Oscillation, which causes varying humidity of the atmosphere and also brings different water temperature.

The species *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival is considered as a warm water species (Wei and Wise, 1990; Monechi et al., 2000) and according Wei et al. (1992), Persico and Villa (2004), Villa and Persico (2006) and Villa et al. (2008) this species preferred temperate water conditions. Therefore, during cooling term there was recorded the decline in numbers of these specimens. The statistical data presented in this work show that the body-size of specimens of that species during the cooling period increased, which can be explained by changing paleoecological conditions in the Lower Oligocene sedimentary basins.

The species *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski is considered as temperate water species (Wei and Wise, 1990; Persico and Villa, 2004; Villa et al., 2008), but according Monechi (in Monechi et al., 2000) this species prefers cool water conditions. According to our statistics, the body-size of specimens of this species increased, but it brings some difficulties in interpretation of these data. The size proportions of this species are increased during warm periods, such as MECO period. During the colder periods there is a reduction of body--size of species. Their small body-size is also associated with their adaptation to eutrophic conditions, because this species prefers oligotrophic conditions (Okada and Honjo, 1973; Winter et al., 1994). A similar phenomenon increase in the body-size of species *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski described by Mita (2001), which, however, is not its cause.

Change of the body-size of the genera *Cyclicargolithus, Dictyococcites* and *Reticulofenestra* is stated by Blaj (2009), who described up to twice enlarge of these genera. He puts these changes in their body-size into the context with long term cooling trend that was continued during the Lower Oligocene. Similarly, Mita (2001) indicates the change of the body proportions of the species *Coccolithus, Reticulofenestra* and *Cribrocentrum* in the cooling term.

Based on the data collected in this article, there can be confirmed a response of the placoliths species of calcareous nannofossils on the change of paleoecological environment in the Central Carpathians Paleogene Basin by changing of their body-proportions. The reasons for the increase in the size of specimens of these species can not be exactly determined. As follows from the data obtained by the literature studying, there is no evidence that the mentioned placolith forms of calcareous nannofossils responded by changing its size only to cooling trend of the sea water.

Enlarging of the body-size of species can be caused by any of changes of paleoecological conditions, which is cooling trend, eutrophication, stratification of the water column, the supply of continental material, volcanic activity and semi-isolation of the basin (Soták, 2010).

Conclusion

In the Middle Eocene to Upper Oligocene sediments of the Subtatric group and Buda Paleogene of the Western Carpathians, the impact of changes of paleoecological conditions of the calcareous nannofossils was explored, specifically the impact on the size of studied objects.

Examined and statistically evaluated species were the placolith forms, being the most abundant in the assemblage of the calcareous nannofossils, and they are considered as the species responding to change of the temperature of paleoenvironment by the change of their body-size, as *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade) Bukry & Percival and *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski.

The results of the study show that calcareous nannofossils responded to changing paleoclimatic conditions and visibly enlarged their body-proportions. As the cause of changes in their body-proportions but can not be described by a cooling term, it can be caused by either paleoecological characteristics of the Lower Oligocene sediments of the Western Carpathians.

Acknowledgement. The author thanks to Doc. RNDr. Soták, DrSc., for the samples and for valuable information. RNDr. Lilian Švábenická, PhD. and RNDr. Katarína Žecová are gratefully acknowledged for their valuable comments on the manuscript. The research project was financed from the Vega 2/0145/11.

References

Blaj, T., 2009: Late Eocene through Oligocene calcareous nannofossils from the paleo-equatorial Pacific Ocean – taxonomy, preservation history, biochronology and evolution. Stockholm University.

Bohaty, S. M. & Zachos, J. C., 2003: A significant Southern Ocean warming event in the late Middle Eocene. *Geology, 31, 1 017 – 1 020.*

Bown, P. R., 1998: Paleogene: Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. *Chapman et Hall, London, 204 – 217.*

Gross, P., Köhler, E. & Samuel, O., 1984: New lithostratigraphic division of the Central Carpathian Paleogene. *Geol. Práce, Spr., 81, 103 – 118. (In Slovak.)*

Gross, P., 1978: Paleogene beneath Central Slovakian neovolcanic rocks. *In: Vozár, J. (ed.): Paleogeographical evolution of the West Carpathians. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, 121 – 146.*

Haq, B. U. & Lohmann, G. P., 1976: Early Cenozoic calcareous nannoplankton biogeography of the Atlantic Ocean. *Mar. Micropaleontology, 1, 119 – 194*

Janočko, J., Jacko, S. & Žecová, K., 2002: Tectogenesis of the sedimentary basins of the Western Carpathians. *Report to geological task 130 – 01. ŠGÚDŠ, Bratislava. (In Slovak.)*

Köhler, E., 1998: The last occurrences of large numulites in the West Carpathian Eocene. *Zem. Plyn Nafta, 43, 1, 163 – 172.*

Krhovský, J., Adamová, M., Hladíková, J. & Maslovská, H., 1993: Paleoenviromental changes across the Eocene/Oligocene boundary in the Ždánice and Pozdřany units (Western Carpathians, Czechoslovakia): The long-term trend and orbitally forced changes in calcareous nannofossil assemblages. *In: Hamršid, B. & Young, J. R. (eds.): Nannoplankton research.*

Vol. II, Proc. 4th INA Conference, Prague 1991. Knih. Zem. Plyn Nafta, 14b, 105 – 155.

Krhovský, J. & Djurasinovič, M., 1994: The nannofossil chalk layers in the early Oligocene Šitbořice Member in Veľké Nemčice (the Menilitic Formation, Ždánice unit, south Moravia): Orbitaly forced changes in paleoproductivity. *Knih. Zem. Plyn Nafta, 15, 33 – 53.*

Martini, E., 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous Nannoplankton zonation. *Proc. of the II. Planktonic Conference, Roma.*

Mita, I., 2001: Data Report: Early to late Eocene calcareous nannofossil assemblages of Sites 1051 and 1052, Blake Nose, northwestern Atlantic Ocean. *In: Kroon, D., Norris, R. D. & Klaus, A. (eds.): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, College Station, TX (Ocean Drilling Program), 171B, 1 – 28, doi:10.2973/171B.122.2001*

Monechi, S., Buccianti, A. & Gardin, S., 2000: Biotic signals from nannoflora across the iridium anomaly in the Upper Eocene of the Massignano section: Evidence from statistical analysis. *Mar. Micropaleontology, 39, 219 – 237.*

Nagymarosy, A., 1991: From Tethys to Paratethys, a way of survival. *Acta geol. geophys. mont. hung., 25, 3 – 4, 373 – 385.*

Narciso, A., Cachao, M. & De Abreu, L., 2006: Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller subsp. pelagicus versus Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller subsp. braarudii (Coccolithophore, Haptophyta): A proxy for surface subarctic Atlantic waters off Iberia during the last 200 kyr. *Mar. Micropaleontology, 59, 15 – 34.*

Okada, H. & Honjo, S., 1973. The distribution of oceanic coccolithophorids in the Pacific. *Deep-Sea Research, 20, 355 – 374.*

Ozdínová, S., 2009: Oligocene nannofossils from the Paleogene basins of the Western Carpathians. *Miner. Slov., 41, 4, Geovest., 545. (In Slovak.)*

Ozdínová, S., Halásová, E. & Soták, J., 2009: Paleoecological interpretation of the Rapovce GTL-2 drilling (Lučenská kotlina depression). *In: Fossils – Darwin – Evolution: 10th Anniversary Conference of the Czech, Polish and Slovak Paleontologists. Abstracts and Guide of Excursion. Banská Bystrica, Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University, 38 – 39.*

Ozdínová, S., 2010: Reticulofenestra ornata Müller – indigenous calcareous nannofossil from the Oligocene sediments of the Western Carpathians. *Miner. Slov., 42, 4, 429 – 438. (In Slovak with English resume.)*

Parente, A., Cachão, M., Baumann, K. H., Abreu, L. & Ferreira, J., 2004: Morphometry of Coccolithus pelagicus s.l. (Coccolithophore, Haptophyta) from offshore Portugal, during the last 200 kyr. *Micropaleontology, 50, 1, 107 – 120.*

Perch-Nielsen, K., 1985: Cenozoic calcareous nannofossils. *In: Bolli, H., Saunders, J. B. & Perch-Nielsen, K. (eds.): Plankton stratigraphy. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 427 – 554.*

Persico, D. & Villa, G., 2004: Eocene-Oligocene calcareous nannofossils from Maud Rise and Kerguelen Plateau (Antartica): Paleoecological and paleooceanographic implications. *Mar. Micropaleontology, 52, 1 – 4, 153 – 179.*

Pristaš, J., Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Tkáčová, H., Tkáč, J., Lišč ák, P., Jánová, V., Švasta, J., Remšík, A., Žáková, E. & Töröková, I., 2000: Explanations to geological map of the Danube Basin – Nitra Upland at a scale 1 : 50 000. *ŠGÚDŠ, Bratislava, 1 – 250. (In Slovak with English resume.)*

Shakleton, N. J. & Kennett, J. P., 1975: Paleotemperature history of the Cenozoic and the initiation of Antarctic glaciation: Oxygene and carbon isotope analyses in D.S.D.P. sites 272, 279 and 281. *Init. Reps. DSDP, 29, 743 – 755.*

Soták, J., Starek, D., Andreyeva-Grigorovič, A., Banská, M., Botková, O., Chalupová, B. & Hudecová, M., 2002: Climatic changes across the Eocene-Oligocene boundary: Paleoenviromental proxies from the Central Carpathian Paleogene Basin. *Geol. Carpath., 53, 28 – 30.*

Soták, J., 2010: Paleoenviromental changes across the Eocene--Oligocene boundary: Insights from the Central Carpathian Paleogene Basin. *Geol. Carpath., 61, 5, 393 – 418.*

Švábenická, L., Bubík, M. & Stránik, Z., 2007: Biostratigraphy and paleoenvironmental changes on the transition from the Menilite to Krosno lithofacies (Western Carpathians, Czech Republic). *Geol. Carpath., 58, 3, 327 – 262.*

Vass, D., 1995: The origin and disappearance of Hungarian Paleogene Basins and short-term Lower Miocene Basins in Nothern Hungary and Southern Slovakia. *Slovak Geol. Mag., 2, 81 – 95.*

Vass, D., Soták, J., Dzúrik, J. & Halásová, E., 2008: New knowledge about Cenozoic fill of the Lučenská kotlina Basin. *Miner. Slov., 40, 1, 17 – 24. (In Slovak with English resume.)*

Villa, G. & Persico, D., 2006: Late Oligocene climatic changes: Evidence from calcareous nannofossils at Kerguelen Plateau Site 748 (Southern Ocean). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Amsterdam), 231, 110 – 119.*

Villa, G., Fioroni, C., Pea, L., Bohaty, S. & Persico, D., 2008: Middle Eocene-Late Oligocene climatic variability: Calcareous nannofossil response at Kerguelen Plateau, Site 748. *Mar. Micropaleontology, 69, 173 – 192.*

Wei, W. & Wise, S. W., 1990: Middle Eocene to Pleistocene calcareous nannofossils recorved by DSDP Leg 113 in the Weddell Sea. DSDP, Scientific Results, Florida.

Winter, A., Jordon, R. W. & Roth, P. H., 1994: Biogeography of living coccolithophores in ocean waters. *In: Winter, A. & Siesser, W. G. (eds.): Coccolithophores. Cambridge University Press, Cambridge, 161 – 177.*

Wise, S. W., Covington, J. M., Landner, B. & Wei, W., 2002: Electronic Calcareous nannofossils. Version 1.0: International nannoplankton Association. CD-Rom Series. No. 1.

Ziveri, P., Baumann, K. H., Böckel, B., Bollmann, J. & Young, J. R., 2004: Biogeography of selected Holocene coccoliths in the Atlantic Ocean. *In: Thiersten, H. R. & Young, J. R. (eds.): Coccolithophores: from Molecular Processes to Global Impact. Springer, 403 – 428.*

Manuscript received 21. 1. 2013
Revised form received 22. 5. 2013
Manuscript accepted by Editorial Board 27. 2. 2013

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 11 – 22
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

Paleoekologické zhodnotenie riasových vápencov z lokality Stupava-Vrchná hora (Viedenská panva, Slovensko)

JURAJ HRABOVSKÝ[1] a KLEMENT FORDINÁL[2]

[1]Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, Veveří, 611 37 Brno;
jurajhrbvsk@gmail.com
[2]Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava;
klement.fordinal@geology.sk

Paleoecological evaluation of the algal limestones in Stupava-Vrchná hora locality (Vienna Basin, Slovakia)

Algal limestones of Vrchná hora are known since the second half of 19th century, when Andrian (1863) marked them on geological map of 1 : 144 000 scale. Coralline algae (Rhodophyta, Corallinales, Sporolithales), as a main component of these limestones, are dominant in the Cenozoic shallow-water ecosystems, and many identified species from Vrchná hora still inhabit recent seas. They provide a useful paleoecological tool for the Badenian Vrchná hora limestones environment interpretations. Fruticose rhodoliths, unattached protuberances and their debris are dominant in studied samples. The algal gastropods and algal micrite microfacies were recognized. They correspond to lithoclastic coralline algal rudstone within grainstone matrix lithofacies that prograde to lithoclastic coralline algal gastropod rudstone within grainstone matrix, and to lithofacies of algal grainstone – packstone. Together with coralline algal species, first two lithofacies can be compared to recent maërl sediment of the Mediterranean Sea coastal detritic environment. Skeletal association corresponds to common warm temperate and subtropical rhodalgal biofacies. Limestones of Vrchná hora were deposited in dynamic environment of normal salinity.

Key words: paleoecology, algal limestones, Badenian, Stupava Member, Jakubov Formation, Vienna Basin

Úvod

Výskyt vápencov na Vrchnej hore pri Stupave (obr. 1) bol známy už v druhej polovici 19. storočia, kedy ich Andrian (1863) zobrazil na geologickej mape v mierke 1 : 144 000. Neskôr boli v literatúre známe pod názvom litotamniové, čo vyplývalo z vtedajšieho všeobecného názoru na taxonómiu koralinných rias, ktoré sú často ich dominantnou zložkou. Dnes sa používa aj označenie litavské vápence, podľa geografickej pozície typovej lokality v Litavských vrchoch (Leitha Gb. Burgenland, Rakúsko). Najkomplexnejšiu prácu o riasových vápencoch z moravskej časti karpatskej predhlbne predstavuje práca Nováka (1975). Podľa Nováka (l. c.) je vhodné používať označenie riasové vápence.

Koralinné riasy (Rhodophyta, Corallinales, Sporolithales) sú hlavnou súčasťou plytkovodných ekosystémov kenozoika. Maximum diverzity dosiahli v spodnom miocéne a odvtedy zaznamenávajú pozvoľný pokles (Aguirre et al., 2000). Niektoré druhy sú viazané na arktické a subarktické oblasti, iné na trópy (Adey et al., 1982; Adey et al., 2005). Ich najhlbšie zdokumentovaný výskyt je z hĺbky 286 m (Littler et al., 1985), iné môžu prežiť aj dočasné vynorenie alebo zasypanie (Steneck et al., 1997). Základnou formou je kôra (Woelkerling, 1993), na ktorej sa často tvoria výbežky – protuberancie (vetvičky podľa Bosenceho in Peryt, 1983). Protuberancie, ale aj tenké kôry sú náchylné na lámanie. Po odlomení často pokračujú v raste a vznikajú voľne žijúce formy – rodolity (Bosellini a Ginsburg, 1976). Na druhej strane, niektoré druhy sú známe len ako voľne žijúce (Basso, 1998). Vrstvy voľne žijúcich rias sa nazývajú rodolitové vrstvy alebo maërl.

Morfológia a vnútorná stavba rodolitov sú kontrolované frekvenciou otáčania (Basso, 1998). V prevažujúcich podmienkach nízkej dynamiky, chránené pred rozrušovaním, sú koralinné riasy schopné stabilizovať dno tvorbou kôr a vytvárať pevný substrát – riasové konkrécie „coralligéne“ alebo „coralligéne de plateau“ (Basso, 1998; Ballesteros, 2006).

Plytkovodné fosílne spoločenstvá centrálnej Paratetýdy (CP) bývajú porovnávané s prostredím dnešného Stredozemného mora. Mnohé druhy koralinných rias rastúce dnes v tejto bioprovincii sú známe už od oligocénu a poskytujú preto vhodnú paleoekologickú pomôcku pri interpretácii fosílnych plytkovodných prostredí (Basso et al., 1997; Basso et al., 2008).

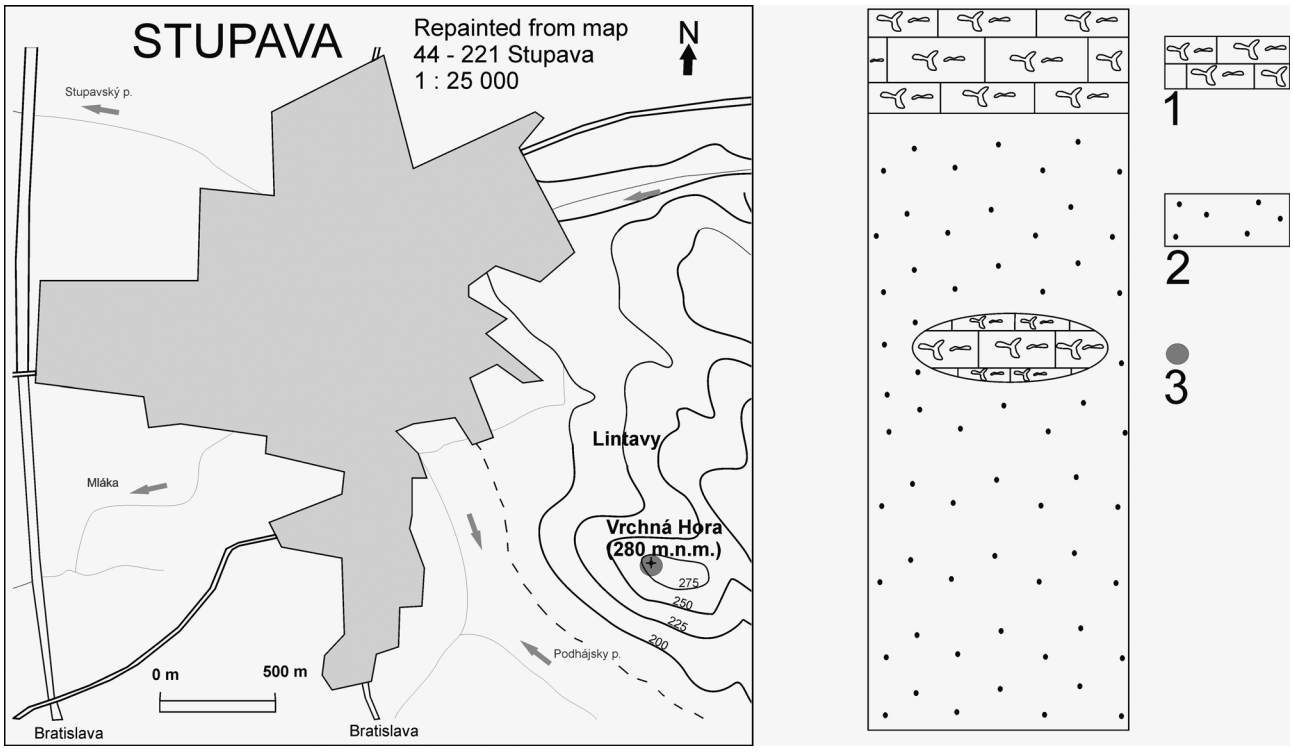
Cieľom predkladanej práce je aktuálna paleontologická interpretácia prostredia tvorby riasových vápencov v lokalite Stupava-Vrchná hora z pohľadu ich skeletálneho spoločenstva.

Metodika

Výbrusy boli študované svetelným mikroskopom. Taxonómia rias sa rieši v práci Hrabovského (v tomto čísle). Na určenie litofácie vápencov podľa rozšírenej Dunhamovej klasifikácie vápencov [Dunham (1962) in Flügel, 2004; Embry a Klovan in Flügel, 2004] boli použité kvantitatívne dáta. Dáta boli získané planimetrickou analýzou programom JMicrovision (Roduit, 2008). V programe bolo náhodne vygenerovaných 200 až 400 bodov na jeden výbrus. Zvolené kategórie pre planimetrickú analýzu predstavujú koralinné riasy, machovky, mäkkýše (bivalvie a gastropódy), foraminifery (pozorované boli iba bentické), echinodermáty (ostne ježoviek), mnohoštetinatce (serpulidné červy) a netriedené bioklasty (veľmi malé alebo ťažko identifikovateľné bioklasty) (obr. 2a – h), mikrit, sparit, litoklasty (hlavne kremeň, živce, sľudy a úlomky hornín) a póry (obr. 5a). Z týchto dát bol vypočítaný Spearmanov korelačný koeficient pri hladine významnosti p = 0,05, čo sa rovná možnosti 5 % chyby pri vyslovení úsudku o existujúcej závislosti. Na výpočet bol použitý program Past (Hammer et al., 2001). Bentické foraminifery boli sčítané aj zvlášť s cieľom zistiť ich množstvo na výbrus. Zhluková analýza bola vygenerovaná programom Past (Hammer et al., l. c.) použitím Brayovej – Curtisovej metódy. Rovnaký program bol použitý na analýzu hlavných komponentov. Na podklade štatistických údajov bolo možné vyčleniť litofácie.

Terminológia

Pri popise foriem rias bola použitá terminológia Bosenceho (Bosence in Peryt, 1983), Woelkerlinga (1995), Bassovej et al. (2009) a Bassovej (1998). Kôra je základná forma rias, ktorá vyplýva z ich spôsobu života. Nepripevnené formy rias sú rodolity (Boellini a Ginsburg, 1971). Jednodruhové rodolity tvorené riasou *Lithothamnion corallioides* boli klasifikované Bosenceom (Bosence in Peryt, 1983) do typov I až IV podľa hustoty vetvenia. Klasifikácia sa používa na opis nepripevnených protuberantných foriem rias. Typ I označuje jednoduchú nevetvenú protuberanciu (vetvičku v zmysle Bosenceho, l. c.). Typ II sa vyznačuje niekoľkými vetviacimi sa protuberanciami. Typ III má časté protuberancie a typ IV vysoký stupeň tvorby preplietajúcich sa protuberancií. Typ IV sa často označuje ako kríčkový rodolit. Termín vetva bol nahradený termínom protuberancia (Basso et al., 2009). Termín je preto totožný s označením „nepripevnené vetvy“ alebo „nepripevnené či voľné protuberancie“ (Basso, 1998). Multišpecifické rodolity sú rodolity tvorené viacerými druhmi a mnohošpecifické jedným druhom rias. Viditeľné úlomky väčších protuberancií sú označené termínom úlomky protuberancií a ostrohranné, abradované a polámané úlomky sú označené termínom úlomky rias. Termín kôra je použitý pre tenké povliekavé formy rias.



Obr. 1. Lokalizácia Vrchnej hory pri Stupave a zjednodušený profil stupavských vrstiev. 1 – riasové vápence; 2 – piesky a pieskovce; 3 – miesto odberu vzoriek.

Fig. 1. Location of the Vrchná hora hill in vicinity of the town of Stupava and simplified section of Stupava Member. 1 – algal limestones; 2 – sands and sandstones of Stupava Mb.; 3 – sampling point.

Geológia a lokalizácia územia

Vyvýšenina s kótou Vrchná hora (280 m n. m.) sa nachádza juhovýchodne od obce Stupava (obr. 1). Súradnice kóty sú E 17°2'58,433'' a N 48°15'44,277''. Na jej geologickej stavbe sa podieľajú stupavské vrstvy (predtým lábsky amfistegínový obzor; Buday, 1955) jakubovského súvrstvia, ktoré ležia na terestrických sedimentoch devínskonovoveského súvrstvia (Fordinál et al., 2012).

Stupavské vrstvy, vychádzajúce na povrch na svahoch Vrchnej hory, sú tvorené pieskami, pieskovcami a riasovými vápencami (obr. 1). Riasové vápence sa nachádzajú na vrchole kóty a tenké vrstvy (alebo šošovky) týchto vápencov boli zistené aj uprostred vrstevného sledu odkrytého na západnom i severozápadnom úpätí Vrchnej hory (Vass a Špička, 1970). Vápence sú svetlosivožltej farby a zvetrávajú dosiva. Na povrchu zvetranej horniny sa nachádzajú stielky červených koralinných rias, ojedinele odtlačky schránok mäkkýšov. Z pieskov stupavských vrstiev z Vrchnej hory bolo opísané bohaté spoločenstvo morských gastropód a bivalvií. Zo stratigraficky významných druhov boli nájdené bivalvie *Flabellipecten besseri* (Andr.), *F. solarium* (Lam.), *Aequipecten elegans* (Andr.), *A. malvinae* (Dub.) (Buday, 1939). Okrem mäkkýšov bola v pieskoch stupavských vrstiev na Vrchnej hore nájdená aj fauna foraminifer. Získané boli chudobné, stratigraficky nevýznamné a málo diverzifikované spoločenstvá foraminifer, v ktorých mali najhojnejšie zastúpenie zástupcovia rodu *Elphidium* [*E. crispum* (L.), *E. macellum* (F. – M.), *E. fichtelianum*] a druh *Ammonia beccarii* (L.). Okrem nich boli v asociáciách prítomné taxóny *Asterigerinata planorbis*, *Lobatula lobatula* (W. – J.) a *Heterolepa dutemplei* (Zlinská, 2007).

Výsledky

Zloženie vápencov

Na ploche pozorovaných výbrusov sú koralinné riasy 28,4 až 62 % z vápencov (sú vo všetkých vzorkách). Bentické foraminifery (obr. 2b, d; mierka obidvoch je 500 μm), *Amphistegina*, miliolidné foraminifery, *Elphidium*, uni- a biseriálne aglutinované druhy niekedy tvoria až 3,6 % (prítomné v 77 % vzoriek). Sčítacou metódou bolo popísaných 15 až 31 kusov bentických foraminifer na jeden výbrus. Planktonické druhy neboli pozorované. Schránky foraminifer sú celistvé aj abradované. Mäkkýše (hlavne gastropódy) predstavujú 0 až 15,4 % (obr. 2c, d) a sú prítomné v 77 % vzoriek. Machovky tvoria 0 až 4,5 % (prítomné v 39 % vzoriek). Serpulidy tvoria do 2,9 % (prítomné v 46 % vzoriek) a echinodermáty do 0,5 % (prítomné v 7,7 % vzoriek; obr. 2g, e). Množstvo mikritu vo vzorkách kolíše od 4 do 13,9 %. Litoklasty sú prítomné v množstve od 0,5 do 16,2 % (obr. 2a). Vo vápencoch boli pozorované aj nevyplnené priestory (obr. 5a). Namerané hodnoty sú uvedené v tab. 1.

Na bioklastoch bola pozorovaná mechanická deštrukcia. Tenké kôry na vonkajších vrstvách rodolitov, ale aj dutiny po vŕtaní bivalviami do rodolitov sú rozlámané a posunuté oproti ich pôvodnej pozícii (obr. 3a, b). Bol pozorovaný bodový, konkávno-konvexný, tangenciálny až sutúrový kontakt niektorých alochem a ich deštrukcia v mieste kontaktu. Mikroskopické praskliny prechádzajú buď čiastočne, alebo celými bioklastmi, ale aj obklopujúcim sedimentom (obr. 3c, d). Najčastejšie sú popraskané väčšie protuberancie rias a rodolity. Uvedené znaky dokumentujú kompakciu karbonátového sedimentu pred jeho litifikáciou a prepracovaním (Taylor, 1950 in Flügel, 2004).

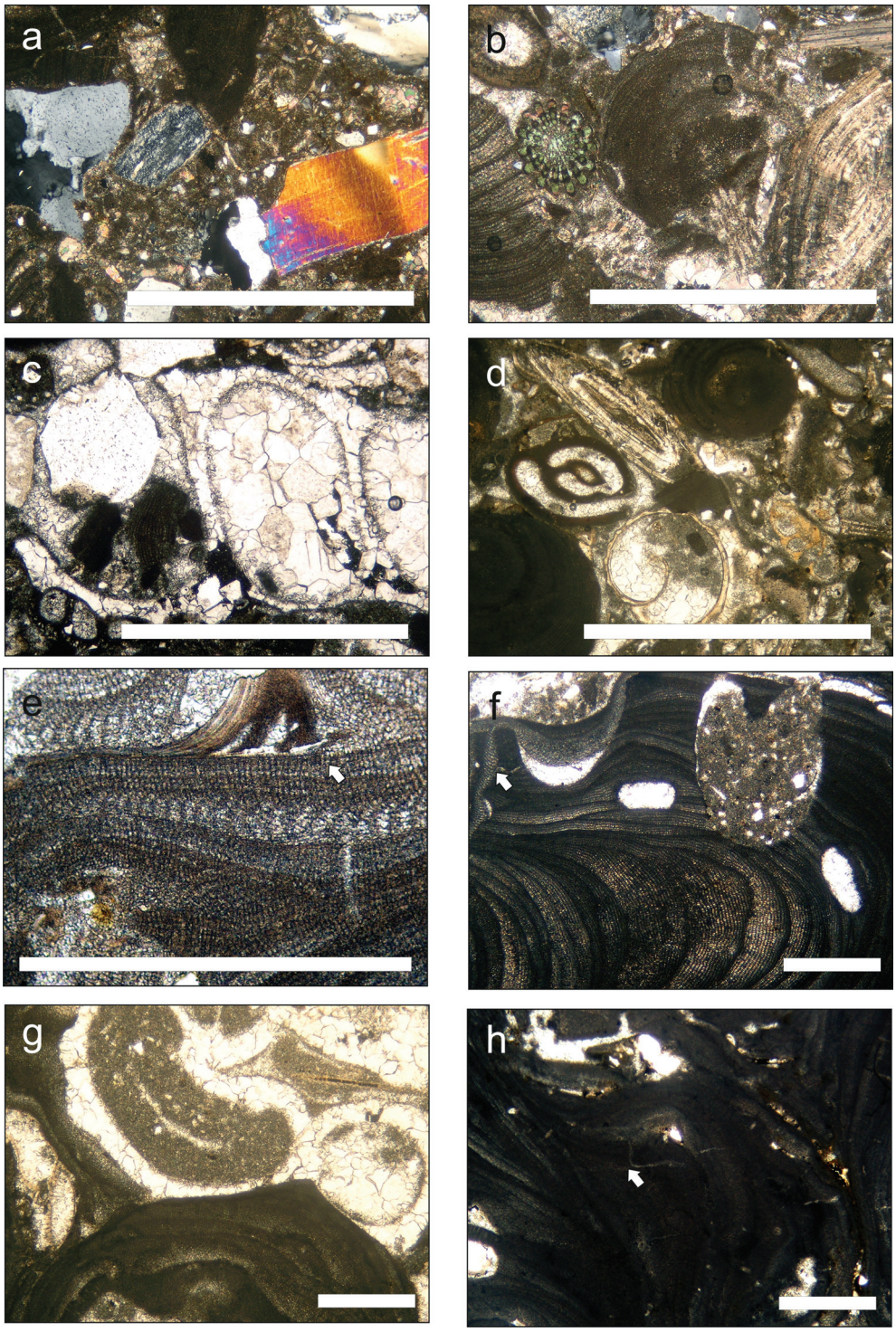
Koralinné riasy

Dominantné druhy koralinných rias (Rhodophyta, Corallinales, Sporolithales) sú *Lithothamnion minervae* Basso, *Lithothamnion ramosissimum* (Reus) Piller, *Lithothamnion valens* Foslie, *Lithothamnion* sp., *Phymatolithon calcareum* (Pallas) W. H. Adey & D. L. McKibbin a *Spongites albanensis* Braga, Bosence, Steneck (obr. 4a – e). V podradnom množstve boli pozorované *Mesophyllum* sp., *Lithophyllum* sp. a *Sporolithon* sp.. Riasy rastú do voľných protuberancií až kríčkových rodolitov, tvorených jedným druhom (obr. 5c – d). Podľa schémy Bosenceho (Bosence, 1983) sa dajú klasifikovať do typu I až IV, čo značí jednoduché nevetvené protuberancie až kríčkové rodolity. Ďalej tvoria rodolity pozostávajúce z viacerých druhov, alebo tvoria úlomky zo všetkých uvedených foriem (obr. 5a, e). Multišpecifických rodolitov je podstatne menej. V jadre majú vždy voľné protuberancie alebo úlomok riasy a ich jadro je obalené viacerými tenkými kôrami koralinných rias. V jednom rodolite boli pozorované najviac štyri druhy. Tieto rodolity najčastejšie tvoria druhy *L. minervae, L. ramosissimum, Lithophyllum* sp. a *Mesophyllum* sp.. Na prierezoch voľné protuberancie (kríčkové rodolity) merajú do 5,5 x 4,3 cm s jednotlivými protuberanciami 1,3 až 1,7 cm dlhými a 0,3 až 0,7 cm širokými (obr. 5c). Protuberancie sa často dvojito vetvia. Nepripevnené husté vetviace sa protuberancie až kríčkové rodolity (typ III a IV) vytvárajú *P. calcareum, Lithothamnion* sp., *Mesophyllum* sp. (obr. 5c) a jednoduché nepripevnené protuberancie (typ I až II) tvoria riasy *L. minervae, L. valens, L. ramosissimum, S. albanensis, Sporolithon* sp. a *P. calcareum* (obr. 5d).

Na stielkach rias vidieť stopy po regenerácii poškodených častí abráziou alebo bioeróziou. Poukazuje na to charakter povrchu rias, tvorba sekundárneho hypothallia a opakované, často viacnásobné prerastanie povrchu poškodenej stielky. Zvyšky enkrustujúcich organizmov sú často prekryté novou stielkou (obr. 2e, f).

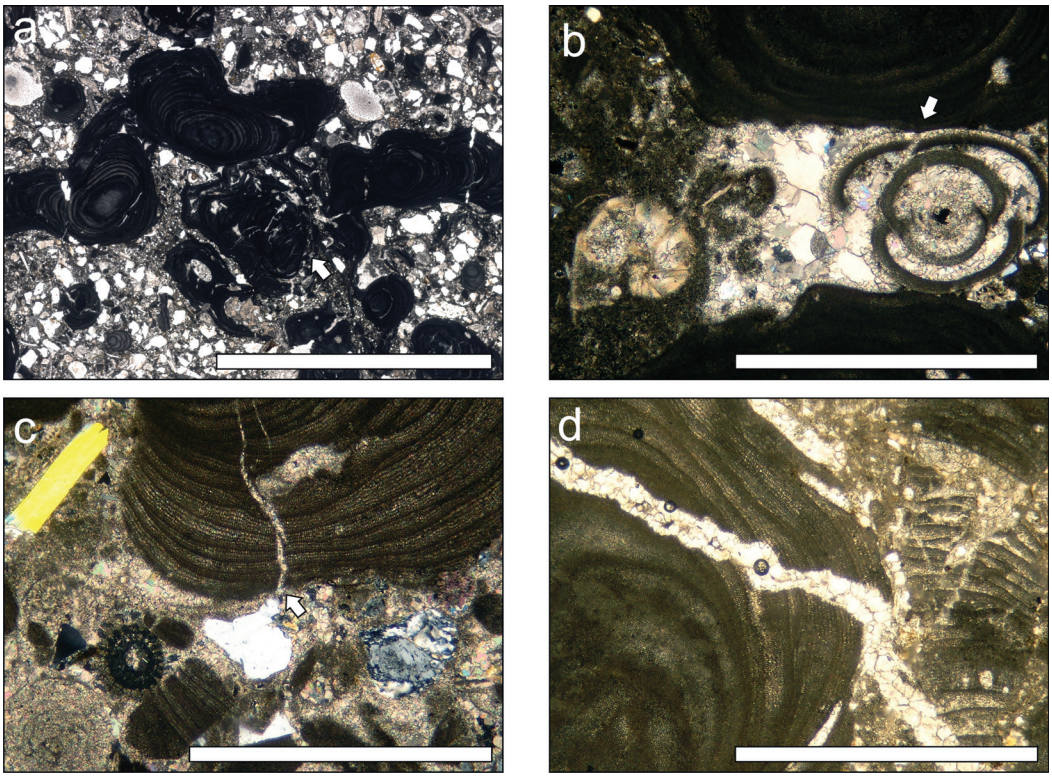
Endolitické organizmy

Rodolity nesú stopy po vŕtaní. Makroskopické chodbičky sú spôsobené mäkkýšmi a endolitickými živočíšnymi hubkami. V rodolitoch bola rozpoznaná ichnofácia *Gastrochaenolites* isp. s obidvoma miskami lastúrnika (obr. 4c) a *Entobia* isp.. Otvory po vŕtaní, bežné aj na voľných protuberanciách, aj multišpecifických rodolitoch, boli určené ako ichnofácia *Ichnoreticulina elegans* (obr. 2h). Najviac rozšírené sú na úlomkoch



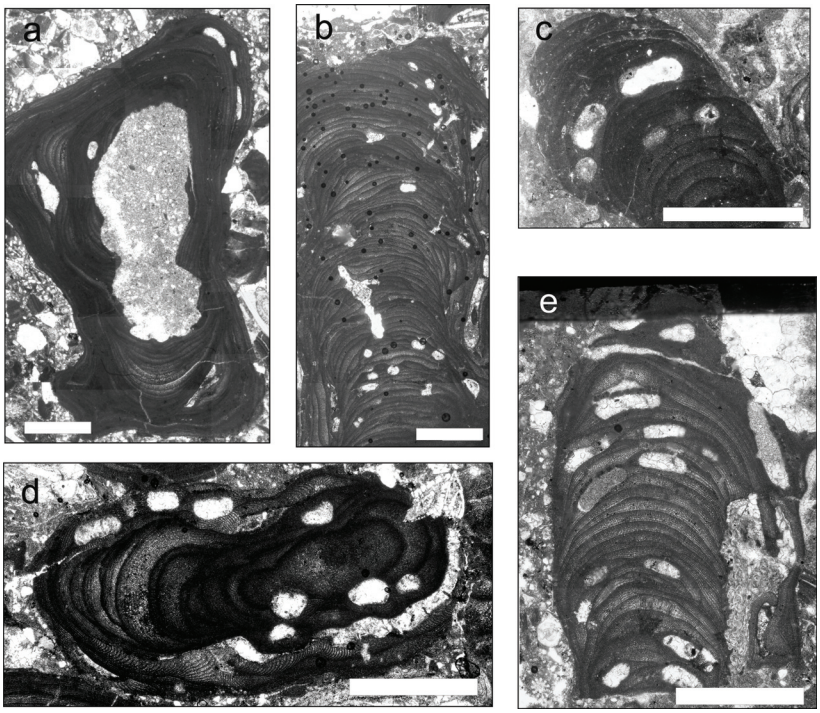
Obr. 2. Zložky riasových vápencov zo Stupavy-Vrchnej hory. a – litoklasty; b – foraminifery, úlomky rias a ostne ježoviek; c – ulita gastropóda; d – riasy, gastropódy, foraminifery a netriedené bioklasty; e – abradovaná tuba serpulidného červa, prerastená sekundárnym hypothaliom stielky koralinnej riasy; f – tvorba novej stielky cez poškodené časti rodu *Mesophyllum*; g – kolonizovaný povrch koralinnej riasy pravdepodobne serpulidným červom; h – stopa *Ichnoreticulina elegans* v stielke koralinnej riasy *Lithothamnion* sp.. Mierka každej fotografie je rovnaká = 500 μm.

Fig. 2. Components of algal limestones from Stupava-Vrchná hora. a – litoclasts; b – foraminifers, debris of corallines and echinoid spines; c – conch of gastropod; d – algae, gastropods, foraminifers and unsorted bioclasts; e – abraded tube of serpulid worm overgrown by secondary hypothallium of coralline algae; f – growth of a new thalli above damaged one of genus *Mesophyllum*; g – colonized surface of corallines, probably serpulid worms; h – trace of *Ichnoreticulina elegans* in thalli of *Lithothamnion* sp. Scale bar is the same for each photo = 500 μm.



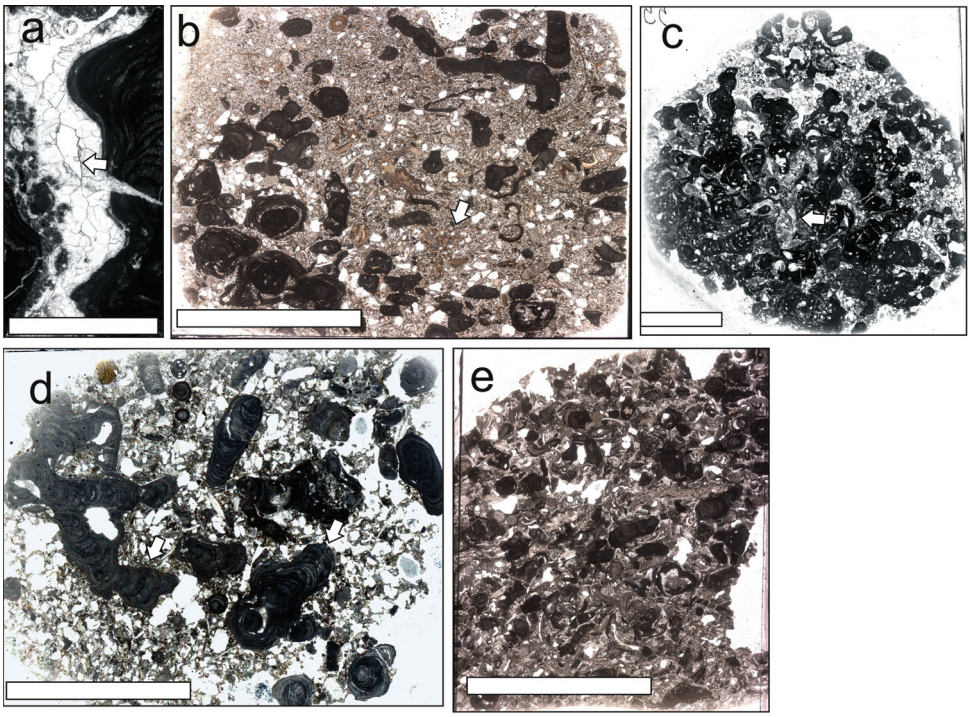
Obr. 3. Mechanická deštrukcia bioklastov. c – mikroprasklina vedená naprieč bioklastom; d – mikroprasklina vedená bioklastom aj obklopujúcim sedimentom. Mierka obr. 3a = 1 cm. Mierka obr. 3c – d = 500 μm.

Fig. 3. Mechanic destruction of bioclasts. c – micro-fractures through bioclast; d – micro-fractures through bioclast and sediment. Scale bars: a = 1 cm; c – d = 500 μm.



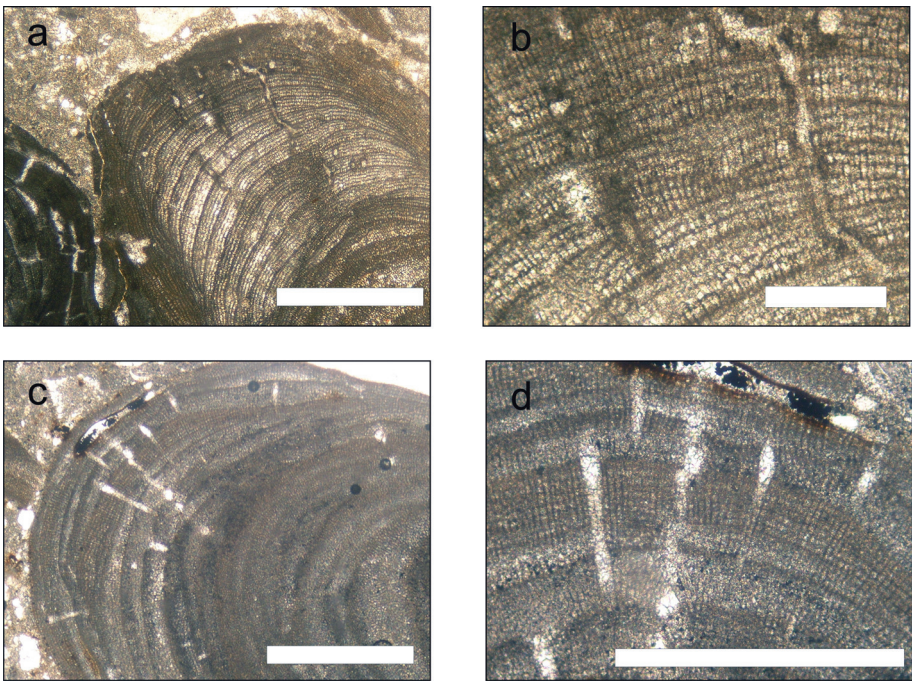
Obr. 4. Niektoré druhy koralinných rias. a – *Lithothamnion valens*; b – *Phymatolithon calcareum*; c – *Lithothamnion* sp.; d – *Mesophyllum* sp.; e – *Lithothamnion minervae*. Mierka každej fotografie je rovnaká = 500 μm.

Fig. 4. Some species of coralline algae. a – *Lithothamnion valens*; b – *Phymatolithon calcareum*; c – *Lithothamnion* sp.; d – *Mesophyllum* sp.; e – *Lithothamnion minervae*. Scale bar for is same each photo = 500 μm.



Obr. 5. a – sparit vypĺňa póry (šípka); b – e – skeny výbrusov zo Stupavy-Vrchnej hory; b – polámané (šípka) aj viac-menej celistvé misky a ulity mäkkýšov; c – prierez kríčkovým rodolitom tvoreným jedným druhom riasy *Lithothamnion* sp.. Šípka označuje stopu po činnosti vŕtajúcich lastúrnikov; d – kompletné voľné protuberancie riasy *Sporolithon* sp. (šípky) typ II podľa Bosenceho (Bosence in Perat, 1983); e – výbrus tvorený úlomkami protuberancií a nízkym obsahom litoklastov. Mierka obr. 5a = 500 μm. Mierka obr. 5b – e = 1 cm.

Fig. 5. a – Sparite fills pores (arrow); b – e – Scans of thin sections from Stupava-Vrchná hora; b – broken (arrow) and more or less complete shells of molluscs; c – Cut through monospecific fruticose rhodolith built by *Lithothamnion* sp., arrow marks a trace of boring bivalves; d – Complete unattached protuberances of *Sporolithon* sp. (arrows) type II; e – Thin section consists of broken protuberances and low amount of lithoclasts. Scale bars: a = 500 μm; b – e = 1 cm.



Obr. 6. Stopy po endolitických organizmoch. a – b – ichnofácia A; c – d – ichnofácia B. Mierka obr. 6a a 6c = 500 μm; mierka obr. 6b = 100 μm a mierka obr. 6d = 300 μm.

Fig. 6. Traces of endolithic organisms. a – b – Ichnofacies A; c – d – Ichnofacies B. Scale bars: a – c = 500 μm; b = 100 μm; d = 300 μm.

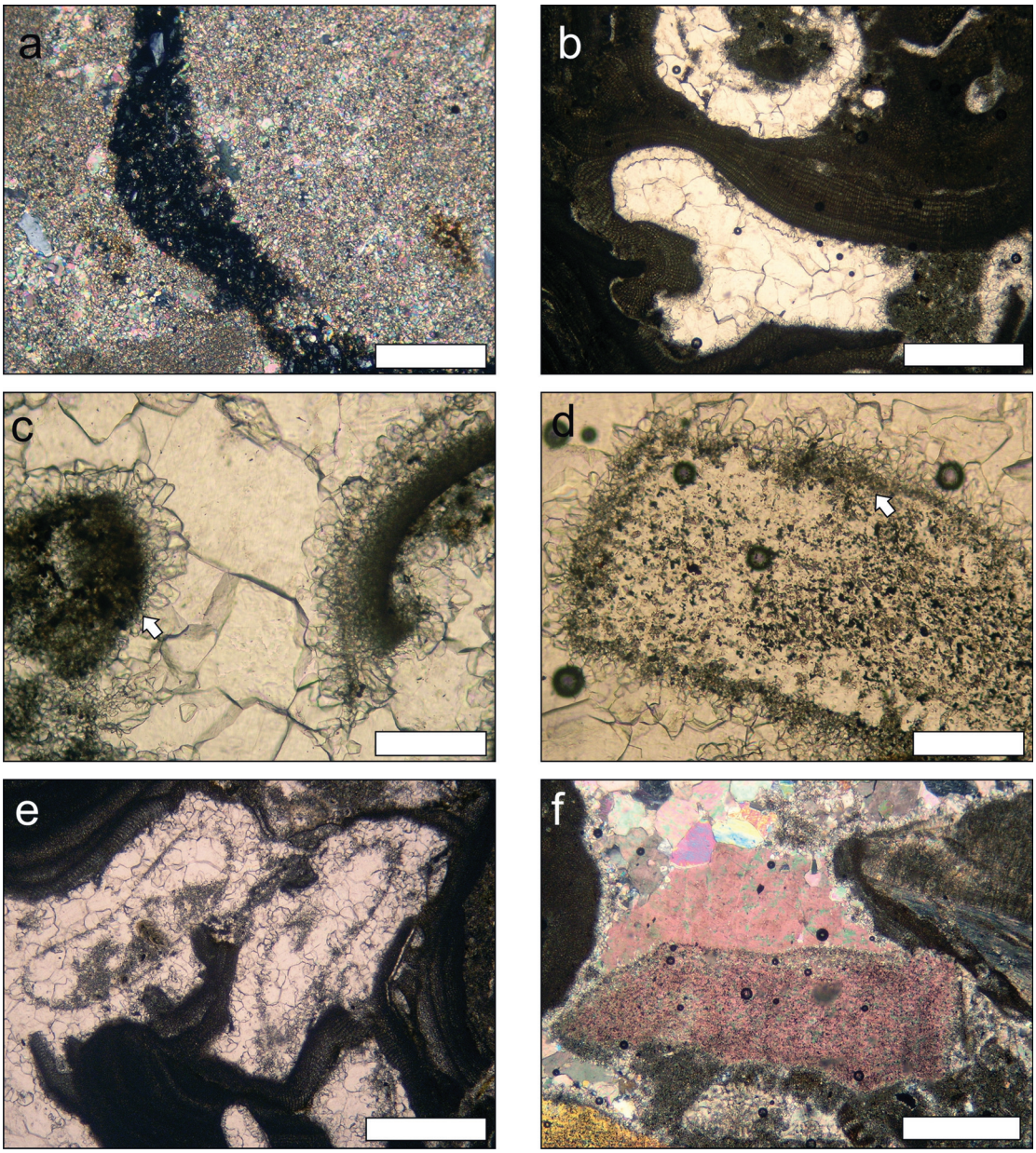
rias. Boli pozorované menšie a tenšie zvlnené chodbičky označené ako ichnofácia A (obr. 6a – d) a jednoduché a nevetvené chodbičky ichnofácie B kolmé na povrch stielky (obr. 6c – d).

Porozita

Primárne póry sú vyplnené matrixom alebo cementom. Sekundárne vzniká puklinová a fosilimoldická porozita (podľa Hladila, 1996; formy v zmysle Kyselu, 1988). Vo vápencoch boli pozorované aj nevyplnené priestory (obr. 5a).

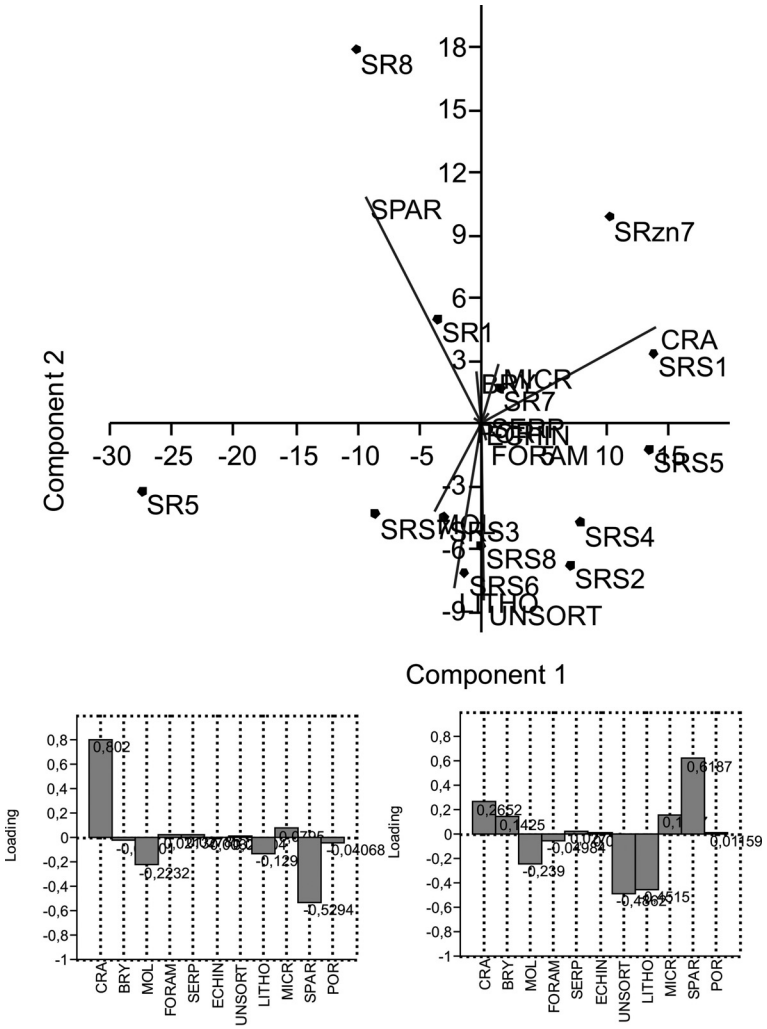
Matrix a cement

Matrix tvoria drobné polygonálne alebo zaoblené kryštáliky viac-menej rovnakých rozmerov v rozmedzí 2,4 – 6,6 μm (obr. 7a). Prakticky ide o mikrospar, avšak



Obr. 7. a – mikrit/mikrosparit; b – stopy po endolitoch sčasti vyplnené mikritom/mikrosparitom a čepeľový sparit prechádzajúci do mozaikového sparitu; c – riasový peloid s náznakom pôvodnej stavby stielky koralinnej riasy (šípka) a čepeľový sparit na jeho povrchu; d – sčasti rozpustený bioklast s mikritovým povlakom (šípka); e – mozaikový sparit vypĺňa vnútročasticové póry aj fosilimoldické póry serpulových túb; f – syntaxiálny sparit, mierka je 200 μm. Obr. 7a, c a d má mierku = 100 μm. Obr. 7b a obr. 7e majú mierku = 500 μm.

Fig. 7. a – Micrite/microsparite; b – Traces of endoliths partly filled with micrite/microsparite and bladed sparite passing to drusy cement; c – Algal peloid with former structure of coralline algal thalli that is covered by bladed sparite; d – Partly dissolved bioclast covered by micrite; e – Blocky sparite filling intraparticular and moldic pores of serpulid tubes; f – Syntaxial cement. Scale bars: a, c and d = 100 μm; b and e = 500 μm; f = 200 μm.



Obr. 8. Hlavné komponenty vápencov. Skratky sú vysvetlené v tab. 1.

Fig. 8. Principal components of limestone. Abbreviations are explained in Tab. 1.

pozorované boli aj menšie, mikritové častice. Na bližší opis je potrebné preskúmať vzorky skenovacím elektrónovým mikroskopom. Mikrit/mikrospar tvorí 4 % – 16,2 % výplne vápencov. Vypĺňa priestor medzi alochemami, vnútročasticové póry alebo chodbičky po makroendolitoch (obr. 7b). Bežné sú zaoblené až hranaté riasové peloidy (Wolf in Flügel, 2004) s nepatrným náznakom pôvodnej stielky (obr. 7c). Vo vzorkách sú prítomné aj rozpustené, sčasti rozpustené alebo celé bioklasty povlečené mikritom (obr. 7d). Mikrospar môže vznikať neomorfizmom z mikritu alebo karbonátových častíc veľkosti prachu vo freatickom prostredí (Flügel, l. c.).

Póry sú vytmelené cementom. Mozaikový sparit vypĺňa vnútročasticové póry, fosilimoldické póry a mikroskopické praskliny (obr. 7e). Mozaikový sparit môže vznikať v hlbších freatických zónach. Syntaxiálny sparit bol pozorovaný na ostňoch a doskách exoskeletonu echinodermát (obr. 7f). Primárne a sekundárne póry sú často lemované čepeľovým sparitom, ktorý môže prerastať do mozaikového alebo blokového sparitu (obr. 7b). Čepeľový sparit kryštalizuje aj na povrchu riasových peloidov (obr. 7c).

Litofácie a biofácie

Vápence sú podstatnou mierou tvorené koralinnými riasami, menej mäkkýšmi, bryozoami a bentickými foraminiferami. Zložením tak zodpovedajú biofácii rhodalgal, ktorú definovali Carannante et al. (1988).

Na základe štatistických metód boli riasové vápence rozdelené na tri mikrofácie (obr. 9).

Tab. 1
Zloženie vápencov podľa sčítacej bodovej analýzy
Composition of limestones according point – counting analysis

	CAR	BRY	MOLL	FORAM	SERP	ECHIN	UNSORT	LITHO	MICRIT	SPARIT	POR
SR7	50,22	3,48	0,00	0,50	0,5	0,00	8,46	12,44	10,45	9,45	3,98
SRozn7	62,07	0,49	0,99	0,49	0,49	0,49	3,45	7,39	9,36	11,33	3,45
SR1	49,76	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	9,95	12,44	7,46	17,91	1,99
SR5	28,36	1,00	15,42	1,00	0,00	0,00	10,45	15,42	3,98	22,89	1,49
SR8	43,79	4,48	0,50	1,00	1,00	0,00	2,99	0,50	13,93	24,38	7,49
SRS1	60,19	1,94	0,00	1,94	2,91	0,00	10,68	4,85	12,62	3,88	0,97
SRS2	55,44	0,00	5,94	0,00	0,00	0,00	15,84	12,87	5,94	3,96	0,00
SRS3	43,24	0,00	4,50	2,70	0,00	0,00	13,51	11,71	16,22	7,21	0,00
SRS4	54,05	0,00	3,60	3,60	0,90	0,00	8,11	13,51	8,11	0,90	7,21
SRS5	58,88	0,00	4,67	2,80	0,00	0,00	14,95	1,87	11,21	0,93	4,67
SRS6	45,62	0,00	3,51	2,63	0,00	0,00	14,91	14,04	8,77	6,14	4,39
SRS7	38,46	0,00	4,81	1,92	0,00	0,00	16,35	6,73	9,62	9,62	12,50
SRS8	46,67	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	12,38	16,19	8,57	5,71	8,57

CAR – koralinné riasy; BRY – machovky; MOLL – mäkkýše; FORAM – foraminifery; SERP – tuby serpúl; ECHIN – echinodermáty; UNSORT – netriedené bioklasty; LITHO – litoklasty; MICRIT – mikrit/mikrosparit (pozri text ďalej); SPARIT – sparit; POR – póry. Hodnoty sú uvedené v percentách. Prvý stĺpec obsahuje značky výbrusov.
CAR – coralline algae; BRY – bryozoans; MOLL – molluscs; FORAM – foraminifers; SERP – serpulid tubes; ECHIN – echinoids; UNSORT – unsorted bioclasts; LITHO – lithoclasts; MICRIT – micrite/microsparite (see following text); SPARIT – sparite; POR – pores. Values are in percentage. First column – designation of thin sections.

Prvá, najčastejšie sa vyskytujúca mikrofácia (11 vzoriek), je riasová (litoklastický rudstone vetiev koralinných rias v *grainstone* matrixe; obr. 9, 5c – e), kde sú koralinné riasy negatívne korelované s mäkkýšmi a sparitom (obr. 8). Vo vzorkách dominujú riasy a menej sú zastúpené mäkkýše, foraminifery a machovky. Obsah mikritu/mikrosparitu a cementu je premenlivý. Litoklasty frakcie jemnozrnného až hrubozrnného piesku môžu tvoriť až 16,2 %. Riasy sú vo forme nepripevnených protuberancií, multišpecifických rodolitov a úlomkov.

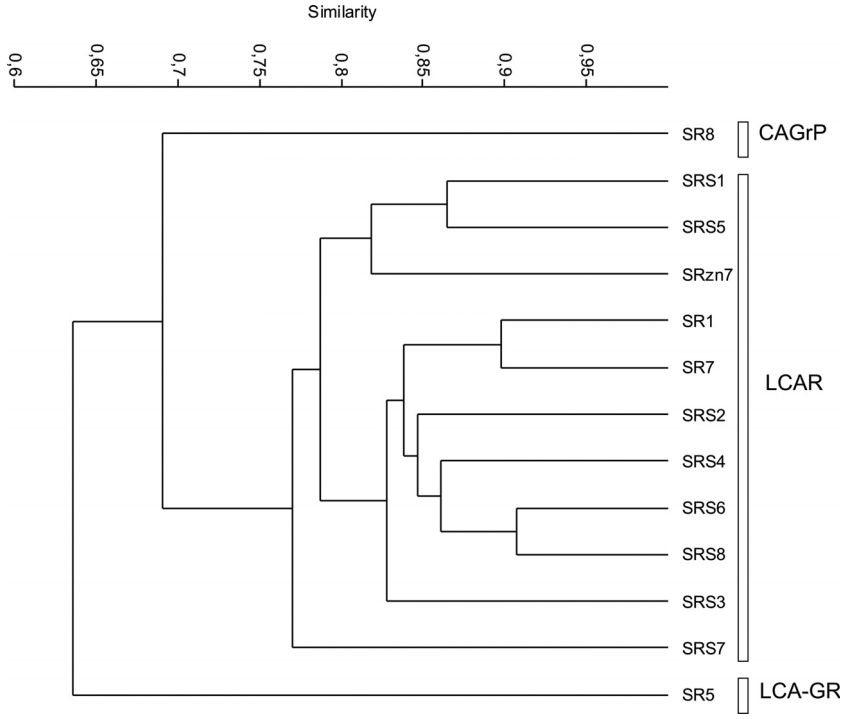
Druhá (1 vzorka) mikrofácia je riasovo-gastropódová (litoklastický riasovo-gastropódový *rudstone* v *grainstone* matrixe). Predstavuje sparit negatívne korelovaný s netriedenými bioklastmi a litoklastmi. Litoklastický riasovo-gastropódový *rudstone* v *grainstone* matrixe (obr. 5b) obsahuje nižší obsah rias (28,4 %), avšak vyšší obsah mäkkýšov, prevažne gastropód (15,4 %). Obsah litoklastov je tiež vysoký (15,4 %). Na rozdiel od predošlej litofácie je zastúpenie jemnozrnného piesku oproti hrubozrnnému vyššie. Obsah litoklastov, rovnaké formy rias a celkové zloženie nevylučujú voľné zastupovanie s prvou litofáciou. Pravdepodobne ide o rovnakú litofáciu.

Tretia (1 vzorka) mikrofácia s nízkym obsahom mäkkýšov a litoklastov a vyšším obsahom mikritu (obr. 9) je riasovo-mikritická. Riasový *grainstone – packstone* bol vymedzený na základe vypočítaných korelačných koeficientov Spearmanovou metódou, kde boli vypočítané negatívne korelačné koeficienty pre machovky a netriedené bioklasty, mäkkýše a tuby serpulov, tuby serpulov a netriedené bioklasty, litoklasty a mikrit (tab. 2). Riasový *grainstone – packstone* tvoria hlavne riasy a v menšom množstve machovky (obr. 5e). Litoklasty tvoria len 0,5 %. Väčšie bioklasty sú orientované v smere dlhej osi, čo môže značiť ovplyvnenie prúdmi, ale aj kompakciou sedimentu. Riasy sú len vo forme úlomkov protuberancií. Ukladali sa v distálnom prostredí so zníženou dynamikou.

Diskusia

Vápence z Vrchnej hory pri Stupave sú tvorené hlavne červenými riasami a menej mäkkýšmi, machovkami a bentickými foraminiferami. Zložením zodpovedajú biofácii rhodalgal. Na základe mikroskopického štúdia a štatistických metód sme vyčlenili tri litofácie: litoklastický *rudstone* vetiev koralinných rias v *grainstone* matrixe, riasovo-gastropódový rudstone v *grainstone* matrixe a riasový grainstone – packstone.

Distribúcia biofácie je kontrolovaná hlavne teplotou vody (Carannante et al., 1998), a preto určená zemepisnou polohou a hĺbkou. Najlepšie je vyvinutá v miernom teplom až subtropickom klimatickom pásme, na prechode medzi tropickými a typickými chladnovodnými karbonátmi (Carannante et al., l. c.). Karbonáty rhodalgal sú bežné v podmienkach cirkalitorálu Stredozemného mora



Obr. 9. Zhluková analýza vypočítaná Brayom – Curtisom. Skratky: CAGrP – riasový *grainstone – packstone*; LCAR – litoklastický rudstone protuberancií koralinných rias v *grainstone* matrixe; LCAR-GR – litoklastický riasovo-gastropódový *rudstone* v *grainstone* matrixe.

Fig. 9. Cluster analysis calculated by Bray – Curtis. Abbreviations: CAGrP – coralline algal *grainstone – packstone*; LCAR – lithoclastic coralline algal protuberances *rudstone* in *grainstone* matrix; LCA-GR – lithoclastic coralline algal gastropod rudstone in grainstone matrix.

Tab. 2
Korelačný koeficient vypočítaný Spearmanom pre hladinu významnosti p = 0,05. Skratky sú vysvetlené v tab. 1
Correlation coefficient calculated according to Spearman for significance p = 0.05. Abbreviations are described in Tab. 1

	Bryozoa	Mollusca	Serpulové tuby	Netriedené bioklasty	Litoklasty
Mollusca	-0,398 0,181				
Serpulové tuby	0,518 0,07	-0,755 0,003			
Netriedené bioklasty	-0,636 0,019	0,498 0,083	-0,556 0,049		
Litoklasty	-0,343 0,251	0,096 0,756	-0,105 0,734	0,080 0,796	
Mikrit	0,460 0,292	-0,340 0,255	0,281 0,353	-0,055 0,859	-0,748 0,003

(Carannante et al., 1988; Basso, 1998). Toscano a Sorgente (2002) opísali sedimenty biofácie rhodalgal a brymol na Apulskom šelfe (juhovýchodné Taliansko). Jeho vznik a akumulácia sú viazané na lokálne depresie ovplyvnené prúdmi a činnosťou búrok.

Výskum spodnobádenských riasových vápencov v moravskej časti karpatskej priehlbiny ukázal, že väčšina z nich spadá do biofácie rhodalgal. Výnimku tvoria lokality s dominanciou machoviek (Doláková et al., 2008). Doláková (l. c.) opísala zo západného okraja karpatskej priehlbiny litofáciu *rudstone-floatstone* vetiev koralinných rias, ktorá sa mohla tvoriť *in situ*, alebo za spoluúčasti redepozície. Jej vznik je spojený s postupujúcou morskou transgresiou na okraj Českého masívu. Pod telesami vápencov sa často objavujú piesčité polohy.

Obdobná fácia s dominantnými protuberantnými formami rias bola pozorovaná aj na študovanej lokalite. Okrem úlomkov rias a abradovaných protuberancií sú vo vápencoch časté aj celistvé kríčkové rodolity a protuberantné formy rias, na ktorých polámaní sa podieľala kompakcia karbonátového sedimentu pred ich litifikáciou. Jemnozrnný až hrubozrnný piesok obklopujúci bioklasty často v množstve viac ako 10 % a poloha vápencov v pieskoch a pieskovcoch stupavských vrstiev naznačujú, že vývoj riasových spoločenstiev a ich zánik boli periodicky ovplyvnené množstvom sedimentu donášaného do panvy. Časté abradované povrchy stielok rias a bioklastov spolu s detritom nevylučujú redepozíciu a transport do stabilnejších oblastí panvy.

Tvar, do ktorého koralové riasy v dnešných prostrediach dorastajú, je kontrolovaný hlavne frekvenciou ich otáčania a stabilitou morského dna, určenou rýchlosťou sedimentácie a hydrodynamikou (Basso, 1998). Baráth (1992) opísal z vrchného bádenu Viedenskej panvy riasovo-koralový a riasovo-machovkový útes, ktorého jadro je viazané kôrami koralinných rias, machovkami a enkrustujúcimi foraminiferami. Útesové vápence litofácie bindstone obsahujú nízke zastúpenie terigénneho materiálu a ich vznik sa viaže na chránené elevácie.

Riasy z Vrchnej hory pri Stupave dorastajú do nepripevnených jednoduchých protuberancií až kríčkových rodolitov a viacdruhových rodolitov. Na rozdiel od útesu na lokalite Rohožník zvýšený prínos terigénneho materiálu spolu s rastovou formou rias indikuje na Vrchnej hore skôr nechránené prostredie s premenlivou dynamikou (Basso, l. c.).

Podobné prostredie bolo opísané z dnešného Stredozemného mora. Riasy *Phymatolithon calcareum, Lithothamnion valens* a *Lithothamnion minervae* v prostredí s premenlivým množstvom ílu a litoklastov (10 až 36 %) charakterizuje heterogénnu pobrežnú detritickú fáciu (DC – costal detritic) vnútorného šelfu Stredozemného mora (Péres a Picard, 1976; Basso, 1994, 1998). Prostredie je ďalej členené na rôzne fácie: fácia *L. minervae,* fácia *L. valens* alebo maërlová fácia s *Phymatolithon calcareum* a *L. corallioides* (Basso, 1994, 1998). Prítomnosť búrkami kontrolovaných prúdov je častý faktor, ktorý znemožňuje tvorbu rozsiahlych kôr a stabilizáciu karbonátového sedimentu (Toscano a Sorgente, 2002). Biogénny sediment s prevahou protuberantných foriem rias sa často označuje ako maërl alebo rodolitové vrstvy (Bosence, 1976). Druhové zastúpenie rias, ich morfológia, ale aj zloženie vápencov preto môže nasvedčovať tomu, že obdobné maërlové vrstvy rástli aj na Vrchnej hore pri Stupave. Striedanie dynamiky a prepracovanie skeletálneho spoločenstva dokumentujú na študovaných vzorkách abrázia povrchu rias a následná regenerácia povrchu tvorbou novej stielky, ako aj prítomnosť stôp po vŕtavých lastúrnikoch. Maërlové vrstvy sú dobre známe vo fosílnom zázname (Nebelsick et al., 2005).

Riasa *Phymatolithon calcareum*, bežná vo vápencoch z Vrchnej hory, sa významnou mierou podieľa na tvorbe maërlu v Stredozemnom mori, ale aj v prostredí boreálneho klimatického pásma (Bosence, 1976; Basso, 1994). V boreálnom pásme obýva často plytšie prostredie (0 – 15 m; Bosence, 1976; Bosence in Peryt, 1983) než v Stredozemnom mori (35 – 90 m; Basso, 1998). Takýto polárny posun bol zdokumentovaný aj na iných riasach (Basso et al., 2009). Pretože pre báden Viedenskej panvy je bežne zdokumentovaná mierne teplá až subtropická klíma (Doláková et al., 2008; Kováč et al., 2005; Kováčová et al., 2011), je pravdepodobné, že riasy z Vrchnej hory obývali hĺbkové prostredie vnútorného šelfu, podobné tomu z dnešného Stredozemného mora. *L. valens* rastie v hĺbke 50 – 80 m, *L. minervae* 25 – 95 m (Basso, 1994), čo je v zhode s paleoekologickými nárokmi zistených foraminifer. Napríklad foraminifery rodu *Amphistegina* indikujú plytké morské prostredie do 80 – 130 m (Holcová a Zágoršek, 2008). Voľné protuberancie sa tvoria v hĺbkovom rozpätí 36 až 79 m kanála Penza – Palmaora (Tyrhénske more), kde je prítomné prúdenie vody a pomalá sedimentácia hlavne biogénneho materiálu (Basso, 1998). Rozdiely v intenzite a prúdoch a ich opakovaný výskyt vedú k akumulácii voľných vetiev do maërlu (Basso, 1998). Hĺbková distribúcia opísaných rias zo študovaných vzoriek a ich morfológia je preto v súlade s interpretáciou Dolákovej et al. (2008), ktorá odhaduje hĺbku tvorby podobnej fácie vápencov zo západného okraja karpatskej priehlbiny na Morave na 20 – 50 m.

Množstvo mikritu a litoklastov vo vzorkách z Vrchnej hory rovnako nevylučuje pobrežné detritické prostredie. Vypočítaný korelačný koeficient (–0748 pre p = 0,003) naznačuje, že ich množstvo vo vzorkách je nepriamo úmerné a zvýšený objem jednej znamená zníženie objemu druhej zložky. V lokalite bola opísaná aj litofácia *grainstone – packstone.* Litofáciu tvoria riasy a machovky s nízkym obsahom litoklastov a podporou matrixu. K jej akumulácii mohlo dochádzať v distálnom prostredí so zníženou dynamikou (James in Flügel, 2004). Úlomky rias tvoria druhy opísané z fácie maërlu *(P. calcareum, L. minervae, L. ramosissimum),* a preto predpokladáme zdrojovú oblasť v plytšom dynamickom prostredí riasovej a riasovo-gastropódovej mikrofácie.

Mikrit/mikrosparit je prítomný vo všetkých vzorkách, niekedy viazaný na chodbičky po vŕtaní alebo na priestor medzi protuberanciami v kríčkových rodolitoch. Je prítomný aj ako matrix medzi bioklastmi a biomorfami. Časť mikritu sa mohla uložiť v nižších polohách vrstiev, pretože

poprepletané protuberancie rias môžu tvoriť viac-menej chránený priestor na ukladanie sedimentu. Prítomnosť riasových peloidov s neúplne zachovanou pôvodnou stavbou a mikritizovaný povrch bioklastov naznačujú, že časť mikritu/mikrosparitu vznikla ich zatlačovaním alebo činnosťou mikroorganizmov (Wolf in Flügel, 2004).

Záver

Z uvedených výsledkov nie je možné určiť, či sa piesky a pieskovce stupavských vrstiev ukladali plytšie alebo hlbšie než riasové vápence. Presnejšie údaje by mohlo priniesť porovnanie endolitov, napríklad na mäkkýšoch z pieskov a bioklastoch z vápencov. Presný pôvod mikrosparu a mikritu nebolo možné stanoviť z našich výsledkov. Poloha vápencov v profile naznačuje, že maërlové vrstvy vznikali viackrát na miestach, kde im to podmienky umožnili. Maërlové vrstvy rástli v prekysličenej, fotickej zóne s normálnou salinitou, v odhadovanej hĺbke 35 – 80 m. Prostredie bolo nechránené, s premenlivou dynamikou, ktorá zabraňovala rastu kôr a stabilizácii morského dna na jednej strane a zaneseniu vrstiev terigénnym sedimentom na strane druhej. Zvýšená dynamika prostredia, vyvolaná prúdením alebo búrkami, spôsobila prepracovanie sedimentu, lámanie protuberancií rias, abráziu endolitických a povliekavých organizmov z ich povrchu a čiastočné vyplavenie mikritu. V období pokoja riasy mohli regenerovať poškodené stielky. Dominancia kríčkových rodolitov, protuberancií a ich úlomkov, spolu s druhovým zložením, umožňuje porovnať prostredie s dnešnými maërlovými vrstvami, ktoré sú súčasťou pobrežnej detritickej (DC) fácie šelfu Stredozemného mora.

Poďakovanie. Autori ďakujú recenzentom doc. RNDr. J. Sotákovi, DrSc., a RNDr. K. Zágoršekovi, Dr., za vhodné pripomienky a korektúry článku. Výskum bol financovaný projektmi 205/09/0103 GA ČR a 01 06 MŽP SR.

References

Adey, W. H., Chamberlain, Y. M. & Irvine, L. M., 2005: An SEM--based analysis of the morphology, anatomy and reproduction of Lithothamnion tophiforme (Esper) Unger (Corallinales, Rhodophyta), with a comparative study of associated North Atlantic Arctic/Subarctic Melobesioideae. *J. Phycol., 41, 1 010 – 1 024.*

Adey, W. H., Townsend, R. A. & Boykins, W. T., 1982: The crustose coralline algae (Rhodophyta: Corallinaceae) of the Hawaiian Islands. *Simthson. Contr. Mar. Sci., 15, 1 – 74.*

Aguirre, J., Riding, R. & Braga, J. C., 2000: Diversity of coralline red algae: Origination and extinction patterns from the Early Cretaceous to the Pleistocene. *Paleobiology, 26, 651 – 667.*

Andrian, F., 1863: Original Blatt 35 Stampfen, Pressburg, Modern, Warlburg 1 : 144 000. *Manuskript. Archív GBA Viedeň.*

Ballesteros, E., 2006: Mediterranean coralligenous assemblages: A synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev., 44, 123 – 195.*

Baráth, I., 1992: Vrchnobádenský rifový komplex na východnom okraji Viedenskej panvy. *Knih. Zem. Plyn Nafta, 15, 177 – 197.*

Basso, D., 1994: Study of living calcareous algae by a paleontological approach: The non-geniculate Corallinaceae (Rhodophyta) of the soft bottoms of the Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). The genera Phymatolithon Foslie and Mesophyllum Lemoine. *Riv. ital. Paleont. Stratigr., 100, 575 – 596.*

Basso, D., 1998: Deep rhodolith distribution in the Pontian Islands, Italy: A model for the paleoecology of a temperate sea. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Amsterdam), 137, 173 – 187.*

Basso, D., Fravega, P. & Vannucci, G., 1997: The Taxonomy of *Lithothamnion ramosissimum* (Gümbel non Reuss) Conti and *Lihothamnium operculatum* (Conti) Conti (Rhodophyta, Corallinaceae). *Facies, 37, 36 – 40.*

Basso, D., Nalin, R. & Nelson, C. S., 2009: Shallow water *Sporolithon* rhodoliths from North Island (New Zealand). *Palaios., 24, 92 – 103.*

Basso, D., Vrsaljko, D. & Grasović, T., 2008: The coralline flora of a Miocene maërl: The Croatian "Litavac". *Geol. Croat., 61, 333 – 340.*

Bosellini, A. & Ginsburg, R. N., 1971: Form and internal structure of recent algal nobles (rhodolites) from Bermuda. *J. Geol., 79, 669 – 682.*

Bosence, D. W. J., 1976: Ecological studies on two unattached coralline algae from western Ireland. *Palaeontology, 19, 365 – 395.*

Buday, T., 1939: Tři lokality tortonské fauny na západním úpatí Malých Karpat. *Příroda, 32, 94 – 96.*

Buday, T., 1955: Stratigrafie spodního a středního miocénu hlavních oblasti Dolnomoravského úvalu. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Carannante, G., Esteban, M., Milliman, J. D. & Simone, L., 1988: Carbonate lithofacies as paleolatitude indicators: Problems and limitations. *Sed. Geol., 60, 333 – 346.*

Doláková, N., Brzobohatý, R., Hladilová, Š. & Nehyba, S., 2008: The red-algal facies of the Lower Badenian limestones of the Carpathian Foredeep in Moravia (Czech Republic). *Geol. Carpath., 59, 2, 133 – 146.*

Fordinál, K. (ed.), Maglay, J., Elečko, M., Nagy, A., Moravcová, M., Vlačiky, M., Kohút, M., Németh, Z., Bezák, V., Polák, M., Plašienka, D., Olšavský, M., Buček, S., Havrila, M., Hók, J., Pešková, I., Kucharič, Ľ., Kubeš, P., Malík, P., Baláž, P., Liščák, P., Madarás, J., Šefčík, P., Baráth, I., Boorová, D., Uher, P., Zlinská, A. & Žecová, K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Záhorskej nížiny 1 : 50 000. *Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 1 – 232.*

Flügel, E., 2004: Microfacies of carbonate rocks. *Springer Verlag, Berlin, 976 p.*

Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D., 2001: PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontol. electron., 4, 9.*

Hladil, J., 1996: Karbonátová sedimentární tělesa I. Jejich vznik a vývoj. *Vyd. MU, Brno, 1 – 99.*

Holcová, K. & Zágoršek, K., 2008: Bryozoa, foraminifera and calcareous nannoplankton as environmental proxies of the "bryozoan event" in the Middle Miocene of the Central Paratethys (Czech Republic). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 267, 216 – 234.*

Hrabovský, J., 2013: Negenikulátne koralinné riasy (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) z litotamniových vápencov lokality Vrchná hora pri Stupave (Viedenská panva, Slovensko). *Miner. Slov., 45, 1 – 2, 23 – 34.*

Kováč, M., Fordinál, K., Grigorovich, A. S., Halásová, E., Hudáčková, N., Joniak, P., Pipík, R., Sabol, M., Kováčová, M. & Sliva, Ľ., 2005: Západokarpatské fosílne ekosystémy a ich vzťah k paleoprostrediu v kontexte neogénneho vývoja eurázijského kontinentu. *Geol. Práce, Spr., 111, 61 – 121.*

Kováčová, M., Doláková, N. & Kováč, M., 2011: Miocene vegetation pattern and climate change in the northwestern Central Paratethys domain (Czech and Slovak Republic). *Geol. Carpath., 62, 3, 251 – 266.*

Kysela, J., 1988: Mikrofácie, typy porozity litavských vápencov a vrchnotriasových dolomitov podložia viedenskej panvy. *ŠGÚDŠ, Bratislava, 142 s.*

Littler, M. M., Littler, D. S., Blair, S. M. & Norris, J. N., 1985: Deepest known plant life discovered on an uncharted seamount. *Science, 227, 57 – 59.*

Nebelsick, J. H., Rasser, M. W. & Bassi, D., 2005: Facies dynamics

in Eocene to Oligocene circumalpine carbonates. *Facies, 51, 197 – 216.*

Novák, Z., 1975: Spodnobádenské vápence karpatské předhlubně. *Manuskript. Archív MU, Brno.*

Pérés, J. M. & Picard, J., 1967: The Mediterranean bentos. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 5, 449 – 533.*

Peryt, T. M., 1983: Coated Grains. *Springer Verlag, Berlin, 1 – 655.*

Roduit, N., 2008: JMicrovision: Image analysis toolbox for measuring and quantifying components of high-definition images. verzia 1.2.7. http://www.jmicrovision.com, 2008.

Steneck, R. S., Macintyre, I. G. & Reid, R. P., 1997: Unique algal ridge system of Exuma Cays, Bahamas. *Cor. Reefs, 16, 27 – 35.*

Toscano, F. & Sorgente, B., 2002: Rhodalgal – brymol temperate carbonates from the Apulian shelf (Southeastern Italy). Relic and modern deposits on a current dominated shelf. *Facies, 46, 103 – 118.*

Vass, D. & Špička, V., 1970: Základný geologický výskum neogénu slovenskej časti Viedenskej panvy – Vysvetlujúci text ku geologickým mapám 1 : 25 000, listy: M-33-142-B-b (Zohor), M-33-143-A-a (Stupava), M-33-131-C-c (Jablonové) – časť neogén. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Woelkerling, W. J., Irvine, L. M. & Harvey, A. S., 1993: Growth – forms in non – geniculate coralline red algae (Corallinales, Rhodophyta). *Aus. Sys. Bot., 6, 277 – 293.*

Zlinská, A., 2007: Zhodnotenie mikrofauny z listu 44-221 (Stupava). *In: Kohút, M., Plašienka, D., Fordinál, K., Maglay, J. & Kučera, M., 2007: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, listy 44-221 Stupava a 44-224 Bernolákovo. Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Rukopis doručený 2. 1. 2013
Revidovaná verzia doručená 26. 3. 2013
Rukopis akceptovaný red. radou 27. 2. 2013

Paleoecological evaluation of the algal limestones in Stupava-Vrchná hora locality (Vienna Basin, Slovakia)

The Middle Badenian algal limestones of Stupava-Vrchná hora locality are known since their designation in the map by Andrian (1863) in the second half of 19th century. This type of limestones is referred also as lithothamnion limestones or Leitha limestones. They are built mainly of coralline red algae that occupy and dominate in many shallow-water environments since Cenozoic. Coralline red algae represent a useful tool in interpretation of fossil environments. Examples are well known from Central Paratethys as well as from Mediterranean bioprovince. The Middle Badenian limestones from Stupava-Vrchná hora were studied in thin sections by light microscope. Scans of thin sections were analysed using software JMicrovision. Statistical analyses were performed by the software Past. Correlation coefficient was calculated using Spearman method, applying significance level p = 0.05.

Hill with altitude point Vrchná hora (280 m a.s.l.; E 17°2'58.433", N 48°15'44.277") is located southeast of the Stupava village. The area is built of Stupava Mb. of Jakubov Fm., lying on terrestrial Devínska Nová Ves Fm. Biodetrital limestones are mainly composed of Coralline algae that are present as multispecific rhodoliths, monospecific unattached protuberances, and algal debris. Dominant species are *Lithothamnion minervae* Basso, *Lithothamnion ramosissimum* (Reus) Piller, *Lithothamnion valens* Foslie, *Lithothamnion* sp., *Phymatolithon calcareum* (Pallas) W. H. Adey & D. L. McKibbin and *Spongites albanensis* Braga, Bosence, Steneck. Species with minor representation: *Mesophyllum* sp., *Lithophyllum* sp. and *Sporolithon* sp. Coralline algae form unattached protuberances or fruticose monospecific rhodoliths. They can be classified as type I to IV according Bosence. Multispecific rhodoliths are built by *L. minervae*, *L. ramosissimum*, *Lithophyllum* sp. and *Mesophyllum* sp.. Other forms are multispecific rhodoliths with protuberant algae as a core and thin, broken crust above the core. Algae are also present as debris or broken protuberances of all mentioned growths. Thin crusts were occasionally observed in upper parts of multispecific rhodoliths. Other components are Bryozoan colonies, molluscs, foraminifers, echinoids, Polychaetes, unsorted bioclasts, lithoclasts, micrite, sparite and pores. According skeletal assemblages, limestones can be classified as rhodalgal biofacies. Lithofacially they correspond to lithoclastic coralline algal protuberance rudstone within grainstone matrix that gradate to lithoclastic coralline gastropod rudstone within grainstone matrix. Grainstone – packstone lithofacies was also documented. Extension of biofacies rhodalgal is controlled by water temperature and they are frequent in warm temperate to subtropical seas. Limestones of Vrchná hora were deposited in dynamic environment of inner shelf with oscillations of sea level. Lithoclastic coralline algal protuberances and coralline algal gastropods rudstone within grainstone matrix is compared to modern maërl beds. Grainstone – packstone poses a debris of algal protuberances probably derived from above lithofacies, since comparable species of corallines were identified in all lithofacies. Our results are in agreement with paleoecological studies from Moravian part of Carpathian Foredeep. Limestones were deposited within dynamic environment of normal salinity at the proposed depth of 35–80 m. High amount of lithoclasts points to depositional environment with terrigenous input. Both factors prevent coralline algae to stabilize the sea-floor. This is in contrast to coralline bryozoan and coralline coral reef from Rohožník that was formed on elevation protected from terrigenous input. Maërl beds from Vrchná hora in the vicinity of Stupava town were periodically influenced by higher sediment input that caused their disappearance.

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 23 – 34
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

Negenikulátne koralinné riasy (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) z litotamniových vápencov lokality Vrchná hora pri Stupave (Viedenská panva, Slovensko)

JURAJ HRABOVSKÝ

Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, Veveří, 611 37 Brno;
jurajhrbvsk@gmail.com

Non-geniculate coralline algae (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) from lithothamnion limestones of the locality Vrchná hora at the town of Stupava (Vienna Basin, Slovakia)

Coralline algae (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) of the Middle Badenian lithothamnion limestones from the Vrchná hora locality in the vicinity of Stupava (Vienna Basin, Slovakia) were studied in terms of coralline algae taxonomy. Following coralline algae species were identified: *Lithothamnion minervae* Basso, *L. ramosissimum* (Reuss) Piller, *L. valens* Foslie, *L.* sp., *Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey & McKibbin, *Mesophyllum* sp., *Lithophyllum* sp., *Spongites albanensis* (Lemoine) Braga, Bosence & Steneck and *Sporolithon* sp. Some of them, *Phymatolithon calcareum, Lithothamnion ramosissimum* and *Spongites albanensis* were described from other Badenian localities – Sandberg, Vajarská and Modrý majer in earlier papers (Schaleková, 1978, 1988) and three of determined species are known also as recent species: *Lithothamnion minervae, Lithothamnion valens* and *Phymatolithon calcareum*.

Key words: coralline algae, lithothamnion limestones, Badenian, Jakubov Fm., Stupava Mb., taxonomy, Vienna Basin, Slovakia

Úvod

Bádenské litotamniové vápence – alebo tiež litavské vápence centrálnej Paratetýdy z Viedenskej panvy – sú dobre známe. Boli detailne študované z pohľadu mikrofácií a porozity (Kysela, 1988), ale aj taxonómie koralinných rias (Schaleková, 1969, 1973, 1978). Taxonómia rias spred 80. rokov sa však výrazne líši od moderného konceptu (Aguirre a Braga, 2005). Je to tak hlavne pokrokom v štúdiu anatómie koralinných rias, revidovaním a detailným popisom typových vzoriek pôvodných vymedzených taxónov a použitím nových metód pri štúdiu rias (Woelkerling, 1985, 1988; Braga et al., 1993). Mnohé aktuopaleontologické práce viedli k rozpoznaniu gamétových štádií fosílnych rias. Zistilo sa, že niektoré pôvodne identifikované ako rozdielne druhy predstavujú len pohlavné štádiá toho istého druhu (*Spongites stalactitica* = gamétové štádium *Spongites fruticulosa,* Kützing in Basso & Rodondi, 2007). Niektoré moderné riasy boli identifikované aj vo fosílnom zázname, ale pod iným menom (*Lithothamnium ramosissimum* (Gümbel) Conti = *Lithothamnion valens,* Foslie in Basso et al., 1997). Koralinné riasy predstavujú často hlavnú zložku bádenských litotamniových vápencov, a preto by mala byť venovaná pozornosť aj ich systematike. Práca predstavuje časť výsledkov získaných počas riešenia autorovej dizertačnej práce.

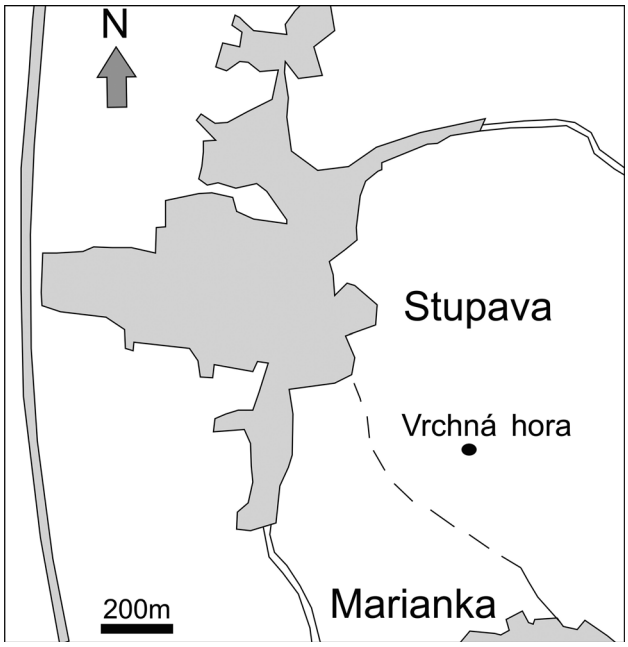
Cieľom predkladanej práce je poskytnúť dôkladný opis druhov rias v lokalite Vrchná hora pri Stupave podľa moderného taxonomického konceptu.

Lokalizácia lokality Vrchná hora pri Stupave

Lokalita Vrchná hora sa nachádza na východnom okraji Viedenskej panvy, východne od obce Stupava (obr. 1). Litotamniové vápence sú súčasťou strednobádenských stupavských vrstiev jakubovského súvrstvia. Súvrstvie obsahuje spoločenstvo strednobádenskej biozóny *Spiroplectamina carinata*. Panvový vývoj je pelitický. Tvoria ho vrstvovité vápnité íly – ílovce a prachovce. Okrajové členy sú žižkovské vrstvy, suchohradské, matzenské a lábske piesky (stupavské vrstvy podľa Fordinála et al., 2012) a devínskonovoveské vrstvy (devínskonovoveské súvrstvie podľa Fordinála in Kohút et al., 2008; Kováč et al., 2008). Stupavské vrstvy (Fordinál et al., l. c.), pôvodne známe ako lábsky amfistegínový obzor (Buday, 1955), vystupujú na západných svahoch Malých Karpát a sú tvorené pieskami, pieskovcami a litotamniovými vápencami (Fordinál et al., l. c.). Detailné zloženie vápencov a ich paleoekologická interpretácia je v práci Hrabovského a Fordinála (v tlači).

Metodika

Riasy boli opísané mikroskopicky, použitím optického mikroskopu. Pozorovania boli sústredené na organizáciu stielky (monomérna alebo dimérna), popis počtu a rozmerov buniek v bazálnej (hypothallium v monomérnej a primigénne vlákna v dimérnej stielke), dorzálnej (perithallium v monomérnej a postigénne vlákna v dimérnej



Obr. 1. Lokalizácia lokality Vrchná hora pri Stupave. Približná poloha kóty Vrchnej hory a zároveň aj miesta odberu vzoriek je znázornená čiernym krúžkom.

Fig. 1. Location of the locality Vrchná hora in the vicinity of Stupava town. The location of elevation point Vrchná hora as well as sampling point is marked by black circle.

stielke) a krycej časti (epithallium). Ďalej bola opísaná stavba stielky (plumózne hypothallium, zónovanie), rozmery a tvar reprodukčných orgánov (konceptakúl), a v neposlednom rade forma rastu. Klasifikácia rodov a vyšších taxonomických jednotiek vychádza z publikácií Woelkerlinga (1988), Bragu et al. (1993), Harveyho et al. (2003), Le Galla et al. (2009), Kata et al. (2011). Rastové formy sú klasifikované podľa Woelkerlinga et al. (1993) a Bosencea (Bosence in Peryt, 1983). Autor považuje za vhodné poznamenať, že neštudoval výbrusy opísané doc. Schalekovou a že vychádza len z opisu a fotodokumentácie druhov v jej publikáciách.

Systematická paleontológia

Oddelenie **Rhodophyta** Wettstein, 1901
Trieda **Florideophyceae** Cronquist, 1960
Podtrieda **Corallinophycidae** Le Gall & Saunders, 2007
Rad **Corallinales** Silva & Johansen, 1986
Čeľaď **Hapalidiaceae** Harvey et al., 2003
Podčeľaď **Melobesioideae** Bizzozero, 1885
Rod *Lithothamnion* Heydrich, 1897 nom. cons.

Lithothamnion minervae Basso, 1995
TAB. I, obr. a – d

1919 *Lithothamnium fruticulosum* – Lemoine, p. 104, Figs. 3 – 4
1995 *Lithothamnion minervae* – Basso, p. 354 – 358, Pl. 3, Figs. 1 – 6; Pl. 4, Figs. 1 – 6
2004 *Lithothamnion minervae* – Basso, Rodondi & Mari, p. 216 – 218, Figs. 1 – 8

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbrusoch SR-A2, SR-A4, SR8 a ST-SR-1. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.

Rastová forma (morfológia): Riasa je vo vzorkách bežná ako odlomené či polámané protuberancie (protuberancie podľa Bassa et al., 2009) alebo ako nepripevnené vetvičky I. a II. typu (Bosence in Peryt, 1983). Protuberancie merajú 2,5 až 3 mm na dĺžku a sú do 1,5 mm široké.

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka je monomérna. Nekoaxiálne hypothallium je tvorené 6 až 8 obdĺžnikovými bunkami. Bunky sú 12,5 až 18,6 μm (15 μm ±1,71 sd) dlhé a majú 5,7 až 7,6 μm (6,7 μm ±0,66 sd) v priemere. Stavba stielky v protuberanciách je radiálna. Perithallium je tvorené obdĺžnikovými až ovoidnými bunkami. Perithallium je zónované (TAB. I, obr. c). Zóny tvoria 2 až 3 vrstvy dlhých buniek s vysokým lumenom a tenkými stenami a dve až tri krátke bunky s hrubými stenami. Dlhé bunky ostro nasadajú na krátke, ale prechod z dlhých do krátkych je plynulý. Dlhé bunky merajú 17,8 až 21,2 μm (19,2 μm ±1,34 sd) na dĺžku a 7,6 až 10,7 μm (9,7 μm ±1,1 sd) v priemere. Krátke bunky merajú 10,7 až 11,9 μm (11,3 μm ±0,48 sd) na dĺžku a 7,2 až 9 μm (8,13 μm ±0,68 sd) v priemere. Na povrchu je jedna až dve vrstvy krycích buniek epithallia. Sú sploštené a v rohoch hranaté. Bunky epithallia sú 4,6 až 5,1 μm (4,9 μm ±0,19 sd) dlhé a dosahujú 8,2 až 10 μm (9 μm ±0,69 sd) v priemere. Bunky hypothallia a perithallia sú – na rozdiel od buniek epithallia – spojené fúziou buniek.

Reproduktívne štruktúry (konceptakulá): Pozorované boli tetra-bisporangiové konceptakulá (TAB. I, obr. b). Konceptakulá sa rodia najčastejšie na vrcholoch protuberancií vo veľkom množstve. V dôsledku rýchlo rastúceho sekundárneho hypothallia je nad nimi často vytvorený viac-menej trojuholníkový otvor (TAB. I, obr. a). Konceptakulá sú mnohopórové. Merajú 130,4 až 139 μm (138,6 μm ±6,54 sd) na výšku a 450 až 527,7 μm (501,2 μm ±36,08 sd) v priemere. Strecha, hrubá do 60 μm, je tvorená štvorcovými až stlačenými bunkami (TAB. I, obr. d). Stlačené bunky strechy sú 5,3 až 6,5 μm (5,7 μm ±0,47 sd) dlhé a majú 7,1 až 9 μm (8,4 μm ±0,79 sd) v priemere. Strechu tvorí 6 až 7 buniek (bez buniek epithallia), avšak povrch je často abradovaný. Pórové kanáliky sú v priereze do 60 μm dlhé a majú 8,8 až 10,4 μm v priemere. Strecha je plochá, miestami zľahka vydutá, bez okrajového lemu.

Poznámky: Umiestnenie tetra-bisporangiových konceptakúl, neprítomnosť okrajového lemu, spôsob zónovania perithalia, plochý až elipsovitý tvar buniek strechy a viac-menej trojuholníkové dutinky nad strechami konceptakúl sú podľa Bassa (1995) považované za znaky vymedzujúce druh v rámci rodu *Lithothamnion*.

Stratigrafický rozsah: *L. minervae* je známy z neogénnych sedimentov a vyskytuje sa aj v recente (Basso, 1995). Druh nebol z Viedenskej panvy ešte opísaný ani pod synonymickým označením *L. fruticulosum*, ani pod platným menom *L. minervae* (Schaleková, 1978).

Lithothamnion valens Foslie, 1909
TAB. I, obr. e – h

1946 *Lithothamnion ramosissimum* (Gümbel) – Conti, p. 18 – 22, Pl. I/1 a – f; Pl. VII/1 – 3
1995 *Lithothamnion valens* – Basso, p. 360 – 364, Pl. 6, Figs. 1 – 6; Pl. 7, Figs. 1 – 6
1997 *Lithothamnion valens* – Basso, Fravega & Vannucci, p. 170 – 174, Pl. 37, Figs. 1 – 8; Pl. 38, Figs. 1 – 6
1997 *Lithothamnion ramosissimum* (Gümbel non Reuss) Basso, Fravega & Vannucci, p. 174 – 176, Pl. 39, Figs. 1 – 6

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbrusoch SR6 a SR7. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.

Rastová forma (morfológia): Riasa rastie ako voľná protuberancia, I. až II. typ (Bosence in Peryt, 1983). Protuberancie často dorastajú do dĺžky 1 cm a šírky 0,5 cm.

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka je monomérna. Nekoaxiálne hypothallium (TAB. I, obr. f) tvorí najčastejšie 12 obdĺžnikových buniek, niekedy sa bunky divergentne stáčajú a vytvárajú plumózne hypothallium. Treba poznamenať, že v študovaných vzorkách bolo možné merať len sekundárne hypothallium tvoriace sa počas regenerácie nad poškodenou časťou stielky. Bunky merajú na dĺžku 18,2 až 24,1 μm (20,7 μm ±2,36 sd) a 6,3 až 8,3 μm (7,2 μm ±0,78 sd) v priemere. Perithallium má v protuberanciách radiálnu stavbu s dobre viditeľnými zónami (TAB. I, obr. g). Zóny sú výsledkom striedania 3 až 5 dlhých obdĺžnikových a tenkostenných buniek s ovoidným lumenom a 3 až 6 (najčastejšie 3) krátkych, obdĺžnikových až štvorcových hrubostenných buniek. Dlhé bunky sú dlhé 12,9 až 21,3 μm (17,2 μm ±3,4 sd) a v priemere dosahujú 6,6 až 8 μm (7,3 μm ±0,51 sd). Krátke bunky merajú 9,1 až 13 μm (10,7 μm ±1,4 sd) na dĺžku a 6,4 až 8 μm (7,2 μm ±0,58 sd) v priemere. Hrúbka zón je do 100 μm. Bunky epithallia neboli merané. Avšak epithalliu podobné sploštené bunky sa na povrchu abradovanej stielky nachádzajú (TAB. I, obr. f).

Reproduktívne štruktúry (konceptakulá) (TAB. I, obr. e): Mnohopórové tetra-bisporangiové konceptakulá sa rodia väčšinou po stranách protuberancií. Sú vysoké 149,4 až 162,1 μm (157,1 μm ±6,8 sd) a v priemere majú 226 až 330,2 μm (281,8 μm ±52,46 sd). Strecha je tvorená 6 až 7 vrstvami buniek. Konceptakulá sú oválne s plochým dnom a vystupujú nad stielku. Strecha je plochá, bez okrajového lemu (TAB. I, obr. h).

Poznámky: Názvy *L. valens* Foslie a *L. ramosissimum* (Gümbel non Reuss) Conti sú synonymá s prioritou prvého spomenutého mena (Basso et al., 1997). Druh *L. ramosissimum* (Reuss) Piller je dnes akceptovaný ako odlišný druh. Obidva druhy, *L. valens* [ako *L. ramosissimum* (Gümbel non Reuss) Conti] a *L. ramosissimum* (Reuss) Piller, boli opísané Contim (1946a, b) z Litavských vrchov v Rakúsku ako jeden druh *Palaeothamnium archaeotypum*. Líšia sa však rozdielnym typom zónovania a výškou konceptakúl, ktorá nepresahuje 130 μm pri type *L. ramosissimum* (Reuss) Piller (Basso et al., l. c.). *L. valens* môže dorastať do protuberancií dlhých až 3 cm (Basso, 1995).

Stratigrafický rozsah: *L. valens* je známy od priabónu do recentu (Basso et al., 1997).

Lithothamnion ramosissimum (Reuss) Piller, 1994
TAB. II, obr. a – d

1996 *Lithothamnion ramosissimum* (Reuss) – Aguirre, Braga & Piller, p. 3 – 5, Pl. I, Figs. 1 – 6; Pl. II, Figs. 1 – 6

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbrusoch SR7 a SR-A3a. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.

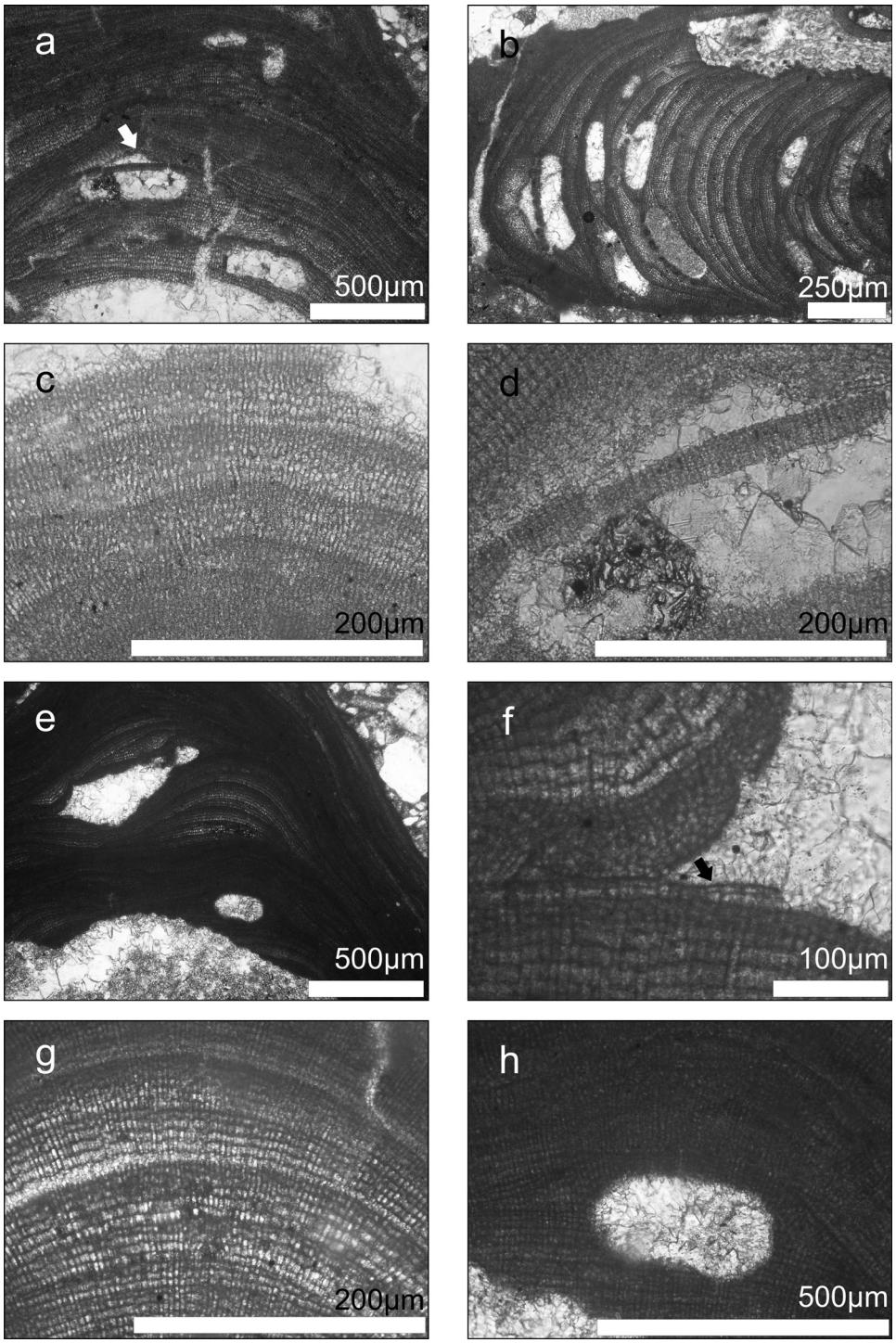
Rastová forma (morfológia): Riasa tvorí jednoduché protuberancie typu I až II (Bosence in Peryt, 1983). Protuberancie merajú na dĺžku 4,5 až 5 mm a na šírku 3 až 3,5 mm.

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka je monomérna. Nekoaxiálne hypothallium (TAB. II, obr. b) tvorí 3 až 18 obdĺžnikových buniek. Bunky merajú 9,6 až 27,8 μm (18,4 μm ±4,47 sd) na dĺžku a 4 až 12,4 μm (8 μm ±2,02 sd) v priemere. Stavba stielky v protuberanciách je radiálna (TAB. II, obr. d). Perithallium je tvorené obdĺžnikovými až štvorcovými bunkami. Bunky sú 6,7 až 15,9 μm (11 μm ±2,45 sd) dlhé a majú 4,9 až 11,5 μm (8,3 μm ±1,84 sd) v priemere. Perithallium je zónované (TAB. II, obr. c). Zóny tvoria dlhšie bunky, ktoré sa pozvoľna skracujú smerom hore. Vrstva dlhých buniek ostro nasadá na krátke bunky. Na povrchu je niekedy prítomná jedna vrstva krycích buniek epithallia. Bunky sú sploštené s hranatými rohmi. Merajú 2,9 až 5,4 μm na dĺžku a 7,5 až 11,2 v priemere.

Reproduktívne štruktúry (konceptakulá): Pozorované boli len tetra-bisporangiové konceptakulá. Konceptakulá (TAB. II, obr. a) sú mnohopórové. Často sú zachytené vývojové štádiá s dlhými bunkami v komôrkach. Konceptakulá merajú 85 až 132 μm (110,3 μm ±11,8 sd) na výšku a 235,4 až 483 μm (368 μm ±75,7 sd) v priemere. K ich tvorbe dochádza na stranách protuberancií. Strecha konceptakúl, pozostávajúca zo 7 buniek, je tvorená štvorcovými bunkami. Bunky sú 3,6 až 11,7 μm (7,6 μm ±2,56 sd) dlhé a 3,6 až 10,7 μm (7 μm ±1,85 sd) široké. Strecha je hrubá 22 až 68 μm, pričom tenšie sú abradované strechy alebo strechy nedozretých konceptakúl. Pórové kanáliky merajú 24 až 68 μm na dĺžku a sú široké 6,5 až 18 μm. Strecha je plochá, bez okrajového lemu.

Poznámky: Konceptakulá môžu byť vyplnené veľkými a dlhými bunkami. Ide o vývojové štádiá konceptakúl. Prítomnosť takýchto konceptakúl bola v minulosti mylne považovaná za diagnostický znak rodu *Palaeothamnium* Conti s typovým druhom *P. archaeotypum*, keďže vývojové štádiá boli pozorované aj v iných rodoch (Aguirre et al., 1996).

Stratigrafický rozsah: Druh *L. ramosissimum* je známy z bádenských litavských vápencov Viedenskej panvy (Conti, 1946b; Aguirre et al., 1996). Druh bol identifikovaný Schalekovou (1973) vo vrchnobádenských vápencoch



TAB. I. *Lithothamnion minervae* Basso (obr. a – d). **a** – tetra-bisporangiové mnohopórové konceptakulá s viac-menej trojuholníkovým otvorom nad strechou (šípka), mierka je 500 µm; **b** – protuberancia s tetra-bisporangiovými konceptakulami na jej vrcholoch, mierka je 250 µm; **c** – zónovanie perithallia, mierka je 200 µm; **d** – detail na strechu konceptakula so širokými a stlačenými bunkami, mierka je 200 µm. *Lithothamnion valens* Foslie (obr. e – h); **e** – tetra-bisporangiové mnohopórové konceptakulum na okraji protuberancie, mierka je 500 µm; **f** – možné bunky epithallia, mierka je 100 µm; **g** – zóny perithallia, mierka je 200 µm; **h** – detail na konceptakulum z obr. e, mierka je 500 µm.

Pl. I. *Lithothamnion minervae* Basso (Figs. a – d); **a** – tetra-bisporangial multiporate conceptacles with more or less triangular opening above the roof (arrow). Scale bar – 500 µm; **b** – protuberance with tetra-bisporangial conceptacles at the apices. Scale bar – 250 µm; **c** – zones in perithallium. Scale bar – 200 µm; **d** – detail of conceptacle roof with wide and flattened cells. Scale bar – 200 µm. *Lithothamnion valens* Foslie (Figs. e – h); **e** – tetra-bisporangial multiporate conceptacle et the side of protuberance; **f** – possible cells of epithallium. Scale bar – 100 µm; **g** – zones of perithallium. Scale bar – 200 µm; **h** – detail of conceptacle from Fig. I/e. Scale bar – 500 µm.

v lokalite Vajarská pri Rohožníku ako *Palaeothamnium archaeotypum* (Conti, 1946).

***Lithothamnion* sp.**
TAB. II, obr. e – h

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbrusoch SR8, SR-A3, SR-A7. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.

Rastová forma (morfológia): Jednodruhové kríčkové rodolity a z nich odlomené protuberancie sú vo výbrusoch časté, typ III až IV (Bosence in Peryt, 1983). Rodolity môžu merať na priereze 5,5 x 4,2 cm. Jednotlivé protuberancie môžu dosahovať dĺžky 1,5 až 2 cm.

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka je monomérna. Nekoaxiálne hypothallium (TAB. II, obr. f) je tvorené 6 až 16 bunkami (ojedinele aj 20). Bunky na dĺžku merajú 16 až 30,5 μm (23,6 μm ±4,58 sd) a 6,7 až 12,6 μm (8,5 μm ±2,23 sd) v priemere. Perithallium je zónované (TAB. II, obr. f), tvorené dlhšími bunkami, ktoré sa pozvoľna skracujú. Vrstva dlhších buniek ostro nasadá na kratšie bunky v mieste novej zóny. Zónovanie nemusí byť prítomné. Bunky perithallia sú dlhé 9,4 až 15 μm (11,8 μm ±2,39 sd) a v priemere dosahujú 7,9 až 10,7 μm (8,8 μm ±1,48 sd). Epithallium (TAB. II, obr. h) tvoria 1 až 2 vrstvy krycích buniek. Bunky sú 4 až 5,2 μm (4,5 μm ±0,71 sd) dlhé a majú 7,1 až 8,7 μm (7,5 μm ±0,97 sd) v priemere. Sú sploštené a hranaté v rohoch.

Reproduktívne štruktúry (konceptakulá) (TAB. II, obr. e): Pozorované boli len tetra-bisporangiové mnohopórové konceptakulá. Tvoria sa na vrchoch protuberancií. Ich výška je 137,8 až 256,4 μm (216,1 μm ±41,46 sd) a priemer 447,1 až 724,9 μm (545,8 μm ±85 sd). Strechu tvorí 9 až 11 vrstiev buniek, ktoré sú 6,7 až 12,3 μm dlhé a majú 4,8 až 7,6 μm v priemere. Strecha je hrubá 60,4 až 100 μm. Strecha je plochá, miestami zľahka vydutá, bez okrajového lemu (TAB. II, obr. g).

Poznámky: *Lithothamnion* sp. s viac-menej trojuholníkovým otvorom nad konceptakulami pripomína druh *L. minervae*, od ktorého ju odlišujem podľa tvaru buniek strechy a oveľa väčších konceptakúl.

Rod *Phymatolithon* Foslie, 1898

Phymatolithon calcareum (Pallas) Adey & McKibbin, 1970
TAB. III, obr. a – d

1970 *Phymatolithon calcareum* – Adey & McKibbin, p. 100 – 106, Figs. 1 – 3
1973 *Lithothamnium operculatum* (Conti) – Schaleková, Tab. LXXI, obr. 1
1997 *Phymatolithon calcareum* – Basso, Fravega & Vannucci, p. 168 – 169, Pl. 36, Figs. 1 – 7

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbrusoch SR-A4 a SR-A7. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.

Rastová forma (morfológia): Riasa rastie do malých, 2 cm širokých kríčkových rodolitov typu III (Bosence in Peryt, 1983). Vo výbrusoch sú časté úlomky protuberancií.

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka je monomérna. Nekoaxiálne hypothallium je tvorené 7 až 8 obdĺžnikovými bunkami. Bunky hypothallia sú dlhé 12,9 až 14,5 μm (13,9 μm ±0,7 sd) a 5,7 až 6,2 μm (5,9 μm ±0,21 sd) v priemere. Stavba stielky v protuberanciách je radiálna (TAB. III, obr. a). Perithallium je zónované (TAB. III, obr. d). Tvoria ho obdĺžnikové až ovoidné bunky, ktoré merajú na dĺžku 5,1 až 8 μm (6,9 μm ±0,88 sd) a v priemere 5,1 až 6,3 μm (5,5 μm ±0,38 sd). Na povrchu niektorých stielok boli pozorované menšie bunky, viac-menej štvorcové, v priereze so zaoblenými rohmi. Merajú 2,9 až 4,8 μm (3,9 μm ±0,67 sd) na dĺžku a 4,9 až 5,5 μm (5,2 μm ±0,23 sd) v priemere. To, či ide o bunky epithallia alebo perithallia, nie je zrejmé.

Reproduktívne štruktúry (konceptakulá) (TAB. III, obr. b): Pozorované boli len tetra-bisporangiové konceptakulá. Sú mnohopórové a na streche majú periférny lem, viditeľný na prierezoch ako diskovitý otvor (TAB. III, obr. c) nikdy nepresahujúci priemer konceptakúl. Konceptakulá sú 87,5 až 104,4 μm (94,8 μm ±7,05 sd) vysoké a vo svojom priemere merajú 154 až 189,6 μm (174,6 μm ±15,08 sd). Strecha pozostáva z 5 vrstiev buniek, ktoré merajú na dĺžku 5,3 až 6,4 μm (5,9 μm ±0,44 sd) a majú v priemere 4,61 až 6,17 μm (5,4 μm ±0,59 sd). Strecha má hrúbku 25,9 až 28,9 μm.

Poznámky: *P. calcareum* bola popísaná Schalekovou (1973) pod označením *Lithothamnium operculatum.* Označenie *L. operculatum* je dnes akceptované ako synonymum *P. calcareum* (Basso et al., 1997).

Stratigrafický rozsah: *P. calcareum* je známa od oligocénu po recent (Basso et al., 1997). Schaleková (l. c.) opísala *P. calcareum* z vrchnobádenských vápencov lokality Vajarská pri Rohožníku.

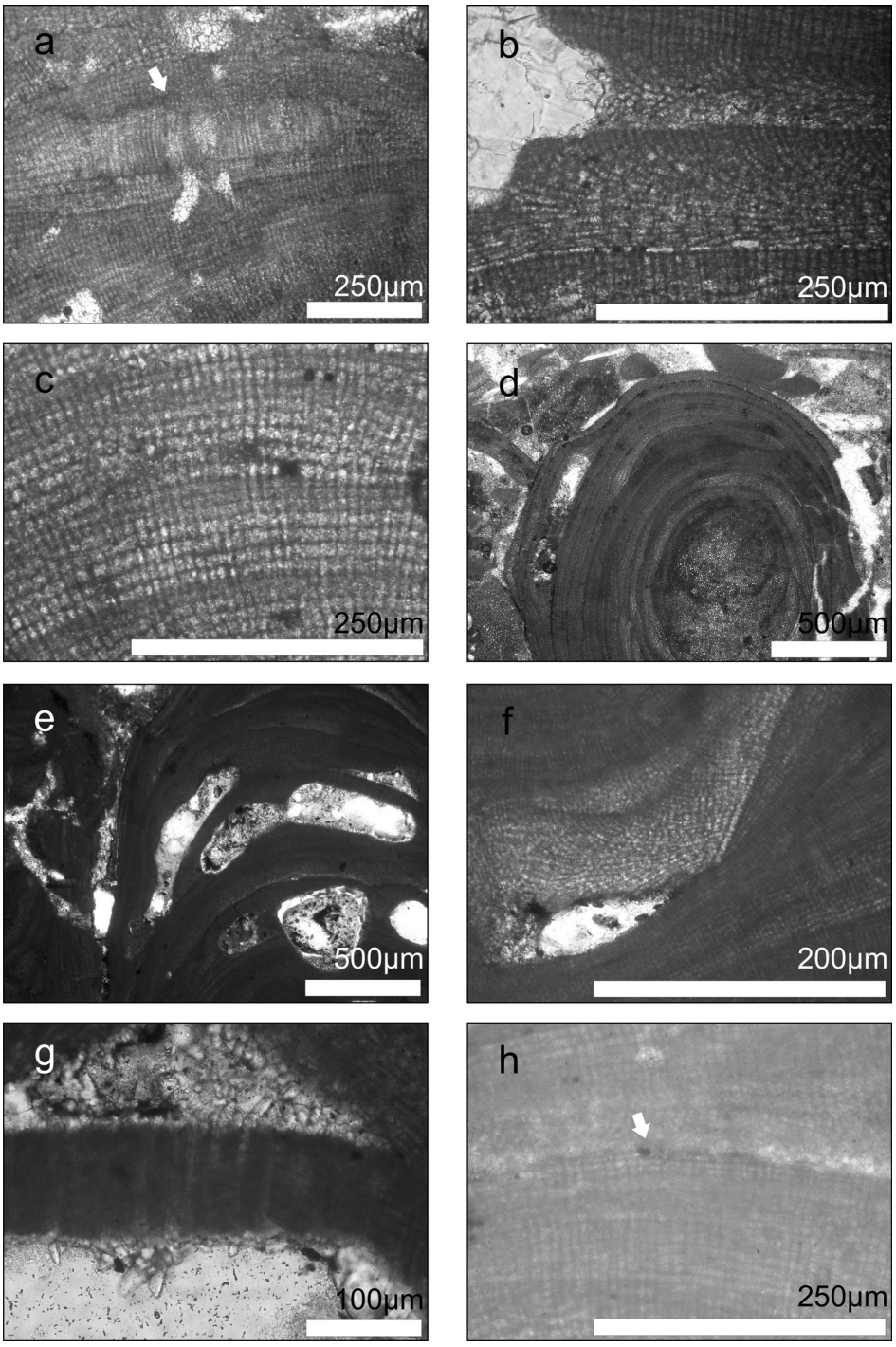
Rod *Mesophyllum* Lemoine, 1928

***Mesophyllum* sp.**
TAB. III, obr. e – g

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbruse SR-A2. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.

Rastová forma (morfológia): Riasa tvorí drobné jednodruhové (monošpecifické) rodolity, voľné vetvičky (TAB. III, obr. e), typ I až III (Bosence in Peryt, 1983). Vznikajú polámaním protuberancií, ktoré pokračujú v raste vytvorením kôry okolo úlomku.

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka je monomérna. Koaxiálne hypothallium (TAB. III, obr. g) je tvorené 13 až 15 bunkami obdĺžnikového až mierne trapezoidálneho tvaru. V niektorých častiach môže mať aj nekoaxiálnu stavbu. Bunky sú dlhé 15,6 až 22,4 μm (19,2 μm ±2,17 sd) a v priemere majú 6,3 až 7,7 μm (7,2 μm ±0,47 sd). Perithallium má v protuberanciách radiálnu stavbu. Perithallium je zónované. Zóny sa zdajú byť čiastočne výsledkom akumulácie mikritu v stielke. Zóny sú nepravidelné, miestami šošovkovité. Perithallium



TAB. II. *Lithothamnion ramosissimum* (Reuss) Piller (obr. a – d). **a** – tetra-bisporangiové mnohopórové konceptakulum (šípka), mierka je 250 µm; **b** – nekoaxiálne hypothallium, mierka je 250 µm; **c** – spôsob zónovania perithallia, mierka je 250 µm; **d** – tetra-bisporangiové konceptakulum na protuberancii, mierka je 500 µm. *Lithothamnion* sp. (obr. e – h). **e** – tetra-bisporangiové mnohopórové konceptakulá na vrchole protuberancie s otvorom podobným *Lithothamnion minervae*, mierka je 500 µm; **f** – hrubé nekoaxiálne hypothallium, mierka je 200 µm; **g** – detail strechy konceptakula s pórovými kanálikmi, tvorenej štvorcovými až obdĺžnikovými bunkami, mierka je 100 µm; **h** – vrstva buniek epithallia (šípka), mierka je 250 µm.

Pl. II. *Lithothamnion ramosissimum* (Reuss) Piller (Figs. a – d). **a** – tetra-bisporangial multiporate conceptacles (arrow). Scale bar – 250 µm; **b** – non-coaxial hypothallium. Scale bar – 250 µm; **c** – type of zonation in perithallium. Scale bar – 250 µm; **d** – tetra-bisporangial conceptacle on protuberance. Scale bar – 500 µm. *Lithothamnion* sp. (Figs. e – h). **e** – tetra-bisporangial multiporate conceptacle at the apices of protuberance, similar to *Lithothamnion minervae*. Scale bar – 500 µm; **f** – thick non – coaxial hypothallium. Scale bar – 200 µm; **g** – detail of conceptacles roof with pore canals, and composed of squarish to rectangular cells. Scale bar – 100 µm; **h** – layer of epithallial cells. Scale bar – 250 µm.

pozostáva z buniek 7,9 až 11,6 μm (9,7 μm ±1,1 sd) dlhých a dosahujúcich 5,7 až 7,2 μm (6,7 μm ±0,63 sd) v priemere. V centrálnych častiach protuberancie sú bunky výrazne dlhšie, majú často deformované bočné steny a sú slabo laterálne zarovnané. V kôre sú bunky kratšie a je možné na niektorých častiach pozorovať laterálne aj vertikálne zarovnanie buniek. Na povrchu perithallia je jedna vrstva buniek. Sú štvorcové až stlačené. Ich dĺžka je 3,4 až 4 μm (3,7 μm ±0,23 sd) a priemer 5,1 až 5,5 μm (5,3 μm ±0,13 sd).

Reproduktívne štruktúry (konceptakulá): Pozorované boli tetra-bisporangiové mnohopórové konceptakulá (TAB. III, obr. f). Konceptakulá majú plochú strechu s náznakom okrajového lemu. Tvar je viac-menej konštantný, oválny s plochým dnom. Konceptakulá sa tvoria po stranách protuberancií, ako aj v kôrovej časti. Výrazne prečnievajú na povrch, ale často sú prekryté ďalším nárastom. Na výšku merajú 166,6 až 171,8 μm (169,6 μm ±2,2 sd) a 272,5 až 409,2 μm (341,2 μm ±55,82 sd) v priemere. Gametangiové konceptakulá a konceptakulá karposporofytu neboli pozorované.

Čeľaď **Corallinaceae** Lamouroux, 1812
Podčeľaď **Lithophylloideae** Setchell, 1943
Rod *Lithophyllum* Philippi, 1837

***Lithophyllum* sp.**
TAB. III, obr. h

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbruse SR-A1. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.

Rastová forma (morfológia): Riasa vytvára tenkú kôru s hrúbkou 94 až 157 μm na protuberancii inej koralinnej riasy.

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka má dimérne organizovanú stielku. Spodná vrstva je tvorená jedným radom štvorcových až obdĺžnikových primigénnych buniek viac-menej rovnakých rozmerov ako majú postigénne bunky, tvoriace dorzálnu časť stielky. Primigénne bunky sú 15,1 až 17,4 μm (16,6 μm ±1,07 sd) vysoké a 11,7 až 14,6 μm (13 μm ±1,15 sd) dlhé. Postigénne bunky sú dlhé 13 až 22 μm (17,3 μm ±2,89 sd) a v priemere majú 10,9 až 13,8 μm (12,7 μm ±1,11 sd). Bunky sú laterálne aj vertikálne dobre zarovnané bez fúzie buniek. Epithalliové bunky neboli pozorované.

Reproduktívne štruktúry (konceptakulá) (TAB. III, obr. h): Pozorované boli jednopórové tetra-bisporangiové konceptakulá. Sú elipsovité až šošovkovité, vyklenuté. Na výšku merajú 88,9 až 108,8 μm (96,2 μm ±8,94 sd) a 292,9 až 328,3 μm (306,5 μm ±15,59 sd) v priemere. Strecha pozostáva z 2 buniek rovnako dlhých ako okolie, alebo z jednej vrstvy palisádových buniek dlhých často 24,7 až 27,1 μm (25,6 μm ±0,85 sd) a v priemere dosahujúcich 8,2 až 10,6 μm (9 μm ±0,86 sd). Bunky strechy (TAB. III, obr. h) sú kolmé k streche konceptakula (typ II podľa Johansena, 1981). Konceptakulá sú často naskladané na seba.

Podčeľaď **Mastophoroideae** Setchell, 1943
Rod *Spongites* Kützing, 1841

Spongites albanensis (Lemoine) Braga, Bosence & Steneck, 1993
TAB. IV, obr. a – d

1993 *Spongites albanensis* – Braga, Bosence & Steneck, p. 344, Pl. 2, Figs. 1, 3 – 4
1978 *Lithophyllum albanense* – Schaleková, Tab. XXIII, obr. 1 – 2, XXIV, obr. 1 – 2, XXV, obr. 12, XXVI, obr. 1 – 2

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbruse SR5. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.

Rastová forma (morfológia): Riasa sa vo výbrusoch nachádza vo forme dlhých protuberancií. Protuberancie sú dlhé do 1 cm a široké 0,3 až 0,5 cm.

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka je monomérna. Plumózne hypothallium (TAB. IV, obr. d) je koaxiálne až nekoaxiálne, tvorené 6 až 10 obdĺžnikovými bunkami. Bunky sú dlhé 19 až 23,1 μm (21 μm ±1,56 sd) a v priemere majú 8,7 až 10,7 μm (9,5 μm ±0,75 sd). Perithallium tvoria bunky nepravidelných rozmerov, pospájané fúziou (TAB. IV, obr. b, c), často viacnásobnou. Na dĺžku merajú 13,3 až 16,6 μm (14,8 μm ±1,26 sd) a v priemere 11,4 až 14,3 μm (13 μm ±1,32 sd). Perithallium je zónované (TAB. IV, obr. b), v protuberanciách s radiálnym usporiadaním buniek. Zóna začína vrstvou výrazne dlhých buniek. Epithallium je prítomné v jednej vrstve. Bunky epithallia nie sú spojené fúziou. Na výšku merajú 5,8 až 7 μm (6,2 μm ±0,57 sd) a v priemere 7 až 8,6 μm (7,8 μm ±0,6 sd). Majú štvorcový až stlačený tvar.

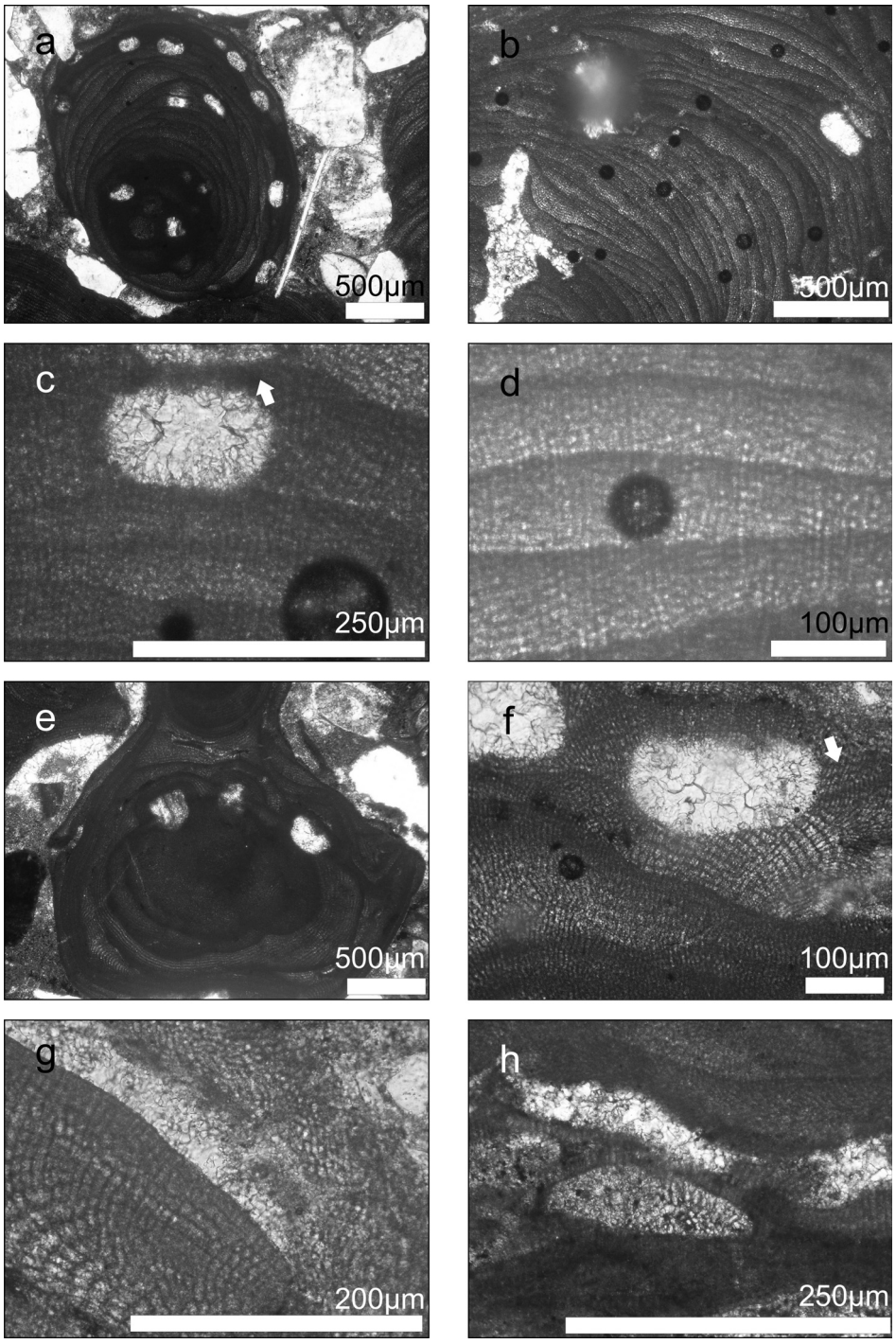
Reproduktívne štruktúry (konceptakulá) (TAB. IV, obr. a): Pozorované boli tatrasporangiové konceptakulá. Na výšku merajú do 167,9 μm (bez pórového kanálika) a v priemere merajú do 392,8 μm. Pórový kanál je cylindrický až kužeľovitý. Bunky strechy sú uložené súbežne so strechou konceptakula (konceptakulum typu I podľa Johansena, 1981). Strecha je tvorená bunkami dlhými 11,3 až 12,8 μm a v priemere dosahujúcimi 9,1 až 11,5 μm.

Stratigrafický rozsah: Druh bol opísaný Schalekovou (1978) z bádenskej lokality Modrý majer – lom (Dunajská panva) ako *Lithophyllum albanense* Lemoine. *S. albanensis* je bežný v neogénnych sedimentoch (Braga et al., 1993).

Rad **Sporolithales** Le Gall, Payri, Bittner & Saunders, 2009
Čeľaď **Sporolithaceae** Verheij, 1993
Rod *Sporolithon* Heydrich, 1897

***Sporolithon* sp.**
TAB. IV, obr. e – h

Materiál: Diagnostické znaky boli najlepšie pozorované vo výbruse ST-SR-2. Ústav geologických vied, Masarykova univerzita, Brno.



TAB. III. *Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey et McKibbin (obr. a – d). **a** – tetra-bisporangiové konceptakulá na protuberancii, mierka je 500 µm; **b** – tetra-bisporangiové konceptakulum s otvorom diskového tvaru nad strechou, mierka je 500 µm; **c** – detail konceptakula s perifémym lemom na streche (šípka), mierka je 250 µm; **d** – zóny perithallia, mierka je 100 µm. *Mesophyllum* sp. (obr. e – g). **e** – protuberancia s tetra-bisporangiovými mnohopórovými konceptakulami, mierka je 500 µm; **f** – tetra-bisporangiové konceptakulum a sekundárne koaxiálne hypothallium (šípka), mierka je 100 µm; **g** – detail koaxiálneho hypothallia, mierka je 200 µm; **h** – *Lithophyllum* sp. s jednopórovým tetra-bisporangiovým konceptakulom a predĺženými bunkami strechy, mierka je 250 µm.

Pl. III. *Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey et McKibbin (Figs. a – d). **a** – tetra-bisporangial multiporate conceptacles on protuberance. Scale bar – 500 µm; **b** – tetra-bisporangial conceptacle with disk-shaped opening above the roof. Scale bar – 500 µm; **c** – detail of conceptacle with peripheral rim at the roof (arrow). Scale bar – 250 µm; **d** – zones of perithallium. Scale bar – 100 µm. *Mesophyllum* sp. (Figs. e – g). **e** – protuberance with tetra-bisporangial multiporate conceptacles. Scale bar – 500 µm; **f** – tetra-bisporangial conceptacle and secondary coaxial hypothallium (arrow). Scale bar – 100 µm; **g** – detail of coaxial hypothallium. Scale bar – 200 µm; **h** – *Lithophyllum* sp. with uniporate tetra-bisporangial conceptacle and elongated cells in conceptacles roof. Scale bar – 250 µm.

Rastová forma (morfológia): Riasa tvorí protuberantné monošpecifické rodolity typu I až II (Bosence in Peryt, 1983).

Opis (vegetatívna anatómia): Stielka je monomérna. Nekoaxiálne hypothallium (TAB. IV, obr. g) je tvorené 18 obdĺžnikovými bunkami. Bunky merajú na dĺžku 16,8 až 25,9 μm (21,3 μm ±3,16 sd) a 9,2 až 14,8 μm (12 μm ±1,68 sd) v priemere. Perithallium tvoria štvorcové až obdĺžnikové bunky. Sú dlhé 10 až 19,8 μm (15,7 μm ±3,53 sd) a v priemere majú 8,5 až 13 μm (10,4 μm ±1,29 sd). Perithallium (TAB. IV, obr. h) je nepravidelne zónované. Zóny sú tvorené 6 až 7 vrstvami krátkych a štvorcových buniek, ktoré sa striedajú s 5 až 6 vrstvami dlhých a obdĺžnikových buniek. V niektorých častiach stielky zónovanie nebolo viditeľné. Epithalliové bunky 5,1 až 5,3 μm (5,2 μm ±0,05 sd) dlhé a dosahujúce 8,7 až 10,7 μm (9,5 μm ±0,83 sd) v priemere, sú prítomné v jednej vrstve. Perithallium má v protuberanciách radiálnu stavbu.

Reproduktívne štruktúry (konceptakulá): Pozorovaných bolo 13 tetrasporangiových priehradok usporiadaných do soru (TAB. IV, obr. e), navzájom oddelených 1 až 3 vláknami (parafýzami). Avšak miestami sú prítomné izolovane (TAB. IV, obr. f). Parafýzy sú tvorené predĺženými bunkami odlišných rozmerov než bunky okolia. Pod tetrasporangiovými priehradkami sú výrazne dlhšie bunky než bunky perithallia pod týmito bunkami (TAB. IV, obr. e, f). Merajú 17,5 až 25,2 μm (21,1 μm ±3,14 sd) na výšku a majú 10,2 až 11 μm (10,6 μm ±0,29 sd) v priemere. Tetrasporangiové priehradky merajú na výšku 82,5 až 88,8 μm (85,7 μm ±2,52 sd), na šírku 50 až 55 μm (53,2 μm ±2,07 sd). Strecha je tvorená štyrmi bunkami.

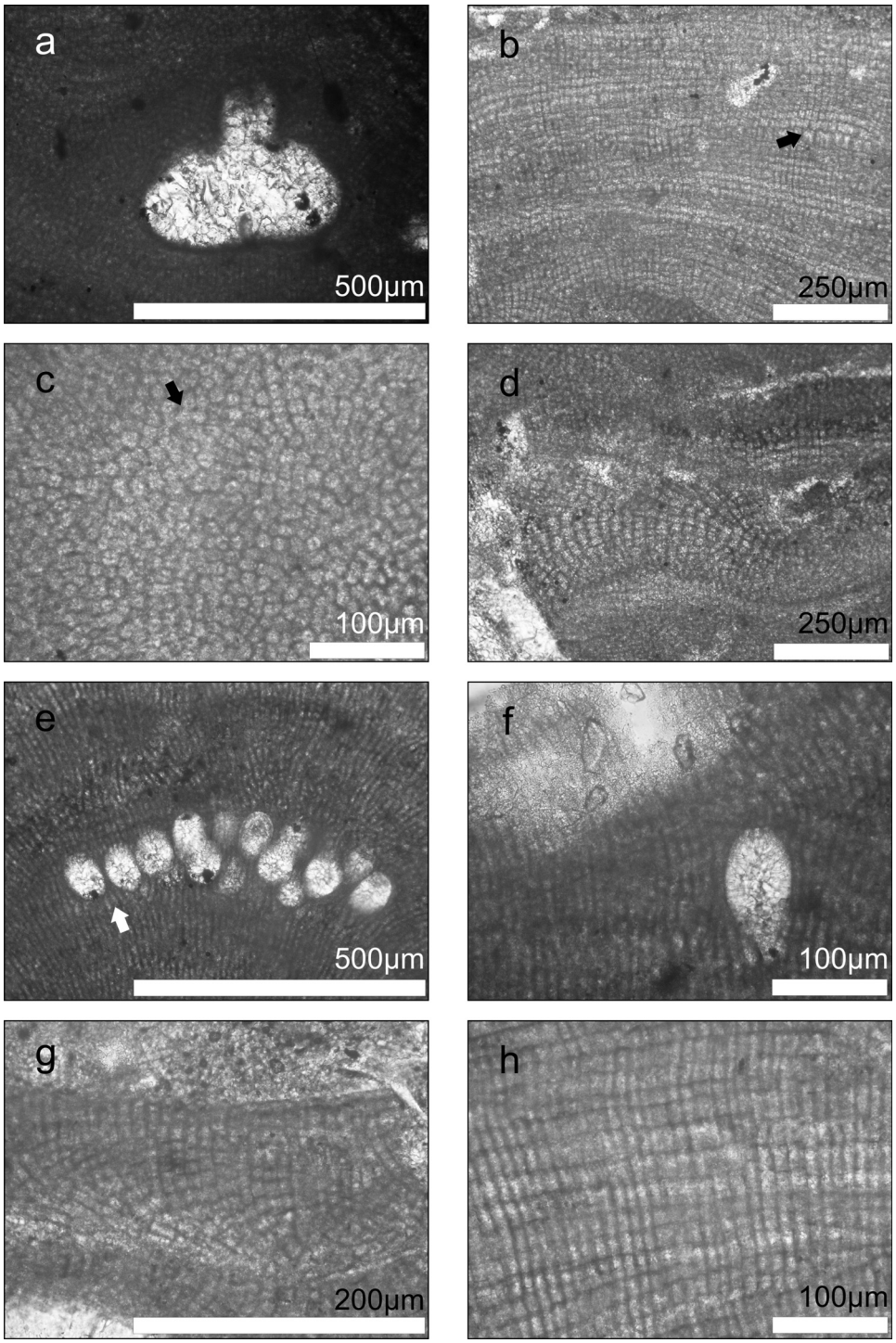
Poznámky: *Sporolithon* sp. zodpovedá popisu *Archaeolithothamnion sandbergi* n. ns. z Devínskej Novej Vsi – Sandberg (Schaleková, 1978). Avšak bunky hypothalia dlhé 32 μm neboli pozorované a rovnako sporangiové komôrky v študovanej riase môžu byť aj o tri μm menšie (82,5 μm oproti 86 μm minimálnej hodnoty).

Diskusia

V predkladanej práci bolo popísaných deväť druhov rias z dvoch radov, Corallinales a Sporolithales, podtriedy Corallinophycidae. Celkovo predstavujú šesť rodov štyroch podčeľadí: Melobesioideae *(Lithothamnion, Phymatolithon, Mesophyllum),* Lithophylloideae *(Lithophyllum),* Mastophoroideae *(Spongites)* a Sporolithoideae *(Sporolithon)*. Jediná podčeľaď Lithophylloideae nemá bunky priľahlých vlákien pospájané fúziou buniek. Rovnako len jediná podčeľaď Melobesioideae má tetrasporangiové konceptakulá mnohopórové. Rad Sporolithalles má tetrasporangie tvoriace sa v izolovaných komôrkach v kalcifikovaných priehradkách sporangiových komplexov usporiadané izolovane alebo zoskupené v sorusoch a oddelené parafýzami (Townsend et al., 1995; Le Gall a Saunders, 2007). Ostatné dve podčeľade majú tetrasporangiové konceptakulá s jedným pórom (Braga et al., 1993), avšak líšia sa vznikom tvorby strechy, ktorý je rozdielny. Mastophoroidné riasy produkujú konceptakulá z iniciálnych buniek v okolí fertilného disku. Vlákna iniciálneho meristému sú vedené viac-menej pozdĺžne so strechou tetra-bisporangiových konceptakúl a stáčajú sa nahor k povrchu. Naopak, druhy podčeľade Lithophylloideae produkujú tetra-bisporangiové konceptakulá z iniciálnych buniek roztrúsených v priestore meristému. Strecha tatrasporangiových konceptakúl je preto tvorená bunkami kolmými na strechu konceptakulu (Johansen, 1981). Na základe uvedených znakov bolo možné zaradiť druhy do systému na úrovni rodu podľa kľúča publikovaného v práci Bragu et al. (1993). Každá z podčeľadí určená v tejto práci, až na jednu (Melobesioideae), je zastúpená jediným rodom a druhom.

Pri melobesioidných riasach sa často používa ako diagnostické kritérium pre rod hypothallium a pre tvar buniek epithallium. Koaxiálne až nekoaxiálne hypothallium môže mať rod *Mesophyllum*. Rody *Lithothamnion* a *Phymatolithon* nemajú koaxiálne hypothallium (Braga et al., 1993). Tieto dva rody je možné odlíšiť podľa tvaru buniek epithallia a dĺžky buniek meristému. Rod *Lithothamnion* – podobne ako rod *Mesophyllum* – má bunky meristému rovnako dlhé alebo dlhšie ako bunky ležiace pod nimi. Naopak, rod *Phymatolithon* má bunky meristému rovnako dlhé alebo kratšie než bunky hneď pod nimi. Riasy rodu *Lithothamnion* majú bunky epithallia sploštené s hranatými rohmi, avšak rody *Mesophyllum* a *Phymatolithon* majú epithalliové bunky len stlačené so zaoblenými rohmi (Braga et al., 1993). V poslednom čase sa ukazuje prítomnosť koaxiálneho hypothallia ako nevhodná pri identifikácii recentného druhu *Mesophyllum macedonis*, ktorý bol do rodu zaradený na základe buniek v póroch (Athanasiadis, 1999). Prítomnosť koaxiálneho hypothallia, aspoň na krátkych vzdialenostiach, však umožňuje vyčleniť rod *Mesophyllum* vo fosílnom zázname (Braga et al., 1993). Nie všetky znaky bolo možné pozorovať v študovaných riasach. Bunky označované ako iniciálne bunky, alebo tiež ako meristém, sa často nezachovali, aj keď bunky epithallia, ktoré priamo podstielajú, pozorované boli. Ostatné spomenuté znaky boli pozorované aj na stielkach určených rias, a preto je možné na určenie rodov rias z lokality Vrchnej hory pri Stupave použiť kľúč na identifikáciu rodov navrhnutý Bragom et al. (1993). Aj keď na základe výsledkov len jediný rod *Lithothamnion* je zastúpený viacerými druhmi, určené množstvo druhov koralinných rias pravdepodobne nie je konečné. Diagnostické znaky koralinných rias rodu *Lithothamnion* boli v minulosti viackrát skúmané (Woelkerling, 1983; Basso, 1995). Ako významné na úrovni druhu sa ukázali znaky spojené so strechou tetrasporangiových konceptakúl, tvar a počet buniek strechy a epithallia, prítomnosť a spôsob zónovania perithallia (Woelkerling, 1983; Basso, l. c.; Basso et al., 2004). Parametre buniek hypothallia a perithallia a parametre tetrasporangiových konceptakúl sa v pozorovaných riasach prekrývajú a samostatne sa ukazujú ako nespoľahlivý diagnostický znak na vymedzenie druhov.

Plytkovodným vápencom dominujú melobesioidné riasy (podčeľaď Melobesioideae), ktoré prevládajú v prostredí



TAB. IV. *Spongites albanensis* (Lemoine) Braga, Bosence & Steneck (obr. a – d). **a** – tetra-bisporangiové jednopórové konceptakulum, mierka je 500 µm; **b** – perithallium s fúziou buniek (šípka), mierka je 250 µm; **c** – detail priečneho rezu na perithallium s fúziou buniek (šípka), mierka je 100 µm; **d** – koaxiálne hypothallium, mierka je 250 µm. *Sporolithon* sp. (obr. e – h). **e** – tetra-bisporangiové kalcifikované priehradky usporiadané v soruse, tvoriace sa na predĺžených bunkách (šípka), mierka je 500 µm; **f** – izolovaná tetra-bisporangiová komôrka s predĺženými bunkami na báze, mierka je 100 µm; **g** – detail hypothallia, mierka je 200 µm; **h** – detail perithallia, mierka je 100 µm.

PI. IV. *Spongites albanensis* (Lemoine) Braga, Bosence & Steneck (Figs. a – d). **a** – tetra-bisporangial uniporate conceptacle. Scale bar – 500 µm; **b** – perithallium with cells connected by fusion (arrow). Scale bar – 250 µm; **c** – detail of transverse section of perithallial cells connected by fusion (arrow). Scale bar – 100 µm; **d** – coaxial hypothallium. Scale bar – 250 µm. *Sporolithon* sp. (Figs. e – h). **e** – tetra-bisporangial calcified compartments arranged in sori above elongated cells (arrow). Scale bar – 500 µm; **f** – izolated tetra-bisporangial calcified chamber above elongated basal cells. Scale bar – 100 µm; **g** – detail of hypothallium. Scale bar – 200 µm; **h** – detail of perithallium. Scale bar – 100 µm.

mierne teplého až subtropického klimatického pásma (Aguirre et al., 2000). Tvar, do ktorého riasy dorastajú, je bežný v oblastiach litorálu s prúdiacou vodou, pričom väčší stupeň tvorby protuberancií je bežnejší v plytkom dynamickom prostredí (Basso, 1998). Druhy *P. calcareum, L. minervae* a *L. valens* sú známe z takýchto dnešných prostredí a ukázali sa aj ako vhodné na rozpoznanie pobrežnej detritickej fácie Stredozemného mora vo fosílnom zázname (Basso, l. c.; Basso et al., 2008). Riasy z litotamniových vápencov lokality Vrchná hora pri Stupave preto poskytujú možnosť lepšie pochopiť prostredie ich sedimentácie.

Záver

Vo vzorkách bádenských vápencov z lokality Vrchná hora pri Stupave bolo popísaných 9 druhov rias: *L. minervae, L. ramosissimum, L. valens, L.* sp., *Phymatolithon calcareum, Mesophyllum* sp., *Lithophyllum* sp., *Spongites* sp. a *Sporolithon* sp.. Niektoré z nich, *Phymatolithon calcareum, Lithothamnion ramosissimum* a *Spongites albanensis*, boli popísané z bádenských lokalít už v predošlých prácach (Schaleková, 1969, 1973, 1978). Zo všetkých určených rias tri druhy *(L. minervae, L. valens* a *P. calcareum)* obývajú vnútorný šelf dnešného Stredozemného mora. Predstavujú preto dobrú paleoekologickú pomôcku na interpretáciu ich prostredia, čo bolo zvýraznené už viacerými riasológmi.

Poďakovanie. Ďakujem recenzentovi RNDr. S. Bučekovi, CSc., za užitočné rady a korektúry článku. Výskum bol financovaný projektom 205/09/0103 GA ČR.

References

Adey, W. H. & McKibbin, D. L., 1970: Studies on the maërl species *Phymatolithon calcareum* (Pallas) nov. comb. and *Lithothamnium corallioides* Crouan in the Ria de Vigo. *Bot. Mar., 13, 100 – 106.*

Aguirre, J., Braga, J. C. & Piller, W. E., 1996: Reassesment of *Palaeothamnium* Conti, 1946 (Corallinales, Rhodophyta). *Rev. Palaeobot. Palynol., 94, 1 – 9.*

Aguirre, J., Riding, R. & Braga, J. C., 2000: Diversity of coralline red algae: Origination and extinction patterns from the Early Cretaceous to the Pleistocene. *Paleobiology, 26, 4, 651 – 667.*

Aguirre, J. & Braga, J. C., 2005: The citations of nongeniculate fossil coralline red algal species in the twentieth century literature: An analysis with implications. *Rev. esp. Micropaleont., 37, 1, 57 – 62.*

Athanasiadis, A., 1999: *Mesophyllum macedonis,* nov. sp. (Rhodophyta, Corallinales), a putative Tethyan relic in the North Aegean Sea. *Eur. J. Phycol., 34, 3, 239 – 252.*

Basso, D., 1995: Living calcareous algae by a paleontological approach: The genus *Lithothamnion* Heydrich nom. cons. from the soft bottoms of the Tyrrhenian Sea (Mediterranean). *Riv. ital. Paleont. Stratigr., 101, 349 – 366.*

Basso, D., 1998: Deep rhodolith distribution in the pontian Islands, Italy: A model for the paleoecology of a temperate sea. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 137, 173 – 187.*

Basso, D., Rodondi, G. & Mari, M., 2004: A comparative study between *Lithothamnion minervae* and the type material of *Millepora fasciculata* (Corallinales, Rhodophyta). *Phycologia, 43, 215 – 223.*

Basso, D., Fravega, P. & Vannucci, G., 1997: The taxonomy of *Lithothamnium ramosissimum* (Gümbel non Reuss) Conti and *Lithothamnium operculatum* (Conti) Conti (Rhodophyta, Corallinaceae). *Facies, 37, 36 – 40.*

Basso, D. & Rodondi, G., 2007: A Mediterranean population of *Spongites fruticulosus* (Rhodophyta, Corallinales), the type species of Spongites, and the taxonomic status of *S. stalactitica* and *S. racemosa*. *Phycologia, 45, 403 – 416.*

Basso, D., Vrsaljko, D. & Grgasović, T., 2008: The coralline flora of a Miocene maërl: The Croatian "Litavac". *Geol. Croat., 61, 333 – 340.*

Basso, D., Nalin, R. & Nelson, C. S., 2009: Shallow water *Sporolithon rhodoliths* from North Island (New Zealand). *Palaios, 24, 92 – 103.*

Braga, J. C., Bosence, D. W. J. & Steneck, R. S., 1993: New anatomical characters in fossil coralline algae and their taxonomic implications. *Palaeontology, 36, 3, 535 – 547.*

Buday, T., 1955: Stratigrafie spodního a středního miocénu hlavních oblasti Dolnomoravského úvalu. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Conti, S., 1946a: Revisione critica di *Lithothamnium ramosissimum* Reuss. *Publ. Ist. Geol. Univ. Genova, Ser. A (Paleontol.), 4, 5 – 29.*

Conti, S., 1946b: Le Corallinaceae del calcare miocenico (Leithakalk) del Bacino di Vienna. *Publ. Ist. Geol. Univ. Genova, serie A, 2, 31 – 68.*

Fordinál, K. (ed.), Maglay, J., Elečko, M., Nagy, A., Moravcová, M., Vlačiky, M., Kohút, M., Németh, Z., Bezák, V., Polák, M., Plašienka, D., Olšavský, M., Buček, S., Havrila, M., Hók, J., Pešková, I., Kucharič, Ľ., Kubeš, P., Malík, P., Baláž, P., Liščák, P., Madarás, J., Šefčík, P., Baráth, I., Boorová, D., Uher, P., Zlinská, A. & Žecová, K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Záhorskej nížiny 1 : 50 000. *ŠGÚDŠ, Bratislava, 232 s.*

Harvey, A. S., Broadwater, S. T., Woelkerling, W. J. & Mitrovski, P. J., 2003: *Choreonema* (Corallinales, Rhodophyta): 18S rDNA phylogeny and resurrection of the Hapalidiaceae for the subfamilies Choreonematoideae, Austrolithoideae, and Melobesioideae. *J. Phycol., 39, 988 – 998.*

Hrabovský, J. & Fordinál, K., 2013: Paleoekologické zhodnotenie riasových vápencov z lokality Stupava-Vrchná hora (Viedenská panva, Slovensko). *Miner. Slov., 11 – 22.*

Johansen, H. W., 1981: Coralline algae, A first synthesis. *Boca Raton Florida, CRC Press, 239 p.*

Kato, A., Baba, M. & Suda, S., 2011: Revision of the Mastophoroideae (Corallinales, Rhodophyta) and polyphyly in nongeniculate species widely distributed on Pacific coral reefs. *Phycol. Soc. Am., 47, 662 – 672.*

Kohút, M. (ed.), Plašienka, D., Fordinál, K., Maglay, J. & Kučera, M., 2008: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000; listy 44 – 221 Stupava a 44 – 224 Bernolákovo (časť). *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 95 s.*

Kováč, M., Hudáčková, N., Hlavatá, J., Sopková, B., Andrejeva-Grigorovič, A., Halásová, E., Kováčová, M., Kováčová, P., Sliva, L. & Baráth, I., 2008: Miocénne usadeniny vo vrtoch z regiónu Záhorská nížina: sedimentológia, biostratigrafické zaradenie a prostredie depozície. *Geol. Práce, Spr., 114, 7 – 49.*

Kysela, J., 1988: Mikrofácie, typy porozity litavských vápencov a vrchnotriasových dolomitov podložia viedenskej panvy. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 140 s.*

Le Gall, L. & Saunders, G. W., 2007: A nuclear phylogeny of the Florideophyceae (Rhodophyta) inferred from combined EF2, small subunit and large subunit ribosomal DNA: establishing the new red algal subclass Corallinophycidae. *Mol. Phylogenet. Evol., 43, 1 118 – 1 130.*

Le Gall, L., Payri, C. E., Bittner, C. E. & Saunders, G. W., 2009: Multigene polygenetic analyses support recognition of the Sporolithales, ord. nov. *Mol. Phylogenet. Evol., 54, 302 – 305.*

Lemoine, M., 1919: Contribution à l´étude des Corallinacées fossiles V. Les Corallinacées du Pliocène et du Quartenaire de Calabre et de Sicile recueillies par M. Gignoux. *C. R. somm. Bull. Soc. géol. France, 4, 9, 101 – 114.*

Peryt, T. M., 1983: Coated Grains. *Springer-Verlag, Berlin, 655 p.*

Piller, W. E., 1994: *Nullipora ramosissima* Reuss, 1847 – a rediscovery. *Beitr. Paläontol., 19, 181 – 189.*

Schaleková, A., 1969: Contribution to the knowledge of red algae in the Leitha Limestone at the locality Sandberg near Devínska Nová Ves (southwestern Slovakia). *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 18, 93 – 102.*

Schaleková, A., 1973: Oberbadenische corallinaceen aus dem Steinbruch Rohožník-Vajar an dem Westhang der Kleinen Karpaten. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 26, 211 – 227.*

Schaleková, A., 1978: Riasové (lithothamniové) vápence v bádene Viedenskej, Podunajskej a Juhoslovenskej panvy Západných Karpát. *Manuskript. Archív PriF UK, Bratislava, 136 s.*

Townsend, R. A., Woelkerling, W. J., Harvey, A. S. & Borowitzka, M., 1995: An account of the red algal genus *Sporolithon* (Sporolithaceae, Corallinales) in southern Australia. *Aust. Syst. Bot., 8, 85 – 121.*

Woelkerling, W. J., 1983: A taxonomic reassessment of *Lithophyllum* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of R. A. Philippi´s original collections. *Br. Phycol. J., 18, 299 – 328.*

Woelkerling, W. J., 1985: A taxonomic reassessment of *Spongites* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of Kutzing´s original collections. *Br. Phycol. J., 20, 123 – 153.*

Woelkerling, W. J., 1988: The Coralline Red Algae: An Analysis of the Genera and Subfamilies of Nongeiculate Corallinaceae. *BM (NH) and Oxford University Pres, London & Oxford, 1 – 268.*

Woelkerling, W. J., Campbell, S. J. & Harvey, A. S., 1993: Growth – forms in non-geniculate coralline red algae (Corallinales, Rhodophyta). *Aust. Syst. Bot., 6, 277 – 293.*

Rukopis doručený 2. 1. 2013
Revidovaná verzia doručená 19. 2. 2013
Rukopis akceptovaný red. radou 27. 2. 2013

Non-geniculate coralline algae (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) from lithothamnion limestones of the locality Vrchná hora at the town of Stupava (Vienna Basin, Slovakia)

Coralline algae (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) were studied in terms of their taxonomy. Nine species were described: *L. minervae, L. ramosissimum, L. valens, L.* sp., *Phymatolithon calcareum, Mesophyllum* sp., *Lithophyllum* sp., *Spongites* sp. and *Sporolithon* sp.. Modern and accepted diagnostic features in delimination and description of higher taxonomic levels in papers of Woelkerling (1988), Braga et al. (1993), Harvey et al. (2003), Le Gall et al. (2009), Le Gall and Saunders (2007), Kato et al. (2011) were followed. Type of tetra--bisporangial conceptacles delimited the melobesioid algae of genera *Lithothamnion, Mesophyllum* and *Phymatolithon* from species possesing uniporate tetra--bisporangial conceptacles as *Lithophyllum* and *Spongites*. Calcified sporangial compartements delimited genus *Sporolithon*. Genera of melobesioid corallines differs in type of hypothallium, shape of epithallial cells and length of cells of meristeme comparing to length of perithallial cells subtending them. Corallines possesing uniporate asexual conceptacles differ in the presence or absence of fusion between cells, as well as with the type of conceptacles roof formation. Four species of genus *Lithothamnion* were identified. They could be identified based on shape of epithallial cells, number of cells in hypothallium, openings above conceptacles chamber and type of zonation, as was described in many modern papers. Three of described species *Lithothamnion minervae, Lithothamnion valens* and *Phymatolithon calcareum* are known as fossil, as well as modern ones, still living in recent seas. This is in agreement with other recent papers about corallines that treat them as favourable paleoecological tool in interpretations of fossil environments, as was also pointed by other phycologists.

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 35 – 44
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

Upper Badenian Molluscs (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda) from the Modra-Kráľová locality (Danube Basin, Slovakia)

ŠÁRKA HLADILOVÁ[1] and KLEMENT FORDINÁL[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Education, Palacký University, Purkrabská 2, 771 40 Olomouc, Czech Republic
[2]State Geological Institute of Dionýz Štúr, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovakia

Abstract

This study focuses on the fossil molluscs (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda) that were excavated in a trench dug near the church at the village of Modra-Kráľová. In the lower part of the profile (sample M1), there is an occurrence of a highly diversified molluscan community represented in particular by *Nassarius dujardini*, *Turritella pythagoraica pythagoraica*, *Clithon pictus tuberculatus*, *Pirenella disjuncta disjuncta*, *Cerithium crenatum* ssp., *Euspira helicina*, *Hydrobia stagnalis* ssp., and *Antalis* cf. *novemcostatum*. The following were ascertained among the molluscs: sessile and vagile benthos, epifauna, infauna, herbivores, detritovores, filtrators, and carnivores. The paleoenvironment was probably composed of shallow water with normal salinity, sufficient aeration, and relatively high dynamics.

The community from the upper part of the profile (sample M2) is markedly impoverished, being represented mainly by *Clithon pictus tuberculatus*, *Ostrea lamellosa*, and *Loripes dujardini*. The molluscs reflect a deeper paleoenvironment and less favourable paleoecological conditions, which were possibly influenced by a general decrease of water dynamics, causing a lower level of water aeration near the bottom, possibly even accompanied by a decline in salinity. On the basis of the abundant occurrence of the gastropod *Clithon pictus tuberculatus*, the age of the studied sediments was interpreted as Late Badenian, which is in accordance with the results of stratigraphic analyses of foraminifers (Zlinská et al., 2007); these deposits belong to the Late Badenian in the Ammonia beccarii Biozone (sensu Grill, 1941).

Key words: Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda, Upper Badenian, Modra-Kráľová, Danube Basin

Introduction

In the Danube Basin at the foot of the Malé Karpaty Mountains (Little Carpathian Mts.), there is an occurrence of shallow-water marine sediments (clays, sands and sandstones) of Late Badenian age. They outcrop in the area between the town of Modra and the village of Trstín, where rich molluscan associations (particularly of gastropods and bivalves) are typical. The oldest references concerning the fossils from this area date back to the first half of the 19th century, when Dionýz Štúr (in Hauer, 1848) described the molluscan fauna from the village of Königsberg (today Kráľová, a part of Modra). Based on the material obtained during new field research (Labajová, 2005; Zlinská et al., 2007; Hladilová and Fordinál, 2011), this article adds new findings to the existing information on molluscs from this locality.

Geographical and geological setting

The studied Kráľová locality is a part of Modra and is situated north of Modra and east of Harmónia on the eastern foot of the Malé Karpaty Mts. (Fig. 1). Geologically, it is located in the Blatné Depression, which is a part of the Danube Basin. In this area (Buday et al., 1962) the marginal shallow-water sediments are present, namely gray, green-gray, yellow-brown and brown calcareous clays with strata of fine- and medium-grained calcareous sands and sandstones, stratigraphically corresponding to the Báhoň Fm., Late Badenian in age (Fig. 2). The outcrop strip of Badenian sediments on the eastern foot of the Malé Karpaty Mts. can be traced from the village of Dechtice to Modra-Kráľová and southwards to Pezinok. At Kráľová, Častá, Doľany, Orešany and around Smolenice and Trstín, there are known occurrences of Badenian clays and sands. Between Trstín and Dechtice there are outcropping sediments of the latest Badenian age – abundant gravels and intercalations of fresh-water limestones that originated in sea-water of greatly reduced salinity (Buday et al., 1962; Zlinská and Fordinál, 1992).

The oldest report on the occurrence of Badenian fossils from the northeast border of the Malé Karpaty Mts. is attributed to Dionýz Štúr (1860), who presented the finding of fossils from Smolenice and Kráľová near Modra. Mořkovský (1959) discovered occurrences of brackish Upper Badenian molluscs near Boleráz, Doľany and Častá. From the Trstín-1 drill hole, northeast of Smolenice, there were findings of foraminifers (Gašpariková, 1965)

and rich Badenian and Sarmatian molluscan associations (Švagrovský, 1970). At the northern border of Smolenice, the Badenian clays with foraminifers, molluscs and otoliths were described (Zlinská and Fordinál, 1992). Labajová (2005) and Zlinská et al. (2007) pre-processed fossils (molluscs and foraminifers) from new excavations at Kráľová. The Upper Badenian fossiliferous sediments from Dubová, in the locality adjacent to Modra-Kráľová, are described by Koubová et al. (2011).

Material and methods

The sediments were generally studied in the surface outcrops in the area between Modra and Trstín. For the purpose of the molluscan fauna study, a 180 cm deep trench was dug near the church in Modra, a part of Kráľová (Fig. 1). Two samples, namely Modra 1 (M1 from a depth of 160–140 cm) and Modra 2 (M2 from 95–70 cm) were studied in detail. As the sediments were incoherent, the majority of the fossils was obtained through their simple outwashing on sieves (63 μm – 2 mm fractions), some specimens (mainly oysters) being picked directly from the sediment. The fossil molluscs were studied and documented using the Nikon and SZP 11-BH binocular microscopes. Their photos were made with the Olympus Camedia C-5060 camera. The morphological details were studied and photographed with the JEOL JSM-649 OLV SEM at the Institute of Geological Sciences, Masaryk University in Brno. Four molluscan shells – two specimens from Modra 1 and two from Modra 2 – were analysed for C and O stable isotopes. The analyses were made in the laboratories of the State Geological Institute of Dionýz Štúr in Bratislava.

For the statistical calculations of the molluscan communities, the PAST programme (Paleontological Statistics – Hammer et al., 2001) was used.

Results

Description of the profile

The lithological profile of the Miocene sediments at the Modra-Kráľová locality (Fig. 3) reached a thickness of 180 cm. At the base (180–160 cm), the gray micaceous

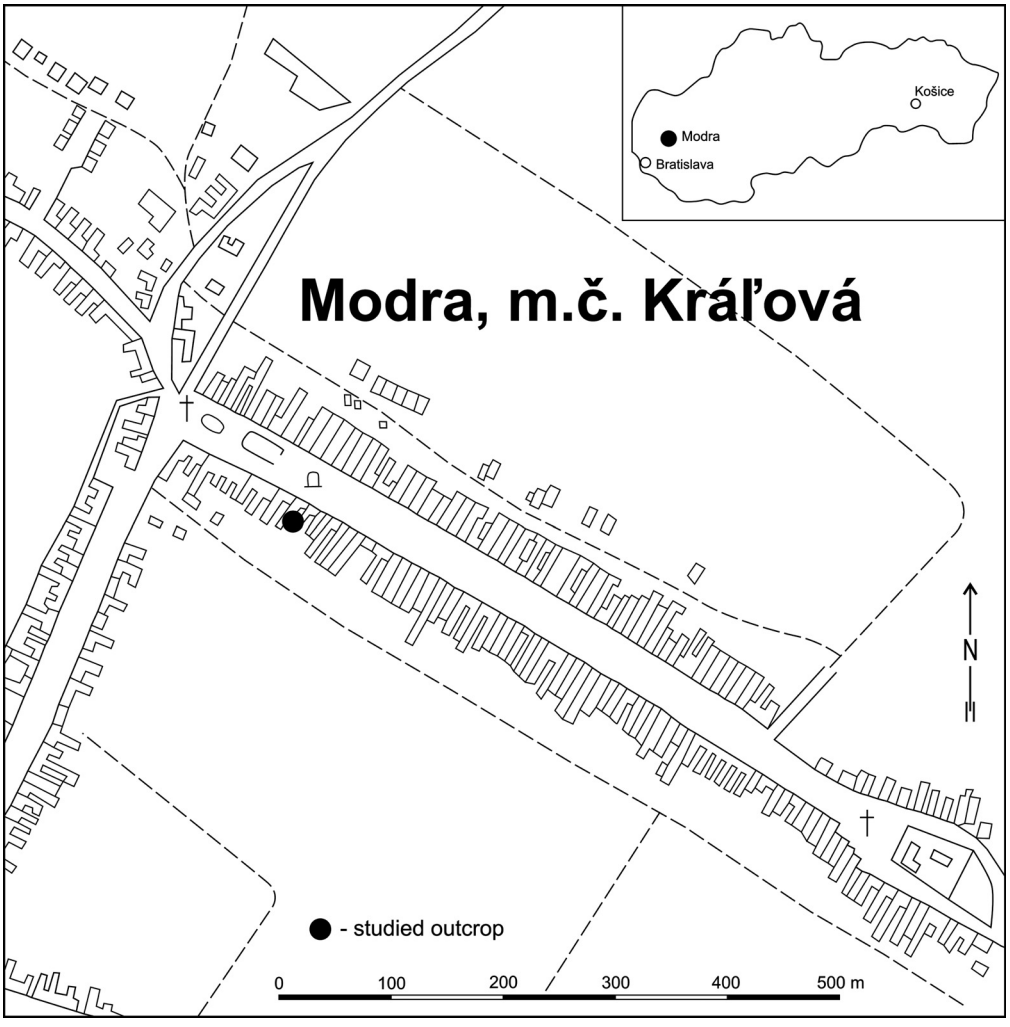


Fig. 1. Schematic plan of the locality Modra-Kráľová.

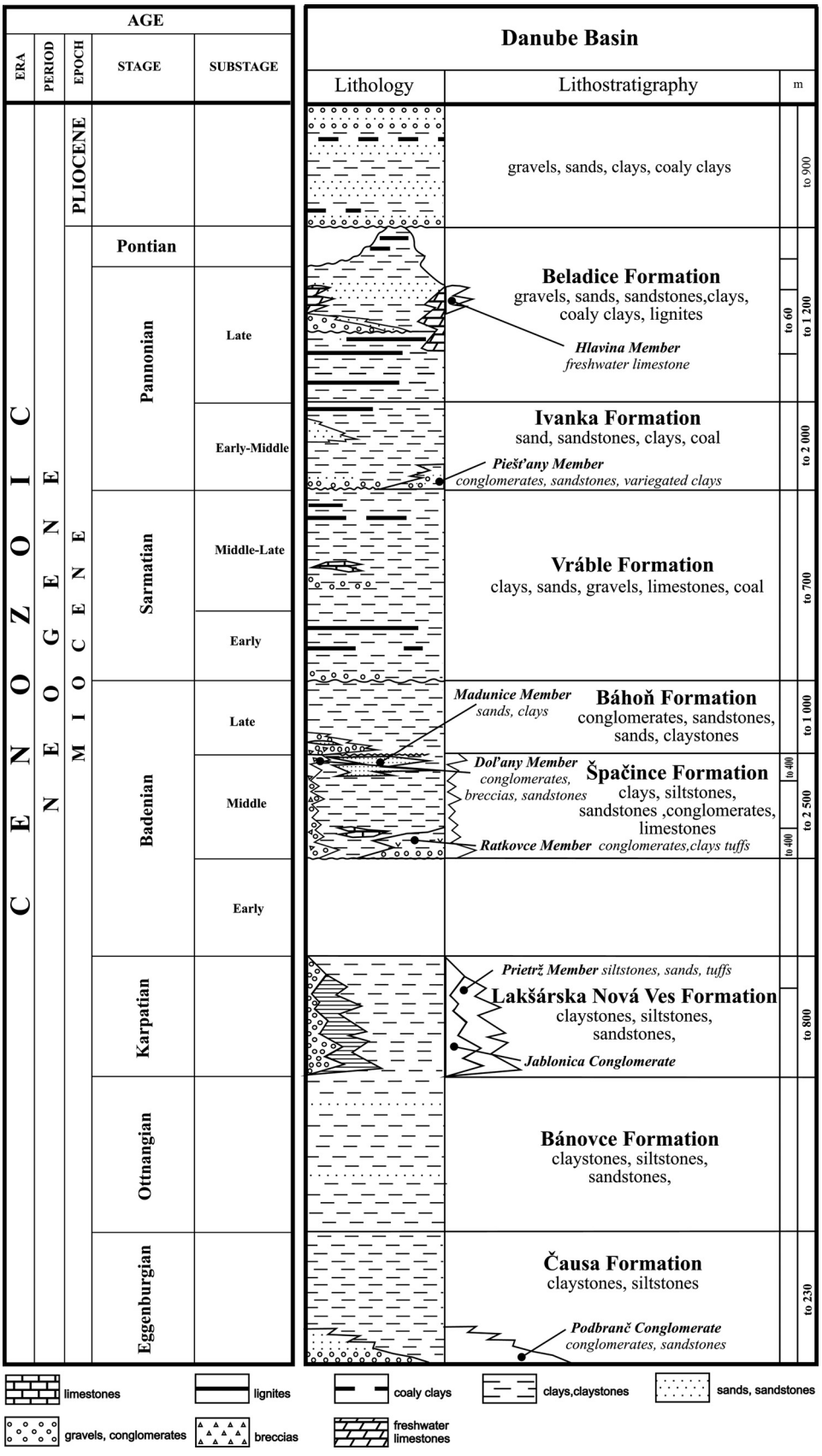


Fig. 2. Stratigraphic table of the area (Fordinál and Nagy, 2005 in Maglay et al., 2011).

sand was present; above this (160–140 cm) there was gray clayey sand with molluscan shells ***(sample M1)***. In its roof, clayey sediments were ascertained: in the interval of 140 to 120 cm, there was light-brown calcareous clay; above it (120–110 cm) light-brown clay was found; and in the interval of 110–95 cm, light-brown calcareous clay occurred again. In its roof (95–70 cm), there was an occurrence of light--brown calcareous clay with oyster shells ***(sample M2)*** and brown clay above it (70–30 cm). The uppermost part of the profile (30–0 cm) contained loam.

The Miocene sediments were deposited on granitoids of the Modra Massif.

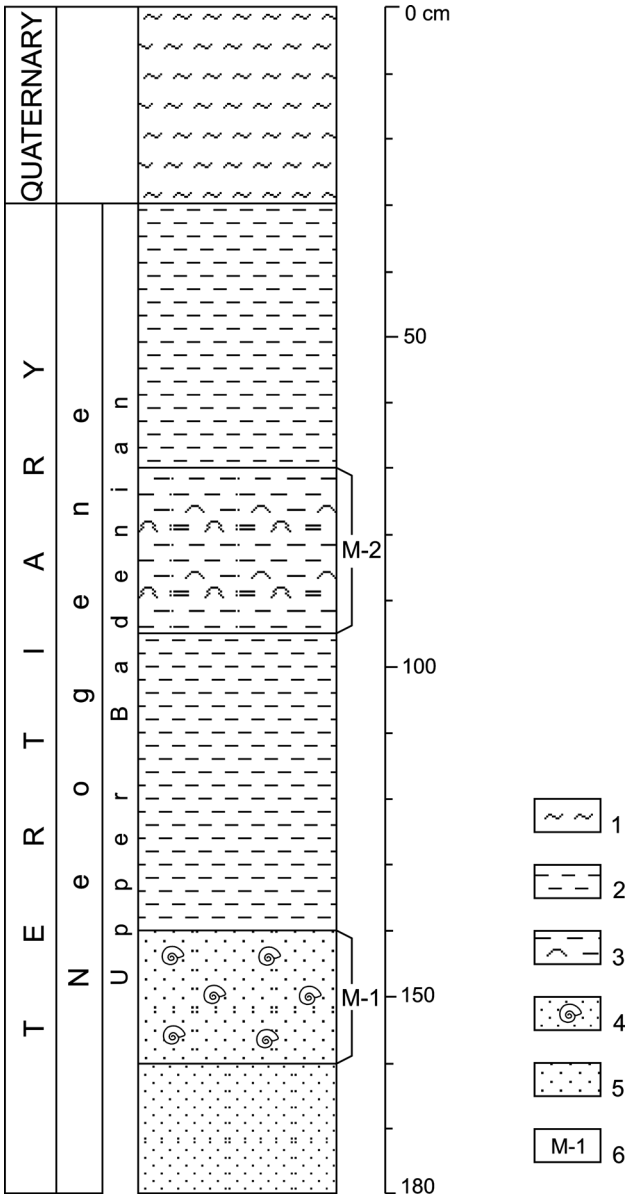


Fig. 3. Lithological profile through the trench at Modra-Kráľová. 1 – loams; 2 – clays; 3 – clays with shells of oysters; 4 – sands with gastropod shells; 5 – sands; 6 – labelling of samples.

Description of the studied samples

M1: In this sample there was a relatively diversified molluscan association (Figs. 4 and 5). The gastropods *Nassarius dujardini*, *Turritella pythagoraica pythagoraica*, *Clithon pictus tuberculatus*, *Pirenella disjuncta disjuncta*, *Cerithium crenatum* ssp., *Euspira helicina* and *Hydrobia stagnalis* ssp. are the most numerous taxa. Other ascertained species are less numerous: *Acteocina lajonkaireana*, *Chrysallida (Parthenina) interstincta* and *Pirenella* sp.; the remainder is represented by individuals only.

The bivalves are markedly dominated by the species *Loripes dujardini* and *Plagiocardium (Papillicardium) papillosum*; less abundant is *Lutraria* sp.; the remainder is represented by individuals. In the M1 sample even scaphopods of the species *Antalis* cf. *novemcostatum* were ascertained.

The state of preservation of the molluscan shells is relatively good, many of them being almost complete; other parts are only fragmentary. The shell surfaces are weathered and some shells are leached. Drilling traces caused by attacks of predators were frequently observed on the shells.

M2: In this sample there were great isolated valves of the bivalve species *Ostrea lamellosa*, frequently drilled by sponges and with tubes of serpulids attached to their surfaces (mentioned by Labajová, 2005). In addition to oysters, gastropods and bivalves were also found. The molluscan association is relatively less numerous than in sample M1 (Figs. 4 and 6). Among the gastropods, *Clithon pictus tuberculatus* dominates markedly; among the bivalves, there was also the *Loripes dujardini*, in addition to the above-mentioned *Ostrea lamellosa*. Scaphopods were not ascertained.

The state of preservation of the molluscan shells is more or less like the M1 sample, including the drilling traces caused by predators; however, there is a relatively higher occurrence of fragments.

The differences between both the samples are evident even from the statistical evaluations (Fig. 7). In sample M1 almost all calculated values are higher than in sample M2: the number of taxa is nearly two-fold and the number of individuals is several-fold higher. All the calculated diversity values (based on Shannon, Simpson and Margalef) are also higher, as well as the Fischer alfa index and the evenness and equitability values. On the contrary, in sample M1 the dominance value is significantly lower in comparison with that of sample M2.

Moreover, foraminifers are present in both samples dominated by the species *Elphidium macellum* (F. – M.), *E. fichtelianum* (Orb.), *Borelis melo* (F. – M.), *Ammonia beccarii* (L.) and miliolid foraminifers – *Quinqueloculina*, *Triloculina* (Zlinská et al., 2007). These species indicate that the sediments are of Late Badenian age and belong to the Ammonia beccarii Biozone (sensu Grill, 1941). The results of the isotopic analyses of the molluscan shells from samples M1 and M2 are presented in Fig. 8. The values from both of these samples are relatively homogeneous,

the δO values varying from –0.51 to –3.36 ‰; the δC values from 0.04 to 1.36 ‰.

Discussion

From the stratigraphic point of view particularly, the abundant occurrence of the gastropod *Clithon pictus tuberculatus* in both samples is important; as after Švagrovský (1955) this taxon is restricted to the Upper Badenian. It is also in accordance with the stratigraphic analysis of foraminifers (Zlinská et al., 2007). The other ascertained molluscs have broader stratigraphic ranges.

As far as the paleoecological interpretations are concerned (Bagdasaryan et al., 1966; Tatishvili et al., 1968; Baluk, 1970; Iljina, 1966), the sample M1 provides several groups of molluscs: the most numerous one is vagile benthos – both infauna *(Paphia, Lutraria, Turritella, Calyptraea, Euspira, Nassarius)*, and epifauna *(Hydrobia, Murex, Alaba)*. The community is also differentiated according to the feeding strategies: the bivalves are mostly filtrators; among the gastropods there are relatively abundant phytophages *(Hydrobia, Pirenella, Turritella, Calyptraea, Rissoa)* and detritophages *(Turritella)*; even filtrators were ascertained *(Calyptraea)*, as well as predators *(Euspira, Murex)* and species combining predation and scavenging *(Nassarius)*, which are relatively highly abundant. The great activity of predators is evident even from the numerous attack (drilling) traces (ichnospecies *Oichnus paraboloides* Bromley, 1981) on the molluscan shells (including documentation of possible cannibalism).

Although the found species are rather more typical for (sub)tropical and temperate waters, they are mostly eurytherm. Furthermore, they are also generally tolerant even to the fluctuation of water dynamics and water transparency. This would correspond with the supposed relatively shallow water environment (up to about 80 m), which is preferred by the majority of the present genera, some of which *(Cerithium, Pirenella)* are bound to algae zones.

The ascertained molluscan genera mostly demand sufficient water aeration, but they are largely tolerant of a certain deficiency in oxygen content, and some of them even to the presence of hydrogen sulphide. The majority of them are euryhaline, or demanding normal salinity, but they accept its fluctuations. The present taxa are broadly euryvalent even in their demands for the type of bottom sediment – they prefer mainly sandy bottoms, but occur also on clayey ones, part of them living directly on algae. This is fully in agreement with the sediments in this part of the profile (clayey sands).

Although the actual present taxa are almost identical in both samples, the molluscan association from sample M2 is both qualitatively and quantitatively markedly impoverished in comparison with the one from sample M1, which is why even the general character of the paleoenvironment is slightly different in both samples. With regard to the type of sediments (calcareous clays) and to the noticeable decrease of phytophages, it can be concluded that the paleoenvironment had relatively lower dynamics and a decreasing plant – particularly algae – food supply. This was probably the consequence of a slight deepening of the sedimentary basin, connected with possible lower water lighting and aeration (including the probable presence of hydrogen sulphide at the bottom). The paleotemperature probably did not change markedly in comparison with that of sample M1. With regard to the noticeable dominance of gastropods *Clithon pictus tuberculatus* bound to the environments with lower than normal salinities (Švagrovský, 1955), even certain salinity changes (decreases) cannot be excluded in sample M2 compared to that of M1.

	M 1	M 2
GASTROPODA		
Clithon pictus tuberculatus (Schréter, 1915)	130	138
Diloma (Paroxystele) orientalis orientalis (Cossmann & Peyrot, 1916)	3	
Chrysallida (Parthenina) interstincta (Montagu, 1803)	21	
Alaba costellata anomala (Eichwald, 1830)	7	2
Cerithium crenatum ssp.	84	
Cerithium bronni Partsch	1	12
Pirenella disjuncta disjuncta (Sowerby in Sedgwick & Murchison, 1833)	118	
Pirenella nodosoplicata (M. Hoernes, 1856)		4
Pirenella sp.	21 fr.	5 fr.
Hydrobia frauenfeldi (Hörnes, 1856)	59	
Hydrobia stagnalis ssp.	120 fr.	8
Turritella pythagoraica pythagoraica Hilber, 1882	138	12
Calyptraea chinensis (Linnaeus, 1766)	1	
Euspira helicina (Brocchi, 1814)	82	10 + 4 fr.
Murex sp.	2	
Nassarius dujardini (Deshayes, 1844)	224	13
Hinia sp.		4 fr.
Dorsanum duplicatum duplicatum (Sowerby, 1829)	12	
Retusa truncatula (Bruguiere, 1792)	6	
Acteocina lajonkaireana (Basterot, 1825)	48	
Gastropoda indet.	fr.	fr.
BIVALVIA		
Anadara cf. *diluvii* (Lamarck, 1805)	1	
Ostrea lamellosa (Brocchi, 1814)		10
Loripes dujardini (Deshayes, 1850)	75	28
Cerastoderma sp.		1 + 7 fr.
Plagiocardium (Papillicardium) papillosum (Poli, 1791)	63	4 fr.
Timoclea marginata (Hoernes, 1870)	2	
Paphia sp.	6	
Lutraria sp.	25	
Bivalvia indet.	2 fr.	fr.
SCAPHOPODA		
Antalis cf. *novemcostatum* (Lamarck, 1818)	5	

Fig. 4. Modra 1 (M1) and Modra 2 (M2) – list of molluscs.

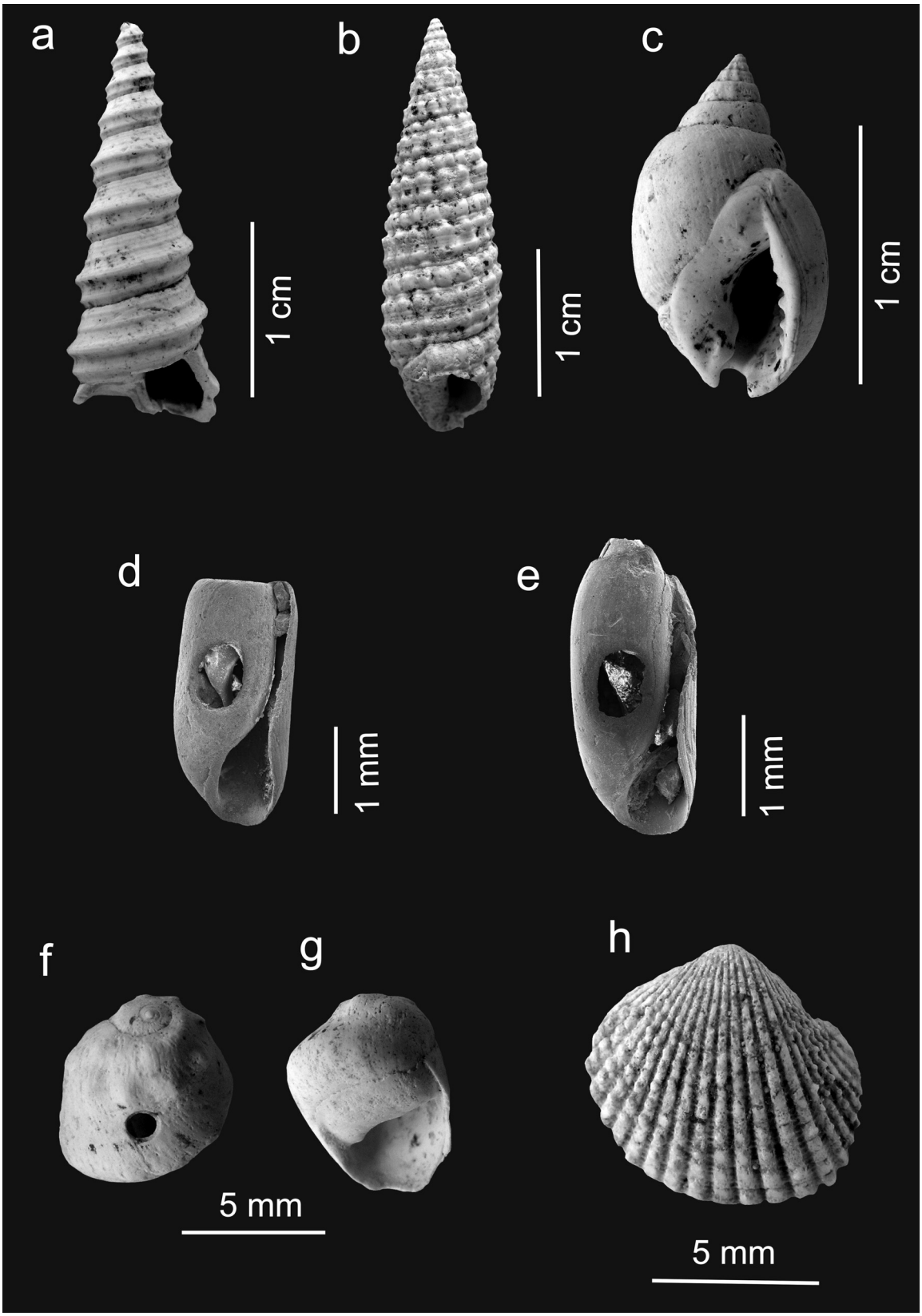


Fig. 5. Selected molluscs from the sample Modra 1 (M1). a – *Turritella pythagoraica pythagoraica* Hilber; b – *Cerithium crenatum* ssp.; c – *Nassarius dujardini* (Deshayes); d – *Retusa truncatula* (Bruguière), SEM photograph; e – *Acteocina lajonkaireana* (Basterot), SEM photograph; f, g – *Clithon pictus tuberculatus* (Schréter); h – *Plagiocardium papillosum* (Poli).

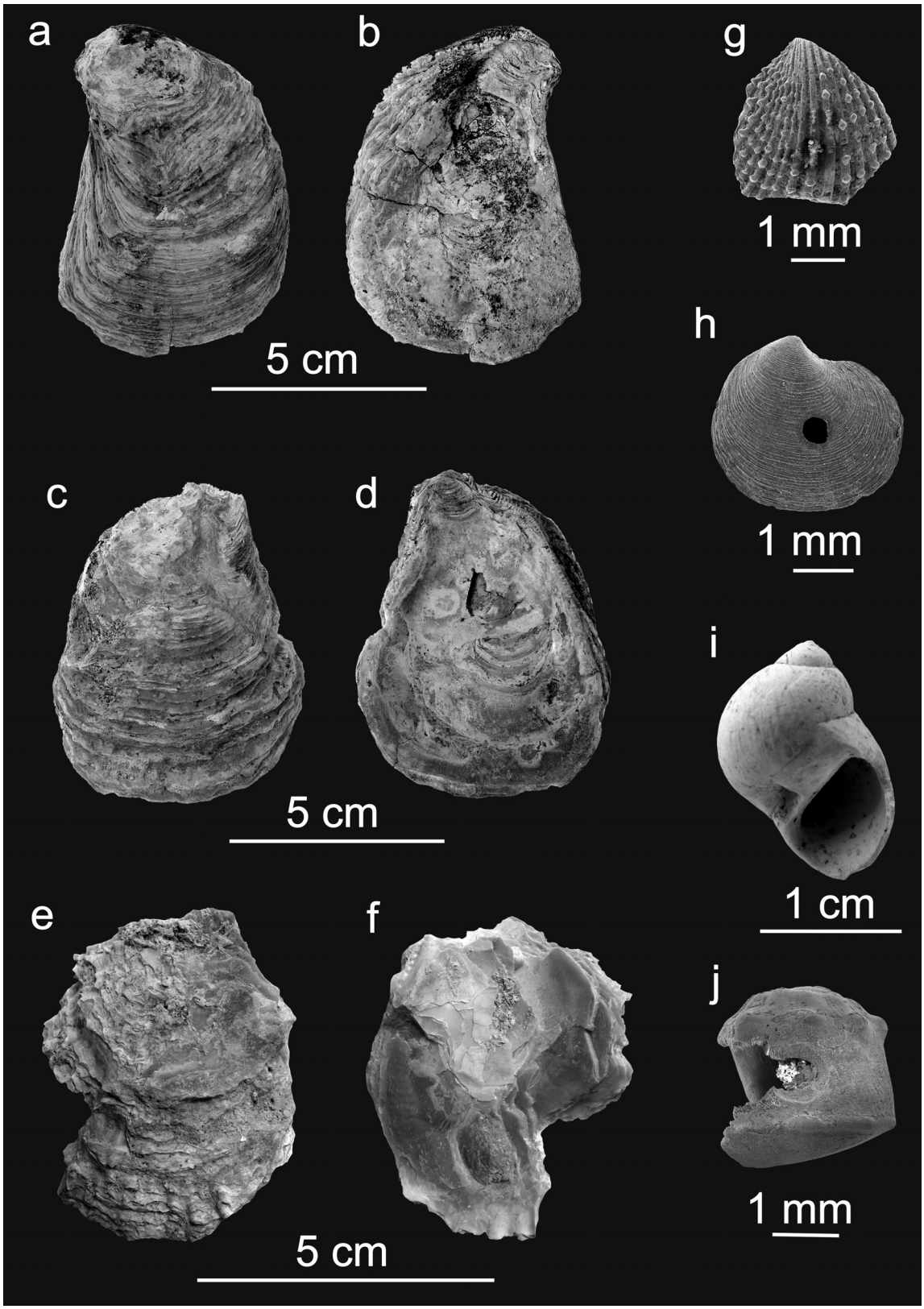


Fig. 6. Selected molluscs from the sample Modra 2 (M2). a, b, c, d, e, f – *Ostrea lamellosa* (Brocchi); g – *Plagiocardium papillosum* (Poli), fragment, SEM photograph; h – *Loripes dujardini* (Deshayes), drilled valve with trace fossil *Oichnus paraboloides* Bromley, SEM photograph; i – *Euspira helicina* (Brocchi); j – *Clithon pictus tuberculatus* (Schréter) – drilled fragment with trace fossil *Oichnus paraboloides* Bromley, SEM photograph.

In sample M2, numerous representatives of sessile benthos (*Ostrea lamellosa* valves) occur. Nevertheless, in light of the general character of bottom sediments, as well as the observed frequent drillings and attachments of epifauna on their surfaces, they were probably exposed for a relatively long time to the conditions of the bottom surface and during that time redeposited over a short distance. On the contrary, vagile benthos – both infauna *(Turritella, Euspira, Nassarius)*, and epifauna *(Hydrobia)* – is strikingly reduced in comparison with the underlying beds. It corresponds with the above-mentioned assumption of lower aeration of the water near the bottom. Food specialists among molluscs are similar to those from sample M1: the bivalves belong to the filtrators, which dominate even among gastropods; phyto- and detritovores *(Hydrobia, Pirenella, Turritella, Alaba)* are less abundant and there are even relatively more numerous predators +/– scavengers *(Euspira, Nassarius)*. Traces of their activity *(Oichnus paraboloides)* were ascertained on the molluscan shells.

From the isotopic δO data, the water paleotemperatures were calculated using the Craig (1965) Calcite Paleotemperature Equation:

$$t\ (°C) = 16.9 - 4.2\ (\delta_c - \delta_w) + 0.13\ (\delta_c - \delta_w)^2,$$

where δ_c denotes the $\delta^{18}O$ value of the sample relative to the PDB standard, and δ_w denotes the $\delta^{18}O$ value of seawater relative to the SMOW standard. For these calculations the value $\delta_w = -1$ ‰ was presumed for the Badenian sea-water (according to Savin, 1977).

The calculated paleotemperatures are 14.9 °C and 15.9 °C in sample M1, and 17.8 °C and 27.5 °C in sample M2. The value 17.8 °C ascertained from one of the two analysed *Ostrea* valves is generally in accordance with the results from sample M1, though not fully in accordance with the supposed water deepening. On the other hand, the value 27.5 °C, calculated from the second *Ostrea* valve, seems to be rather high; moreover, neither of the values from the *Ostrea* valves is mutually in accordance. These discrepancies can generally be explained by the supposed short distance redepositions of *Ostrea* valves, as mentioned above.

The $\delta^{13}C$ values ascertained from sample M2 seem to be slightly lower in comparison with the values from sample M1. Generally, the lower $\delta^{13}C$ values demonstrate that molluscs built CO_2 that was rich in ^{12}C into their shells. Carbon dioxide rich in ^{12}C is produced during the oxidation of organic matter. The greater consumption of oxygen for the oxidation of organic matter results in the lowering of O_2 content in water. The lowering of O_2 content near the bottom is also presumed from the paleoecological analyses. Nevertheless, these results are far from conclusive as there are only two data; moreover, the redeposition of oyster valves could undoubtedly play a role.

The statistical evaluations of both the molluscan communities (Fig. 7) yielded results confirming that the molluscan community from sample M1 (sands) is distinctly more diversified and stable; thus it existed in a more favourable paleoenvironment in comparison with sample M2 (clays). The molluscs from sample M2 reflect less favourable paleoecological conditions, and probably a certain stress factor acting more distinctly. As mentioned above, this stress factor was most probably represented by a general decrease in water dynamics, causing lower water aeration near the bottom, possibly even accompanied by a decline in salinity.

	M 1	M 2
Taxa	26	14
Specimens	1256	260
Dominance D	0.09218	0.307
Shannon H	2.601	1.795
Simpson 1-D	0.9078	0.693
Evenness e	0.5182	0.4298
Margalef	3.504	2.338
Equitability J	0.7982	0.68
Fisher alfa	4.639	3.168

Fig. 7. Modra 1 and 2 – statistical evaluations (PAST).

Conclusions

Fossil molluscan fauna (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda) were discovered in a trench dug near the local church at the locality of Modra-Kráľová. Molluscs occurred in two horizons within the studied profile. In the lower sample (M1), there was a highly diversified molluscan community represented in particular by the taxa of *Nassarius dujardini*, *Turritella pythagoraica pythagoraica*, *Clithon pictus tuberculatus*, *Pirenella disjuncta disjuncta*, *Cerithium crenatum* ssp., *Euspira helicina*, *Hydrobia stagnalis* ssp., and *Antalis* cf. *novemcostatum*. From the paleoecological point of view, molluscs with different life and feeding strategies – sessile and vagile benthos, epifauna, infauna, herbivores, detritovores, filtrators, carnivores – were ascertained. The paleoenvironment was probably represented by shallow water with normal salinity, sufficient aeration, and with relatively high dynamics.

The community from the upper part of the profile (M2 sample) is markedly impoverished in comparison with the M1 sample, being represented mainly by the taxa of *Clithon pictus tuberculatus*, *Ostrea lamellosa*, and *Loripes dujardini*. These molluscs reflect a deeper paleoenvironment and less favourable paleoecological conditions, possibly influenced by a certain stress factor, most probably by a general decrease in water dynamics causing lower water aeration near the bottom, possibly also accompanied by a decline in salinity.

	δ13C	**δ18O**	**t**
M1	(‰VPDB)	(‰ VPDB)	SMOW -1
Loripes sp.	1.36	-0.51	14.873213
Turritella sp.	0.6	-1.23	15.940877
M2			
Ostrea sp. 1	0.04	-1.22	17.830292
Ostrea sp. 2	1.1	-3.36	27.536048

Fig. 8. Isotopic analyses of molluscs.

Even the results of statistical evaluations have confirmed that the molluscan community from the M1 sample is more diversified and stable in comparison with the M2 sample.

The isotopic analyses of 4 molluscan shells confirmed that the δO and δC values ascertained from both samples are relatively homogeneous, the δO values varying from –0.51 to –3.36 ‰, and the δC values from 0.04 to 1.36 ‰. The calculated paleotemperatures are 14.9 °C and 15.9 °C in the M1 sample, and 17.8 °C and 27.5 °C in the M2 sample. The slight lowering of the $\delta^{13}C$ values from the M2 sample in comparison with the M1 reflects that mollusc-built CO_2 that was rich in ^{12}C in their shells, probably as a result of the oxidation of organic matter.

On the basis of abundant occurrence of gastropod *Clithon pictus tuberculatus*, the age of the studied sediments was interpreted as Late Badenian, which is in accordance with the results of the stratigraphic analyses of foraminifers (Zlinská et al., 2007), placing these deposits into Late Badenian Ammonia beccarii Biozone (sensu Grill, 1941).

Acknowledgements. The study was supported by the Grant Project 205/09/0103 (Grant Agency of the Czech Republic) and Project PdF_2012_044 (IGA UP Olomouc). The authors express their sincere thanks to Associate Professor Jozef Michalík (Geological Institute, Slovak Academy of Sciences Bratislava) for the introduction to the locality and for his help with the fieldwork. Mrs. Šárka Roušavá (Masaryk University Brno), a native speaker, is gratefully acknowledged for the correction of the English language.

References

Bagdasaryan, K. G., Tatishvili, K. G., Kazachashvili, Z. R., Muschelishvili, L. V., Badzoshvili, C. I., Achvelidiani, E. G., Zhgenti, E. M., Taktakishvili, I. G. & Kvalishvili, G. A., 1966: Spravochnik po ekologii morskich dvustvorok. *Nauka, Moskva, 353 p.*

Baluk, W., 1970: Dolny torton Niskowej kolo Nowego Sacza. *Acta geol. pol., 20,1, 101 – 157.*

Buday, T., Cambel, B., Maheľ, M., Brestenská, E., Kamenický, J., Kullmann, E., Matějka, A., Salaj, J. & Zaťko, M., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-33-XXXV M-33-XXXVI, Wien – Bratislava. *Manuskript. Archív Geofond, Bratislava, 5 – 248.*

Craig, H.,1965: The measurements of oxygen paleotemperature. *Proc. Spoleto Conf. Stable Isotopes Oceanogr. Stud. Paleotemp., 3. CNR. Pisa.*

Gašpariková, V., 1965: Mikrostratigrafické vyhodnotenie vrtu Trstín-1. *Manuskript. Archív Geofond, Bratislava.*

Grill, R., 1941: Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den Benachbarten Molasse-Anteilen. *Öl u. Kohle (Berlin), 37, 595 – 602.*

Hauer, F., 1848: Dionys Stur geognostische Untersuchungen in der Gegend von Pressburg und Modern. *Ber. Mitt. Freund. Naturwiss. (Wien), III, 1 – 6, 320 – 322.*

Hammer, Ø., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D., 2001: PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeont. Electronica, 4, 1, 1 – 9.* http://folk.uio.no/ohammer/past

Hladilová, Š. & Fordinál, K., 2011: Fauna mäkkýšov (Gastropoda, Bivalvia) z vrchnobádenských sedimentov z lokality Modra--Kráľová. *In: Boorová, D. (ed.): 12. česko-slovensko-poľská paleontologická konferencia. Konf., Symp., Sem., ŠGÚDŠ, Bratislava, 43 – 44.*

Holcová, K. & Maslowská, H., 1994: Štatistické metódy v paleontológii. *Univerzita Komenského, Bratislava, 130 s.*

Iljina, L. B., 1966: Istorija gastropod Černogo morja. *Trudy Paleont. Inst., Moskva, 110, 3 – 228.*

Koubová, I., Hudáčková, N. & Zágoršek, K., 2011: Vrchnobádenské sedimenty v okolí obce Dubová (Malé Karpaty). *In: Boorová, D. (ed.): 12. česko-slovensko-poľská paleontologická konferencia. Konf., Symp., Sem., ŠGÚDŠ, Bratislava, s. 58.*

Maglay, J., Pristaš, J., Nagy, A., Fordinál, K., Elečko, M., Havrila, M., Buček, S., Kováčik, M. (BA), Hók, J., Baráth, I., Kubeš, P., Kucharič, Ľ., Malík, P., Klukanová, A., Liščák, P., Ondrášik, M., Zuberec, J., Baláž, P., Čurlík, J., Ševčík, P., Kernásová, J., Vaněková, H., Harčová, E., Boorová, D., Zlinská, A., Žecová, K., Siráňová, Z., Tuček, Ľ., Tkáčová, H. & Tkáč, J., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – Trnavskej pahorkatiny 1 : 50 000. *ŠGÚDŠ, Bratislava, 322 s.*

Mořkovský, M., 1959: Zpráva o strukturním průzkumu v oblasti Zvončin – Špačince – Nižná v sz. části Malé dunajské nížiny v roce 1957 a 1958. *Manuskript. Archív Geofond, Bratislava.*

Labajová, E., 2005: Bádenská ustricová lavica na východnom úpätí Malých Karpát – Kráľová pri Modre. *In: Lehotský, T. (ed.): 6. paleontologický seminář. Sbor. příspěvků. UP Olomouc, 20 – 21.*

Savin, S. M., 1977: The history of the Earth's surface temperature during the past 100 million years. *Ann. Rev. Earth. Planet. Sci., Amsterdam, 5, 319 – 355.*

Štúr, D., 1860: Bericht über geologische Ubersichtsaufnahme des Wassergebietes der Waag und Neutra. *Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst. (Wien), 11, 17 – 151.*

Švagrovský, J., 1955: Neogénna fauna východného Slovenska. Časť II. Clithon (Vittoclithon) pictus (Férussac) v miocéne východného Slovenska. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, VI, 3 – 4, 198 – 226.*

Švagrovský, J., 1970: Biostratigrafičeskoe značenie fauny moljuskov obnaružennoj v burovoj skvažine Trstín-1 (Zapadnaja Slovakia) na granice tortona i sarmata, Buglovskie sloi miocena. *Izd. Naukova Dumka (Kiev), 176 – 199.*

Tatishvili, K. G., Bagdasaryan, K. G. & Kazachashvili, Z. R., 1968: Spravochnik po ekologii morskich bryuchonogich. *Nauka, Moskva, 169 s.*

Zlinská, A. & Fordinál, K., 1992: Biostratigrafické a paleoekologické vyhodnotenie bádenských sedimentov okolia Smoleníc. *Geol. Práce, Spr., 96, 69 – 73.*

Zlinská, A., Fordinál, K. & Labajová, E., 2007: Fauna bádenských sedimentov východného okraja Malých Karpát. *In: Zlinská, A. (ed.): 8. Paleontologická konferencia. Zbor. abstraktov. Konf., Symp., Sem., ŠGÚDŠ, Bratislava, 114 – 116.*

Manuscript received 13. 12. 2012
Revised form received 8. 3. 2013
Manuscript accepted by Editorial Board 27. 2. 2013

Svrchnobadenští měkkýši (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda) z lokality Modra-Kráľová (Podunajská pánev, Slovensko)

V Podunajské pánvi na svazích Malých Karpat se vyskytují mělkovodní mořské sedimenty (jíly, písky, pískovce) svrchnobadenského stáří. Na povrch vycházejí v oblasti mezi městem Modra a obcí Trstín a jsou charakteristické bohatými výskyty měkkýšů (zvláště gastropodů a bivalvií). Nejstarší zmínky o fosiliích z této oblasti pocházejí již z první poloviny 19. století, kdy Dionýz Štúr (in Hauer, 1848) popsal měkkýší faunu z obce Königsberg (dnes Kráľová, místní část Modry), další údaje přinášejí práce Štúra, 1860; Mořkovského, 1959; Gašparikové, 1965; Švagrovského, 1970; Zlinské a Fordinála, 1992 a Koubové et al., 2011. Náš článek doplňuje dosavadní informace o měkkýších z lokality Modra-Kráľová, a to na základě materiálu získaného během nových terénních výzkumů (Labajová, 2005; Zlinská et al., 2007; Hladilová a Fordinál, 2011).

V nově odkrytém profilu na lokalitě Modra-Kráľová (kopaná rýha poblíž kostela) se měkkýši vyskytovali ve dvou horizontech. Ve spodním (vzorek M1), bylo zjištěno velmi diverzifikované společenstvo, v němž jsou zastoupeny zejména taxony *Nassarius dujardini, Turritella pythagoraica pythagoraica, Clithon pictus tuberculatus, Pirenella disjuncta disjuncta, Cerithium crenatum* ssp., *Euspira helicina, Hydrobia stagnalis* ssp., *Loripes dujardini, Plagiocardium papillosum* a *Antalis* cf. *novemcostatum.* Z paleoekologického hlediska reprezentují zjištění měkkýši různý způsob života (sesilní a vagilní bentos, epifauna, infauna) i různé potravní strategie (herbivoři, detritofágové, filtrátoři i dravci). Paleoprostředí bylo patrně mělkovodní s normální salinitou, dostatečně provzdušněné a mělo poměrně vysokou dynamiku.

Asociace měkkýšů z vyšší části profilu (vzorek M2) je ve srovnání se vzorkem M1 výrazně ochuzena a vyskytují se v ní hlavně taxony *Clithon pictus tuberculatus, Ostrea lamellosa* a *Loripes dujardini.* Měkkýší fauna svědčí o relativně větší hloubce vody a méně příznivých paleoekologických podmínkách, které byly patrně ovlivněny nějakým stresovým faktorem, nejspíše celkovým snížením dynamiky prostředí, v jehož důsledku se zhoršilo provzdušnění vody u dna, nelze ovšem vyloučit ani mírný pokles salinity. Rovněž výsledky statistických vyhodnocení obou vzorků jednoznačně potvrdily, že měkkýší společenstvo ze vzorku M1 je výrazně diverzifikovanější a stabilnější než společenstvo ze vzorku M2.

Z izotopických analýz C a O provedených na 4 schránkách měkkýšů vyplývá, že hodnoty δO a δC jsou v obou vzorcích (M1 i M2) relativně homogenní, přičemž hodnoty δO kolísají od –0.51 do –3.36 ‰ (VPDB), hodnoty δC od 0.04 do 1.36 ‰ (VPDB). Mírné snížení hodnot δ^{13}C ve vzorku M2 oproti vzorku M1 nasvědčuje tomu, že během tvorby schránek měkkýšů bylo paleoprostředí obohaceno izotopem ^{12}C, patrně v důsledku oxidace organické hmoty.

Vzhledem k hojnému výskytu gastropoda *Clithon pictus tuberculatus* bylo stáří studovaných sedimentů interpretováno jako svrchní baden, což je v souladu s výsledky stratigrafických analýz foraminifer (Zlinská et al., 2007), na jejichž základě byly tyto sedimenty zařazeny do svrchního badenu, biozóny Ammonia beccarii (sensu Grill, 1941).

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 45 – 60
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

Biostratigrafia sedimentov bádenu z oblasti Veľkej Tŕne a revízia jej starších poznatkov (Východoslovenská panva)

ADRIENA ZLINSKÁ

Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava;
adriena.zlinska@geology.sk

Biostrafigraphy of Badenian sediments from the village of Veľká Tŕňa and revision of earlier knowledge (East Slovakian Basin)

From the TR-5 borehole (Veľká Tŕňa) of the depth interval 20–165 m, a total number of 49 taxons of foraminifers were determined (Tab. 1) with a quantity prevalence of plankton in the first three studied samples (20 m, 55–60 m, 80 m). In the depth of 165 m the planktonic component starts to retreat due to the prevalence of agglutinated forms and the calcareous benthos.

According to the present foraminiferal microfauna, we can consider the studied deposits like related to the same chronostratigraphic stage – Badenian. Within this stage we can divide 2 substages: the older – Moravian (165 m) and the younger – Wieliczian (20 to 80 m).

Revision of older works in this area allowed to review earlier microfaunistic results, mainly from the research on the Borša map sheets (M-34-128-C-d; M-34-128-A-d; M-34-128-C-b; Lehotayová, 1963a), that were stratigraphically uncertain. Based on the *Elphidium josephinum* (Orb.) and *Orthomorphina dina* (Vengl.) foraminifers, they were classified as Sarmatian in age. Similarly also the TR-26 and 27 boreholes (Zlinská, 1984a, b) were reambulated. These are close to the TR-5 borehole, and we recognized the same lithostratigraphic units in them.

Key words: biostrafigraphy, Middle Miocene, Lower and Middle Badenian, foraminifers, East Slovakian Basin

Úvod

V rámci vyhľadávacieho prieskumu na antracit bol v r. 1984 vtedajším Geologickým prieskumom v Zemplínskych vrchoch realizovaný vrt TR-5, lokalizovaný SZ od Veľkej Tŕne (obr. 1, 2). Jeho celková hĺbka je 619 m, do hĺbky 1 m sú kvartérne sedimenty, do 256,3 m bližšie nešpecifikované spodno- až strednobádenské usadeniny a pod ním až do konečnej hĺbky vrtu horniny stefanského veku. Podrobný profil vrtu je uvedený v správe Együda et al. (1985), zjednodušený na obr. 2. Vrt nebol doteraz mikrofaunisticky spracovaný. Zo 4 vzoriek (20 m, 55 – 60 m, 80 a 165 m) zoskartovaného vrtu sme získali kvantitatívne bohaté diverzifikované spoločenstvo foraminifer bádenu, v hĺbkach 20 – 80 m stredného a v hĺbke 165 m spodného, mikrofaunisticky ide o zóny planktonických foraminifer *Orbulina suturalis – Praeorbulina* a *Globigerina druryi – G. decoraperta* podľa členenia Cichu et al. (1975). Podľa členenia Grilla (1941, 1943) je to lagenidová zóna a zóna aglutinancií (obr. 3). Sedimenty litologicky predstavujú nižnohrabovské (morav) a vranovské (vielič) súvrstvie (Vass, 2002). Súčasne sme prehodnotili staršie mikrofaunistické výsledky z predmetnej oblasti, najmä z výskumu na liste Borša (M-34-128-C-d; M-34-128-A-d; M-34-128-C-b; Lehotayová, 1963a), ktoré mali neistú stratigrafickú pozíciu, a na základe typických foraminifer sme ich priradili k sarmatu. Z prv vyhodnotených vrtov TR-26 a TR-27 (Zlinská, 1984a, b; obr. 1), lokalizovaných neďaleko vrtu TR-5, sa nám opätovnou separáciou a zahustením odberov podarilo získať mikrofaunu spodného a stredného bádenu (Tab. 1).

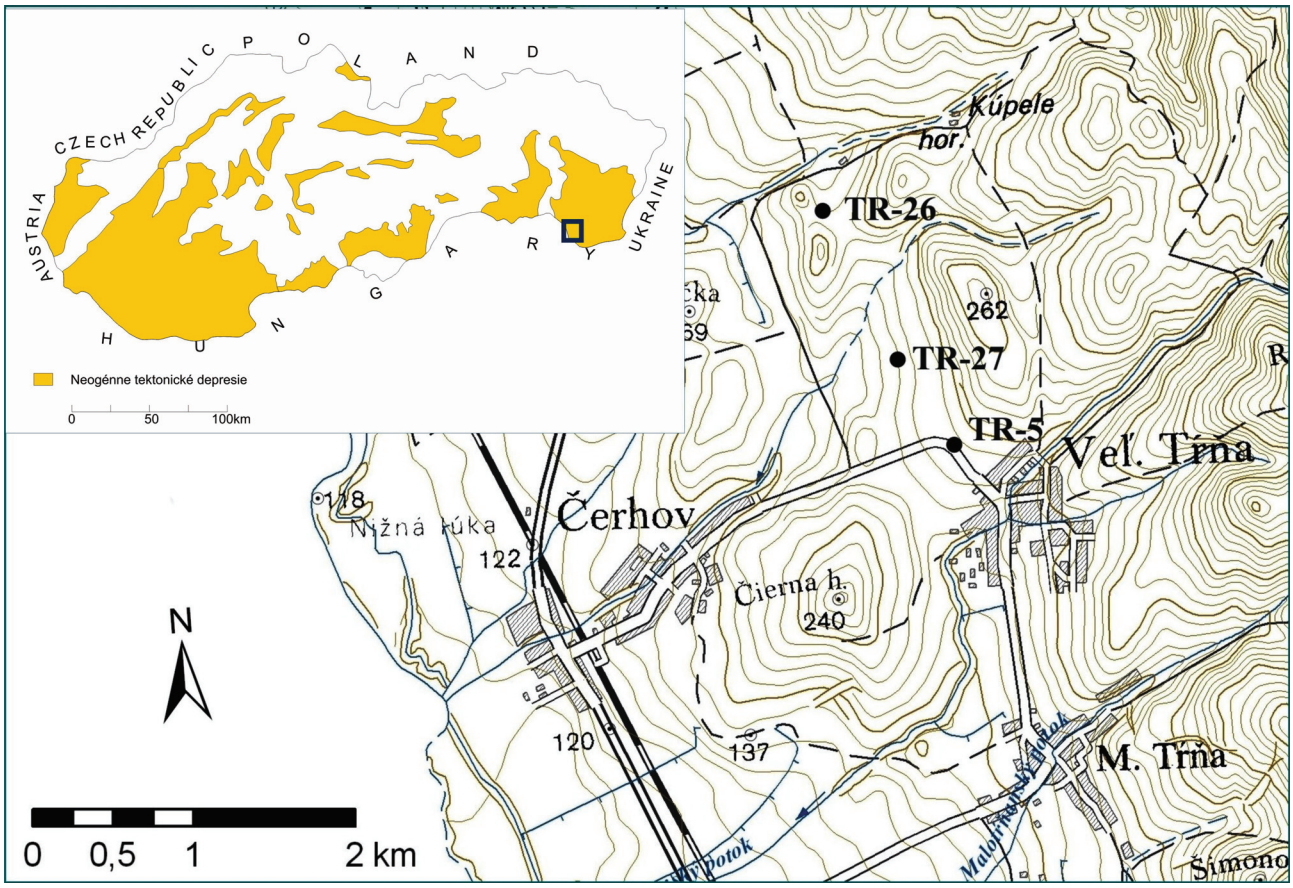
V nasledujúcej kapitole podávame charakteristiku len študovaných litostrafigrafických jednotiek.

Charakteristika litostrafigrafických jednotiek bádenu Trebišovskej panvy (obr. 3)

Z hľadiska regionálnogeologického členenia Západných Karpát (Vass et al., 1988) patrí študovaná oblasť k vnútrohorskej Východoslovenskej panve, ktorú epigeneticky rozdeľujú neovulkanity Slanských vrchov na čiastkovú Trebišovskú panvu a Prešovskú kotlinu. K Východoslovenskej panve sa neformálne priraďujú aj Moldavská kotlina a údolie riečky Roňava, ktoré formálne a geneticky prináležia k tylovej hlbine Karpát. Neogén v J časti Východoslovenskej nížiny leží transgresívne a diskordantne na predneogénnom podloží. Reprezentujú ho sedimenty a vulkanity počínajúc karpatom a končiac pliocénom.

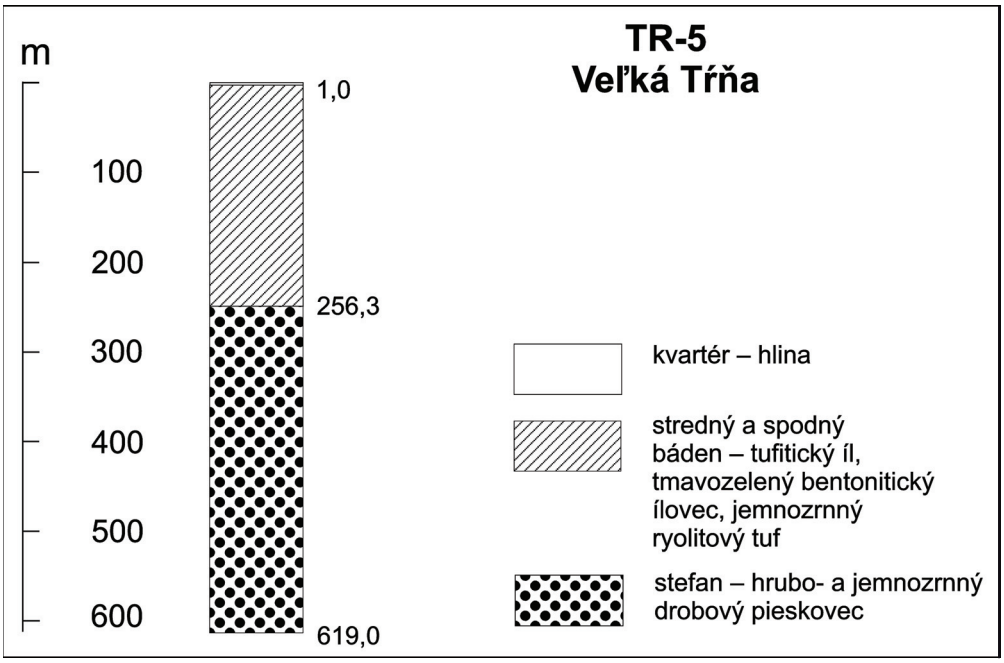
Nižnohrabovské súvrstvie

Názov je odvodený od obce Nižný Hrabovec, JV od Vranova nad Topľou (Vass, 2002; obr. 3). Súvrstvie je tvorené vápnitým pieskovcom, siltovcom a ílovcom s polohami ryodacitového tufu. Zeolitizovaný tuf je



Obr. 1. Lokalizácia TR vrtov.

Fig. 1. Location of TR wells.



Obr. 2. Vrt TR-5 – litologický profil.

Fig. 2. TR-5 well – lithological profile.

vyčlenený ako nižšia litostratigrafická jednotka hrabovský tuf. Súvrstvie vzniklo v prostredí morského šelfu. V súvrství sú aj zlepence a lokálne aj sadrovcové konkrécie. Súvrstvie leží so skrytou diskordanciou na kladzianskom súvrství (karpat), resp. diskordantne na predneogénnom podloží. Je konkordantne zakryté vranovským súvrstvím stredného bádenu.

V okolí Černochova bolo toto súvrstvie hrubé asi 70,0 m prevŕtané vrtom Zi-9. Podľa litologického opisu Ivana (1962) je tvorené sivými piesčitými, resp. bentonickými ílmi, ktoré sa striedajú s pieskovcami a v spodnej časti aj so zlepencami. Zlepence sú polymiktné, s obliakmi hornín budujúcimi Zemplínske vrchy. Ide zrejme o transgresívnu fáciu. Vo vrchnej časti sú ryolitové tufy s pemzou, s úlomkami a obliačikmi ryolitov a karbónskych pieskovcov.

Najúplnejší profil spodného bádenu zo SV svahov zemplínskej hrasti poskytol vrt Zatín-I, v ktorom neprevŕtaná hrúbka spodného bádenu dosahuje 600 m (Tereska, 1969). Sedimenty spodného bádenu sú tvorené vápnitými prachovcami a ílovcami s polohami vápnitých pieskovcov, kyslých tufov až tufitov a ryodacitu. Opísané súvrstvie obsahuje morskú mikrofaunu. Cicha (in Čechovič et al., 1963) zistil v okolí Černochova mikroasociácie s *Lenticulina (Planularia) auris, Globorotalia mayeri* a paralelizoval predmetné súvrstvie s lagenidovými zónami Viedenskej panvy, t. j. so spodným bádenom. Z vrtu Zi-10 (černochovský záliv) Lehotayová (in Ivan, 1962) zistila bohaté planktonické spoločenstvo s *Orbulina suturalis, Globigerinoides trilobus, Globorotalia scitula, Globoquadrina* sp. a bentonickými druhmi *Pullenia bulloides, Nonion pompilioides*. Autorka však toto spoločenstvo neklasifikuje ako typické spodnobádenské.

Vranovské súvrstvie

Názov je odvodený od mesta Vranov nad Topľou, nachádzajúceho sa v severnej časti Východoslovenskej panvy. Súvrstvie pozostáva zo sivých vápnitých siltovcov, ílovcov a pieskovcov. V okolí Trebišova v spodnej časti súvrstvia sú polohy kyslých tufitov (Vass a Čverčko, 1985). Vzniklo v plytkomorskom šelfovom prostredí. V okolí Zemplínskych vrchov leží buď na spodnom bádene (nižnohrabovskom súvrství), alebo transgresívne a diskordantne na predterciérnom podloží, pričom je zakryté, alebo sa laterálne zastupuje so zbudským súvrstvím (stredný báden). Na vranovskom súvrství leží diskordantne lastomírske alebo klčovské súvrstvie (vrchný báden). Maximálna hrúbka vranovského súvrstvia je 600 m.

Podľa vrtu TR-37, situovaného SZ od obce Veľká Tŕňa, vranovské súvrstvie je vyvinuté prevažne v monotónnej prachovcovo-ílovcovej fácii. Ílovce a prachovce majú sivú až sivozelenú farbu, sú často piesčité a prechádzajú do prachovcov. Sú v nich laminky, útržky a polohy ryolitových tufov a tufitov, miestami bentonitizovaných. Siltovcovo-ílovcová litofácia prevláda aj v panvovom vývoji, kde hlavnú masu súvrstvia tvoria vápnité siltovce a ílovce s polohami pieskovca. V okolí Kráľovského Chlmca do vranovského súvrstvia vstupujú vulkanické a vulkanoklastické horniny, ktoré tvoria výrazný vrstevný celok.

Vranovské súvrstvie obsahuje morské foraminifery, ktoré opísala z vrtu pri Veľatoch Lehotayová (1963a, b) a z vrtu TR-37 pri Tŕni Kantorová (in Baňacký et al., 1984). Spoločenstvo pozostáva okrem iného z druhov: *Valvulineria marmaroschensis, V. complanata, Cyclamina vulchoviensis, C. zemplinica, Uvigerina pygmoides, U. aculeata, U. asperula, U. hispida, U. hispidocostata,*

STUPEŇ		Foraminiferové biozóny centrálnej Paratetýdy			Litostratigrafické jednotky Trebišovskej panvy (Vass, 2002; upravené)
		Cicha et al.,1975		Grill, 1941, 1943	
SARMAT				*Nonion granosum*	Ptrukšianske súvrstvie
				Elphidium hauerinum	Kochanovské súvrstvie
				Elphidium reginum	Stretavské súvrstvie
BÁDEN	vrchný	*Velapertina*	*Uvigerina hispidocostata* *Pavonitina*	*Ammonia beccarii* bulimíno-bolivínová	Lastomírske súvrstvie
	stredný	*Globigerina druryi* *G. decoraperta*	*Pseudotriplasia elongata* *Uvigerina semiornata brunensis*	*Spiroplectammina carinata* (zóna aglutinancií)	Zbudzské súvrstvie
					Vranovské súvrstvie
	spodný	*Orbulina suturalis* *Praeorbulina*	*Lenticulina echinata*	vrchná lagenidová zóna (*Lenticulina cultrata*) spodná lagenidová zóna (*Planulina wuellerstorfi*)	Nižnohrabovské súvrstvie

Obr. 3. Biozonácia bádenu a sarmatu centrálnej Paratetýdy (Zlinská, 1992c, 2005b).

Fig. 3. Biozonation of the Badenian and Sarmatian in the Central Paratethys (Zlinská, 1992c, 2005b).

Tab. 1
Tabuľka zastúpenia taxónov v jednotlivých metrážach TR vrtov
Taxon depth-distribution in the TR wells

Taxón	TR-5				TR-26				TR-27					
	H í b k a (m)													
	20	55-60	80	165	80	135-135,2	230	232-232,2	11,8	60-60,5	85	123-126	134-137	265
Anomalina sp.						x								
Asterigerinata planorbis (Orb.)									x					
Bathysiphon taurinense Sacco				x		x						x	x	x
Bogdanowiczia pocutica Pish.				x										
Bolivina dilatata dilatata Rss.	x	x	x		x									
Bolivina hebes Macfad.			x	x							x	x		
Budashevaella wilsoni (Smith)				x										
Bulimina elongata (Orb.)	x	x	x		x			x	x	x				
Bulimina inflata Seguenza						x						x		
Bulimina schischkinskayae Samoilova					x					x				
Bulimina striata Orb.			x	x		x				x		x	x	
Bulimina subulata Cush. - Parker			x							x				
Cancris auriculus (F. - M.)			x											
Cibicidoides ornatus (C. - Z.)									x					
Cibicidoides ungerianus (Orb.)				x			x				x			
Cribrostomoides kjurendagensis (Morozova)													x	
Cyclammina complanata Chapman												x		
Cyclammina karpatica C. - Z.				x										
Cyclammina sp.				x								x		
Dorothia sp.						x								
Elphidium fichtellianum (Orb.)									x			x		
Elphidium macellum (F. - M.)							x		x					
Gaudryinopsis beregoviensis (Vengl.)														x
Glandulina ovula Orb.				x										
Glandulina sp.								x						
Globigerina apertura Cush.	x	x	x											
Globigerina bulloides Orb.	x	x	x		x			x	x	x		x	x	
Globigerina concinna Rss.		x			x					x				
Globigerina diplostoma Rss	x		x						x					
Globigerina falconensis (Blow)	x													
Globigerina praebulloides Blow	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	
Globigerina sp.	x	x											x	
Globigerina tarchanensis Subb.-Chutz.	x	x	x						x			x		
Globigerinella obesa (Bolli)		x	x					x	x					
Globigerinella regularis (Orb.)		x								x		x		
Globigerinoides quadrilobatus (Orb.)								x					x	
Globigerinoides sicanus de Stefani						x								
Globigerinoides subsacculifer Cita - Premoli Silva - Rossi												x		
Globigerinoides trilobus Rss.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Globigerinopsis grilli (Schmid)		x												
Globoquadrina altispira (Cush. - Jarvis)												x		
Globoquadrina dehiscens (Chapman,Parr - Collins)								x						
Globoquadrina sp.		x												
Globorotalia bykovae (Eisenstat)							x							
Globorotalia transsylvanica Popescu												x		
Globulina gibba Orb.							x							
Guttulina problema Orb.								x						
Hansenisca soldanii (Orb.)			x				x	x		x				
Hanzawaia boueana (Orb.)				x		x						x	x	
Haplophragmoides carinatus Cush. - Renz				x										
Haplophragmoides periferoexcavata Subb.													x	
Heterolepa dutemplei (Orb.)								x		x	x			
Hyalinonetrion clavatum (Orb.)				x										
Chilostomella ovoidea Rss.			x											
Karreriella bradyi (Cush.)						x								
Karreriella sp.														x
Lagena sp.								x						
Lagena striata (Orb.)							x							
Lenticulina aff. *arcuatostriata* (Hantk.)								x						
Lenticulina cultrata (Montf.)								x						
Lenticulina gibba (Orb.)								x						
Lenticulina inornata (Orb.)							x	x						
Listerella sp.						x								

Taxón	TR-5				TR-26				TR-27					
	Hĺbka (m)													
	20	55-60	80	165	80	135-135,2	230	232-232,2	11,8	60-60,5	85	123-126	134-137	265
Lobatula lobatula (W.-J.)			x			x		x		x			x	
Marginulinopsis sp.								x						
Martinottiella karreri (Cush.)							x	x						x
Melonis pompilioides (F. - M.)			x			x	x	x	x	x	x	x		
Nodosaria paupercula Rss.								x						
Nodosaria hirsuta Orb.								x						
Nonion commune (Orb.)			x				x							
Orbulina suturalis Broennimann	x		x			x	x	x		x	x	x	x	
Oridorsalis umbonatus Rss.												x		
Paragloborotalia mayeri (Cush. – Ell.)		x				x	x				x	x		
Paragloborotalia siakensis (Le Roy)								x			x			
Paragloborotalia sp.	x													
Plectofrondicularia digitalis (Neugeb.)							x							
Porosononion granosum (Orb.)									x					
Praeglobobulimina pupoides (Orb.)					x							x		
Praeglobobulimina pyrula (Orb.)			x											
Praeorbulina glomerosa (Blow)											x		x	
Praeorbulina glomerosa circularis (Blow)								x						
Pullenia bulloides (Orb.)						x	x	x		x	x	x		
Pyrgo sp.				x										
Quinqueloculina sp.												x		
Repmanina charoides (J. - P.)													x	
Reticulophragmium venezuelanum (Maync)						x								
Reussella spinulosa (Rss.)													x	
Sigmoilinita tenius (Czjz.)				x						x		x		
Siphonina reticulata (Czjz.)										x				
Siphotextularia inopinata Lucz.							x							
Sphaeroidina bulloides Orb.			x	x						x	x			
Spiroloculina canaliculata Orb.											x	x		
Spiroplectinella carinata (Orb.)	x	x	x							x				
Stilostomella adolhina (Orb.)							x							
Turborotalita quinqueloba (Natland)	x										x			
Uvigerina aculeata Orb.		x	x							x	x			
Uvigerina grilli Schmid	x	x												
Uvigerina hispidocostata Cush. - Todd								x						
Uvigerina macrocarinata P. - T.								x						
Uvigerina pygmaea Orb.									x					
Uvigerina semiornata adolphina von Daniels - Cicha										x	x			
Uvigerina semiornata kusteri von Daniels - Cicha										x				
Uvigerina schwageri Brady						x								
Uvigerina venusta Franzenau	x	x	x		x					x	x			
Vaginulinopsis pedum (Orb.)								x						
Valvulineria complanata (Orb.)	x	x	x	x	x				x			x	x	
Zeaglobigerina druryi (Akers)	x				x					x				
Zeaglobigerina nepenthes Todd	x		x											
Zeaglobigerina woodi (Jenkins)								x						

U. semiornata, Globigerina praebulloides, G. bulloides, G. concinna, Orbulina suturalis, Globigerinoides trilobus, Globorotalia bykovae, G. mayeri, Pseudotriplasia elongata. Ide o typické spoločenstvo vieliča (zóna *Spiroplectamina carinata*, obr. 3). Spoločenstvá foraminifer z vrtu TR-37 (Veľká Tŕňa) poukazujú na kolísanie hĺbok mora v priebehu sedimentácie vranovského súvrstvia. Na báze sedimentov vranovského súvrstvia (aspoň v okolí Zemplínskych vrchov) sa nachádzajú litorálne usadeniny. Neskoršie dochádza k prehĺbeniu mora až na rozhranie sublitorál – vrchný batyál, ku ktorému došlo zrejme tektonickou aktivitou pri výzdvihu zemplínskeho ostrova. Ukončenie sedimentácie súvrstvia prebieha opäť v podmienkach litorálneho pásma.

Z vrtu BB-1 lokalizovaného neďaleko Byšty opisuje Zlinská (1996) z hĺbky 2,6 – 63,5 m asociáciu foraminifer spiroplektamínovej zóny s: *Cyclammina vulchoviensis* Vengl., *C.* aff. *complanata* Chapman, *Textularia* ex gr. *laevigata* Orb., *Spiroplectinella carinata* (Orb.), *Globigerina praebulloides* Blow, *G. concinna* Rss., *Batysiphon taurinense* Sacco, *Melonis pompilioides* (F.-M.), *M. soldanii* (Orb.), *Valvulineria complanata* (Orb.) a i..

Biozonácia litostratigrafických jednotiek bádenu Trebišovskej panvy na základe foraminifer (obr. 3)

V nasledujúcej časti sa venujeme biozonácii študovaných litostratigrafických jednotiek tejto oblasti (Vass, 2002), ktoré sme korelovali so štandardnými biozónami (Grill, 1941, 1943; Cicha et al., 1975; obr. 3).

Spodný báden

V mikrofaunistickom vývoji spodná hranica moravu je definovaná vymiznutím indexových druhov karpatskej zóny *Cyclammina karpatica – Uvigerina bononiensis*

primiformnis (= Pappina primiformnis). Morav je korelovateľný so zónou planktonických foraminifer *Praeorbulina – Orbulina suturalis* a so zónou bentonických foraminifer *Lenticulina echinata* (Cicha et al., 1975). Podľa Grilla (1943) je to vrchná a spodná lagenidová biozóna. Charakterizujú ho euhalinné asociácie hlbšieho neritika až plytkobatyálnej zóny.

V nižnohrabovskom súvrství sa prvýkrát objavujú planktonické rody a druhy foraminifer s *Praeorbulina glomerosa* (Blow), ďalej sú prítomné: *Globigerina praebulloides* Blow, *G. bulloides* Orb., *G. diplostoma* Rss., *G. concinna* Rss., *G. apertura* Cush., *G. opinata* (Pishv.), *Globigerinoides sicanus* de Stef., *G. trilobus* (Rss.), *G. quadrilobatus* (Orb.), *Paragloborotalia siakensis* (Le Roy), *P. mayeri* (Cush. et Ell.), *Globigerinella obesa* Bolli, *Zeaglobigerina woodi* (Jenk.), *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.) a vo vyššej časti zóny aj *Orbulina suturalis* Broenn. Z bentonických foraminifer sa objavujú hlavne zástupcovia čeľadí *Vaginulinidae* a *Uvigerinidae*, rody *Lenticulina* [*L. echinata* (Orb.)] a z uvigerín pre morav typická *U. macrocarinata* Papp et Turn. Sprevádzajú ich: *Vaginulina legumen* (L.), *Planularia dentata* (Karr.), *P. antillea ostraviensis* Vas., *Pyramidulina raphanistrum* (L.), *Lenticulina arcuatostriata* (Hantk.), *L. cultrata* (Mont.), *L. gibba* (Orb.), *L. inornata* (Orb.), *L. melvilli* (Cush. et Renz), *L. vortex* (F. et M.), *Bolivina hebes* Macfad., *B. dilatata* Rss., *Stilostomella adolphina* (Orb.), *Praeglobobulimina pupoides* (Orb.), *Uvigerina pygmaea* Orb., *U. semiornata semiornata* Orb., *U. venusta venusta* Franz., *Amphistegina hauerina* Orb., a i..

Stredný báden

Vielič je na Východoslovenskej nížine zastúpený vranovským a evaporitickým zbudzským súvrstvím, v S časti Košickej kotliny vrchnou časťou mirkovského súvrstvia (Karoli a Zlinská, 1988). Mikrofaunisticky prislúcha zóne planktonických foraminifer *Globigerina decoraperta – G. druryi* a zóne bentonických foraminifer *Uvigerina semiornata brunnensis – Pseudotriplasia elongata* (Cicha et al., 1975). Podľa Grilla (1941) stredný báden predstavuje zóna *Spiroplectammina carinata* (= *Spiroplectinella*, Čtyroká a Zlinská, 1992, 1993a, b; Zlinská a Čtyroká, 1993).

Vielič sa vyznačuje hojným zastúpením aglutinovaných foriem, ako *Pseudotriplasia elongata* Mal., *Bathysiphon taurinenense* Sacco, *Haplophragmoides vasiceki vasiceki* C. et Z., *Cyclammina complanata* Chapm., *C. zemplinica* C. et Z., *C. vulchoviensis* Vengl. a *Spiroplectinella carinata* (Orb.), ktorej posledný výskyt vo vrchnom vieliči ohraničuje vrchnú hranicu zóny, spolu s objavením sa planktonického rodu *Velapertina* a bentonického rodu *Pavonitina*. Z vápnitých foriem sú charakteristické ostnaté uvigeriny *U. aculeata orbignyana* Czjz., *U. aculeata aculeata* Orb., *Uvigerina semiornata kusteri* von Daniels – Cicha a *Uvigerina semiornata adolphina* von Daniels – Cicha.

Planktonickú zložku zastupuje prvýkrát vo vieliči sa objavujúci druh *Globigerina decoraperta* Takay et Saito, ďalej *Zeaglobigerina druryi* (Akers) a *Z. nepenthes* (Todd). Sprevádza ich: *Paragloborotalia mayeri* (Cush. et Ell.), *Paragloborotalia siakensis* (Le Roy), *Globigerina praebulloides* Blow, *G. bulloides* Orb., *G. apertura* Cush., *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.), *Globigerinoides quadrilobatus* (Orb.), *G. trilobus* (Rss.), *Orbulina suturalis* Broenn. a i..

Vo vrchnom bádene-kosove dochádza k diferenciácii mikrofauny na morskú, ktorá je zastúpená v spodnej časti podstupňa a reprezentuje ju lastomírske súvrstvie, a brachyhalinnú vo vrchnej časti podstupňa, reprezentovanú klčovským súvrstvím, ktoré prechádza do najspodnejšieho sarmatu.

Prehľad mikrofaunistických štúdií a ich revízia

V rámci geologického výskumu neogénu východného Slovenska mikropaleontologicky vyhodnotila Bystrická (1954) z oblasti na východ od Slanských vrchov niekoľko vzoriek, ktoré zaradila do karpatu, bádenu a sarmatu. Íly, príp. piesky vystupujúce na povrch v blízkosti obce Veľký Kazimír, na juh od obce Torkoš a Byšta, obsahujú chudobnú netypickú mikroasociáciu foraminifer karpatu.

Spodnobádenské sedimenty našla Bystrická (l. c.) v okolí obcí Veľaty, Byšta, Dvor Mária, Brezina (Kolbaš), Veľký Kazimír. Vo vrchnej časti spodnobádenského vrstevného sledu pozoruje striedanie horizontov stenohalinnej fauny s brakickou.

Sarmat s typickou brakickou mikroasociáciou uvádza Bystrická (l. c.) z potoka pri Kuzmiciach, z pravého brehu rieky Olšavy, severne od obce Olšovany, z južného okraja Kalše, z potoka pri Bohdanovciach, z potoka Roňva medzi majerom Gender a viaduktom, západne od Kuzmíc, pri Slivníku a Slovenskej Huti, pri stanici v Slanci, na východ a severozápad od jazera Izra.

Zo vzoriek odobratých z vrtu Michaľany-1, od hĺbky 140 až 283,7 m, určila Jendrejáková (1957) vyšší báden. V profile vrtu sa prejavuje striedanie brakickej a morskej mikrofauny. Pri jej zrovnávaní dospela k záveru, že sa najviac približuje foraminiferovým asociáciám vrtu pri Veľatoch.

Foraminiferové asociácie vrchného bádenu zistili Cicha a Kheil (1962) vo vrte VT-3 (Michaľany). Asociácie zodpovedajú bulimíno-bolivínovej zóne (obr. 3). Z častejšie sa tu vyskytujúcich foriem uvádzajú: *Ammonia beccarii, Porosononion granosum, Spiroloculina canaliculata, Bulimina elongata, Caucasina schischkinskaye, Quinqueloculina reussi, Quinqueloculina boueana, Quinqueloculina karreri, Elphidium* aff. *rugosum, E. fichtellianum, E. flexuosum, E. crispum* a *Cibicides* ex gr. *lobatulus*. Ku koncu sedimentácie vrstiev s faunou tejto zóny dochádza v značnej časti Východoslovenskej panvy k regresii.

V nadloží vrstiev bulimíno-bolivínovej zóny je transgresívne uložené brakické až sladkovodné súvrstvie, ktoré bolo sledované vrtmi pri Sečovciach, Albínove, medzi Sečovcami a Michalovcami a medzi Bidovcami a Herľanmi. Mikrofaunisticky bolo súvrstvie detailne študované predovšetkým vo vrte Sečovce-1 Zapletalovou (1960). Ako vyplýva z jej výskumov, 1 500 m mocné brakické súvrstvie vrchného bádenu charakterizuje

sedimentácia v sladkovodnom až brachyhalinnom prostredí s vysladzovaním smerom do nadložia, kým sedimentácia brakického vrchného bádenu v podloží brakického spodného sarmatu je ukončená vrstvami s veľkými elfídiami a spodnosarmatskými ostrakódami.

V rámci geologického výskumu na liste Borša (M-34-128-C-d; M-34-128-A-d; M-34-128-C-b) vyhodnotila Lehotayová (1963a) z plytších vrtov, rýh (Zi – Luhyňa, Mi – Michaľany) a odkryvov (Veľká Tŕňa – lom) 51 vzoriek na mikrofaunu. Väčšina vzoriek zodpovedá vrchnobádenskému veku, stratigrafické postavenie sedimentov sarmatského veku nie je jednoznačné a nepodarilo sa jej ho potvrdiť. Značná časť vzoriek však obsahuje mikrofosílie, ktoré by mohli zodpovedať ako bádenským, tak aj sarmatským sedimentom.

Pri revízii sa nám však podarilo zistiť vo vzorke Zi-25/19,2 m spoločenstvo cibicides-amóniovo-elfídiové s typickým druhom sarmatu *Elphidium josephinum* (Orb.). Rovnako v hĺbke 47,6 – 48,1 m tohto vrtu boli zistené artikulíny, ktoré sú typickými predstaviteľmi sarmatu.

Vo vzorke Mi-1/41 – 42,5 m Lehotayová (l. c.) uvádza asociáciu s *Porosononion granosum, Nonion commune* a *Elphidium josephinum* (Orb.). Foraminiferové spoločenstvo, známe väčšinou z plytkých brakických vôd, sa nedá jednoznačne stanoviť, ako ani to, či ide o bádenské a či o sarmatské sedimenty. Podľa Cichu et al. (1998) *Elphidium josephinum* (Orb.) je typickým druhom sarmatu, čiže vzorky sú tiež sarmatské.

O vzorkách z vrtu Mi-2/91,6 – 93 m a 97 – 98 m Lehotayová (l. c.) síce píše, že obsahujú pyritové konkrécie, nedajú sa stratifikovať a zoznam taxónov neuvádza, ale na strane druhej v prílohe fototabuliek je znázornené spoločenstvo z hĺbky 97 – 98 m s textom, že ide pravdepodobne o sarmatskú mikrofaunu. Z čiastočného náhľadu na spoločenstvo foraminifer pozorujeme veľmi hojné zastúpenie plytkovodných miliolidných foriem, nonionidy a nodozariidný druh *Orthomorphina dina* (Vengl.), ktorý je známy len zo staršieho sarmatu, teda zo zóny veľkých elfídií (*E. reginum*, Grill, 1941; obr. 3), čiže vzorky sú skutočne sarmatské.

Vo vrte Mi-4 Michaľany v hĺbke 40 – 41 m Lehotayová (l. c.) uvádza elfídiá, miliolidy a *Elphidium josephinum* (Orb.), podľa našej revízie ide o sarmatské sedimenty, v hĺbke 43 – 44 m aj druh *Ammonia beccarii* a drobné miliolidy. Ochudobnené spoločenstvá s druhom *Ammonia beccarii* a netypickými elfídiami, ktoré Lehotayová (l. c.) nevie zaradiť, by mohli byť klčovským súvrstvím (zóna *Ammonia beccarii*, Grill, 1941), ktoré z vrchného bádenu zasahuje do najspodnejšieho sarmatu (napr. vz. Zi-24).

Z plytších vrtov bentonitového ložiska v oblasti Michalian (Mi-4, 5, 7, 9, 10) vyhodnotila Lehotayová (1963b) bádenskú a sarmatskú mikrofaunu. Vo vrte Mi-10 situovanom priamo v bentonitovom ložisku Michaľany určila hranicu medzi bádenom a sarmatom v hĺbke okolo 103 m. Vo vrte Tai-1 vo Veľkej Tŕni v hĺbke 10,7 – 60 m identifikovala báden s netypickou mikrofaunou.

Lehotayová (in Ivan, 1966) popisuje z vrtu Veľaty (bez metráže) bohatú mikrofaunu s typickým strednobádenským druhom *Pseudotriplasia elongata* Malecki.

V oblasti trňansko-luhyňskej prepadliny situovaný vrt TR-37 zaradila Kantorová (in Baňacký et al., 1984) na základe foraminifer do stredného bádenu. Metráž nie je uvedená.

Rovnako v tejto oblasti sa nachádzajúce vrty TR-26 a TR-27 (SV od Veľkej Tŕne) boli detailne študované Zlinskou (1984a, b) reevidované. Foraminiferové asociácie neobsahovali zväčša indexové fosílie, až na druh *Uvigerina macrocarinata* P. – T. (TR-26/232 – 232,2 m), známy zo spodného bádenu. Vyššia časť tohto vrtu (TR-26/135 – 135,2 m) obsahuje viac aglutinovaných foriem, ktoré môžu indikovať stredný báden. Vo vrte TR-27/60,5 – 65 m sú to ostnaté uvigeriny, ktoré poukazujú na túto časť bádenu.

Z novších biostratigrafických výskumov uskutočnených v predmetnej oblasti v rámci regionálnogeologického mapovania a vyhľadávania nerastných surovín treba spomenúť práce Zlinskej (1989, 1990, 1991, 1992a, b, c, 1996, 1997, 1998, 2004), Zlinskej a Fordinála (1988, 1995) a Tužinskej (1989, in Kobulský et al., 1989).

Tužinská (l. c.) študované vzorky z vrtu VTO-14 (Nová Vieska pri Bodrogu, od 96,0 m do 216,0 m) zaradila do vrchného bádenu.

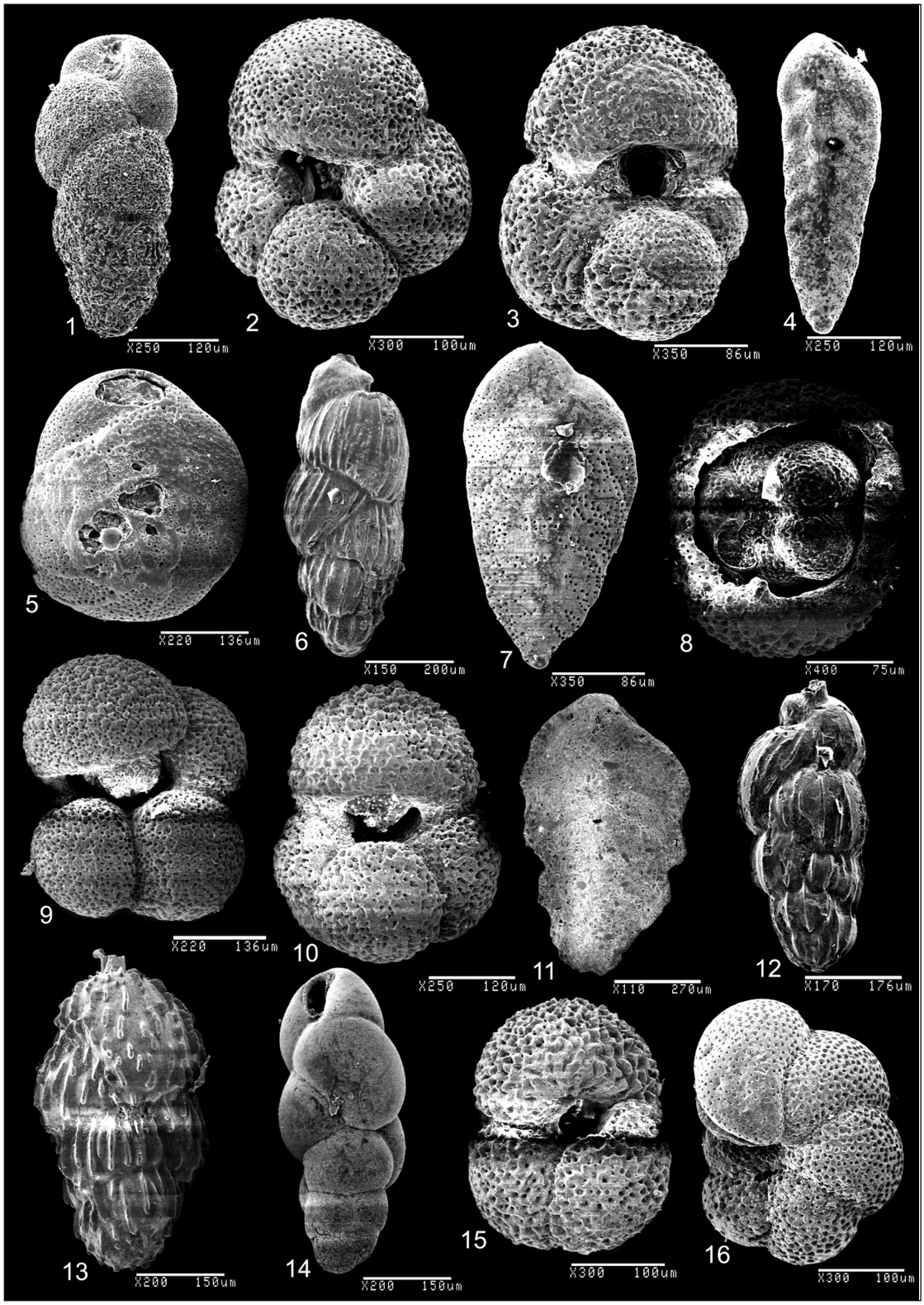
Zlinská (1989) z vrtu VTO-14 študovala vzorky z hĺbok 96 – 220,7 m, do cca 103 m uvádza brakické súvrstvie sarmatu s druhmi *Ammonia beccarii* (L.) a *Porosononion granosum* (Orb.) (fototab. III, obr. 15, 16). Môže ísť o brakické klčovské súvrstvie v nadloží morského lastomírskeho súvrstvia (obr. 3), ktoré z vrchného bádenu zasahuje do najspodnejšieho sarmatu. Morský vrchný báden je vo vrte VTO-14 zastúpený do študovanej hĺbky 220,7 m.

Metodika

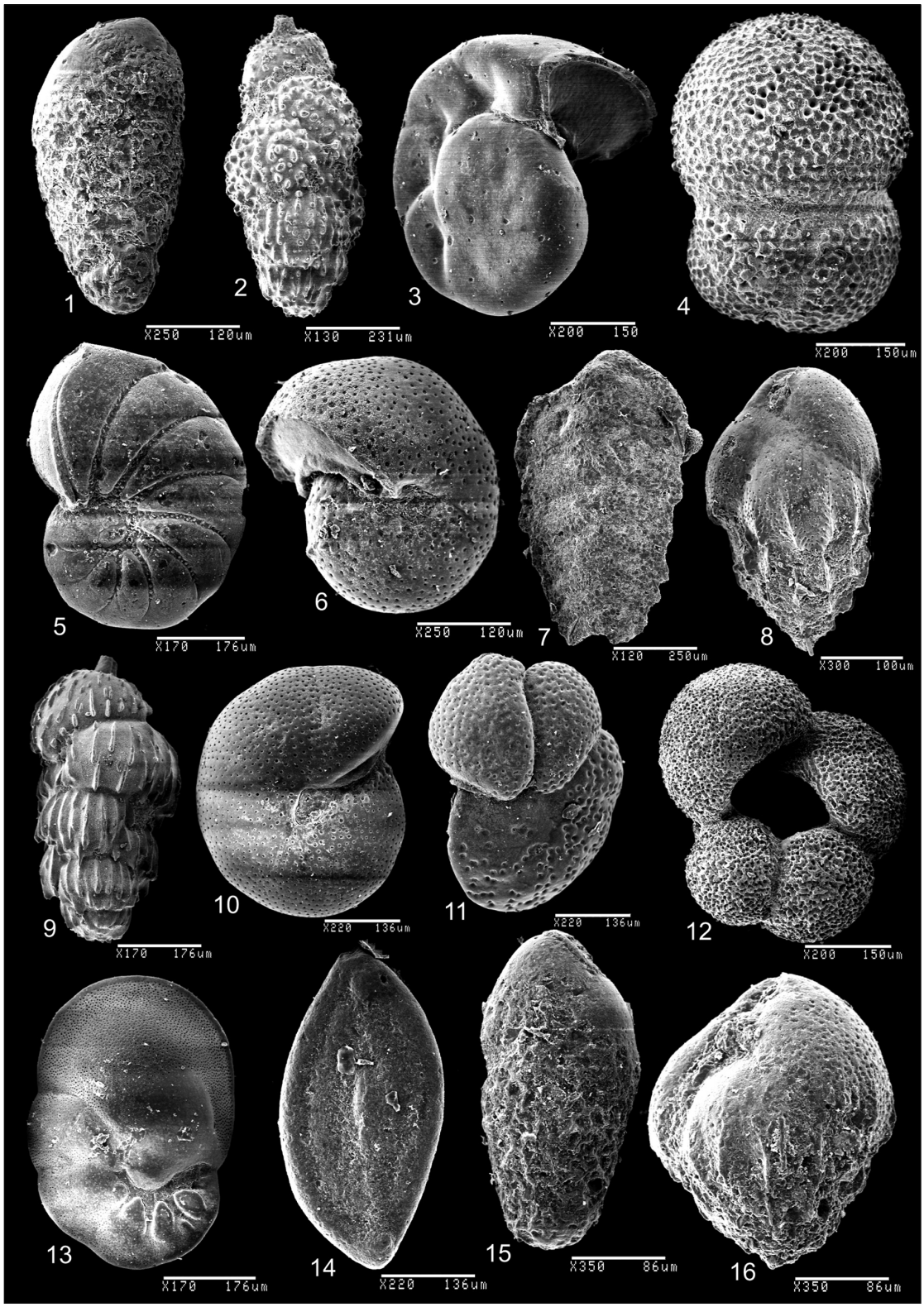
Foraminifery boli získané z výplavu bežným laboratórnym postupom, plavením cez mlynársky hodváb a separáciou výplavu. Vyseparované exempláre sme študovali pod binokulárnou lupou. Na ilustráciu sme niektoré taxóny odsnímali pod rastrovacím elektrónovým mikroskopom Hitachi S-800 v Ústave informatiky SAV (fototab. I, II) a Jeol JSM–840 v ŠGÚDŠ (fototab. III). Okrem štúdia vrtu TR-5 boli zrevidované a vyhodnotené prv spracované vrty TR-26 (hĺbky 135 – 135,2 m a 232 – 232,2 m) a TR-27 (hĺbky 11,8 m, 60 – 60,5 m, 123 – 126 m a 134 – 137 m) (Zlinská, 1984a, b), situované neďaleko vrtu TR-5 (obr. 1, tab. 1). Doseparáciou a zahustením odberu vzoriek (z vrtu TR-26 hĺbky 80 m a 230 m, z vrtu TR-27 hĺbky 85 m a 265 m) sa nám v nich podarilo vyčleniť spodný a stredný báden, čo doteraz pre absenciu indexových fosílií špecifikované nebolo, okrem hĺbky 232 – 232,2 m vo vrte TR-26, kde bola už skôr zistená spodnobádenská *Uvigerina macrocarinata* P. – T. (Zlinská, 1984a).

Výsledky

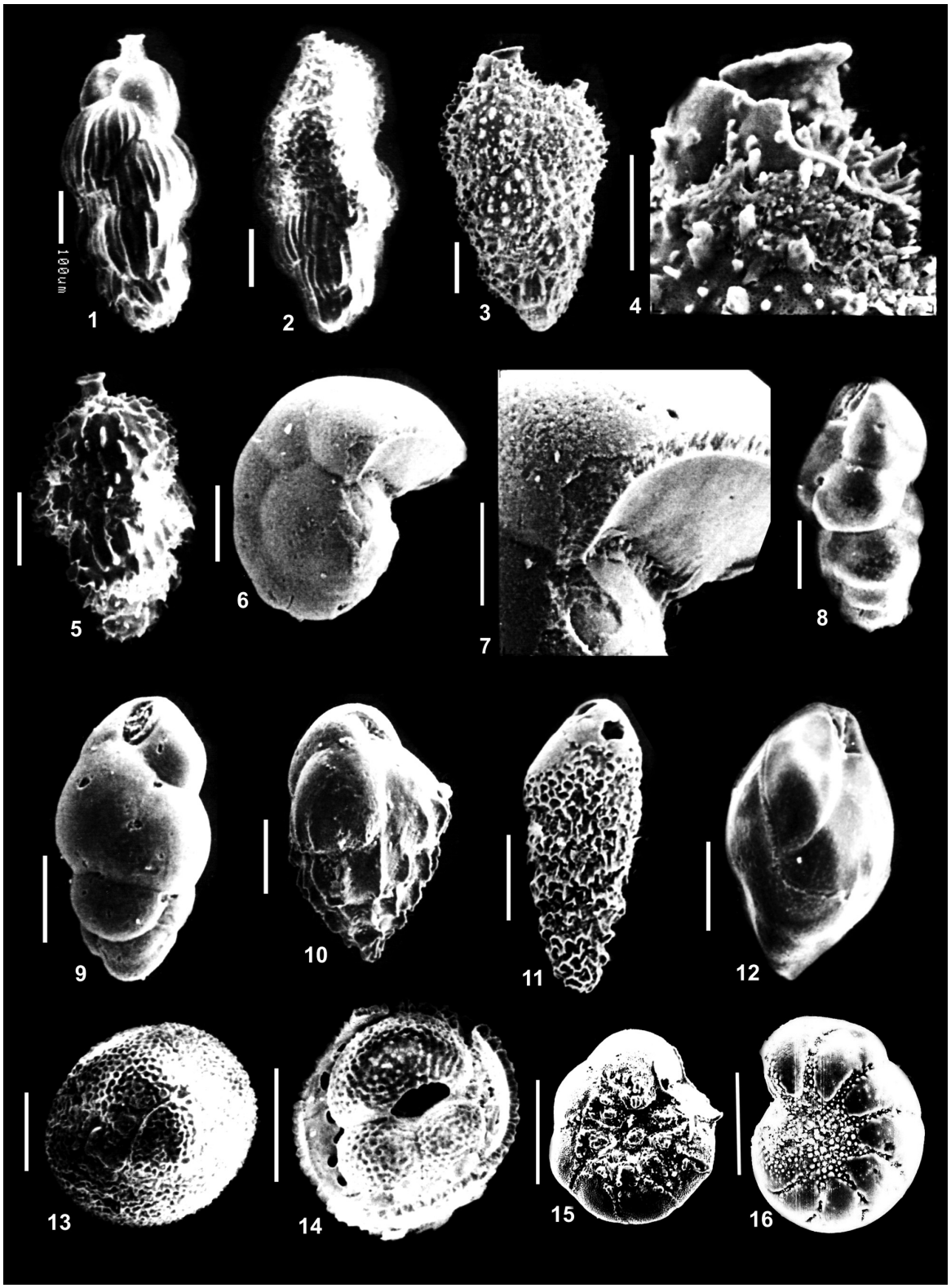
Z vrtu TR-5 situovaného SZ od Veľkej Tŕne (obr. 1) boli na mikrofaunistické spracovanie odobraté 4 vzorky z hĺbok 20 – 165 m (tab. 1). Litologicky vzorky zodpovedajú tmavozeleným jemnoaleuritickým ílovcom. Celkovo sme z nich získali 49 taxónov foraminifer.



TAB. I. 1 – *Bulimina elongata* (Orb.), TR-5/20 m; 2 – *Globigerina praebulloides* Blow, TR-5/20 m; 3 – *Globigerina bulloides* Orb., TR-5/20 m; 4, 7 – *Bolivina dilatata dilatata* Rss., TR-5/20 m; 5 – *Valvulineria complanata* (Orb.), TR-5/20 m; 6 – *Uvigerina grilli* Schmid, TR-5/20 m; 8 – *Orbulina suturalis* Broennimann, TR-5/20 m; 9 – *Globigerina diplostoma* Rss., TR-5/20 m; 10 – *Zeaglobigerina druryi* (Akers), TR-5/20 m; 11 – *Spiroplectinella carinata* (Orb.), TR-5/55 – 60 m; 12 – *Uvigerina grilli* Schmid, TR-5/55 – 60 m; 13 – *Uvigerina venusta* Franzenau, TR-5/55 – 60 m; 14 – *Bulimina elongata* (Orb.), TR-5/55 – 60 m; 15 – *Globigerinoides trilobus* Rss., TR-5/55 – 60 m; 16 – *Paragloborotalia mayeri* (Cush. – Ellisor), TR-5/55 – 60 m.



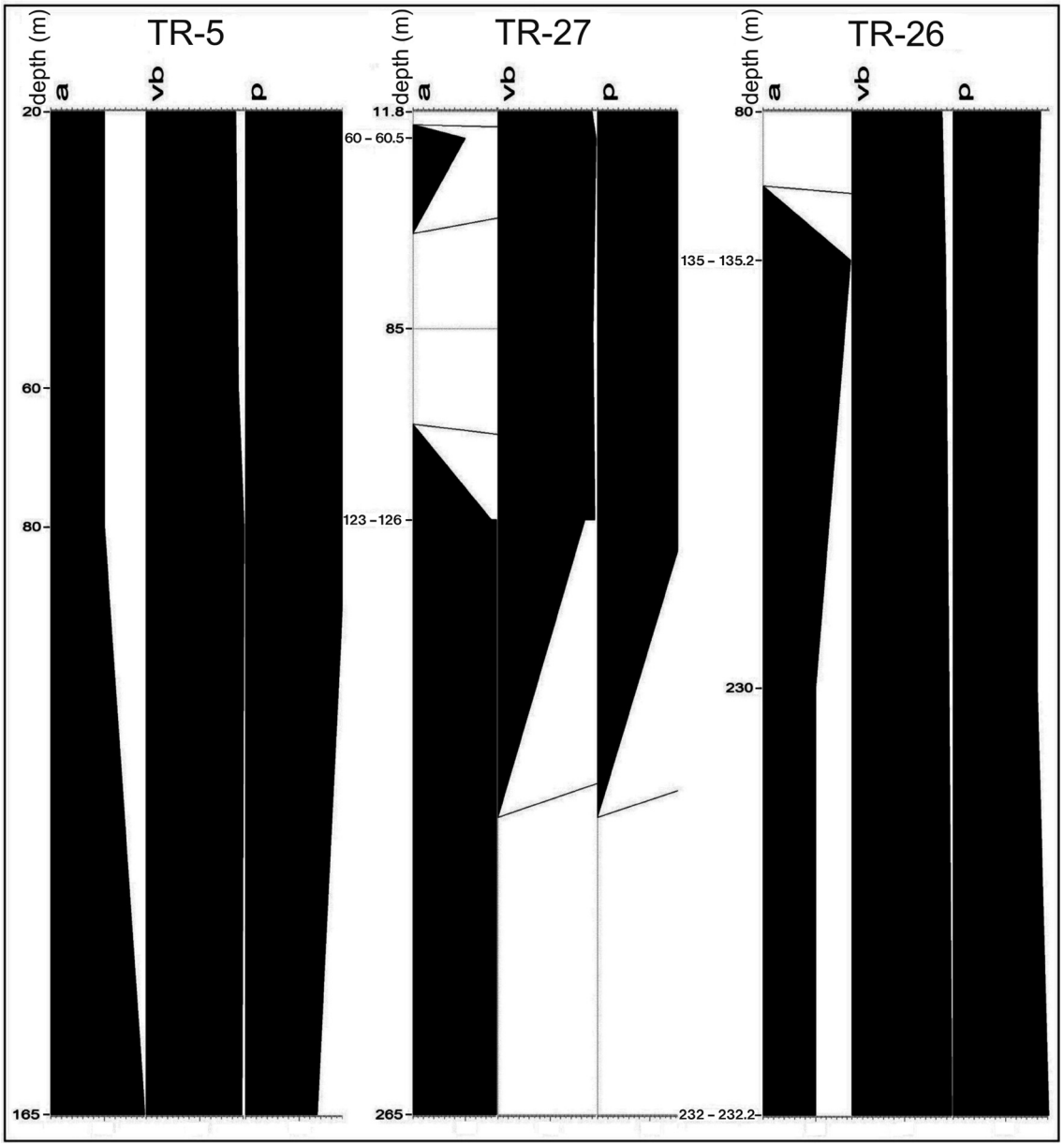
TAB. II. 1 – *Bolivina hebes* Macfad., TR-5/80 m; 2 – *Uvigerina aculeata* Orb., TR-5/80 m; 3 – *Hansenisca soldanii* (Orb.), TR-5/80 m; 4 – *Globigerinoides trilobus* Rss., TR-5/80 m; 5 – *Nonion commune* (Orb.), TR-5/80 m; 6 – *Melonis pompilioides* (F. – M.), TR-5/80 m; 7 – *Spiroplectinella carinata* (Orb.), TR-5/80 m; 8 – *Bulimina striata* Orb., TR-5/80 m; 9 – *Uvigerina venusta* Franzenau, TR-5/80 m; 10 – *Melonis pompilioides* (F. – M.), TR-5/80 m; 11 – *Lobatula lobatula* (W. – J.), TR-5/80 m; 12 – *Globigerina diplostoma* Rss., TR-5/80 m; 13 – *Cancris auriculus* (F. – M.), TR-5/80 m; 14 – *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), TR-5/165 m; 15 – *Bolivina hebes* Macfad., TR-5/165 m; 16 – *Bulimina striata* Orb., TR-5/165 m.



TAB. III. 1 – *Uvigerina semiornata adolphina* VON DANIELS – CICHA, TR-27/60,5 – 65 m; 2 – *Uvigerina* ex gr. *aculeata* (ORB.), TR-27/60,5 – 65 m; 3, 4 – *Uvigerina aculeata orbignyana* CZJZ., TR-27/60,5 – 65 m; 5 – *Uvigerina* sp., TR-27/60,5 – 65 m; 6, 7 – *Hansenisca soldanii* (ORB.), TR-27/60,5 – 65 m; 8, 9 – *Bulimina schischkinskayae* SAMOILOVA, TR-27/60,5 – 65 m; 10 – *Bulimina striata* ORB., TR-27/123 – 126 m; 11 – *Bolivina hebes* MACFADYEN, TR-27/123 – 126 m; 12 – *Praeglobobulimina pyrula* (ORB.), TR-27/123 – 126 m; 13, 14 – *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN, TR-27/123 – 126 m; 15 – *Ammonia beccarii* (L.), VTO-14/100 m; 16 – *Porosononion granosum* (ORB.), VTO-14/100 m.

V hĺbkach 20 m, 55 – 60 m a 80 m má z foraminifer kvantitatívnu prevahu planktonická zložka zastúpená hlavne druhmi zo spektra *Zeaglobigerina druryi* (Akers), *Globigerina apertura* Cush. a *Zeaglobigerina nepenthes* (Todd). K najčastejšie sa vyskytujúcim formám, okrem spomenutých, patria: *Globigerina bulloides* Orb., *Globigerina praebulloides* Blow, *Globigerina tarchanensis* Subb. – Chutz, *Globigerina diplostoma* Rss., *Globigerinella regularis* (Orb.), *Globigerinella obesa* (Bolli), *Sphaeroidina bulloides* Orb., *Orbulina suturalis* Broennimann a *Globigerinoides trilobus* Rss. (tab. 1). Chronologicky hĺbky zodpovedajú strednému bádenu – vieliču. V zmysle členenia Cichu et al. (1975) ide o zónu planktonických foraminifer *Globigerina druryi – Globigerina decoraperta*, v ponímaní Grilla (1941) o zónu aglutinácií (*Spiroplectamina carinata*, obr. 3). Bohatá prítomnosť planktonickej zložky v hĺbkach 20 až 80 m svedčí o dobrej komunikácii s otvoreným morom. Litologicky ide o vranovské súvrstvie (Vass, 2002; obr. 3).

Foraminifery z tejto študovanej časti vrtu (20 – 80 m) môžeme korelovať s asociáciou foraminifer získaných vo vrte P-3 (SSZ od obce Zbudza) z hĺbky 624,3 m. Dokazuje to takmer identický planktón a uvigeriny (Zlinská, 2005a, b, 2008).

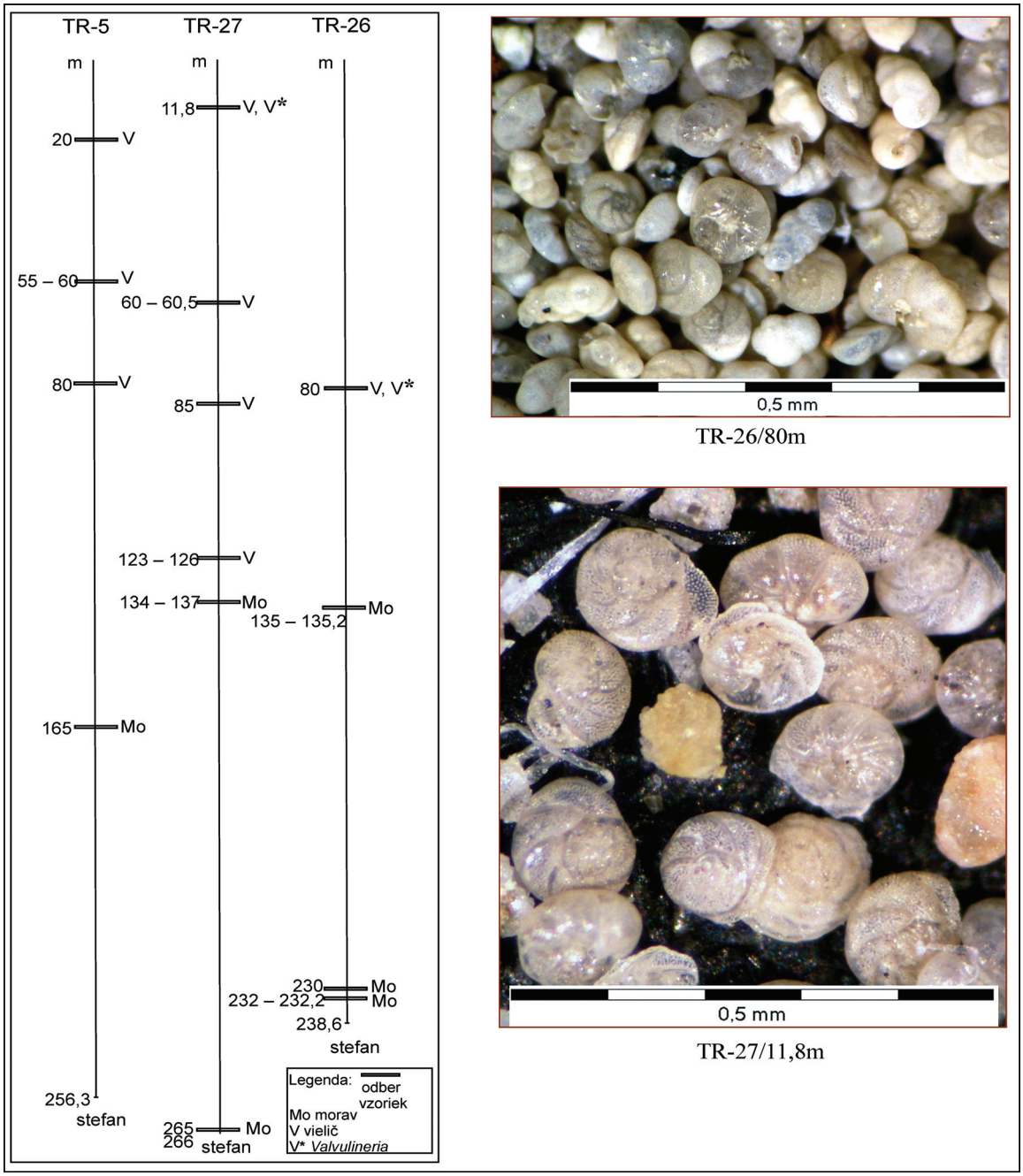


Obr. 4. Grafy pomerného zastúpenia foraminifer v jednotlivých metrážach TR vrtov (a – aglutinované, vb – vápnitý bentos a p – planktón).

Fig. 4. Proportional distribution charts of foraminifers in the TR wells (a – agglutinated foraminifera, vb – calcareous benthos and p – plankton).

V hĺbke 80 m planktonická zložka začína ustupovať na úkor aglutinovanej a vápnitého bentosu (obr. 4) a v hĺbke 165 m je zastúpená už len dvoma druhmi (*Sphaeroidina bulloides* Orb. a *Globigerinoides trilobus* Rss.). Prevažuje aglutinovaná zložka [*Budashevaella wilsoni* (Smith), *Bathysiphon taurinense* Sacco, *Haplophragmoides carinatus* Cush. – Renz, *Cyclammina karpatica* C. – Z. a *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek)] a vápnitý bentos. Táto metráž chronologicky zodpovedá spodnému bádenu – moravu. Mikrofaunisticky, podľa členenia Cichu et al. (1975), ide o zóny planktonických foraminifer *Orbulina suturalis* – *Praeorbulina* a *Globigerina druryi* – *G. decoraperta*, podľa členenia Grilla (1943) je to lagenidová biozóna (obr. 3). Komunikácia s otvoreným morom je tu značne obmedzená. Prevahu získavajú aglutinované foraminifery. Litologicky ide o nižnohrabovské súvrstvie (Vass, 2002, obr. 3).

Vo vrte TR-26 bolo študovaných 5 vzoriek z hĺbok 80 – 232,2 m, z toho jedna (221 m) bola bezfosílna, dve



Obr. 5. Prehľad odberu vzoriek z TR vrtov s vekovým zaradením a vyznačením horizontov s masovým výskytom rodu *Valvulineria*.

Fig. 5. Overview of the taken samples from the TR wells with ages and with horizons with mass appearance of the *Valvulineria* genus.

revidované (135 – 135,2 m a 232 – 232,2 m) a v dvoch prípadoch boli zahustené odbery (80 m a 230 m). Na prehľadnom obrázku (obr. 5) sú uvedené schémy odberu so stratigrafickým zaradením. Petrograficky vzorky zodpovedali sivozelenkavým aleuritickým ílovcom, v hĺbke 221 m s prítomnosťou tufitického materiálu a poskytli celkovo 64 taxónov foraminifer (tab. 1). V hĺbke 80 m okrem priebežných foriem boli zistené *Zeaglobigerina druryi* (Akers) a *Uvigerina venusta venusta* Franzenau, indikujúce vielič. Litologicky ide o vranovské súvrstvie (Vass, 2002) mikrofaunisticky zodpovedajúce – podľa Grilla (1941) – zóne aglutinancií a – podľa Cichu et al. (1975) – zóne planktonických foraminifer *Globigerina decoraperta – G. druryi* a zóne bentonických foraminifer *Uvigerina semiornata brunnensis – Pseudotriplasia elongata* (obr. 3). Od 135 – 232,2 m nastupuje typická mikrofauna moravu s *Globigerinoides sicanus* de Stefani, *Karreriella bradyi* (Cush.), *Martinottiella karreri* (Cush.), *Uvigerina macrocarinata* Papp et Turnovsky a *Praeorbulina glomerosa circularis* (Blow). Litologicky ide o nižnohrabovské súvrstvie (Vass, 2002) mikrofaunisticky zodpovedajúce – podľa Grilla (1941, 1943) – vrchnej a spodnej lagenidovej zóne a – podľa Cichu et al. (1975) – zóne planktonických foraminifer *Orbulina suturalis – Praeorbulina* a zóne bentonických foraminifer *Lenticulina echinata* (obr. 3).

Vo vrte TR-27 bolo študovaných 7 vzoriek z hĺbok 11,8 – 265 m, z toho jedna (264,5 m) bola bezfosílna, štyri revidované (11,8 m, 60 – 60,5 m, 123 – 126 m a 134 až 137 m) a v dvoch prípadoch boli zahustené odbery (85 m a 265 m). Petrograficky vzorky zodpovedali tmavosivozeleným ílovcom až siltovcom, v hĺbke 264,5 m s úlomkami tmavosivých drobových bridlíc a poskytli celkovo 54 taxónov foraminifer (tab. 1). Z hĺbok 11,8 až 126 m boli získané strednobádenské ostnaté uvigeriny: *Uvigerina semiornata adolphina* von Daniels – Cicha, *Uvigerina semiornata kusteri* von Daniels – Cicha a *Uvigerina aculeata* Orb., ktoré v hĺbke 60 – 60,5 m majú dominantné postavenie. Z typických planktonických foriem bola zistená *Zeaglobigerina druryi* (Akers). V hĺbke 85 m má kvantitatívnu prevahu planktón, ktorý tu dosahuje až 95 % zastúpenie. Litologicky ide o vranovské súvrstvie (Vass, 2002) mikrofaunisticky zodpovedajúce, podľa Grilla (1941), zóne aglutinancií a, podľa Cichu et al. (1975), zóne planktonických foraminifer *Globigerina decoraperta – G. druryi* a zóne bentonických foraminifer *Uvigerina semiornata brunnensis – Pseudotriplasia elongata* (obr. 3). V hĺbke 134 – 265 m sa vyskytuje spodný báden. V intervale 134 – 137 m bola zistená *Praeorbulina glomerosa* (Blow) typická pre spodnú lagenidovú zónu. V metráži 265 m boli zistené len aglutinované formy, ako napr. *Martinottiella karreri* (Cush.), ktorá je v zmysle Cichu et al. (1998) obmedzená na morav. Litologicky ide o nižnohrabovské súvrstvie (Vass, 2002) mikrofaunisticky zodpovedajúce podľa Grilla (1941, 1943) vrchnej a spodnej lagenidovej zóne a podľa Cichu et al. (1975) zóne planktonických foraminifer *Orbulina suturalis – Praeorbulina* a zóne bentonických foraminifer *Lenticulina echinata* (obr. 3).

Kolísanie hĺbok mora v priebehu sedimentácie nižnohrabovského a vranovského súvrstvia odzrkadľuje pomer planktonických a aglutinovaných foraminifer a vápnitého bentosu (obr. 4). Pozoruhodný je masový výskyt rodu *Valvulineria* v hĺbke 11,8 m (TR-27) a 80 m (TR-26) (obr. 5). Rod *Valvulineria* je častý v asociácii so zástupcami čeľade *Buliminidae* v hlbšom neritiku. Sedimenty navŕtané vrtom TR-27 v hĺbke 265 m sa usadili pod hladinou CCD, o čom svedčí prítomnosť výlučne aglutinovaných taxónov (batyál, tab. 1).

Záver

Z TR vrtov (5, 26, 27) situovaných SSZ od Veľkej Tŕne (obr. 1) bolo celkovo determinovaných 109 taxónov foraminifer (tab. 1), na základe ktorých sedimenty stratifikujeme ako bádenské. V rámci bádenu môžeme vyčleniť 2 podstupne:

1. starší – morav (TR-5/165 m, TR-27/134 – 265 m a TR-26/135 – 232 m), litologicky predstavuje, podľa členenia Vassa (2002, obr. 3), nižnohrabovské súvrstvie. Mikrofaunisticky, podľa členenia Cichu et al. (1975), ide o zóny planktonických foraminifer *Orbulina suturalis – Praeorbulina* a bentonických *Lenticulina echinata*, podľa členenia Grilla (1941, 1943) je to lagenidová zóna (obr. 3). Vo vrte TR-5 bola v hĺbke 165 m determinovaná *Cyclammina karpatica* C. – Z., v panvách centrálnej Paratetýdy rozšírená v karpate až morave. Vo vrte TR-26 boli zistené indexové fosílie: *Globigerinoides sicanus* de Stefani, *Uvigerina macrocarinata* P. – T. a *Praeorbulina glomerosa circularis* (Blow). Posledne menovaná je zastúpená aj vo vrte TR-27 spolu s typicky spodnobádenským taxónom *Martinottiella karreri* (Cush.).

Nižnohrabovské súvrstvie možno korelovať s lanžhotským súvrstvím vo Viedenskej panve, kde vo vrte DNV-1 (Devínska Nová Ves) v hĺbke 496,4 – 512,9 m v polymiktných klastikách s pelitickým tmelom bola nájdená *Uvigerina macrocarinata* P. – T., *Praeorbulina glomerosa* (Blow) a *Planularia antillea ostraviensis* Vašíček (Zlinská, 1992d).

2. mladší – vielič (TR-5/20 až 80 m, TR-27/11,8 až 126 m a TR-26/80 m), litologicky predstavuje, podľa členenia Vassa (2002, obr. 3), vranovské súvrstvie. Mikrofaunisticky, podľa členenia Cichu et al. (1975), ide o zóny planktonických foraminifer *Globigerina druryi – G. decoraperta* a bentonických *Uvigerina semiornata brunnensis – Pseudotriplasia elongata*, podľa členenia Grilla (1941) stredný báden predstavuje zóna aglutinancií (*Spiroplectammina carinata*, obr. 3). Vo vrte TR-5 bola v hĺbkach 20 až 80 m zistená *Uvigerina venusta* Franzenau, v panvách centrálnej Paratetýdy známa z vieliča, v hĺbke 55 – 60 m a 80 m aj *Uvigerina aculeata* Orb., ktorá maximum výskytu dosahuje v strednom bádene. V hĺbkach 20 m, 55 – 60 m a 80 m má z foraminifer kvantitatívnu prevahu planktonická zložka zastúpená hlavne druhmi zo spektra *Zeaglobigerina druryi* (Akers), *Globigerina apertura* Cush. a *Zeaglobigerina nepenthes* (Todd). Vo vrte TR-26 v hĺbke 80 m okrem priebežných foriem boli zistené *Zeaglobigerina druryi* (Akers) a *Uvigerina*

venusta venusta Franzenau, indikujúce vielič. Vo vrte T R-27 z hĺbok 11,8 – 126 m boli získané strednobádenské ostnaté uvigeriny: *Uvigerina semiornata adolphina* von Daniels – Cicha, *Uvigerina semiornata kusteri* von Daniels – Cicha a *Uvigerina aculeata* Orb., ktoré majú dominantné postavenie v hĺbke 60 – 60,5 m. Z typických planktonických foriem bola zistená *Zeaglobigerina druryi* (Akers). V hĺbke 85 m má kvantitatívnu prevahu planktón, ktorý tu dosahuje až 95 % zastúpenie. Vranovské súvrstvie obsahuje teda morské foraminifery, ktoré opísala tiež Lehotayová (1963a, b) a Lehotayová in Ivan (1962, 1966) z vrtu pri Veľatoch. Je korelovateľné s hĺbkami 2,6 – 63,5 m vrtu BB-1 (Zlinská, 1996), kde bola zistená mikrofauna spiroplektamínovej zóny, a s podložím soli vo vrte P-3 (Zbudza; Zlinská, 2005a, b), kde v hĺbke 624,3 m boli determinované uvigeriny (*U. venusta* Franzenau a *U. semiornata adolphina* von Daniels – Cicha), a vo Viedenskej panve vo vrte DNV-1 (Devínska Nová Ves) v nadloží devínskonovoveského súvrstvia, kde v sivých vápnitých íloch z hĺbok 13,4 m a 59,7 m boli určené ostnaté uvigeriny (*Uvigerina aculeata orbignyana* Orb. a *Uvigerina* ex gr. *aculeata* Orb., Zlinská, 1992d).

Vo vzorkách z vrtov TR-26 a 27 sa nám doseparáciou a zahustením odberu vzoriek podarilo vyčleniť spodný a stredný báden, čo doteraz pre absenciu indexových fosílií špecifikované nebolo.

Súčasne sme prehodnotili staršie mikrofaunistické výsledky z predmetnej oblasti, najmä z výskumu na liste Borša (M-34-128-C-d; M-34-128-A-d; M-34-128-C-b; Lehotayová, 1963a), ktoré mali neistú stratigrafickú pozíciu, a na základe typických foraminifer sme ich priradili k sarmatu.

References

Baňacký, V., Vozárová, A., Vozár, J., Lexa, J., Kaličiak, M., Elečko, M., Straka, P., Šucha, P., Škvarka, L., Vaškovská, E., Horniš, J. & Stankovič, J., 1984: Vysvetlivky ku geologickým mapám Východoslovenskej nížiny 1 : 25 000, listy 38-341, 38-343, 38-332 (Zemplínske vrchy a okolie). *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Bystrická, H., 1954: Mikropaleontologické pomery neogénu východného Slovenska. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 5, 1 – 4, 413 – 420.*

Cicha, I. & Kheil, J., 1962: Mikrobiostratigrafie miocénu východoslovenské neogénní oblasti. *Sbor. Ústř. Úst. geol., Odd. paleont. (Praha), XXVII, 315 – 348.*

Cicha, I., Čtyroká, J., Jiříček, R. & Zapletalová, I., 1975: Principal biozones of the Late Tertiary in Eastern Alps and West Carpathians. *In: Cicha, I. (ed.): Biozonal division of the Upper Tertiary Basins of the Eastern Alps and West Carpathians. I.U.G.S. Proceedings of the VI. Congress, Bratislava, 19 – 34.*

Cicha, I., Rögl, F., Čtyroká, J., Rupp, Ch., Bajraktarevic, Z., Baldi, T., Bobrinskaya, O. G., Darakchieva, St., Fuchs, R., Gagic, N., Gruzman, A. D., Halmai, J., Krasheninnikov, V. A., Kalac, K., Korecz-Laky, I., Krhovsky, J., Luczkowska, E., Nagy-Gellai, A., Olszewska, B., Popescu, Gh., Reiser, H., Schmid, M. E., Schreiber, O., Serova, M. Y., Szegö, E., Sztrakos, K., Venglinskyi, I. V. & Wenger, W., 1998: Oligocene – Miocene Foraminifera of the Central Paratethys. *Abh. Senckenberg. naturforsch. Gesell., 549, 1 – 325.*

Čechovič, V., et al., 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Trebišov – Čierna. *GÚDŠ, Bratislava, 1 – 80.*

Čtyroká, J. & Zlinská, A., 1992: Príspevok k taxonómii aglutinovaných dierkavcov rodov Spiroplectammina Cushman a Spiroplectinella Kiselman z miocénu viedenskej panvy. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Čtyroká, J. & Zlinská, A., 1993a: Nové poznatky o rodu Spiroplectinella Kiselman 1927 (Foraminiferida). *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1992, 17 s.*

Čtyroká, J. & Zlinská, A., 1993b: Několik poznámek k taxonomii vybraných aglutinovaných dírkovcu v miocénu Západních Karpat. Nové výsledky v terciéru Západních Karpat. *Knih. Zem. Plyn Nafta, 15, 143 – 155.*

Együd, K., Varga, M., Gerhart, S. & Bondarenková, A., 1985: Veľká Tŕňa – surovina: antracit. Záverečná správa a výpočet zásob, vyhľadávací prieskum, stav k 30. 5. 1985. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Grill, R., 1941: Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse-Anteilen. *Öel u. Kohle (Berlin), 37, 595 – 602.*

Grill, R., 1943: Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Becken. *Mitt. Reichsamts Bodenforsch. (Wien), 6, 33 – 44.*

Ivan, Ľ., 1962: Ročná správa z listu Borša. Úkol 02-A-8. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Ivan, Ľ., 1966: Nerudné suroviny v Cejkove, okr. Trebišov. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Jendrejáková, O., 1957: Mikrofaunistický výskum vrtov Hn-14, Stráňany 1, Michaľany 1 z podvihorlatskej uhoľnej panvy. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Karoli, S. & Zlinská, A., 1988: Výsledky litologického a mikrobiostratigrafického výskumu neogénnych sedimentov severnej časti Košickej kotliny. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Kobulský, J., Gerhart, S., Varga, M., Dubéci, B., Seliga, J., Horská, A., Tužinská, M., Zlinská, A., Zacharovová, J., et al., 1989: Veľká Tŕňa-okolie. Záverečná správa úlohy, surovina: antracit + čierne uhlie 1989. *Manuskript. Archív GÚDŠ, Bratislava.*

Lehotayová, R., 1963a: Vyhodnotenie mikrofauny na liste Borša (M-34-128-C-d), okres Trebišov. *Manuskript. Archív GÚDŠ, Bratislava.*

Lehotayová, R., 1963b: Mikrofauna bentonitového ložiska z oblasti Michaľany a z jednotlivých plytších vrtov. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Tereska, C., 1969: Geologická stavba južnej časti Potiskej nížiny so zreteľom k problematike výskytu živíc. Rigorózna práca. *Manuskript. Archív Nafta, Michalovce.*

Vass, D., 2002: Litostratigrafia Západných Karpát: neogén a budínsky paleogén. *Manuskript. Archív Geofond, Bratislava, 202 s.*

Vass, D. & Čverčko, J., 1985: Litostratigrafické jednotky neogénu Východoslovenskej nížiny. *Geol. Práce, Spr., 82, 111 – 126.*

Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Krystek, E., Köhler, E., Lexa, J., Nemčok, J., Rúžička, M. & Vaškovský, I., 1988: Vysvetlivky k mape Regionálne členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR, 1 : 500 000. *GÚDŠ, Bratislava, 65 s.*

Zapletalová, I., 1960: Stratigrafie a biofaciální vývoj opěrného vrtu Sečovce 1 ve světle mikropaleontologického výzkumu. *Práce Výzk. Úst. čs. naft. Dolů, 15, 95 – 119.*

Zlinská, A., 1984a: Orientačné mikrobiostratigrafické vyhodnotenie vrtu TR-26. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Zlinská, A., 1984b: Orientačné mikrobiostratigrafické vyhodnotenie vrtu TR-27. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Zlinská, A., 1989: Mikrobiostratigrafické zhodnotenie vrtu VTO-14. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Zlinská, A., 1990: Mikrofaunistická charakteristika sedimentov na liste Sečovce-4 (Bogota). *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Zlinská, A., 1991: Mikrofaunistické a paleoekologické vyhodnotenie vzoriek na listoch Slanec-1, Slanec-3 na základe foraminifer. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Zlinská, A., 1992a: Biostratigrafické a paleoekologické zhodnotenie vzoriek z južnej časti regiónu Slanské vrchy a Košická kotlina na základe foraminifer. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Zlinská, A., 1992b: Biostratigrafická charakteristika litostratigrafických jednotiek neogénu z regiónu Košická kotlina a Slanské vrchy-juh. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Zlinská, A., 1992c: Zur biostratigraphischen Gliederung des Neogens des Ostslowakischen Beckens. *Geol. Práce, Spr., 96, 51 – 57.*

Zlinská, A., 1992d: Mikrofaunistische Bewertung der Bohrung Devínska Nová Ves auf Grund der Foraminiferen und ihre Revision. *Geol. Práce, Spr., 94, 31 – 34.*

Zlinská, A., 1996: Mikrofauna vranovského súvrstvia z vrtu BB-1 (Byšta, Východoslovenská nížina). *Geol. Práce, Spr., 102, 37 – 40.*

Zlinská, A., 1997: Biostratigraphy of Sarmatian Sediments from the Košická kotlina depression on the basis of Foraminifers. *Slovak Geol. Mag., 4, 285 – 298.*

Zlinská, A., 1998: Mikrobiostratigrafia sedimentov bádenu východoslovenskej panvy na základe foraminifer. *Knih. Zem. Plyn Nafta, 43, 1, 111 – 152.*

Zlinská, A., 2004: Charakteristika litostratigrafických jednotiek neogénu Východoslovenskej panvy na základe foraminifer. *Geol. Práce, Spr., 109, 131 – 141.*

Zlinská, A., 2005a: Nové výsledky štúdia zbudzského súvrstvia vo vrte P-3 (Zbudza) na základe foraminifer (Východoslovenská panva). *Miner. Slov., 37, 488.*

Zlinská, A., 2005b: Problematic remains from the salt-bearing formation of the East Slovakian Basin in the light of foraminifers (borehole P-3 Zbudza, Eastern Slovakia). 12. kongres RCMNS, Vienna, 247 – 249.

Zlinská, A., 2008: Revízia zbudzského súvrstvia a nové výsledky z pohľadu štúdia foraminiferových asociácií. *Geol. Práce, Spr., 115, 47 – 57.*

Zlinská, A. & Fordinál, K., 1988: Mikro- a makropaleontologická charakteristika vzoriek z južnej časti Slanských vrchov. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Zlinská, A. & Čtyroká, J., 1993: Some remarks to the taxonomy of genera Spiroplectammina Cushman, 1927 and Spiroplectinella Kiselman, 1972 from the Badenian of the Vienna Basin. *Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 17, 89 – 97.*

Zlinská, A. & Fordinál, K., 1995: Spodnosarmatská fauna z okolia Slanskej Huty (Východoslovenská panva). *Geol. Práce, Spr., 100, 71 – 76.*

Rukopis doručený 2. 12. 2012
Revidovaná verzia doručená 12. 3. 2013
Rukopis akceptovaný red. radou 27. 2. 2013

Biostrafigraphy of Badenian sediments from the village of Veľká Tŕňa and revision of earlier knowledge (East Slovakian Basin)

From the TR-5 borehole (Veľká Tŕňa; Figs. 1 and 2) of the depth interval 20–165 m, a total number of 49 taxons of foraminifers were determined (Tab. 1) with a quantity prevalence of plankton in the first three studied samples (20 m, 55–60 m, 80 m). In the depth of 165 m the planktonic component starts to retreat due to the prevalence of agglutinated forms and the calcareous benthos (Fig. 4).

According to present foraminiferal microfauna (Tab. 1) we can consider the studied deposits in relation to the same chronostratigraphic stage – Badenian. Within this stage we can divide 2 substages: the older – Moravian (165 m) and the younger – Wieliczian (20 to 80 m). In the depth of 165 m we have determined *Cyclammina karpatica* C. – Z., widely distributed in Karpatian up to Moravian in the Central Paratethian basins. In the depths of 20 to 80 m, *Uvigerina venusta* Franzenau is present; well known from the Central Paratethian basins of Wieliczian time. In the depths of 55–60 m and 80 m also *Uvigerina aculeata* Orb. appears, with its acme in the Middle Badenian time. Based on the lithostratigraphy (Vass, 2002; Fig. 3), these deposits belong to the Nižný Hrabovec (Moravian) and Vranov (Wieliczian) Formations. From the microfaunistic point of view, they belong to the *Orbulina suturalis – Praeorbulina* and *Globigerina druryi – G. decoraperta* foraminiferal zones, sensu Cicha et al. (1975). Sensu Grill (1941, 1943), this is the Lagenide zone and the zone of Agglutinates (Fig. 3). The depositional environment was sublitoral with fair salinity. The rich planktonic assemblage in the depths of 20 to 80 m provides an evidence of a good communication with the open sea.

Revision of older works in this area allowed to review earlier microfaunistic results, mainly from the research on the Borša map sheets (M-34-128-C-d; M-34-128-A-d; M-34-128-C-b; Lehotayová, 1963a), that were stratigraphically uncertain. Based on the *Elphidium josephinum* (Orb.) and *Orthomorphina dina* (Vengl.) foraminifers, they were classified as Sarmatian in age. Similarly also the TR-26 and 27 boreholes (Zlinská, 1984a, b) were reambulated. These are close to the TR-5 well, and we have recognized the same lithostratigraphic units in them. The results are collected in the Fig. 5.

In the TR-26 well we observed 5 samples, one from them (221 m) was without fossils, other two were reambulated (135–135.2 m and 232–232.2 m) and in two cases we used an enriched catchment (80 m and 230 m). In the depth of 80 m, outside of continuous forms, we observed *Zeaglobigerina druryi* (Akers) and *Uvigerina venusta venusta* Franzenau, indicating Wieliczian age. From 135–232.2 m, there is an onset of the typical Moravian age microfauna with *Globigerinoides sicanus* de Stefani, *Uvigerina macrocarinata* Papp et Turnovsky and *Praeorbulina glomerosa circularis* (Blow).

In the TR-27 drill core we observed 7 samples, one from them (264.5 m) was without fossils, other four were revised (11.8 m, 60–60.5 m, 123–126 m and 134–137 m) and in two cases we used an enriched catchment (85 m and 265 m). From the depths of 11.8–126 m we obtained Middle Badenian prickled uvigerinas: *Uvigerina semiornata adolphina* von Daniels – Cicha, *Uvigerina semiornata kusteri* von Daniels – Cicha and *Uvigerina*

aculeata Orb., that are dominant in the depths of 60 to 60.5 m. In the depths of 134–265 m we interpreted the Lower Badenian age. In the depth interval of 134–137 m we observed *Praeorbulina glomerosa* (Blow), typical for the Lower Lagenide zone.

The sea level changes during the deposition of the Nižný Hrabovec and Vranov Formations are documented by the ratio between the planktonic and agglutinated foraminifers and the calcareous benthos (Fig. 4). Noteworthy are the mass appearances of the *Valvulineria* genus in the depths of 11.8 m (TR-27) and 80 m (TR-26) (Fig. 5). The *Valvulineria* genus is abundant in the association with the *Buliminidae* family specimens in the deeper neritic zone. The rock in the depth of 265 m (TR-27) deposited under the CCD level, as documented by the occurrence of exclusively agglutinated taxons (bathyal, Tab. 1).

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 61 – 68
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

Štúdium párnického súvrstvia na stratotypovom profile Žaškov (krížňanský príkrov)

DANIELA BOOROVÁ a IVAN FILO

Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11;
daniela boorova@geology.sk

The study of the Párnica Formation at the Žaškov stratotype profile (Krížna nappe)

The results of lithological, microfacial and microbiostratigraphical study of the stratotype of the Párnica shale beds are presented from the outcrop in the road-cut NW from the Žaškov village on the left Orava river bank, in front of the Párnica village. The region belongs to the Krížna facial development of the Fatricum.

This short, lithologically monotonous profile has, untypical development without beds of organodetritic limestones. Stratigraphic position of studied sediments was determined by identified planktonic foraminifers association of the Globigerinelloides ferreolensis biozone, or younger biozones containing the *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade), which defines the Late Aptian age.

This lithostratigraphic unit, except shales (shaly "marlstones" and/or calcareous claystones) is essentially also determined by shaly and layered detritic and/or organodetritic limestones and the Vlkolínec Breccia and/or its lower layer formed by carbonate paraconglomerates, therefore authors consider the term "Formation" as more appropriate.

Studied holostratotype section is of short length and does not represent lithologically the Párnica Formation for the absence of the thicker beds of organodetritic limestones, paraconglomerates and Vlkolínec Breccia s. s. It would be worthwhile to find additional localities – hypostratotype with full characteristic features.

Key words: stratotype section, Párnica Formation, planktonic foraminifers, Late Aptian, Krížna nappe, Western Carpathians

Úvod

Stratotypový odkryv „párnických bridlíc" (obr. 1) sa nachádza v záreze poľnej cesty SZ od obce Žaškov na ľavom brehu rieky Oravy oproti obci Párnica (krížňanská faciálna oblasť fatrika). Je malý, litologicky monotónny. Párnické súvrstvie dosahuje na stratotypovej lokalite, rovnako ako v celej typovej oblasti na rozhraní Malej a Veľkej Fatry a Oravskej vrchoviny (v okolí obcí Párnica a Žaškov), malú hrúbku a vyskytuje sa v netypickom vývine, bez prítomnosti vrstiev organodetritických vápencov.

„Párnické bridlice" pomenoval na základe typovej lokality Hauer (1872). Ako prvý ich však vymedzil Štúr už v roku 1868. Uhlig (1882) označuje párnické bridlice ako „Kalkmergelschiefer von Párnica mit *Haploceras Liptoviense* Zeuschner" a porovnáva ich s věrovickými vrstvami. Názov párnické bridlice sa neskôr nepoužíval, hoci tieto vrstvy výstižne opísal Andrusov (1959, str. 290 – 291) a boli kartograficky vymedzované na niektorých regionálnych mapách v mierke 1 : 50 000.

Termín „párnické bridlice" vrátili späť do literatúry Andrusov a Samuel (1985).

Poznámka: Názov „bridlice" nie je najvhodnejší, pretože okrem bridlíc (bridličnatých „slieňovcov", resp. vápnitých ílovcov) charakter tejto litostratigrafickej jednotky podstatnou mierou určujú aj doskovité a lavicovité detritické, resp. organodetritické vápence; a preto za priliehavejší považujeme termín „súvrstvie": „Párnické bridlice" pokladáme za súčasť párnického súvrstvia.

Lefeld (in Gaździcki a kol., 1985) vyčlenil v spodnom čiastkovom príkrove fatrika Belianskych Tatier súvrstvie Muránskej lúky a zaradil ho do spodného aptu. Jeho litologický charakter (tmavosivé slieňovce s polohami hrubozrnných vápnitých turbiditov) zodpovedá párnickému súvrstviu.

Tento termín prevzal aj Jablonský (1978, 1984) a opísal v zliechovskej sukcesii fatrika Západných Karpát chaoticky usporiadané, veľkostne nevytriedené karbonátové brekcie s podpornou štruktúrou základnej hmoty. Neskôr pre ne zaviedol termín „vlkolínska brekcia" (Samuel a kol., 1988, s. 61) podľa obce Vlkolínec pri Ružomberku a rozšíril stratigrafický rozsah súvrstvia na celý apt a bázu albu.

Vlkolínsku brekciu považujeme na základe výsledkov jej štúdia na lokalitách Vlkolínec (stratotypová lokalita vlkolínskej brekcie), Kraľovany (Boorová a Filo, 2012) a Lúčky-Hlboké (Boorová a Filo, 2009) za súčasť párnického súvrstvia, ktorá vystupuje v nadloží formácie tzv. „párnických bridlíc". Nevrstevnaté karbonátové parazlepence, ktoré sa nachádzajú na spomínaných lokalitách, podľa Jablonského (1978) reprezentujú spodný horizont vlkolínskej brekcie.

Výsledky litologického a mikroskopického štúdia (obr. 2)

Litológia

Bazálna časť odkrytej sekvencie párnického súvrstvia na stratotypovom profile je tvorená 10 cm hrubou vrstvou sivého jemnodetritického vápenca, pre ktorý je typický bridličnatý rozpad (vzorka 1). V jeho nadloží sa nachádzajú tmavosivé ílovito-vápnité bridlice („slienité" bridlice; vzorky 5, 8), z ktorých pozostáva prevažná časť profilu (TAB. 1, obr. 1, 2). V niektorých pasážach bridlice pozvoľne prechádzajú do lístkovito rozpadavých vápnitých ílovcov, ktoré dosahujú hrúbku 10 – 20 cm. V komplexe bridlíc sa zriedkavo vyskytujú tenké dosky sivého jemnodetritického, miestami laminovaného, resp. bridličnato rozpadavého vápenca hrubé 2 – 4 cm, ktoré majú rovnaký charakter ako bazálna vrstva. Vo vrchnej časti profilu sa vyskytuje približne 200 cm hrubý zasutený úsek (prerušenie), v ktorom nie je možné skúmať pôvodný vrstevný sled párnického súvrstvia.

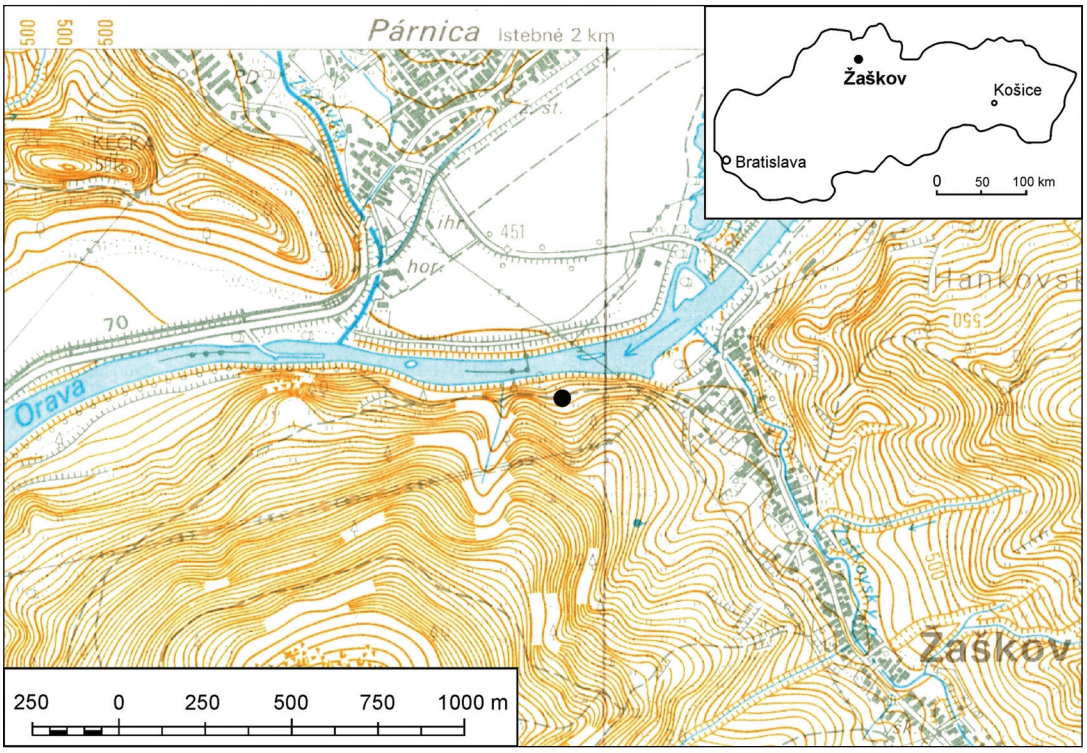
Mikropopis

Sekvencia „párnických bridlíc" na stratotypovom profile bola študovaná z mikrofaciálneho a mikrobiostratigrafického hľadiska prostredníctvom výbrusového materiálu. Pri určovaní mikroštruktúr bola použitá kombinovaná klasifikácia Folka (1962) a Dunhama (1962).

Pôvodný charakter sedimentov je skreslený vplyvom rekryštalizácie a pôsobenia tlaku. Základná hmota je viac-menej impregnovaná minerálmi Fe. Lokálne sa vyskytujú aj pyritizované pasáže. Pozorované boli nevýrazné náznaky, resp. mikrolaminácia, ktorá je odrazom hlavne rôzneho stupňa rekryštalizácie základnej hmoty, ako aj prítomnosťou tenkých mikrolamín tvorených naakumulovaným mikritom (mudstone). Z hľadiska mikroštruktúry ide o foraminiferový intrabiopelmikrosparit (intraklastovo-foraminiferovo-peloidný wackestone). Mikrofácia je foraminiferová. Nepravidelne usporiadané alochémy nesú známky usmernenia. Až na zriedkavé výnimky sú pomerne vytriedené.

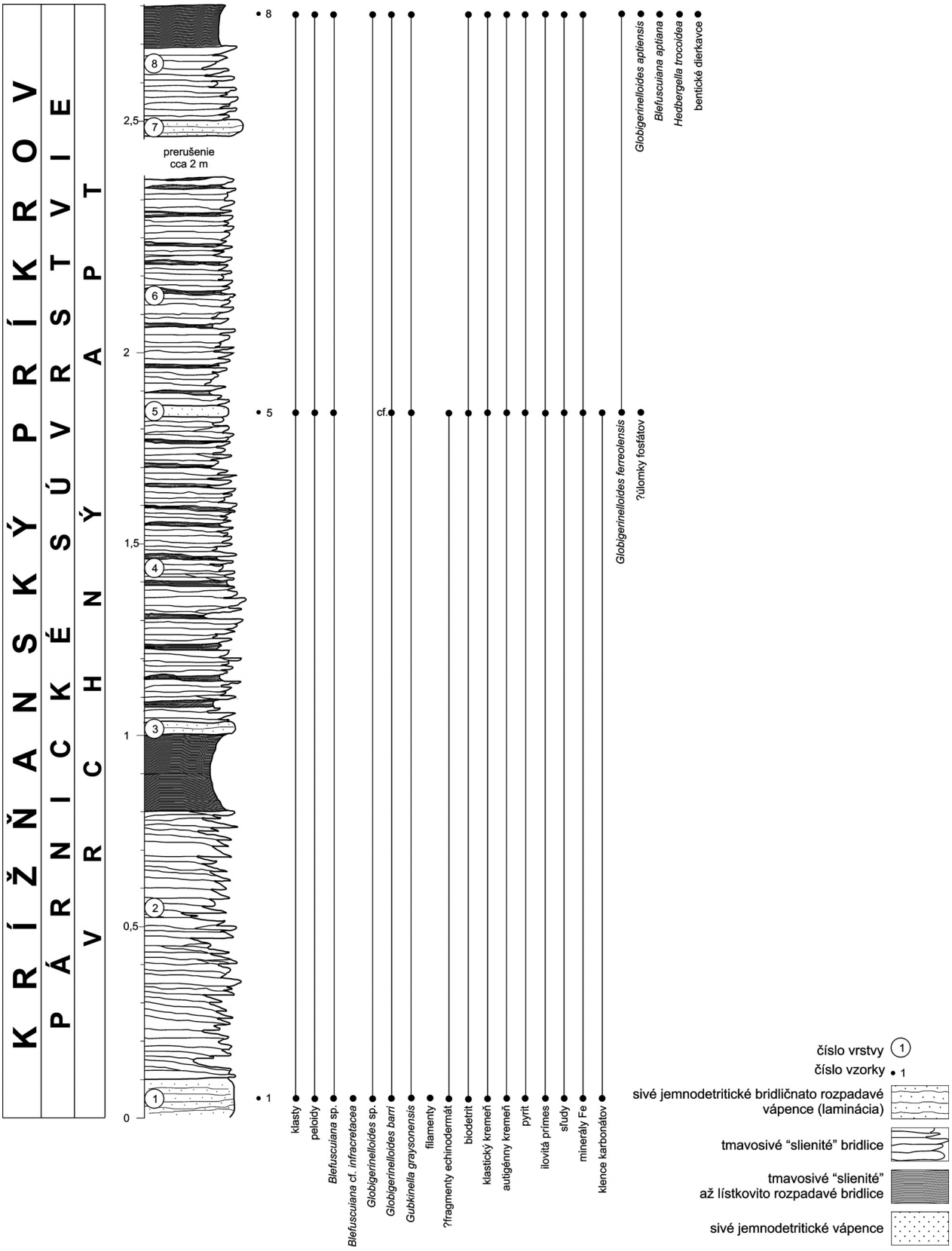
Vyskytujú sa malé klasty mikritovej (mudstone) štruktúry, ktoré neraz veľkosťou hraničia s peloidmi, ako aj samotné peloidy. Nie je vylúčené, že niektoré z týchto alochémov sú prejavom, resp. výsledkom, rekryštalizácie. Pomerne bežne je prítomný drobný rekryštalizovaný detrit (drvina) bez bližšieho zaradenia.

Biogény dominantne reprezentujú planktonické dierkavce, ktoré sú prevažne nepriaznivo zachované. Prierezy schránok, resp. komôrok, sú rekryštalizované, prípadne pyritizované (TAB. 2, obr. 5, 7), niekedy sú vyplnené mikrosparitom alebo majú kombinovanú výplň. Niektoré sú čiastočne amputované (ponorené) v základnej hmote. Aj napriek týmto komplikáciám boli identifikované stratigraficky významné formy. Vo všetkých študovaných vzorkách bola zistená prítomnosť *Globigerinelloides barri* (Bolli, Loeblich a Tappan) (TAB. 2, obr. 2), ktorý indikuje podľa viacerých autorov vrchný apt, napr. Longoria, 1974; Maamouri a kol., 1992 (in Maamouri a kol., 1994) – autori považujú túto formu za zónovú, BouDagher Fadel a kol.,



Obr. 1. Mapa lokalizácie stratotypového profilu párnického súvrstvia (Žaškov).

Fig. 1. Location map of the Párnica stratotype section (Žaškov).



Obr. 2. Litologicko-mikrobiostratigrafický profil Žaškov (stratotypový profil párnického súvrstvia).

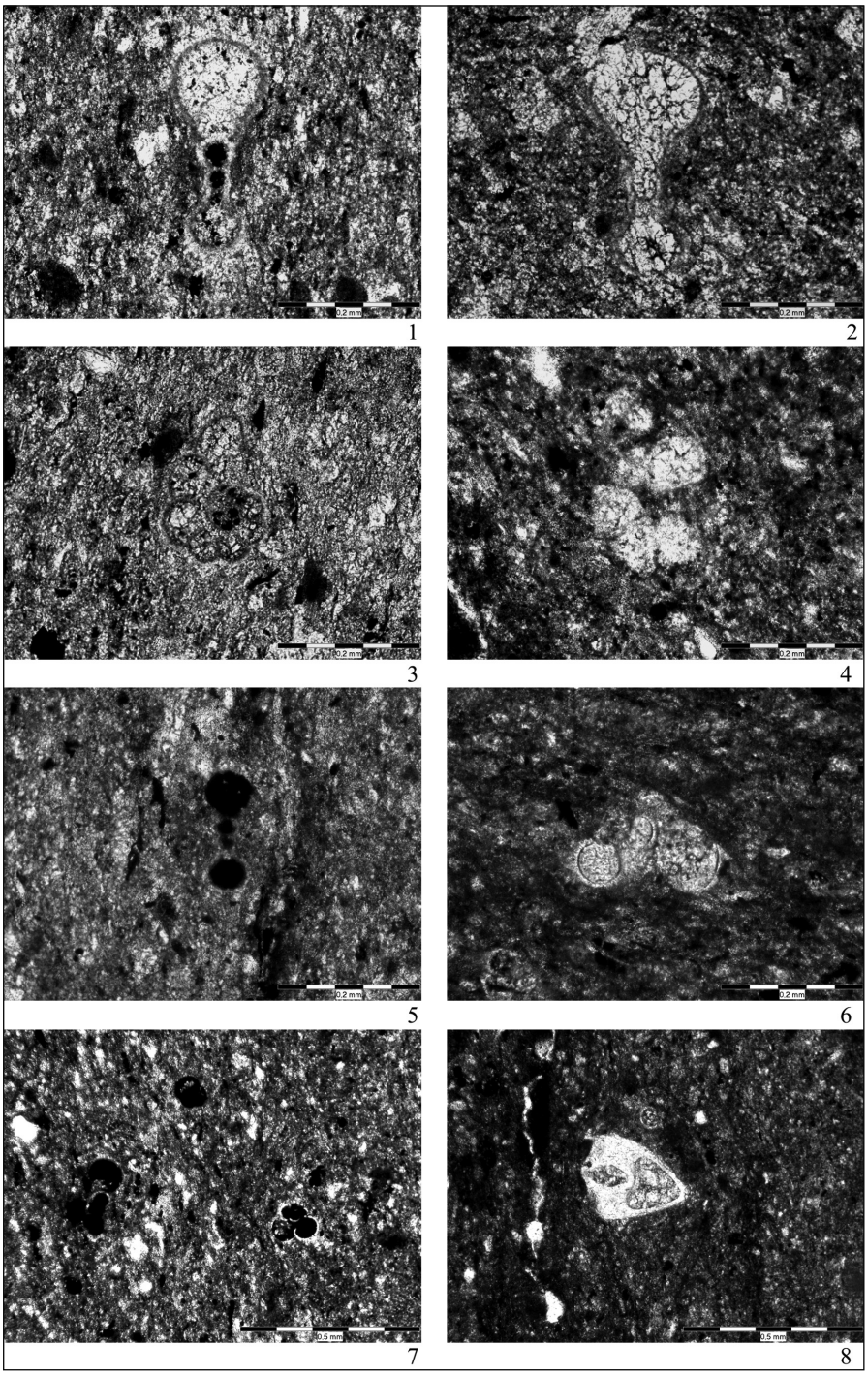
Fig. 2. Lithological-microbiostratigraphical section Žaškov (stratotype section of the Párnica Formation).

1997; Verga a Premoli Silva, 2003. Vo vzorkách odobraných zo sedimentov z vyššej časti profilu bol zaregistrovaný *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade) (TAB. 2, obr. 1, 3), ktorý je indexovou fosíliou rovnomennej foraminiferovej biozóny vrchného aptu, napr. Longoria, 1974; Maamouri a kol., 1992 (in Maamouri a kol., 1994); Robaszynski a Caron, 1995; Moullade a kol., 2002. V spoločenstve s uvedenými druhmi sa vyskytujú *Globigerinelloides* sp. (TAB. 2, obr. 5), *Blefuscuiana* sp., *Blefuscuiana* cf. *infracretacea* (Glaessner), ktorá bola identifikovaná vo vzorke pochádzajúcej z bazálnej vrstvy, a *Gubkinella graysonensis* (Tappan) (TAB. 2, obr. 7). Výraznejšia diverzifikácia planktonických dierkavcov bola pozorovaná v najvyššej časti profilu. Zistená bola prítomnosť zástupcov ďalšieho rodu planktonických foraminifer *Hedbergella* Brönnimann a Brown. Okrem spomínaných foriem boli zaznamenané aj *Globigerinelloides aptiensis* Longoria (TAB. 2, obr. 4), *Blefuscuiana aptiana* (Bartenstein) a *Hedbergella trocoidea* (Gandolfi) (TAB. 2, obr. 6). V tomto horizonte sa objavili aj vzácne rekryštalizované bentické dierkavce zastúpené amputovanou *Lenticulina* sp. (TAB. 2, obr. 8) a textularoidnou formou. Identifikované planktonické dierkavce indikujú vrchný apt, biozónu Globigerinelloides ferreolensis, resp. mladšie biozóny ohraničené výskytom



TAB. 1. 1 – Stratotypová lokalita párnického súvrstvia („párnických bridlíc“) – zárez poľnej cesty SZ od obce Žaškov na ľavom brehu rieky Orava oproti obci Párnica. 2 – Tmavosivé ílovito-vápnité bridlice („slienité“ bridlice) miestami pozvoľne prechádzajúce do lístkovito rozpadavých vápnitých ílovcov (polodetail obr. 1).

Pl. 1. 1 – Stratotype locality of the Párnica Formation (“Párnica Shales”). Cut of the field path NW of the village Žaškov on the left bank of the Orava river opposite to the Párnica village. 2 – Dark-grey clayey-calcareous shales (“marly” shales) in places gradually passing into calcareous claystones with leafy desintegration (Half detail of Fig. 1).



TAB. 2. Stratotypový profil Žaškov, párnické súvrstvie, vrchný apt. 1, 3 – 8 – ílovito-vápnité bridlice („slienité“ bridlice); 2 – jemnodetritický bridličnato rozpadavý vápenec; 1, 3 – *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade). Obr. 1, 3, vrstva 5 (vzorka 5). 2 – *Globigerinelloides barri* (Bolli, Loeblich a Tappan). Vrstva 1 (vzorka 1). 4 – *Globigerinelloides aptiensis* (Longoria). Vrstva 8 (vzorka 8). 5 – *Globigerinelloides* sp., pyritizovaná schránka. Vrstva 8 (vzorka 8). 6 – *Hedbergella trocoidea* (Gandolfi). Vrstva 8 (vzorka 8). 7 – *Gubkinella graysonensis* (Tappan) (vpravo) a *Globigerinelloides* sp. (vľavo). Pyritová výplň schránok dierkavcov. Vrstva 8 (vzorka 8). 8 – *Lenticulina* sp., amputovaná, resp. ponorená časť schránky v základnej hmote. Vrstva 8 (vzorka 8).

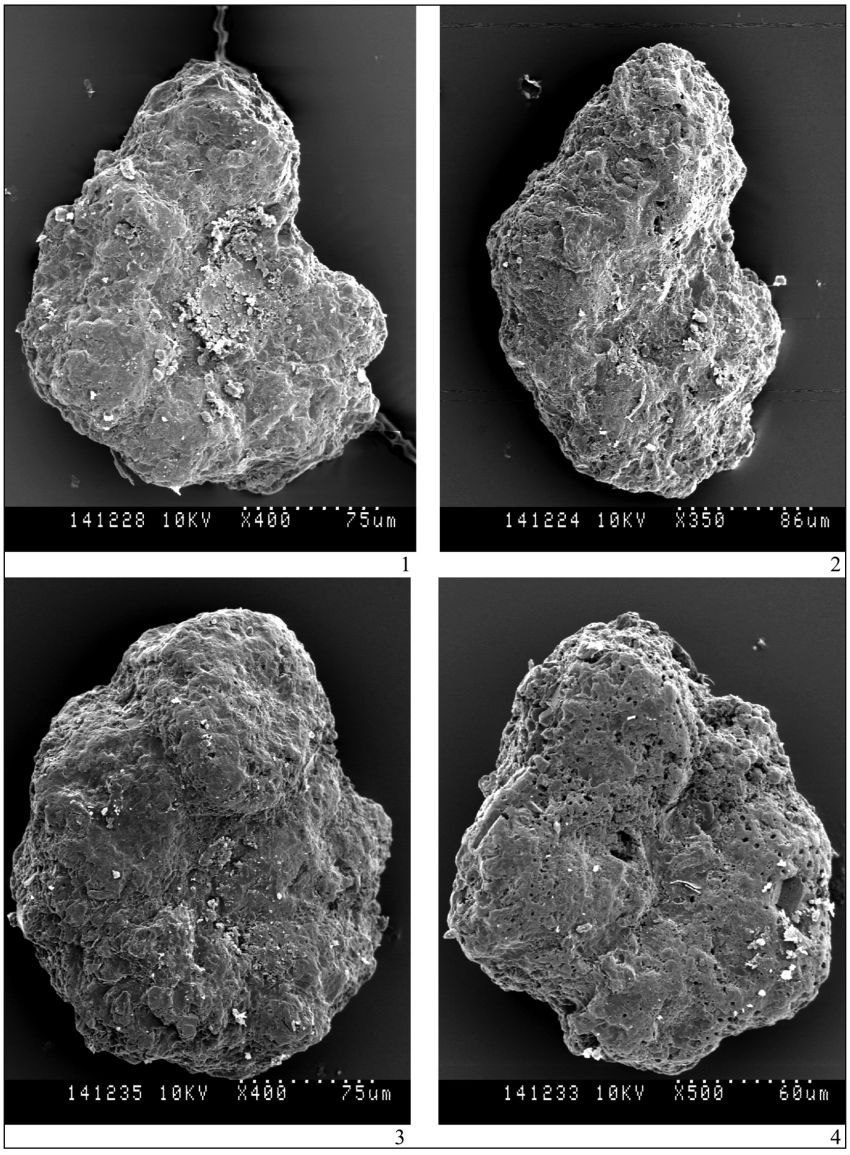
Pl. 2. Stratotype section of Žaškov. Párnica Formation. Late Aptian. 1, 3 – 8 – Clayey-calcareous shales (“marly” shales); 2 – Fine detritic limestone with shaly disintegration; 1, 3 – *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade). Figs. 1 and 3, bed 5 (sample 5). 2 – *Globigerinelloides barri* (Bolli, Loeblich and Tappan). Bed 1 (sample 1). 4 – *Globigerinelloides aptiensis* (Longoria). Bed 8 (sample 8). 5 – *Globigerinelloides* sp. Pyritized test. Bed 8 (sample 8). 6 – *Hedbergella trocoidea* (Gandolfi). Bed 8 (sample 8). 7 – *Gubkinella graysonensis* (Tappan) (right) and *Globigerinelloides* sp. (left). Pyrite filling of foraminifers test. Bed 8 (sample 8). 8 – *Lenticulina* sp. Amputated and/or plunged part of test in the groundmass. Bed 8 (sample 8).

druhu *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade). Na základe tohto zistenia boli sedimenty párnického súvrstvia na stratotypovej lokalite zaradené do vrchného aptu.

Ďalšie organické zvyšky sa vyskytujú veľmi vzácne. Zaznamenané boli filamenty (bazálna vrstva) a bližšie neidentifikovaný biodetrit. Nie je vylúčené, že niektoré silno rekryštalizované prierezy so zachovaným axiálnym kanálikom patria fragmentom ?echinodermát. Zistený bol aj problematický úlomok, ktorý by mohol reprezentovať časť schránky ?hrubostenného lastúrnika.

Prítomný je viac-menej bežný klastický undulózne zhášajúci kremeň piesčitej a prachovej frakcie. Kremeň je zastúpený aj v autigénnej forme. Bežne, niekedy až hojne, sa vyskytuje pyrit, ktorý lokálne tvorí výraznejšie koncentrácie, prípadne sú prítomné pasáže s naakumulovaným „globulárnym“ pyritom. Zaznamenané boli sporadické sľudy. Veľmi vzácne až ojedinele sú prítomné klence karbonátu a ?úlomky fosfátov.

Z „párnických bridlíc“ boli z úsekov, v ktorých je pre ílovito-vápnité bridlice, resp. „slienité“ bridlice, typický lístkovitý rozpad, odobrané dve vzorky z vrstiev 2 a 8 na výplavové spracovanie s cieľom získať voľné dierkavce. Z výplavov boli vyseparované a následne nasnímané riadkovacím elektrónovým mikroskopom (scan) v Ústave informatiky SAV v Bratislave spravidla silno rekryštalizované, indexové planktonické dierkavce



TAB. 3. Rekryštalizované planktonické dierkavce – stratotypový profil Žaškov, párnické súvrstvie; lístkovito rozpadavé ílovito-vápnité bridlice, resp. „slienité“ bridlice, vrchný apt. 1, 3, 4 – Vrstva 2. 2 – Vrstva 8. 1, 2 – *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade); 3 – *Globigerinelloides barri* (Bolli, Loeblich a Tappan); 4 – *Globigerinelloides aptiensis* (Longoria).

Pl. 3. Recrystallized planktonic foraminifers. Stratotype section of Žaškov, Párnica Formation, Late Aptian. Clayey-calcareous shales and/or “marly” shales with leafy desintegration. 1, 3, 4 – bed 2. Fig. 2 bed 8. 1, 2 – *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade); 3 – *Globigerinelloides barri* (Bolli, Loeblich and Tappan); 4 – *Globigerinelloides aptiensis* (Longoria).

Globigerinelloides ferreolensis (Moullade) (TAB. 3, obr. 1, 2), *Globigerinelloides barri* (Bolli, Loeblich a Tappan) (TAB. 3, obr. 3), ako aj ďalší zástupcovia planktonických foraminifer uvedení pri výbrusovom vyhodnotení. Okrem iných ide aj o *Globigerinelloides aptiensis* (Longoria) (TAB. 3, obr. 4). Na základe poznatkov z predchádzajúceho štúdia výbrusov bolo vo „výplavových" vzorkách zistené a potvrdené očakávané spoločenstvo voľných planktonických dierkavcov biozóny Globigerinelloides ferreolensis, resp. mladších zón obmedzených výskytom druhu *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade), ktoré poukazujú na vrchný apt.

Záver

Z litologického, mikrofaciálneho a mikrobiostratigrafického hľadiska bola spracovaná sekvencia hornín párnického súvrstvia na stratotypovom profile Žaškov. Párnické súvrstvie je na typovej lokalite v záreze poľnej cesty neďaleko obce Žaškov na ľavom brehu rieky Oravy oproti obci Párnica (krížňanský príkrov), rovnako ako v celej typovej oblasti na rozhraní Malej a Veľkej Fatry a Oravskej vrchoviny, vyvinuté v malej hrúbke a v netypickom vývine, bez prítomnosti vrstiev organodetritických vápencov. Odkryv je malý, litologicky monotónny. Prevažná časť profilu pozostáva z tmavosivých ílovito-vápnitých bridlíc („slienité" bridlice), ktoré sa v niektorých pasážach vyznačujú lístkovitým rozpadom. Zriedkavo sa v nich vyskytujú tenké dosky sivého jemnodetritického, miestami laminovaného, resp. bridličnato rozpadavého vápenca.

Pôvodný charakter sedimentov je skreslený vplyvom rekryštalizácie a pôsobenia tlaku. Z hľadiska mikroštruktúry reprezentujú foraminiferový intrabiopelmikrosparit (intraklastovo-foraminiferovo-peloidný wackestone). Mikrofácia je foraminiferová. Prítomný je viac-menej bežný klastický undulózne zhášajúci kremeň piesčitej a prachovej frakcie.

Stratigrafická pozícia študovaných pelagických sedimentov párnického súvrstvia na stratotypovej lokalite Žaškov bola stanovená na základe výskytu indexových planktonických dierkavcov, ktoré boli zistené vo výbrusoch aj vo výplavoch. Identifikované foraminifery indikujú vrchný apt, biozónu Globigerinelloides ferreolensis, resp. mladšie zóny obmedzené výskytom druhu *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade). Tieto poznatky sú v zhode s výsledkami štúdia párnického súvrstvia na lokalite Lúčky-Hlboké (Chočské vrchy), ktoré bolo predmetom detailného štúdia v predchádzajúcom období (Boorová a Filo, 2009; Boorová a Józsa, 2009), ako aj nových výskumov párnického súvrstvia na lokalitách Vlkolínec a Kraľovany (Boorová a Filo, 2012).

Na základe našich výskumov nepovažujeme za najvhodnejšie používať pre študovanú sekvenciu hornín termín „párnické bridlice" v zmysle litostratigrafickej jednotky, pretože okrem bridlíc (bridličnatých „slieňovcov", resp. vápnitých ílovcov) jej charakter podstatnou mierou určujú aj doskovité a lavicovité detritické, resp. organodetritické vápence a vlkolínska brekcia s jej spodnou polohou reprezentovanou karbonátovými parazlepencami, a preto za priliehavejší pokladáme termín „súvrstvie". „Párnické bridlice" považujeme za súčasť párnického súvrstvia.

Skúmaný holostratotypový profil Žaškov dosahuje veľmi malú hrúbku a nie je pre párnické súvrstvie litologicky reprezentatívny (neprítomnosť hrubších vrstiev organodetritických vápencov, karbonátových parazlepencov, vlkolínskej brekcie s. s.). Je potrebné vytypovať lokality s charakteristickejšími (kompletnejšími a hrubšími) profilmi (referenčné profily – hypostratotypy). Z doteraz spracovaných profilov považujeme za najvhodnejší profil na lokalite Lúčky-Hlboké, kde je párnické súvrstvie odkryté síce v relatívne malej hrúbke, ale so všetkými charakteristickými litotypmi.

Poďakovanie. Tento príspevok vznikol vďaka projektu „Aktualizácia geologickej stavby problémových území Slovenskej republiky v mierke 1 : 50 000" v ŠGÚDŠ, číslo úlohy: 16 06, číslo čiastkovej úlohy: T-02/10. Naše poďakovanie za preklad do anglického jazyka patrí RNDr. Michalovi Potfajovi, CSc. (abstrakt), a RNDr. Jozefovi Pevnému, CSc. (záver).

References

Andrusov, D., 1959: Geológia československých Karpát, 2. vyd. *Vyd. Slov. Akad. Vied, Bratislava.*

Andrusov, D. & Samuel, O., 1985: Párnické bridlice. *In: Andrusov, D. & Samuel, O., et al. (eds.): Stratigrafický slovník Západných Karpát, 2, L/Z. GÚDŠ, Bratislava.*

Boorová, D. & Filo, I., 2009: Litologické, mikrofaciálne a mikrobiostratigrafické štúdium sedimentov staršej kriedy fatrika (Lúčky – Hlboké). *Manuskript. Archív Geofond, Bratislava.*

Boorová, D. & Filo, I., 2012: Korelačné štúdium aptu fatrika (párnické súvrstvie, súvrstvie Muránskej lúky). *Manuskript, Archív Geofond, Bratislava.*

Boorová, D. & Józsa, Š., 2009: Microfauna of Párnica Formation from Lúčky – Hlboké (Choč Mts.). *In: Pipík, R. K., Soták, J. & Staňová, S. (eds.): 10th Anniversary Conference of the Czech, Polish and Slovak Paleontologists. Abstracts and Guide for Excursion. GÚ SAV, Univ. M. Bella, Banská Bystrica, 8 – 9.*

Boudagher-Fadel, M. K., Banner, F. T. & Whittaker, J. E., 1997: The Early Evolutionary History of Planktonic Foraminifera. British Micropalaeontological Society Publication Series. *Chapman & Hall, London, 1 – 269.*

Gaździcki, A., Iwanow, A., Krajewski, K. & Wójcik, K., 1985: Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Tatra Mountains. *Stud. geol. pol. (Warszawa), 84, 1 – 93.*

Dunham, R. J., 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *In: Ham, W. E. (ed.): Classification of Carbonate Rocks. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1, 108 – 121.*

Folk, R. L., 1962: Spectral subdivision of limestone types. *In: Ham, W. E. (ed.): Classification of Carbonate Rocks. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1, 62 – 84.*

Hauer, F., 1872: Geologische Übersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie. *Jb. Geol. Reichsanst. (Wien), 22, 2, 149 – 228.*

Jablonský, J., 1978: Príspevok k poznaniu albu zliechovskej série Strážovských vrchov. *In: Paleogeografický vývoj Západných Karpát. Konf., Symp., Sem., Vyd. D. Štúra, Bratislava, 175 – 187.*

Jablonský, J., 1984: Vlkolínec – Lower Cretaceous olisthostromes of the Krížna nappe in the Veľká Fatra Mts. *In: Guide to geological excursion in the West Carpathian Mts. GÚDŠ, Bratislava, 69 – 72.*

Longoria, J. F., 1974: Stratigraphic, morphologic and taxonomic studies of Aptian planktonic Foraminifera. *Rev. esp. Micropaleont., Num. Extraord., 150 pp.*

Maamouri, A. L., Salaj, J., Maamouri, M., Matmati, F. & Zargouni, F., 1994: Le Crétacé inférieur du Jebel Oust (Tunisie Nord-Orientale) microstratigraphie – biozonation – apercu sédimentologique. *Zem. Plyn Nafta, 39, 73 – 105.*

Moullade, M., Bellier, J. P. & Tronchetti, G., 2002: Hierarchy of criteria, evolutionary processes and taxonomic simplification of Lower Cretaceous planktonic foraminifera. *Cretaceous Research (London), 23, 1, 111 – 148.*

Robaszynski, F. & Caron, M., 1995: Foraminifères planctoniques du Crétacé: commentaire de la zonation Europe-Méditerraneé. *Bull. Soc. géol. France, 166, 681 – 692.*

Samuel, O., Biely, A., Eliáš, M., Fusán, O., Jablonský, J., Ložek, V. & Michalík, J., 1988: Stratigrafický slovník Západných Karpát, 3. *GÚDŠ, Bratislava, 292 s.*

Štúr, D., 1868: Bericht über die geologische Aufnahme im oberen Waag- und Granthale. *Jb. Geol. Reichsanst. (Wien), 18, 3, 337 – 426.*

Uhlig, V., 1882: Reisebericht aus Westgalizien, Funde cretazischer und alttertiarer Versteinerungen. *Verh. Geol. Reichsanst., 15 – 16, 306 – 307.*

Verga, D. & Premoli Silva, I., 2003: Early Cretaceous planktonic foraminifera from the Tethys: the large, many-chambered representatives of the genus Globigerinelloides. *Cretaceous Research (London), 24, 661 – 690.*

Rukopis doručený 11. 1. 2013
Revidovaná verzia doručená 8. 3. 2013
Rukopis akceptovaný red. radou 27. 2. 2013

The study of the Párnica Formation at the Žaškov stratotype profile (Krížna nappe)

From lithological, microfacial and microbiostratigraphical points of view the rock sequence of the Párnica Formation was studied at the Žaškov stratotype profile. At the type locality in the field path cut close to the village Žaškov on the left bank of the Orava river, opposite to village Párnica (Krížna nappe), equally as in the whole type area at the boundary of the Malá Fatra Mts. and Oravská vrchovina Mts. the Párnica Formation is present in small thickness and untypical development, without beds of organodetric limestones. The prevailing part of the small and lithologically monotonous profile consists of dark-grey clayey – calcareous shales ("marly" shales), which in some passages are characterized by leafy disintegration. Rarely, the thin plates of grey fine-detritic, in places laminated and/or shaly crumbling limestone are found in them.

The original character of sediments is misrepresented due to their recrystallization and the effect of pressure. From the point of view of microtexture they represent foraminifer intrabiopelmicrosparite (intraclast-foraminifer-peloid wackestone). The clastic quartz of sandy and aleuritic fraction is more or less common, having undulose extinction.

The stratigraphic position of the pelagic sediments of the studied Párnica Formation at the Žaškov stratotype locality was established owing to the occurrence of planktonic index foraminifers, which were found in thin sections as well as washings. The identified foraminifers point to the Late Aptian, Globigerinelloides ferreolensis Biozone and/or later zones restricted by the occurrence of the species *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade). This information is in agreement with the results of previous study of the Párnica Formation at the locality Lúčky-Hlboké (Chočské vrchy Mts.; Boorová and Filo, 2009; Boorová and Józsa, 2009), as well as later research of the Párnica Formation at the localities Vlkolínec and Kraľovany (Boorová and Filo, 2012). Despite, we do not consider the term "Párnica Shales" in the sense of lithostratigraphical unit, because except shales (shaly "marlstones" and/or calcareous claystones) its character is essentially also determined by the platy and layered detritic and/or organodetritic limestones and the Vlkolínec Breccia with its lower layer formed by carbonate paraconglomerates. Therefore we consider the term "Formation" as more appropriate, and the "Párnica Shales" is a part of the Párnica Formation.

The holostratotype Žaškov profile is of small thickness and not representing lithologically the Párnica Formation (absence of thicker beds of organodetritic limestones, carbonate paraconglomerates, the Vlkolínec Breccia s. s.). It is necessary to choose localities with more characteristic (complete and thicker) reference profiles (hypostratotypes). Owing to the profiles studied so far, we consider as the most suitable the profile at the locality Lúčky-Hlboké (Chočské vrchy Mts.) where the Párnica Formation occurs in relatively small thickness, but with all characteristic lithotypes.

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 69 – 84
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

Využitie geodetických metód na modelovanie stien povrchových lomov a skalných útvarov a pri ich štruktúrnej analýze: príklad z kameňolomu Sedlice

ĽUDOVÍT KOVANIČ[1] a ZOLTÁN NÉMETH[2]

[1]Ústav geodézie, kartografie a GIS, Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 040 01 Košice; ludo.kovanic@tuke.sk
[2]Štátny geologický ústav D. Štúra, regionálne centrum, Jesenského 8, 040 01 Košice; zoltan.nemeth@geology.sk

The application of geodetic methods for modelling the quarry walls and rock outcrops and their use in structural analysis: Case study from the quarry at Sedlice, Slovakia

Article presents modern geodetic methods for collecting spatial data about natural or anthropogenic objects, as well as possible application of these methods in structural geology. The methods were applied on exploitation wall in the dolomite quarry at the village of Sedlice in the Prešov District, Eastern Slovakia. Exploited dolomite with its rheological "hardness" and intensive brittle fracturing represented one of the most demanding lithotypes for testing the methodology of Terrestrial Laser Scanning (TLS), used in our research for indirect collection of structural parameters of investigated planes.

As follows from comparison of further terrestrial methods with the TLS method, they differ mainly by the density of grid points obtained during the same time, which influences the details on the model surface, being composed from obtained data. Therefore the TLS method is the only possible for collecting the spatial data about planes, being usable in structural geology. For comparison there was included also the satellite method GNSS, having the disadvantage of the absence of physically inaccessible places, and lower precision of coordinates of measured points.

The results are presented as differences of surfaces in cross-sections, as well as the differences in volumes determined by the chosen methods in relation to reference surface with the highest number of points.

Key words: terrestrial laser scanning (TLS), GNSS measuring, TIN model, dolomite quarry, Veporicum, Sedlice

Úvod

Článok prezentuje aplikáciu geodetických metód v geologickej a ťažobnej praxi. Pri realizácii banských diel a dobývaní úžitkového nerastu povrchovým alebo banským spôsobom je nevyhnutné priestorové zameranie takýchto objektov či určovanie objemov odťažených zásob nerastnej suroviny. V praxi štruktúrnej geológie sa vyskytuje aj problém získavania štruktúrnych dát (napr. smeru sklonu planárnych štruktúr) v prípade plôch na veľkých lomových stenách či v skalných odkryvoch nedostupných priamemu meraniu geologickým kompasom. Metodiku získavania takýchto údajov za pomoci laserového skenovania a matematického odvodenia neznámych štruktúrnych parametrov len na základe niekoľkých „referenčných" plôch získaných geologickým kompasom sme overili v prípade silne fraktúrovaného dolomitu v kameňolome Sedlice I. v Prešovskom kraji.

Záväzne používané súradnicové systémy na území SR v znení vyhlášky Úradu geodézie, kartografie a katastra č. 300/2009, ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii a v znení neskorších predpisov, sú:

- *súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK), v súčasnosti používanou národnou realizáciou S-JTSK je JTSK03;*
- *Baltský výškový systém po vyrovnaní (Bpv), v banských prevádzkach je však možné stretnúť sa aj s inými (predtým používanými) systémami, napr. Jadranský výškový systém.*

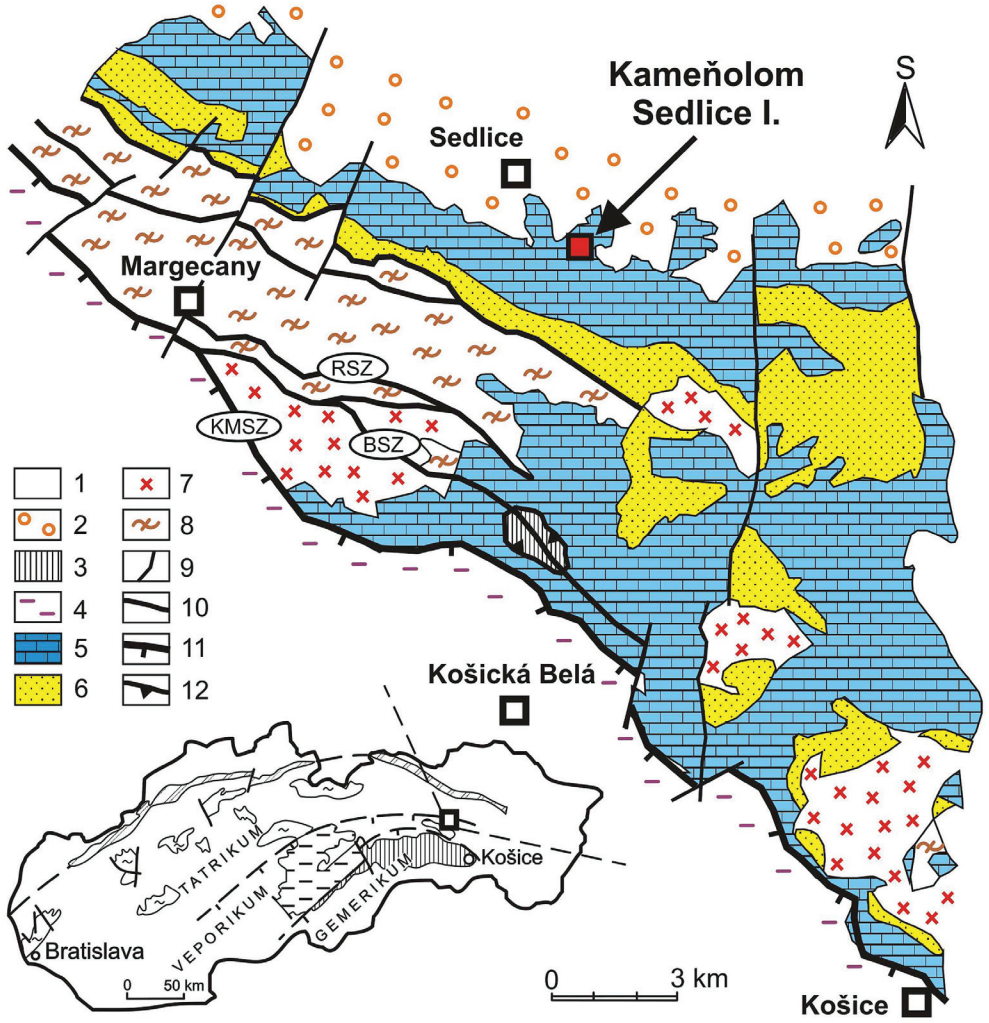
Pri práci s historickými banskými mapami (napr. v Štátnom banskom archíve) sa môžeme stretnúť aj s inými projekčnými systémami, ktoré boli používané na našom území v minulosti (napr. S-42 a i.). Vyznačenie súradnicových systémov na geodetických elaborátoch je nevyhnutné pre správnu nadväznosť najmä etapových geodetických aj geologických prác.

Určenie súradníc a výšok bodov meračskej siete v záväzných geodetických systémoch vykonávame prostredníctvom pasívnych geodetických základov (GZ) najčastejšie klasickým terestrickým meraním univerzálnymi meracími stanicami (UMS), príp. nivelačnými prístrojmi

z geodetických bodov, alebo aktívnych GZ pomocou technológie Globálnych navigačných satelitných systémov (GNSS) s využitím siete permanentných referenčných staníc Slovenskej priestorovej observačnej služby (SKPOS).

Z celej palety meračských metód sa v súčasnosti pri dokumentácii prírodných skalných útvarov a rovnako aj pri zameraní antropogénnych objektov (napr. lomov, zárezov ciest a pod.) využívajú:

- *bezkontaktné technológie na princípe klasického merania polárnou metódou s trigonometrickým určovaním výšok využívajúce UMS s bezhranolovým meraním dĺžok, pričom merané body nie je potrebné signalizovať odrazovým systémom,*
- *metóda terestrického laserového skenovania (TLS),*
- *kinematická metóda v reálnom čase (RTK) s použitím prístrojov GNSS,*
- *pozemné a letecké fotogrametrické metódy.*



Obr. 1. Pozícia kameňolomu Sedlice I. v generalizovanej tektonickej schéme regiónu veporika v pohorí Čierna hora. Pozícia regionálnych strižných zón je podľa Jacka a Farkašovského (2000; mierne upravené). KMSZ – košicko-margecianska strižná zóna (názov podľa Greculu et al., 1990); BSZ – strižná zóna Bujniska; RSZ – rolovská strižná zóna. 1 – neogénne molasové sedimenty; 2 – flyšové sekvencie vnútrokarpatského paleogénu; 3 – horniny hronika v chočskom príkrove; 4 – sekvencie črmeľskej skupiny; 5 – triasovo-jurské, prevažne karbonatické sekvencie obalu veporika; 6 – permské sedimentárne a vulkanické horniny obalu veporika; 7 – granitoidy bujanovského komplexu; 8 – magmatické a metamorfované horniny kryštalinika veporika – lodinského, miklušovského a bujanovského komplexu, nečlenené (cf. Jacko, 1985; Jacko et al., 1996); 9 – regionálne významné zlomy; 10 – strižné zóny; 11 – tektonická zóna s komplexnou násunovo-poklesovo-strižnou kinematikou (košicko-margecianska strižná zóna, cf. Németh et al., 2012); 12 – tektonizovaná báza chočského príkrovu.

Fig. 1. Position of the quarry Sedlice I. in generalized tectonic scheme of the Veporic region in the Čierna hora Mts. Position of regional shear zones is after Jacko and Farkašovský (2000; moderately modified). KMSZ – Košice-Margecany shear zone (designation after Grecula et al., 1990); BSZ – Bujnisko shear zone; RSZ – Rolová shear zone. 1 – Neogene molasse sediments; 2 – flysch sequences of the Intra-Carpathian Paleogene; 3 – rocks of Hronicum in the Choč nappe; 4 – sequences of Črmeľ Group; 5 – Triassic-Jurassic, prevailingly carbonatic sequences of the Veporic cover; 6 – Permian sedimentary and volcanic rocks of the Veporic cover; 7 – granitoids of the Bujanová Complex; 8 – magmatic and metamorphic rocks of the Veporic crystalline basement – Lodiná, Miklušovce and Bujanová complexes undivided (cf. Jacko, 1985; Jacko et al., 1996); 9 – significant regional faults; 10 – shear zones; 11 – tectonic zone with complex overthrust-unroofing-shear kinematics (Košice-Margecany shear zone, cf. Németh et al., 2012); 12 – tectonized base of the Choč nappe.



Obr. 2. Kameňolom Sedlice I. s vyznačením pozície meranej lomovej steny v severnej časti 2. etáže a základnými alpínskymi regionálnymi štruktúrami násunového deformačného štádia AD_1 a horizontálne posuvného štádia AD_3. Vrstvovitosť dolomitov je sklonená na sever pod miernym až stredným uhlom.

Fig. 2. The Sedlice I. quarry with position of measured quarry wall in northern part of 2nd storey and principal Alpine regional structures of the overthrust deformation phase AD_1 and horizontal strike-slip phase AD_3. Bedding of dolomites is dipping to the north under moderate to medium inclination.

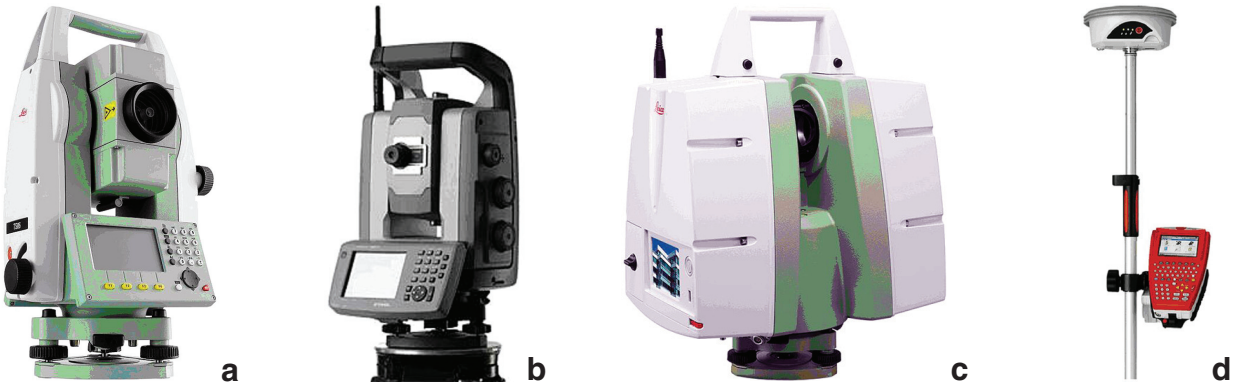
Uvedené metódy sa od seba odlišujú princípom, presnosťou, finančnou náročnosťou na prístrojové a programové vybavenie a tiež rýchlosťou zamerania konkrétneho objektu. Výsledkom procesu terénneho merania a kancelárskeho spracovania nameraných dát je pri všetkých metódach súbor súradníc a výšok bodov potrebný na ďalšie analýzy a hodnotenie dokumentovaného javu alebo objektu (Gašinec et al., 2012a, b).

Kancelárske práce často zahŕňajú aj tvorbu digitálnych 3D modelov TIN (Triangulated Irregular Network), ktoré sú reprezentáciou povrchu skutočného meraného objektu (Blišťan, 2005, 2012a). TIN model je podkladom na ďalšie analýzy objektu, napr. určovanie jeho rozmerov, azimutu a sklonu, vytvorenie rezov, výpočet objemov, určenie hodnoty posunov, pretvorenie objektu a pod. (Bajtala et al., 2011; Erdélyi et al., 2012).

Metodika merania

Cieľom nášho výskumu bolo overenie použiteľnosti a porovnanie presnosti niekoľkých geodetických metód pri zameraní steny v povrchovom lome Sedlice I. (obr. 1) na 2. etáži a tiež priradenie štruktúrnych parametrov jednotlivým meraným plochám na tejto lomovej stene na základe 3D modelovania, vychádzajúc zo známych parametrov (smeru sklonu) niekoľkých referenčných plôch, získaných pomocou merania geologickým kompasom. Ťažobná stena mala šírku približne 60 m a výšku 12 m (obr. 2, 4, 12, 13). V lome je dobývaným nerastom strednotriasový dolomit obalu veporika Čiernej hory (cf. Polák a Jacko, eds., 1997).

Zo získaných priestorových údajov o lomovej stene (súradnice X, Y, Z veľkého množstva meraných bodov) sme aplikáciou nižšie charakterizovaných geodetických



Obr. 3. Použité geodetické prístroje. a – UMS Leica TS02 (Web.1); b – Trimble VX Spatial Station (Web.2); c – Leica ScanStation C10 (Web.3); d – Leica GPS900CS (Web.4).

Fig. 3. Applied geodetic devices. a – UMS Leica TS02 (Web.1); b – Trimble VX Spatial Station (Web.2); c – Leica ScanStation C10 (Web.3); d – Leica GPS900CS (Web.4).

Tab. 1
Súbory meraných bodov, počet a priestorová vzdialenosť bodov
Files of measured points, number and spatial distance of points

Súbor dát / Metóda merania	Približný počet bodov	Priestorová vzdialenosť bodov
TLS Leica ScanStation C10	1 200 000	1 [cm]
Trimble VX Spatial Station	7 000	50 [cm]
UMS Leica TS02	200	3 [m]
Leica GPS900CS	150	3 [m]

metód vytvorili a vzájomne porovnali digitálne priestorové TIN modely. Ako referenčný model sme si zvolili model vytvorený z údajov získaných terestrickým laserovým skenerom Leica ScanStation C10.

Porovnávanými metódami merania boli:

1. polárna metóda s trigonometrickým meraním výšok pomocou UMS Leica TS02 (obr. 3a) – meranie bolo vykonané manuálnym cielením na charakteristické body reliéfu objektu, ktoré sa odhadli vizuálne so snahou detailne určiť najmä pätu a hornú hranu steny a tiež jej tvar v približne rovnakých vzájomných vzdialenostiach;

2. polárna metóda s trigonometrickým meraním výšok prístrojom Trimble VX Spatial Station (obr. 3b) v móde automatického skenovania s vopred preddefinovanou vzájomnou vzdialenosťou meraných podrobných bodov v celom rozsahu meraného objektu, bez manuálneho zásahu merača do výberu meraných podrobných bodov;

3. metóda terestrického laserového skenovania prístrojom Leica ScanStation C10 (obr. 3c) podobným spôsobom ako pri prístroji Trimble VX Spatial Station. Výhodou tohto prístroja je vysoká presnosť merania (4 až 6 mm) a rýchlosť merania až do 50 000 bodov za sekundu;

4. metóda RTK s využitím GNSS prístroja Leica GPS900CS (obr. 3d), ktorou boli merané najmä päta a hrana ťažobnej steny, pričom body na reliéfe steny z dôvodu ich neprístupnosti merané neboli.

Počet bodov meraných jednotlivými metódami a ich priemerná vzájomná priestorová vzdialenosť sú uvedené v tab. 1.

Meranie podrobných bodov identickej ťažobnej steny na porovnanie kvality získaných dát a optimálnej využiteľnosti konkrétnych metodík v praxi bolo realizované uvedenými spôsobmi a geodetickými prístrojmi počas jedného dňa tak, aby čas merania bol pri všetkých spôsoboch merania rovnaký. Z tejto podmienky nepriamo vyplýva, že hustota siete meraných bodov v jednotlivých súboroch je rozdielna, a to z dôvodu rozdielnej rýchlosti zberu dát konkrétnou geodetickou metódou a líši sa aj použitým prístrojom.

Horizontálnu presnosť terestrických metód 1 až 3 vyjadrujeme strednou polohovou chybou m_p súradníc meraného bodu podľa vzťahu:

$$m_P^2 = m^2{}_{pA} + \sin^2 z.m_S^2 + s^2.\cos^2 z.\left(\frac{m_z}{\rho}\right)^2 + s^2.\sin^2 z.\left(\frac{m_\omega}{\rho}\right)^2$$

kde

m_{pA} – stredná polohová chyba stanoviska prístroja,

s – šikmá dĺžka,

z – zenitový uhol,

m_ω – stredná chyba meraného smeru,

m_z – stredná chyba meraného zenitového uhla,

m_s – stredná chyba meranej dĺžky,

ρ – prevodový koeficient.

Vertikálna presnosť je určená strednou chybou odvodenou pre trigonometrické meranie výšok podľa vzťahu:

$$m_h^2 = m^2{}_{hA} + \cos^2 z.m_S^2 + s^2.\sin^2 z.\left(\frac{m_z}{\rho}\right)^2$$

kde

m_{hA} – stredná chyba výšky stanoviska prístroja.

Pomocné meračské body slúžiace ako stanoviská prístrojov a orientácie boli vzhľadom na prevádzku v lome dočasne stabilizované meračským klincom. Súradnice a výšky týchto bodov boli určené metódou RTK s využitím GNSS prístroja Leica GPS900CS s pripojením na sieť referenčných staníc SKPOS s dobou observácie na jednom bode 10 minút. Horizontálna presnosť súradníc takto určených bodov (garantovaná službou SKPOS) je obvykle do ±20 mm a vertikálna ±40 mm s ohľadom na podmienky pri meraní.

Terestrické podrobné meranie bodov na povrchu ťažobnej steny bolo vykonané zo vzdialenosti približne 50 m od ťažobnej steny. Vzhľadom na to, že merania boli vykonané postupne pri jednom postavení prístrojov na statíve a zadaní tých istých súradníc, sú hodnoty stredných chýb súradníc podrobných bodov pri uvedených terestrických metódach v závislosti od parametrov prístroja uvádzaných výrobcom približne rovnaké:

$m_P \approx m_h \approx \pm 3 - 6\ mm$.

Na otestovanie aplikovateľnosti geodetických metodík v praxi štruktúrnej geológie sa využila metóda TLS aplikovaním laserového skenera Leica ScanStation C10.

Geologická a tektonická stavba kameňolomu Sedlice a jeho okolia

Kameňolom Sedlice I. (obr. 1 a 2) je situovaný v stredno-triasových ramsauských dolomitoch (ladin) obalu kryštalinika veporika v pohorí Čierna hora cca 2 km na JV od obce Sedlice a 1,2 km na JJZ od obce Suchá Dolina. Teleso ramsauských dolomitov reprezentuje reologicky „tvrdý“ horizont situovaný na gutensteinských vápencoch

(anis) a plasticky výrazne deformovaných reologicky „mäkkých" verfénskych ílovitých bridliciach. Nižším horizontom sú kremence a kremenné pieskovce s vložkami bridlíc lúžňanského súvrstvia a permské klastiká, lokálne s vulkanitmi (predajnianske a brusnianske súvrstvie), rovnako ako klastiká vrchného karbónu. Táto sukcesia hornín predstavuje primárny ?gželsko-permsko-mezozoický obal veporického kryštalinika v pohorí Čierna hora. Na dolomity od severu transgresívne nasadá pieskovcovo-zlepencové súvrstvie paleogénneho borovského súvrstvia.

Viaceré alpínske deformačné fázy (presuny príkrovov fundamentu a superficiálnych príkrovov, imbrikácia prešmykmi, odstrešovanie, horizontálne strihy, (cf. Jacko et al., 1996; Jacko in Polák, ed., 1997; Gazdačko, 1994; Jacko a Farkašovský, 2000; Farkašovský a Bónová, 2009; Németh et al., 2012) zanechali v jednotlivých horizontoch veporického obalu komplexný štruktúrny inventár, pričom v reologicky „tvrdých" dolomitoch sa prejavili niekoľkými prešmykovými zónami, často s tektonickým ílom, a dominujúcou krehkou frakturáciou.

V priestore kameňolomu Sedlice I. má teleso dolomitu jednoduchú geologicko-tektonickú stavbu a je tvorené jedným technologickým typom suroviny (Varcholová et al., 1981; Kováč, osob. inf.). Pozícia kameňolomu – značne externe od hlavných regionálnych diskontinuít priebehu SZ – JV (cf. obr. 1) a v litológii pomerne nepriaznivá na zaznamenanie duktilnej deformácie (dolomity obalu veporika) – neumožnila vyjadriť sa komplexnejšie napr. k tektogenéze a kinematike alpínskych strižných zón. Každopádne, získané štruktúrne dáta zaznamenali prejavy tektogenézy štádií AD_1 a AD_3, hoci v prípade štruktúr AD_3 len pri veľmi nízkom deformačnom gradiente. *Pri klasifikácii podľa Németha (2005; cf. obr. 3b in Németh et al., 2012), postavenej na regionálnych štruktúrnych zisteniach z gemerika a z východnej stykovej zóny gemerika s veporikom, alpínske deformačné štádium AD_1 reprezentuje severovergentné až SV-vergentné spodnokriedové násuny a štádium AD_3 terciérne až recentné horizontálne posuny na subvertikálnych strižných zónach SZ – JV a SV až JZ smeru. V prípade východnej stykovej zóny gemerika s veporikom (t. j. v oblasti kontaktu Volovských vrchov a pásma Čiernej hory) bol zistený ako dominujúci SZ – JV smer strižných zón a pravostranné strihy (cf. Grecula et al., 1990; Gazdačko, 1994; Németh, 2005; Németh et al., 2012).* Podľa klasifikácie Jacka et al. (1996 a neskoršie práce) zistené štruktúry v kameňolome Sedlice korešpondujú s produktmi deformačných štádií AD_2 a AD_4.

Nami zistená vrstvovitosť vo vrchných etážach lomu bola sklonená k severu (smer sklonu 342° až 7°), pričom tento sklon bol prevažne stredný až mierny (35° – 44°). K podobnému záveru sa dopracovali ložiskovým prieskumom aj Varcholová et al. (1981) na základe štúdia symetrologických vzťahov puklinových systémov (typu ac, resp. bc), meraných v štôlňach SŠ-1 a SŠ-2 (štôlne mali smer ZSZ – VJV). Autori konštatovali nezreteľnú vrstvovitosť východozápadného smeru s miernymi sklonmi na S aj J. Predpokladali, že plochy vrstvovitosti sú zvrásnené a amplitúda vrás presahuje rozmer ložiska.

Najvýraznejšími diskontinuitami v ložisku sú dve severovergentné násunové plochy regionálneho významu so stredným sklonom na juh, zvýraznené často až niekoľko metrov hrubými polohami tektonického ílu (rekryštalizovaný plastický kalcitický dolomit okrovohnedej farby). Severnejšia násunová plocha pretína prvú etáž. Južnejšia násunová plocha, ktorá pretína južnú časť druhej etáže, bola zaregistrovaná a mapovo znázornená už Varcholovou et al. (1981). Tieto násunové plochy spájame s alpínskym deformačným štádiom **AD_1**, t. j. spodnokriedovou severovergentnou imbrikáciou dolomitového masívu. Sprevádzajúce paralelné násunové plochy nižšieho rádu (obr. 4) vykazovali tiež generálne severo-južné striácie s makroskopicky identifikovateľnou násunovou kinematikou. Podľa zistení Varcholovej et al. (1981) na prešmykových plochách V – Z smeru so strmým až miernym sklonom na J dochádza k vyvlečeniu jemnozrnných sericiticko-kremitých



Obr. 4. Sklon 30° – 45° prešmykových plôch deformačného štádia AD_1 generálne k juhu je doložený aj 7 m posunom čela lomovej steny po odstrele medzi dvoma štruktúrnymi meraniami.

Fig. 4. The southern dip (30°–45°) of AD_1 overthrust planes is demonstrated also by 7 m shift of the quarry wall northward after blasting between two structural measurements.

metapsamitov z podložia (seis-kampil) dolomitového telesa a k ich vklineniu pozdĺž prešmyku do telesa dolomitu.

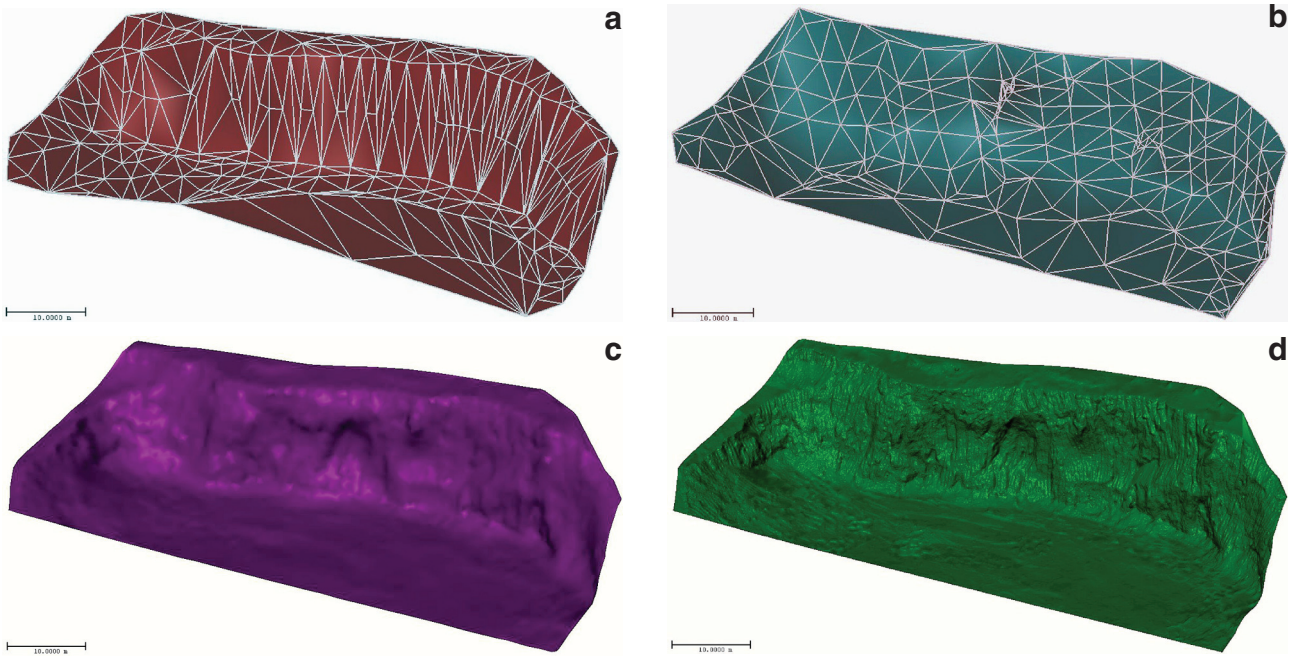
Štruktúry asociované s pokolíznym odstrešovaním v štádiu **AD_2** v priestore ložiska neboli zistené. Keďže kinematika odstrešovania, t. j. ponásunových juhovergentných spätných sklzov bola lokalizovaná do sklzových horizontov reologicky „mäkších" monominerálnych hornín (spodnotriasových kremencov; Németh et al., 2012, obr. 7 ibid.; prípadne ílovitých bridlíc), predpokladáme, že vo vzdialenejšom nadložnom horizonte strednotriasových dolomitov sa extenzia prejavila len vznikom krehkých extenzných fraktúr (puklín) charakteru čistého strihu smeru V – Z so strmým sklonom prevažne na sever, prípadne komplementárnym systémom puklín, kliváže alebo dislokácií smeru S – J, ktoré mali transformný charakter a mohli byť reaktivovanými štruktúrami už zo štádia **AD_1**. Prvý systém na sever sklonených fraktúr sporadicky vykazoval striácie severo-južného smeru s poklesovou kinematikou. Druhý systém S – J smeru (lokálne až SSZ – JJV smeru) zaregistrovali už Varcholová et al. (1981) a interpretovali ako ortogonálne ac-pukliny k vrásovej stavbe pôvodnej vrstvovitosti. S priebehom ac-puklín paralelizovali aj hlavné priečne zlomy v ložisku a v jeho okolí, zvýraznené priebehom dolín: SSZ – JJV až S – J priebehu so sklonom strmo na ZJZ, rozdeľujúce teleso ložiska na dva bloky. Tieto zistenia overil aj náš novší výskum, ale je potrebné konštatovať, že mezoštruktúry takejto orientácie sú menej početné než prevažujúci systém diskontinuít smeru V – Z a stredného sklonu na juh.

S deformačným štádiom **AD_3** (terciér-recent) asociujeme vertikálnu strižnú zónu priebehu ZSZ – VJV (obr. 2), segmentujúcu ložisko južne od kóty Kuncov vrch (503,3 m n. m.). Paralelne s ňou sme v mezomeradle zistili ohladené dislokačné plochy (198/60°) so striáciami (120/20°), indikujúcimi nevýrazný pravostranný strih. S aktivitou na strižných zónach smeru ZSZ – VJV až SZ – JV asociujeme tiež puklinový systém na ložisku smeru JZ – SV (sklony 70° – 80° na JV, resp. 65° na SZ), ktoré už Varcholová et al. (1981) interpretovali ako bc-pukliny k systému priečnych vrás. Keďže vtedajšie interpretácie generovania vrás (podľa klasickej školy Sandera, 1970) ešte nevychádzali z koncepcie vrás typu „a" (t. j. os vrásy paralelná s lineáciou vytiahnutia, cf. Ramsay a Huber, 1987), vtedajší názor neprotirečí s našimi poznatkami.

Spracovanie meraných údajov

Na spracovanie údajov nameraných uvedenými geodetickými prístrojmi a metódami bol použitý špecializovaný softvér od spoločnosti Trimble – Trimble RealWorks 6.5, ktorý umožňuje veľmi efektívne spracovať veľké súbory bodov získané laserovým skenovaním, ale rovnako dobre je použiteľný aj pri spracovaní menších dátových súborov, napr. z UMS či GNSS meraní. Z dôvodu dodržania princípu jednotnej metodiky spracovania meraní a jednotného používateľského softvéru bol zvolený na spracovanie všetkých realizovaných geodetických meraní vyššie uvedený softvér.

V prostredí Trimble RealWorks boli zo všetkých dátových súborov meraných bodov využitím Delaunay triangulácie vytvorené 3D TIN modely. Ich detailnosť je závislá od počtu bodov tvoriacich hrany trojuholníkov a zodpovedá parametrom uvedeným v tab. 1. Na obrázku 5 sú zobrazené jednotlivé TIN modely ťažobnej steny.



Obr. 5. TIN model vytvorený z údajov získaných pomocou: a – GNSS Leica GPS900CS; b – UMS Leica TS02; c – Trimble VX Spatial Station a d – Leica ScanStation C10.

Fig. 5. TIN model composed from data obtained by: a – GNSS Leica GPS900CS; b – UMS Leica TS02; c – Trimble VX Spatial Station and d – Leica ScanStation C10.

Porovnaním výsledných TIN modelov môžeme dospieť k nasledujúcim parciálnym záverom:

• z obr. 5a vyplýva absencia meraných bodov na objekte steny lomu, čoho následkom je nedokonalosť modelovaného povrchu a z neho odvodených parametrov, napr. objemu odťažených zásob;

• na obr. 5b je viditeľná relatívne pravidelná trojuholníková sieť tvorená bodmi v celom rozsahu ťažobnej steny, avšak nízky počet meraných bodov má vplyv na detailnosť modelu s podobným následkom;

• použitím metód terestrického laserového skenovania vyznačujúcich sa vysokou hustotou meraných bodov je na obr. 5c a najmä 5d (referenčný model) jednoznačne viditeľná vysoká detailnosť modelovaného povrchu ťažobnej steny.

Hodnotenie presnosti metód

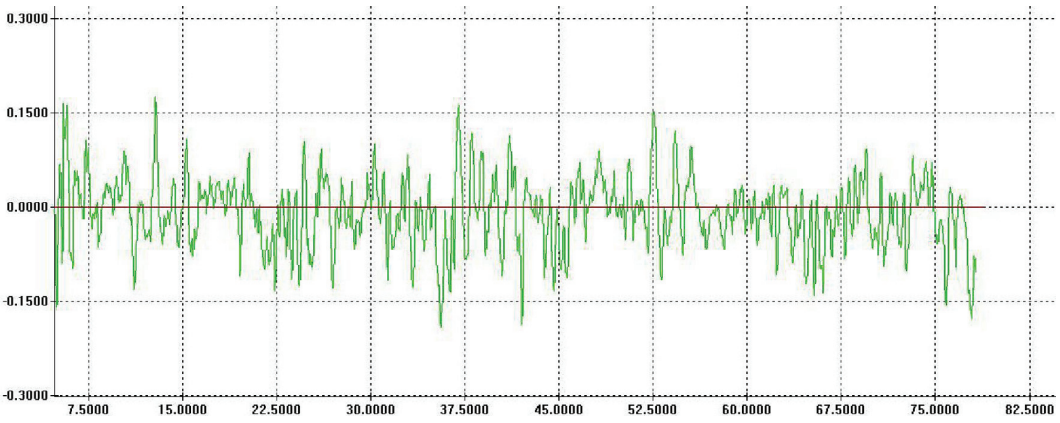
Porovnanie modelovaných povrchov s referenčnou plochou a následné hodnotenie použitých geodetických metód zberu priestorových údajov je možné vykonať viacerými spôsobmi. V našom prípade bol ako referenčný model, teda model, ktorý sa svojou presnosťou a detailnosťou najviac blíži reálnemu tvaru dokumentovaného objektu, zvolený TIN model vygenerovaný z dát získaných pomocou TLS Leica ScanStation C10. Hodnotiacimi kritériami na posúdenie presnosti použitých metód boli:

• vzdialenosti modelovaných povrchov od referenčného povrchu v rezoch,

• rozdiel objemov „telies“ určených medzi jednotlivými povrchmi a referenčným povrchom – výkop/násyp (cut/fill).

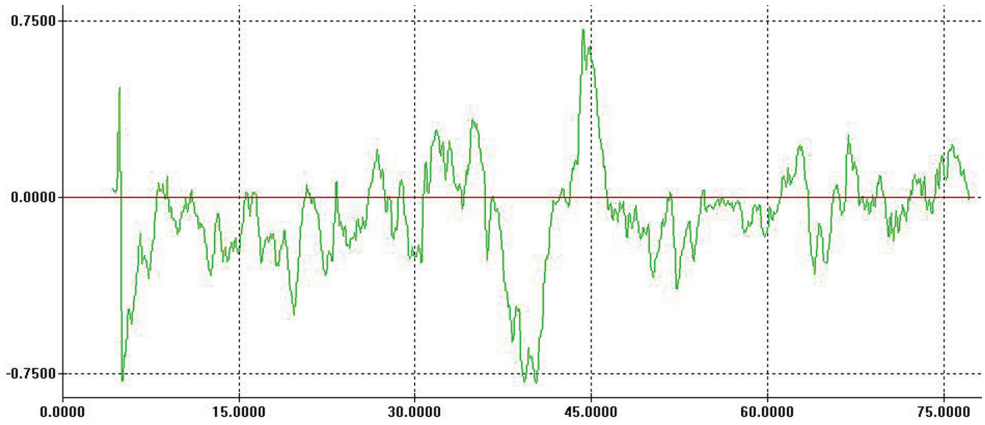
Tab. 2
Kolmá vzdialenosť povrchov od referenčného povrchu v reze
Perpendicular distance of surfaces from the reference surface in the cut

Metóda merania/Súbor dát	Minimálna hodnota odchýlky povrchov [m]	Maximálna hodnota odchýlky povrchov [m]	Empirická stredná chyba modelovaného povrchu [m]
TLS Leica Scanstation C10		referenčný povrch	
Trimble VX Spatialstation	–0,18	+0,17	0,07
UMS Leica TS02	–0,78	+0,70	0,26
Leica GPS 900CS	–1,40	+1,35	0,60



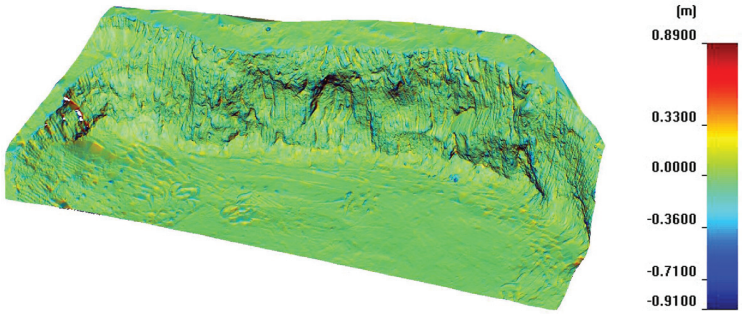
Obr. 6. Vzdialenosť povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom Trimble VX SpatialStation od referenčného povrchu v reze.

Fig. 6. Distance of the surface compiled from data obtained by the Trimble VX SpatialStation facility from the reference surface in the cut.



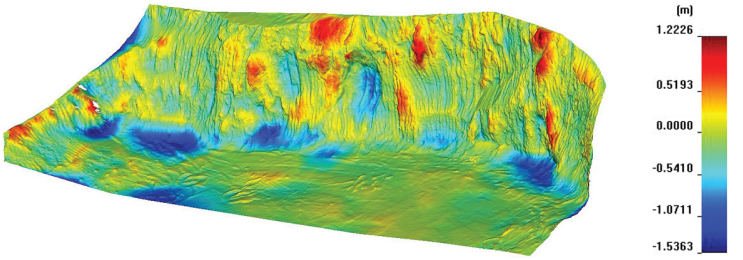
Obr. 8. Vzdialenosť povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom Leica TS02 od referenčného povrchu v reze.

Fig. 8. Distance of the surface compiled from data obtained by the Leica TS02 facility from the reference surface in the cut.



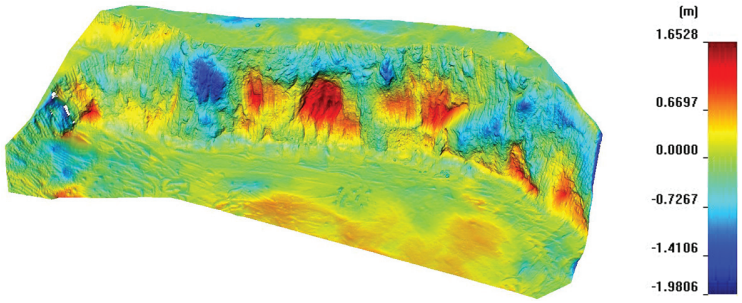
Obr. 7. Hypsometrické vyjadrenie vzdialenosti povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom Trimble VX SpatialStation od referenčného povrchu v reze.

Fig. 7. Hypsometric expression of the surface distance, composed from data obtained by Trimble VX SpatialStation facility from the reference surface in the cut.



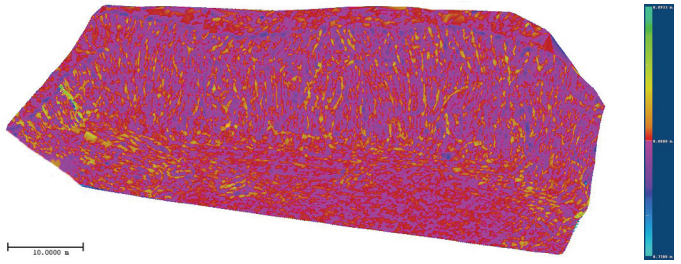
Obr. 9. Hypsometrické vyjadrenie vzdialenosti povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom Leica TS02 od referenčného povrchu v reze.

Fig. 9. Hypsometric expression of the surface distance, composed from data obtained by Leica TS02 facility from the reference surface in the cut.



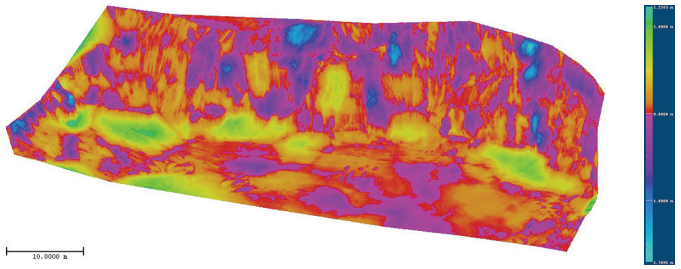
Obr. 11. Hypsometrické vyjadrenie vzdialenosti povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom Leica GPS 900CS od referenčného povrchu v reze.

Fig. 11. Hypsometric expression of the surface distance, composed from data obtained by Leica GPS 900CS facility from the reference surface in the cut.



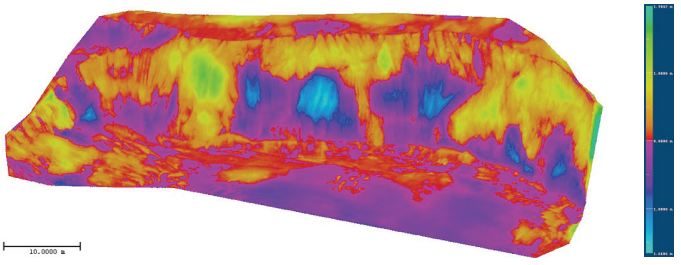
Obr. 13. Hypsometrické vyjadrenie rozdielov objemu povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom Trimble VX Spatial Station od referenčného povrchu.

Fig. 13. Hypsometric expression of the surface volume differences from the reference surface. Composed from data obtained by the Trimble VX Spatial Station facility.



Obr. 14. Hypsometrické vyjadrenie rozdielov objemu povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom UMS Leica TS02 od referenčného povrchu.

Fig. 14. Hypsometric expression of the surface volume differences from the reference surface. Composed from data obtained by the UMS Leica TS02 facility.



Obr. 15. Hypsometrické vyjadrenie rozdielov objemu povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom Leica GPS900CS od referenčného povrchu.

Fig. 15. Hypsometric expression of the surface volume differences from the reference surface. Composed from data obtained by the Leica GPS900CS facility.

Porovnanie na základe vzdialenosti modelovaného povrchu od referenčného povrchu

Vzdialenosti povrchov modelovaných z jednotlivých súborov v rezoch sú vyjadrené číselne v tab. 2, vo forme grafov (obr. 6, 8 a 10) a vizualizované kolorovanými povrchmi s hypsometrickou škálou na obr. 7, 9 a 11. V grafoch je červenou farbou vyjadrený referenčný a zelenou porovnávaný povrch.

Výsledky numerického vyhodnotenia rozdielov TIN modelov oproti referenčnému modelu sú prezentované v tab. 2. Vždy sú uvedené minimálne a maximálne rozdiely dvoch povrchov v metroch a empirické (výberové) stredné chyby. Empirická stredná chyba je mierou koncentrácie chýb okolo strednej nulovej hodnoty. Určená bola podľa vzťahu:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}\left(\overline{X} - x_i\right)^2}{n-1}}$$

kde

$\overline{X}$ je aritmetický priemer vypočítaných rozdielov (odchýlok) dvoch povrchov oproti sebe v reze,

χ_i – vypočítané rozdiely (odchýlky) dvoch povrchov,

n je počet hodnôt.

Testovanie opráv odľahlých meraní sa vykonáva na účel identifikácie hrubých chýb v súbore hodnôt. Hodnota strednej opravy sa vypočíta podľa vzťahu:

$$m_v = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n}}$$

kde

v_i sú rozdiely opráv oproti aritmetickému priemeru,

n je počet hodnôt.

Na testovanie sa používa kritérium založené na rozdelení výberovej funkcie

$$W_{(n)} = \frac{\overline{X} - x_{(n)}}{m_v} = \frac{v_{(n)}}{m_v}$$

alebo

$$W_{(1)} = \frac{\overline{X} - x_{(1)}}{m_v} = \frac{v_{(1)}}{m_v}$$

$$P\left(|W| > W_\alpha\right) = \alpha$$

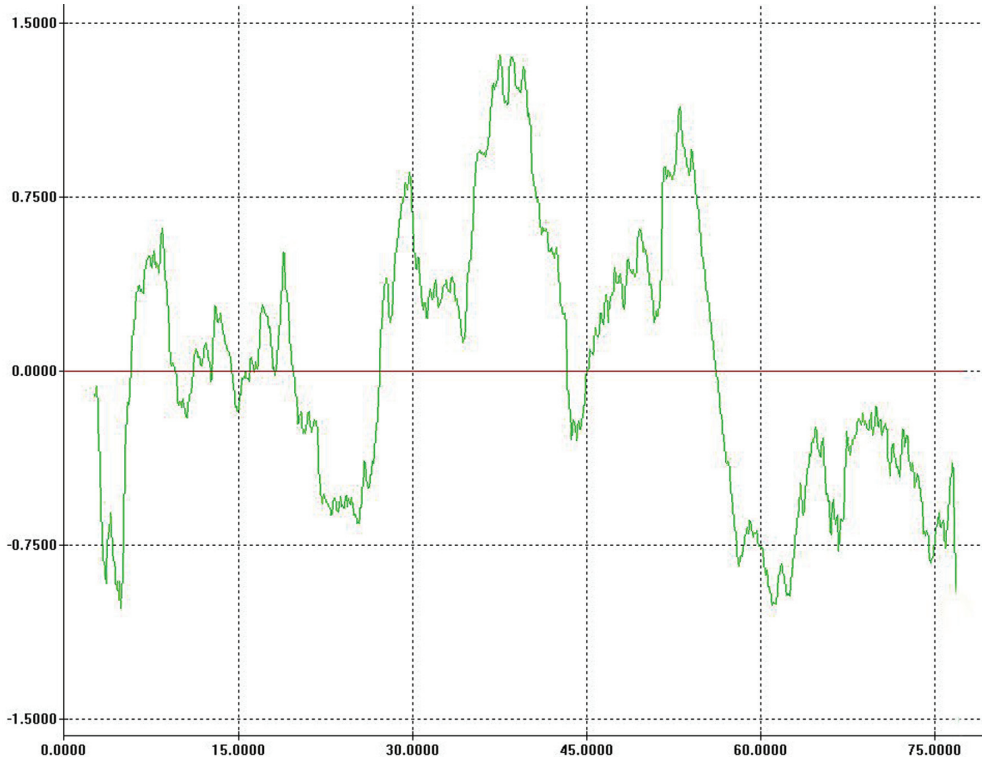
kde

$v_{(n)}$ a $v_{(1)}$ sú krajné opravy,

m_v je odhad strednej opravy,

$\chi_{(n)}$ a $\chi_{(1)}$ sú najväčšie a najmenšie odmerané hodnoty.

Ak absolútna hodnota krajnej opravy presiahne hodnotu $W_{(\alpha)}$ posudzuje sa to ako pôsobenie hrubej chyby



Obr. 10. Vzdialenosť povrchu vytvoreného z dát získaných prístrojom Leica GPS 900CS od referenčného povrchu v reze.

Fig. 10. Distance of the surface compiled from data obtained by the Leica GPS 900CS facility from the reference surface in the cut.

Tab. 3
Porovnanie rozdielov objemov určených jednotlivými metódami oproti referenčnému povrchu
Comparison of volumes differences determined by individual methods in relation to reference surface

Metóda merania/Súbor dát	Cut [m^3]	Fill [m^3]	Rozdiel určeného objemu [m^3]	Rozdiel určeného objemu [%]
TLS Leica ScanStation C10		referenčný povrch		
Trimble VX Spatial Station	+28	–41	–13	–0,22
UMS Leica TS02	+279	–106	+173	+2,88
Leica GPS900CS	+250	–301	–51	–0,85

a toto meranie sa zo súboru vylúči. Testovanie sa opakuje pre ďalšiu krajnú opravu (Böhm et al., 1990).

Porovnanie na základe rozdielu objemov – výkop/násyp

Ďalším porovnávacím kritériom bol výpočet rozdielu objemov určených medzi povrchmi z jednotlivých súborov dát, kde referenčným povrchom je model získaný pomocou TLS. Objem je vyjadrený hodnotami výkopov a násypov (cut/fill), vzniknutých prekrytím modelovanej plochy referenčným povrchom. Rozdielom týchto hodnôt, ktoré v prípade výkopu majú záporné znamienko a v prípade násypu kladné, získame hodnotu vyjadrujúcu kumulatívny rozdiel oboch objemov v m^3. Ak pri porovnaní (analýze) prevažuje výkop nad násypom, bude celkový výsledok záporný a, naopak, ak prevažuje násyp nad výkopom, bude výsledok kladný. V ideálnom prípade by sa výkop mal rovnať násypu a výsledok by sa mal blížiť k nule (Blišťan, 2012b).

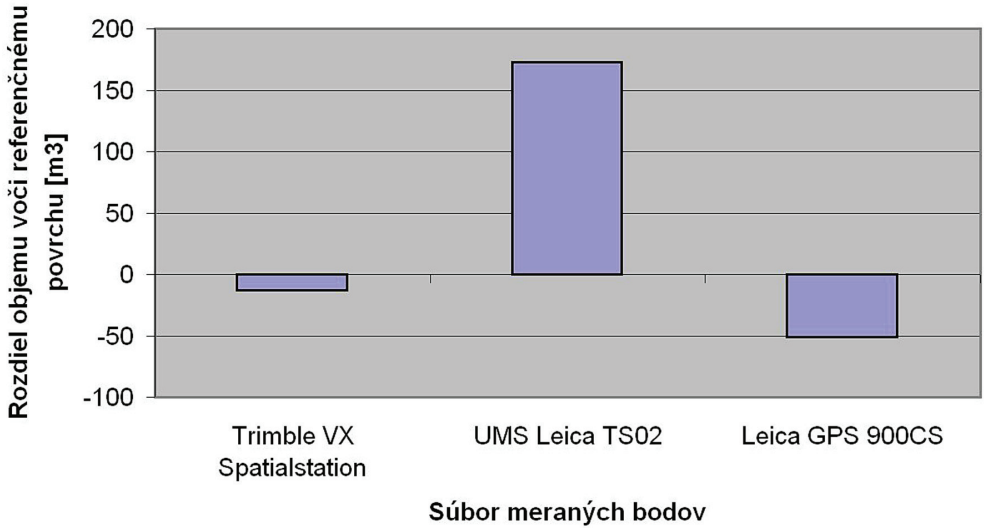
Na relatívne percentuálne vyjadrenie presnosti rozdielov určovania objemov zásob pri ťažbe zvolenými metódami vychádzame z hodnoty zásob odobratých pri jednom odstrele suroviny 6 000 m^3. Táto hodnota objemu bola zistená na tej istej ťažobnej stene pri predchádzajúcich meraniach. Výsledky porovnania sú uvedené v tab. 3 a v grafe na obr. 12.

Hypsometrické zobrazenie rozdielov v určení objemov pre jednotlivé metódy je na obr. 13 až 15. Z identifikácie miest s najväčšou zmenou objemu povrchov oproti referenčnému povrchu vyplýva výrazná zhoda s obr. 7, 9 a 11.

Diskusia k presnosti meračských metód

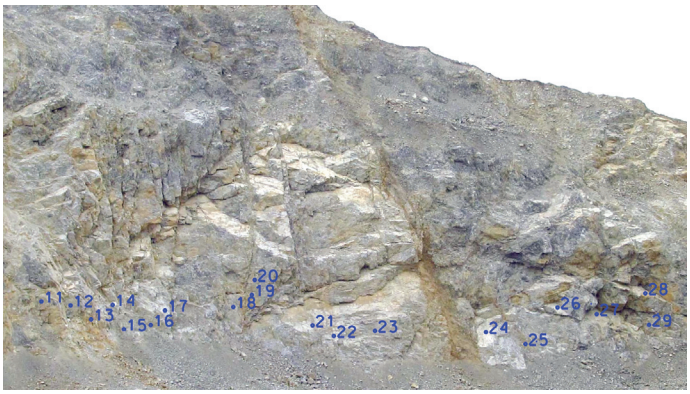
Z apriórneho rozboru presnosti s ohľadom na výrobné parametre prístrojov sú všetky použité meračské metódy svojou presnosťou vzájomne porovnateľné. Odlišujú sa najmä spôsobom a rýchlosťou merania, čo má priamy vplyv na množstvo bodov, ktoré je možné merať na záujmovom objekte za približne rovnakú časovú jednotku. Detailnosť modelovaného povrchu zodpovedá počtu meraných bodov.

Z tohto pohľadu je vzhľadom na dosiahnuté výsledky možné za najvhodnejšie považovať automatické motorizované skenovacie systémy, medzi ktoré okrem terestrických laserových skenerov (napr. Leica ScanStation C10) zaraďujeme aj prístroje na báze univerzálnych meracích staníc s možnosťou samočinného skenovania objektov (napr. Trimble VX Spatial Station). Výhodou je okrem rýchlosti merania aj detailnosť a úplnosť modelovaných plôch a tiež podobnosť meračských postupov s klasickými. Problémom sú tu najmä vysoké obstarávacie náklady na hardvér a softvér, preto ich využívanie je skôr zriedkavé.



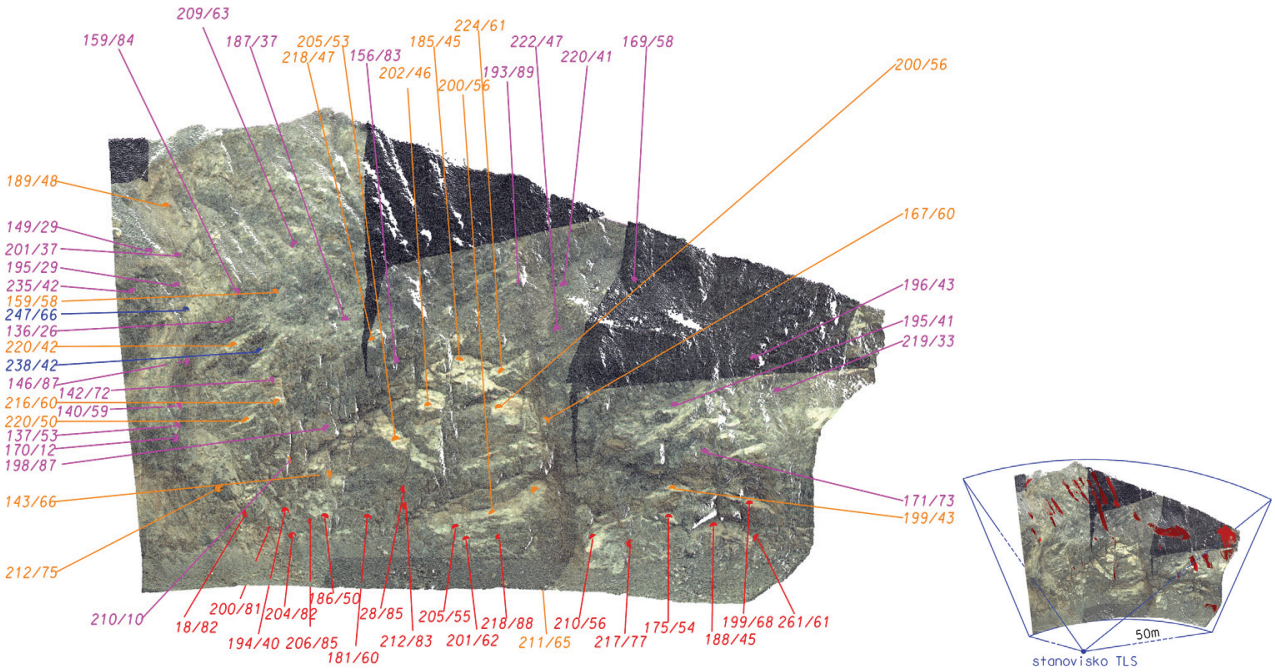
Obr. 12. Porovnanie rozdielov objemov určených jednotlivými metódami oproti referenčnému povrchu.

Fig. 12. Comparison of volumes differences determined by individual methods in relation to reference surface.



Obr. 16. Pozícia referenčných bodov na plochách, ktorých štruktúrne parametre (smer sklonu) boli získané meraním geologickým kompasom a následne aj metodikou TLS. Azimutálne a sklonové hodnoty získané za pomoci obidvoch metodík merania sú porovnávané v tab. 4. Východná strana lomovej steny v severnom ukončení 2. etáže (pozri obr. 2). Nápadné sú na juh sklonené plochy so sivobielym povlakom kalcitického dolomitu, reprezentujúce plochy severovergentnej imbrikácie v deformačnom štádiu AD_1 (merané pred odstrelom 14. 5. 2013; cf. obr. 4). Deformačné štádium AD_3 reprezentujú zlomové a dislokačné plochy priebehu SZ – JV, akými sú celým odkryvom prestupujúce subvertikálne plochy v strede záberu.

Fig. 16. Position of reference point on planes, which structural parameters (trend of dip) were obtained by geological compass, and followingly by TLS methodology. Azimuthal and dip values obtained by both methodologies are compared in Tab. 4. Eastern side of the quarry wall at northern termination of 2nd storey (cf. Fig. 2). Southward dipping planes with grey-white cover of calcitic dolomite are distinct in the photograph. They represent the planes of north-vergent imbrication during the deformation phase AD_1 (measured before blasting 14. 5. 2013; cf. Fig. 4). The subvertical fault and dislocation planes trending NW–SE, produced by the deformation phase AD_3, occur in the middle of the view.



Obr. 17. 3D model lomovej steny zameranej metodikou TLS a matematicky priradené štruktúrne parametre plochám zoskenovaným laserovým skenerom (okrová, fialová a modrá farba). Smer sklonu vyjadrený červenou farbou reprezentuje hodnoty smeru sklonu určené metodikou TLS na referenčných plochách primárne meraných geologickým kompasom. Parametre vyjadrené okrovou farbou dokumentujú prešmykové plochy s povlakom kalcitického dolomitu a lokálne vyvinutými striáciami, ktoré sú produktom imbrikácie dolomitového masívu v deformačnom štádiu AD_1. Fialovou farbou sú vyjadrené štruktúrne parametre plôch v azimutálnom rozsahu 135° – 235° bez známeho pričlenenia k deformačným štádiám. Modrou farbou indikujeme plochy sukcesne asociované so štádiom AD_3. Schéma vpravo dole indikuje pozíciu TLS zariadenia oproti lomovej stene. Červenou farbou na schéme vpravo sú indikované plochy, ktoré neboli zasiahnuté laserovým lúčom.

Fig. 17. 3D model of the quarry wall obtained by the TLS methodology and mathematically assigned structural parameters to planes scanned by laser scanner (ocher, purple and blue colours). Trend of dip expressed by the red colour represents values determined by TLS methodology on reference planes, being for verification also measured by geological compass. Parameters expressed by ocher colour document the overthrust planes with the cover of calcitic dolomite and locally present striations, being an imbrication product of dolomite massif in deformation phase AD_1. Purple colour expresses structural parameters of planes with the azimuth range 135°–235° without known affiliation to deformation phases. Blue colour indicates planes associated with the phase AD_3. Scheme in the right down side indicates a position of TLS device in front of the quarry wall. Red coloured segments on the wall in the scheme were not caught by the laser beam.

Časovo aj technicky náročnejšie je najmä spracovanie meraných údajov.

Použitím univerzálnych meracích staníc (napr. Leica TS02) je možné podobne ako pri TLS bez potreby použitia odrazového hranola merať objekt v celom rozsahu, vrátane pre figuranta neprístupných miest. Potrebné je však manuálne cielenie pomocou ďalekohľadu, alebo vo vhodných svetelných podmienkach pomocou laserového lúča. Táto skutočnosť výrazne predlžuje čas merania. Najväčšou nevýhodou je ale subjektívna klasifikácia reliéfu meraného objektu a výber meraných bodov, čo má výrazný vplyv (často negatívny) na výsledný modelovaný povrch a veličiny z neho odvodené (obr. 5b, obr. 9).

Pri meraní pomocou GNSS (napr. Leica GPS900CS) metódou RTK z dôvodu neprístupnosti meraných bodov najmä na zvislých stenách lomu získavame značne skreslený a neúplný model skutočného objektu bez zachytenia potrebných zmien jeho tvaru (obr. 5a, obr. 11).

Aplikácia metodiky TLS pri štruktúrnej analýze a diskusia získaných výsledkov

Testovanie geodetickej metodiky terestrického laserového skenovania (TLS) pre potreby štruktúrnej geológie sme uskutočnili na lomovej stene ukončujúcej od severu 2. etáž v kameňolome Sedlice I. Matematicky určené hodnoty smeru sklonu naskenovaných plôch boli porovnávané s hodnotami získanými geologickým kompasom (obr. 16 a 17). Tab. 4 dokladá malé rozdiely azimutov a sklonov v prípade porovnávaných plôch.

Tab. 4
Porovnanie štruktúrnych parametrov plôch (smer sklonu) meraných geologickým kompasom a tých istých parametrov získaných metodikou terestrického laserového skenovania (TLS)
Comparison of structural parameters of planes (trend of dip) measured by geological compass and parameters obtained by terrestrial laser scanning (TLS)

Por. číslo plochy	Rozmery plochy [cm]	Údaje merané geologickým kompasom		Údaje určené z modelu získaného pomocou TLS		Rozdiely		Rozdiely v percentách	
		Smer (trend) [°]	Sklon (dip) [°]	Smer (trend) [°]	Sklon (dip) [°]	Smer (trend) [°]	Sklon (dip) [°]	[%]	[%]
1	10 x 10	150	40	158	47	–8	–7	–2,2	–1,9
2	8 x 8	162	60	175	64	–13	–4	–3,6	–1,1
3	20 x 20	137	70	146	70	–9	0	–2,5	0,0
4	30 x 30	176	68	200	66	–24	2	–6,7	0,6
5	10 x 10	182	63	196	60	–14	3	–3,9	0,8
6	5 x 5	118	84	117	77	1	7	0,3	1,9
7	5 x 5	140	73	145	67	–5	6	–1,4	1,7
8	5 x 5	172	56	177	56	–5	0	–1,4	0,0
9	5 x 5	192	58	196	77	–4	–19	–1,1	–5,3
10	10 x 10	202	46	215	49	–13	–3	–3,6	–0,8
11	15 x 15	28	75	32	103	–4	–28	–1,1	–7,8
12	10 x 10	18	82	30	97	–12	–15	–3,3	–4,2
13	5 x 5	200	81	210	82	–10	–1	–2,8	–0,3
14	7 x 7	194	40	211	37	–17	3	–4,7	0,8
15	5 x 5	204	82	227	75	–23	7	–6,4	1,9
16	10 x 10	206	85	223	77	–17	8	–4,7	2,2
17	15 x 15	186	50	183	48	3	2	0,8	0,6
18	5 x 5	181	60	192	58	–11	2	–3,1	0,6
19	10 x 10	212	83	222	79	–10	4	–2,8	1,1
20	10 x 10	28	85	51	87	–23	–2	–6,4	–0,6
21	15 x 15	205	55	210	53	–5	2	–1,4	0,6
22	10 x 10	201	62	206	60	–5	2	–1,4	0,6
23	10 x 10	218	88	220	85	–2	3	–0,6	0,8
24	15 x 15	210	56	219	56	–9	0	–2,5	0,0
25	10 x 10	217	77	223	81	–6	–4	–1,7	–1,1
26	15 x 15	175	54	189	56	–14	–2	–3,9	–0,6
27	20 x 20	188	45	196	48	–8	–3	–2,2	–0,8
28	20 x 20	199	68	191	54	8	14	2,2	3,9
29	20 x 20	261	61	262	64	–1	–3	–0,3	–0,8

Poznámka. Hodnoty azimutu a sklonu plôch z meraní získaných metódou TLS boli určené v grafickom prostredí softvéru Trimble RealWorks 6.5 preložením plôch bodmi zodpovedajúcimi ich obrysu, pričom boli opravené o hodnotu meridiánovej konvergencie – uhla, ktorý zviera rovnobežka s osou +X Křovákovho zobrazenia so smerom geografického poludníka v mieste merania (Buchar, 1981) a o hodnotu magnetickej deklinácie – uhol medzi smerom magnetického a geografického poludníka v mieste merania (Web. 5). Takto upravené výsledky sú vzájomne kompatibilné a porovnateľné s hodnotami získanými geologickým kompasom.

Note. Azimuth and dip of planes obtained by TLS method were determined applying graphic environment Trimble RealWorks 6.5 by positioning points on planes, corresponding with their contour. They were corrected by a value of meridian convergence – an angle between the parallel line with +X axis of the Křovák projection to direction of the geographic meridian (Buchar, 1981), as well as by the value of magnetic declination – angle between the direction of magnetic and geographic meridians in the measuring site (Web. 5). Such modified results are mutually compatible and comparable with values obtained by geological compass.

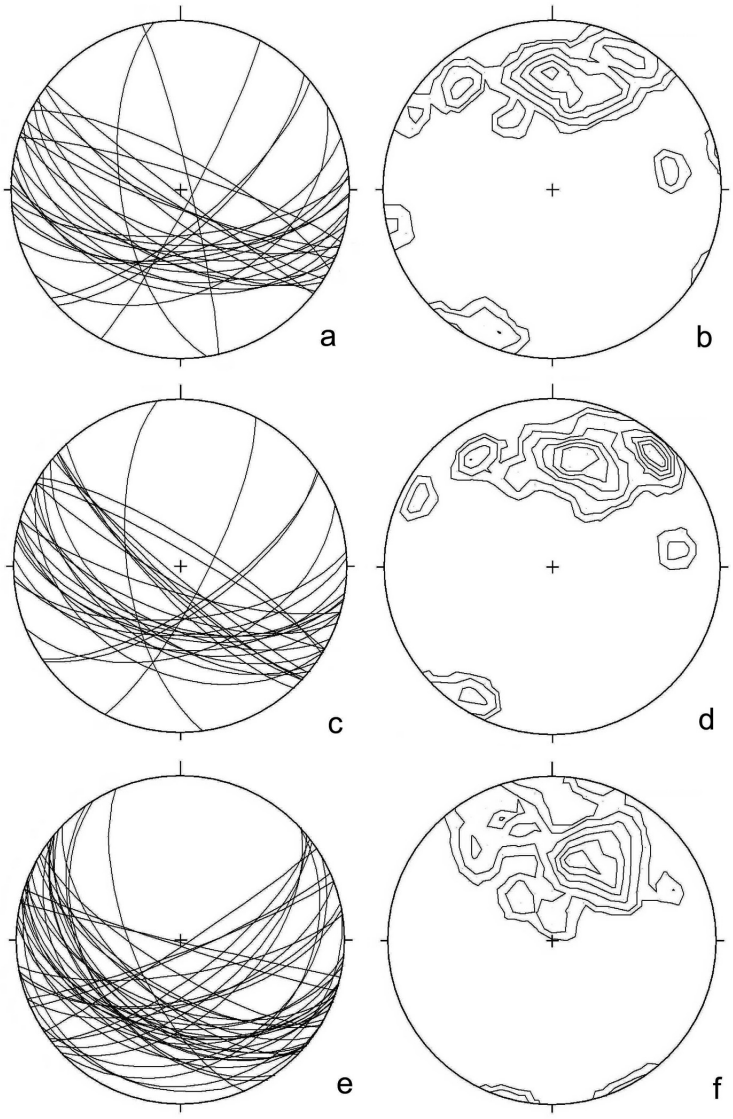
Porovnanie výsledkov metodiky TLS aplikáciou štandardných tektonogramov využívaných v štruktúrnej geológii, ktoré zobrazuje obr. 18, vychádza tiež v prospech zavedenia metodiky TLS do štruktúrnej praxe.

Výhodou metodiky TLS – aplikáciou laserového skenera s priestorovou vzdialenosťou skenovaných bodov 1 cm (tab. 1) – pri štruktúrnom výskume je teda možnosť získania komplexných priestorových charakteristík (uhla sklonu) planárnych štruktúr (vrstvovitosti, zlomových, klivážových a dislokačných plôch, prípadne aj puklín malých rozmerov, rádovo už od 5 x 5 cm). V prípade veľkých stien v kameňolomoch, prípadne prirodzených odkryvov, ťažko dostupných priamemu zberu štruktúrnych dát geologickým kompasom, považujeme metodiku TLS za hodnotný a kvalitný komplementárny nástroj štruktúrneho geológa.

Keďže aplikácia metodiky TLS na využitie v štruktúrnej geológii bola testovaná na Slovensku prvý raz, meranie sa uskutočnilo len z jedného stanovišťa situovaného v kolmej pozícii cca 50 m od skenovanej plochy (steny kameňolomu). Toto umožnilo zoskenovať len plochy bezprostredne zasiahnuteľné laserovým lúčom, t. j. zhruba s azimutom 90° – 270° pri orientácii lomovej steny na juh (azimutálny rozsah 180°). Preto aj diagramy na obr. 18 (c – f) zobrazujú len plochy s takýmto azimutom. Aplikácia metodiky TLS v štruktúrnej geológii pri našich ďalších výskumoch bude využívať laserové skenovanie planárnych objektov z dvoch vzájomne vzdialených stanovíšť, čo po vhodnom matematickom spracovaní umožní ešte dokonalejšie 3D zobrazovanie objektov a prisudzovanie štruktúrnych parametrov v predpokladanom azimutálnom rozsahu až do 300°.

Záver

Terestrické metódy merania a dokumentovania skalných útvarov a objektov v povrchových lomoch sú



Obr. 18. Porovanie štruktúrnych parametrov plôch na východnej strane lomovej steny v severnom ukončení 2. etáže, meraných geologickým kompasom (a, b) a laserovým skenerom Leica ScanStation C10 (TLS; c – d) dňa 14. 5. 2013. Ľavé tektonogramy vyjadrujú veľké oblúky meraných plôch (priesečníky so spodnou pologuľou). Pravé kontúrové tektonogramy vyjadrujú pozíciu pólov týchto plôch s maximami 11,3 % na 180/59° (b), 13,4 % na 220/79° (d) a 11,8 % na 192/41° (f). Izolínie sú v prípadoch b, d, f rovnaké: 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 a 10,0. a – b – plochy merané kompasom; c – d – parametre tých istých plôch ako a – b, získané po zameraní laserovým skenerom a počítačovým spracovaním pomocou softvéru Trimble RealWorks 6.5; e – f – ukážka časti z obrovského množstva štruktúrnych dát získaných laserovým skenovaním bez potreby ich fyzického merania geologickým kompasom.

Fig. 18. Comparison of structural parameters of planes in the eastern side of the quarry wall in northern termination of 2nd storey, measured by geological compass (a, b) and laser scanner Leica ScanStation C10 (TLS; c–d) on 14. 5. 2013. Left stereograms express great circles of measured planes (intersections with the lower hemisphere). Right contour stereograms express position of poles of these plains with maximas 11.3 % on 180/59° (b), 13.4 % on 220/79° (d) and 11.8 % on 192/41° (f). Isolines in cases b, d, f were the same: 1.0; 2.0; 4.0; 6.0; 8.0 and 10.0. a–b – planes measured by compass; c–d – parameters of the same planes as a–b, obtained by laser scanning and computer processing by means of the software Trimble RealWorks 6.5; e–f – manifestation of a part of immense number of structural data obtained by laser scanning without a need of measuring by geological compass.

stále najviac používanými metódami predovšetkým pre ich dostupnosť. Cieľom tejto práce bolo kvantifikovať možnosti terestrických geodetických metód merania prirodzených a umelých skalných útvarov s ohľadom na ich praktické využitie najmä pri ich modelovaní, pri určovaní ich posunov a pretvorení, ako aj pri určovaní objemov odťažených zásob. Ako preukázal náš výskum, úplne novou oblasťou využitia metodiky terestriálneho laserového skenovania (TLS) je oblasť štruktúrnej geológie, a to prisudzovanie štruktúrnych parametrov plochám nedostupným priamemu meraniu geologickým kompasom. Na tieto účely bude metodika ďalším výskumom ešte vylepšená o terestrické laserové skenovanie z dvoch vzdialených stanovíšť, čo umožní zobrazenie plôch vo väčšom azimutálnom intervale (300° miesto 180° pri skenovaní z jedného stanovišťa).

Na základe výsledkov analýzy spracovaných priestorových údajov a modelov ťažobnej steny meranej vybranými terestrickými geodetickými metódami je možné vyvodiť závery o významnosti rozdielov modelovaných povrchov oproti referenčnému povrchu.

Výsledky porovnania hodnôt rozdielu modelovaných povrchov v rezoch (tab. 2) oproti referenčnému povrchu potvrdzujú predpoklad, že hustota meraných bodov a detailnosť vymodelovaného povrchu priamo ovplyvnia kvalitu výsledku. Metódami terestrického laserového skenovania sme schopní získať súbory s vysokou plošnou hustotou meraných bodov a bez zásahu merača tak získame priestorové údaje aj na kritických (neprístupných) miestach objektu – konvexné a konkávne tvary. Pri meraní pomocou UMS s manuálnym cielením je výber meraných bodov závislý od odhadu a skúsenosti merača, čo môže mať nepriaznivý vplyv na výsledný tvar modelovanej plochy. Meraním pomocou GNSS nie je možné merať body na zvislej stene objektu, tie sú fyzicky neprístupné. Táto skutočnosť je najväčším nedostatkom metódy a má výrazne – negatívny vplyv na výsledný model povrchu.

Napriek výrazným rozdielom povrchov v rezoch, ako aj pri hodnotení rozdielov objemov je pri všetkých porovnávaných metódach celková chyba modelovaného objemu telesa do troch percent (tab. 3). Táto hodnota je banskými prevádzkami všeobecne akceptovaná, preto možno všetky použité metódy merania označiť ako vhodné na určovanie objemov odťažených zásob nerastných surovín.

Poďakovanie. Tento príspevok vznikol s finančnou podporou grantovej agentúry VEGA v rámci riešenia grantovej úlohy č. 1/0887/11. Autori súčasne ďakujú Ing. Petrovi Kováčovi za podnetné diskusie k ložiskovým pomerom v lokalite a tiež spoločnosti VSK MINERAL, s. r. o., za umožnenie geodetických a štruktúrno-geologických prác v lome.

References

Bajtala, M., Brunčák, P., Kubinec, J., Lipták, M. & Sokol, Š., 2011: The problem of determining the volumes using modern surveying techniques. *J. Interdisciplinary Research, 1, 2.*

Böhm, J., Radouch, V. & Hampacher, M., 1990: Teorie chyb a vyrovnávací počet. Geodetický a kartografický podnik, Praha.

Blišťan, P., 2005: Priestorové modelovanie geologických objektov a javov v prostredí GIS. *Acta Montan. Slov., 10, 3, 296 – 299.*

Blišťan, P., 2012a: Interpolačné metódy pre modelovanie a vizualizáciu priestorových javov v prostredí GIS. *In: Fyzikálne faktory prostredia (mimoriadne číslo), 2, 99 – 105.*

Blišťan, P., 2012b: Modelovanie a výpočet objemu nepravidelných telies – princípy. *Egrse, 19, 2, 13 – 25.*

Buchar, P., 1981: Přibližný výpočet meridiánové konvergence v Křovákově zobrazení. *Geodetický a kartografický obzor, 27/69, 2, 37 – 38*

Erdélyi, J., Lipták, I., Kyrinovič, P. & Kopáčik, A., 2012: Určovanie posunov a pretvorení železobetónových konštrukcií pomocou TLS. *In: Geodézia, kartografia a geografické informačné systémy 2012: VII. vedecko-odborná medzinárodná konferencia, Tatranská Lomnica, SR, 24. – 25. 10. 2012. Košice, Technická univerzita v Košiciach.*

Farkašovský, J. & Bónová, K., 2009: Štruktúrny profil tektonitmi rolovskej strižnej zóny (veporikum Čiernej hory). *In: Šimon, L. & Kohút, M. (eds.): Zbor. abstraktov zo Spoločného kongresu Slovenskej a Českej geologickej spoločnosti. Konf., Symp., Sem., Vyd. D. Štúra, Bratislava, 59 – 60.*

Gašinec, J., Gašincová, S., Černota, P. & Staňková, H., 2012: Zastosowanie naziemnego skaningu laserowego do monitorowania logu gruntowego w Dobszyńskiej Jaskini Lodowej. *Inżinieria Mineralna, 13, 2, 30, 31 – 42.*

Gašinec, J., Gašincová, S. & Gergelová, M., 2012: Tvorba priestorového modelu Dobšinskej ľadovej jaskyne a jeho pripojenie na JTSK03. *In: Geodetický a kartografický obzor, 58, 9, 21 – 223.*

Gazdačko, Ľ., 1994: Polyfázový deformačný vývoj východnej časti stykovej zóny gemerika a veporika. *Miner. Slov., 26, 387 – 398.*

Grecula, P., Návesňák, D., Bartalský, B., Gazdačko, Ľ., Németh, Z., Ištván, J. & Vrbatovič, P., 1990: Shear zones and arc structure of Gemericum, the Western Carpathians. *Miner. Slov., 22, 2, 97 – 110.*

Jacko, S., 1985: Litostratigrafické jednotky kryštalinika Čiernej hory. *Geol. Práce, Spr., 82, 127 – 133.*

Jacko, S., Sasvári, T., Zacharov, M., Schmidt, R. & Vozár, J., 1996: Contrasting styles of Alpine deformations at the eastern part of the Veporicum and Gemericum units, Western Carpathians. *Slovak Geol. Mag., 2, 151 – 164.*

Jacko, S. & Farkašovský, R., 2000: Tertiary semi-ductile shear event within Margecany and related shear zones. *Miner. Slov., 32, 175 – 178.*

Németh, Z., 2005: Paleopiezometry: Tool for determination of differential stresses for principal ductile shear zones of Gemericum, Western Carpathians. *Slovak Geol. Mag., 11, 2 – 3, 185 – 193.*

Németh, Z., Radvanec, M., Gazdačko, Ľ. & Kobulský, J., 2012: Variscan tectonic setting vs. Alpine overprint in Gemericum (Inner Western Carpathians): Their role in recent distribution of tectonic units in the eastern part of the territory as expressed in significant localities. *Miner. Slov., 44, 1, Geovest., 8 – 15.*

Polák, M. (ed.), Jacko, S., Vozárová, A., Vozár, J., Gross, P., Harčár, J., Zacharov, M., Baláž, B., Liščák, P., Malík, P., Zakovič, M., Karoli, S. & Kaličiak, M., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Braniska a Čiernej hory 1 : 50 000. *Vyd. D. Štúra, ŠGÚDŠ, Bratislava, 201 s.*

Ramsay, J. G. & Huber, M. I., 1987: The techniques of modern structural geology, volume 2: Folds and fractures. *Academic Press, New York, 1 – 700.*

Sander, B., 1970: An introduction to the study of fabrics of geological bodies (Phillips, F. C. & Windsor, G., trans.). Pergamon Press, London, 1 – 641. (Original publication 1930).

Varcholová, J., Mihalič, A., Urban, V., Vondráček, L. & Valko, P., 1981: Sedlice II. Záverečná správa a výpočet zásob. *Archív. ŠGÚDŠ, Bratislava, 114 s.*

Web.1: Leica FlexLine TS 02. http://www.geotech.sk/ downloads/ Totalne-stanice/FlexLine_TS02_Datasheet_en.pdf. [Cit. 27. 03. 2013].

Web.2: Trimble VX SpatialStation. http://www.trimble.com/3D-laser--scanning/vx.aspx?dtlD=overview&. [Cit. 27. 03. 2013].
Web.3: Leica ScanStation C 10. http://www.geotech.sk/downloads/ Laserove-skeneryHDS/Leica_ScanStation_C10_Brochure_ en.pdf. [Cit. 27. 03. 2013].
Web.4: Leica GPS 900CS. http://www.geotech.sk/ Produkty/GPS--GNSS/GPS-900CS.html. [Cit. 27. 03. 2013].
Web.5: http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination. [Cit. 18. 06. 2013].

Rukopis doručený 19. 6. 2013
Revidovaná verzia doručená 25. 6. 2013
Rukopis akceptovaný red. radou 27. 6. 2013

The application of geodetic methods for modelling the quarry walls and rock outcrops and their use in structural analysis: Case study from the quarry at Sedlice, Slovakia

Article presents modern geodetic methods for collecting spatial data about natural or anthropogenic objects, as well as possible application of these methods in structural geology. These methods were tested and applied on exploitation wall terminating 2nd storey in the dolomite quarry at the village of Sedlice in the Prešov District, Eastern Slovakia (Figs. 1 and 2). The quarry Sedlice I is located ca 2 km to SE of the Sedlice village and 1.2 km to SSW of the Suchá Dolina village.

At the beginning of article, following geodetic methods were tested and mutually compared:

1. Polar method with trigonometric measurement of heights with the total station Leica TS02 (Fig. 3a) – measuring was done manually with targeting on characteristic points of the quarry wall relief.

2. Polar method with trigonometric measurement of heights with Trimble VX Spatial Station (Fig. 3b) in the automatic scanning mode with predefined mutual distance of measured points without manual selection of points.

3. Terrestrial laser scanning by the Leica ScanStation C10 device (Fig. 3c) similarly like at Trimble VX Spatial Station device. A great advantage of the laser scanning consists of a very high preciseness of measurement (4–6 mm) and speed of measurement up to 50 000 points per second.

4. Applying RTK method by GNSS facility Leica GPS900CS (Fig. 3d) we measured mainly the heel and edge of the quarry wall. The points on the wall relief were not measured due to their inaccessibility.

The number of measured points and spatial distance of points in each used method are presented in Tab. 1. The horizontal preciseness of terrestrial methods 1–3 was expressed by the mean positional error m_p of coordinates of measured point. Similarly there was expressed the mean error for trigonometric measurement of heights m_h. The detail terrestrial measuring of points was done at a distance app. 50 m from exploitation wall. Because the measurements were done successively by positioning of facilities on the same stand – at the same positioning coordinates, both errors are similar:

$$m_P \approx m_h \approx \pm 3 - 6\ mm.$$

Applying above listed methods, we compared digital spatial TIN models, being compiled from obtained spatial data (coordinates X, Y, Z from a great number of points). As a reference model there was chosen that one, consisting from the data obtained by terrestrial laser scanner Leica ScanStation C10

As follows from comparison of further terrestrial methods with the TLS method, they differ mainly by the density of grid points obtained during the same time, which influences the details on the model surface, being composed from obtained data. Therefore the TLS method is the only possible one for collecting the spatial data about planes used in structural geology. For comparison there was included also the satellite method GNSS, having the disadvantage of the absence of physically inaccessible places, and lower precision of coordinates of measured points.

The results of comparison are presented as differences of surfaces in cross-sections, as well as the differences in volumes determined by the chosen methods in relation to reference surface with the highest number of points (Figs. 5–15, Tabs. 2 and 3).

At testing the application of geodetic methods in structural geology we applied the terrestrial laser scanning (TLS) by the Leica ScanStation C10 device. The article briefly characterizes the geological and tectonic setting of the quarry at Sedlice and its surrounding (Figs. 1 and 2). The Sedlice I quarry is located in the Middle Triassic (Ladinian) Ramsau Dolomites, representing rheologically "hard" horizon situated on Gutenstein Limestones (Anisian) and plastically deformed rheologically "soft" Werfen clayey shales. Beneath, the Lower Triassic quartzites and quartzy sandstones with shale interbeds of the Lúžna Fms. are present, as well as Permian clastics, locally with volcanites (Predajná and Brusno Fms.), and Upper Carboniferous clastics. This rock sequence represents a primary ?Gzhelian-Permian-Mesozoic cover of the Veporic crystalline basement of the Čierna hora Mts. From the north, the dolomites are transgressively covered by the Paleogene sandstones and conglomerates of the Borové Fms.

Several Alpine deformation phases (displacements of the basement and superficial nappes, imbrication by overthrusts, unroofing, strike-slips; cf. Jacko et al., 1996; Jacko in Polák, ed., 1997; Gazdačko, 1994; Jacko and Farkašovský, 2000; Farkašovský and Bónová, 2009; Németh et al., 2012) left a complete structural inventory in these cover sequences. Despite, in rheologically "hard" dolomites there remained only several overthrust zones, usually infilled with tectonic calcite-dolomite clay, and dominating brittle fracturing.

In the area of the quarry Sedlice I the dolomite body has simple geological-tectonic structure and represents one technological type of raw material (Varcholová et al., 1981; Kováč, personal inf.). Position of the quarry externally of the main regional discontinuities of the NW–SE trend (cf. Fig. 1) and lithology (the dolomites of Veporic cover) relatively unfavourable for ductile deformation, did not allow to contribute more significantly with our research – e.g. to tectogenesis and kinematics of the Alpine shear zones. Nevertheless, obtained structural data have registered demonstrations of the phases AD_1 and AD_3, though in the case of AD_3 phase, studied structures manifested very low deformation gradient. *In this classification by Németh (2005; cf. Fig. 3b in Németh et al., 2012), based on regional structural findings from Gemericum and eastern contact zone of Gemericum with Veporicum, Alpine deformation phase AD_1 represents the N-vergent to NE-vergent Lower Cretaceous overthrusts and the phase AD_3 represents Tertiary to Recent strike-slips along subvertical shear zones trending NW–SE and NE–SW. In the case of whole eastern contact zone of Gemericum with Veporicum (i.e. along the contact of the Volovské vrchy Mts. with Čierna hora Mts.), the NW–SE trending dextral AD_3 shear zones were found as dominating (cf. Grecula et al., 1990; Gazdačko, 1994; Németh, 2005; Németh et al., 2012).* According to classification by Jacko et al. (1996 and following works) found structures in the Sedlice I quarry correspond with products of deformation phases AD_2 and AD_4.

The bedding found by our research in upper storeys of the quarry was dipping to the north (trend of dip 342° to 7°), with prevailingly medium to moderate dip (35–44°). The same information obtained Varcholová et al. (1981) by deposit exploration, based on the study of symmetrologic relations of joint systems (ac, resp. bc types of joints), measured in adits SŠ-1 and SŠ-2 (adits had trend WNW–ESE). They stated indistinct bedding of east-west trend and moderate dips to N and S. Authors (l.c.) supposed that the bedding planes are folded, but the fold amplitude exceeds the deposit size.

The most distinct discontinuities in the deposit are represented by two north-vergent overthrust planes of regional significance with moderate dip to south, highlighted with several decimetres to metres thick infill by tectonic clay (recrystallized plastic calcitic dolomite of ochre-brown colour).

North overthrust plane cut 1st storey. Further south located overthrust plane, which penetrates southern part of the 2nd storey, was registered and visualized in maps already by Varcholová et al. (1981). Regarding our classification, we affiliate these overthrust planes with the Alpine deformation phase **AD_1**, i.e. the Lower Cretaceous north-vergent imbrication of the dolomite massif. Accompanying parallel overthrust planes of the lower order (Fig. 4) have demonstrated generally north-south trending striae and macroscopically identifiable overthrust kinematics. Varcholová et al. (1981) found that the overthrust planes of E–W trend and steep to moderate dip to S contain also dragged out Lower Triassic fine-grained sericite-quartz metapsammites from the footwall of the dolomite body.

Structures associated with the post-collision unroofing in the phase **AD_2** in the area of deposit were not found. Since the kinematics of unroofing, i.e. the post-collision south-vergent normal faults, was localized to slip horizons of rheologically "softer" monomineral rocks (Lower Triassic quartzites; Németh et al., 2012, Fig. 7 ibid.; eventually clayey shales), we suppose that in more distant overlying horizon of the Middle Triassic dolomites the extension has applied only by the origin of brittle extensional fractures (joints) of pure shear character, trending E–W and steeply dipping prevailingly to north, eventually with complementary system of joints, cleavage or dislocation trending N–S, having the transform character, with possibility to represent reactivated structures already from the phase **AD_1**. First system of fractures, dipping to north sporadically demonstrates striae of N–S trend with dip-slip kinematics. Second system of discontinuities of N–S trend (locally even NNW–SSE trend) was registered already by Varcholová et al. (1981) and interpreted as orthogonal ac-joints related to folded bedding. With the course of ac-joints they parallelized also the main transversal faults in the deposit and its surrounding, being highlighted by the course of valleys: NNW–SSE to N–S trend with steep dip to WSW, dividing the deposit body to two blocks. These findings were verified also by our newer investigation, but we must emphasize that mesostructures of this orientation are less numerous than prevailing system of discontinuities of the trend E–W and medium dip to south.

With deformation phase **AD_3** (Tertiary-Recent) we associate the vertical shear zone of the course WNW–ESE (Fig. 2), segmenting the deposit south of the altitude point Kuncov vrch (503.3 m a.s.l.). Parallel with this fault we found in mesoscale the dislocation planes (198/60°) with slickenside lineations (120/20°), indicating indistinct dextral shear. With the activity on shear zones trending WNW–ESE, to NW–SE, we associate also the joint system trending SW–NE (dip 70–80° to SE, resp. 65° to NW), being interpreted by Varcholová et al. (1981) as bc-joints related to the system of transversal folds. Since that time interpretation of the fold origin (according to classical school by Sander, 1970) did not apply the concept of a-type folds (i.e. the fold axis parallel with stretching lineation, cf. Ramsay and Huber, 1987), that time opinion does not contradicts to our knowledge.

The exploited dolomite with its rheological "hardness" and intensive brittle fracturing represented one of the most demanding lithotypes for testing the TLS methodology, used in our research for indirect collection of structural parameters of investigated planes. As demonstrated in comparison of structural data obtained by geological compass, as well as indirect TLS method (Figs. 16–18, Tab. 4), the application of TLS method is meaningful especially for collecting structural data from large objects (quarry walls, large outcrops) not accessible for direct measuring. Because the TLS method was applied from one site app. 50 m distinct from the wall, only planes caught by the laser beam could be visualized (azimuth range close to 180°). Therefore our further research will be focussed on scanning investigated objects from two sites in appropriate mutual distance, allowing the obtain azimuth and dip parameters of planes in a wider azimuth range (up to 300°).

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 85 – 96
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

Modelovanie kvalitatívnych parametrov hlavného uhoľného sloja ložiska Nováky v prostredí GIS na účely výpočtu zásob a vizualizácie priestorových vzťahov

PETER BLIŠŤAN[1] a MONIKA BLIŠŤANOVÁ[2]

[1]Ústav geodézie, kartografie a geografických informačných systémov, Fakulta BERG Technickej univerzity v Košiciach, Park Komenského 19, 040 01 Košice
[2]Ústav občianskej bezpečnosti, Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, Kukučínova 17, 040 01 Košice

Modelling of qualitative parameters of the main coal seam in the Nováky deposit in GIS environment for the purpose of reserves calculation and visualization of spatial relations

The aim of this paper is to show the possibilities of effective GIS use for modelling of mineral deposits in an example of brown coal deposit Nováky. The work results – seam base model and seam thickness model, ash content and heat value of coal presented in the ArcGIS are an example of a modern approach in the processing of geological data. The form of presentation offered by GIS allows much more efficient handling the primary data and provides greater opportunities for the presentation of results.

Key words: mineral deposit, coal seam, modelling, geographic information system (GIS), ArcGIS, Nováky deposit

Úvod

Geografické informačné systémy (GIS) sa v posledných rokoch stali kľúčovou zložkou všetkých odvetví geovied, oblasť geológie a baníctva nevynímajúc. GIS predstavujú sofistikovaný nástroj, ktorý ponúka možnosť zberu, ukladania, spravovania, spracovania, analýzy a vizualizácie digitálnych priestorových údajov. Využívanie nástrojov GIS, ktoré ponúkajú komerčné, ale aj open-source softvérové produkty, sa v posledných rokoch stalo štandardom aj u nás. Pre oblasť geológie GIS ponúkajú výkonnú sadu nástrojov na realizáciu rôznych priestorových analýz. V praxi sa s GIS stretávame obyčajne pri komplexnom modelovaní správania sa rôznych prírodných fenoménov – napr. pri modelovaní ich kvantitatívnych či kvalitatívnych vlastností a pod.. My sa budeme v tomto príspevku venovať predovšetkým modelovaniu kvalitatívnych parametrov uhoľného sloja nástrojmi GIS na potrebu výpočtu zásob a vizualizácie priestorových vzťahov.

Modelovanie geologických objektov a javov ako zložitých prírodných fenoménov je náročný proces a prináša so sebou niekoľko vážnych problémov. Pre mnohé geologické objekty, ako napr. ložiská nerastných surovín, je typická premenlivosť morfológie ložiskového telesa, ako aj náhla zmena kvality suroviny v ložisku v horizontálnom či vertikálnom smere. Správna a efektívna analýza týchto prírodných objektov si preto vyžaduje použitie celej palety špeciálnych nástrojov a postupov. Pri modelovaní geologických javov, vrátane priestorového modelovania ložísk nerastných surovín, môžeme využiť dve základné kategórie softvérových produktov: univerzálne alebo špecializované softvérové produkty. Špecializované softvérové produkty, ako napr. RockWorks, SURPAC, MICROMINE, DATAMINE, Vulkan 3D, PETREL a iné, sú vyvíjané iba na účely geológie a baníctva. Kategóriu univerzálnych softvérov, vhodných predovšetkým na správu dát a ich vizualizáciu, ale aj na menej náročné modelovacie procedúry tvoria práve geografické informačné systémy. V geológii sú používané najmä na:

- *zber geoúdajov (priame meranie v teréne, DPZ),*
- *správu geoúdajov (triedenie údajov a prehľadávanie databáz),*
- *analytické spracovanie (analýza, syntéza, modelovanie),*
- *prezentáciu geoúdajov a výstupov modelovania (2D a 3D modely, mapy, grafy).*

Systematické používanie nástrojov GIS v oblasti geológie uľahčuje správu údajov bežne obsiahnutých v geologických mapách a archívoch. Všetky tieto typy údajov, rovnako ako aj údaje o geologických štruktúrach – zlomy, pukliny, vrstevné plochy, vrásy a pod. – sú potenciálnym zdrojom informácií, ktoré by mali byť použité pri tvorbe 3D modelov ložísk (Perrin et al., 2005; Chile et al., 2004; Mallet, 1997).

Cieľom tejto práce je ukázať, ako je možné spravovať rôzne typy geologických a kartografických údajov technológiou GIS a využiť ich na 3D modelovanie geologických telies – uhoľného sloja. 3D modelovanie uhoľného sloja bolo vykonané v prostredí ArcGIS s využitím implementovaných interpolačných metód a algoritmov. Ako modelový príklad poslúžilo ložisko hnedého uhlia Nováky

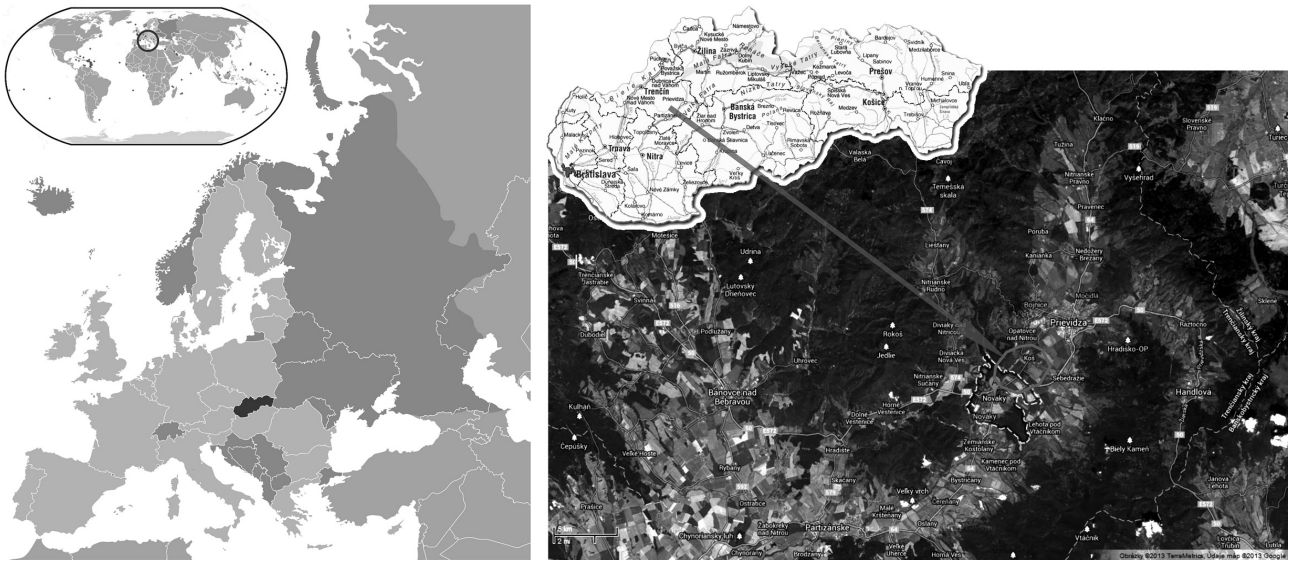
– 11. a 12. ťažobný úsek Bane Nováky, pričom údaje boli poskytnuté spoločnosťou Hornonitrianske bane Prievidza, a. s..

Ložisko hnedého uhlia Nováky

Geomorfologická charakteristika

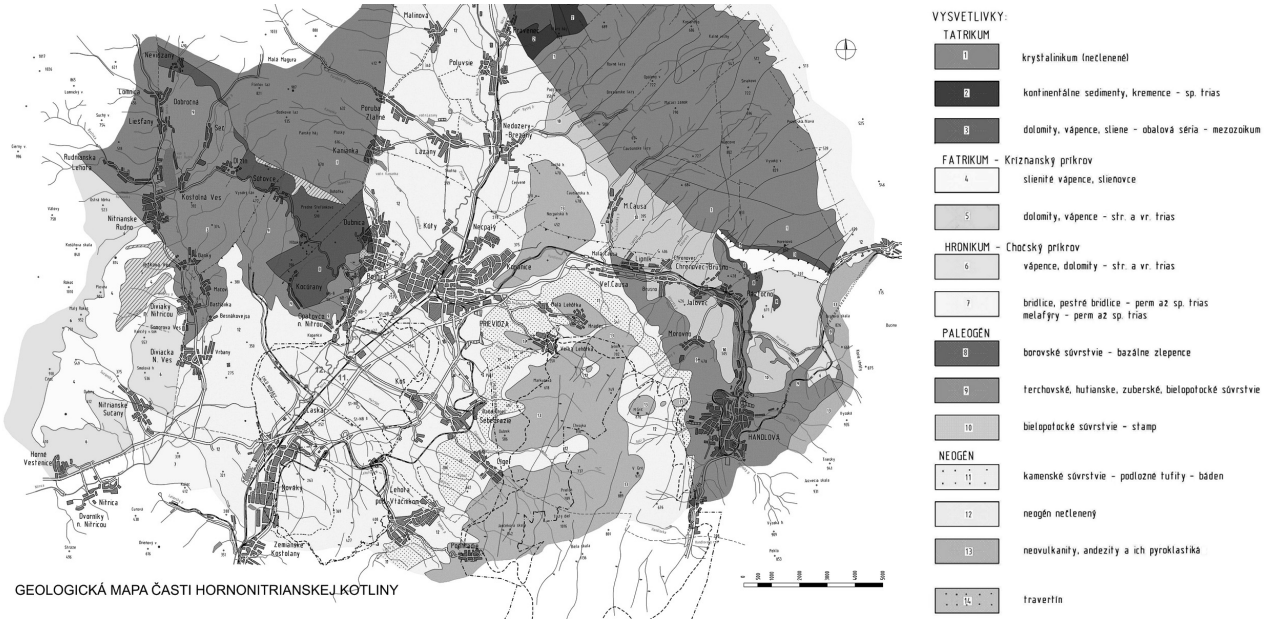
Podľa geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1986) Novácke ložisko patrí do celku Hornonitrianska kotlina, presnejšie do čiastkovej kotliny – Prievidzská kotlina (obr. 1). Nadmorská výška územia sa pohybuje od 200 m n. m. na nive rieky Nitry až po 845 m n. m. na vrchu Stráž nad obcou Veľké Pole. Väčšinu rozlohy Prievidzskej kotliny tvoria náplavové kužele potokov vytekajúcich z pohoria Vtáčnik, ktorého stratovulkanická stavba umožňuje pomerne rýchlu denudáciu, a tak poskytuje dostatok materiálu pre vodné toky.

Recentné zmeny v reliéfe krajiny vyvoláva aj podzemná ťažba uhlia. Vznikajú najmä poklesové depresie, ale aj násypy hlušiny – haldy po banskej činnosti. Poklesové depresie majú charakter bezodtokových znížení, najčastejšie s priemerom 100 – 200 m a hĺbkou 2 – 10 m. Ak je podložie tvorené horninami s väčším obsahom ílu, dochádza k vzniku trvalých jazier (mokradí) s napojením



Obr. 1. Geografická pozícia záujmovej oblasti.

Fig. 1. Geographical position of studied area.



Obr. 2. Prehľadná geologická mapa Hornonitrianskej kotliny (Mečiar, 2007).

Fig. 2. Geologic map of the Horná Nitra Basin (Mečiar, 2007).

na hladinu podzemných vôd. K takým patria najmä depresie na JZ a JV okraji obce Koš. V iných depresiách vznikajú občasné jazerá v období trvalejších dažďov a pri jarnom topení snehu. Medzi antropogénne morfologické terénne tvary patria predovšetkým hlušinové odvaly (haldy). Najväčšie sa nachádzajú pri Novákoch a Lehote pod Vtáčnikom. Okrem nich celkový reliéf dotvára aj umelá vodná nádrž a odkalisko karbidového vápna v Novákoch (Schwarz et al., 2006).

Začlenenie ložiskového územia do geologického regiónu

Novácke uhoľné ložisko sa nachádza v centrálnej časti Hornonitrianskej kotliny (obr. 2). Hornonitrianska kotlina je na severovýchode ohraničená jadrovým pohorím Žiar, zastúpeným kryštalickým jadrom s obalovou sériou a krížňanským a chočským príkrovom. Západné ohraničenie kotliny predstavujú Strážovské vrchy reprezentované kryštalinikom Malej Magury a Suchého a príkrovovými jednotkami. Na východnom i západnom okraji vystupujú na povrch horniny paleogénu – oblasť Handlovej a bojnickej vysokej kryhy. Juhovýchodné a východné ohraničenie kotliny je tvorené neovulkanitmi Kremnických vrchov a Vtáčnika. Na juhu je kotlina ohraničená jadrovým pohorím Tribeč a smerom na juhozápad je otvorená cez Brodziansku bránu v oblasti mesta Partizánskeho smerom do Topoľčianskeho zálivu Podunajskej nížiny (Blišťanová a Blišťan, 2012; Šarkan, 2009).

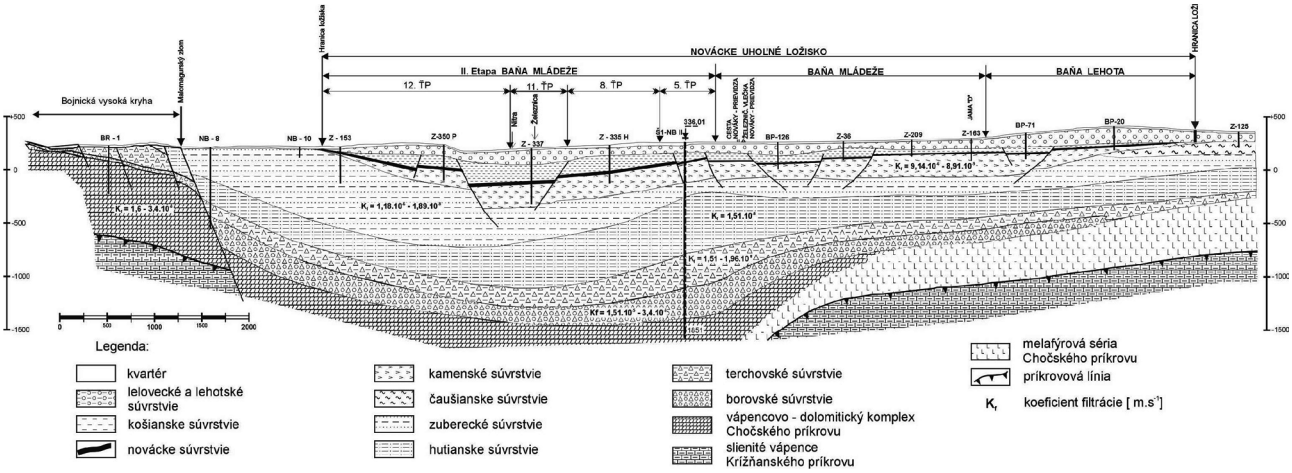
Geologická stavba ložiska

Hlbšie podložie nováckeho uhoľného ložiska tvoria zvrásnené a erodované paleogénne a spodnomiocénne sedimenty. Na povrch vystupujú spolu s predterciérnymi útvarmi len v okolitých jadrových pohoriach. Ložiskovú výplň Hornonitrianskej kotliny reprezentujú molasové sedimenty a vulkanity stredného miocénu. V podmienkach nováckeho uhoľného ložiska vyčleňujeme nasledujúce súvrstvia (Šarkan, 2009; obr. 3):

- *kamenské súvrstvie – podložné tufity (spodný báden),*
- *novácke súvrstvie – produktívne vrstvy s uhoľnými slojmi (vrchný báden),*
- *košianske súvrstvie – nadložné íly (vrchný báden),*
- *lehotské súvrstvie – detriticko-vulkanická formácia (vrchný báden),*
- *kvartér.*

Kamenské súvrstvie (spodný báden) – ako kamenské súvrstvie sa vyčleňuje súvrstvie epiklastických vulkanických zlepencov a pieskovcov s nevulkanickým materiálom v podloží uhoľných slojov, ktoré sa v bežnej zaužívanej terminológii označuje ako komplex podložných tufitov. Hrúbka súvrstvia je značne variabilná, maximálne okolo 350 m.

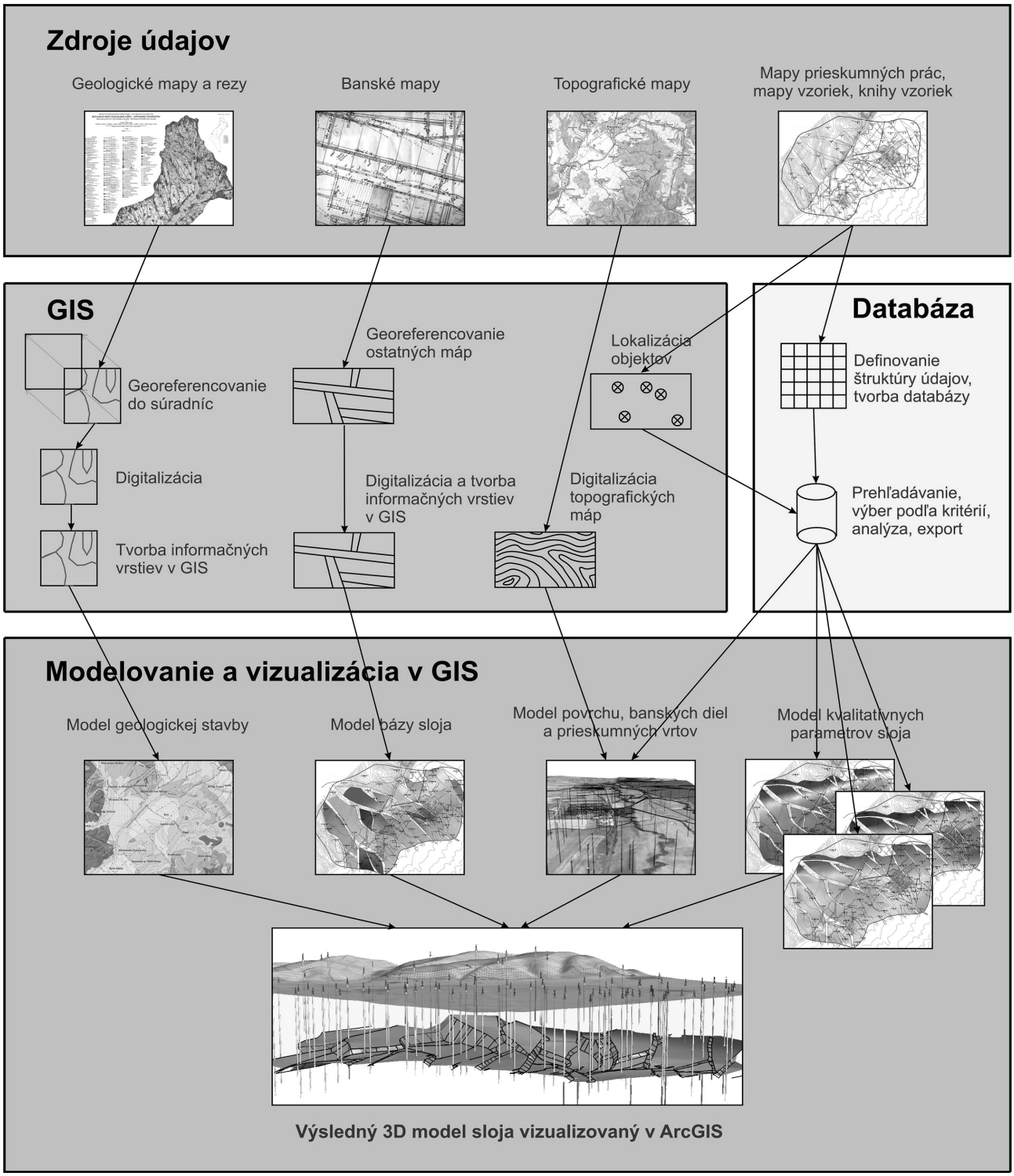
Novácke súvrstvie (vrchný báden) – predstavujú ho produktívne vrstvy nováckeho uhoľného ložiska. Spodná hranica súvrstvia nie je ostrá, ale tvorí ju postupný prechod z podložného kamenského súvrstvia. Vrchná hranica sa kladie na strop uhoľného sloja. Súvrstvie v spodnej časti tvoria piesčito-ílovité a tufitické sedimenty, ktoré postupne prechádzajú do hnedých, tmavosivých až čiernych uhoľných ílov s uhoľným slojom. Hrúbka celého produktívneho súvrstvia je až 50 m. Najdôležitejší uhoľný sloj je tzv. hlavný sloj, ktorý je ako jediný predmetom hospodárskeho záujmu. Novácke súvrstvie s vývojom hlavného uhoľného sloja je vyvinuté na celej ploche 11. a 12. ťažobného úseku (obr. 2). Slojové pásmo je vo vrchnej časti zložené z xyliticko-detritického uhlia s ojedinelými tufitickými preplástkami. V spodnej časti sloja sa striedajú polohy xyliticko-detritického a detritického uhlia s nerovnomerným obsahom minerálnej prímesi. Bilancovaná hrúbka uhoľného sloja sa pohybuje od 13,20 do 17,80 m (priemer 14,61 m). Z uhoľnopetrografickej stránky hlavný uhoľný sloj tvorí uhlie patriace k hnedouhoľným humitom. Stupeň preuhoľnenia zodpovedá rozhraniu hnedouhoľnej hemi- až ortofázy. Podľa medzinárodnej Klasifikácie UNECE z roku 1998 bolo uhlie hlavného sloja klasifikované ako B-meta lignit s nízkym stupňom preuhoľnenia, stupeň znečistenia – málo čisté uhlie.



Obr. 3. Schematický geologický rez Bojnickou vysokou kryhou a Nováckou depresiou (Mečiar, 2007).

Fig. 3. Schematic geological section of Bojnice lifted block and Nováky depression (Mečiar, 2007).

Košianske súvrstvie (vrchný báden) – tvorí ho hrubé súvrstvie ílov a slienitých ílov v nadloží novácke ho súvrstvia – v bežnej zaužívanej terminológii sa označuje ako nadložné íly. Rozšírenie súvrstvia je obdobné ako v prípade novácke ho súvrstvia. V študovanom území ho zastupujú sivé a zelenosivé íly so zuhoľnatenými rastlinnými zvyškami. Íly sa miestami črepinovito rozpadajú. Vo vrchných častiach súvrstvia sa jeho charakter čiastočne mení. Pribúda piesčitej frakcie a ojedinele sa objavujú aj polohy pieskov. V bazálnej časti súvrstvia sa objavujú pomerne celistvé



Obr. 4. Metodika tvorby modelu uhoľného sloja v GIS.

Fig. 4. Methodology of the coal seam model creation in GIS.

polohy sivých a tmavosivých diatomitických ílov. Celková hrúbka košianskeho súvrstvia sa pohybuje v rozmedzí od 90 do 210 m.

Lehotské súvrstvie (vrchný báden) – tvoria štrky, piesky, piesčité íly a íly s mezozoickým a karbonátovým materiálom nad košským súvrstvím nadložných ílov, ktoré sa v bežnej zaužívanej terminológii označujú ako detriticko-vulkanická formácia. Súvrstvie je priestorovo nesúvislé, uložené na denudovanom reliéfe starších súvrství. Vrchnú hranicu v oblasti nováckeho uhoľného ložiska predstavuje styk s kvartérnymi horninami. Súvrstvie tvoria nepravidelne sa striedajúce, slabo vytriedené štrky a piesky, v menšej miere piesčité íly a íly s materiálom karbonátových hornín a kremencov mezozoika, menej žúl, kryštalických bridlíc a paleogénnych pieskovcov. V oblasti 11. a 12. ťažobného úseku sa lehotské súvrstvie overilo v klasickom štrkovo-piesčitom vývoji, len jeho bazálna časť pozostáva z polôh sivozelených piesčitých ílov prevrstvených polohami zaílovaných pieskov. Celková hrúbka súvrstvia sa pohybuje od 100 do 230 m.

Kvartér – najmladšie sedimenty v oblasti nováckeho uhoľného ložiska reprezentujú aluviálne náplavy rieky Nitry a jej prítokov, sutiny a ornica. V náplavoch sú zastúpené obliaky andezitu, mezozoických hornín, hornín kryštalinika a v menšej miere paleogénnych pieskovcov. Miestami sa nachádzajú polohy preplavených ílov a pieskov. Alúvium v tomto území dosahuje hrúbku od 10 do 30 m. Tvorí ho prevažne hnedá piesčitá hlina, v ktorej smerom do hĺbky postupne pribúda obliakového materiálu (Blišťanová a Blišťan, 2012; Šarkan, 2009).

Metodika tvorby modelu uhoľného sloja v prostredí GIS

Metodika tvorby digitálnych modelov geologických objektov v GIS prostredí sa v podstate nelíši od metodiky tvorby modelov v „analógovej" podobe. Pri obidvoch vychádzame z niekoľkých základných etáp (obr. 4):

- *zber primárnych a sekundárnych údajov a tvorba databázy,*
- *úprava, transformácia a spracovanie údajov,*
- *matematické modelovanie javu (zahŕňa predovšetkým interpoláciu a extrapoláciu),*
- *analýza a syntéza poznatkov, zostavenie výsledného modelu a jeho vizualizácia,*
- *interpretácia výsledkov.*

Ako už bolo povedané, v procese tvorby digitálneho modelu sa používajú univerzálne alebo špecializované softvéry, v závislosti od náročnosti modelu a účelu jeho využitia. V týchto softvérových produktoch sú potom analyzované základné vstupné údaje a syntetizované získané poznatky. Niektoré kroky tohto procesu sú automatizované, a to preto, aby sa urýchlil proces spracovania údajov a bolo možné jednoducho aktualizovať vytvárané modely. Ďalšie kroky, ako je interpretácia údajov a formulovanie záverov, si však vyžadujú interakciu počítača s geológom špecialistom.

Predstaviteľom komerčných GIS softvérov, ktoré patria do kategórie univerzálnych produktov, je produkt spoločnosti ESRI – ArcGIS. Ide o systém softvérových produktov na tvorbu geografických údajov, ich správu a analýzu. Vďaka výkonným nástrojom na editáciu, analýzu a modelovanie, spolu s bohatými možnosťami dátových modelov a správy údajov, býva softvér ArcGIS označovaný ako najkomplexnejší GIS softvér. ArcGIS ponúka používateľom niekoľko prostredí – ArcMap (ArcView, ArcEditor, ArcInfo), ArcGlobe, ArcScene, ArcReader a ArcCatalog.

Zber údajov a tvorba databázy

V súčasnosti je už vo väčšine prípadov, keď potrebujeme získať relevantné údaje o niektorej geologickej lokalite na území SR, hlavným zdrojom geologických informácií Geologický archív – Geofond. Tam sú v zmysle priestorového chápania pojmu uložené bodové, líniové a plošné údaje, ktoré v reálnom svete predstavujú napr. prieskumné vrty a vzorky, priebehy geofyzikálnych rezov a iné typy informácií zhromaždené pri geologickom mapovaní. Dôležitým zdrojom informácií sú rôzne druhy syntetických máp – geologické, štruktúrno-tektonické, mapy realizovaných prieskumných prác, základné banské mapy, mapy prejavov banskej činnosti na povrchu a pod. (Kovanič a Kovanič ml., 2008). Mapy sú však len statickou reprezentáciou povrchových alebo podpovrchových javov zakreslených do roviny a v súčasnosti sú už často nahrádzané digitálnymi priestorovými modelmi, vytvorenými v počítačovom prostredí vrátane GIS prostredia (Sokol et al., 2006).

Prvým krokom v zmysle uvádzanej metodiky bolo vytvorenie geologickej databázy, ktorá obsahovala všetky informácie potrebné na 3D modelovanie v GIS (obr. 4). Tento krok bol realizovaný v prostredí ArcGIS s využitím dostupných nástrojov na ukladanie a správu nasledujúcich vrstiev:

- *topografické údaje – 2D výškopis a polohopis, topografický podklad tvorili topografické mapy s mierkou 1 : 10 000 a 1 : 5 000,*
- *2D účelové banské mapy s vyznačením priebehu banských diel,*
- *2D geologické mapy vrátane mapy bázy sloja a tektonickej mapy,*
- *2D mapa realizovaných prieskumných diel, predovšetkým povrchových ložiskových vrtov, ale aj podzemných malojadrových prieskumných vrtov,*
- *výsledky chemických analýz vzoriek uhlia odobratých z prieskumných diel na povrchu a v podzemí.*

Na vytvorenie digitálneho modelu bolo potrebné analógové vstupné údaje (predovšetkým mapy) digitalizovať. Zdigitalizované boli topografické mapy záujmového územia v mierke 1 : 10 000 a 1 : 5 000, mapy prieskumných prác, geologické mapy a rezy atď.. Mapy boli zdigitalizované v 3D súradniciach a lokalizované v platnom súradnicovom systéme S-JTSK s výškou určenou vo výškovom systéme Balt po vyrovnaní (Bpv).

Databáza prieskumných diel (obr. 5), odobratých vzoriek a fyzikálno-chemických analýz uhlia (obr. 6) bola zostavená ako relačná databáza v databázovom systéme MS Access. Štruktúra databázy bola navrhnutá tak, aby jej prehľadávanie, ako aj ďalšie použitie v GIS bolo efektívne a zároveň čo najjednoduchšie. Následne boli

údaje pripojené do prostredia ArcGIS ako samostatné informačné vrstvy a tam symbolizované. Kvalita údajov – úplnosť, polohová presnosť a správnosť atribútov boli následne kontrolované a testované v prostredí ArcGIS.

Úprava, transformácia a spracovanie údajov

Podkladom na zostavenie modelu 11. a 12. ťažobného úseku hlavného sloja ložiska Nováky boli údaje zo 103 prieskumných vrtov, z ktorých 62 bolo pozitívnych. Na základe údajov o litológii, stratigrafii, ložiskových polohách a kvalite uhlia v pasportoch prieskumných vrtov bol teda z primárnych údajov vyselektovaný štatistický súbor ložiskových údajov. V rámci tejto etapy boli pre jednotlivé časti vrtného jadra (návrty) a vzorky odobraté z vrtného jadra vypočítané priestorové súradnice ťažiska každého návrtu, resp. každej odobratej vzorky (obr. 6), a to podľa pozícií ústí vrtov a priestorovej orientácie vrtov (azimut a úklon). Následne bola vykonaná štatistická analýza súboru, kde boli podľa empirických vzťahov

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
2							kvartér	kvartér	lelovské	lelovské	lehotské	lehotské	košianske	košianske	novácke	novácke	kamenské	kamenské	čaušianske	čaušianske	flyš	flyš	ílovcové	okrajové	bazálne	trias
3	CISLO	X	Y	Z_TER	Z pocva	HLBKA vrtu	HLBKA	kvarter baza	HLBKA	lelovské baza	HLBKA	lehotské baza	HLBKA	košianske baza	HLBKA	baza	HLBKA	kamenské baza	HLBKA	čaušianske baza	HLBKA	flyš baza	HLBKA	HLBKA	HLBKA	HLBKA
4	Z-25-41	1225689,790	460520,880	255,31	-20,64	275,95	12,00	243,31			124,00	131,31	265,45	-10,14	272,75	-17,44	275,95									
5	Z-64-49	1224713,770	460320,840	250,78	-124,52	375,30	15,00	235,78			145,00	105,78	330,00	-79,22	344,00	-93,22	375,30									
6	Z-68-51	1224817,360	459665,520	259,43	-117,67	377,10	17,00	242,43			126,00	133,43	311,00	-51,57	327,40	-67,97	377,10									
7	Z-71-51	1223842,560	459734,800	250,74	-102,26	353,00	8,00	242,74			106,00	144,74	240,40	10,34	274,00	-23,26	353,00									
8	Z-72-51	1224829,380	458906,630	268,75	-17,25	286,00	2,00	266,75			80,00	188,75	286,00	-17,25												
9	Z-73-51	1223938,630	459031,590	258,80	-107,80	366,60	12,80	246,00			158,00	100,80	357,20	-98,40	363,60	-104,80	366,60									
10	Z-74-51	1223248,870	459715,100	251,54	-147,56	399,10	3,00	248,54			182,00	69,54	243,00	8,54	245,00	6,54	399,10									
11	Z-85-52	1224822,020	458915,820	268,75	-75,25	344,00	2,00	266,75			84,00	184,75	329,50	-60,75	338,90	-70,15	344,00									
12	Z-123-53	1224720,120	459363,230	261,19	-119,81	381,00	1,00	260,19			325,50	-64,31			331,80	-70,61	381,00									
13	Z-137-54	1225086,960	461313,450	248,76	-155,24	404,00	2,00	246,76			62,00	186,76	215,90	32,86	228,50	20,26	375,00		404,00	-155,24						
14	Z-143-55	1224672,830	461094,870	246,02	-130,58	376,60	2,00	244,02			157,00	89,02	334,90	-88,88	350,20	-104,18	376,60									
15	Z-144-55	1224368,850	460636,080	247,80	-163,70	411,50	2,00	245,80			218,00	29,80	350,50	-102,70	361,90	-114,10	411,50									
16	Z-147-54	1223211,790	459031,850	260,24	87,64	172,60	5,30	254,94			131,00	129,24	172,60	87,64												
17	Z-149-54	1223663,450	460645,210	253,48	-105,72	359,20	1,00	252,48			163,00	90,48	293,70	49,78	296,00	47,48	359,20									
18	Z-150-55	1223954,270	461625,990	264,45	-146,25	410,70	1,50	262,95			60,90	203,55	272,70	-8,25	292,20	-27,75	410,70									
19	Z-152-54	1224512,020	461913,430	258,69	-176,81	435,50	2,00	256,69			169,00	89,69	361,40	-102,71	386,20	-127,51	435,30									
20	Z-153-54	1222905,970	460458,770	273,03	-62,17	335,20	10,00	263,03			72,90	200,13			76,79	196,33					335,20	-62,17				
21	Z-154-55	1224057,270	462428,030	256,45	-238,05	494,50	4,00	252,45			182,00	74,45	397,30	-140,85	422,30	-165,85	494,50									
22	Z-155-56	1223505,560	460901,440	250,13	-50,37	300,50	1,00	249,13			111,30	138,83	138,00	112,13	145,80	104,33	243,00		300,50	-50,37						
23	Z-156-56	1223286,310	461913,810	336,07	-175,53	511,60	4,00	332,07			137,90	198,17			138,90	197,17	425,90		442,90	-106,83	511,60	-175,53				
24	Z-157-56	1223563,480	462225,000	299,75	-185,95	485,70	4,00	295,75			139,00	160,75	318,20	-18,45	319,70	-19,95	477,50		485,70	-185,95						
25	Z-158-56	1223746,000	461078,750	321,81	53,51	268,30	11,00	310,81			119,80	202,01	139,10	182,71	152,30	169,51	268,30									
26	Z-160-55	1223320,810	460940,660	318,96	-111,84	430,80	2,00	316,96			120,00	198,96	290,30	28,66	292,40	26,56	430,80									
27	Z-161-56	1224294,130	459923,150	251,45	-201,35	452,80	11,00	240,45			201,98	49,47	384,00	-132,55	386,00	-134,55	452,80									
28	Z-162-56	1223234,350	460400,900	252,90	-141,80	394,70	7,00	245,90			156,00	96,90	231,10	21,80	232,30	20,60	267,10		287,60	-34,70	394,70	-141,80				
29	Z-165-56	1223993,910	460269,340	249,00	-96,60	345,60	1,00	248,00			156,00	93,00	281,40	-32,40	307,30	-58,30	345,60									
30	Z-167-56	1225380,450	461843,090	243,71	-241,49	485,20	3,60	240,11			217,20	26,51	435,90	-192,19	449,20	-205,49	485,20									
31	Z-168-56	1223078,220	461350,780	338,00	6,30	331,70	3,00	335,00			98,20	239,80	130,00	208,00			274,20		322,40	15,60	331,70	6,30				
32	Z-169-57	1224357,420	461420,650	297,34	-80,56	377,90	19,50	277,84			310,10	-12,76	377,90	-80,56												
33	Z-169a57-	1224357,420	461420,650	297,34	-208,56	505,90	19,50	277,84			310,00	-12,66	462,50	-165,16	487,40	-190,06	505,90									
34	Z-170-56	1224124,560	460922,150	247,72	-130,98	378,70	11,00	236,72			174,00	73,72	290,00	-42,28	327,00	-79,28	378,70									
35	Z-171-56	1224536,320	459657,510	256,03	-138,17	394,20	19,40	236,63			152,30	103,73	371,10	-115,07	387,30	-131,27	394,20									
36	Z-172-56	1225051,270	460059,030	255,40	-142,60	398,00	10,00	245,40			285,00	-29,60	365,00	-49,60	315,60	-60,20	398,00									
37	Z-182-57	1224964,140	462137,000	326,71	-46,09	372,80	16,70	310,01			262,70	64,01	298,00	28,71	324,40	2,31	372,80									
38	Z-183-57	1225666,580	461462,360	244,44	-239,06	484,30	19,00	225,44			227,30	17,14	431,50	-187,06	448,10	-203,66	484,30									
39	Z-186-57	1225357,880	461965,100	245,95	-166,45	412,40	12,00	233,95			237,00	8,95	381,30	-135,35	397,00	-151,05	412,40									
40	Z-187-57	1225605,030	462068,270	249,92	-300,58	550,50	9,00	240,92			133,00	116,92	520,50	-270,58	538,00	-288,08	550,50									
41	Z-189-57	1224927,750	460782,310	246,22	-108,78	355,00	14,00	232,22			116,00	130,22	290,60	-44,38	306,60	-60,38	355,00									
42	Z-191-56	1225167,050	460451,670	253,98	-102,92	356,90	8,00	245,98			182,00	71,98	291,00	-37,02	309,40	-55,42	356,90									
43	Z-192-57	1223506,280	461249,690	330,63	-123,87	454,50	7,70	322,93			130,30	200,33	248,20	82,43	249,70	80,93	404,90				454,50	-123,87				

Obr. 5. Vstupné údaje z prieskumných diel (litológia vo vrte) spracované v MS Excel.

Fig. 5. Input data from exploration works (lithology in the well) processed in MS Excel.

Všetky tabuľky

11_TP

11_TP : Tabuľka

12_TP

12_TP : Tabuľka

11_TP | 12_TP

názov vrtu	X	Y	Z	mocnosť (m	voda (%)	popol (%)	Qsdaf (MJ/k	síra(%)	arzén(g/t)	obj#hmotnc	výhrevnosť(
Z-189	-460782,310	-1224927,750	-57,580	13,200	36,000	30,360	0,000	0,000	0,000	1,337	10,310
Z-259	-460030,560	1224642,920	-109,190	14,750	36,000	24,000	0,000	4,240	311,000	1,299	11,030
Z-336	-460564,600	-1224994,120	-50,780	14,600	34,630	27,060	26,400	4,350	843,000	1,341	11,340
Z-337	-460703,700	-1224694,870	-129,130	17,200	27,990	21,610	0,000	4,720	849,000	1,347	13,520
Z-396	-460444,670	-1224204,530	-73,760	25,600	34,340	25,630	0,000	3,890	938,000	1,348	11,380
Z-401	-461018,250	-1224934,780	-19,420	12,000	37,800	18,490	26,810	4,000	1062,000	1,269	12,230
Z-429	-460975,990	-1225172,640	-97,900	15,100	31,610	27,420	26,740	4,450	848,000	1,297	11,930
Z-430	-460775,460	-1225092,080	-45,000	17,800	31,010	27,990	26,380	4,610	774,000	1,262	11,780
Z-431	-460826,400	-1224731,120	-135,180	16,200	31,260	23,600	26,420	4,370	553,000	1,214	12,460
Z-432	-460596,070	-1224541,080	-135,300	9,800	28,520	33,870	25,480	5,120	325,000	1,302	10,860
Z-433	-460158,340	-1224418,450	-125,520	15,100	34,810	23,050	26,530	3,740	663,000	1,401	11,900
Z-434	-460538,610	-1224793,860	-129,610	14,400	31,420	28,430	26,080	3,760	287,000	1,307	11,630
HP-2958	-460638,700	-1225004,200	-52,100	14,900	32,280	25,560	26,140	4,560	0,000	1,274	11,800
HP-2957	-460805,800	-1224823,400	-94,200	20,000	29,820	27,220	26,200	4,260	0,000	1,283	11,990
HP-2955	-460929,800	-1224722,500	-86,800	17,200	31,330	21,580	26,590	4,130	0,000	1,269	12,750
HP-2947	-460598,600	-1224819,500	-84,500	15,300	30,710	30,190	26,370	4,190	0,000	1,303	11,450
HP-2943	-460650,200	-1224875,300	-73,000	15,600	32,570	22,880	31,040	4,200	0,000	1,281	12,400
HP-1935	-460320,000	-1224895,000	-87,400	14,500	32,290	28,630	0,000	3,100	0,000	1,322	11,180
HP-1924	-460220,000	-1224787,000	-79,000	10,800	36,070	19,450	0,000	3,350	0,000	1,274	12,330
HP-1928	-460266,000	-1224831,000	-83,000	11,500	33,730	21,320	0,000	3,190	0,000	1,285	12,560
HP-2724	-460509,600	-1225000,100	-48,400	14,800	34,230	24,860	0,000	4,110	0,000	1,259	11,730
HP-2742	-460667,100	-1225162,200	-62,000	13,400	34,640	26,770	0,000	4,200	0,000	1,309	11,120
HP-2795	-460444,400	-1224939,200	-64,000	17,700	35,760	24,980	0,000	4,800	0,000	1,222	11,390
PF-2546	-460543,273	-1225043,842	-46,500	10,500	37,060	26,050	0,000	3,860	0,000	1,303	10,660
PF-968	-460072,041	-1225660,237	-115,800	12,500	33,120	25,550	0,000	3,530	0,000	1,301	11,980
PF-961	-459950,582	-1224522,735	-85,000	11,200	32,660	29,720	0,000	3,550	0,000	1,323	11,150
PF-950	-460015,373	-1224594,783	-100,700	13,600	33,660	27,230	0,000	3,920	0,000	1,308	11,380
PF-2555	-460625,489	-1225130,851	-55,600	9,800	36,870	23,260	0,000	4,100	0,000	1,29	11,250

Obr. 6. Databáza vzoriek v MS Access.

Fig. 6. Database of samples in MS Access.

Tab. 1
Výsledky štatistickej analýzy
Results of statistical analysis

Štatistický parameter	Hrúbka sloja [m]	Obsah vody [%]	Obsah popola [%]	Spalné teplo [MJ/kg]	Obsah síry [%]	Obsah arzénu [g/t]	Objemová hmotnosť [g/cm^3]	Výhrevnosť [MJ/kg]
Stredná hodnota	12,62	32,29	26,11	7,70	3,54	326,53	1,32	11,56
Chyba stred. hodnoty	0,69	0,66	0,90	1,54	0,20	47,71	0,01	0,15
Medián	13,30	33,65	25,56		3,96	207,00	1,30	11,69
Modus	17,20	36,00	23,26				1,34	11,38
Smerodajná odchýlka	5,40	5,21	7,09	12,15	1,58	375,68	0,05	1,20
Rozptyl	29,16	27,17	50,32	147,72	2,51	141 136,90	0,002	1,44
Špicatosť	0,57	14,64	5,61	–1,10	1,26	–0,74	6,75	4,41
Šikmosť	0,44	–3,08	2,00	0,96	–1,45	0,77	1,74	–1,45
Rozpätie	25,80	34,37	38,99	31,04	6,30	1 290,00	0,34	6,53
Minimum	2,60	3,43	15,63	0,00	0,00	0,00	1,21	7,07
Maximum	28,40	37,80	54,62	31,04	6,30	1 290,00	1,55	13,60
Suma	782,55	2 002,14	1 618,55	477,38	219,66	20 244,66	81,59	716,98
Počet vzoriek	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00

(Blišťan, 1999) vyhodnocované parametre hlavného sloja. Konečný dátový súbor, určený na štatistické spracovanie, obsahoval 62 vzoriek s vypočítanými priestorovými súradnicami. Analyzovaných bolo celkom 8 parametrov, a to predovšetkým hrúbka sloja, obsah vody, obsah popola, výhrevnosť, obsah síry a arzénu v sušine a pod.. Výsledky štatistickej analýzy popisujúce kvalitatívne parametre hlavného sloja v priestore 11. a 12. ťažobného úseku sú v tab. 1.

Matematické modelovanie

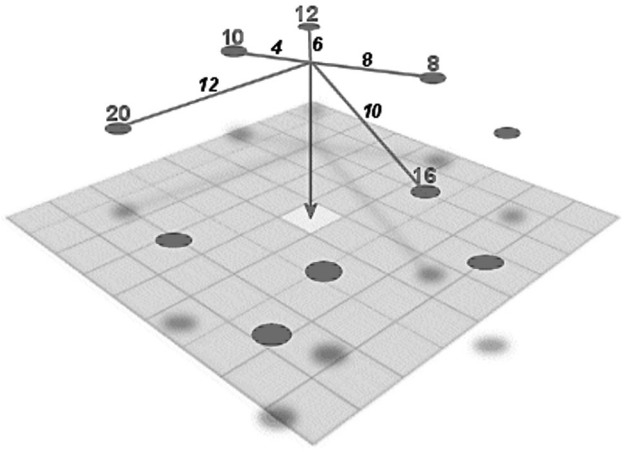
Podstatou modelovania v zmysle výskumnej techniky je „náhrada skúmaného systému jeho modelom (systémom, ktorý ho modeluje). Cieľom je získať pomocou pokusu s modelom informáciu o pôvodnom skúmanom systéme." Základným a často aj najťažším krokom v procese modelovania je prevod reálnych objektov alebo javov do formy abstraktných modelov. Proces modelovania priestorových javov (objektov) v zásade rozlišuje:

- *priestorové modelovanie morfológie javov,*
- *modelovanie vnútornej štruktúry – „anatómie" javov.*

V ložiskovej geológii sa stretávame s obidvoma prípadmi. Priestorové modelovanie morfológie javu je napr. modelovanie morfológie bázy sloja či hrúbky sloja a pod. a modelovanie vnútornej štruktúry javu je napr. modelovanie obsahu vody, popola, výhrevnosti a pod..

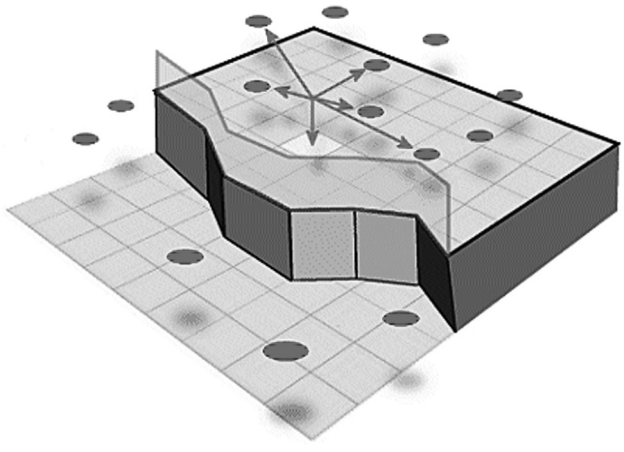
Model bázy sloja

Báza uhoľného sloja, resp. jej priebeh (morfologické charakteristiky) je dôležitý parameter potrebný na výpočet zásob, ako aj na hodnotenie využiteľnosti zásob ložiska. Pri modelovaní bázy hlavného sloja boli použité údaje z prieskumných vrtov, geologických rezov a účelových geologických máp, pričom do procesu modelovania vstupovali aj údaje o tektonickej stavbe – známe tektonické línie. Na modelovanie morfológie bázy bola použitá metóda



Obr. 7. Princíp metódy IDW (www.3).

Fig. 7. Principle of IDW method (www.3).



Obr. 8. Zapojenie bariér do procesu interpolácie (www.2).

Fig. 8. Involvement of barriers in the process of interpolation (www.2).

inverzných vzdialeností – Inverse Distance Weighted (IDW) (obr. 7), ktorá ako jediná modelovacia metóda v ArcGIS vie zapojiť do procesu modelovania aj tektonické línie – bariéry (www.1). Bariéra je líniový objekt fungujúci ako zlom obmedzujúci priestor, v ktorom sú hľadané vstupné body. Línie môžu vyjadrovať napríklad hranu či útes v teréne, alebo ktorékoľvek iné prerušenie daného javu. Do výpočtu interpolovaného bodu budú zahrnuté iba body na tej strane bariéry, kde sa tento určovaný bod nachádza (obr. 8) (www.2).

Metóda IDW v princípe uplatňuje základný geoštatistický princíp: javy, ktoré sú v priestore bližšie k sebe, sa viac podobajú ako javy, ktoré sú priestorovo vzdialenejšie (obr. 7). Určenie váh vstupných bodov je založené na tomto princípe. Základný koncept je použitie inverznej vzdialenosti od určovaného bodu. Táto vzdialenosť je ďalej upravovaná exponentom p. Z toho vyplýva, že váhy sa riadia jediným priestorovým modelom – inverznou vzdialenosťou modifikovanou vhodnou mocninou. Odhad sa vykoná podľa vzťahu:

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{z_i}{d_i^{\,p}}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^{\,p}}},$$

kde d_i je vzdialenosť medzi známym bodom z_i a určovaným bodom Z_0, p je parameter, ktorý sa volí obyčajne ako kladné nenulové celé číslo – p = 1, 2 alebo 3. Čím nižšia je hodnota tohto parametra, tým podobnejšie váhy sú priradené meraným bodom a výsledný odhad sa blíži aritmetickému priemeru. V prípade, že p by sa rovnalo nule, všetky váhy budú rovnaké bez ohľadu na rozmiestenie meraných bodov a odhad bude rovný aritmetickému priemeru. Čím vyššia je hodnota parametrov, tým rozdielnejšie sú váhy – vzdialenejšie body majú nižšiu váhu, bližšie body vyššiu.

Nedostatkom tejto metódy je tvorba koncentrických izolínií (bull eyes) okolo vstupných bodov. Dôvodom je silný vplyv týchto bodov vo svojom okolí, predovšetkým pri voľbe vyššej hodnoty exponenta. Na zmiernenie tohto javu sa zavádza vyhladzovací parameter σ. Pri použití parametra σ sa táto metóda mení z exaktnej na aproximujúcu.

Metóda IDW nedokáže vypočítať hodnoty vyššie alebo nižšie, ako sú hodnoty vstupných údajov. Pokiaľ teda nemáme k dispozícii body merané v miestach s extrémnymi hodnotami, dochádza v týchto miestach k skresleniu.

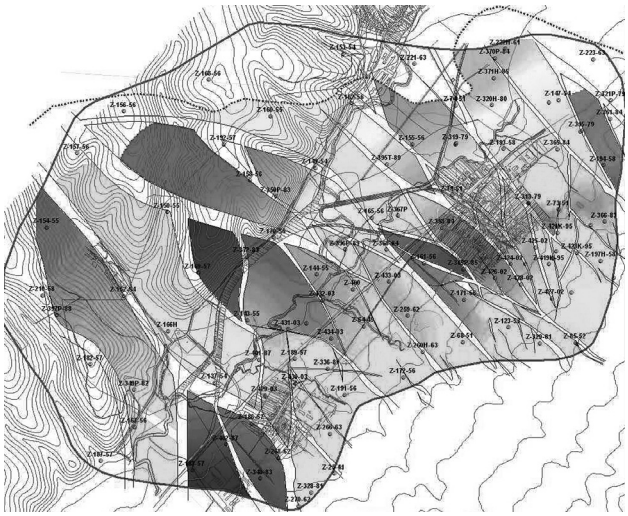
Výsledný model bázy je vytvorený ako 3D model a prezentovaný v 2D a 3D zobrazení v prostredí ArcGIS – ArcMap (2D), resp. v ArcScene (3D) (obr. 9 a 10).

Model hrúbky a kvalitatívnych parametrov sloja

Hrúbka uhoľného sloja spolu s jeho kvalitatívnymi parametrami, predovšetkým výhrevnosťou, obsahom popola, vody a v neposlednom rade aj síry a arzénu sú najdôležitejšie ložiskové parametre, ktoré poukazujú na kvalitu a v konečnom dôsledku aj na množstvo ekonomických (bilančných) zásob ložiska. Detailné poznanie týchto parametrov umožňuje presnejšie určiť množstvo a kvalitu využiteľných zásob v ložisku a to sa prejaví pri efektívnejšom plánovaní otvárky a následnom hospodárnom využívaní zásob ložiska, ako to ukladá banský zákon č. 44/1988 Zb. z..

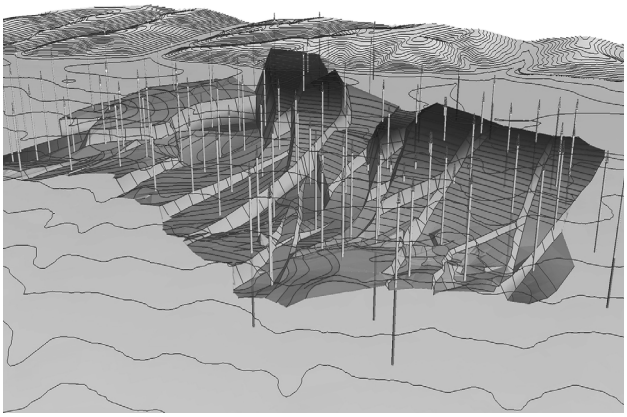
Pri modelovaní hrúbky sloja, obsahu popola, výhrevnosti uhlia, obsahu vody a ďalších kvalitatívnych parametrov uhlia v ArcGIS bola použitá geoštatistická analýza. Pod výrazom geoštatistika sa vo svete rozumie štatistický výskum prírodných javov, charakterizovaných priestorovou distribúciou jednej alebo viacerých premenných. Tento termín použil ako prvý G. Matheron v roku 1962, pričom jeho definícia geoštatistiky znie: „Geoštatistika je aplikovanie formalizmu náhodných funkcií na skúmanie a odhady prírodných javov."

Samotná geoštatistika patrí medzi stochastické vedy, pričom jej podstata sa opiera o regionalizáciu náhodnej premennej v danom priestore. Súbor takýchto náhodných premenných v danom bode študovaného priestoru potom tvorí náhodnú funkciu, pričom cieľom je vytvoriť model tejto náhodnej funkcie a odhadnúť jej správanie sa v každom bode alebo objeme študovaného priestoru. Model náhodnej funkcie sa opiera o štúdium priestorovej



Obr. 9. 2D model bázy sloja v ArcMap.

Fig. 9. 2D model of the seam base in ArcMap.



Obr. 10. 3D model bázy sloja v ArcScene.

Fig. 10. 3D model of seam base in ArcScene.

variability študovaného fenoménu v rôznych smeroch – experimentálny variogram. Výsledkom tohto štúdia je matematický model variogramu definovaný zmenou priestorovej variability v rôznych smeroch priestoru – anizotropiou a autokoreláciou. Výpočet empirického semivariogramu sa zapisuje v tvare (Schejbal, 1983):

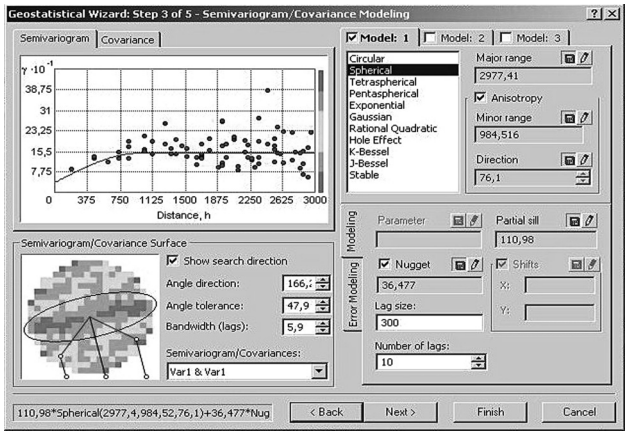
$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [z(s_i) - z(s_i + h)]^2,$$

kde $\gamma(h)$ je odhadovaná semivariancia pre vzdialenosť h, $n(h)$ je počet všetkých párov meraných bodov oddelených vzdialeností h, $z(s_i)$ je meraná hodnota v bode (s_i). Prvým krokom výpočtu je výpočet empirického semivariogramu. Potom nasleduje preloženie empirického semivariogramu jeho teoretickým modelom a určenie jeho parametrov. Model nájdený pre danú množinu údajov závisí od experimentálnych a teoretických predpokladov. Vlastnosti, ktoré prakticky vedú k určeniu konkrétneho teoretického modelu, sú:

- *prítomnosť alebo neprítomnosť „plochej časti" semivariogramu – prah (sill) „C";*
- *vzdialenosť, v ktorej semivariogram dosiahne prahovú hodnotu – tzv. dosah (range) je daný konštantou „a";*
- *správanie v počiatku.*

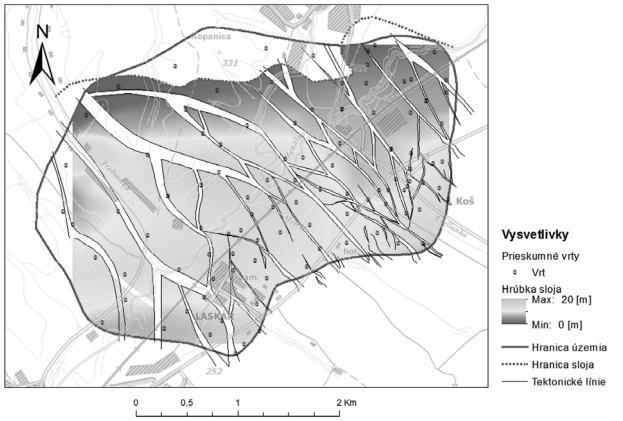
Po určení parametrov semivariogramu nasleduje samotný proces odhadu neznámych hodnôt javu na základe známych údajov – krigovanie. Krigovanie je jednou z moderných a výkonných modelovacích metód, vhodných na modelovanie priestorových javov, pretože najlepšie vystihuje ich častú vektorovú podobu. Vykonáva sa v rôznych modifikáciách. Podľa cieľa odhadu sa v podstate vyčleňujú bodové a blokové odhady. Výsledný model variogramu je následne použitý v procese geoštatistických odhadov hodnôt študovanej premennej v neovzorkovanom bode alebo objeme zvaných krigovanie alebo pri geoštatistických simuláciách podmieňovaných krigovaním (Horák, 2006; Sinclair a Garston, 2006).

Uvedenou metodikou geoštatistickej analýzy boli pomocou nástrojov ArcGIS integrovaných v modeli Geostatistical analyst určené empirické semivariogramy a tie následne preložené zodpovedajúcimi teoretickými modelmi (obr. 11). Po geoštatistickej analýze sa vykonal odhad hodnôt pre parametre – hrúbka sloja, obsah popola, obsah vody, výhrevnosť uhlia, obsah síry a pod..



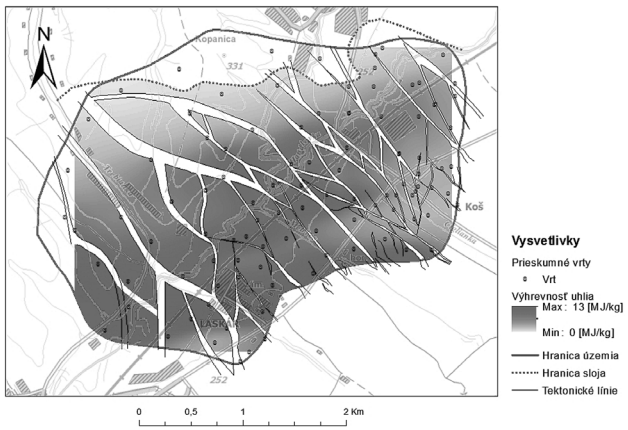
Obr. 11. Model semivariogramu vytvorený v ArcGIS.

Fig. 11. Semivariogram created in ArcGIS.



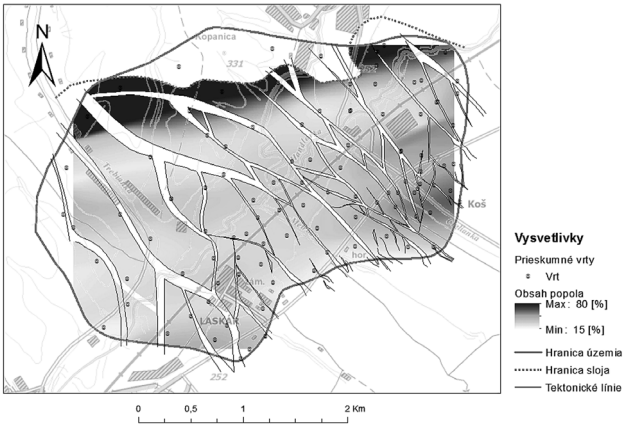
Obr. 12. Model hrúbky sloja.

Fig. 12. Model of seam thickness.



Obr. 13. Model výhrevnosti uhlia.

Fig. 13. Model of the coal heating value.



Obr. 14. Model obsahu popola.

Fig. 14. Model of the ash content.

Na interpretáciu týchto hodnôt bolo použité krigovanie. Výsledky modelovania prezentované v 2D zobrazení (ArcMap) sú na obrázkoch 12, 13, 14.

Syntéza poznatkov, zostavenie modelu a vizualizácia

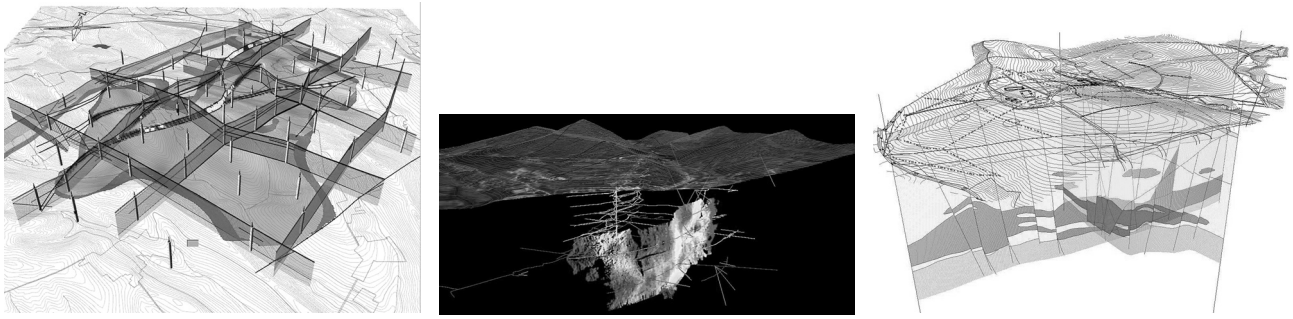
Vytvorenie samotného 3D modelu si vyžaduje množstvo relevantných dát. Na 3D modelovanie, ale predovšetkým na 3D vizualizáciu sa používajú špeciálne nástroje, ktoré nemusia byť obsiahnuté v každom GIS. Na 3D modelovanie sa v ArcGIS využíva niekoľko extenzií: Spatial Analyst, 3D Analyst s nástrojom na 3D vizualizáciu – ArcScene či ArcGlobe. Treba však podotknúť, že ArcGIS ponúka v skutočnosti nástroje iba na 2,5D (pseudo 3D) modelovanie. Skutočné 3D modelovanie geologických objektov pomocou štandardných nástrojov implementovaných v ArcGIS nie je možné. Preto v prípade 3D modelovania – sensu stricto – je potrebné siahnuť po inom modelovacom softvéri a výsledky (model) importovať a následne vizualizovať v ArcGIS. Vizualizácia 3D údajov je v ArcGIS – ArcScene slušne prepracovaná a výstupy sú ozaj na profesionálnej úrovni (obr. 15).

V našom prípade bolo cieľom vizualizovať v ArcGIS model terénu, priestorový priebeh vrtov, model bázy sloja a model kvality sloja. Model povrchu, bázy sloja, ako aj model kvality sú v zmysle uvedených modelovacích a vizualizačných techník v podstate 2,5D modely zobrazené v 3D priestore. Ide teda o pseudo 3D model sloja vytvorený priradením výškovej súradnice (Z súradnice) 2D modelu (obr. 16). Takto vizualizované priestorové údaje umožňujú lepšie vnímať priestorové vzťahy medzi objektmi a často vedú aj k odhaleniu chýb, ktoré vznikli zlou interpretáciou vstupných údajov geológom.

Význam modelovania ložiskových parametrov v GIS na účely výpočtu zásob a vizualizácie priestorových vzťahov

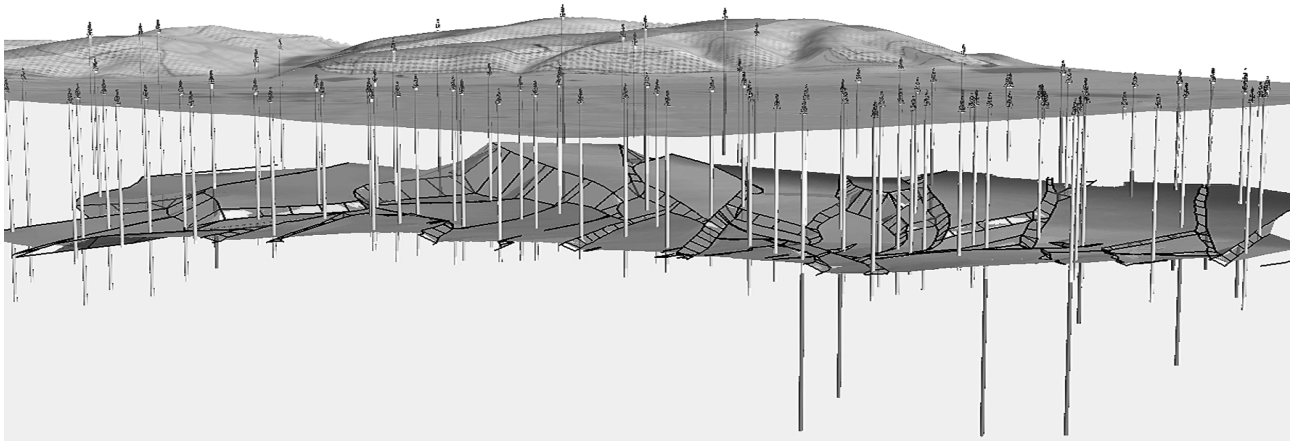
Výsledky procesu modelovania – model bázy sloja, model hrúbky sloja, obsahu popola a výhrevnosti uhlia, prezentované v prostredí ArcGIS, sú príkladom efektívneho prístupu k problematike spracovania geologických údajov nástrojmi GIS. Zvolená metodika práce umožňuje podstatne efektívnejšie narábať s primárnymi ložiskovými údajmi (databáza vrtov, databáza vzoriek, geologické mapy a pod.), ale predovšetkým ponúka lepšie možnosti pri prezentácii výsledkov. Je to hlavne vďaka analytickým a prezentačným možnostiam, ktoré GIS ponúkajú.

Model vybraných kvalitatívnych parametrov sloja a jeho prezentácia v GIS ponúkajú nový pohľad na významné ložisko hnedého uhlia Nováky. Takto prezentované výsledky modelovania by mali prispieť k lepšiemu pochopeniu priestorových vzťahov a geologickej stavby ložiska, a tak pomôcť pri rozhodovaní sa o jeho ďalšom ekonomickom využití.



Obr. 15. Príklady vizualizácie geologických objektov v ArcGIS.

Obr. 15. Examples of visualization of geological objects in ArcGIS.



Obr. 16. Priestorový model povrchu územia, prieskumných vrtov a bázy sloja vizualizovaný v ArcGIS.

Fig. 16. The spatial model of the surface area, exploration wells and the base seam visualized in ArcGIS.

Nové možnosti využitia výsledkov modelovania geologickej stavby a kvality sloja v GIS sa vynárajú s potrebou prehodnocovania ložiska Nováky z pohľadu aplikácie netradičných dobývacích metód, ako je napr. podzemné splyňovanie uhlia – Underground Coal Gasification (UCG), ktoré patrí k novým progresívnym technológiám.

Podzemné splyňovanie uhlia patrí medzi netradičné ťažobné metódy, ktoré by mohli pomôcť efektívnejšiemu využívaniu mnohých uhoľných ložísk (Blišťanová a Blišťan, 2012). V tejto súvislosti je potrebné prehodnotiť ložisko Nováky ako celok, posúdiť geologické a technologické údaje o ložisku a metódy ich doterajšieho spracovania. V tomto procese by GIS zohrali významné miesto, kde by na základe vytvorených ložiskových databáz využitím najnovších modelovacích metód a postupov vznikol komplexný digitálny model ložiska.

Záver

Cieľom tohto príspevku bolo na príklade významného slovenského ložiska hnedého uhlia Nováky poukázať na možnosti, ako efektívne využívať geografické informačné systémy pri modelovaní ložísk nerastných surovín. Využívanie nástrojov GIS je možné v každej etape riešenia geologického projektu – počnúc plánovaním cez jednotlivé etapy spracovania údajov, modelovanie a končiac publikovaním výstupov v podobe záverečnej správy.

Tvorba digitálnych statických či dynamických modelov sa v súčasnosti stáva nielen prostriedkom na lepšie poznanie prírodných a antropogénnych procesov, ale aj účinným nástrojom na „ovplyvňovanie“ laickej a odbornej verejnosti pri rozhodovacích procesoch. V oblasti geológie sa GIS úspešne využívajú pri riešení jednoduchých úloh, ako je analýza databázy, tvorba dopytov podľa zadaných kritérií, ale aj zložitejšie modelovanie vývoja priestorových javov využitím rôznych interpolačných metód. Významnú úlohu majú GIS pri vizualizácii údajov z rôznych tematických vrstiev alebo pri tvorbe syntetických 2D a 3D modelov.

Tento príspevok vznikol s finančnou podporou grantovej agentúry VEGA v rámci riešenia grantovej úlohy č. 1/0887/11.

References

Blišťan, P., 1999: Matematická štatistika v geológii. *Acta Montan. Slov., 4, 2, 115 – 123.*

Blišťanová, M. & Blišťan, P., 2012: Možnosti zvýšenia energetickej bezpečnosti SR využitím podzemného splyňovania. *Monografia. VŠBM, Košice, 161 s.*

Horák, J., 2006: Prostorová analýza dat. VŠB-TU Ostrava, Institut geoinformatiky.

Chile, J. P., Aug, C., Guillen, A. & Lees, T., 2004: Modelling the geometry of geological units and its uncertainty in 3D from structural data: The potential-field method. *In: Proceedings of International Symposium on Orebody Modelling and Strategic Mine Planning, Perth, Australia, 22–24 November 2004, pp. 313 – 320.*

Kovaničˇ, Ľ. & Kovaničˇ, Ľ. ml., 2008: Monitorovanie deformácií povrchu terénu na podrúbaných územiach. *In: Geodézia, kartografia a geografické informačné systémy 2008. Košice, GK a GIS, 1 – 8.*

Mallet, J. L., 1997: Discrete modelling for natural objects. *Mathematical Geology, 29, 2, 199 – 219.*

Matheron, G., 1962: Traité de géostatistique appliquée. Tome 1, Editions Technip, Paris, 334 p.

Mazúr, E. & Lukniš, M., 1986: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR 1 : 500 000. *Slovenská kartografia, Bratislava.*

Mečiar, M., 2007: Banská činnosť a jej vplyv na povrch a na životné prostredie. [Diplomová práca.] *FBERG TU, Košice.*

Perrin, M., Zhu, Z., Rainaud, J. F. & Schneider, S., 2005: Knowledge-driven applications for geological modelling. *J. Petrol. Sci. Engineering, 47, 89 – 104.*

Schejbal, C., 1983: Aplikovaná geostatistika. *GŘ ČSUP, Příbram, 153 s.*

Schwarz, J., Slobodník, V. & Halmo, J., 2006: Exploatácia uhlia v 11. ťažobnom poli HBP, a. s., Baňa Nováky, o. z.. Zámer činnosti podľa zákona NR SR č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie. *Envigeo, a. s., Banská Bystrica.*

Sinclair, A. J. & Garston, B. H., 2006: Applied Mineral Inventory Estimation. *Cambridge University Press, New York, 381 p.*

Šarkan, J., 2009: Záverečná správa s výpočtom zásob – vyhradené ložisko Nováky, dobývací priestor Nováky I. *ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Sokol, J., Kovaničˇ, Ľ. & Kovaničˇ, Ľ. ml., 2006: Priestorové zobrazenie ložiska ťaženého metódou lúhovania. 1 elektronický optický disk (CD-ROM). *In: Geodézia a banské meračstvo 2006. 4. vedecko-odborná konferencia s medzinárodnou účasťou 19. – 21. september 2006, Tatranská Lomnica – Stará Lesná – Košice, 5 s.*

UNECE: International Classification of Seam Coals, Economic Commission for Europe, Committeeon Sustainable Energy, Geneva, 41 pp. Document ENERGY, 1998.

www.1: How IDW works. In: ArcGIS Help. ESRI [online]. [citované 12. 06. 2013]. Dostupné z <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//009z00000075000000>

www.2: Inverse Distance Weighted. [on line]. [citované 10. 06. 2013]. Dostupné z <http://www.geography.hunter.cuny.edu/~jochen/GTECH361/lectures/lecture11/concepts/Inverse%20Distance%20Weighted.htm>geography.hunter.cuny.edu/~jochen/GTECH361/lectures/lecture11/concepts/Inverse%20Distance%20Weighted.htm>

www.3: Úvod do GIS. [on line]. [citované 15. 06. 2013]. Dostupné z <http://gis.zcu.cz/studium /ugi/elearning/>

Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 44/1988 Zb. o ochrane a využití nerastného bohatstva (banský zákon). In: Jednotný automatizovaný systém právnych informácií, Ministerstvo spravodlivosti SR. [online]. [citované 10. 06. 2013]. Dostupné z <http://jaspi.justice.gov.sk>

Rukopis doručený 19. 6. 2013
Revidovaná verzia doručená 25. 6. 2013
Rukopis akceptovaný red. radou 27. 6. 2013

Modelling of qualitative parameters of the main coal seam in the Nováky deposit in GIS environment for the purpose of reserves calculation and visualization of spatial relations

Geographic information system (GIS) provides tools for collecting, storing, managing, processing, analysis and visualization of spatial digital data. The use of GIS tools in geology simplifies managing of data normally stored in geological maps and archives. All types of these data are a potential source of information that should be used to create 3D models of deposits (Perrin et al., 2005; Chile et al., 2004; Mallet, 1997).

The aim of this paper is to show how the different types of geologic and cartographic data can be managed by GIS technology and used for 3D modelling of geological bodies – coal bed. 3D modelling of coal bed was carried out in ArcGIS environment. The interpolation methods and algorithms implemented in GIS were used. A model example is represented by the coal deposit Nováky – specifically 11th and 12th mining levels of Novák mine. Used data were provided by the Hornonitrianske bane Prievidza. Deposit is located in the central part of the Upper Nitra Basin (Figs. 1 and 2). The deposit is built by molasse sediments and volcanic rocks of Middle Miocene. In the terms of Nováky deposit, there are several beds present, bearing coal seams – the Nováky productive layer (Upper Badenian) (Šarkan, 2009; Blišťanová and Blišťan, 2012) (Fig. 3).

For construction of the coal seams model a methodology for the creation of digital models in GIS environment was used (Fig. 4). The principle is not very different from the methodology of modelling in "analog" form. The first step in terms of referenced methodology represented creating of geological database, which contains relevant information for 3D modelling in GIS (Fig. 4). This step applied the MS Access software. Database of exploration works (Fig. 5), samples and physical-chemical analyses of coal (Fig. 6) was prepared as relational database.

For the compilation of the coal seam model, data from 103 exploration wells were used. The final data set, specified for statistical analysis, contained 62 samples with the calculated spatial coordinates. Analysis included a total of 8 parameters. Results of the statistical analysis are presented in Tab. 1.

After statistical analysis there followed modelling of seam morphology and its qualitative parameters. For morphology modelling of coal base there was used an inverse distance method – Inverse Distance Weighted (IDW) (Fig. 7). The resulting base models were created as 3D models and are presented in 2D and 3D views in ArcGIS – ArcMap (2D) respectively in ArcScene (3D) (Figs. 9 and 10). For modelling of the seam thickness, ash content, calorific value of coal, water content and other qualitative parameters of coal there was used geostatistical analysis (Horák, 2006; Sinclair and Garston, 2006). For the values interpretation there was used Kriging Method. Modelling results are presented in 2D view (ArcMap) in Figs. 12, 13 and 14.

Visualization of the seam model was made in ArcScene. It is a pseudo – 3D model, which was created by assigning a altitude coordinates of 2D model (Fig. 16). The results of the modelling process – model base seam, seam thickness model, ash content and calorific value of coal, presented in ArcGIS are an example of effective approach to the issue of processing of geological data by GIS tools.

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 97 – 100
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

D I S K U S I A – D I S C U S S I O N

Stanovisko k článku Ekkertová, P. a Greif, V.: *Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov*

(Mineralia Slovaca, 44 (2012), 157 – 166)

MAREK FRAŠTIA

Katedra geodézie SvF STU Bratislava, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

(Doručené 3. 9. 2012)

The standpoint to the article by Ekkertová, P. & Greif, V.: The use of digital photogrammetry for structure analysis of the rock slopes, published in *Mineralia Slovaca* 2 (2012), 157 – 166.

Vážená redakcia časopisu Mineralia Slovaca!

Vo vašom časopise publikujem príspevky s tematikou aplikácie fotogrametrie v inžinierskej geológii už 12 rokov a veľmi si vážim samotný časopis, ako aj priestor, ktorý mi bol ako „negeológovi" poskytnutý. Fotogrametria však predsa má čo poskytnúť inžinierskej geológii, predovšetkým ako nástroj v efektívnom a bezpečnom zbere kvalitných údajov, ktoré sú ďalej analyzované a interpretované samotnými odborníkmi inžinierskej geológie. Takisto si priveľmi vážim technickú vednú disciplínu „fotogrametria a diaľkový prieskum" (ktorej sa okrem štúdia na VŠ venujem už 15 rokov ako vysokoškolský pedagóg) na to, aby som ponechal bez reakcie príspevok autorov P. Ekkertová a V. Greif: ***Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov*** uverejnený v čísle Mineralia Slovaca 2 (2012), s. 157 – 166.

Po prečítaní príspevku som dospel k názoru, že tento príspevok nie je prínosom vednej disciplíne inžinierska geológia a rovnako ani vednej disciplíne fotogrametria. Som presvedčený, že príspevok je zmätočný, chybný po obsahovej stránke a je v ňom množstvo tak formálnych nedostatkov, ako aj nepravdivých tvrdení. Tento názor mi potvrdilo niekoľko odborníkov z oblasti geodézie a fotogrametrie, ich mená v prípade potreby uvediem. Preto dávam redakcii časopisu Mineralia Slovaca na zváženie uverejniť túto odozvu, o ktorej som presvedčený, že môže byť užitočná autorom príspevku, odbornej geologickej verejnosti ale aj samotnému časopisu Mineralia Slovaca.

Cieľom predmetného príspevku je podľa autorov návrh metodiky na meranie orientácie diskontinuít skalných svahov pomocou digitálnej pozemnej fotogrametrie a overenie tejto metodiky v praxi. Vyplýva to z abstraktu v anglickom jazyku, ako aj zo samotného obsahu. Vedecký článok teda môžeme určite považovať za príspevok k problematike metodiky zberu údajov digitálnou fotogrametriou a analýzy týchto údajov, ***teda ide o príspevok z oblasti technickej vednej disciplíny „fotogrametria".*** Preto si myslím, že ako geodet so špecializáciou fotogrametria mám odborné vedomosti na erudované posúdenie príspevku. Svoje formálne a obsahové pripomienky som zoradil takto:

FORMÁLNE NEDOSTATKY

Terminológia

Predmetný príspevok je koncipovaný ako vedecký alebo odborný článok z oblasti fotogrametrie, a preto by sa autori mali držať geodetickej terminológie, ktorá je spracovaná v terminologickom slovníku geodézie, kartografie a katastra (Vojtičko et al., 1998) alebo terminológie uvedenej v technickej norme STN 73 0401-2 Terminológia v geodézii a kartografii, časť 2: Terminológia katastra nehnuteľností, mapovania a fotogrametrie. Musím konštatovať, že autori túto geodeticko-fotogrametrickú terminológiu úplne ignorovali a používajú vlastné pojmy a doslovné, často nevhodné, preklady zo zahraničnej literatúry.

Konkrétne:

stred premietania – správne: ***projekčné centrum;*** *krátkorozsahová fotogrametria* – správne: ***blízka fotogrametria;*** *fotoaparát* – správne: ***kamera;*** *snímanie* – správne: ***snímkovanie;*** *fotografia* – správne:

snímka; *pozemná diaľková digitálna fotogrametria* – tento pojem vôbec nepoznáme; *škála* – správne: ***mierka;*** *označenie* – správne: ***meranie;*** *v 3D rozmere* – správne: ***v priestore;*** *uhol medzi pozíciami fotoaparátu* – toto nedáva zmysel, pretože uhol medzi dvoma bodmi neexistuje; *uhol medzi dvomi snímkami by mal byť optimálne 10° – 30°* – správne: ***uhol medzi osami záberu, optimálne je, keď je nulový, hodnota 30° je krajná hodnota;*** *referencovanie* – správne: ***identifikácia identických bodov;*** *zadanie 3D modelu do súradnicového systému* – správne: ***georeferencovanie alebo transformácia do s. s.;*** *kódové terče* – správne: ***kódové cieľové značky;*** *pomer b/h* – ***je prebratý zo softvéru Photomodeler Scanner, v pozemnej fotogrametrii používame symboly b/Y, keďže h predstavuje výšku nad terénom;*** *vzájomná vzdialenosť pozícií fotoaparátu* – správne: ***snímková základnica*.**

Zmätočné, nevysvetlené a nepravdivé tvrdenia

Konkrétne:

• *Orientačný osový kríž* – je vhodné použiť v lokálnych súradnicových systémoch, kde je veľkosť kríža minimálne polovičnou veľkosťou v porovnaní s veľkosťou pozorovaného objektu. Akonáhle je objekt mnohonásobne väčší (ako je to v príspevku), dochádza k veľkým chybám na okrajoch modelu mimo kríža, a to tak v mierke, ako aj v orientácii modelu. Takýto prístup (extrapolácia) je z geodetického hľadiska neprípustný. Ďalšie v príspevku nevysvetlené otázky iba spochybňujú celý postup: S akou presnosťou bola zadaná samotná mierka modelu? Ako bol orientačný osový kríž orientovaný a s akou presnosťou? Tieto pochybenia (v súčte s kalibráciou kamery) môžu viesť k nepresnostiam rádovo v decimetroch na okraji modelu.

• *Čím boli rozmery skalného svahu väčšie, tým väčšia vzdialenosť, a teda aj väčšia ohnisková vzdialenosť objektívu bola potrebná na zachytenie celého svahu* – prvá časť vety je, samozrejme, pravdivá – čím väčší je objekt, tým ďalej musíme ísť, aby sa zobrazil celý na snímke. Pokiaľ však z tejto novej (väčšej) vzdialenosti použijeme objektív s dlhšou ohniskovou vzdialenosťou, tak dostávame ten istý výrez na snímke. Tým pádom si nepomôžeme, čo sa týka veľkosti zobrazeného objektu.

• *Kalibrácia objektívu* – kalibrujeme kameru, teda systém „objektív + snímač". Kalibrovať iba objektív jednak nie je reálne a jednak vo fotogrametrii nemá zmysel. Okrem formálnych chýb (napr. vodorovná snímka) nie je popísané, aká veľká bola kalibračná mriežka. Ale predpokladám, že cca 1 x 1 m. Potom ale ohnisková vzdialenosť objektívu pri predmetových vzdialenostiach 1 m je o niekoľko desatín milimetra iná ako pri predmetových vzdialenostiach napr. 10 m. A to má zásadný vplyv na výslednú referenčnú polohu a presnosť bodov. Takisto autori v príspevku nepopisujú výsledky kalibrácie, ktoré hovoria o kvalite určených parametrov.

• *Obr. 14 a 15* sú identické. Okrem toho sú nezrozumiteľné a nie sú dostatočne vysvetlené.

• *Tab. 1* – vo štvrtom stĺpci sú pre „pôvodnú vzdialenosť" iné hodnoty ako v šiestom stĺpci. Okrem toho autori nevysvetľujú, čo je to pôvodná vzdialenosť ani ako sa dopracovali k optimálnej vzdialenosti. Optimalizačné kritérium je síce naznačené, citujem: „dostatočne veľké a kvalitné mračno 3D bodov", ale čo pod tým autori myslia, sa čitateľ nedozvie. Až na záver sa čitateľ dozvie, že *dostatočne kvalitné mračno* závisí od jeho veľkosti, a to je ďalší problém (pozri ďalej).

• *Hraničná vzdialenosť bola určená podľa jedného pixelu fotografie a mala by zodpovedať 0,4 cm v skutočnosti* – ako dospeli autori k tejto hodnote, nie je vysvetlené. Pre identifikáciu terčov softvérom nie je dôležitá veľkosť v skutočnosti, ale na snímke. Pritom neprispôsobujeme vzdialenosť snímkovania veľkosti značiek (ako je to prezentované v príspevku), ale presne naopak.

• *Významnou podmienkou na vytvorenie veľkého počtu 3D bodov je veľkosť kódových terčov...* – toto je dezinformácia. Kódové značky slúžia iba na automatickú a kvalitnú vonkajšiu, prípadne vzájomnú orientáciu snímok. Snímky ale vieme orientovať aj bez kódových značiek, v súčasnosti existuje množstvo softvérov (napr. aj Photomodeler Scanner 2012), ktoré to dokážu plne automaticky. Veľkosť kódových značiek je podmienkou iba ich identifikácie softvérom, nie predpokladom vytvorenia mračna bodov.

• *Tab. 3* – čitateľ netuší, v akej geometrickej konfigurácii (aký je pomer b/Y) sú uvedené dvojice snímok, tým pádom daná tabuľka nemá žiaden zmysel a nič nehovorí.

• *Vypočítané optimálne vzdialenosti a základnice podľa podmienky b/h = 0,1 – 0,5 danej softvérom* – krajné hodnoty intervalu 0,1 a 0,5 sú prednastavené hodnoty v softvéri Photomodeler. Neznamená to však, že sú optimálne, v samotnom systéme Photomodeler ich užívateľ môže zmeniť. Optimálna hodnota základnicového pomeru (to je odborný názov) závisí od zorného poľa kamery, veľkosti snímača, požadovanej presnosti a členitosti terénu (objektu).

Uviedol som iba tie najzávažnejšie pochybenia. Ďalšie problematické definície, vyjadrenia a chýbajúce informácie, ktoré pre značný rozsah odozvy nevysvetľujem, v prípade potreby ich však poskytnem, sú napríklad:

• *otočenie snímky* φ,

• *pootočenie snímky* κ,

• *obr. 1*,

• *presnosť výrazne závisí aj od zadania 3D modelu do lokálneho alebo globálneho systému*,

• *myslená stredová rovina*,

• *chýbajúce technické parametre a nastavenia kamery pri snímkovaní*,

• *chýbajúce aposteriórne odhady presnosti bodov mračna*.

Obsahové nedostatky

Prvým zásadným nedostatkom je snaha autorov skúmať pomer *„vzdialenosti pozície fotoaparátu k výške svahu"* a vplyv tohto pomeru na počet generovaných 3D bodov. Autori dospeli k názoru, že rôzne pomery prinášajú

rôzne počty vygenerovaných bodov na 1 m^2. Dôkaz omylu je jednoduchý: pokiaľ budeme snímkovať ten istý svah z tej istej vzdialenosti a budeme ho postupne zhora odrezávať, bude sa meniť pomer „vzdialenosť/výška“, ale na snímke zostane ten istý obraz (ten istý počet bodov), až kým sa nezačne zobrazovať na snímke aj odrezaná časť. Počet vygenerovaných bodov na 1 m^2 závisí od úplne iných parametrov, a síce od kamery (veľkosti obrazového elementu), vzdialenosti snímkovania, ohniskovej vzdialenosti objektívu, textúry pozorovaného povrchu, členitosti pozorovanej plochy, použitého softvéru, nastavení použitého softvéru. Ak autorom vznikol rozdiel v 2 rôznych lokalitách pri rovnakej vzdialenosti snímkovania a objektíve, tak z dôvodu niektorých vyššie uvedených nerovnakých parametrov. Skúmanie vplyvu týchto parametrov má reálny význam.

Druhým omylom je hodnotenie kvality mračna bodov podľa počtu bodov na m^2. Keď si odmyslíme detail, že počet je synonymom kvantity (nie kvality), tak skúsme hodnotiť „kvalitu“ mračna bodov podľa počtu bodov. Prvým zásadným problémom je hodnotiace kritérium kvality: *„<menej ako 5 000 bodov; 5 000 – 15 000 bodov; viac ako 15 000 bodov>“.* Ako dospeli autori k tomuto kritériu, sa z príspevku nedozvieme. Celkovo sú uvedené počty bodov podozrivé, keďže napr. pri snímkovaní danou kamerou zo vzdialenosti 5 m s objektívom s ohniskovou vzdialenosťou f = 16 mm, čo sú podmienky uvedené v príspevku, je maximálny teoretický počet bodov na 1 m^2 až 250 000 a pre vzdialenosť 14 m a f = 35 mm je to 140 000 bodov, zatiaľ čo autori uvádzajú maximálne 30 000 bodov. Počet bodov na 1 m^2 môže byť teda ***rádovo*** iný, ako je uvedené v príspevku, čo významne spochybňuje uvedené kritérium „kvality“.

Skutočnú kvalitu mračna bodov predstavuje priestorová presnosť bodov generovaného mračna, ktorá, zdá sa, autorov vôbec netrápi. V príspevku nie je jedna relevantná informácia o presnosti dosiahnutých výsledkov. Moje dlhoročné skúsenosti so systémom Photomodeler Scanner (pracujem s ním od prvej verzie doteraz) hovoria o zásadných rozdieloch vo výsledkoch pri použití rôznych nastavení – od kalibrácie kamery, spôsobu orientácie snímok, lícovania modelu, nehovoriac o rôznych nastaveniach v module „Scanner“, ktoré autori ignorovali. Parametre ako veľkosť vyhľadávacieho okna a typ textúry zásadne ovplyvňujú počet generovaných bodov, ako aj ich presnosť. Podotýkam, že tieto parametre v príspevku vôbec nie sú spomenuté. Takže uvedená analýza kvality nemôže byť korektná. Výsledná presnosť, teda kvalita jednotlivých bodov mračna závisí od:

1. kvality kalibrácie kamery (v príspevku nevyhovujúce),
2. kvality určenia prvkov vonkajšej orientácie snímok (otázne, nie sú uvedené aposteriórne parametre po vyrovnaní zväzku lúčov),
3. veľkosti pixelu na pozorovanej ploche (čitateľ sa nedozvie, poznáme iba veľkosť na orientačnom kríži, ktorý sa nachádza niekde pred masívom),
4. veľkosti uhlov prieseku (otázne, čitateľ sa nedozvie),
5. presnosti georeferencovania modelu (orientačný kríž – nevhodný prístup).

Záver

V závere autori konštatujú, že ich práca *„potvrdila pravidlo, že čím je skalný svah väčší, tým ďalej od neho musia ísť“* a že *„čím dlhšiu ohniskovú vzdialenosť objektívu použijú, tým ďalej od svahu musia ísť snímkovať“.* Toto sú všeobecne známe fakty, ktoré nie je potrebné skúmať ani dokazovať.

V poznámke o vytvorení *metodiky hodnotenia kvality mračna* podľa počtu bodov samotní autori uvádzajú, že menili krok vzorkovania. Tým sa, samozrejme, menil aj vygenerovaný počet bodov – ten počet, ktorý potom slúžil na hodnotenie kvality. To je nelogický postup. Okrem toho autori vo svojej metodike nepočítajú so zmenou kamery, čo významne ovplyvňuje počet bodov na 1 m^2. Takáto metodika potom stráca atribúty všeobecne použiteľného postupu za určitých podmienok a nie je metodikou.

K *hraničnej vzdialenosti* uvádzanej v príspevku môžem povedať, že takýto parameter fotogrametrie vôbec nepoznajú, pretože vzdialenosť snímkovania sa volí na základe požadovanej presnosti a mierky mapy/plánu (teda veľkosti pixelu na objekte) a tomu sa prispôsobuje veľkosť značiek umiestnených v teréne. Ak je vôbec potrebné nejaké kódové značky v teréne stabilizovať.

Z uvedených dôvodov preto neodporúčam inžinierskym geológom metodiku prezentovanú v príspevku realizovať v inžinierskogeologickej praxi pri zbere údajov.

Aj keď sa autori snažili problematiku fotogrametrického primárneho zberu údajov zvládnuť štúdiom množstva predovšetkým zahraničnej literatúry, čo hodnotím samozrejme pozitívne, z mnohých všeobecných komentárov, ako aj konkrétnych záverov poznať ich netechnický pohľad na túto technickú vedu.

Problémom môže byť aj abstinujúca spolupráca s odborníkmi na fotogrametriu. Pritom na Slovensku je ich dostatok nielen na univerzitách (STU Bratislava, UK Bratislava, TU Zvolen, SPU Nitra, TU Košice, ŽU Žilina), ale aj v komerčnej sfére. Dúfam, že táto odozva vyvolá diskusiu o korektnej spolupráci tam, kde by mala byť. Moji kolegovia aj ja sme takejto spolupráci otvorení a som si istý, že to bude na prospech fotogrametrii, ako aj záujmom vedných disciplín, ktoré ju používajú.

Ing. Marek Fraštia, PhD.
Katedra geodézie SvF STU Bratislava

V Bratislave 24. 8. 2012

Mineralia Slovaca, 45 (2013), 101 – 104
Web ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086

D I S K U S I A – D I S C U S S I O N

Reakcia na stanovisko Ing. Mareka Fraštiu, PhD., z Katedry geodézie SvF STU Bratislava k článku Ekkertová, P. a Greif, V.: *Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov*

PATRICIA EKKERTOVÁ

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

(Doručené 15. 3. 2013)

Response to an opinion of Ing. Marek Fraštia, PhD., from the Department of Surveying, Faculty of Civil Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava, related to article by Ekkertová, P. & Greif, V.: The use of digital photogrammetry for structure analysis of the rock slopes.

Vážená redakcia časopisu Mineralia Slovaca,

ďakujeme za možnosť reagovať na stanovisko Ing. Mareka Fraštiu, PhD., na náš článok ***Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov.*** Potešil nás záujem Ing. Fraštiu o obsahovú i vecnú náplň príspevku a sme mu povďační, že ho podrobil odbornej analýze, napriek tomu, že nie vždy súhlasíme s jeho názormi a tvrdeniami. Týka sa to hneď prvého jeho konštatovania, že článok nie je prínosom v oblasti inžinierskej geológie, ani fotogrametrie. Ak by to tak nebolo, príspevok by nebol prešiel recenzentským konaním a redakčnou radou Mineralie Slovaca. Jeho názor považujeme za subjektívny, pretože – ako sám uvádza – nie je geológom, a preto prenechávame túto otázku za otvorenú a na posúdenie geologickej, resp. inžinierskogeologickej verejnosti. Cieľom autorov príspevku nebolo overenie presnosti digitálnej fotogrametrie vo vzťahu k iným meračským metódam, ale skôr priblíženie možností a využitia digitálnej fotogrametrie na potreby práce geológov v teréne, či použitie digitálnej fotogrametrie v mechanike skalných hornín a pri riešení stability svahov. Autorom tak nešlo o striktné hodnotenie presnosti, ktorou sa zaoberali napr. Sturzenegger a Stead (2009) pre štruktúrnu analýzu skalných svahov, vychádzajúc z dokonalého poznania možností konkrétnej kombinácie objektív – fotoaparát (kamera) a jej prispôsobenie. Autori príspevku si rovnako neuzurpujú názor, že ich tvrdenia majú všeobecnú platnosť. Nakoniec metodika sa overovala v rámci riešenia diplomovej práce vo dvoch lokalitách. Z toho jasne vyplýva, že bude treba vykonať aj ďalšie podobne orientované štúdie v ďalších lokalitách. Pravdepodobne aj z vyššie uvedených informácií vyplývajú niektoré čiastočné nedorozumenia, na ktoré si dovolíme reagovať.

FORMÁLNE NEDOSTATKY

Terminológia

Ing. Fraštia, PhD., vo svojej odozve poukazuje na skutočnosť, že v príspevku nebola použitá presná geodetická terminológia. Termíny v článku boli prevzaté v prevažnej miere zo zahraničnej literatúry, prípadne zo softvéru Photomodeler Scanner, a každý termín bol v príspevku dostatočne vysvetlený. Pripomienky oponenta k terminológii však s malými výhradami akceptujeme. Výhrady máme k niektorým termínom:

Konkrétne:

fotoaparát – kamera: termín kamera sa používa na Slovensku skôr pre zariadenie, ktoré slúži na vytvorenie videozáznamu, a nie fotografií určených na fotogrametrické spracovanie; *označenie – meranie:* nie každé označenie, napr. bodu, možno považovať za meranie; *kódové terče – kódové cieľové značky:* termín prevzatý z angličtiny (coded targets); *pomer b/h – b/Y:* keďže snímky boli spracovávané v softvéri Photomodeler Scanner, logickejšie bolo použitie označenia, ktoré využíva tento softvér. Naopak, označenie b/Y by bolo v tomto prípade pre čitateľa zmätočné.

Zmätočné, nevysvetlené a nepravdivé tvrdenia

Konkrétne:

• *orientačný osový kríž – mierka modelu:* mierka bola zadaná pomocou vzdialenosti medzi dvomi kódovými

terčmi, ktorá bola odmeraná počas procesu snímkovania priamo na skalnom svahu a v priebehu spracovania snímok zadaná v softvéri Photomodeler Scanner. Osový kríž slúžil na určenie orientácie skalného svahu, a to priradením dvoch kódových terčov umiestnených na osovom kríži v horizontálnom smere k osi X a priradením dvoch kódových terčov vo vertikálnom smere k osi Z.

• *kalibrácia objektívu:* skutočnosť, že objektív je pri kalibrácii súčasťou fotoaparátu, je samozrejmá, avšak treba upozorniť na fakt, že prebieha kalibrácia objektívu a nie tela fotoaparátu. Výsledky kalibrácie objektívu nie sú v príspevku popísané z dôvodu predpísaného rozsahu príspevku. Kalibračná mriežka, ktorá bola súčasťou softvéru Photomodeler Scanner, mala veľkosť 1 x 1 m.

• *obr. 14 a 15:* nie sú identické, aj keď oponent dospel k tomu názoru. Obr. 14 zobrazuje optimálnu vzdialenosť od skalného svahu pre ohniskovú vzdialenosť 16 mm a obr. 15 zobrazuje optimálnu vzdialenosť od skalného svahu pre ohniskovú vzdialenosť 35 mm. Autori považujú obrázky za zrozumiteľné a dostatočne vysvetlené – v texte aj v opise pod obrázkom.

• *tab. 1:* v šiestom stĺpci je uvedená „pôvodná vzdialenosť". Správnym výrazom má byť „optimálna vzdialenosť". Pôvodná vzdialenosť je vzdialenosť, pri ktorej boli vytvorené snímky skalného svahu. Optimálna vzdialenosť je vzdialenosť, ktorá bola určená po spracovaní snímok a analýze výsledkov.

• *hraničná vzdialenosť bola určená podľa jedného pixelu fotografie a mala by zodpovedať 0,4 cm v skutočnosti:* predpísaný rozsah publikácie pre časopis Mineralia Slovaca neumožnil do podrobnosti rozoberať každý detail, preto nie je podrobne vysvetlený spôsob získania a analýzy niektorých výsledkov. Hraničná hodnota bola zistená na základe mierky – známych rozmerov ramien osového kríža, pričom bolo zistené, koľko pixelov predstavuje dĺžku ramena, a na základe toho bolo možné vypočítať veľkosť jedného pixelu v skutočnosti.

• *významnou podmienkou na vytvorenie veľkého počtu 3D bodov je veľkosť kódových terčov:* v príspevku je uvedené, že použitie kódových terčov nie je nevyhnutné, ale slúži na urýchlenie a ľahšiu automatickú identifikáciu identických bodov pri spracovaní snímok v softvéri Photomodeler Scanner. Pri spracovaní snímok použitých v príspevku bola použitá verzia softvéru z roku 2009 a nie verzia Photomodeler Scanner 2012, ktorá automaticky rozlišuje identické body na snímkach.

• *tab. 3:* podrobné parametre snímania skalného svahu nebolo možné vzhľadom na predpísaný rozsah príspevku uverejniť. Podrobné informácie sú uvedené v diplomovej práci Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov (P. Ekkertová, 2011, Univerzita Komenského).

• *vypočítané optimálne vzdialenosti a základnice podľa podmienky b/h = 0,1 – 0,5 danej softvérom:* skúsenosti so spracovaním snímok v prostredí softvéru Photomodeler Scanner ukázali, že najväčšie mračno bodov bolo vytvorené z dvojíc snímok, ktorých hodnota b/h patrí do intervalu 0,1 – 0,5, a preto sú tieto hodnoty uvedené ako optimálne.

Ing. Fraštia, PhD., má výhrady k termínom otočenie snímky φ, pootočenie snímky κ a k obr. 1, tie však boli prebraté z literatúry, konkrétne z učebného textu z odboru geodézie, a v texte sú citované (Bitterer, 2005: Základy fotogrametrie – Učebný text pre študentov bakalárskeho štúdia odboru geodézia a kartografia, Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra geodézie).

Obsahové nedostatky

Vo svojom príspevku autori netvrdia, že pomer výška/vzdialenosť má vplyv na výsledný počet bodov, ale išlo o snahu určiť optimálnu vzdialenosť pre určitú výšku skalného svahu a k nej optimálnu ohniskovú vzdialenosť. Výška skalného svahu bola určená len ako faktor pri výbere vzdialenosti snímkovania a ohniskovej vzdialenosti.

Hodnotiace kritérium kvality mračna bodov bolo navrhnuté autormi príspevku. Návrh kritéria vychádzal z počtu bodov vytvorených pri spracovaní snímok z dvoch náhodne vybraných oblastí s veľkosťou 1 m^2 a nepočíta s maximálnym teoretickým počtom bodov, pričom príspevok neobsahuje informáciu, že výsledné mračno bodov môže mať len počet bodov, ako je uvedený v článku.

Textúra v príspevku spomínaná nie je, keďže bola počas celého spracovania snímok nastavená na konštantnú hodnotu 3.

Záver

Krok vzorkovania bol pri spracovaní snímok menený pre získanie čo najväčšieho mračna bodov. Je nám vyčítaný fakt, že v metodike nebolo počítané so zmenou fotoaparátu (kamery), čo však nebolo možné, keďže snímky boli vytvorené jedným fotoaparátom a nebolo by správne len odhadnúť vplyv jeho zmeny. Tento postup považuje Ing. Fraštia, PhD., za nevhodný a podľa neho stráca metodika atribúty všeobecne použiteľného postupu za určitých podmienok. Grafy získané touto metodikou sú pochopiteľne platné len pre konkrétnu kombináciu objektív – kamera – ohnisková vzdialenosť, a teda nemajú generálnu platnosť, sú len návodom pre užívateľa, ako postupovať pri zostavovaní podobného diagramu pre vlastný fotoaparát. V príspevku sa tiež na konci píše, že autori navrhujú nimi určené optimálne vzdialenosti overiť a doplniť o ďalšie ohniskové vzdialenosti. Taktiež navrhujú zdokonaliť a aplikovať nimi navrhovanú klasifikáciu hodnotenia mračna bodov na viaceré lokality.

Ing. Fraštia, PhD., v ďalšej časti odozvy nesúhlasí s termínom hraničná vzdialenosť. Tento termín bol zavedený autormi na pomenovanie maximálnej vzdialenosti, z ktorej je ešte možné vytvoriť snímky skalného svahu s použitím danej ohniskovej vzdialenosti, pre ktorú je maximálna vzdialenosť určená, za predpokladu vytvorenia

použiteľného mračna 3D bodov na určenie orientácie diskontinuít v softvéri Split-Fx.

Ing. Fraštia, PhD., ďalej tvrdí, že sa veľkosť kódových terčov určuje na základe požadovanej mierky a veľkosti pixelu. Cieľom autorov však bolo vytvoriť metodický postup, ktorý by zrýchlil a zjednodušil prácu v teréne, to znamená aj znížil počet výjazdov do terénu, prípadne možnosť použitia digitálnej fotogrametrie aj v situáciách, keď opakovaná návšteva lokality nie je možná, alebo sa podmienky v lokalite zmenili, čo je v mnohých prípadoch pre geológa rozhodujúce. Metodika, ktorú prezentuje oponent, si vyžaduje minimálne dva výjazdy. Preto bol hľadaný alternatívny postup, pri ktorom boli vyrobené kódové značky s veľkosťou 20 x 20 cm, a tomu boli prispôsobené parametre snímania.

V závere chcú autori poďakovať Ing. Fraštiovi, PhD., za podnetné názory a redakcii časopisu Mineralia Slovaca za priestor na odpoveď.

S pozdravom

v mene autorov *Mgr. Patricia Ekkertová*

V Bratislave 12. 3. 2013

References

Sturzenegger, M. & Stead, D., 2009: Close-range terrestrial digital photogrammetry and terrestrial laser scaning for discontinuity charakterization on rock cuts. *Engng Geol. (Amsterdam), 3, 106, 163 – 182.*

GeoVestník

Informačný spravodajca pre geológiu, baníctvo, úpravníctvo a životné prostredie
Newsletter for geology, mining, mineral processing and environmental protection

Príloha časopisu Mineralia Slovaca, roč. 45, č. 1 – 2
Appendix of the journal Mineralia Slovaca, Vol. 45, No. 1 – 2

Obsah – Content

Spomienková slávnosť k 165. výročiu založenia Uhorskej geologickej spoločnosti 1
11. stretnutie CETeG – Várgesztes, Maďarsko 5
Kronika 9
Významné životné jubileá členov Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 2013 12
Recenzie 22
Erráta 24

Spomienková slávnosť k 165. výročiu založenia Uhorskej geologickej spoločnosti

Commemoration of the 165th anniversary of establishment of the Hungarian Geological Society

Milan Kohút

Štátny geologický ústav D. Štúra Bratislava

Abstract: *Contribution reports about the celebration in the Vidiná village, Slovakia, held on 25th April 2013, and devoted to 165th anniversary of establishment of the Hungarian Geological Society. During celebration and negotiations, recent representatives of the Hungarian and Slovak geological societies have declared partnership of both societies in European realm, having good neighbourly relations, and intending to maintain the ideas and heritage of founders of the Hungarian Geological Society 165 years ago for the future progress of Carpathian-Pannonian geology. The Statement of the Slovak Geological Society to this event is published in full-length at the end of this report.*

Key words: *Hungarian Geological Society, Slovak Geological Society, Vidiná, Slovakia*

Dňa 25. apríla 2013 zorganizovala Maďarská geologická spoločnosť (Magyarhoni Földtani Társulat) spomienkovú slávnosť pri príležitosti 165. výročia založenia Uhorskej geologickej spoločnosti vo Vidinej (maďarsky Videfalva, nemecky Weidenau). Na túto oslavu boli pozvaní predstavitelia Slovenskej geologickej spoločnosti, Slovenskej mineralogickej spoločnosti, ako aj obecné zastupiteľstvo Vidinej, reprezentanti Geoparku Novohrad – Nógrád, zástupcovia regionálnej samosprávy a nezávislých organizácií, ako je Csemadok. Slávnosť sa konala v pôvodnom kaštieli Kubínskovcov (Kubínyiovcov), ktorý posledná majiteľka grófka Hedwiga Asbóthová v roku 1927 spolu s kostolíkom darovala Spoločnosti Božieho Slova. Dnes tu sídli Misijný dom Božského Srdca, ktorý slúži ako noviciát Spoločnosti Božieho Slova.

Maďarská geologická spoločnosť (MGS) na začiatku apríla oficiálnym listom predsedu spoločnosti Dr. Baksu Csabu predsedovi Slovenskej geologickej spoločnosti (SGS) Dr. Ladislavovi Šimonovi – pozvala vedenie SGS na túto akciu. Rozšírený výbor SGS na svojom mimoriadnom zasadnutí 18. apríla 2013 ocenil snahu nového vedenia MGS o ústretovosť a záujem o spoluprácu medzi oboma spoločnosťami. RV SGS delegoval podpredsedu spoločnosti Dr. Milana Kohúta, ktorý bol ochotný zúčastniť sa tejto spomienkovej akcie vo svojom voľnom čase, bez podpory zamestnávateľa, a zaviazal ho, aby


1


V TEJTO BUDOVE BOLA ZALOŽENÁ
UHORSKÁ GEOLOGICKÁ SPOLOČNOSŤ
3. JANUÁR 1848
ODHALILA SPOLOČNOSŤ V 145. ROKU
SVOJEJ EXISTENCIE
EBBEN AZ ÉPÜLETBEN ALAKULT MEG A
MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT
1848. JANUÁR 3-ÁN
ELHELYEZTE A TÁRSULAT
FENNÁLLÁSÁNAK 145. ÉVÉBEN
2


3


4


5


6


7


8

predniesol stanovisko SGS k tejto udalosti, ako aj tlmočil dobrú vôľu na vzájomnú spoluprácu. Autor príspevku vypracoval návrh stanoviska, ktoré po malých úpravách Dr. Igora Petríka bolo prijaté RV SGS a je v prílohe tohto príspevku. Na spomienkovej slávnosti vo Vidinej sa za slovenskú odbornú geologickú verejnosť zúčastnil aj prof. Pavel Uher – predseda Slovenskej mineralogickej spoločnosti (SMS).

Spomienkovú slávnosť moderoval, a kedže príhovory boli v slovenčine, angličtine a maďarčine, podľa potreby simultánne prekladal Dr. Ľudovít Gáal zo Správy slovenských jaskýň, pracovisko Rimavská Sobota. V úvode účastníkov slávnosti pozdravil starosta obce Vidiná – pán Jozef Kucej, ktorý bol prítomný aj pri príležitosti umiestnenia pamätnej tabule v roku 1994. Prejavil radosť z opätovného pripomenutia významnej udalosti, ktorá sa udiala v obci pred 165 rokmi, a prisľúbil pomoc obce pri prípadných ďalších akciách, napríklad poskytnutím priestorov na seminár. Dr. Kohút v mene SGS poďakoval maďarskej partnerskej organizácii za pozvanie, ako aj za samotné usporiadanie spomienkovej slávnosti, prečítal stanovisko SGS, oceňujúce múdrosť a nadhľad vzdelaných pánov, ktorí v revolučných rokoch 19. storočia pochopili záujem spoločnosti o šírenie osvety a vzdelanosti, na záver prezentoval záujem SGS o užšiu spoluprácu s MGS v duchu tejto historickej udalosti. Prof. Uher za SMS sa obdobne poďakoval za pozvanie na túto akciu a pripomenul, že slovenská a maďarská mineralógia sa historicky formovali spolu v Banskej akadémii v Banskej Štiavnici, Šoproni (Sopron) alebo Miškolci (Miskolc). Dr. Baksa za MGS vo svojom príhovore ocenil historickú udalosť, ktorá dala podnet na založenie geologickej spoločnosti v bývalom Uhorsku, a načrtol paralelu minulosti so súčasnosťou s rôznymi možnosťami vzájomnej spolupráce v budúcnosti. V obsiahlom slávnostnom príhovore pán Tóth Álmos, geológ – historik, detailne zhodnotil dejinný význam iniciatívy piatich pánov, ktorí na začiatku roku 1848 v rodnom dome Kubínskovcov (Kubínyiovcov) sformovali základy pre založenie Uhorskej geologickej spoločnosti. V krátkosti predniesol životopisné fakty všetkých piatich „otcov“ geologickej spoločnosti, pričom zdôraznil, že všetci títo zakladatelia spoločnosti pochádzali z tohto kraja, či už to boli karpatskí Nemci (Kristián A. Zipser a Jozef Marchan), alebo Slováci (František Kubínyi, Augustín Kubínyi a Ján Pettko), a zaslúžia si našu úctu a spomienku. Za pôvodcu myšlienky označil profesora Zipsera, autora prvej topografickej mineralógie Uhorska, významného prírodovedca, mineralóga a pedagóga, učiteľa väčšiny zúčastnených zakladateľov geologickej spoločnosti, ktorého 230. výročie narodenia si pripomenieme v novembri tohto roku. Deklaroval, že viac ako tisícročné spolužitie Slovákov

Obr. 1. Kaštieľ Kubínskovcov (Kubínyiovcov) vo Vidinej, dnes sídlo Spoločnosti Božieho Slova.

Fig. 1. The Kubínyi´s Mansion in the Vidiná village – recent seat of the Society of God´s Word.

Obr. 2. Pamätná tabuľa osadená na priečelí kaštieľa v roku 1994 pri príležitosti 145. výročia založenia Uhorskej geologickej spoločnosti.

Fig. 2. Commemorative plaque mounted on the facade of the mansion on the occasion of 145th anniversary of the Hungarian Geological Society in 1994.

Obr. 3. Starosta Vidinej pán Jozef Kucej (druhý sprava) víta účastníkov spomienkovej slávnosti, Dr. Ľudovít Gáal (prvý sprava) akciu moderoval a simultánne prekladal.

Fig. 3. Mayor of the Vidiná village Mr. Jozef Kucej (second from the right) welcomes participants of the commemorative celebration. Dr. Ľudovít Gáal (first from the right) moderated the event and provided simultaneous translations.

Obr. 4. M. Kohút pri čítaní stanoviska SGS.

Fig. 4. M. Kohút reading the message of the Slovak Geological Society.

Obr. 5. Dr. Baksa vo svojom príspevku načrtol paralelu medzi historickou udalosťou a súčasnosťou aj s možnosťami vzájomnej spolupráce do budúcnosti.

Fig. 5. Dr. Baksa in his contribution presented a parallel to historical event with possibilities of extended future collaboration.

Obr. 6. Predstavitelia Maďarskej geologickej spoločnosti (Magyarhoni Földtani Társulat) Dr. Baksa a Dr. Cserny (druhý sprava) v „obkľúčení“ médií.

Fig. 6. Representatives of the Hungarian Geological Society (Magyarhoni Földtani Társulat) Dr. Baksa and Dr. Cserny (second from the right) under siege of media.

Obr. 7. Slávnostný prípitok, zľava Dr. Cserny, Dr. Kohút, Dr. Baksa, Dr. Uher, páter Vagaš, starosta Kucej a Dr. Gáal.

Fig. 7. Solemn drink, from the left: Dr. Cserny, Dr. Kohút, Dr. Baksa, Dr. Uher, Pater Vagaš, Mayor Kucej and Dr. Gáal.

Obr. 8. Dr. Kohút, Dr. Uher a Dr. Cserny pred pamätnou tabuľou, umiestnenou na priečelí kaštieľa v roku 1994.

Fig. 8. Dr. Kohút, Dr. Uher and Dr. Cserny in front of the commemorative plaque from 1994, located on the mansion facade.

(Fotodokumentácia/Photo documentation: M. Kohút and T. Cserny).

a Maďarov v Karpatsko-panónskej oblasti prinieslo pre oba národy množstvo pozitív v sociálnej a kultúrnej oblasti. Po referáte pána Tótha mali krátky príhovor aj zástupcovia Csemadoku, pán Galcsík a pani Hahnová. Nasledovalo kladenie vencov a kvetov k pamätnej tabuli, ktoré predstavitelia Spoločnosti Božieho Slova, páter Peter Vagaš v slovenčine a páter Bartolomej Baráth v maďarčine, posvätili. Na záver oficiálni predstavitelia Geoparku Novohrad – Nógrád, členovia Globálnej siete geoparkov, vyzdvihli význam cezhraničnej spolupráce na príklade svojho geoparku ako spoločné propagovanie prírodných krás a umu ľudí regiónu.

Po skončení oficiálneho programu MGS pozvala prítomných na slávnostný prípitok a neformálne rozhovory sa presunuli do interiéru kaštieľa. Predstavitelia MGS Dr. Baksa Csaba – predseda spoločnosti a Dr. Cserny Tibor – generálny sekretár – pri rozhovoroch so zástupcami slovenskej geológie (prof. Pavlom Uherom a dr. Milanom Kohútom) opätovne prejavili záujem o vzájomnú spoluprácu, čo je aj prianie slovenských profesionálnych organizácií. Zaujímavé je, že táto akcia prilákala aj pozornosť médií, boli tu dva televízne štáby z lokálnych TV a viacerí fotoreportéri z obidvoch strán hranice.

Príloha: Vyjadrenie RV SGS k Spomienkovej slávnosti k 165. výročiu založenia Uhorskej geologickej spoločnosti

Statement of the Slovak Geological Society

to the eventful day of the Hungarian and Slovak geological societies

It was a great idea of five wise men – namely František Kubínyi, his brother Augustín Kubínyi, Ján Pettko, Kristián A. Zipser and Jozef Marchan who decided on the January 3rd 1848 to sign *Preamble for creation of the Hungarian Geological Society* in the Vidiná (Videfalva) – manor house of Kubínyi´s family. It is important to know that it was in time when similar professional societies were commonly established – e.g. the Geological Society of London was founded in 1807, the French Geological Society has been established in 1830, the German Geological Society in 1848, the Italian Geological Society in 1881, the Geological Society of America™ was founded in 1888 and Austrian (Österreichische) Geological Society in 1907. Due to social and political situation it took long way and real establishment was accomplished on the May 25th 1850 in Buda.

The Slovak Geological Society (SGS) respects ideas of these five educated men nowadays, and accepts the heritage of their effort realised in 1848 year for spreading geology to the social and professional level in former Hungary. The SGS is appreciating the Hungarian Geological Society (HGS) as a non-profit professional society popularizing geo-sciences in Hungary at present, and we wish the HGS prosperous future with lot of successful meetings, important conferences and enough smart men publishing high level papers in renowned international journals. The SGS would like to be a real partner for the HGS in social and scientific levels for fulfilling of the common heritage that was established by the enlightened professionals in Vidiná on the January 3rd 1848. We believe that the SGS and HGS as standard geo-societies in European realm, having good neighbourly relations, would like to maintain these ideas and heritage for the future progress of Carpathian-Pannonian geology.

In Bratislava on the April 18th 2013

11th CETeG Meeting – Várgesztes, Hungary, 24.–27. April 2013
Geological and tectonic setting of the Vértes and Gerecse Hills

11. stretnutie CETeG – Várgesztes, Maďarsko, 24. – 27. apríl 2013
Geologická a tektonická stavba pohorí Vértes a Gerecse

Zoltán Németh
State Geological Institute of Dionýz Štúr, regional centre, Jesenského 8, SK-040 01 Košice, Slovak Republic

Abstract: *Report describes the course of the 11th CETeG meeting held in Várgesztes, Hungary, on 24.–27. April 2013. The conference was preceded by the whole-day field excursion presenting Mesozoic deformation of the Gerecse and Vértes Hills located in the northern part of Transdanubian Range. Scientific program of the conference (25.–26. April 2013) consisted of 38 lectures in 8 sessions devoted to neotectonics of central Europe, Tertiary structural evolution and geodynamics of Carpathian orogenic belt, Pannonian Basin, Alps, Dinarides and Hellenides, as well as Variscan deformation in Bohemian Massif and other parts of Variscan belt. The post-conference excursion was devoted to Cenozoic deformation of the Vértes Hills in the northern part of Transdanubian Range.*

Key words: *CETeG, tectonics, structural geology, Transdanubian Range, Vértes Hills, Gerecse Hills, Hungary*

11th meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG) was held on 24.–27. April 2013 in holiday resort Várgesztes in western Hungary. The main organizers of the meeting were László Fodor and Szilvia Kövér from Hungarian Academy of Sciences at Eötvös Univerzity, being simultaneously the editors of Abstract Book, issued by Geological and Geophysical Institute of Hungary, as well as Field Guidebook, based on Acta Mineralogica-Petrographica, issued by University of Szeged. Logistics was provided by Elica Winchester.

Traditional pre-congress excursion on 24. April 2013 was focussed on Mesozoic deformation processes in Gerecse and Vértes Hills located in northern part of the Transdanubian Range. Besides L. Fodor and S. Kövér, the excursion was co-organized by Orsolya Stanó from Eötvös Univerzity.

First excursion stop – 3 km to N of Tardos village in the eastern margin of the Nyerges Hill in Gerecse Hills – has presented tectonic contacts of the Lower Jurassic limestones of Hierlatz Fm. with Upper Triassic Dachstein limestones. The Jurassic syn-sedimentary faults have manifested only partial post-Jurassic reactivation.

Next excursion localities in the Gerecse Hills were localized in the southern surrounding of the Lábatlan village. In abandoned part of the Tölgyhát quarry (recently the natural reserve owing to precious flora) participants have observed the Jurassic deformation of Jurassic rock sequence. Next abandoned quarry Ördöggát has revealed the Lower Cretaceous (Valanginian) synsedimentary deformation structures – slides and related fault structures and foliations. Large active quarry in Bersek Hill provided excellent outcrops of the main part of Bersek Marly Formation with various Lower Cretaceous synsedimentary deformation structures, slides, syn-lithification discontinuities, with their subsequent re-activation in Eocene and post-Eocene period.

Next stop ca 3 km to N of the Környe village has provided panoramatic view on fold setting of Upper Triassic Dachstein limestones in the southern part of the Gerecse Hills in surrounding of the town of Tatabánya.

11. stretnutie Skupiny stredoeurópskych tektonických štúdií (CETeG – Central European Tectonic Studies Group) sa konalo 24. – 27. apríla 2013 v západnom Maďarsku v lokalite Várgesztes. Hlavnými organizátormi podujatia boli László Fodor a Szilvia Kövér z Maďarskej akadémie vied a Univerzity Eötvös Lóránd, ktorí boli súčasne aj redaktormi zborníka abstraktov, vydaného Maďarským geologickým a geofyzikálnym ústavom, a tiež Exkurzného sprievodcu na báze periodika Acta Mineralogica-petrographica, vydaného Univerzitou v Szegede. Logistiku podujatia zabezpečovala Elica Winchester.

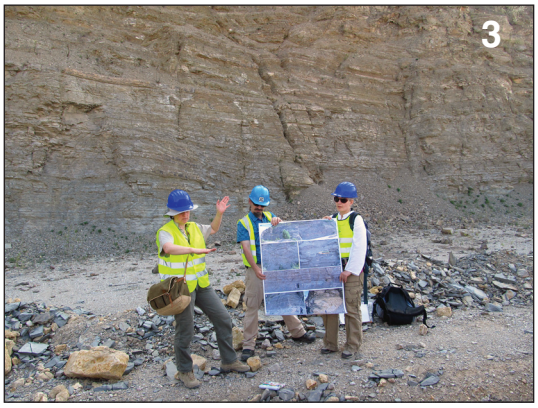
Tradičná predkonferenčná exkurzia 24. apríla 2013 bola zameraná na mezozoické deformačné pochody v pohoriach Gerecse a Vértes v severnej časti Zadunajského stredohoria (Transdanubian range). Spoluorganizátorkou predkongresovej exkurzie bola popri L. Fodorovi a S. Kövérovej aj Orsolya Stanó z Univerzity Eötvös Lóránd.

Na prvej exkurznej zastávke – 3 km na S od obce Tardos na východnom okraji vrchu Nyerges v pohorí Gerecse – boli prezentované tektonické kontakty spodnojurských vápencov hierlatzkého súvrstvia s vrchnotriasovými dachsteinskými vápencami, pričom jurské syn-sedimentárne zlomy sa vyznačovali len čiastočnou pojurskou reaktiváciou.

V ďalších exkurzných lokalitách v pohorí Gerecse bol veľký priestor venovaný južnému okoliu pohraničnej obce Lábatlan. V opustenej časti kameňolomu Tölgyhát (v súčasnosti prírodnej rezervácii z dôvodu výskytov vzácnej flóry) sa účastníci oboznámili s preukázateľne jurskými deformáciami jurskej horninovej sukcesie. Následne v ďalšom opustenom lome Ördöggát boli prezentované spodnokriedové (valanžinské) synsedimentárne deformačné štruktúry – sklzy a súvisiace zlomové štruktúry a foliácie. Veľký aktívny kameňolom na vrchu Bersek poskytol vynikajúce odkryvy hlavnej časti slienitej formácie Bersek s rôznymi spodnokriedovými synsedimentárnymi deformačnými štruktúrami, sklzmi, a syn-litifikačnými diskontinuitami, s ich následnou reaktiváciou v eocénnom a poeocénnom období.


1


2


3


4


Domain Two: Normal shear zone overprinting thrust shear zone
5


6


7


8

In the end of pre-congress excursion its participants became familiar with the Véressomló thrust cutting three--times the forest road in Sarvas-kút area south of Tatabánya town (northern part of the Vértes Hills). In all presented profiles the older Triassic limestones were located in tectonic position over younger Cretaceous limestones.

The scientific program of the conference (25.–26. April 2013) consisted of 38 lectures in 8 sessions devoted to neotectonics of central Europe, Tertiary structural evolution and geodynamics of Carpathian orogenic belt, Pannonian Basin, Alps, Dinarides and Hellenides, as well as Variscan deformation in Bohemian Massif and other parts of Variscan belt. In total number of 38 lectures there were presented also new findings concerning deformation mechanisms and kinematics/dynamics of shear zones.

The CETeG meetings traditionally emphasize the support and participation of young geoscientists, incl. undergraduate and graduate students. They presented new results commonly in posters. The closing ceremony of the conference was accompanied with awarding of winners in three categories.

Ďalšia zastávka cca 3 km na S od obce Környe poskytla panoramatický výhľad na vrásovú stavbu vrchnotriasových dachsteinských vápencov v južnej časti pohoria Gerecse v susedstve mesta Tatabánya.

V závere predkongresovej exkurzie sa jej účastníci oboznámili s prešmykom Véressomló v záreze lesnej cesty v oblasti Sarvas-kút, južne od mesta Tatabánya (severná časť pohoria Vértes). Cesta narezávala zlom trikrát, pričom vo všetkých prípadoch sa staršie triasové vápence nachádzali v tektonickej pozícii nad mladšími kriedovými vápencami.

Odborný program konferencie (25. – 26. apríl 2013) pozostával z ôsmich sekcií, venovaných neotektonike strednej Európy, terciérnej štruktúrnej evolúcii a geodynamike Karpatského orogénneho pásma, Panónskeho bazénu, Álp, Dinaríd a Heleníd, rovnako ako variskej deformácii Českého masívu a ďalšej časti variscíd. Prezentované boli aj nové poznatky o deformačných mechanizmoch a kinetike/dynamike strižných zón. Dohromady odznelo 38 prednášok.

Odborné stretnutia CETeG tradične kladú dôraz na podporu a účasť mladých bádateľov z radov študentov, doktorandov

Fig. 1. Excursion guides László Fodor and Szilvia Kövér describing Jurassic deformation, localized in Jurassic sequence, to Stefan M. Schmid (Switzerland) and other participants. Abandoned Tölgyhát quarry, 24. 4. 2013.

Obr. 1. Exkurzní sprievodcovia László Fodor a Szilvia Kövér popisujú jurskú deformáciu zistenú priamo v jurských sekvenciách Stefanovi M. Schmidovi (Švajčiarsko) a ďalším účastníkom. Opustený kameňolom Tölgyhát, 24. 4. 2013.

Fig. 2. Lower Cretaceous (Valanginian) synsedimentary deformation structures – slides and related fault structures and foliations, presented in abandoned quarry Ördöggát, 24. 4. 2013.

Obr. 2. Spodnokriedové (valanžinské) synsedimentárne deformačné štruktúry – sklzy a súvisiace zlomové štruktúry a foliácie, prezentované v opustenom kameňolome Ördöggát, 24. 4. 2013.

Fig. 3. Orsula Stanó (left) presenting Valanginian-Barremian slides, syn-sedimentary and syn-lithification faults, as well as their Eocene and post--Eocene reactivation, Bersek Hill quarry. Right: László Fodor and Szilvia Kövér, 24. 4. 2013.

Obr. 3. Orsula Stanó (vľavo) prezentujúca valanžinsko-barremské sklzy, synsedimentárne a synlitifikačné zlomy a ich eocénnu a poeocénnu reaktiváciu, kameňolom na vrchu Bersek. Vpravo: László Fodor and Szilvia Kövér, 24. 4. 2013.

Fig. 4. Petr Jeřábek, the winner of the Radek Melka price for the best published scientitic work of the author up to 35 years, is awarded by Zdeněk Venera, the director of the Czech Geological Survey (left), 26. 4. 2013.

Obr. 4. Petr Jeřábek, víťaz ceny Radka Melku za najlepšiu publikovanú vedeckú prácu autora do 35 rokov, preberá výhru od Zdenka Veneru, riaditeľa Českej geologickej služby (vľavo), 26. 4. 2013.

Fig. 5. Melanie Finch (Australia) during her presentation about the Zanskar shear zone in NW Himalaya. This presentation won the category of the best student lecture, 26. 4. 2013.

Obr. 5. Melanie Finch (Austrália) počas prednášky o strižnej zóne Zanskar v SZ Himalájach. Víťazná prezentácia v kategórii Najlepšia študentská prednáška, 26. 4. 2013.

Fig. 6. Zita Bukovská, the winner of the price for the best student poster, 26. 4. 2013.

Obr. 6. Zita Bukovská, víťazka ceny o najlepší študentský poster, 26. 4. 2013.

Fig. 7. Post-conference excursion: László Fodor (second from the right) lecturing in the area of Csókakö castle and abandoned quarry about the kinematics of faults representing individual branches of the regionally significant Mór fault, forming south-western limitation of the Vértes Hills, 27. 4. 2013.

Obr. 7. Pokonferenčná exkurzia: pri hrade a opustenom kameňolome Csókakö László Fodor (druhý sprava) vysvetľuje kinematiku zlomov vytvárajúcich jednotlivé vetvy regionálne významného zlomu Mór, spôsobujúceho juhozápadné ukončenie pohoria Vértes, 27. 4. 2013.

Fig. 8. Participants at one of fault segments in the abandoned Gánt bauxite open pit mine. Their formation and kinematics is explained by the transtensional relay ramp model, 27. 4. 2013.

Obr. 8. Účastníci pri jednom z početných zlomových segmentov v opustenej povrchovej dobývke na bauxit pri obci Gánt. Vznik zlomov a ich kinematika sa vysvetľuje modelom transtenznej segmentovanej rampy, 27. 4. 2013.

The names of winners and awarded works are listed at the end of this report.

The post-conference excursion, focussed on Cenozoic deformation in the northern part of the Transdanubian Range in Vértes Hills, has started in close neighbourhood of the conference locality – on Várgesztes castle. Panoramatic view from the upper part of the walls familiarized participants with the Lower Miocene dextral Várgesztes shear fault, as well as sinistral faults forming pull-apart depressions.

Next visited castle and abandoned quarry Csókakö presented significant regional Mór fault, bounding Vértes Hills from the south-west. The total displacement along this fault is estimated to 1 000–1 200 m. Fault simultaneously forms north-eastern boundary of the Mór graben.

Panoramatic view from the Lóállás excursion stop at the village of Csákberény towards ESE has showed participants the NW–SE trend of Paleogene-Miocene fault with following neotectonic activation by transversal faults.

Abandoned superficial bauxite quarry at the village of Gánt provided an excellent oportunity to study the fault geometry. The system trending NW–SE, bounding the deposit from NE, has demonstrated sinistral shearing. Next system generally trending E–W to ENE–WSW, forming southern boundary of the deposit, was dextral. Fault systems contain en echelon segments with mutual distance 100–200 m. The origin of morphological depression with the bauxite deposit is explained by the transtensional relay ramp model.

Final locality of the post-conference excursion was situated in eastern limitation of the Vértes Hills at Csákvar village. Morphologically distinctive scarp of north-south course was formed with Miocene and younger faults having vertical displacement amplitude 400–600 m. This locality – after the steep climbing on the mountain edge – has provided unforgettable view on whole Pannonian Basin and represented also the symbolic end of the 11th CETeG meeting. In this place, participants expressed their firm decision to participate also in next tectonic conference CETeG 2014, which will take place in Sudetes in Poland.

či mladých vedeckých pracovníkov. Ich prezentácie boli spravidla vo forme posterov. Počas záverečného ceremoniálu sa uskutočnilo odovzdávanie cien víťazom jednotlivých kategórií. Mená víťazov a víťazné diela sú uvedené v závere tohto príspevku.

Pokonferenčná exkurzia, zameraná na kenozoickú deformáciu v severnej časti Zadunajského stredohoria v pohorí Vértes, začala v bezprostrednom susedstve konferenčnej lokality – na hrade Várgesztes. Panoramatický výhľad z vrchnej časti hradieb oboznámil účastníkov so spodnomiocénnym pravostranným strižným zlomom Várgesztes a tiež s ľavostrannými zlomami, vytvárajúcimi pull-apartové depresie.

Ďalší navštívený hrad a opustený kameňolom Csókakö prezentovali regionálne významný zlom Mór, ohraničujúci pohorie Vértes od juhozápadu. Celkový posun v tomto zlome dosiahol 1 000 – 1 200 m. Zlom súčasne vytvára severovýchodnú hranicu grabenu Mór.

Panoramatický výhľad z exkurznej zastávky Lóállás pri obci Csákberény smerom na VJV umožnil účastníkom oboznámiť sa so SZ – JV priebehom paleogénno-miocénneho zlomu s následnou neotektonickou aktiváciou priečnymi štruktúrami.

Opustené povrchové dobývky na bauxit pri obci Gánt boli výbornou príležitosťou na štúdium geometrie zlomov. Systém priebehu SZ – JV, ohraničujúci ložisko od SV, vykazoval ľavostranné strihy. Ďalší systém generálne V – Z až VSV – ZJZ priebehu, tvoriaci jeho južné ohraničenie, bol pravostranný. Zlomové systémy obsahujú enechelonovité segmenty, pričom vzájomná vzdialenosť segmentov je 100 – 200 m. Vznik morfologickej depresie s ložiskom bauxitu sa vysvetľuje modelom transtenznej segmentovanej rampy (relay ramp).

Záverečná lokalita pokonferenčnej exkurzie bola situovaná na východnom ohraničení pohoria Vértes pri obci Csákvar. Morfologicky výrazný zráz severo-južného priebehu bol vytvorený miocénnymi a mladšími zlomami s vertikálnou amplitúdou pohybu 400 – 600 m. Táto záverečná lokalita – po strmom výstupe na hranu pohoria – poskytla nezabudnuteľný výhľad na celú Panónsku nížinu a bola aj symbolickým ukončením 11. stretnutia CETeG. Účastníci na tomto mieste vyjadrili pevné rozhodnutie zúčastniť sa aj ďalšej tektonickej konferencie CETeG 2014, ktorá sa uskutoční na Sudetách v Poľsku.

Awarded scientific outputs of young scientists/Ocenené vedecké výstupy mladých geovedcov

Best paper of scientist up to 35 published in 2012 – Radek Melka Prize:

Jeřábek, P., Lexa, O., Schulmann, K. & Plašienka, D., 2012: Inverse ductile thinning via lower crustal flow and fold-induced doming in the West Carpathian Eo-Alpine collisional wedge. Tectonics, 31, 1–26.

Best student oral presentation during the CETeG conference – Staszek Brud Award:

Finch, M., Hasalová, P., Weinberg, R. F. & Fanning, M., 2013: Switch from thrusting to extension in the Zanskar Shear Zone, NW Himalaya: Structural and metamorphic evidence. Occasional Papers of the Geological and Geophysical Institute of Hungary, Vol. 1, 4–5.

Best student poster during the CETeG conference:

Bukovská, Z. & Jeřábek, P., 2013: The progressive development of shear bands in orthogneiss of the South Armorican Shear Zone, France. Occasional Papers of the Geological and Geophysical Institute of Hungary, Vol. 1, 14–15.

Laudatio k 70. narodeninám RNDr. Ota Mika, CSc.

Greetings to 70th birthday of RNDr. Oto Miko, CSc.



Začiatkom apríla sme si pripomenuli životné jubileum – sedemdesiat rokov – významného petrografa kryštalinika Západných Karpát RNDr. Ota Mika, CSc.. Narodil sa 3. apríla 1943 v Piešťanoch v intelektuálnej rodine bankového úradníka. Už od detstva mal rád prírodu, často sprevádzal otca na vychádzkach do Považského Inovca, najmä na obľúbenú vyhliadku na Zlatom vrchu. Pri rozhodovaní, či sa v budúcnosti stať lesníkom alebo geológom, zvíťazila geológia, a tak po skončení základnej školy v rodnom meste v roku 1957 jeho kroky viedli na Strednú priemyselnú školu geologicko-banícku v Spišskej Novej Vsi. Počas letných prázdnin pracoval ako pomocný robotník na vrtných súpravách geologického prieskumu. Geologickú priemyslovku absolvoval v roku 1961 a hneď sa zapísal na Prírodovedeckú fakultu Univerzity Komenského v Bratislave (PF UK). Počas štúdia „fuxoval" Dr. V. Durovičovi, Dr. D. Hovorkovi a Dr. A. Klincovi pri terénnych prácach. Robil tiež pomocnú vedeckú silu na Katedre petrografie PF UK u neskoršieho profesora Dr. Dušana Hovorku, jedného z iniciátorov výskumu akcesorických minerálov na Slovensku, pod vedením ktorého neskôr pracoval na diplomovej práci *Petrografia a ťažké minerály hornín kryštalinika Žiaru,* ktorú obhájil v roku 1966. V poslednom ročníku vysokej školy sa zamestnal na polovičný úväzok v Geologickom ústave Dionýza Štúra, po skončení vysokej školy pracoval na plný úväzok a stal sa petrografom oddelenia *kryštalinika*. V októbri 1968 prešiel na internú ašpirantúru k profesorovi Jakubovi Kamenickému na PF UK, kde riešil tému migmatitických hornín ZK. V januári 1971 sa vracia do GÚDŠ. Svoju prácu v oblasti migmatitov ZK zavŕšil v roku 1975 archivovanou správou, v ktorej podal deskriptívnu klasifikáciu týchto hornín podľa Sederholma (1907) a Mehnerta (1971) spolu s príkladmi zo západokarpatského kryštalinika. Neskôr, popri práci v Geologickom ústave Dionýza Štúra, robil dizertačnú prácu externou formou na Leningradskej štátnej univerzite v ruskom Petrohrade pod vedením prof. N. F. Šinkareva, DrSc.. Kandidátsku dizertačnú prácu s názvom *Metamorfné a magmatické komplexy východnej časti Nízkych Tatier (Západné Karpaty, ČSSR)* obhájil v októbri roku 1980. Titul RNDr. získal rigoróznou skúškou v roku 1981.

Hneď po nástupe do GÚDŠ sa zapojil do výskumu kryštalinika východnej časti Nízkych Tatier, pričom jeho petrografické zistenia boli využité v neskôr publikovanej mape (Klinec, A., 1976: Geologická mapa Slovenského rudohoria a Nízkych Tatier v mierke 1 : 50 000). Okrem práce na petrografickom spracovaní kryštalinika v rámci riešených mapových listov v mierke 1 : 25 000 vyhodnocoval kryštalinikum z podložia stredoslovenských neovulkanitov, z hydrogeologických vrtov rôznych oblastí Slovenska, ako aj z hlbokých vrtov vo flyšovom pásme. Jeho srdcovou záležitosťou sa stali južné svahy ďumbierskych Nízkych Tatier, kde sa stal redaktorom mapového listu Jasenie (Miko et al., 1977) a v období scheelitového (wolfrámového) boomu v rokoch 1979 – 1983 spolupracoval na petrografickom vyhodnotení hornín zrudnených oblastí. Výrazne sa zapísal do poznania nižšie metamorfovaných vulkano-sedimentárnych komplexov v oblasti Jánovho Grúňa a kraklovskej formácie veporického kryštalinika. Venoval sa turmalinickým horninám a ich vzťahu k paleovulkanizmu, geochémii mylonitických granitických hornín, petrograficky spracoval devónske metasedimentárne horniny vo veporiku, ktoré boli následne stratigraficky – palynologicky – vekovo určené. Oto bol novátorom; keď GÚDŠ zakúpil elektrónový rastrovací mikroskop (scan), využil túto možnosť na vyhodnotenie habitusu akcesorických minerálov z diplomovej práce. Podieľal sa na aplikovaní grafitového termometra v ZK. Oslávenec je spoluautorom 3 publikovaných máp v mierke 1 : 50 000, a to Nízke Tatry (Biely et al., 1992), Lúčanská Malá Fatra (Rakús et al., 1993) a Turčianska kotlina (Gašparík et al., 1993), a je aj spoluautorom publikovaných vysvetliviek k týmto mapám (Gašparík et al., 1995; Biely et al., 1997). Celkovo má oslávenec v archíve ŠGÚDŠ/Geofondu zaregistrovaných 48 odborných správ. Slušná jazyková výbava (nemčina, ruština, angličtina) umožnila Otovi zapojiť sa do medzinárodnej spolupráce, ktorá v minulých časoch bola fókusovaná najmä na krajiny bývalého Sovietskeho zväzu. Ku cti oslávencovi slúži, že túto možnosť využil nielen na „výmennú turistiku", ale aj na vyprodukovanie množstva publikácií, čo bol však aj dôsledok osobného priateľstva s profesormi Šengeliom, Korikovským, Kotovom a ďalšími kolegami z Geologického ústavu Gruzínskej akadémie vied v Tbilisi, Ruskej akadémie vied v Moskve a Ústavu prekambria v Petrohrade. Úzko spolupracoval aj s inými geologickými organizáciami a zúčastnil sa viacerých zahraničných stáží a exkurzií. Intenzívne sa zaoberal aj priblížením práce geológov Ríšskeho (c. k.) geologického ústavu vo Viedni z polovice 19. storočia pre súčasnú geológiu na Slovensku, zvlášť skúmal dielo D. Štúra a význam mapy F. R. V. Hauera (1869 – Ed.). Jubilant bol od opätovného spojenia s oddelením paleozoika v roku 1980 do *oddelenia predmezozoických útvarov* v GÚDŠ zástupcom vedúceho oddelenia a po smrti Dr. Bajaníka v roku 1986 stal sa vedúcim tohto oddelenia. V roku 1990 sa rozhodol prenechať

vedenie oddelenia mladším kolegom, aby sa mohol viac venovať množstvu rozpracovaných problémov. Vypracoval mnoho odborných posudkov výskumných a vedeckých prác, dizertačných a diplomových prác, ako aj recenzií. Okrem publikácií uvedených v priloženom zozname jubilant zverejnil tiež desiatky vedecko-popularizačných a múzejníckych článkov v rôznych periodikách (Krásy Slovenska, Pamiatky a múzeá, Múzeum, Zberateľ, Numizmatika a i.). Keď sa v roku 1994 uvoľnilo miesto kustóda mineralogicko-petrografických zbierok v Prírodovednom múzeu Slovenského národného múzea v Bratislave (PM SNM), prijal pozvanie a službu v GÚDŠ po viac ako 27 rokoch ukončil. Tu treba oceniť, že sa zaslúžil o nový vzhľad a expozíciu vystavovaných exponátov, ako aj o prestavbu mineralogických a petrografických zbierok SNM na Vajanskom nábreží. Stal sa členom ústavnej a vedeckej rady Prírodovedného múzea SNM, v rokoch 1994 – 2003 bol hlavným organizátorom Medzinárodných stretnutí zberateľov nerastov a skamenelín, spolupracoval aj pri mnohých ďalších výstavných a prezentačných aktivitách PM SNM. Po dosiahnutí dôchodkového veku odišiel v roku 2003 na zaslúžený odpočinok.

Oto dlhé roky pracoval vo výbore Slovenskej geologickej spoločnosti, najmä jej Bratislavskej pobočky. Ako školiteľ viedol viacerých diplomantov, vždy bol ochotný pomôcť mladým začínajúcim kolegom nielen s odbornými problémami, ale aj nezištnou priateľskou pomocou mimo brány ústavu. Ako empatický človek v časoch, keď viedol odbory v GÚDŠ, neraz sa stal „bútľavou vŕbou“ pre rôzne problémy kolegov a miestami aj mediátorom pre odborné a ľudské nezhody spolupracovníkov. S manželkou Vierkou, ktorá skončila učiteľskú aprobáciu „geológia – chémia“, majú dcéru a syna. Voľné chvíle a dovolenku najčastejšie využíval na zveľaďovanie chalupy v Jasení.

Tvorivá a obetavá práca jubilanta bola viackrát ocenená. V mene bývalých spolupracovníkov želáme oslávencovi veľa zdravia a pohodu v osobnom živote.

Milan Kohút

Zoznam publikácií v chronologickom poradí:

Miko, O., 1972: Recenzia práce: Hovorka, D.: Katalóg chemických analýz eruptívnych a metamorfovaných hornín kryštalinika, paleozoika a mezozoika Západných Karpát Slovenska a ich minerály. *Geol. Práce, Spr., 59, 311 – 312.*

Hovorka, D. (ed.), Klinec, A., Konečný, V., Lexa, J., Snopko, L., Kubíny, D., Miko, O., Kahan, Š., Valach, J., Miháliková, A., Brlay, A., Karolus, K., Karolusová, K., Forgáč, J. & Dublan, Š., 1973: Core Mountains and Veporide Crystalline Complexes, Paleozoic Gemerides and Neovolcanics of Central Slovakia. *In: X. KBGA kongres, Bratislava Excursion C, 3 – 70.*

Klinec, A. & Miko, O., 1973: Kryštalinikum v podloží neogénu JV od Veľkého Krtíša. *Geol. Práce, Spr., 61, 183 – 187.*

Kovnurko, G. M. & Miko, O., 1973: Výuka geológie na Leningradskej štátnej univerzite. *Geol. Práce, Spr., 61, 331 – 334.*

Miko, O., 1973: Geologická stavba SZ časti Ladožského jazera (Baltický štít). *Miner. Slov., 5, 1, 73 – 74.*

Klinec, A., Planderová, E. & Miko, O., 1975: Staropaleozoický vek hronského komplexu veporíd. *Geol. Práce, Spr., 63, 95 – 104.*

Karolus, K. & Miko, O., 1975: Kryštalinikum v podloží neovulkanitov Pohronského Inovca pri Novej Bani. *Geol. Práce, Spr., 63, 165 – 171.*

Miko, O., et al., 1976: Neovulkanizm i kristallíčeskije massiva Centralnych Zapadnych Karpat. Simposium po probl. petrogenezisa i geochimii geol. processov. Putevod. Eksk. B. *Vyd. GÚDŠ, Bratislava.*

Miko, O. & Határ, J., 1976: Kryštalinikum Žiaru: nové poznatky o stavbe; akcesorické minerály. *Miner. Slov., 8, 4, 335 – 354.*

Miko, O. & Siegel, K., 1977: Správa o zasadnutí II. pracovnej skupiny projektu IGCP. *Geol. Práce, Spr., 68, 259 – 261.*

Planderová, E. & Miko, O., 1977: Nové poznatky o veku kryštalinika veporíd na základe peľovej analýzy. *Miner. Slov., 9, 4, 275 – 294.*

Miko, O., et al., 1977: Jubileum prof. RNDr. Jakuba Kamenického. *Čas. Mineral. Geol., 22, 2, 213 – 214.*

Bajaník, Š., Chmelík, J. & Miko, O., 1978: Drevnepaleozojskij vulkanizm Zapadnych Karpat. Materialy XI. Kongr. KBGA. *Vyd. Naukove Dumke, Kijev, s. 341.*

Miko, O. & Hovorka, D., 1978: Kremito-turmalinické horniny veporidného kryštalinika Nízkych Tatier. *Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Metalogen., 5, 7 – 28.*

Šengelia, D. M., Miko, O. & Bezák, V., 1978: Stanovenie stupňa regionálnej metamorfózy hornín hronského komplexu veporidného kryštalinika pomocou grafitového termometra. *Miner. Slov., 10, 4, 321 – 328.*

Bajaník, Š., Biely, A., Miko, O. & Planderová, E., 1979: O paleozoickom vulkanicko-sedimentárnom komplexe Prednej Hole (Nízke Tatry). *Geol. Práce, Spr., 73, 7 – 28.*

Bajaník, Š., Hovorka, D., Miko, O. & Vozár, J., 1981: Predterciérny vulkanizmus Západných Karpát. *In: Paleovulkanizmus Západných Karpát. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, 27 – 39.*

Miko, O., 1981: Staropaleozoický vulkanizmus veporidnej časti Nízkych Tatier. *In: Paleovulkanizmus Západných Karpát. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, 41 – 47.*

Miko, O., 1981: The Middle Palaeozoic volcanic-sedimentary layer of the Janov grun in the veporide crystalline complex in the Nízke Tatry Mountains (ČSSR). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 32, 4, 465 – 474.*

Hovorka, D. & Miko, O., 1982: Paleozoic volcanism – sources of anomaleous boron concentrations, the Western Carpathians crystalline complexes. *In: Symposium New mineral raw materials – NEMIRAM, Vyd. Ústř. Úst. geol., Praha, 85 – 87.*

Miko, O., 1982: Characterization of a volcanic-sedimentary formation in the eastern part of the Low Tatra Mts., Geotraverse C (West Carpathians). *IGCP No. 5, Newsletter 4, Padova – Bratislava, 49 – 51.*

Miko, O. & Pulec, M., 1982: Výsledky šlichového výskumu kryštalinika Žiaru. *Miner. Slov., 14, 5, 443 – 452.*

Miko, O., Kátlovský, V. & Cubínek, J., 1982: Zmeny minerálneho a chemického zloženia niektorých veporidných granitoidných hornín pri alpínskej metamorfóze. *In: Metamorfné procesy v Západných Karpatoch. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, 45 – 52.*

Miko, O., 1983: The comparison of some Paleozoic volcano--sedimentary complexes of the Western Carpathians. *In: Symposium on geochemistry of endogenous and exogenous processes. GÚ SAV, Bratislava, 111 – 123.*

Miko, O. & Lukáčik, E., 1983: Petrografia hornín kryštalinika oblasti sv. od Kyslej pri Jasení. *In: Scheelitovo-zlatonosné zrudnenie v Nízkych Tatrách. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, 39 – 47.*

Miko, O. in Fusán, O., et al., 1984: Guide to geological excursion in Czechoslovakia. Excursion 107 A: The West Carpathian Mts. Int. Geol. Congr. XXVII. Sess., Moskva. Vyd. ÚÚG Praha in Academia, Praha. Ibidem: Srednyj putevoditeľ (ruská verzia anglického originálu).

Határ, J. & Miko, O., 1985: Možnosti štúdia akcesorických minerálov v migmatitoch. *In: Akcesorické minerály. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, 57 – 64.*

Hraško, Ľ., Miko, O. & Határ, J., 1985: Akcesorické a ťažké minerály paleozoických metavulkanitov nízkotatranskej časti veporského kryštalinika. *In: Akcesorické minerály a ich význam ´85. ČSVTS BF VŠT, Košice, 39 – 46.*

Miko, O., Planderová, E. & Vozárová, A., 1985: Vymedzenie mladopaleozoických metasedimentov v kryštaliniku krakľovského pásma Veporíd (Horehronské Podolie). *Geol. Práce, Spr., 82, 77 – 88.*

Miko, O. in Bajaník, Š., et al., 1985: Excursion guide Variscan and pre-Variscan units of the West Carpathians. *IGCP No. 5. Field meeting, Vyd. GÚDŠ, Bratislava, 19 – 20 and 28.*

Miko, O., Pulec, M. & Határ, J., 1985: Vzťah akcesórií k horninovým komplexom kryštalinika Žiaru. *In: Akcesorické minerály. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, 51 – 55.*

Biely, A., Lukáčik, E., Miko, O., Vaškovský, I., Vozárová, A. & Vozár, J., 1986: Geologická mapa v mierke 1 : 25 000, list Nemecká. *Vyd. D. Štúra, GÚDŠ, Bratislava.*

Molák, B., Miko, O., Planderová, E. & Franců, J., 1986: Staropaleozoické metasedimenty na južných svahoch Nízkych Tatier v oblasti Jasenia. *Geol. Práce, Spr., 84, 39 – 63.*

Vaškovský, I., Brestenská, E., Hanzel, V., Kantor, J., Miko, O. & Vaškovská, E., 1986: Newer knowledge on geological conditions in the area of the southern part of Great Bratislava. *Region. Geol. Západ. Karpát, 21, 11 – 20.*

Klinec, A. & Miko, O., 1987: Tektonický vzťah komplexov veporického kryštalinika vo vrte KV-1 (Pohronská Polhora). *Geol. Průzk., 29, 4, 103 – 105.*

Koráb, T., Miko, O. & Határ, J., 1988: Kryštalinikum vo vrte Šariš-1. *Geol. Průzk., 30, 8, 230 – 233.*

Krist, E., Kristin, J. & Miko, O., 1988: The metamorphic development of the Nízke Tatry Mts. crystalline basement (Western Carpathians). *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 44, 137 – 162.*

Hraško, Ľ. & Miko, O., 1990: Akcesorické minerály niektorých granitoidov veporskej časti Nízkych Tatier. *Geol. Práce, Spr., 91, 15 – 26.*

Gašparík, J., Miko, O. & Žáková, E., 1991: Geologický vývoj juhozápadnej časti Turčianskej kotliny. *Geol. Práce, Spr., 92, 9 – 27.*

Biely, A., Beňuška, P., Bezák, V., Bujnovský, A., Halouzka, R., Ivanička, J., Kohút, M., Klinec, A., Lukáčik, E., Maglay, J., Miko, O., Pulec, M., Putiš, M. & Vozár, J., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier 1 : 50 000. Regionálne geologické mapy Slovenska. *Vyd. D. Štúra, GÚDŠ, Bratislava.*

Bezák, V. & Miko, O., 1992: Kryštalinikum na juhozápadnom okraji Slovenského rudohoria a jeho pokračovanie v podloží neovulkanitov. *Geol. Práce, Spr., 96, 19 – 24.*

Korikovsky, S. P. & Miko, O., 1992: Nízkoteplotné metasedimenty kraklovskej formácie veporického kryštalinika (Západné Karpaty). *Miner. Slov., 24, 5 – 6, 381 – 391.*

Gašparik, J., Halouzka, R., Bujnovský, A., Fojtík, I., Gorek, J., Haško, J., Lexa, J., Miko, O., Polák, M. & Rakús, M., 1993: Geologická mapa Turčianskej kotliny. *GÚDŠ, Bratislava.*

Miko, O. & Ivanička, J., 1993: Formácia Jánovho grúňa severovýchodne od Mýta pod Ďumbierom. *Miner. Slov., 25, 4, 274 – 276.*

Miko, O. & Korikovsky, S. P., 1993: Nízkostupňová premena metasedimentov veporického kryštalinika juhozápadne od Brezna. *Geol. Práce, Spr., 97, 39 – 46.*

Miko, O. & Nelišerová, E., 1993: Podoby Dionýza Štúra. *Pamiat. a Múz., 6, 38 – 39.*

Miko, O., 1993: Metasediments of the volcano-sedimentary formation of the Jánov Grúň hill Veporicum. Stop 7. *In: Pitoňák, P. & Spišiak, J. (eds.): PAEWCR Conference, Stará Lesná, Excursion guide, p. 50.*

Putiš, M., Miko, O., Pitoňák, P., Spišiak, J. & Uher, P., 1993: South Tatric-Veporic basement geology: Variscan nappes; Alpine thick – skinned and extensional tectonic (Low Tatra Mts.), Slovakia Ore Mts. – NW (Western Carpathians). *In: Pitoňák, P. & Spišiak, J. (eds.): PAEWCR Conference, Stará Lesná, Excursion guide, 31 – 43.*

Miko, O. & Samuel, O., 1993: Bibliografia Dionýza Štúra – práce z územia Slovenska. *Geol. Práce, Spr., 98, 125 – 131.*

Rakús, M., Elečko, M., Gašparík, J., Gorek, J., Halouzka, R., Havrila, M., Horniš, J., Kohút, M., Kysela, J., Miko, O., Pristaš, J., Pulec, M., Vozár, J., Vozárová, A. & Wunder, D., 1993: Geologická mapa Lúčanskej Malej Fatry. *GÚDŠ, Bratislava.*

Gubač, J., Gbelský, J., Határ, J., Lukáčik, E., Miko, O., Hraško, Ľ., Rapant, S. & Bodiš, D., 1994: Geochemický atlas tatridnej časti Nízkych Tatier 1 : 50 000. *Vyd. D. Štúra, GÚDŠ, Bratislava.*

Miko, O. & Korikovskij, S. P., 1994: Hercynian metamorphites in the some units of the North Veporicum crystalline. *In: Bezák, V. & Lukáčik, E. (eds.): Hercynian development of the Western Carpathians and some other segments of European Hercynides. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, s. 13.*

Miko, O. & Samuel, O., 1994: Život a dielo Dionýza Štúra (1827 – 1893). *In: Zbor. referátov zo seminára venovaného pamiatke 100. výročia úmrtia Dionýza Štúra. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava.*

Miko, O. & Korikovsky, S. P., 1994: Metamorphism of the Janov Grun Lower Paleozoic volcano-sedimentary formation (Veporic Unit, Western Carpathians). *Geol. Carpath., 45, 1, 57 – 65.*

Nelišerová, E. & Miko, O., 1994: Prírodovedné múzeum SNM ponúka spoluprácu. *Miner. Slov., 26, 2, 12.*

Korikovsky, S. P., Miko, O. & Grecula, P., 1994: Influence of P-T parameters and rock chemistry on mineral equilibria of the biotite subfacies of the low-temperature metamorphic complexes of Western Carpathians. *Petrology, 2, 6, 538 – 544.*

Pivec, E., Lang, M., Uher, P. & Miko, O., 1994: Výrastlice draselného živca z granitu Žiaru – variácie ich štruktúrneho stavu a chemického zloženia. *Miner. Slov., 26, 3, 165 – 170.*

Uher, P. & Miko, O., 1994: Biotiticko-amfibolický (mela)tonalit – kremitý diorit v granitoidnom masíve Žiaru. *Miner. Slov., 26, 5, 362 – 366.*

Gašparik, J., Halouzka, R., Miko, O., Gorek, J., Rakús, M., Bujnovský, A., Lexa, J., Panáček, A., Samuel, O., Gašpariková, V., Planderová, E., Snopková, P., Fendek, M., Hanáček, J., Modlitba, I., Klukanová, A., Žáková, E., Horniš, J. & Ondrejičková, A., 1995: Vysvetlivky ku geologickej mape Turčianskej kotliny 1 : 50 000. *Vyd. D. Štúra, GÚDŠ, Bratislava, 196 s.*

Miko, O., 1995: Neznáme podobizne priekopníkov geológie na Slovensku z druhej polovice 19. storočia. *Zbor. Slov. ban. Múz., Banská Štiavnica, 17, 17 – 24.*

Kotov, A. B., Miko, O., Putiš, M., Korikovsky, S. P., Salnikova, E. B., Kovach, V. P., Yakovleva, S. Z., 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, 2, 73 – 79.*

Miko, O., 1996: Petrografická charakteristika horninového materiálu z archeologického výskumu pri Budmericiach a Trnave. *Zbor. Slov. nár. Múz., XC, Archeológia, 6, 39 – 41.*

Miko, O., 1996: Petrografická charakteristika kamennej industrie z lokality medzi Bohdanovcami a Trnavou. *Zbor. Slov. nár. Múz., XC, Archeológia, 6, 122.*

Molák, B., Began, A., Bujnovský, A., Ďurkovič, T., Elečko, M., Gargulák, M., Grecula, P., Hók, J., Khun, M., Knésl, J., Miko, O., Polák, M., Pulec, M., Radvanec, M., Rojkovič, I., Siráňová, Z., Slavkay, M., Snopko, L., Snopková, P., Širáňová, V., Turan, J., Turanová, L. & Vozárová, A., 1996: Raw material potential of carbonaceous formations of Slovakia. *Geol. Práce, Spr., 101, 72 – 73.*

Nelišerová, E. & Miko, O., 1996: Outline of the geological structure of Western and Central Slovakia. M+M 3rd Internat. Conference of Mineralogy and Museums, BUDAPEST Hungary (Excursion Guide, Field trip E2, West and Central Slovakia), 7 – 8.

Nelišerová, E. & Miko, O., 1996: Mineralogical exhibition in Slovak National Museum, Bratislava. *Acta mineral. petrogr. (Szeged), XXXVII, Supplementum, p. 82.*

Biely, A., Bujnovský, A., Vozárová, A., Klinec, A., Miko, O., Halouzka, R., Vozár, J., Beňuška, P., Bezák, V., Hanzel, V., Kubeš, P., Liščák, P., Lukáčik, E., Maglay, J., Molák, B., Pulec, M., Putiš, M. & Slavkay, M., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier 1 : 50 000. *Vyd. D. Štúra, GÚDŠ, Bratislava, 232 s.*

Kohút, M. & Miko, O., 1997: Granitoidné horniny Žiaru – geochemické a petrotektonické implikácie. *Miner. Slov., 29, 3, Geovest., 11.*

Farkaš, Z. & Miko, O., 1998: Opáljaspisová sekera z Herlian. *AVANS 1996, 59.*

Kohút, M. & Miko, O., 1998: Granitoidy Žiaru. (Petrológia, mineralógia a geochémia magmatických a metamorfných procesov). *Miner. Slov., 30, 2, Geovest., 4.*

Uher, P., Černý, P., Chapman, R., Határ, J. & Miko, O., 1998: Evolution of Nb, Ta-oxide minerals in the Prašivá granitic pegmatites, Slovakia. I. primary Fe, Ti-rich assemblage. *Canad. Mineralogist, 36, 2, 525 – 534.*

Uher, P., Černý, P., Chapman, R., Határ, J. & Miko, O., 1998: Evolution of Nb, Ta-oxide minerals in the Prašivá granitic pegmatites, Slovakia. II. External hydrothermal Pb, Sb overprint. *Canad. Mineralogist, 36, 2, 535 – 545.*

Miko, O., 1999: Research of the k. k. Geologische Reichsanstalt (Vienna, Austria) in Slovakia during the period 1850 – 1869. *Abh. Geol. Bundesanstalt (Wien), 56, 1, 57 – 60.*

Miko, O. & Skladaný, M., 1999: Nález medeného centového závažia v Nízkych Tatrách. *Pamiat. a Múz., 1, 49 – 51.*

Hovorka, D. & Miko, O., 2000: Píšeme (a hovoríme) správne? *Scr. Fac. Univ. Masaryk, Geol., Brno, 27, 15 – 20.*

Miko, O., 2000: Príspevok k histórii geológie: Bádania c. k. Ríšskeho geologického ústavu vo Viedni na území dnešného Slovenska v rokoch 1850 – 1869. *Zbor. Slov. nár. Múz., prír. Vedy, 46, 15 – 22.*

Miko, O., 2001: Geologické mapovanie c. k. Ríšskeho geologického ústavu vo Viedni na území dnešného Slovenska (1850 – 1869). *In: Kováčová, M. & Hájek, M. (eds.): Historické mapy. Vyd. Kartografická spoločnosť SR, Bratislava, 83 – 87.*

Miko, O. & Dubíková, K., 2003: Zdravica jubilantovi prof. RNDr. Dušanovi Hovorkovi, DrSc.. *Miner. Slov., 35, 2, Geovest., 8 – 15.*

Méres, Š. & Miko, O., 2004: Geochémia rúl kryštalinika Žiaru. *Miner. Slov., 36, 2, Geovest., 12.*

Miko, O. & Petrík, I., 2004: Nový nález paleoryolitov typu S v Nízkych Tatrách. *Miner. Slov., 36, 2, Geovest., 7 – 8.*

Miko, O. in Okáli, J., Podušelová, G. & Vozárová, M., 2004: Múzejníctvo a zberateľstvo na Slovensku. Biografický slovník, zv. I. *Vyd. SNM a Zväz múzeí na Slovensku, Bratislava, 104 s.*

Preložené knihy:

Nelišerová, E. & Miko, O., 1995: Minerály. (Preklad z nemeckého originálu: Medenbach, O. & Sussieck-Fornefeld, C.: Mineralien). *Vyd. Ikar, Bratislava, 285 s.*

Miko, O. & Nelišerová, E., 1995, 2002: Drahé a ozdobné kamene. (Preklad z nemeckého originálu: Hochleitner, R.: Edelsteine und Schmucksteine). *Vyd. Slovart, Bratislava, 160 s.*

Nelišerová, E. & Miko, O., 1996, 2000: Drahé kamene. (Preklad z anglického originálu: Hall, C.: Gemstones). *Vyd. Osveta, Martin, 160 s.*

Miko, O. & Nelišerová, E., 1996: Minerály a kryštály. (Preklad z nemeckého originálu: Hochleitner, R.: Mineralien und Kristalle). *Vyd. Slovart, Bratislava, 255 s.*

Miko, O. & Nelišerová, E., 2001: Minerály a drahé kamene. (Preklad z nemeckého originálu, autor neuvedený: Mineralien und Edelsteine). *Vyd. Ikar, Bratislava, 224 s.*

Nelišerová, E. & Miko, O., 2005: Drahé kamene. (Preklad z anglického originálu: Hall, C.: Gemstones). *Vyd. Ikar, Bratislava, 160 s.*

Významné životné jubileá členov Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 2013

Significant jubilees of the members of the Slovak Geological Society in 2013

Päťdesiatroční jubilanti

Ing. Ľubomír Gazdačko
RNDr. Pavol Siman, PhD.
Prof. RNDr. Pavel Uher, CSc.

Šesťdesiatroční jubilanti

Prof. RNDr. Peter Andráš, CSc.
RNDr. Boris Antal, CSc.
RNDr. Milan Gargulák, CSc.
doc. RNDr. Peter Ivan, CSc.
Prof. RNDr. Dušan Plašienka, DrSc.
Prof. RNDr. Marián Putiš, DrSc.
doc. RNDr. Ján Spišiak, DrSc.
RNDr. Dušan Wunder, CSc.
doc. RNDr. Zlatica Ženišová, PhD.

Šesťdesiatpäťroční jubilanti

RNDr. Milan Havrila
RNDr. Ján Kráľ, CSc.

Sedemdesiatpäťroční jubilanti

doc. RNDr. Miroslav Hrašna, CSc.
RNDr. Jozef Hricko, CSc.
doc. RNDr. Jozef Jablonský, CSc.
Prof. RNDr. Igor Mucha, DrSc.
RNDr. Ľubor Slovák

Osemdesiatroční jubilanti

Prof. RNDr. Ján Harčár
Prof. RNDr. Dušan Hovorka, CSc.
RNDr. Pavel Ostrolucký
RNDr. Miroslav Slavkay, CSc.
doc. RNDr. Jozef Veselský, CSc.
RNDr. Julián Zelman, CSc.

Osemdesiatpäťročný jubilant

Prof. Ing. Ján Babčan, DrSc.

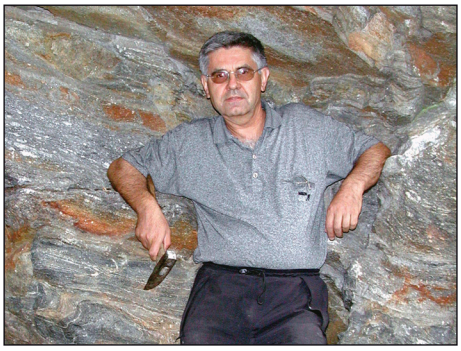
V mene celej geologickej verejnosti všetkým jubilantom srdečne blahoželáme a do ďalších rokov želáme veľa tvorivých síl a dobré zdravie.

RNDr. Ladislav Šimon, PhD.
predseda SGS

K šesťdesiatke profesora Mariána Putiša

Greetings to 60th birthday of Professor Marián Putiš

„Nesľubuj, že urobíš, nechváľ sa, že si urobil, ale nechaj svoju prácu, aby hovorila za teba.“ – povedal Jan Amos Komenský. V duchu výroku veľkého učiteľa národov oslavuje univerzitný profesor Marián Putiš svoje životné jubileum a neuveriteľne plodné odborné roky spojené s jeho alma mater – Prírodovedeckou fakultou Univerzity Komenského v Bratislave.



Prof. RNDr. Marián Putiš, DrSc., sa narodil 12. mája 1953 v Lieskovci pri Zvolene. Geológiu študoval na PriF UK v rokoch 1971 – 1976. V diplomovej práci sa venoval geológii kryštalinika a tektonike Strážovských vrchov. V rokoch 1976 až 1984 pôsobil v tektonickom oddelení v Geologickom ústave Slovenskej akadémie vied v Bratislave. V roku 1977 sa stal doktorom prírodných vied (RNDr.). V roku 1981 obhájil v GÚ SAV dizertačnú prácu o geológii, petrografii a tektonike Považského Inovca a masívu Kráľovej hole a získal titul kandidáta vied (CSc.). Začiatky jeho vedeckej kariéry, hlavne problematiky tektoniky, výrazne formoval akademik Michal Maheľ. Ďalšie profesionálne roky a vedecký rast profesora M. Putiša sú od roku 1984 spojené s Prírodovedeckou fakultou UK. V roku 1995 sa stal docentom v odbore mineralógia a petrografia. Habilitoval sa prácou o deformačno-rekryštalizačnom procese v horninách strižných zón fundamentu (tatrikum a veporikum Západných Karpát, sieggrabenská jednotka Východných Álp). V roku 1999 pôsobil ako hosťujúci profesor Dánskej technickej univerzity v Kodani – Lyngby. V roku 2002 sa stal doktorom geologických vied (DrSc.) obhajobou práce *Alpínska tektonotermálna reaktivácia fundamentu interníd orogénu Východných Álp a Západných Karpát, geodynamická interpretácia*. V roku 2004 bol prezidentom Slovenskej republiky vymenovaný za profesora v odbore petrológia. Od roku 2008 je vedúcim Katedry mineralógie a petrológie na PriF UK.

Počas takmer 30-ročného pedagogického pôsobenia na PriF UK prednášal viaceré petrologické predmety k metamorfovaným horninám, petrotektoniku, mikroskopickú petrológiu, ale aj dynamickú geológiu a geodynamický vývoj



Nízke Tatry – Vajskovská dolina – terénna exkurzia v rámci konferencie v Osrblí 2. – 3. júna 2001. Zľava: S. W. Faryad, Z. Németh, M. Dyda, M. Kohút, M. Putiš, Ľ. Hraško, R. Farkašovský, ?, P. Siman, V. Bezák, S. Jacko, I. Broska (otočený chrbtom). Foto J. Madarás.



Veporské vrchy – Veľký Zelený potok – budina leukogranitu v migmatitizovanej rule (november 1991).

paleozoických komplexov Západných Karpát. K tomu viedol terénne kurzy študentov. Od roku 2008 je garantom magisterského programu mineralógia a petrológia, ako aj doktorandského programu a odboru petrológia. Dovtedy 5 rokov garantoval 2. a 3. stupeň študijného programu a odboru geochémia. Doteraz viedol 39 diplomantov a 5 úspešne skončených prác doktorandov. Aj v súčasnosti školí 5 doktorandov, z ktorých 3 sú pred obhajobou dizertačnej práce.



Veporské vrchy – petrologický výskum v doline Veľkého Zeleného potoka.

Svoje a tímové vedecké výsledky prezentoval aj formou pozvaných prednášok, seminárov a špeciálnych (petrotektonických) kurzov na viacerých univerzitách: K. F. Univerzita v Grazi (1990, 1996, 1997, 2000, 2002 – 2004, 2006, 2008), E. K. Univerzita v Tübingene (1992, 2000, 2002, 2003, 2005), Univerzita Karlova v Prahe (1993, 2008), Viedenská univerzita (1998, 2009), Dánska technická univerzita v Kodani – Lyngby (1999), Univerzita Aarhus (1999, 2005, 2007, 2008), Univerzita Salzburg (2002, 2004), Univerzita Potsdam (2004), Univerzita Innsbruck (2005), Univerzita Kyoto (2010), Univerzita Okayama (2010), Čínska akadémia vied v Pekingu (Institut of Geology and Geophysics: 2012).

Vedecká práca jubilanta je veľmi bohatá. V rokoch 1991 až 2013 bol zodpovedným riešiteľom a koordinátorom 18 projektov, ako TEMPUS, Project of the Austrian Geological Survey (2), Akcia Rakúsko – Slovensko (2), East-West Project, N. S. F. USA Project, Project of the German Academy of Sciences (DAAD), projekty VEGA (5), APVT, resp. APVV (4), APVV-LPP (1). Okrem publikovania 3 vysokoškolských učebníc (2 samostatne ako prvé vydania; do jednej prispel ako spoluautor) publikoval 1 monografiu, 5 kapitol do ďalšej monografie, 29 karentovaných a iných 59 publikácií v odborných geologických časopisoch. Má viac ako 1 000 citácií, z toho takmer 400 typu SCI.

Hlavným predmetom vedeckej aktivity profesora Mariána Putiša je petrologický výskum s prepojením na viaceré geovedné disciplíny, ako je mineralógia, geochémia, štruktúrna geológia, tektonika, geochronológia, okrajovo aj geofyzika, hydrogeológia a ložisková geológia. Výsledky vedeckej činnosti ho jednoznačne kvalifikujú na výraznú vedeckú osobnosť v geológii a petrológii západokarpatského kryštalinika. Zaviedol moderné metódy petrotektonického štúdia s aplikáciou na strižné zóny Západných Karpát a viacerých oblastí Východných Álp. Dlhoročný vedecký výskum vo Východných Alpách nadväzuje na jeho mapovacie práce vo vysokohorskom teréne penninika a austroalpinika a taktiež predstavuje významný príspevok k stavbe hlavne východnej časti horstva Hohe Tauern a masívu Kreuzeck v Korutánsku, ako aj oblasti Sieggrabenu v Burgenlande. Jeho výskumy presiahli rámec Slovenska a Západných Karpát a sú významným príspevkom do európskej a svetovej vedy, najmä z pohľadu jeho modelových publikácií o alpidnom kolíznom orogéne, minerálnej mechanike (reológii) v horninách mobilných strižných zón orogénu, ako aj petrologických a paleotektonických rekonštrukcií vývoja fundamentu v nadväznosti na aplikáciu prakticky všetkých moderných geochronologických metód (SIMS-SHRIMP, LA-ICP-MS, Ar-Ar, K-Ar, FT a U-Th/He). Tieto výsledky sa stali súčasťou nových paleotektonických a geodynamických rekonštrukcií, a to od severného okraja Gondwany a proterozoika až do terciéru. V ostatných rokoch sa venuje interakčným vzťahom kôrovej a plášťovej litosféry. Čerpal a čerpá zo svojich bohatých medzinárodných skúseností získaných odbornou prácou v zahraničí, na zahraničných pobytoch, ako aj prostredníctvom viacerých medzinárodných



M. Putiš v kameňolome v Nižnom Klážove (jv. časť gemerika) počas odberu vzoriek pre výskum paleomagnetizmu (20. 10. 2011).

projektov (8). Medzinárodnú spoluprácu podporuje svojou dlhodobou činnosťou aj ako koordinátor Projektu CEEPUS I až III (od roku 1995), v rámci ktorého sprostredkoval veľký počet (okolo 150) našich mobilít, ako aj mobilít zahraničných študentov a učiteľov prichádzajúcich zo stredoeurópskych univerzít.

Ako expert na terénne geologické a mapovacie práce sa podieľal na zostavení 6 geologických máp a textových vysvetliviek pre Štátny geologický ústav Dionýza Štúra z viacerých regiónov Západných Karpát (naposledy – v roku 2011 Regionálna geologická mapa Malých Karpát v mierke 1 : 50 000), ale aj pre Štátny Rakúsky geologický ústav (1991 až 1998) na území Východných Álp (3 mapy). Zúčastnil sa vyhľadávacích prác na zdroje pitnej a úžitkovej vody (pre IGHP a Hydropol), netradičné nerastné suroviny (pre Izomat, Západoslovenské kameňolomy a štrkopiesky a ŠGÚDŠ). Podieľal sa na hodnotení stability hornín v tektonických zónach Lúčanskej Malej Fatry, ale aj na urbanistickom posúdení geoprostredia (pre ŠGÚDŠ) v oblasti mapy Veľkej Bratislavy a styčnej oblasti veporika a gemerika. Ako expert na tektonickú stavbu fundamentu Západných Karpát, v spolupráci s Geocomplexom a VVNP, sa zúčastnil hodnotenia potenciálu tektonicky prekrytých zásob uhľovodíkov Slovenska.

Dlhoročné vedecké skúsenosti profesora Mariána Putiša sa zúročujú aj prostredníctvom členstiev vo vedeckých výboroch, odborných radách a komisiách: je členom stálej komisie SKVH pre obhajoby doktorských dizertačných prác v odbore geológia v skupine vedných odborov Prírodné vedy – vedy o Zemi a environmentálne vedy (od roku 2002), členom redakčných rád 3 odborných časopisov – Central European Journal of Geosciences, Mineralia Slovaca, Acta Geologica Slovaca (AGEOS). Bol členom Národného geologického komitétu SR pri IUGS (2009 – 2011) a od roku 1995 pôsobí v Karpatsko-balkánskej geologickej asociácii (CBGA) v komisii pre tektoniku.

Marián Putiš je ženatý (manželka Eva), má dvoch synov (Mariána a Radoslava).

Prof. RNDr. Marián Putiš, DrSc., je výraznou vedeckou a pedagogickou osobnosťou v geológii, v odbore petrológia, ale aj tektonika. Prispel k výchove novej generácie geológov kryštalinika, petrológov a petrotektonikov, z ktorých veľká väčšina zostala pracovať vo svojom odbore doma, ale aj v zahraničí. Bol zodpovedným riešiteľom mnohých domácich a medzinárodných projektov, odrazom čoho je jeho bohatá publikačná aktivita s vysokým citačným ohlasom. Je výborným pedagógom so stálym záujmom o nové progresívne smery vo svetovej geológii, petrológii a tektonike. Svoje odborné skúsenosti terénneho a mapovacieho geológa, štruktúrneho geológa a petrológa vedel využiť aj pri riešení praktických úloh geológie doma aj v zahraničí.

Milý náš priateľ a jubilant, do ďalších rokov Ti želáme hlavne pevné zdravie a ešte veľa tvorivých vedeckých nápadov.

Za kolektív spolupracovníkov a priateľov – Tvoji prví skončení doktorandi zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra – Ján Madarás a Zoltán Németh

Výber z najvýznamnejších publikácií prof. RNDr. Mariána Putiša, DrSc.

Monografie a kapitoly v monografiách

Krist, E., Korikovsky, S. P., Putiš, M., Janák, M. & Faryad, S. W., 1992: Geology and Petrology of Metamorphic Rocks of the Western Carpathian Crystalline Complexes. *Comenius University Press, Bratislava, 324 p.*

Plašienka, D., Grecula, P., Putiš, M., Kováč, M. & Hovorka, D., 1997: Evolution and structure of the Western Carpathians: An overview. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M., eds.: Geological Evolution of the Western Carpathians. Miner. Slov., Monograph., Geocomplex, Bratislava, 1 – 24i.*

Putiš, M., Unzog, W., Wallbrecher, E. & Fritz, H., 1997: Mylonitization and chemical mass-transfer of the Vepor pluton granitoid rocks near the Cretaceous Pohorela thrust (Veporic zone, Western Carpathians). *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M., eds.: Geological Evolution of the Western Carpathians. Miner. Slov., Monograph., Geocomplex, Bratislava, 197 – 214.*

Putiš, M., Filová, I., Korikovsky, S. P., Kotov, A. B. & Madarás, J., 1997: Layered metaigneous complex of the Veporic basement with features of the Variscan and Alpine thrust tectonics (the Western Carpathians). *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M., eds.: Geological Evolution of the Western Carpathians. Miner. Slov., Monograph., Geocomplex, 175 – 196.*

Korikovsky, S. P., Putiš, M., Plašienka, D., Jacko, S. & Ďurovič, V., 1997: Cretaceous very low-grade metamorphism of the Infratatric and Supratatric Zones: An indicator of thin-skinned tectonics in the central Western Carpathians. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M., eds.: Geological Evolution of the Western Carpathians. Miner. Slov., Monograph., Geocomplex, 86 – 106.*

Korikovsky, S. P., Putiš, M. & Plašienka, D., 1997: Cretaceous low--grade metamorphism of the Veporic and North-Gemeric Zones: A result of collisional tectonics in the central Western Carpathians. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M., eds.: Geological Evolution of the Western Carpathians. Miner. Slov., Monograph., Geocomplex, 107 – 130.*

Vysokoškolské učebné texty

Putiš, M., 1993: Petrotektonika. 1. vyd. *Vyd. Univerzity Komenského, Bratislava, 128 s.*

Putiš, M., 2004: Petrografia metamorfovaných hornín. 1. vyd. *Vyd. Univerzity Komenského, Bratislava, 131 s.*

Publikácie v karentovaných časopisoch

Li, X. H., Putiš, M., Wu, F. Y., Yang, J. H., Koppa, M. & Dyda, M., 2013: U–Pb age of perovskite from serpentinized harzburgite (Dobšiná, Slovakia) determined by SIMS and LA–ICP–MS. (submitted to *Chemical Geology*).

Putiš, M., Koppa, M., Snárska, B., Koller, F. & Uher, P., 2012: The blueschist-associated perovskite-andradite-bearing serpentinized harzburgite from Dobšiná (the Meliata Unit), Slovakia. *Journal of Geosciences, 57, 4, 221 – 240.*

Ondrejka, M., Uher, P., Putiš, M., Broska, I., Bačík, P., Konečný, P. & Schmiedt, I., 2012: Two-stage breakdown of monazite by post--magmatic and metamorphic fluids: An example from the Veporic orthogneiss, Western Carpathians, Slovakia. *Lithos, 142 – 143, 245 – 255.*

Sulák, M., Kaindl, R., Putiš, M., Sitek, J., Krenn, K. & Tóth, I., 2009: Chemical and spectroscopic characteristics of potassium white micas related to polystage evolution of the Central Western Carpathians orogenic wedge. *Lithos, 113, 3 – 4, 709 – 730.*

Putiš, M., Ivan, P., Kohút, M., Spišiak, J., Siman, P., Radvanec, M.,

Uher, P., Sergeev, S., Larionov, A., Méres, Š., Demko, R. & Ondrejka, M., 2009: Metaigneous rocks of the West-Carpathian basement, Slovakia: Indicators of Early Paleozoic extension and shortening events. *Bull. Soc. géol. France, 180, 6, 461 – 471.*

Putiš, M., Frank, W., Plašienka, D., Siman, P., Sulák, M. & Biroň, A., 2009: Progradation of the Alpidic Central Western Carpathians orogenic wedge related to two subductions: constrained by $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages of white micas. *Geodinamica Acta, 22, 1 – 3, 31 – 56.*

Kohút, M., Uher, P., Putiš, M., Ondrejka, M., Sergeev, S., Larionov, A. & Paderin, I., 2009: SHRIMP U-Th-Pb zircon dating of the granitoid massifs in the Malé Karpaty Mountains (Western Carpathians): Evidence of Meso-Hercynian succesive S- to I-type granitic magmatism. *Geol. Carpath., 60, 5, 345 – 350.*

Putiš, M., Sergeev, S., Ondrejka, M., Larionov, A., Siman, P., Spišiak, J., Uher, P. & Paderin, I., 2008: Cambrian-Ordovician metaigneous rocks associated with Cadomian fragments in the West-Carpathian basement dated by SHRIMP on zircons: A record from the Gondwana active margin setting. *Geol. Carpath., 59, 3 – 18.*

Wölfler, A., Dekant, Ch., Danišík, M., Kurz, W., Dunkl, I., Putiš, M. & Frisch, W., 2008: Late stage differential exhumation of crustal blocks in the central Eastern Alps: Evidence from fission track and (U–Th)/He thermochronology. *Terra Nova, 20, 5, 378 – 384.*

Putiš, M., Gawlick, H. J., Frisch, W. & Sulák, M., 2008: Cretaceous transformation from passive to active continental margin in the Western Carpathians as indicated by the sedimentary record in the Infratatric unit. *Int. J. Earth Sci., 97, 4, 799 – 819.*

Putiš, M., Kotov, A. B., Petrík, I., Korikovsky, S. P., Madarás, J., Salnikova, E. B., Yakovleva, S. Z., Berezhnaya, N. G., Plotkina, J. V., Kovach, V. P., Lupták, B. & Majdán, M., 2003: Early- vs. Late orogenic granitoids relationships in the Variscan basement of the Western Carpathians. *Geol. Carpath., 54, 3, 163 – 174.*

Putiš, M., 2002: Tectonothermal evolution of the Austro – Alpine – Centro – Carpathian microplate: microstructural-P-T-t-d trends: A correlation. *Geol. Carpath., 53, Spec. Issue, 151 – 155.*

Putiš, M., Korikovsky, S. P., Wallbrecher, E., Unzog, W., Olesen, N. O. & Fritz, H., 2002: Evolution of an eclogitized continental fragment in the Eastern Alps (Sieggraben, Austria). *J. Structural Geology, 24, 2, 339 – 357.*

Hrouda, F., Putiš, M. & Madarás, J., 2002: The Alpine overprints of the magnetic fabrics in the basement and cover rocks of the Veporic Unit (Western Carpathians, Slovakia). *Tectonophysics, 359, 3 – 4, 271 – 288.*

Korikovsky, S. P. & Putiš, M., 2002: Olivine-ortopyroxene-amphibole--talc-chlorite metaserpentinites in the medium-temperature metamorphic complex of Northern Veporic, Western Carpathians: Phase equilibria, metamorphic parameters, comparison with gneiss and amphibolite associations. *Petrology, 10, 1, 3 – 29.*

Korikovsky, S. P., Putiš, M. & Turanová, L., 2002: Phase relations and metamorphic P-T conditions of intercalating silicate-bearing magnesites and calc-silicate rocks (marbles), amphibolites, and schists from the Mútnik deposit, Southern Veporic (W. Carpathians). *Geol. Carpath., 53, Spec. Issue, 166 – 168.*

Uher, P., Ondrejka, M., Spišiak, J., Broska, I. & Putiš, M., 2002: Lower Triassic potassium-rich rhyolites of the Silicic Unit, Western Carpathians, Slovakia: Geochemistry, mineralogy and genetic aspects. *Geol. Carpath., 53, 1, 27 – 36.*

Ivan, P., Méres, S., Putiš, M. & Kohút, M., 2001: Geochemistry of metabasalts and metasediments from the Malé Karpaty Mts. crystalline complex (Western Carpathians): evidence for Early Paleozoic riftogeneous basin and oceanic crust. *Geol. Carpath., 52, 2, 67 – 78.*

Putiš, M., Kotov, A., Korikovsky, S. P., Salnikova, E., Yakovleva, S. Z., Berezhnaya, N. G., Kovach, V. P. & Plotkina, J. V., 2001: U-Pb zircon ages of dioritic and trondhjemitic rocks from a layered amphibolitic complex crosscut by granite vein (Veporic basement, Western Carpathians). *Geol. Carpath., 52, 1, 49 – 60.*

Putiš, M., Kotov, A., Uher, P., Salnikova, J. & Korikovsky, S. P., 2000: Triassic age of the Hrončok pre-orogenic A-type granite related to continental rifting: A new result of U-Pb isotope dating (Western Carpathians). *Geol. Carpath., 51, 1, 59 – 66.*

Putiš, M., Németh, Z., Unzog, W. & Wallbrecher, E., 1999: The quartz and calcite X-ray texture goniometer patterns from the Western Carpathians Cretaceous ductile shear zones used as kinematic indicators. *Geol. Carpath., 50, Spec. Issue, 165 – 169.*

Korikovsky, S. P. & Putiš, M., 1999: Evolution of authigenic and detrital K-micas at the boundary between anchimetamorphism and low-temperature metamorphism during the Cretaceous tectono--metamorphic cycle in the Western Carpathians. *Petrology, 7, 4, 364 – 382.*

Korikovsky, S. P., Putiš, M., Kotov, A. B., Salnikova, E. B. & Kovach, V. P., 1998: High-pressure metamorphism of phengite gneisses in the Lower Austro-Alpine nappe unit, Eastern Alps: Mineral equilibria, P-T parameters, and age. *Petrology, 6, 6, 603 – 619.*

Dallmeyer, R. D., Neubauer, F., Handler, R., Fritz, H., Müller, W., Pana, D. & Putiš, M., 1996: Tectonothermal evolution of the internal Alps and Carpathians: Evidence from ^{40}Ar-^{39}Ar mineral and whole-rock data. *Eclogae geol. Helv., 89, 1, 203 – 227.*

Kotov, A. B., Miko, O., Putiš, M., Korikovsky, S. P., Salnikova, E. B., Kovach, V. P. & Yakovleva, S., 1996: U-Pb dating of zircons of postorogenic acid metavolcanics and metasubvolcanics: A record of Permian-Triassic taphrogeny of the West-Carpathians basement. *Geol. Carpath., 47, 2, 73 – 79.*

Publikácie v nekarentovaných časopisoch

Németh, Z., Radvanec, M., Kobulský, J., Gazdačko, Ľ., Putiš, M. & Zákršmidová, B., 2012: Allochthonous position of the Meliaticum in the North-Gemeric zone (Inner Western Carpathians) as demonstrated by paleopiezometric data. *Miner. Slov., 44, 1, 57 – 64.*

Putiš, M., Radvanec, M., Sergeev, S., Koller, F., Michálek, M., Snárska, B., Koppa, M., Šarinová, K. & Németh, Z., 2011: Metamorfovaná sukcesia silicitických bridlíc s bazaltom a diastrofickou brekciou v olistolite jurskej akrečnej prizmy meliatika pri Jaklovciach (Slovensko), datovaná na zirkóne (U-Pb SIMS SHRIMP). *Miner. Slov., 43, 1, 1 – 18.*

Michálek, M., Putiš, M. & Hauzenberger, Ch. A., 2011: P-T data of Ky-St-Grt gneisses hosting HP amphibolites and eclogites from the Austroalpine Polinik complex, Kreuzeck Massif, Eastern Alps, Austria. *Central European Journal of Geosciences, 1, 2, 197 – 206.*

Kromel, J., Putiš, M. & Bačík, P., 2011: The Middle Austro-Alpine Sieggraben structural complex – new data on geothermobarometry. *Acta geol. slov., 3, 1, 1 – 12.*

Michálek, M. & Putiš, M., 2009: P-T-d vývoj eklogitického metabazitu a neoproterozoickej ortoruly vo fundamente severného veporika centrálnych Západných Karpát. *Miner. Slov., 41, 1, 1 – 22.*

Radvanec, M., Konečný, P., Ondrejka, M., Putiš, M., Uher, P. & Németh, Z., 2009: Granity gemerika, datované na monazite a zirkóne, ako indikátor extenzie kôry nad neskorovariskou subdukčnou zónou a pri ranoalpínskej riftogenéze (Západné Karpaty). *Miner. Slov., 41, 4, 381 – 394.*

Ondrášik, R., Putiš, M., Gajdoš, V., Sulák, M. & Durmeková, T., 2009: Blastomylonitovo-kataklazitové zóny a ich vplyv na svahové deformácie v Lúčanskej Fatre. *Miner. Slov., 41, 4, 395 – 406.*

Kromel, J. & Putiš, M., 2007: Numerické modelovanie symplektitov. *Miner. Slov., 39, 1, 45 – 50.*

Kytková, B., Tomek, Č., Bielik, M. & Putiš, M., 2007: Interpretation of deep seismic reflection profiles in the northern part of the Malé Karpaty Mountains. *Contr. Geophys. Geodesy, 37, 1, 43 – 58.*

Putiš, M., 2006: Litostratigrafia a predalpínsky geodynamický vývoj staropaleozoických komplexov Malých Karpát – prehľad poznatkov vs. nové členenia. *Miner. Slov., 38, 2, 181 – 186.*

Putiš, M., Sulák, M., Gawlick, H. J. & Bojar, A. V., 2006: Infratatrikum Považského Inovca (Západné Karpaty) – geodynamická evolúcia kontinentálneho svahu v susedstve oceánskeho penninika. *Miner. Slov., 38, 1, 7 – 28.*

Dallmeyer, R. D., Németh, Z. & Putiš, M., 2005: Regional tectonothermal events in Gemericum and adjacent units (Western

Carpathians, Slovakia): Contribution by the $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating. *Slovak Geol. Mag., 11, 2 – 3, 155 – 163.*

Danišík, M., Dunkl, I., Putiš, M., Frisch, W. & Kráľ, J., 2004: Tertiary burial and exhumation history of basement highs along the NW margin of the Pannonian Basin: An apatite fission track study. *Mitt. Österr. geol. Gesell., 95/96, 1, 60 – 70.*

Putiš, M., Hrdlička, M. & Uher, P., 2004: Litológia a granitoidný magmatizmus staršieho paleozoika Malých Karpát. *Miner. Slov., 36, 3 – 4, 183 – 194.*

Hanes, R. & Putiš, M., 2004: Kataklazity a pseudotachylity zlomových zón v granitoidoch Vysokých Tatier. *Miner. Slov., 36, 3 – 4, 169 – 182.*

Filová, I. & Putiš, M., 2004: Litologicko-petrografické štúdium metamafitov severného veporika. *Miner. Slov., 36, 3 – 4, 195 – 204.*

Majdán, M., Putiš, M. & Ondrejka, M., 2004: Orthogneisses of the Veľká Lúka Massif in the Malá Fatra Mts. *Miner. Slov., 36, 3 – 4, 157 – 168.*

Putiš, M., 2002: HP rocks associated with mylonitoclasites: A result of polystage overprint of the Austro-Alpine basement (Kreuzeck Massif, Eastern Alps). *Slovak Geol. Mag., 8, 65 – 87.*

Madarás, J. & Putiš, M., 2001: Tektonika a petrografia čiernobalockého komplexu kryštalinika veporika. *Geol. Práce, Spr., 105, 55 – 63.*

Putiš, M., Korikovsky, S. P. & Pushkarev, Y. D., 2000: Petrotectonics of an Austroalpine eclodite-bearing complex (Sieggraben, Eastern Alps) and U-Pb dating of exhumation. *Jb. Geol. Bundesanst. (Wien), 142, 1, 73 – 93.*

Madarás, J., Putiš, M. & Hók, J., 1999: Štruktúrne črty hercýnskej stavby južnej časti Ďumbierskeho kryštalinika (Nízke Tatry, Západné Karpaty). *Miner. Slov., 31, 1, 17 – 30.*

Chovan, M., Putiš, M., Németh, Z., Maťo, Ľ., Andráš, P. & Jeleň, S., 1999: Rudné mineralizácie so zlatom v Západných Karpatoch, paleotektonická pozícia. *Miner. Slov., 31, 3 – 4, 175 – 178.*

Putiš, M., Madarás, J., Korikovsky, S. P., Kotov, A. B. & Filová, I., 1996: Ductile deformation and recrystallization of the Variscan magmatic complex in the hanging wall of Cretaceous thrust (Veporic unit, Central Western Carpathians). *Slovak Geol. Mag., 2, 3 – 4, 221 – 237.*

Putiš, M., 1994: South Tatric-Veporic basement geology: Variscan nappes; Alpine thick-skinned and extensional tectonics (Low Tatra Mts., Slovak Ore Mts. – NW, the Western Carpathians). *Mitt. Österr. geol. Gesell., 86, 83 – 99.*

Putiš, M., Neubauer, F., Dallmeyer, R. D., Janák, M. & Fritz, H., 1994: Alpine remobilization of the Western Carpathians Variscan basement: evidence for thick-skinned, thin-skinned, transpression and extension tectonics in Tatro-Veporic Zone. *Romanian Journal of Tectonics and Regional Geology, 75, 1, 45 – 48.*

Madarás, J., Putiš, M. & Dubik, B., 1994: Štruktúrna charakteristika stredného úseku pohorelskej tektonickej zóny. *Miner. Slov., 26, 3, 177 – 191.*

Putiš, M., 1992: Variscan and Alpidic nappe structures of the Western Carpathian crystalline basement. *Geol. Carpath., 43, 6, 369 – 380.*

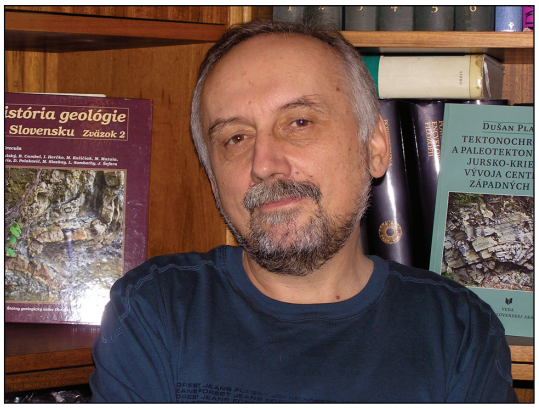
Putiš, M., 1991: Tectonic styles and Late Variscan-Alpine evolution of the Tatric-Veporic crystalline basement in the Western Carpathians. *Zbl. Geol. Paläont., 1, 181 – 204.*

Putiš, M., 1991: Geology and petrotectonics of some shear zones in the West Carpathian crystalline complexes. *Miner. Slov., 23, 6, 459 – 473.*

Putiš, M., 1989: Structural-metamorphic evolution of the crystalline basement of the eastern part of the Low Tatra Mts. *Miner. Slov., 21, 3, 217 – 224.*

K šesťdesiatinám profesora Dušana Plašienku

Greetings to 60th birthday of Professor Dušan Plašienka



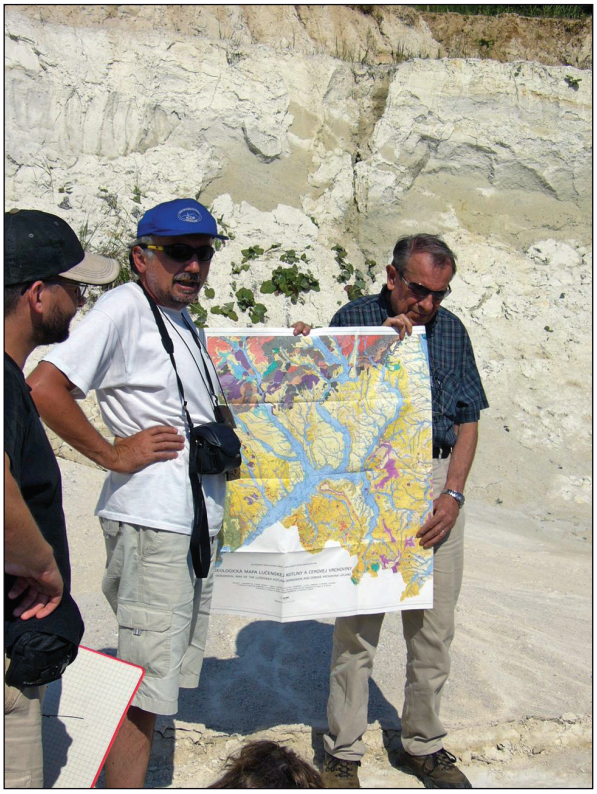
V posledný januárový deň 2013 oslávil svoje šesťdesiate narodeniny prof. RNDr. Dušan Plašienka, DrSc., profesor geológie na Katedre geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave. Jubilant sa narodil v Lučenci, kde v roku 1971 zmaturoval na Strednej všeobecnovzdelávacej škole (dnešné gymnázium). Vysokoškolské štúdium geológie ukončil na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave v roku 1976 diplomovou prácou zaoberajúcou sa geologickou stavbou mezozoických jednotiek v severnej časti Považského Inovca. Rigoróznu prácu „Geologické pomery struženickej jednotky na úpätí Kráľovej hole“ obhájil r. 1979 a získal titul RNDr.. Vedeckú výchovu absolvoval v Geologickom ústave Slovenskej akadémie vied v r. 1977 – 1981, kde pod vedením akademika Michala Maheľa vypracoval kandidátsku dizertačnú prácu „Tektonické postavenie niektorých metamorfovaných mezozoických sérií veporika“ a dosiahol vedeckú hodnosť CSc.. V Geologickom ústave SAV pôsobil až do roku 2003, od r. 1998 ako vedúci vedecký pracovník, tiež ako predseda vedeckej rady, vedecký tajomník, člen výboru Snemu SAV, predseda a garant SOK 12-26-9 Tektonika a člen ďalších dvoch SOK. Od r. 1995 na Prírodovedeckej fakulte UK pravidelne prednáša štátnicový predmet „Geológia Západných Karpát“ a je členom komisií pre štátne skúšky pre všetky magisterské geologické programy. V r. 1997 sa habilitoval prácou „Tektonochronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja centrálnych Západných Karpát“, ktorú v r. 1999 publikoval aj ako vedeckú monografiu vo vydavateľstve Veda. V roku 2003 získal vedeckú hodnosť DrSc. prácou „Alpidná tektonická progradácia a jej štruktúrny záznam v jednotkách Západných Karpát“, v roku 2005 bol

vymenovaný za profesora geológie. V rokoch 2003 – 2011 bol vedúcim Katedry geológie a paleontológie PriF UK, od r. 2004 je garantom magisterského študijného programu všeobecná geológia a tektonika, predsedom odborovej komisie doktorandského študijného odboru 4.1.33 Tektonika a v jeho rámci garantom programu Tektonika. Na Prírodovedeckej fakulte UK v súčasnosti prednáša viaceré ďalšie predmety, ako geotektonika, paleotektonika, tektonická história Zeme, geológia strednej Európy, geodynamický vývoj Západných Karpát počas mezozoika a kenozoika a iné. Viedol diplomové práce, bol a je školiteľom viacerých doktorandov (z tých bývalých napr. R. Prokešová, P. Kováč, R. Milovský, R. Vojtko, V. Mikuš, J. Bučová). Od r. 1991 prednáša tiež vybrané state v kurze „Regionální geologie Západních Karpat“ na Masarykovej univerzite v Brne.

Prof. Plašienka sa zaoberá tektonicky a štruktúrne zameraným výskumom hlavne mezozoických komplexov centrálnych Západných Karpát (veporské pásmo, Považský Inovec, Malé Karpaty) a pieninského bradlového pásma, ako aj regionálnou geológiou, paleotektonickou evolúciou a geodynamikou Karpát. Z týchto oblastí publikoval množstvo vedeckých článkov, z ktorých najvýznamnejšie sú uvedené nižšie. Predovšetkým na základe vlastných výskumov vytvoril základnú schému sukcesie alpidných tektonických a metamorfných udalostí v tatriku, fatriku a veporiku, podrobne opísal paleotektonický vývoj západokarpatského orogénneho klinu a definoval jeho rozdiely voči typovým orogénnym systémom. V databáze publikačnej činnosti má vyše 300 záznamov, z čoho je vyše 100 vedeckých prác publikovaných v domácich i zahraničných časopisoch a monografiách, ich dosah je dokumentovaný viac ako 1 400 ohlasmi. Predniesol



Prof. D. Plašienka počas terénnych prác v rakúskych Alpách.



Jubilant počas exkurzie z regionálnej geológie Západných Karpát.

okolo 140 prednášok na domácich a medzinárodných vedeckých podujatiach (Česká republika, Maďarsko, Poľsko, Maďarsko, Švajčiarsko, Francúzsko, Nemecko, Spojené kráľovstvo, Rusko, Nórsko, Grécko, Maroko). Pozvané prednášky predniesol na univerzitách v Amsterdame, Bazileji, Budapešti, Tübingene, Prahe, Brne, Viedni a v Leobene.

Počas svojej vedeckej kariéry si prof. Plašienka vybudoval výborné medzinárodné kontakty a renomé. Spolupracoval na projekte IGCP 276 „Paleozoic geodynamic domains and their Alpidic evolution in the Tethys“ (1992 – 1996), ďalej na spoločnom projekte s Univerzitou v Bazileji „Paleoalpine tectonometamorphic evolution of the inner Carpathian zones, Veporic superunit, Slovakia: implications for collisional tectonics within the Alpine-Carpathian orogenic belt“ (1997 až 2000) a na projekte ESF EUROPROBE–PANCARDI (1993 až 2001). V rokoch 2003 – 2004 bol koordinátorom projektu DAAD s Univerzitou v Tübingene „Thermal evolution and provenance of granitoid pebbles from Cretaceous flysch conglomerates of the Pieniny Klippen Belt (Western Carpathians)“. V roku 2008 prispel do prestížnej medzinárodnej monografie „The Geology of Central Europe“ rozsiahlou kapitolou o tektonike Západných Karpát. V ostatných rokoch je zodpovedným spoluriešiteľom bilaterálnych projektov s Montanuniversität Leoben v Rakúsku „Stratigraphic, palaeogeographic and tectonic correlation of the Slovakian Carpathians and Austrian Alps“ (2009 – 2010), „Jurassic tectonostratigraphy and metamorphism in the Western Carpathians and the northern Calcareous Alps“ (2011 – 2012) a „Palaeogeographic and

geodynamic reconstruction of the Alpine-Carpathian orogen during the Mesozoic“ (2013 – 2014).

Prof. Plašienka viedol a spolupracoval na početných domácich výskumných vedeckých i prakticky zameraných projektoch (najmä VEGA, APVV). Viedol projekty GAV-125 „Kinematický model alpínskeho vývoja a rekonštrukcia sedimentárnych priestorov alpsko-karpatskej styčnej oblasti“ (1991 – 1993), ČÚ 03 „Geodynamický vývoj centrálnych Západných Karpát počas jury a kriedy“ projektu GAT „Geodynamický vývoj Západných Karpát – II. etapa“ (1994 – 1997, riešiteľské pracovisko GÚDŠ Bratislava), VEGA 4075 „Karbonátové tektonity v stavbe centrálnych Západných Karpát: podmienky a spôsob vzniku, štruktúrna pozícia a tektonický význam“ (1997 – 1999), VEGA 1137 „Tektonický vývoj mezozoických sutúrnych zón Západných Karpát“ (2000 – 2003), VEGA 4095 „Geologická stavba a tektonický vývoj pieninského bradlového pásma“ (2004 – 2006), VEGA 1/4039/07 „Rekonštrukcia geologického vývoja a korelácia mezozoických komplexov tatrika Západných Karpát a spodného austroalpinika Východných Álp“ (2007 až 2009) a VEGA 1/0388/10 „Tektonosedimentárne brekcie ako stopár tektonických udalostí v sedimentárnom zázname mezozoických a paleogénnych sukcesií Západných Karpát“ (2010 – 2011). V ostatných rokoch sa venoval najmä interpretácii geologickej stavby a tektonického vývoja pieninského bradlového pásma, kde bol zodpovedným riešiteľom dvoch rozsiahlych projektov APVV – „Štruktúrna analýza a model tektonického vývoja pieninského bradlového pásma Západných Karpát“ (program LPP, 2006 – 2010) a „Tektogenéza zón intenzívneho skrátenia na rozhraní externých a centrálnych Karpát“ (VV, 2007 – 2010). Originálne výsledky týchto projektov vedú k úplne novej interpretácii stavby a vývoja tejto aj z celosvetového hľadiska unikátnej tektonickej štruktúry.

Prof. D. Plašienka sa venuje aj vedecko-organizačnej činnosti. V minulosti pôsobil ako predseda tektonickej komisie Karpatsko-balkánskej geologickej asociácie a jej národnej skupiny, člen výboru Medzinárodnej asociácie štruktúrnych a tektonických geológov a je národným reprezentantom Central European Tectonic Studies Group. V súčasnosti je tiež členom redakčných rád medzinárodných časopisov Geologica Carpathica a Central European Journal of Geosciences a domáceho časopisu Mineralia Slovaca. Od založenia viedol odbornú skupinu štruktúrnej geológie pri Slovenskej geologickej spoločnosti, neskôr bol predsedom SGS a predsedom Národného geologického komitétu, členom Slovenskej geologickej rady a Kolégia SAV pre vedy o Zemi a vesmíre, členom Rady pre prírodné vedy APVV a členom SKVH. V súčasnosti je členom Vedeckých rád PriF UK a GIÚ SAV.

Priekopnícke vedecké dielo prof. Plašienku sa dočkalo uznania aj vo forme oficiálnych ocenení – v roku 2002 získal cenu SGS za najvýznamnejšiu publikáciu za roky 1998 – 2000 v kategórii vedeckých monografií za dielo „Tektonochronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja centrálnych Západných Karpát“. Prednedávnom mu Prírodovedecká fakulta UK udelila Medailu D. Andrusova za výnimočný prínos k poznaniu geologickej stavby a vývoja Západných Karpát.

V osobnosti prof. Plašienku sa spájajú rozsiahle vedomosti s vedeckou fantáziou. Bez ľudí ako je prof. Plašienka by západokarpatská geológia napredovala len pomaly a v mnohých prípadoch by zostala len v konvenčných hraniciach dobre známych, ale často nesprávne interpretovaných faktov. Vedecké výsledky ho zaraďujú k osobnostiam medzinárodného významu, pretože významne ovplyvnili rozvoj štruktúrno-tektonických smerov karpatskej geológie. Jubilant si vybral poslanie vedeckého pracovníka a zároveň pedagóga. Práca, v ktorej je húževnatý a pedantný, ho napĺňa radosťou a uspokojením. Je kolegiálny, priateľský a tolerantný. Prejavy uznania či spájanie jeho osoby s jedinečnosťou prijíma skromne a s pokorou. Za vyše tridsať rokov praxe sa stal doslova archívom informácií o stavbe alpsko-karpatského horstva, ktoré s veľkou trpezlivosťou každoročne odovzdáva desiatkam študentov geológie.

V mene Katedry geológie a paleontológie prajeme nášmu oslávencovi do ďalších rokov pevné zdravie, rodinnú pohodu, entuziazmus a silu do ďalšej tvorivej práce.

Daniela Reháková a *Michal Kováč*
(za Katedru geológie a paleontológie PriF UK)

Výber z publikácií prof. D. Plašienku

Západné Karpaty

Plašienka, D., 1991: Mesozoic tectonic evolution of the epi-Variscan continental crust of the Central Western Carpathians: A tentative model. *Miner. Slov., 23, 447 – 457.*

Häusler, H., Plašienka, D. & Polák, M., 1993: Comparison of Mesozoic successions of the Central Eastern Alps and the Central Western Carpathians. *Jb. Geol. Bundesanst. (Wien), 136, 715 – 739.*

Kováč, M., Král, J., Márton, E., Plašienka, D. & Uher, P., 1994: Alpine uplift history of the Central Western Carpathians: Geochronological, paleomagnetic, sedimentary and structural data. *Geol. Carpath., 45, 83 – 96.*

Plašienka, D., 1995: Passive and active margin history of the northern Tatricum (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Rdsch., 84, 748 – 760.*

Marko, F., Plašienka, D. & Fodor, L., 1995: Meso-Cenozoic tectonic stress fields within the Alpine-Carpathian transition zone: A review. *Geol. Carpath., 46, 19 – 27.*

Plašienka, D., 1995: Mesozoic evolution of Tatric units in the Malé Karpaty and Považský Inovec Mts.: Implications for the position of the Klape and related units in western Slovakia. *Geol. Carpath., 46, 101 – 112.*

Plašienka, D., 1996: Kryptické chrbty, alebo kolízne orogénne pásma? Odpoveď na diskusný príspevok M. Mišíka. *Miner. Slov., 28, 75 – 79.*

Plašienka, D. & Soták, J., 1996: Rauhwackized carbonate tectonic breccias in the West Carpathian nappe edifice: Introductory remarks and preliminary results. *Slovak Geol. Mag., 3 – 4, 287 – 291.*

Plašienka, D., 1996: Mid-Cretaceous (120–80 Ma) orogenic processes in the Central Western Carpathians: Brief review and interpretation of data. *Slovak Geol. Mag., 3 – 4, 319 – 324.*

Plašienka, D., Grecula, P., Putiš, M., Kováč, M. & Hovorka, D., 1997: Evolution and structure of the Western Carpathians: An overview. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M. (eds): Geological evolution of the Western Carpathians. Miner. Slov., Monograph., Bratislava, 1 – 24a-i.*

Plašienka, D., Putiš, M., Kováč, M., Šefara, J. & Hrušecký, I., 1997: Zones of Alpidic subduction and crustal underthrusting in the Western Carpathians. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M. (eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Miner. Slov., Monograph., Bratislava, 35 – 42.*

Plašienka, D., 1997: Cretaceous tectonochronology of the Central Western Carpathians (Slovakia). *Geol. Carpath., 48, 99 – 111.*

Plašienka, D., Havrila, M., Michalík, J., Putiš, M. & Reháková, D., 1997: Nappe structure of the western part of the Central Carpathians. *In: Plašienka, D., Hók, J., Vozár, J. & Elečko, M. (eds.): Alpine evolution of the Western Carpathians and related areas. Internat. conf., Abstracts and Introductory articles to the excursion. Geol. Surv. Slov. Rep., Dionýz Štúr Publ., Bratislava, 139 – 161.*

Plašienka, D., 1998: Paleotectonic evolution of the Central Western Carpathians during the Jurassic and Cretaceous. *In: Rakús, M. (ed.): Geodynamic development of the Western Carpathians. Geol. Surv. Slov. Rep., D. Štúr Publ., Bratislava, 107 – 130.*

Šefara, J., Kováč, M., Plašienka, D. & Šujan, M., 1998: Seismogenic zones in the Eastern Alpine-Western Carpathian-Pannonian junction area. *Geol. Carpath., 49, 247 – 260.*

Plašienka, D. & Kováč, M., 1999: How to loop the Carpathians: An attempt to reconstruct Meso-Cenozoic palinspastic history of the Carpathian orocline. *Geol. Carpath., 50, Spec. issue, 163 – 165.*

Plašienka, D., 1999: Tektonochronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja centrálnych Západných Karpát. *Veda, Bratislava, 127 s.*

Plašienka, D., 1999: Definition and correlation of tectonic units with a special reference to some Central Western Carpathian examples. *Miner. Slov., 31, 3 – 16.*

Plašienka, D., 2000: Paleotectonic controls and tentative palinspastic restoration of the Carpathian realm during the Mesozoic. *Slovak Geol. Mag., 6, 200 – 204.*

Plašienka, D., 2002: Origin and growth of the West Carpathian orogenic wedge during the Mesozoic. *Geol. Carpath., 53, Spec. issue, 132 – 135.*

Hrouda, F., Plašienka, D. & Gregorová, D., 2002: Assumed Neogene deformation in the Central Western Carpathians as inferred from magnetic anisotropy investigations. *In: Bertotti, G., Schulmann, K. & Cloetingh, S.A. P.L. (eds.): Continental collision and the tectono--sedimentary evolution of forelands. EGS Stephan Mueller Spec. Publ. Ser., 1, 125 – 136.*

Poller, U., Uher, P., Broska, I., Plašienka, D. & Janák, M., 2002: First Permian – Early Triassic zircon ages for tin-bearing granites from the Gemeric unit (Western Carpathians, Slovakia): Connection to the post-collisional extension of the Variscan orogen and S-type granite magmatism. *Terra Nova, 14, 41 – 48.*

Plašienka, D., 2003: Dynamics of Mesozoic pre-orogenic rifting in the Western Carpathians. *Mitt. Österr. geol. Gesell., 93 (2000), 79 – 98.*

Milovský, R., Hurai, V., Plašienka, D. & Biroň, A., 2003: Hydrotectonic regime at soles of overthrust sheets: Textural and fluid inclusion evidence from basal cataclasites of the Muráň nappe (Western Carpathians, Slovakia). *Geodinamica Acta, 16, 1 – 20.*

Bielik, M., Šefara, J., Kováč, M., Bezák, V. & Plašienka, D., 2004: The Western Carpathians – interaction of Hercynian and Alpine processes. *Tectonophysics, 393, 63 – 86.*

Plašienka, D., 2006: História tektonického výskumu Západných Karpát. *In: Grecula, P., et al. (eds.): História geológie na Slovensku. Zv. 2. ŠGÚDŠ, Bratislava, 815 – 858.*

Bielik, M., Hók, J., Šujan, M., Nagy, A., Kováč, M., Plašienka, D. & Šefara, J., 2006: Integrated interpretation of geophysical fields – Implications for the tectonic structure of the Mochovce nuclear power plant. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, 41, 3 – 4, 323 – 339.*

Froitzheim, N., Plašienka, D. & Schuster, R., 2008: Alpine tectonics of the Alps and Western Carpathians. *In: McCann, T. (ed.): The Geology of Central Europe. Volume 2: Mesozoic and Cenozoic. Geol. Soc. Publ. House, London, 1 141 – 1 232.*

Putiš, M., Frank, W., Plašienka, D., Siman, P., Sulák, M. & Biroň, A., 2009: Progradation of the Alpidic Central Western Carpathians orogenic wedge related to two subductions: constrained by $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages of white micas. *Geodinamica Acta, 22, 31 – 56.*

Minár, J., Bielik, M., Kováč, M., Plašienka, D., Barka, I., Stankoviansky, M. & Zeyen, H., 2011: New morphostructural subdivision of the Western Carpathians: An approach integrating geodynamics into targeted morphometric analysis. *Tectonophysics, 502, 158 – 174.*

Plašienka, D., 2012: Jurassic syn-rift and Cretaceous syn-orogenic, coarse-grained deposits related to opening and closure of the Vahic (South Penninic). Ocean in the Western Carpathians – an overview. *Geol. Quart., 56, 601 – 628.*

Grinč, M., Zeyen, H., Bielik, M. & Plašienka, D., 2013: Lithospheric structure in Central Europe: Integrated geophysical modelling. *J. Geodynamics, 66, 13 – 24.*

Veporské pásmo

Plašienka, D., 1980: Nappe position of the Hladomorná dolina Group on the Foederata Group in the Dobšiná half-window. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 31, 609 – 617.*

Plašienka, D., 1983: Geologická stavba tuhárskeho mezozoika. *Miner. Slov., 15, 49 – 58.*

Plašienka, D., 1984: Príkrov Markušky – zväzujúci element veporika a gemerika? *Miner. Slov., 16, 187 – 193.*

Plašienka, D., Janák, M., Hacura, A. & Vrbatovič, P., 1989: Prvé údaje o kryštalinite illitu z alpínsky metamorfovaných hornín veporika. *Miner. Slov., 21, 43 – 51.*

Plašienka, D., 1993: Structural pattern and partitioning of deformation in the Veporic Foederata cover unit (Central Western Carpathians). *In: Rakús, M. & Vozár, J. (eds.): Geodynamický model a hlbinná stavba Západných Karpát. Konf., Symp., Sem., GÚDŠ, Bratislava, 269 – 277.*

Plašienka, D., 1995: Cleavages and folds in changing tectonic regimes: The Veľký Bok Mesozoic cover unit of the Veporicum (Nízke Tatry Mts., Central Western Carpathians). *Slovak Geol. Mag., 2, 97 – 113.*

Soták, J. & Plašienka, D., 1996: Upper Triassic – Lower Jurassic sediments of the Lučatín unit in the Northern Veporicum: Facial diversity and tectonic stacking. *Slovak Geol. Mag., 3 – 4, 273 – 277.*

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. *Physics and Chemistry of the Earth (A), 24, 651 – 658.*

Lupták, B., Janák, M., Plašienka, D., Schmidt, S. Th. & Frey, M., 2000: Chloritoid-kyanite schists from the Veporic unit, Western Carpathians, Slovakia: Implications for Alpine (Cretaceous) metamorphism. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., 80, 213 – 223.*

Poller, U., Uher, P., Janák, M., Plašienka, D. & Kohút, M., 2001: Late Cretaceous age of the Rochovce granite, Western Carpathians, constrained by U/Pb single-zircon dating in combination with cathodoluminiscence imaging. *Geol. Carpath., 52, 41 – 47.*

Plašienka, D. & Soták, J., 2001: Stratigrafické a tektonické postavenie karbónskych sedimentov v doline Furmanec (Muránska planina). *Miner. Slov., 33, 29 – 44.*

Janák, M., Plašienka, D., Frey, M., Cosca, M., Schmidt, S. Th., Lupták, B. & Méres, Š., 2001: Cretaceous evolution of a metamorphic core complex, the Veporic unit, Western Carpathians (Slovakia): P-T conditions and in situ $^{40}Ar/^{39}Ar$ UV laser probe dating of metapelites. *J. metamorph. Geol., 19, 197 – 216.*

Lupták, B., Janák, M., Plašienka, D. & Schmidt, S. Th., 2003: Alpine low-grade metamorphism of the Permian–Triassic sedimentary rocks from the Veporic superunit, Western Carpathians: Phyllosilicate composition and "crystallinity" data. *Geol. Carpath., 54, 367 – 375.*

Plašienka, D., Broska, I., Kissová, D. & Dunkl, I., 2007: Zircon fission--track dating of granites from the Vepor-Gemer Belt (Western

Carpathians): Constraints for the Early Alpine exhumation history. *J. Geosciences, 52, 101 – 110.*

Jeřábek, P., Lexa, O., Schulmann, K. & Plašienka, D., 2012: Inverse ductile thinning via lower crustal flow and fold-induced doming in the West Carpathian Eo-Alpine collisional wedge. *Tectonics, 31, TC5002, 26 p.*

Krížňanský príkrov

Plašienka, D., 1983: Kinematický obraz niektorých štruktúr severného veporika vo vzťahu k formovaniu krížňanského príkrovu. *Miner. Slov., 15, 217 – 231.*

Plašienka, D. & Prokešová, R., 1996: Towards an evolutionary tectonic model of the Krížna cover nappe (Western Carpathians, Slovakia). *Slovak Geol. Mag., 3 – 4, 279 – 286.*

Plašienka, D., 2003: Development of basement-involved fold and thrust structures exemplified by the Tatric–Fatric–Veporic nappe system of the Western Carpathians (Slovakia). *Geodinamica Acta, 16, 21 – 38.*

Prokešová, R., Plašienka, D. & Milovský, R., 2012: Structural pattern and emplacement mechanisms of the Krížna cover nappe (Central Western Carpathians). *Geol. Carpath., 63, 13 – 32.*

Malé Karpaty, Považský Inovec

Plašienka, D., 1987: Litologicko-sedimentologický a paleotektonický charakter borinskej jednotky v Malých Karpatoch. *Miner. Slov., 19, 217 – 230.*

Plašienka, D., 1990: Regionálne strižné a transpresné zóny v tatriku Malých Karpát. *Miner. Slov., 22, 55 – 62.*

Plašienka, D., Michalík, J., Kováč, M., Gross, P. & Putiš, M., 1991: Paleotectonic evolution of the Malé Karpaty Mts. – an overview. *Geol. Carpath., 42, 195 – 208.*

Jablonský, J., Michalík, J., Plašienka, D. & Soták, J., 1993: Sedimentary enviroments of the Solírov Formation and correlation with Lower Cretaceous turbidites in Central West Carpathians, Slovakia. *Cretaceous Research, 14, 613 – 621.*

Plašienka, D. & Marko, F., 1993: Geologická stavba strednej časti Považského Inovca. *Miner. Slov., 25, 11 – 22.*

Soták, J., Plašienka, D., Spišiak, J. & Uher, P., 1993: Neptunické dajky karbonátov v bázických vulkanitoch Považského Inovca. *Miner. Slov., 25, 193 – 201.*

Plašienka, D., Korikovsky, S. P. & Hacura, A., 1993: Anchizonal Alpine metamorphism of Tatric cover sediments in the Malé Karpaty Mts. (Western Carpathians). *Geol. Carpath., 44, 365 – 371.*

Plašienka, D., Marschalko, R., Soták, J., Uher, P. & Peterčáková, M., 1994: Pôvod a štruktúrna pozícia vrchnokriedových sedimentov v severnej časti Považského Inovca. Prvá časť: Litostratigrafia a sedimentológia. *Miner. Slov., 26, 311 – 334.*

Plašienka, D., 1995: Pôvod a štruktúrna pozícia vrchnokriedových sedimentov v severnej časti Považského Inovca. Druhá časť: Štruktúrna geológia a paleotektonická rekonštrukcia. *Miner. Slov., 27, 179 – 192.*

Plašienka, D. & Ožvoldová, L., 1996: New data about the age of radiolarites from the Belice Unit (Považský Inovec Mts., Central Western Carpathians). *Slovak Geol. Mag., 1, 21 – 26.*

Polák, M., Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Filo, M., Olšavský, M., Havrila, M., Buček, S., Maglay, J., Elečko, M., Fordinál, K., Nagy, A., Hraško, Ľ., Németh, Z., Ivanička, J. & Broska, I., 2011: Geologická mapa Malých Karpát 1 : 50 000. *ŠGÚDŠ, Bratislava.*

Polák, M. (ed.), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Maglay, J., Olšavský, M., Havrila, M., Buček, S., Elečko, M., Fordinál, K., Nagy, A., Hraško, Ľ., Németh, Z., Malík, P., Liščák, P., Madarás, J., Slavkay, M., Kubeš, P., Kucharič, Ľ., Boorová, D., Zlinská, A., Siráňová, Z. & Žecová, K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty 1 : 50 000. *ŠGÚDŠ, Bratislava, 287 s.*

Pieninské bradlové pásmo

Plašienka, D., Soták, J. & Prokešová, R., 1998: Structural profiles across the Šambron-Kamenica Periklippen Zone of the Central Carpathian Paleogene Basin in NE Slovakia. *Miner. Slov., 29, 173 – 184.*

Kissová, D., Dunkl, I., Plašienka, D., Frisch, W. & Marschalko, R., 2005: The Pieninic exotic cordillera (Andrusov Ridge) revisited: New zircon FT ages of granite pebbles from Cretaceous conglomerates of the Pieniny Klippen Belt (Western Carpathians, Slovakia). *Slovak Geol. Mag., 11, 17 – 28.*

Marko, F., Vojtko, R., Plašienka, D., Sliva, Ľ., Jablonský, J., Reichwalder, P. & Starek, D., 2005: A contribution to the tectonics of the Periklippen zone near Zázrivá (Western Carpathians). *Slovak Geol. Mag., 11, 37 – 43.*

Bučová, J., Plašienka, D. & Mikuš, V., 2010: Geology and tectonics of the Vršatec klippen area (Pieniny Klippen Belt, Western Slovakia). *Scientific Annals, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki. Proceedings of the XIX CBGA Congress, Thessaloniki, Greece. Special Volume, 100, 197 – 207.*

Oszczypko, N., Jurewicz, E. & Plašienka, D., 2010: Tectonics of the Klippen Belt and Magura Nappe in the eastern part of the Pieniny Mts. (Western Carpathians, Poland and Slovakia) – new approaches and results. *Scientific Annals, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki. Proceedings of the XIX CBGA Congress, Thessaloniki, Greece. Special Volume, 100, 221 – 229.*

Plašienka, D., Sýkora, M., Aubrecht, R., Krobicki, M. & Józsa, Š., 2010: Reinterpretation of the lithostratigraphy and tectonic position of the Mariková Klippen (Middle Váh Valley, western Slovakia). *Acta Geologica Slovaca, 2, 1 – 9.*

Plašienka, D., 2010: Structure and evolution of the Pieniny Klippen Belt (PKB) and its position in the Western Carpathian framework. *J. Alpine Geology, 52, 35 – 40.*

Plašienka, D. & Mikuš, M., 2010: Geologická stavba pieninského a šarišského úseku bradlového pásma medzi Litmanovou a Drienicou na východnom Slovensku. *Miner. Slov., 42, 155 – 178.*

Spišiak, J., Plašienka, D., Bučová, J., Mikuš, T. & Uher, P., 2011: Petrology and palaeotectonic setting of Cretaceous alkaline basaltic volcanism in the Pieniny Klippen Belt (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Quart., 55, 27 – 48.*

Šimonová, V. & Plašienka, D., 2011: Kinematická a paleonapäťová analýza zlomov v butkovskom lome (manínska jednotka, Západné Karpaty). *Acta Geologica Slovaca, 3, 21 – 31.*

Plašienka, D., 2012: Early stages of structural evolution of the Carpathian Klippen Belt (Slovakian Pieniny sector). *Miner. Slov., 44, 1 – 16.*

Plašienka, D., Soták, J., Jamrichová, M., Halásová, E., Pivko, D., Józsa, Š., Madzin, J. & Mikuš, V., 2012: Structure and evolution of the Pieniny Klippen Belt demonstrated along a section between Jarabina and Litmanová villages in Eastern Slovakia. *Miner. Slov., 44, 17 – 38.*

Plašienka, D., Józsa, Š., Gedl, P. & Madzin, J., 2013: Fault contact of the Pieniny Klippen Belt with the Central Carpathian Paleogene Basin (Western Carpathians) – new data from a unique temporary exposure in Ľutina village (Eastern Slovakia). *Geol. Carpath., 64 (in press).*

Márton, E., Grabowski, J., Plašienka, D., Túnyi, I., Krobicki, M., Haas, J. & Pethe, M. (in press): New paleomagnetic results from the Upper Cretaceous red marls of the Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians: Evidence for general CCW rotation and implications for the origin of the structural arc formation. *Tectonophysics, doi: 10.1016/j.tecto.2013.01.027*

Uher, P., Plašienka, D., Ondrejka, M., Hraško, Ľ. & Konečný, P. (in press): Uranium-rich monazite-(Ce) from the Krivá type granitic boulders in conglomerates of the Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians, Slovakia: Composition, age determination and possible source areas. *Geol. Quart.*

LADISLAV NOVOTNÝ a JÁN TULIS: **Kras Slovenského raja**

Review of the publication "Karst of the Slovak Paradise" of the authors Ladislav Novotný & Ján Tulis

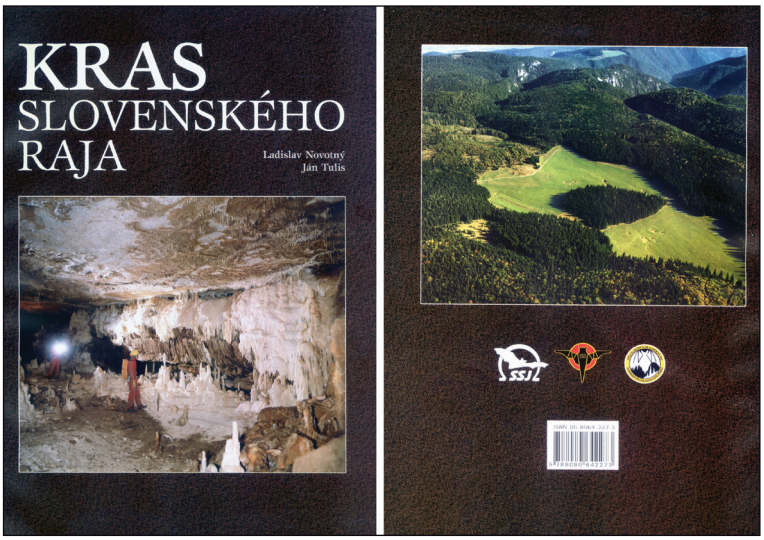
Vzhľadom na význam publikácie, ktorej materiál sa zbieral celé desaťročia, je dôležité poukázať na prácu dobrovoľnej jaskyniarskej činnosti, ktorá je zavŕšená rýdzo profesionálnym spracovaním.

Autori, geológovia, v začiatkoch dobrovoľní jaskyniari, ale v súčasnosti odborne vysoko fundovaní speleológovia prezentujú svoje celoživotné – viac ako 40-ročné – praktické skúsenosti zo speleologickej problematiky v jednej z najvýznamnejších krasových oblastí Západných Karpát. Svoj vzťah k speleológii vybudovali na geologických teoretických vedomostiach a praktických skúsenostiach z geologického mapovania a ložiskovej geológie, ako aj permanentným štúdiom geomorfologických fenoménov na povrchu a v podzemí predmetného územia. Pravidelné aktívne trávenie voľného času v jedinečnej krasovej lokalite ich vyformovalo do výrazných osobností, schopných podať cez objemný súbor analytických činností syntetizujúci a komplexný obraz krasu Slovenského raja.

Na 175 stranách textu sa okrem úvodných častí autori venujú geológii územia, aplikujúc najnovšie regionálne výskumy v oblasti (Mello et al., 2000). Škoda, že do geologickej mapy nezakomponovali tektonické prvky zistené ich vlastným výskumom napr. v systéme Stratenskej a Dobšinskej ľadovej jaskyne a na ďalších čiastkových územiach, na ktorých v minulosti pracovali: Prielom Hornádu, Kocúrová, Medvedia jaskyňa, ... Osobne je to pre mňa pomerne prekvapujúce, pretože obidvoch autorov poznám ako dôsledných vyznávačov výslednej kauzality tektonickej činnosti zobrazenej v geomorfologických črtách príslušného územia.

V hydrogeologickej a hydrologickej kapitole sa opäť vychádza z najaktuálnejších podkladov (Scherer in Mello, 2000), s definovaním základných hydrogeologických štruktúr, pričom sú vhodne zakomponované staršie údaje Kullmana (1985) o prognóznych zdrojoch podzemných vôd, ako aj Rapanta, (in Kullman et al., 1985) o koeficiente skrasovatenia vápencov Slovenského raja. Nechýba tu ani tabuľka (tab. 2) so základnými charakteristikami vybraných prameňov s geologickou interpretáciou. Záver kapitoly je určený zdrojom znečistenia krasových vôd, s upozornením na divoké skládky v závrtoch južnej časti územia, ako aj na miestach zvýšeného pohybu nie vždy adekvátne sa správajúcich turistov. Alarmujúce sú najmä výsledky monitoringu kvality vody (nevyhovujúce norme pre pitnú vodu) z niektorých prameňov v exponovaných miestach územia, ktoré sa bežne využívajú ako zdroj (Suchá Belá, Košiarny briežok, Čingov, Zejmarská roklina...). Vytýčené pásma ochrany sa zrejme míňajú účinkom.

Jadrom práce je najrozsiahlejšia kapitola 4, kde sú podrobne opísané a charakterizované všetky krasové lokality (planiny) z hľadiska povrchových a podzemných krasových javov, ako aj prezentované mapky najdôležitejších jaskýň (tab. 4, 5 a 6). Tu je vyčerpávajúco dokumentovaná mravčia práca so snahou zachytiť každú podstatnú črtu krasového fenoménu. V uvedených tabuľkách je množstvo relevantných dát, ktorých hodnota by bola určite vyššia, keby bola poloha každého krasového prvku určená vo všeobecne akceptovanom súradnicovom systéme (udáva sa iba súradnica Z – nadmorská výška). To isté by bolo vhodné aj pre tab. 2, z kapitoly o hydrogeológii a hydrológii. Ak by tento chýbajúci údaj mal slúžiť ako „poistka" proti znehodnoteniu týchto javov tzv. krasovými turistami, tak je to pochopiteľné. Táto kapitola je vlastne zrkadlom nielen práce autorov samotných, ale aj niekoľkých generácií jaskyniarov pôsobiacich v speleologickom klube Slovenský raj v Spišskej Novej Vsi.



Je zosobnením tisícky dní prevažne úmornej, ale dobrovoľnej, neplatenej práce, ktorej odmenou bol nie v každom prípade objav nového priestoru. Je na chválu autorov, že tento klub, ktorý v mladíckej eufórii zakladali, udržali pri živote, cielenou, systematickou prácou, ktorá nekončila iba vypraním zablatených overalov od jaskynných sedimentov po akcii, ale pokračovala vynášaním polygónových ťahov, skresľovaním dokumentácie z povrchu i podzemia, štúdiom súvisiacich elementov, zavádzaním netradičných metodík, ale aj starostlivosťou o technické zabezpečenie činnosti (vrátane uzáverov niekoľkých jaskýň) a mnohými inými vedeckými aj „nevedeckými" činnosťami, ktorými ovplyvňovali osadenstvo klubu, neustále posúvali stupeň poznania dopredu. Bez takýchto aktivít a vnútorného motora „seniorov" – a snáď môžem povedať aj „klasikov" – by predmetná publikácia zrejme neuzrela svetlo sveta. Pozoruhodné je, že autori aj v dnešných časoch napriek svojmu už seniorskému veku obaja patria k popredným protagonistom speleologického klubu Slovenský raj. Kapitola je bohato dokumentovaná množstvom máp, rezov, blokdiagramov a fotografií vo veľmi dobrej kvalite, takže čitateľ má dostatočnú príležitosť urobiť si predstavu o poznaní povrchových i podzemných krasových fenoménov oblasti Slovenského raja prakticky bezo zvyšku.

Interpretačnú nadstavbu práce podáva kapitola 5 – Vývoj povrchového a podzemného krasu, v ktorej, sčasti modifikujúc predošlé názory zachytené v monografii o Stratenskej jaskyni na základe poznatkov geologického výskumu, stanovili časové parametre krasového procesu, využijúc aj metodiku absolútneho datovania. Je logické, že autori vychádzajú pri interpretácii z geologického vývoja územia a jeho štruktúrno-tektonických podmienok. Z hľadiska časovej škály krasového vývoja je zaujímavým spôsobom podaná paleoalpínska krasová perióda – predgossauská etapa, doložená okrem iného aj novými nálezmi bauxitu až bauxitických železných rúd v depresných formách na planine Glac. Rozčlenením krasového procesu na jednotlivé krasové etapy – periódy, autori dokázali, že sa nestratili ani v takto načrtnutej širokej časovej škále a na základe vlastných pozorovaní a rešerše starších prác postavili logický časový prehľad krasovatenia územia, ktorý – ako sami uvádzajú – môže byť aj vhodnou pôdou na diskusiu a polemiky. Celkove však kapitola budí konzistentný dojem s jednoznačným zámerom a smerovaním interpretácie.

V kapitole 6 autori rozoberajú perspektívy a prognózy speleologického poznania Slovenského raja. Za ňou je zaradená

podkapitola o speleologickej preskúmanosti s tabuľkami najdlhších a najhlbších jaskýň. Podľa môjho názoru by malo byť poradie logicky opačné.

Chemickým analýzam dokumentujúcim čistotu vápencov by prospelo usporiadanie do tabuľky s vyjadrením základných štatistických parametrov. Rovnako by bolo preukázateľnejšie tabuľkové usporiadanie výskytu jaskýň v jednotlivých typoch krasových hornín a možno aj ich závislosť od dĺžky. Za zvlášť cennú považujeme morfogenetickú klasifikáciu a klasifikáciu geomorfologických foriem vychádzajúcu z práce Bella (2002). Tabuľka o exogénnych formách – procesoch na str. 159 by bola prieraznejšia, keby obsahovala viac praktických prípadov začlenenia najdôležitejších jaskýň do vymedzených kategórií.

Neoddeliteľnou súčasťou práce je kapitola o ochrane jaskýň (kapitola 7), ktorá je mimoriadne aktuálna hlavne v dnešnej dobe, pretože ide nielen o ochranu krasových javov samotných, ale aj o ochranu potenciálu podzemných vôd. Hlavne ochrana podzemných vôd sa stáva jedným z rozhodujúcich kritérií, pretože potreba vodných zdrojov pre blízku budúcnosť bude jedným z rozhodujúcich faktorov na trvalo udržateľný rozvoj spoločnosti.

Monografii trochu chýba klasické zhrnutie, jasný záver s odporúčaniami (sú uvedené na inom mieste), s poukázaním na hlavné výsledky práce. Ak záver nahrádza anglické summary, tak vzhľadom na rozsah práce a významnosť krasového regiónu Slovenského raja by si zaslúžilo určite väčší rozsah, s uvedením aspoň dvoch závažných tabuliek, aby podstatné výsledky boli dostupné aj pre zahraničného záujemcu.

Osemstranová plnofarebná fotografická príloha vhodným spôsobom postupne dokumentuje územie, a to od panoramatických leteckých záberov cez povrchové morfoštruktúry až po podzemné priestory, kde možno zhodnotiť nielen ich veľkosť a tvar, ale aj posúdiť rozmanitosť sekundárnej krasovej výzdoby, ako aj niektoré detaily zamerané na minulú a súčasnú faunu spolu s niektorými aspektmi jaskyniarskeho života.

V každom prípade je ale potrebné oceniť entuziazmus, elán a pracovitosť autorov, ktorí ani na zaslúženom odpočinku neskladajú ruky, ale svojou činorodou prácou zanechávajú nezmazateľný odkaz pre nasledujúce generácie speleológov vo forme precízne zdokumentovaných a fundovane klasifikovaných povrchových a podzemných krasových javov, ako aj návody na ďalšie prieskumy vo forme načrtnutých problémov.

Taktiež je potrebné vysloviť absolutórium vedeniu Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši (Ing. J. Hlaváč, RNDr. P. Bella, PhD.) za podporu vydania monografie, rovnako ako aj celému radu sponzorov, hlavne z regiónu Spiša, vďaka ktorým publikácia uzrela svetlo sveta. Vzhľadom na dnešnú tvrdo ekonomicky správajúcu sa spoločnosť ide nesporne o veľmi sympatický a záslužný čin. Publikáciu vydala Správa slovenských jaskýň a Slovenská speleologická spoločnosť v Knižnom centre Žilina v roku 2005. Nepochybujeme, že publikácia je určite vítaným obohatením knižnice nielen speleológa, geológa alebo geomorfológa, ale veríme, že listovaním v nej si príde na svoje každý zanietený milovník tohto mimoriadne atraktívneho kúta Slovenska.

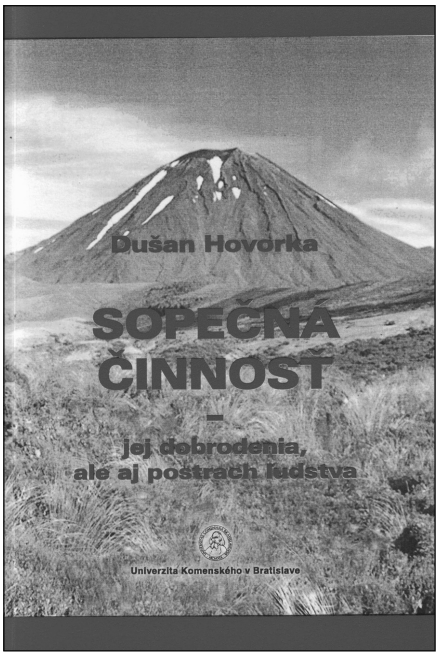
Ľ. Kucharič

mineralia slovaca

D. HOVORKA: **Sopečná činnosť – jej dobrodenia, ale aj postrach ľudstva.** Vydala Univerzita Komenského vo Vydavateľstve UK, Bratislava 2013, 238 s.

Review of the publication "Volcanic activity: Its benefits, but also the menace for mankind" of the author D. Hovorka. Issued by the Comenius University Publishers, Bratislava 2013, 238 p.

V posledných rokoch sa v médiách veľmi často objavujú správy o zintenzívňujúcich sa vulkanických činnostiach v rôznych oblastiach zemegule. Čitatelia i poslucháči sa zväčša dozvedajú len o ich účinkoch škodiacich ľudstvu, ktoré sú ešte znásobené katastrofickými scenármi a sci-fi filmami. Obdobia, keď nás vydavateľstvá zavaľovali farebnými veľkoformátovými prekladovými publikáciami o vyhynutých ...sauroch, ktoré však v geologickej histórii nášho územia zohrali iba nepatrnú úlohu, už končia. Situáciu zachraňujú aspoň niektoré dokumentárne kanály televízie. Preto je potrebné zvlášť oceniť, že sa na slovenskom knižnom trhu objavila originálna publikácia významného vedca a pedagóga, emeritného profesora Univerzity Komenského v Bratislave, RNDr. Dušana Hovorku, DrSc.. Kniha prináša veľké množstvo aktuálnych poznatkov o najvýznamnejších procesoch prebiehajúcich vnútri Zeme, ktoré sa po celú dobu vývoja tiež podieľali na formovaní jej povrchu. Pre sopečnú činnosť nie sú charakteristické iba ničivé, ale aj priaznivé účinky. Existuje už veľa dôkazov aj o vplyve vulkanizmu na vznik a vývoj života.



Autor knihy prof. D. Hovorka pri jej príprave zhrnul výsledky vlastnej vyše 50-ročnej vedeckovýskumnej práce, ale aj dlhoročnú prax vysokoškolského pedagóga, schopného poslucháčom zrozumiteľne vysvetliť aj najzložitejšiu problematiku. Vulkanizmu sa venuje po celú dobu svojho pôsobenia; jeho prvá kniha o sopkách vyšla vo vydavateľstve Veda v roku 1990. Zakrátko na to bola vypredaná.

Recenzovaná publikácia sa svojím obsahom delí na 3 základné, veľmi široko koncipované tematické okruhy.

Prvá časť obsahuje údaje o sopečnej činnosti, počínajúc definovaním vulkanizmu, typov sopiek, ich morfologických tvarov a charakteristík vulkanických erupcií. Prehľadne je spracovaná časť podávajúca fakty o magme a láve, ich vzniku, kryštalizácii, minerálnom zložení, štruktúrach vulkanických hornín atď..

Čitateľa určite zaujme kapitola charakterizujúca vulkanické aktivity regiónu Západných Karpát v čase a priestore. Nemenej zaujímavé sú poznatky o existencii sopečnej činnosti na iných planétach našej slnečnej sústavy.

Ďalší tematický okruh veľmi podrobne oboznamuje s produktmi vulkanickej činnosti, ktoré sú pre ľudstvo užitočné. Sú to ekonomicky dôležité rudné a nerudné suroviny, drahé kovy, stavebný aj úžitkový kameň, ale aj tepelná energia a horúce vody aktívnych alebo nedávno vyhasnutých vulkánov. Prednosťou tejto kapitoly je, že väčšinou ide o opis nám blízkych slovenských lokalít s výskytom nerastných surovín, ktorých vznik bol spojený prevažne s mladotreťohorným vulkanizmom. Tretia časť je venovaná škodám, ktoré vulkanizmus spôsobuje ľudstvu. Spomenuté sú katastrofické sopečné erupcie, príznaky blížiacich sa výbuchov a tiež nebezpečenstvo pre leteckú dopravu hroziace v ovzduší z prítomnosti sopečného popola.

Recenzovaná kniha má 238 strán, obsahuje aj informácie orientujúce čitateľa na práce s obdobnou tematikou, niekoľkostranový vysvetľujúci slovník odborných termínov a tiež anglické resumé. Sú v nej aj tabuľky, grafické znázornenia a množstvo fotografií.

Niekoľko slov záverom: Zoznam prác prof. RNDr. Dušana Hovorku, DrSc., za obdobie rokov 1999 – 2002, tvoriaci prílohu zdravice k jeho 70-inám (Mineralia Slovaca 2003, 2), ktorý sme vtedy s kolegyňou pripravili, nebol úplný. Čo-to sme pozabudli, nenašli, viac tém mal prof. Hovorka rozpracovaných. Odvtedy uplynulo ďalších desať rokov, pribudlo viac jeho publikovaných prác, štúdií, kníh a okrem toho pán profesor ešte aj prednášal. Najnovšia kniha teraz už 80-ročného autora (neuveriteľné!), ktorej recenziu spolu s odporúčaním uvádzame, je iba časťou jeho vedomostnej kapacity, zhromažďovanej mnoho desaťročí a odovzdávanej širokej verejnosti v rámci vedecko-publikačnej, pedagogickej a prednáškovej činnosti.

Recenzovanú knihu „Sopečná činnosť – jej dobrodenia, ale aj postrach ľudstva“ vydalo Vydavateľstvo Univerzity Komenského v Bratislave začiatkom roku 2013. Predáva sa za 8 eur priamo v predajni vydavateľstva na Šafárikovom námestí, v predajni Academia na Štúrovej ulici a tiež v areáli Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave. Ide o veľmi potrebnú a určite aj úspešnú publikáciu, keďže obdobný súhrn informácií o vulkanizme (aj na území Slovenskej republiky) takto doposiaľ nebol spracovaný a na vedecko-popularizačnej úrovni zverejnený.

Oto Miko

Errata

V reportáži o 11. výročnom predvianočnom seminári Slovenskej geologickej spoločnosti uverejnenej v Geovestníku Min. Slov. 44/4/2012 bolo na str. 4 v prípade príspevku P. Grossa a A. Zlinskej použité nevhodné spojenie „uviedli prítomnosť kamenského súvrstvia vo vrte FGHn-1 Handlová“, správne spojenie je „diskutovali o prítomnosti“. Podobne na str. 16 má byť v nadpise abstraktu otáznik, čiže správny nadpis je P. GROSS a A. ZLINSKÁ: Prítomnosť kamenského súvrstvia vo vrte FGHn-1 Handlová (Handlovská kotlina)?.

Autori príspevku o predvianočnom seminári sa P. Grossovi a A. Zlinskej ospravedlňujú.

Inštrukcie autorom

Všeobecné inštrukcie

1. Geovedný časopis Mineralia Slovaca publikuje scientometricky hodnotné pôvodné vedecké články s vysokým citačným potenciálom. V úvode príspevku musí autor jasne deklarovať, čím konkrétnym je jeho príspevok prínosný pre rozvoj geovied. Rešeršné štúdie sa publikujú len ojedinele. Informatívna príloha Geovestník je určená slovenským čitateľom.

2. Rozsah článku je najviac 25 rukopisných strán spracovaných v editore MS Word PC (riadkovanie 1,5), vrátane literatúry, obrázkov a vysvetliviek. V prípade veľkého odborného prínosu sú v ojedinelých prípadoch povolené aj dlhšie články.

3. Články sú publikované v slovenčine alebo v angličtine. Uprednostňuje sa angličtina. Články napísané v slovenčine musia obsahovať anglický preklad názvu, abstraktu, kľúčových slov, resumé a popisov k obrázkom a tabuľkám.

4. Pri zasielaní poštou sú požadované dva vytlačené exemplára a tiež CD so všetkými súbormi v editovateľnej podobe. Články je možné zaslať aj e-mailom na adresu redakcie, ale popri editovateľných súboroch musí byť manuskript uložený aj v .pdf formáte. Na zasielanie súborov väčších ako 2 MB sa odporúča použitie stránky www.uschovna.cz.

5. Súčasne s článkom treba redakcii poslať autorské vyhlásenie, že nijaká časť rukopisu ešte nebola publikovaná a originálne sú aj obrázky. Kópie obrázkov z iných publikácií musia byť legalizované získaním práva na publikovanie. Vyhlásenie musí obsahovať meno autora (autorov), akademický titul a trvalé bydlisko.

Text

1. Úpravu textu aj zoznamu literatúry treba prispôsobiť súčasnej úprave článkov v časopise.

2. Text sa má písať vo fonte Times New Roman s riadkovaním 1,5, veľkosť písmen 12 bodov.

3. Abstrakt stručne sumarizuje článok. Môže mať najviac 200 slov a nemá obsahovať citácie. Počet kľúčových slov je maximálne 6.

4. Text má mať úvod, charakteristiku (stav) skúmaného problému, použitú metodiku práce, nové zistenia, na ktorých je postavená interpretácia, diskusiu, záver a zoznam literatúry. Východiskové údaje musia byť zreteľne odlíšené od interpretácií.

5. Údaje z tabuliek a obrázkov sa v texte nemajú opakovať, môžu byť komentované, prípadne sa autor môže odvolať na príslušnú tabuľku, resp. obrázok.

6. Text treba členiť nadpismi – hlavné písať do stredu a vedľajšie na ľavý okraj strany. Použiť možno najviac tri druhy hierarchických nadpisov a podľa dôležitosti ich vyznačiť ceruzkou na ľavom okraji strany: 1 – najvyšší, 2 – nižší, 3 – najnižší.

7. V texte sa uprednostňuje citácia v zátvorke, napr. (Dubčák, 1987; Hrubý et al., 1988), pred formou ... podľa Dubčáka (1987). Prvé mená autorov sa ani v jednom prípade neuvádzajú.

8. Pozícia obrázkov a tabuliek v texte sa označí. Nie je vhodné, aby text v editore MS Word obsahoval vložené obrázky, ale náhľadová verzia v .pdf ich má obsahovať.

9. Grécke písmená použité v texte treba identifikovať na ľavom okraji slovom (napr. sigma). Dôsledne je tiež potrebné odlišovať pomlčku od spojovníka.

10. Symboly, matematické značky, názvy skamenelín, slová a pod., ktoré sa majú vysádzať kurzívou, autor v rukopise podčiarkne vlnovkou.

Ilustrácie

1. Ilustrácie musia byť vo vysokej kvalite, majú dokumentovať a vysvetľovať text. **V článku budú publikované na šírku stĺpca (81 mm) alebo strany (170 mm).** Tomu treba prispôsobiť ich veľkosť a formu, resp. zoskupenie. Kvalitný obrázok (veľkosť písmen, hrúbka čiar) možno reprodukovať aj v pomere 1 : 1, ale kresby (perovky čiernym tušom) odporúčame urobiť väčšie ako v publikovanej verzii.

Úmerne k predpokladanému zmenšeniu treba zvoliť hrúbku čiar, veľkosť písma, čísiel, hustotu šrafovania a pod.. Obrázky treba popisovať šablónou, nie voľnou rukou. Optimálna veľkosť písma v časopise po zmenšení je pri veľkých písmenách a číslach 2 mm. Ak je článok v slovenčine, popisy v obrázkoch musia byť v slovenčine, ak je v angličtine, aj ilustrácie musia byť v angličtine. Originál (pred zmenšením) môže mať najviac 340 x 210 mm. **Maximálny rozmer ilustrácie vytlačený v časopise je 170 x 230 mm.** Skladacie ilustrácie nebudú publikované.

Obrázky vytvorené na počítači musia byť vytlačené laserovou tlačiarňou pri vysokom rozlíšení (min. 300 DPI) a musia byť poslané spolu s textom na CD alebo e-mailom. **Pri počítačovej tvorbe obrázkov redakcia odporúča pracovať s programami vo vektorovom zobrazení (napr. Corel Draw). Čiary tzv. vlasovej hrúbky sa nesmú používať.** Vylučuje sa používanie softvérovej výplne (napr. v Corel Draw). Výplne v obrázkoch sa musia skladať zo samostatne vysádzaných objektov. Vhodné nie sú ani rastrové výplne.

2. Všetky ilustrácie vrátane fotografií musia obsahovať grafickú mierku v centimetrovej či metrovej škále. V prípade, že sa ako mierka použijú iné objekty, v texte vysvetlivky musí byť ich veľkosť uvedená číselným vyjadrením. Pri všetkých ilustráciách sa uvedie poradové číslo a orientácia obrázka. Všetky ilustrácie sa musia citovať v texte.

3. Zoskupené obrázky, napr. fotografie a diagramy, musia byť zhotovené ako jeden obrázok a jeho časti je potrebné označiť písmenami (a, b, c atď.). Takto zoskupené obrázky sa citujú ako jeden obrázok.

4. Fotografie musia byť vo vysokej kvalite. Je vhodné, aby sa pre tlač zmenšovali najmenej o 50 %. **Pri zasielaní fotografií vo forme počítačových súborov (výlučne vo formáte JPG alebo TIF) sa požaduje vysoké rozlíšenie – minimálne 600 DPI.**

5. Na mapách a profiloch treba voliť jednotné vysvetlivky, ktoré sa uvedú pri prvom obrázku.

6. Názvy obrázkov s vysvetlivkami treba priložiť k textu na osobitnom liste v slovenčine a v angličtine.

7. Farebné ilustrácie vo vysokej kvalite možno publikovať iba po dohode s vydavateľstvom a ich publikovanie môže byť spoplatnené.

8. Redakcia si vyhradzuje právo vrátiť autorovi grafické prílohy na opravu po jazykovej úprave, resp. požiadať o ich nahradenie za prílohy v požadovanej kvalite.

Tabuľky

1. Tabuľky treba písať na osobitný list. Ich rozsah a vnútornú úpravu limituje maximálna šírka tlačového stĺpca (81 mm) alebo strany (170 mm). Tabuľky sa číslujú priebežne a uverejňujú sa v číselnom poradí.

2. Vertikálne čiary sa v tabuľkách nepoužívajú.

Literatúra

1. V zozname literatúry sa v abecednom poradí 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. „Osobná informácia“ sa cituje iba v texte (Zajac, os. informácia, 1988).

2. Spôsob uvádzania literatúry v zozname literatúry

Knižná publikácia

Gazda, L. & Čech, M., 1988: Paleozoikum medzevského príkrovu. *Alfa, Bratislava, 155 s.*

Časopis

Vrba, P., 1989: Strižné zóny v komplexoch metapelitov. *Miner. 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 ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves, 28 s.*

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 (v knižnej publikácii) cituje názov, údaje a pod. iného autora, ktorý nie je spoluautorom publikácie, v texte sa cituje vo forme (Gerda in Kubka, 1975), ale v zozname literatúry sa uvádza iba Kubka, J., 1975.

V prípade nejasností si možno vyžiadať podrobnosti e-mailom na adrese mineralia.slovaca@geology.sk, alena.wolfova@geology.sk, **alebo** zoltan.nemeth@geology.sk

OBSAH – CONTENT

PÔVODNÉ ČLÁNKY – ORIGINAL PAPERS

Ozdínová, S.
Paleoecological evaluation of calcareous nannofossils from the Eocene and Oligocene sediments of the Subtatric Group of the Western Carpathians
Paleoekologické zhodnotenie vápnitých nanofosílií z eocénnych a oligocénnych sedimentov podtatranskej skupiny Západných Karpát

Hrabovský, J. & Fordinál, K.
Paleoekologické zhodnotenie riasových vápencov z lokality Stupava-Vrchná hora (Viedenská panva, Slovensko)
Paleoecological evaluation of the algal limestones in Stupava-Vrchná hora locality (Vienna Basin, Slovakia)

Hrabovský, J.
Negenikulátne koralinné riasy (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) z litotamniových vápencov lokality Vrchná hora pri Stupave (Viedenská panva, Slovensko)
Non-geniculate coralline algae (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) from lithothamnion limestones of the locality Vrchná hora at the town of Stupava (Vienna Basin, Slovakia)

Hladilová, Š. & Fordinál, K.
Upper Badenian Molluscs (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda) from the Modra-Kráľová locality (Danube Basin, Slovakia)
Vrchnobádenské mäkkýše (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda) z lokality Modra-Kráľová (Podunajská panva, Slovensko)

Zlinská, A.
Biostratigrafia sedimentov bádenu z oblasti Veľkej Tŕne a revízia jej starších poznatkov (Východoslovenská panva)
Biostrafigraphy of Badenian sediments from the village of Veľká Tŕňa and revision of earlier knowledge (East Slovakian Basin)

Boorová, D. & Filo, I.
Štúdium párnického súvrstvia na stratotypovom profile Žaškov (krížňanský príkrov)
The study of the Párnica Formation at the Žaškov stratotype profile (Krížna nappe)

Kovanič, Ľ. & Németh, Z.
Využitie geodetických metód na modelovanie stien povrchových lomov a skalných útvarov a pri ich štruktúrnej analýze: príklad z kameňolomu Sedlice
The application of geodetic methods for modelling the quarry walls and rock outcrops and their use in structural analysis: Case study from the quarry at Sedlice, Slovakia

Blišťan, P. & Blišťanová, M.
Modelovanie kvalitatívnych parametrov hlavného uhoľného sloja ložiska Nováky v prostredí GIS na účely výpočtu zásob a vizualizácie priestorových vzťahov
Modelling of qualitative parameters of the main coal seam in the Nováky deposit in GIS environment for the purpose of reserves calculation and visualization of spatial relations

DISKUSIA – DISCUSSION

Fraštia, M.
Stanovisko k článku Ekkertová, P. a Greif, V.: *Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov*
The standpoint to the article by Ekkertová, P. & Greif, V.: The use of digital photogrammetry for structure analysis of the rock slopes, published in Mineralia Slovaca 2 (2012), 157 – 166

Ekkertová, P.
Reakcia na stanovisko Ing. Mareka Fraštiu, PhD., z Katedry geodézie SvF STU Bratislava k článku Ekkertová, P. a Greif, V.: *Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov*
Response to an opinion of Ing. Marek Fraštia, PhD., from the Department of Surveying, Faculty of Civil Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava, related to article by Ekkertová, P. & Greif, V.: The use of digital photogrammetry for structure analysis of the rock slopes.

www.geology.sk/mineralia