6/25/1993
ISSN 0369-2086

Mineralia slovaca





Geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava
Ústredná geologická knižnica SR

ponúka

Komplexné rešeršné informačné služby z oblasti geológie a geologických vied

Na požiadanie vypracujeme

- jednorazové retrospektívne rešerše (so záberom od r. 1800 až po súčasnosť)
- priebežné rešerše

z báz dát na témy, ktoré si určíte k výskumným úlohám, vedeckým prácam, štúdiám a pod.

Výstup: diskety 3.5", 5.25", tlač.

Kontakt: Geologický ústav Dionýza Štúra, Ústred. geol. kniž. SR,
Mgr. Milada Dvorská, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava,č. tel. (07) 3705-422

Mineralia slovaca (ISSN 0369-2086) vychádza šesťkrát ročne. Vydavateľ: Geocomplex, a. s., Bratislava. Spoluvydavateľ: Geologický prieskum, š. p., Spišská Nová Ves. Sadzba v redakcii Mineralia slovaca systémom DTP Apple Macintosh. Tlač: Opal, spol. s r.o., Prešov.
Predplatné v roku 1993: Členovia Slovenskej geologickej spoločnosti 78,- Sk, študenti 40,- Sk, nečlenovia spoločnosti a organizácie 228,- Sk. Cena jednotlivého čísla je 38,- Sk. Časopis možno objednať v redakcii.
Inzeráty: Požiadavky zasielať redakcii. Adresa redakcie: Mineralia slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice. Telefón: 095/437 846.
"Novinová zásielka" - podávanie novinových zásielok povolené Východoslov. riaditeľstvom pôšt Košice, č.j. 871-PTPM- 93 zo dňa 23.3.1993.

Mineralia slovaca (ISSN 0369-2086) is published bimonthly by the Geocomplex, a.s.,Bratislava and Geologický prieskum, state enterprise, Spišská Nová Ves. Text was written, edited and composed on a DTP system using Apple Macintosh computers in the editorial office Mineralia slovaca.
Subscription for 1993 calendar year: 92 USD including postage. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Subscription can be sent to Slovart Ltd., Jakubovo nám. 12, 815 31 Bratislava, Slovakia or to Mineralia slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia.
Advertising: Contact managing editor. Address of the Editorial office: Mineralia slovaca,Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia; Phone 095/437 846.
© Geocomplex, a.s., Bratislava

Obsah - Contents

Mineralia slovaca 25 (1993) ■ 6

M. Polák & A. Ondrejíčková
Lithology, microfacies and biostratigraphy of radiolarian limestones, radiolarites in the Krížna nappe of the Western Carpathians
Litológia, mikrofácie a biostratigrafia rádioláriových vápencov a rádiolaritov krížňanského príkrovu Západných Karpát 391

M. Mišík & M. Sýkora
Jurassic submarine scarp breccia and neptunian dykes from the Kyjov - Pusté Pole klippen (Czorsztyn unit)
Brekcia z podmorského zrázu a neptunické dajky z jury čorštynského bradla Kyjov - Pusté Pole 411

K. Šutovská-Holcová, D. Vass & Z. Kvaček
Opatovské vrstvy: vrchnoegerské sedimenty delty v Ipeľskej kotline
Opatová Member: deltaic deposits in the Ipeľská kotlina Basin (Southern Slovakia) Egerian in age 428

B. Bartalský & M. Radvanec
Relations between minerals of the Fe-Zn-As-S and Fe-Ti-Mn-O element association in conditions of regional metamorphism, Rožňava-Turecká Ore Field, Spiš - Gemer Ore Mts., Eastern Slovakia
Vzťah medzi minerálmi prvkovej asociácie Fe-Zn-As-S a Fe-Ti-Mn-O v podmienkach regionálnej metamorfózy; rudné pole Rožňava-Turecká, Spišsko-gemerské rudohorie 437

J. Knésl & A. Knéslová
Možnosti výskytu impregnačných Au ložísk na Slovensku
The possibilities of the presence of disseminated gold mineralization in the Slovak Republic 451

M. Háber, I. Rojkovič, J. Franců & L. Novotný
Grafit z hydrotermálne mineralizovanej brekcie v Novoveskej Hute (Spišsko-gemerské rudohorie)
Graphite from the hydrothermally mineralized breccia in Novoveská Huta (Spišsko-gemerské rudohorie Mts., Slovakia) 461

D. Hovorka & Š. Méres
Metamorfóza ultravysokého tlaku: pyropovo-coesitová fácia metamorfizmu
Metamorphism of ultra-high pressure: „pyrope - coesite facies" of metamorphism 466

Geovestník - príloha časopisu

OBÁLKA: Travertínové skalné mesto na lokalite Dreveník, ktoré vzniklo kĺzaním travertínových krýh na bridličnatom súvrství paleogénu. V pozadí Spišský hrad. Foto: D. Slivka.
COVER: Travertine rock city in the loc. Dreveník originated by gliding of travertine blocks on Paleogene slaty layers. On the background: Spiš castle. Photo by D. Slivka.

Mineralia slovaca

Časopis Slovenskej geologickej spoločnosti a slovenských geologických organizácií
Journal of the Slovak geological society and Slovak geological organizations

Vydáva Združenie Mineralia slovaca
Published by Mineralia slovaca corporation

Vedúci redaktor - Chief editor
PAVOL GRECULA
Geocomplex, a. s.
Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia

REDAKČNÁ RADA - EDITORIAL BOARD

Predseda - Chairman
Karol Együd
Geologický prieskum, Spišská Nová Ves

Vladimír Bezák, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Peter Džuppa, Geocomplex, Bratislava
Miroslav Filo, Geocomplex, Bratislava
Dušan Grman, Geoconzult, Košice
Dušan Hovorka, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Pavel Hvožďara, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Mikuláš Ingr, Ingeo, Žilina
Vlastimil Konečný, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Ján Kozáč, Geologický prieskum, ATNS, Košice
Eduard Köhler, Geologický ústav SAV, Bratislava
Milan Mišík, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Milan Mořkovský, Geofyzika, Brno
Ladislav Novotný, Uránpres, Spišská Nová Ves
Ivan Pagáč, Výskum a vyhľadávanie nafty a plynu, Bratislava
Miroslav Račický, Ministerstvo živ. prostredia, Bratislava
Rudolf Rudinec, Nafta, Michalovce
Ondrej Samuel, Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
Juraj Tözsér, Ministerstvo živ. prostredia, Bratislava
Imrich Varga, Geologický prieskum, Košice
Dionýz Vass, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Eva Zacharová, Geofond, Bratislava

REDAKCIA - EDITORIAL STAFF

Vedúci redakcie - Managing editor
Mária Greculová

Redaktor - Editorial assistent
Mária Dryjová

Sadzba a techn. spracovanie - Production editor
Miloslav Antal

Združenie MINERALIA SLOVACA Corporation

Predseda - Chairman
Július Maljkovič
Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava

Členovia združenia - Members of the corporation

Geocomplex, a.s., Bratislava
Geofond, Bratislava
Geofyzika, Brno
Geoconzult, a. s., Košice
Geologický prieskum, š. p., Spišská Nová Ves
Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava
IGHP, a.s., Žilina
Ingeo, a.s., Žilina
Nafta, a.s., Gbely
Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
Slovenské magnezitové závody, Lovinobaňa
Uránpres, š. p., Spišská Nová Ves
Výskum a vyhľadávanie nafty a plynu, š. p., Bratislava

Mineralia slovaca, 25 (1993), 391 - 410

Lithology, microfacies and biostratigraphy of radiolarian limestones, radiolarites in the Krížna nappe of the Western Carpathians

MILAN POLÁK and ANNA ONDREJÍČKOVÁ

Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(Received July 22, 1993)

Abstract

The article is dealing with lithology, sedimentology and biostratigraphy of the formation of radiolarian limestones and radiolarites in the Upper Jurassic of the Krížna nappe of the West Carpathians. The study of radiolarites has made possible to establish the age of these sediments, radiolarites and radiolarian limestones with various degree of preciseness from the Upper Callovian to Kimmeridgian, in various tectonic units of the West Carpathians. As to sedimentological results, the presence of distal microturbidites in the upper parts of formations at several studied profiles has been proved.

Key words: radiolarian limestones, radiolarites, radiolarians, Upper Dogger, Malm, turbidites, West Carpathians

Introduction

The formation of radiolarian limestones and radiolarites represents one of the most characteristic Jurassic formations of the Krížna nappe, envelope sequences and Klippen Belt of the West Carpathians. From genetic point of view this complex represents typical sediments of orogenetic mountains, linked with basin areas of the Tethyan or North Tethyan province. In age these complexes in the Krížna nappe and envelope sequences correspond to the horizons of the upper Callovian-Oxfordian-Kimmeridgian.

The age of radiolarian limestones and radiolarites in the Krížna nappe of the West Carpathians was established for the first time by direct paleontological methods on the basis of analyses of radiolarians. Several profiles were studied in detail.

Lithology

The formation of radiolarian limestones and radiolarites in the Krížna nappe is characteristic with its morphology and relatively continuous occurrence in the field.

The formation of radiolarian limestones and radiolarites is characterized by almost regular alternation of limestone and shale beds. The layers of limestones are regular, of 3 to 20 cm thickness.

A characteristic feature of radiolarites is their considerable irregularity. In the overwhelming majority of profiles they are most often represented in form of irregular nodules of various size (from mm to max. 28 cm). The average length varies around 8 - 12 cm, thickness seldom exceeds 10 cm. With more detailed study we establish that there are mostly very irregular beds, intensely undulated surfaces, often acquiring even the character of nodular radiolarites. Essentially the following genesis of these compact layers is concerned most likely. The original nodules and concretions of radiolarites prevailingly formed around certain cores by accretion. Parallely with growth of these nodules during diagenesis the nodules and concretions of radiolarites were gradually marging laterally and so more continuous cherty layers were forming gradually (Kälin et al., 1979; Wise and Weawer, 1974; Diersche, 1980).

Microfacial analysis

As we already mentioned in the introduction, the following fundamental types of rocks are taking part in composition of the formation.

1. Radiolarian limestones, which form the prevailing part of the formations. They are characterized as radiolarian limestones, partly siliceous. The content of SiO_2 in limestones varies within the range of 16 - 43 %. They prevailingly represent biomicrites, less biomicrosparites.

2. Radiolarites. In almost all investigated cases they may be characterized as siliceous - calcareous radiolarites (Diersche, 1980). The SiO_2 content in them varies from 50 to max. 77,62 %. In their fundamental composition they correspond to siliceous-calcite biomicrites with high frequency of radiolarians.

3. In several cases we identified distinctly laminated textures, which we may define as microturbidites in the sense of Diersche (1980), Schläger and Schläger (1969) or pelagic turbidites (Kälin et al., 1979).

Organic component

In the analysis of limestones we state that radiolarian microfacies is most frequent. The fundamental building

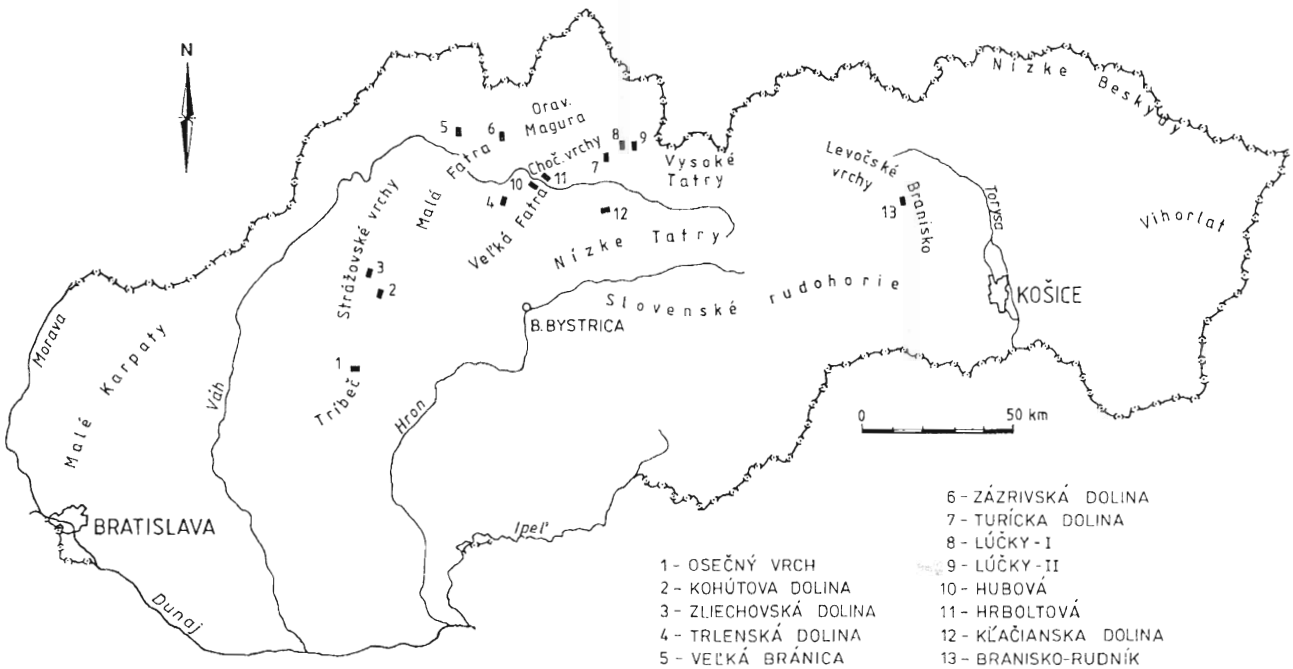


Fig. 1. Localization scheme of the sections through the radiolarian limestones and radiolarites of the Krížna nappe.
Obr. 1. Schéma lokalizácie profilov rádioláriovych vápencov a rádiolaritov Krížňanského príkrovu.

component is about 60 % formed by micritic mass, the rest prevailingly falls on microsparite, only exceptionally there are sparites.

Interesting is the observation that the share of Spumellaria and Nassellaria in the analysed samples in red radiolarites and radiolarian limestones is about 1:1.

In higher parts of the individual profiles, which stratigraphically already reach the Kimmeridgian horizon, but are always part of the formation, the frequency of radiolarians gradually decreases and biodetritus and planktonic crinoids increase, rather indicating onset of ridge sedimentation.

In upper parts of profiles (Zliechovská dolina valley, Zázrivská dolina valley, Lúčky, Kľačianska dolina valley), in passages with gradual transition of prevailingly red radiolarian limestones to weakly nodular, nodular, in places platy limestones, which are already Kimmeridgian in age the frequency and variety of organic detritus is higher. They are mainly cross sections of planktonic crinoids Saccocoma sp., which are found in large amount.

Radiolarites. Almost all samples studied by us we may characterize as siliceous-calcareous radiolarites. From mineralogical point of view from up to 95 - 99 % SiO_2 minerals, very fine-grained quartz take part in their structure. Chalcedony is prevailingly forming the filling of veinlets in radiolarites.

Turbidites. Turbidite textures were localized at profiles in the Zliechovská dolina valley, Zázrivská dolina valley and Lúčky. In the mentioned cases it was in all parts of the profiles already in the Kimmeridgian zone. There are mainly distinct laminated textures, not exceeding thickness of 3 - 5 cm. Relatively regular alternation of laminae, distinctly crowded with organic remnants, in the first place radiolarians, planktonic crinoids-saccocomas, fragments of crinoids and other fine detritus, is observed there. In several case we may see their graded arrangement. A rare component are silty angular quartz grains, which are deposited mainly in all parts of laminae, rich in organic remnants. These allodapic intercalations represent distal turbidites (according to Walker, 1967). Diersche (1980), Schläger and Schläger (1969) characterize these sediments with millimetre lamination as microturbidites or Kälin et al. (1979) classify them as distinct pelagic turbidites.

Sedimentary conditions

The results of analyses of radiolarian limestones and radiolarites at the investigated profiles in the West Carpathians as well as Eastern Alps confirm the genesis of these sediments under deep-water sedimentary conditions.

In the northern part of Tethys and thus also in the West Carpathians sedimentation has been taking place in basins with trend of axis east-west, at length of several hundreds of kilometres, on the other hand the width of basin was restricted.

Biostratigraphical evaluation of radiolarian associations

The rich content of radiolarians in radiolarites and radiolarian limestones of the Krížna nappe (as we stated in the foregoing chapters) is not sufficiently reflected in actual

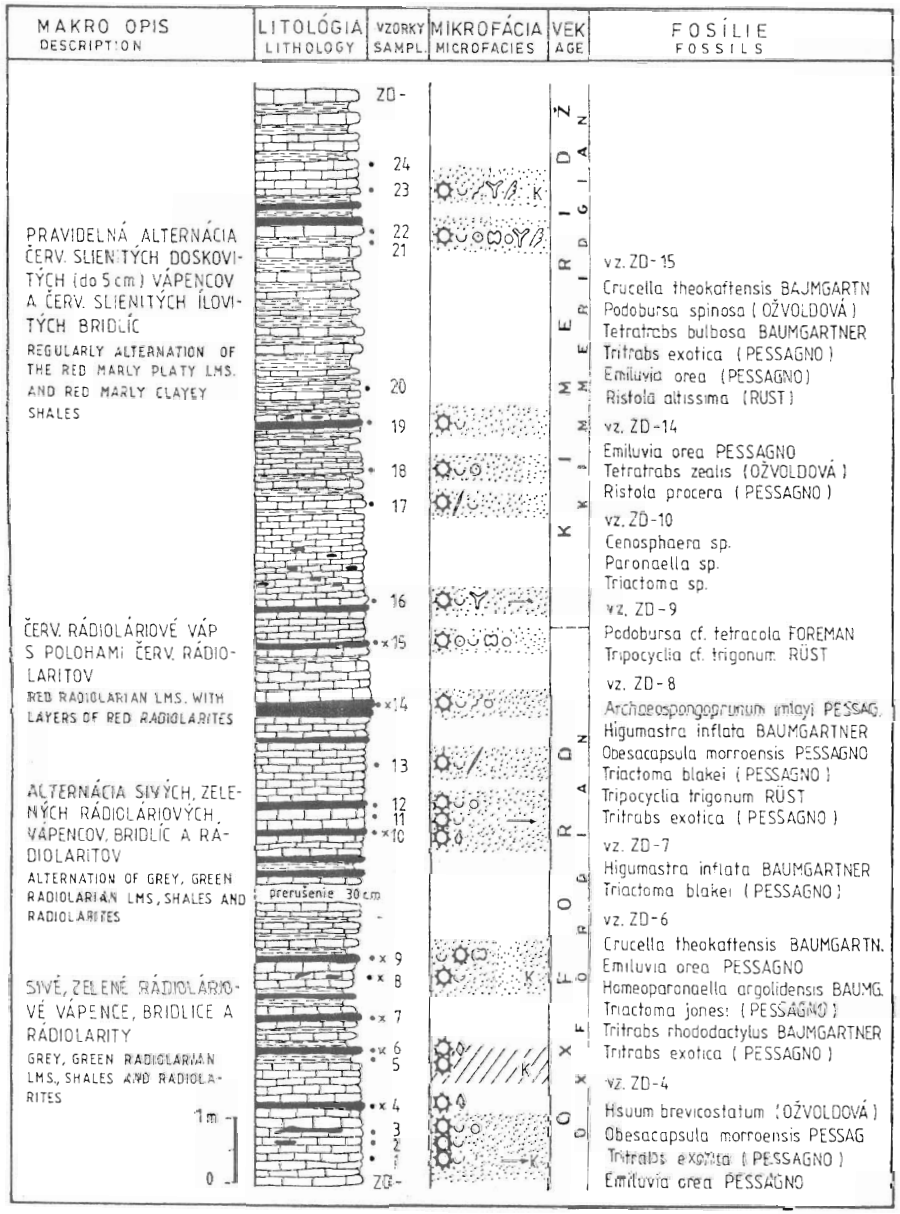


Fig. 2. Litostratigraphical section, locality: Zliechovská dolina valley Krížna nappe, Súľovské vrchy Mts.
Obr.2 Litostratigrafický profil, lokalita: Zliechovská dolina (zárez cvážnice), Súľovské vrchy.

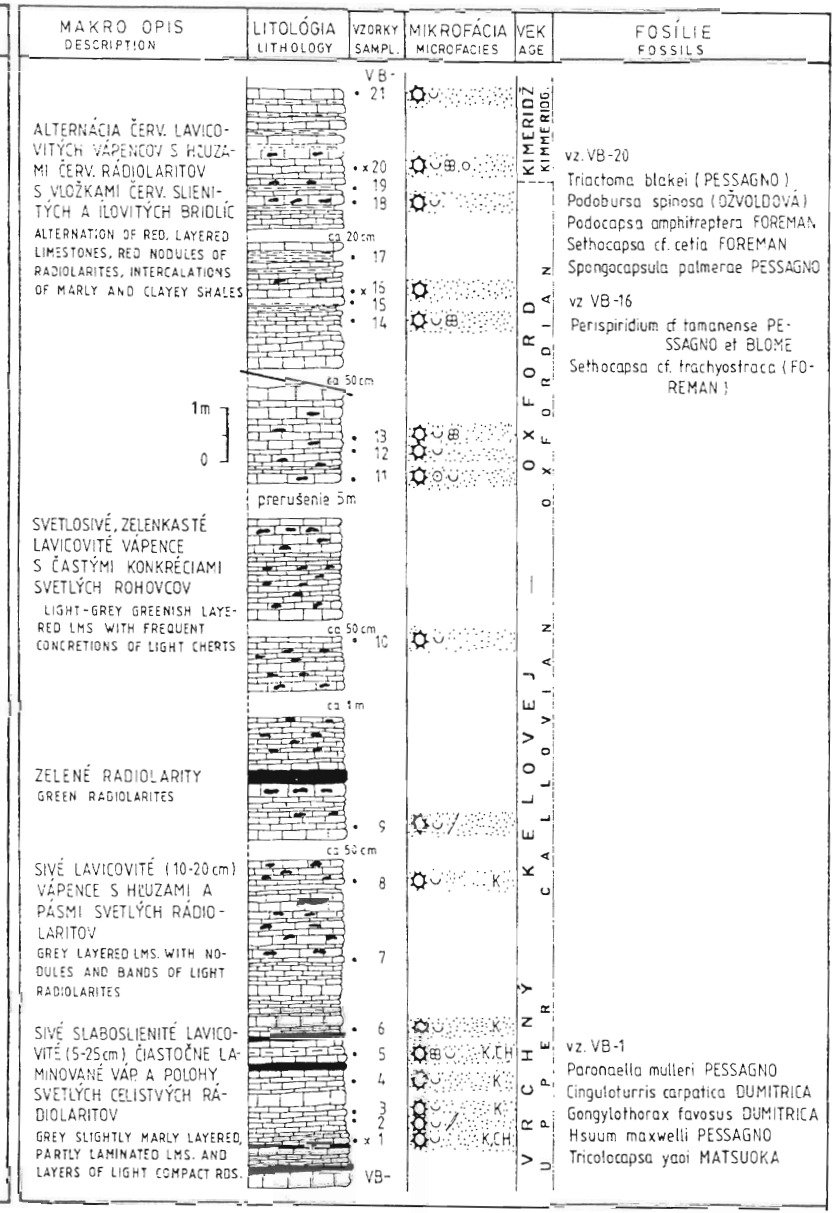


Fig. 3. Litostratigraphical section, locality: Veľká Bránica valley, Krížna nappe, Malá Fatra Mts.
Obr.3 Litostratigrafický profil, lokalita: dolina Veľká Bránica, Malá Fatra.

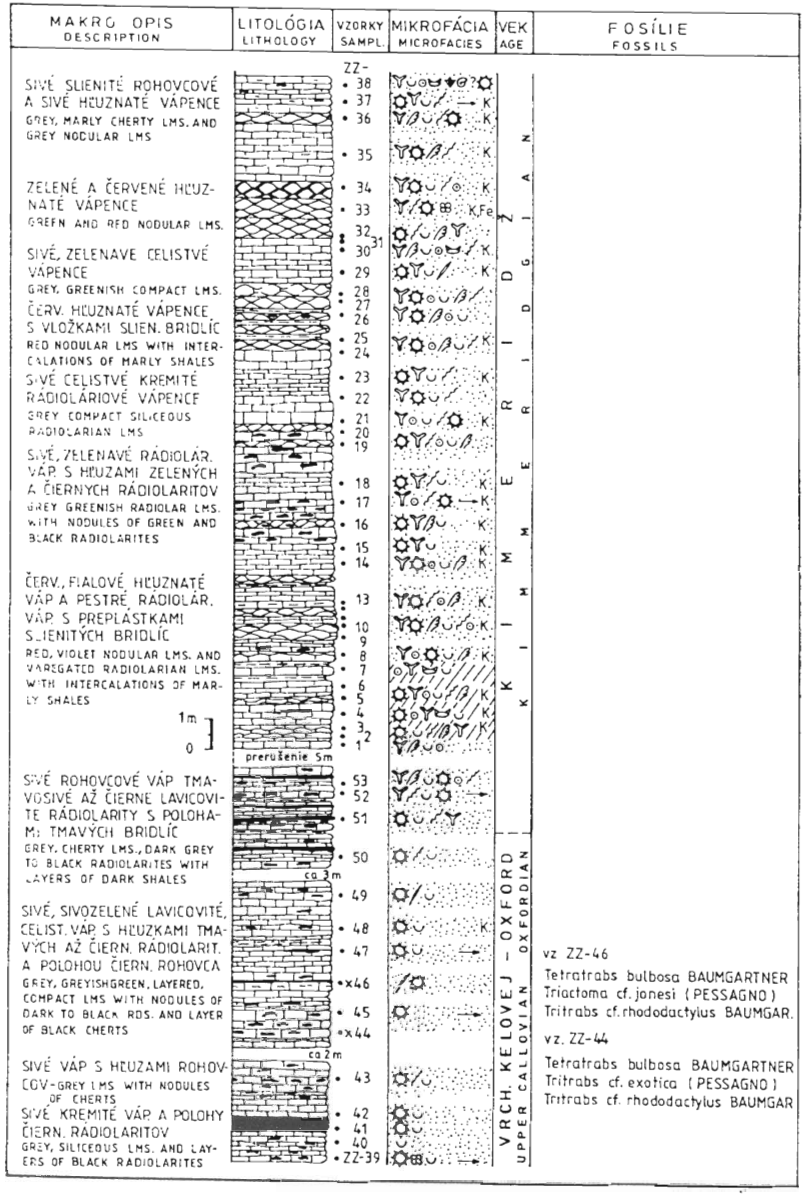


Fig. 4. Litostratigraphical section, locality: Zázrivská dolina valley, Krížna nappe, Malá Fatra Mts.
Obr.4 Litostratigrafický profil, lokalita: Zázrivská dolina, Veľká Bránica, Malá Fatra.

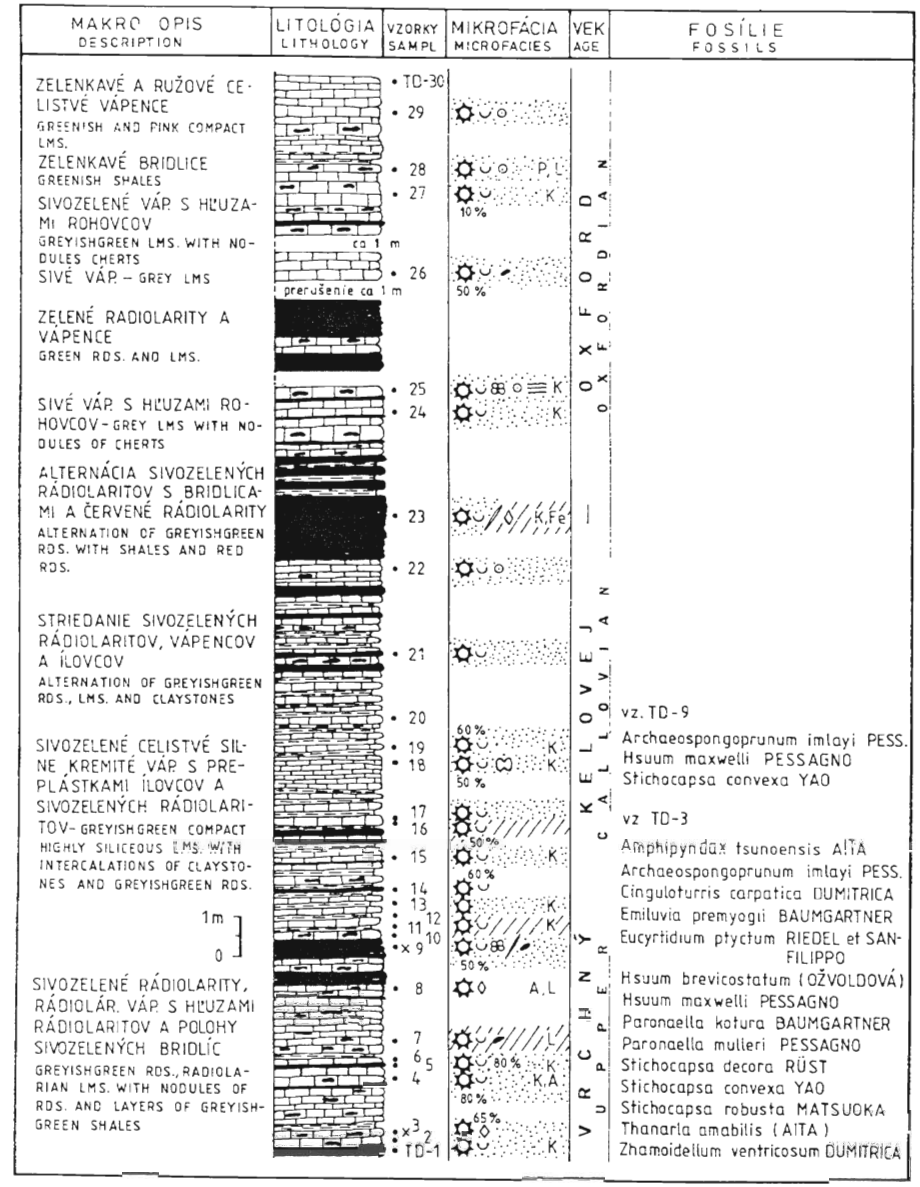


Fig. 5. Litostratigraphical section, locality: Trlenská dolina valley, Krížna nappe, Veľká Fatra Mts.
Obr.5 Litostratigrafický profil, lokalita: Trlenská dolina, Veľká Fatra.

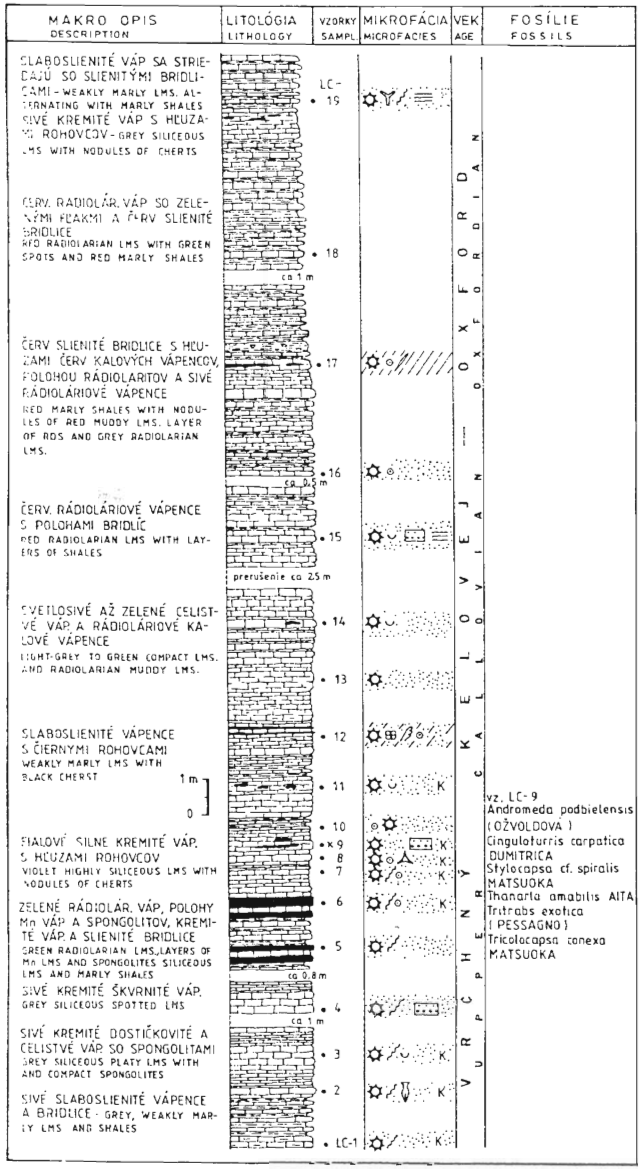


Fig. 6. Litostratigraphical section, locality: Lúčky II, Krížna nappe, Chočské vrchy.
Obr.6. Litostratigrafický profil, lokalita: Lúčky II, Chočské vrchy.

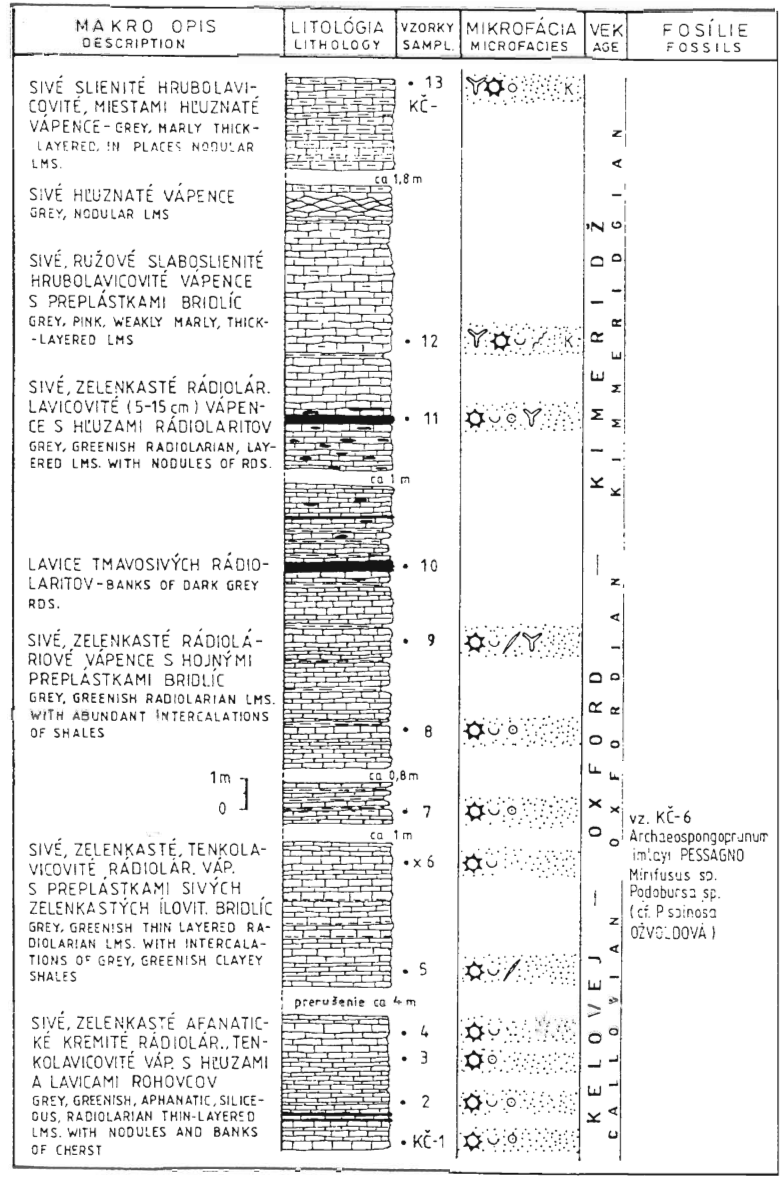


Fig.7. Litostratigraphical section, locality: Kľačianská dolina valley, Krížna nappe, Nízke Tatry Mts.
Obr. 7. Litostratigrafický profil, lokalita: Kľačianská dolina, Nízke Tatry.

Spumellaria Nassellaria	Strážovské vrchy Mts.								
	Kohútova dolina-vall. KD-1	Zliechovská dolina - vall.							
		ZD-4	ZD-6	ZD-7	ZD-8	ZD-9	ZD-10	ZD-14	ZD-15
Acaeniotyle diaphorogona Foreman, 1973	+								
Angulobracchia cf. *digitata* Baumgartner, 1980					+				
Angulobracchia cf. *mediopulvilla* Steiger, 1992									+
Angulobracchia cf. *portmani* Baumgartner, 1984					+				
Angulobracchia cf. *purisimaensis* (Pessagno, 1977)	+								
Archaeospongoprunum imlayi Pessagno, 1977	+				+				
Archaeospongoprunum cf. *imlayi* Pessagno, 1977		+							
"Cenosphaera" sp.	+						+		
Crucella theokaftensis Baumgartner, 1980			+						+
Emiluvia orea Baumbartner, 1980	+	+	+					+	+
Emiluvia sp.		+			+	+		+	+
Higumastra inflata Baumgartner, 1980				+	+				
Higumastra cf. *imbricata* (Ožvoldová, 1979)		+							
Higumastra cf. *inflata* (Baumgartner, 1980)		+							
Higumastra sp.	+				+	+			
Homoeoparonaella argolidensis Baumgartner, 1980			+						
Homoeoparonaella cf. *gigantea* Baumgartner, 1980		+							
Homoeoparonaella cf. *pygmaea* (Baumgartner, 1980)	+								
?*Homoeoparonaella* sp.		+	+		+	+	+		
Orbiculiforma sp.			+					+	+
Paronaella kotura Baumgartner, 1980	+								
Paronaella cf. *spinosa* (Parona, 1898)	+								
Paronaella sp.	+		+	+	+		+	+	+
Patulibracchium cf. *broennimanni* (Pessagno, 1977)	+								
Praeconocaryomma sp.	+								
Tetratrabs bulbosa Baumgartner, 1980									+
Tetratrabs zealis (Ožvoldová, 1979)	+							+	
Tetratrabs sp.		+	+	+					+
Triactoma blakei (Pessagno, 1977)				+	+			+	
Triactoma cf. *blakei* (Pessagno, 1977)			+						
Triactoma jonesi (Pessagno, 1977)			+						
Triactoma cf. *tithonianum* Rüst, 1885	+		+						
Triactoma sp.		+					+		+
Tripocyclia trigonum Rüst, 1885					+				
Tripocyclia cf. *trigonum* Rüst, 1885				+		+			
Tritrabs exotica (Pessagno, 1977)		+	+		+				+
Tritrabs cf. *exotica* (Pessagno, 1977)	+							+	
Tritrabs rhododactylus Baumgartner, 1980			+						
Tritrabs cf. *rhododactylus* Baumgartner, 1980		+	+						+
Tritrabs sp.	+		+						+
Andromeda podbielensis (Ožvoldová, 1979)	+								
Andromeda sp.				+					
Archaeodictyomitra sp.				+					
Canutus sp. (cf. *C. hainaensis* Pessagno et Whalen)	+								
Cinguloturris sp.	+						+		
Eucyrtidiellum sp.	+								
Eucyrtis cf. *zhamoidai* Foreman, 1973	+	+							
Hsuum brevicostatum (Ožvoldová, 1975)	+	+							
Hsuum maxwelli Pessagno, 1977	+								
Hsuum cf. *robustum* Pessagno et Whalen, 1982	+								
Hsuum sp.	+	+	+					+	
Mirifusus cf. *mediodilatatus* (Rüst, 1885)									+
Mirifusus sp.		+			+	+	+	+	+
Obesacapsula morroensis Pessagno, 1977	+	+			+				
Obesacapsula sp.	+			+	+				
Parahsuum sp.		+							
Podobursa spinosa (Ožvoldová, 1975)									+
Podobursa cf. *tetracola* Foreman, 1973						+			
Podobursa triacantha (Fischli, 1916)	+								+
Podobursa cf. *triacantha* (Fischli, 1916)								+	
Podobursa sp.	+		+	+	+	+			
Pseudodictyomitra sp.									+
Ristola altissima (Rüst, 1885)									+
Ristola procera (Pessagno, 1977)								+	
Spongocapsula palmerae Pessagno, 1977									+
Spongocapsula cf. *palmerae* Pessagno, 1977								+	
Spongocapsula cf. *perampla* (Rüst, 1885)	+							+	+
Sethocapsa sp.	+	+							+
Stichocapsa sp.	+						+		+
Tricolocapsa sp.	+								

Fig. 8. Occurrence of radiolarians in the locality Kohútová dolina valley and Zliechovská dolina valley, Strážovské vrchy Mts.
Obr. 8. Výskyt rádiolárií na lokalite Kohútová dolina a Zliechovská dolina v Strážovských vrchoch.

Spumellaria Nassellaria	M. Fatra Mts.				
	Veľká Bránica			Zázrivská dolina - vall.	
	VB-1	VB-16	VB-20	ZZ-44	ZZ-46
Archaeospongoprunum imlayi Pessagno, 1977	+				
Archaeospongoprunum sp.		+			
?*Archaeospongoprunum* sp.	+				+
"Cenosphaera" sp.	+				
Crucella sp.				+	
Higumastra sp.	+				
Homoeoparonaella cf. *elegans* (Pessagno, 1977)	+				
Homoeoparonaella cf. *gigantea* Baumgartner, 1980	+				
Homoeoparonaella sp.		+			+
Orbiculiforma sp.				+	+
Paronaella mulleri Pessagno, 1977	+				
Paronaella sp.	+	+	+	+	+
Patulibracchium broennimanni (Pessagno, 1977)	+				
Praeconocaryomma sp.		+		+	
Tetratrabs bulbosa Baumgartner, 1980				+	+
Tetratrabs sp.	+				+
Triactoma blakei (Pessagno, 1977)		+			
Triactoma cf. *blakei* (Pessagno, 1977)	+				
Triactoma cf. *jonesi* (Pessagno, 1977)					+
?*Triactoma* sp.	+		+		
Tritrabs cf. *ewingi* (Pessagno, 1971)	+				
Tritrabs cf. *exotica* (Pessagno, 1977)				+	
Tritrabs cf. *rhodocactylus* Baumgartner, 1980				+	+
?*Tritrabs* sp.		+			
Cinguloturris carpatica Dumitrica, 1982	+				
Gongylothorax favosus Dumitrica, 1970	+				
Hsuum maxwelli Pessagno, 1977	+				
Hsuum sp.	+			+	
Mirifusus cf. *mediodilatatus* (Rüst, 1885)			+		
Mirifusus sp.			+		+
?*Parapodocapsa* sp. (cf. *P. furcata* Steiger, 1992)			+		
Parvicingula sp.		+	+	+	
Perispyridium cf. *tamanense* Pessagno et Blome, 1982		+			
Podocapsa amphitreptera Foreman, 1973			+		
Podobursa cf. *spinosa* (Ožvoldová, 1975)		+	+		
Podobursa sp.		+	+	+	+
Sethocapsa cf. *cetia* Foreman, 1973			+		
Sethocapsa cf. *leiostraca* Foreman, 1973			+		
Sethocapsa cf. *trachyostraca* (Foreman, 1973)		+			
Sethocapsa sp.	+	+	+		
Spongocapsula palmerae Pessagno, 1977			+		
Spongocapsula sp.		+			+
?*Theocapsa simplex* Tan Sin Hok, 1927	+				
Tricolocapsa undulata (Heitzer, 1930)	+				
Tricolocapsa yaoi Matsuoka, 1986	+				

Fig. 9. Occurrence of radiolarians in the section Veľká Bránica valley, Malá Fatra Mts.
Obr. 9. Výskyt rádiolárií v profile Veľká Bránica v Malej Fatre.

separated radiolarian associations. The various degree of calcification of siliceous tests causes their poor preservation already primarily in rock.

Biostratigraphical evaluation of radiolarian associations in the investigated samples is based on zonation proposed by Baumgartner (1984), to which the unit associations (U. A.) corespond and on zonation proposed by Matsuoka (1992). The chronostratigraphical correlation of Baumgartner's zones was modified in the works by Baumgartner (1987) and O'Dogherty et al. (1989). Sampling and lithological characterization of the sediment are illustrated at profiles (Figs. 2 - 7).

Strážovské vrchy Mts.

Kohútová dolina valley (Sample KD-1)

Radiolarians in greenishgrey radiolarian limestones are marked by diversified association of equable representation of *Spumellaria* and *Nassellaria* (Fig. 8). From the determined species *Emiluvia orea* Baumgartner indicates that the association is not older than U. A. 7 (lower part of B Zone - upper part of the Lower Oxfordian). The presence of the species *Hsuum maxwelli* Pessagno and *Adromeda podbielensis* (Ožvoldová), the occurrence of which termi-

Spumellaria Nassellaria	V. Fatra Mts. Trlenská dolina vall. TD-3	TD-9
Acaeniotyle diaphorogona Foreman, 1973	+	
Angulobracchia sp.		+
Archaeospongoprunum imlayi Pessagno, 1977	+	+
Archaeospongoprunum sp.	+	
?Bernoullius sp.	+	
?Ditrabs sp.	+	
Emiluvia premyogii Baumgartner, 1984	+	
Halesium sp.		+
Homoeoparonaella cf. *argolidensis* Baumgartner, 1980	+	
Homoeoparonaella sp.	+	
?Lithocyclia sp.	+	
Orbiculiforma sp.	+	
Paronaella kotura Baumgartner, 1980	+	
Paronaella mulleri Pessagno, 1977	+	
Paronaella sp.	+	+
Amphipyndax tsunoensis Aita, 1987	+	
Archaeodictyomitra rigida Pessagno, 1977	+	
Archaeodictyomitra sp.	+	+
Cinguloturris carpatica Dumitrica, 1982	+	
Eucyrtidiellum ptyctum (Riedel et Sanfilippo, 1974)	+	
Eucyrtidiellum sp.		+
?Eucyrtis sp.	+	
Hsuum brevicostatum (Ožvoldová, 1975)	+	+
Hsuum maxwelli Pessagno, 1977	+	+
Parahsuum sp.	+	+
Parvicingula cf. *dhimenaensis* Baumgartner, 1984		+
Parvicingula cf. *boessi* (Parona, 1898)	+	
Podobursa cf. *helvetica* (Rüt, 1885)		+
Podobursa cf. *triacantha* (Fischli, 1916)	+	
?Podobursa sp.	+	+
Praezhamoidellum yaoi Kozur, 1984	+	
Protunuma sp.	+	
Sethocapsa leiostraca Foreman, 1973		+
Sethocapsa trachyostraca Foreman, 1973	+	+
Sethocapsa cf. *yahazuensis* Aita, 1987	+	
Sethocapsa sp.	+	+
Stichocapsa decora Rüst, 1885		+
Stichocapsa convexa Yao, 1979	+	+
Stichocapsa robusta Matsuoka, 1984	+	
Stichocapsa sp.		+
Syringocapsa sp.	+	
Thanarla amabilis (Aita, 1987)	+	
Tricolocapsa undulata (Heitzer, 1930)	+	
Tricolocapsa sp.		+
Zhamoidellum ventricosum Dumitrica, 1970	+	

Fig. 10. Occurrence of radiolarians in the section Trlenská dolina valley, Veľká Fatra Mts.
Obr. 10. Výskyt rádiolárií v profile Trlenská dolina vo Veľkej Fatre.

Spumellaria Nassellaria	Chočské vrchy Mts. Lúčky II LC-9	Nízke Tatry Mts. Kľačianska dolina vall. KČ-6
◦ *Archaeospongoprunum imlayi* Pessagno, 1977	+	+
◦ *"Cenosphaera"* sp.	+	
?Crucella sp.		+
◦ *Emiluvia* sp.	+	
◦ *Patulibracchium* cf. *broennimanni* (Pessagno, 1977)	+	
◦ *Paronaella* cf. *kotura* Baumgartner, 1980	+	
◦ *Paronaella* sp.	+	+
◦ *Praeconocaryoma* sp.	+	
◦ *Tritrabs exotica* (Pessagno, 1977)	+	
◦ *Tritrabs* cf. *rhododactylus* Baumgartner, 1980	+	
◦ *Andromeda podbielensis* (Ožvoldová, 1979)	+	
• *Archaeodictyomitra* sp.	+	
◦ *Cinguloturris carpatica* Dumitrica, 1982	+	
• *Eucyrtidiellum aff. ptyctum* (Riedel et Sanfilippo, 1974)	+	
• *Eucyrtidiellum nodosum* Wakita, 1988	+	
• *Eucyrtidiellum* sp.	+	
◦ *Hsuum* sp.	+	
Mirifusus sp.		+
• *Parahsuum* sp.	+	
• *Parvicingula* sp.	+	
Podobursa sp. (cf. *P. spinosa* Ožvoldová)		+
• *Podobursa* sp.	+	+
◦ *Pseudodictyomitra* sp.	+	
Sethocapsa sp.		+
• *Stichocapsa* cf. *convexa* Yao, 1979	+	
• *Stichocapsa* cf. *robusta* Matsuoka, 1984	+	
• *Stichocapsa* sp.	+	
• *Stylocapsa* cf. *spiralis* Matsuoka, 1982	+	
• *Thanarla amabilis* (Aita, 1987)	+	
• *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, 1983	+	
• *Tricolocapsa undulata* (Heitzer, 1930)	+	
• *Tricolocapsa* sp.	+	
• *Zhamoidellum* cf. *ovum* Dumitrica, 1970	+	

◦ - asociácia I, • - asociácia II

Fig. 11. Occurrence of radiolarians at the section Lúčky, Chočské vrchy Mts. and Kľačianska dolina valley, Nízke Tatry Mts.
Obr. 11. Výskyt rádiolárií v profile Lúčky v Chočských vrchoch a v profile Kľačianska dolina v Nízkych Tatrách.

nates in U. A. 8 (upper part of B Zone) - in the Upper Oxfordian, determines the upper stratigraphic range boundary of the association to the Upper Oxfordian.

Zliechovská dolina valley (Fig. 2)

In the profile of the Zliechovská dolina valley samples from green and greyishgreen radiolarites of the lower profile part (ZD-4, ZD-6, ZD-7, ZD-8, ZD-9 and ZD-10) and from red radiolarian limestones from the higher profile part (ZD-14 and ZD-15) were analysed. It has resulted from detailed investigation (Polák and Ondrejičková, 1993) that although radiolarian associations represented by genera and species from the individual samples are partly different (Fig. 8), radiolarian associations were found in them, which are equivalent to U. A. 7 to U. A. 8 (B Zone) - upper part of the Lower Oxfordian to Upper Oxfordian. The lower boundary of the occurrence in U. A. 7 is indicated by the species *Emiluvia orea* Baumgartner (present in samples ZD-4, ZD-6, ZD-14 and ZD-15) and the upper boundary

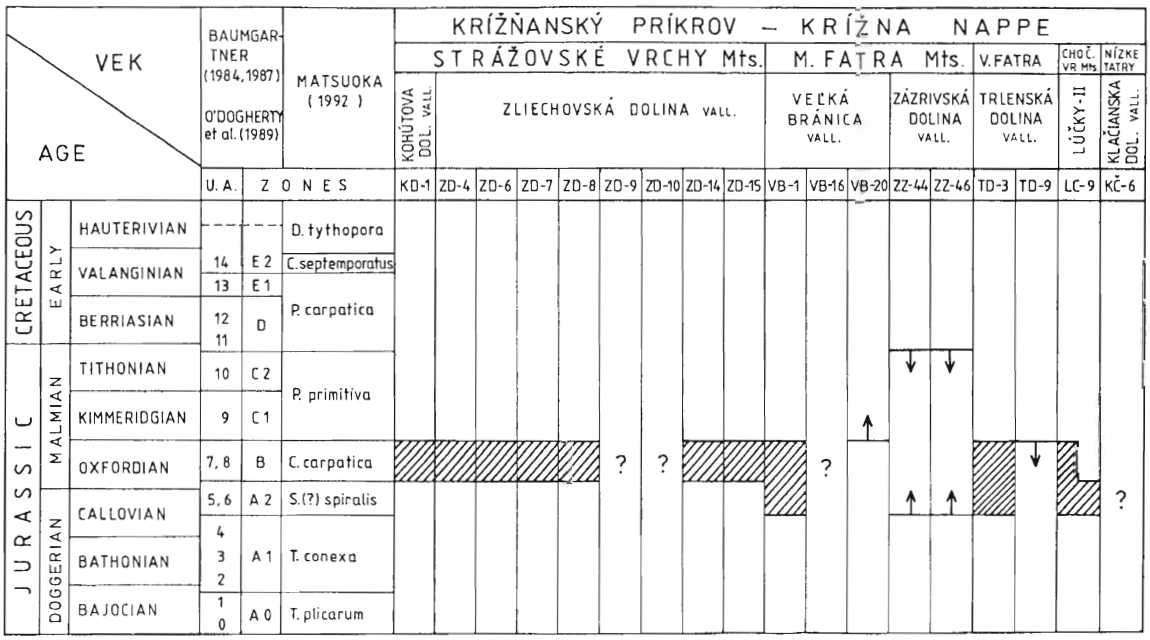


Fig. 12. The age of radiolarites and radiolarian limestones in the Krížna nappe of the West Carpathians on the basis of radiolarians.
Obr. 12. Vek rádiolaritov a rádioláriových vápencov krížňanského príkrovu Západných Karpát na základe rádiolárií.

of species, the last occurrence of which is in U. A. 8, *Tritrabs exotica* (Pessagno) (samples ZD-4, ZD-6, ZD-15) and *Ristola procera* (Pessagno) (sample ZD-14).

Malá Fatra Mts.

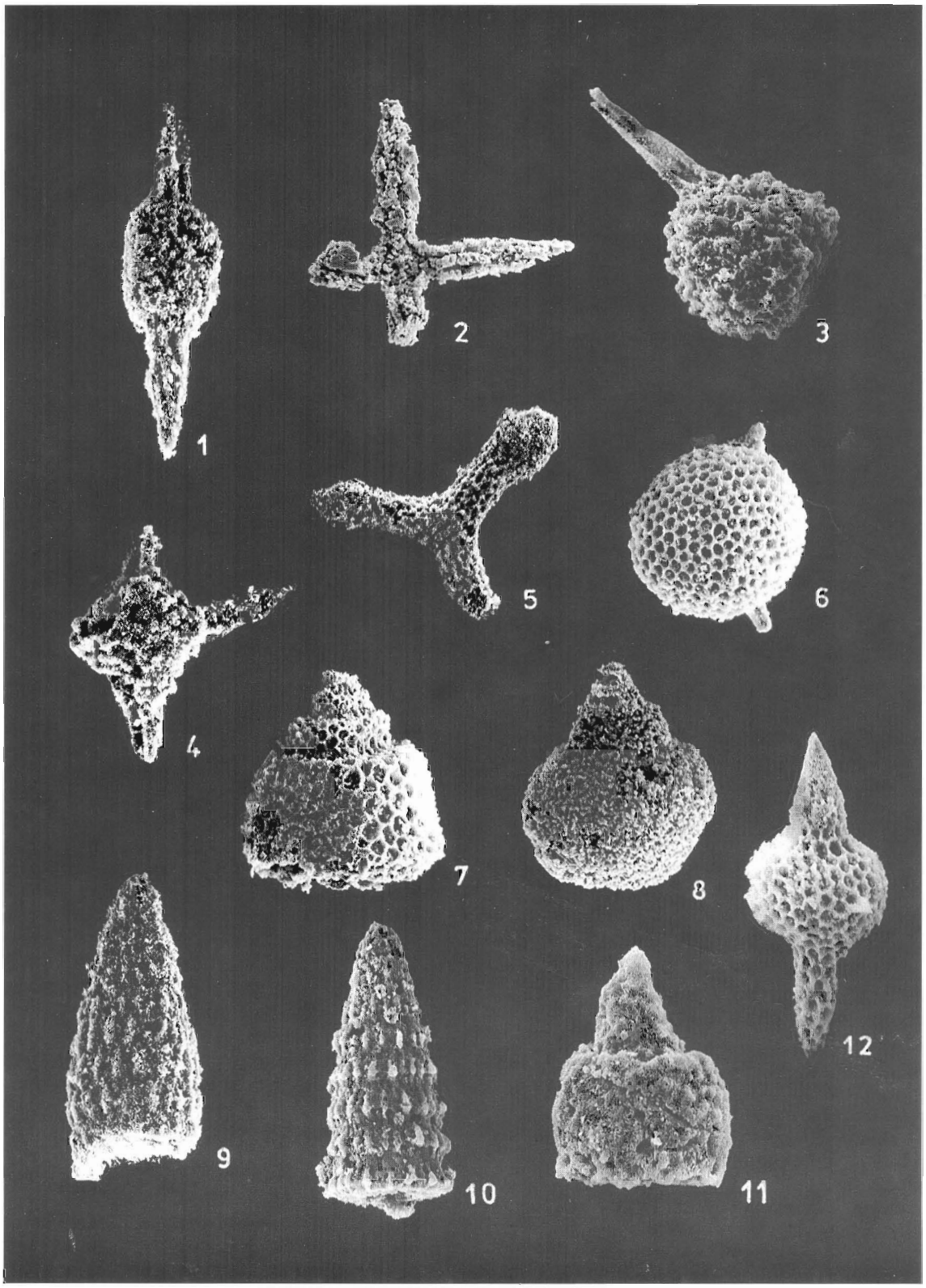
Veľká Bránica (Sample VB-1, VB-16, VB-20, Fig. 3)

In grey radiolarian limestones from the lower part of the profile VB-1 radiolarians equally represented by *Spumellaria* and *Nassellaria* (Fig. 9) are found. The lower boundary of the association is indicated by the species *Patulibracchia* broennimanni (Pessagno), the first occurrence of which begins in U. A. 5 (A2 Zone) in the Upper Callovian. The upper age delimitation of the assemblage is shown by presence of the species *Cinguloturris carpatica* Dumitrica, *Gongylothorax favosus* Dumitrica and *Hsuum maxwelli* Pessagno, the occurrence of which terminates U. A. 8 (upper part of B Zone) - to the end of the Upper Oxfordian.

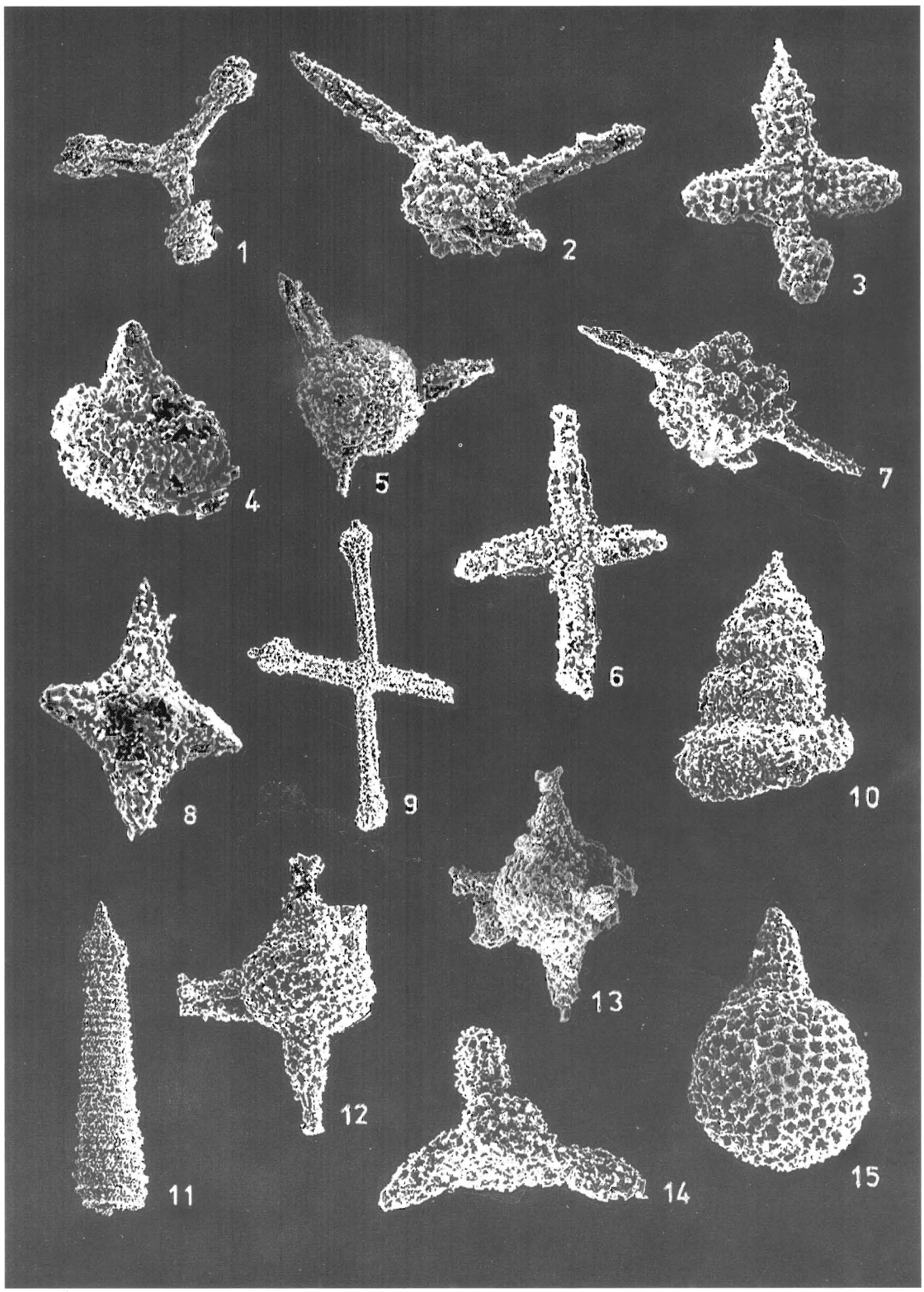
Red radiolarian limestones (VB-20) contained more representatives of *Nassellaria* than of *Spumellaria*. In the association the species *Podocapsa amphitreptera* Foreman was found, the first occurrence of which is mentioned by Baumgartner (1984) in U. A. 8 (upper part of B Zone). In the West Carpathians in up to present investigation of radiolarian associations it has been found nowhere in associations older than U. A. 9 (C 1 Zone) - Kimmeridgian and is almost always accompanied by the species *Stephocapsa cetia* Foreman, the first occurrence of which begins in U. A. 9. This species is also found in our association, but because of its imperfect preservation it is ranged to the mentioned species with some doubt. In the association also the species *Podobursa spinosa* (Ožvoldová) with range U. A. 5 to 10 according to Baumgartner (1984) is found; on the basis of up to present experience it was found in associations up to the Upper Oxfordian (U. A. 8) in the West Carpathians. Its occurrence together with P. amphitrepteptera may imply that its occurrence also in the West Carpathians continues to the Kimmeridgian or the species *Podocapsa amphitreptera* Foreman already begins to appear in the Upper Oxfordian in the West Carpathians. The presence of the genus *Saccocoma* in thin sections as well as the presence of the species *Stephocapsa cf. cetia* Foreman justifies to establish the lower boundary of the occurrence of the investigated association to the C1 Zone base - to the Lower Kimmeridgian.

Zázrivské dolina valley (Samples ZZ-44 and ZZ-46; Fig. 4)

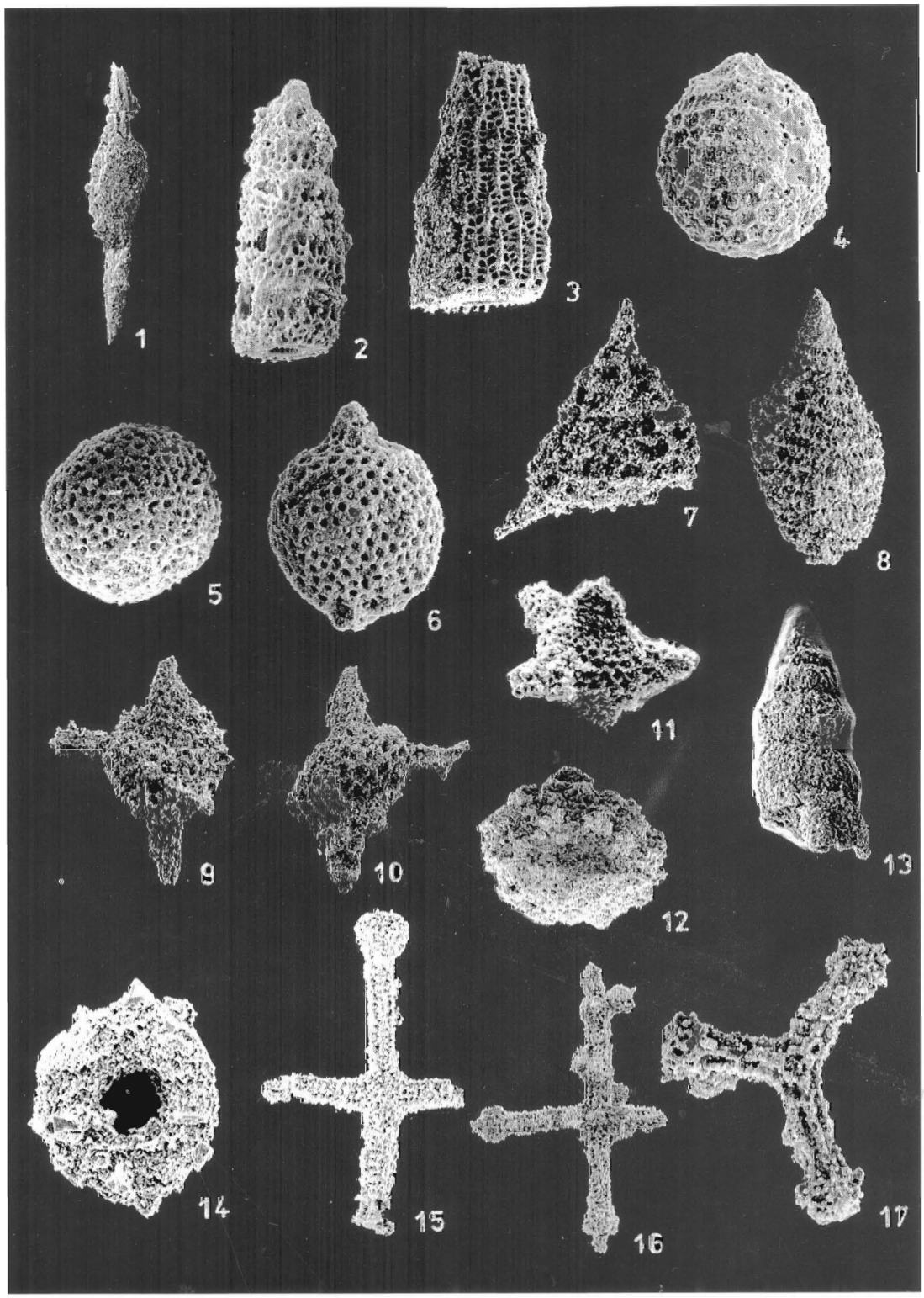
Grey radiolarian limestones in both samples contained poorly preserved tests prevailingly of *Spumellaria* (Fig. 9). The occurrence of the species Tetratrabs bulbosa Baumgartner in U. A. 5 to 10, which is found in the associations of both samples, permits to establish at the same time the lower and upper boundary of the possible range of the association, beginning with the base of the A2 Zone - Upper Callovian to the upper part of C2 Zone - Upper Tithonian.



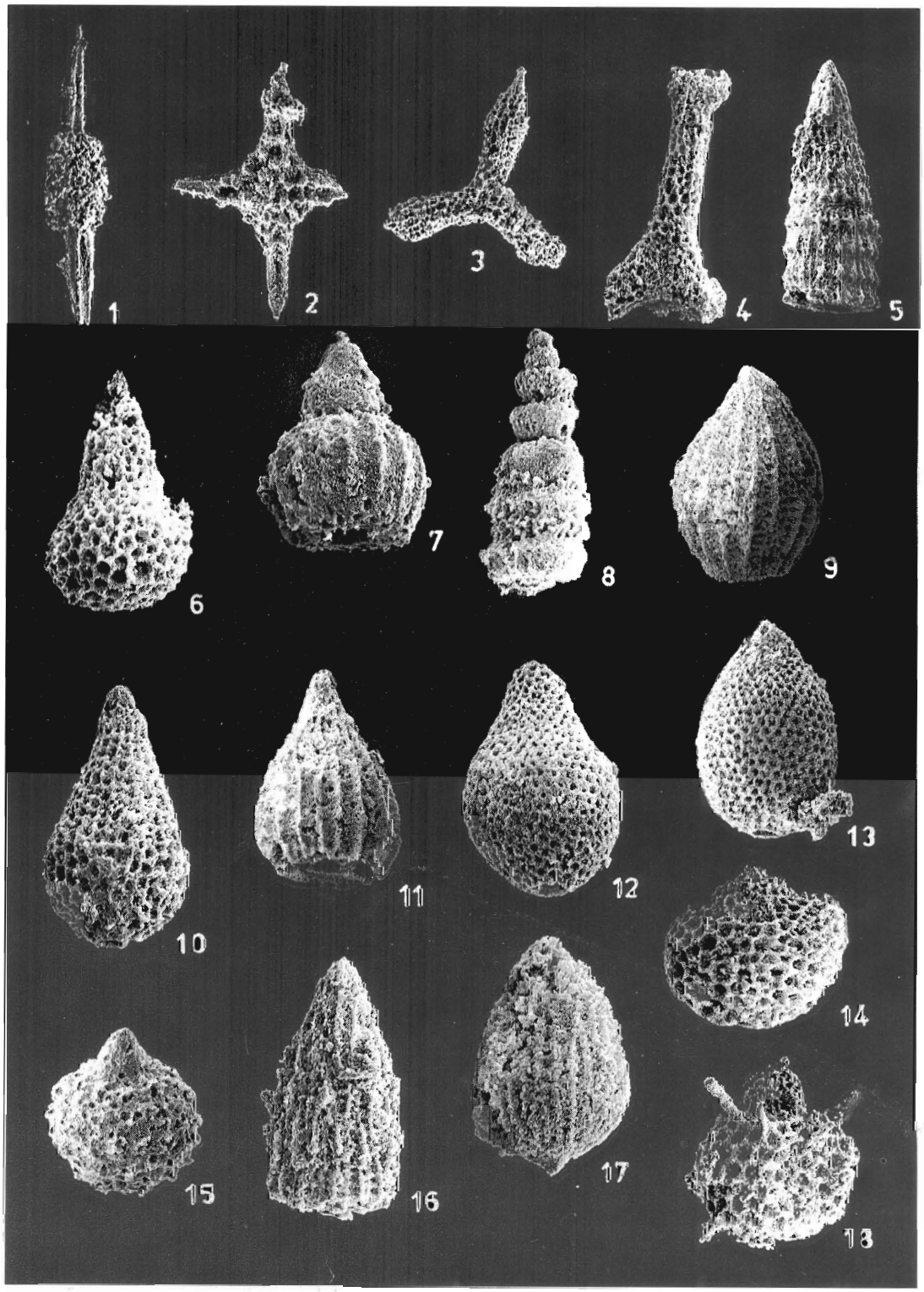
Pl. 1. Kohútová dolina. Sample KD-1: 1 - *Archaeospongoprunum imlayi* Pessagno - 6693, 210x, 2 - *Tetratrabs zealis* (Ožvoldová) - 7353, 110x, 3 - *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman - 7338, 160x, 4 - *Emiluvia orea* Baumgartner - 6687, 190x, 5 - *Paronaella kotura* Baumgartner - 6690, 115x, 6 - *Triactoma* cf. *tithonianum* Rüst - 7368, 140x, 7 - *Andromeda podbielensis* (Ožvoldová) - 7340, 140x, 8 - *Obesacapsula morroensis* Pessagno - 7331, 130x, 9 - *Hsuum maxwelli* Pessagno - 6697, 210x, 10 - *Hsuum brevicostatum* (Ožvoldová) - 7355, 220x, 11 - *Eucyrtidiellum* sp. - 7347, 380x, 12 - *Podobursa triacantha* (Fischli) - 7344, 170x. SEM micrograph. - Horák GÚDŠ.



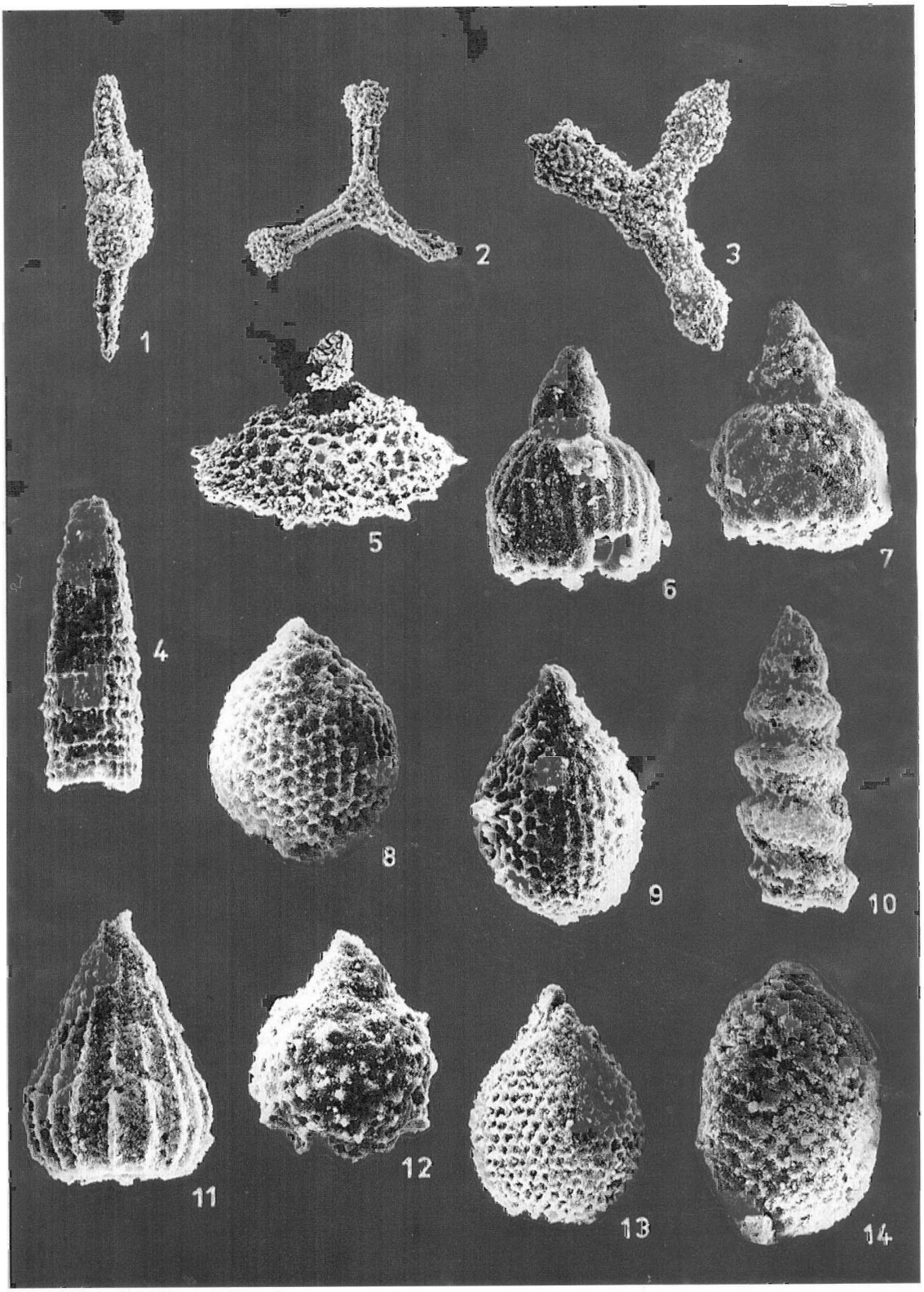
Pl. 2. Zliechovská dolina. Sample ZD-4: 1 - *Tritrabs exotica* (Pessagno) - 2734, 95x, 2 - *Emiluvia orea* Baumgartner - 2723, 125x, 3 - ***Higumastra*** cf. *inflata* Baumgartner - 2746, 125x, 4 - *Obesacapsula morroensis* Pessagno - 2740, 125x. Sample ZD-6: 5 - *Triactoma jonesi* (Pessagno) - 7454, 120x, Sample ZD-14: 6 - *Tetratrabs zealis* (Ožvoldová) - 0053, 100x, 7 - *Emiluvia orea* Baumgartner - 0068, 110x. Sample ZD-15: 8 - *Crucella theokaftensis* Baumgartner - 0558, 175x, 9 - *Tetratrabs bulbosa* Baumgartner - 0076, 55x, 10 - *Spongocapsula* cf. *perampla* (Rüst) - 0084, 115x, 11 - *Ristola altissima* (Rüst) - 0077, 60x, 12, 13 - *Podobursa spinosa* (Ožvoldová) - 0082, 120x - 0562, 120x, 14 - *Angulobracchia* cf. *mediopulvilla* Steiger - 0101, 130x, 15 - *Sethocapsa* cf. *dorysphaeroides* Neviani - 0094, 125x.



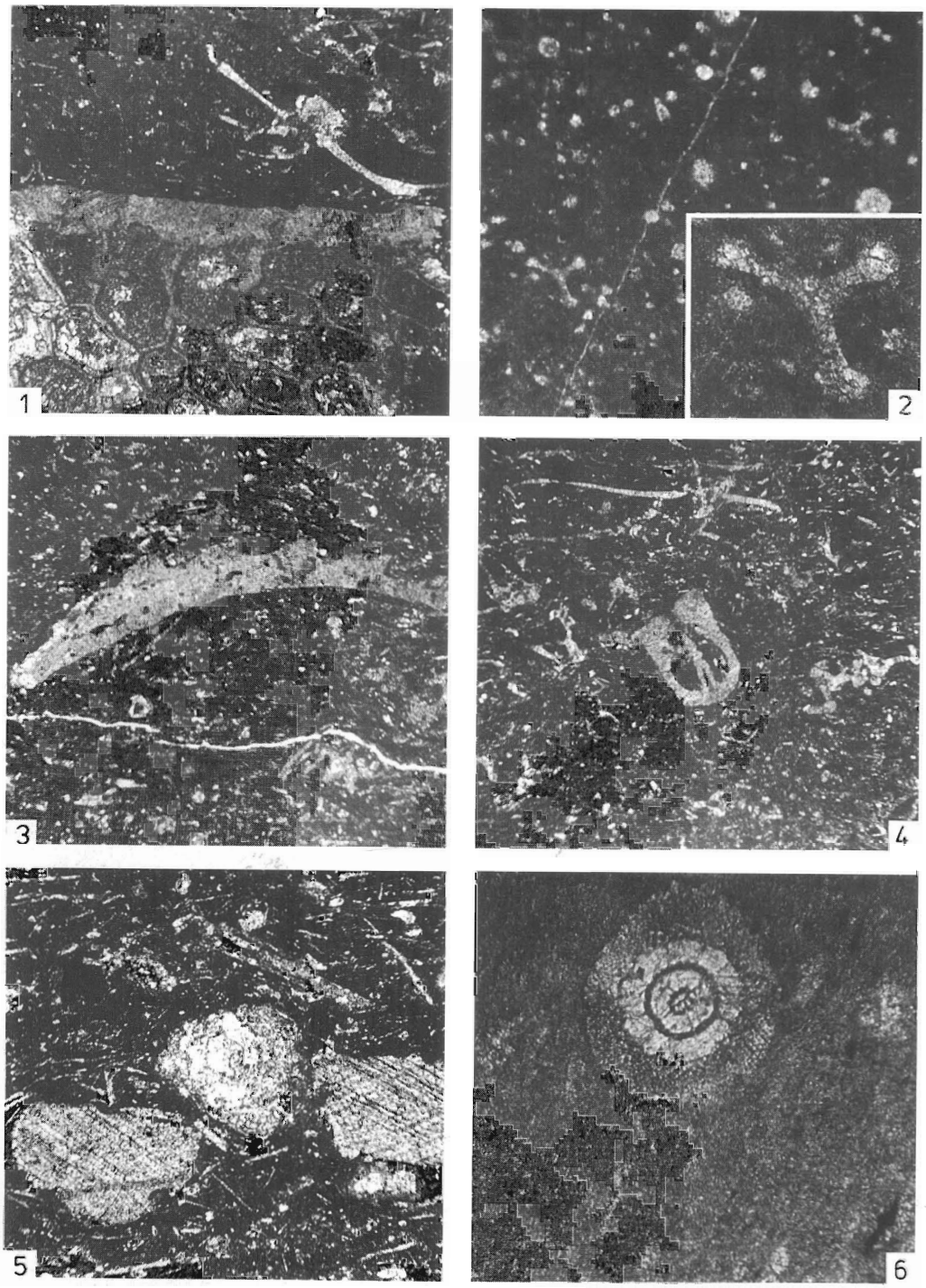
Pl. 3. Veľká Bránica. Sample VB-1, Fig. 1-6: 1 - *Archaeospongoprunum imlayi* Pessagno - 5714, 140x, 2 - *Cinguloturris carpatica* Dumitrica - 5220, 300x, 3 - *Hsuum maxwelli* Pessagno - 0236, 210x, 4 - *Gongylothorax favosus* Dumitrica - 5225, 360x, 5 - *„Cenosphaera"* sp. - 5224, 280x, 6 - Tricolocapsa *yaoi* Matsuoka - 5222, 300x. Sample VB-16: 7 - *Perispyridium* cf. *tamanense* Pessagno et Blome - 5957, 170x. Sample VB-20, Fig. 8-13: 8 - *Mirifusus* cf. *mediodilatatus* (Rüst) - 0256, 90x, 9, 10 - *Podobursa spinosa* (Ožvoldová) - 0248, 100x, 0269, 130x, 11 - *Podocapsa amphitreptera* Foreman - 0910, 130x, 12 - *Sethocapsa* cf. *cetia* Foreman - 0268, 140x, 13 - *Spongocapsula palmerae* Pessagno - 6526, 90x; Zázrivská dolina, Fig. 14-17, Sample ZZ-44: 14 - *Orbiculiforma* sp. - 9011, 110x, 15 - *Tetratrabs bulbosa* Baumgartner - 8997, 70x, ZZ-46: 16 - *Tetratrabs bulbosa* Baumgartner - 9023, 60x, 17 - *Tritrabs* cf. *rhododactylus* Baumgartner - 9061, 135x.



Pl. 4. Trlenská dolina. Sample TD-3, Fig. 1-15: 1 - *Archaeospongoprunum imlayi* Pessagno - 4144, 150x, 2 - *Emiluvia premyogii* Baumgartner - 4156, 150x, 3 - *Paronaella mulleri* Pessagno - 4145, 150x, 4 - *Paronaella kotura* Baumgartner - 4228, 150x, 5 - *Hsuum brevicostatum* (Ožvoldová) - 4166, 160x, 6 - *Amphipyndax tsunoensis* Aita - 4233, 300x, 7 - *Eucyrtidiellum pyctum* (Riedel et Sanfilippo) - 4232, 380x, 8 - *Cinguloturris carpatica* Dumitrica - 4152, 250x, 9 - *Protunuma* sp. - 4142, 160x, 10 - *Stichocapsa decora* Rüst - 4169, 280x, 11 - *Thanarla amabilis* (Aita) - 4225, 300x, 12 - *Stichocapsa convexa* Yao - 4160, 250x, 13 - *Stichocapsa robusta* Matsuoka - 4212, 230x, 14 - *Zhamoidellum ventricosum* Dumitrica - 4220, 250x, 15 - *Tricolocapsa undulata* (Heitzer) - 4138, 250x. Sample TD-9, Fig. 16-18: 16 - *Hsuum maxwelli* Pessagno - 5186, 300x, 17 - *Archaeodictyomitra* sp. - 5213, 400x, 18 - *Sethocapsa leiostraca* Foreman - 4872, 250x.

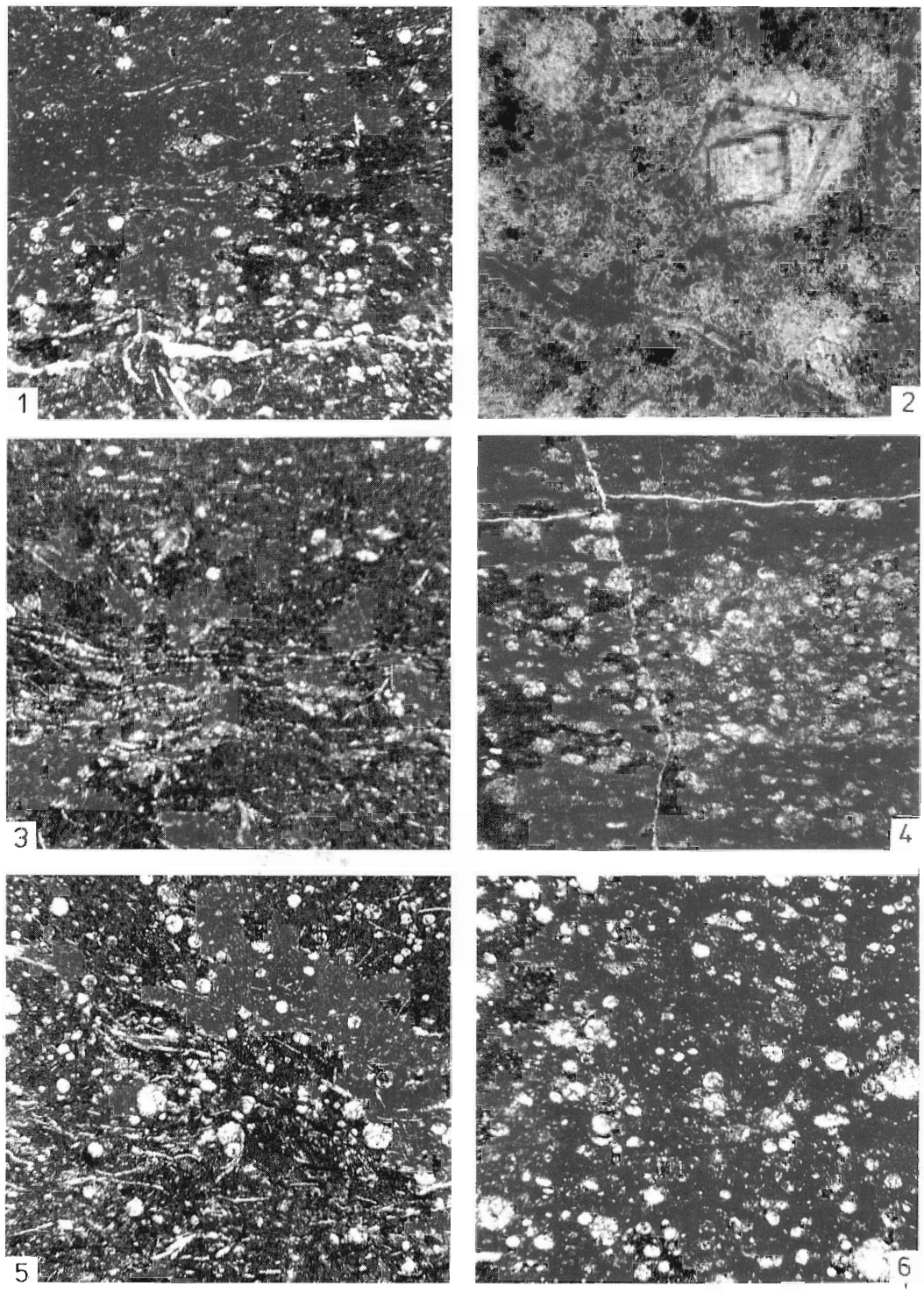


Pl. 5. Lúčky. Sample LC-9: 1 - *Archaeospongoprunum imlayi* Pessagno - 1679, 155x, 2 - *Tritrabs exotica* (Pessagno) - 1672, 90x, 3 - *Patulibracchium* cf. *broennimanni* (Pessagno) - 3377, 150x, 4 - *Archaeodictyomitra* sp. - 1772, 290x, 5 - *Andromeda podbielensis* (Ožvoldová) - 3385, 125x, 6 - *Eucyrtidiellum* aff. *ptyctum* (Riedel et Sanfilippo) - 3397, 400x, 7 - *Eucyrtidiellum nodosum* Wakita - 3411, 450x, 8, 9 - *Tricolocapsa conexa* Matsuoka - 1774, 300x, 1785, 350x, 10 - *Cinguloturris carpatica* Dumitrica - 3396, 240x, 11 - *Thanarla amabilis* (Aita) - 3400, 350x, 12 - *Tricolocapsa undulata* (Heitzer) - 3401, 320x, 13 - *Stichocapsa* cf. *convexa* Yao - 1778, 250x, 14 - *?Stylocapsa* cf. *spiralis* Matsuoka - 1788, 400x.



Pl. 6. 1 - Cross section of aptychus Laevaptychus sp. with characteristic structure and Saccocoma sp. in the lower part of microturbidite. Locality: Zázrivská dolina valley (ZZ-35), magnif. 12x; 2 - Characteristic radiolarian microfacies in radiolarian limestone, magnif. 12x. Detail of Tritralis sp., magnif. 37x. Zliechovská dolina valley, Strážovské vrchy Mts. (ZD-17); 3 - Cross section of aptychus and parallel distribution of organic component in the lower part of microturbidite. Zázrivská dolina valley (ZZ-7), magnif. 12x; 4 - Characteristic Saccocoma microfacies in red nodular limestone. Zázrivská dolina valley (ZZ-37), magnif. 12x; 5 - Crinoid ossicles in the lower part of graded-bedded microturbidite. Lúčky (LL-6A), magnif. 12x; 6 - Cross section of belemnite rostrum. The Central part is more silicified. Locality: Veľká Bránica, Malá Fatra Mts., magnif. 12x.

Tab. 6 1 - Prierez aptychom Laevaptychus sp. s charakteristickou štruktúrou a Saccocoma sp. v spodnej časti mikroturbiditu. Lokalita: Zázrivská dol. (ZZ-35), zv. 12x; 2 - Charakteristická rádiolárová mikrofácia v rádioláriovom vápenci, zv. 12x. Detail Tritralis sp., zv. 37x. Zliechovská dolina, Strážovské vrchy (ZD-17); 3 - Prierez aptychom a paralelné usporiadanie organickej zložky v spodnej časti mikroturbiditu. Zázrivská dolina (ZZ-7), zv. 12x; 4 - Charakteristická sakotómová mikrofácia v červenom hľuznatom vápenci. Zázrivská dolina (ZZ-37), zv. 12x; 5 - Články krinoidov v spodnej časti gradačne zvrstveného mikroturbiditu. Lúčky (LL-6A), zv. 12x; 6 - Prierez rostrom belemnitu. Centrálna časť je silnejšie silicifikovaná. Lokalita: Veľká Bránica, Malá Fatra, zv. 12x.



Pl. 7. 1 - Graded bedding of organic remnants in radiolarian limestones. Locality: Lúčky (L-C4), Chočské vrchy Mts, magnif. 12x; 2 - New forms of calcite crystals in centres of radiolarians. Locality: Zliechovská dolina valley (ZD-6), magnif. 74x; 3 - Microturbidite laminae formed by filaments (Thin-walled lamellibranchs). Locality: Lúčky (L-C4), magnif. 12x; 4 - Microturbidite lamina formed by radiolarian tests. Locality: Zliechovská dolina valley (ZD-16), magnif. 12x; 5 - Characteristic radiolarian filamentous microfacies. Locality: Lúčky (L-C5), magnif. 12x; 6 - Radiolarian microfacies in grey radiolarian limestones. Locality: Lúčky (L-C1), magnif. 12x.

Tab. 7. 1 - Gradačné zvrstvenie organických zvyškov v rádiolóriových vápencoch. Lokalita: Lúčky (L-C4), Chočské vrchy, zv. 12x; 2 - Novotvary kryštálov kalcitu v centrách rádiolárií. Lokalita: Zliechovská dolina (ZD-6), zv. 74x; 3 - Laminy mikroturbiditu tvorené filemantami (tenkostennými lamelibranchiátami). Lokalita: Lúčky (L-C4), zv. 12x; 4 - Lamina mikroturbiditu tvorená schránkami rádiolárií. Lokalita: Zliechovská dolina (ZD-16), zv. 12x; 5 - Charakteristická rádiolóriová filamentová mikrofácia. Lokalita: Lúčky (L-C5), zv. 12x; 6 - Rádiolóriová mikrofácia v sivých rádiolóriových vápencoch. Lokalita: Lúčky (L-C1), zv. 12x.

Veľká Fatra

Tlenská dolina valley (Sample TD-3, TD-9, Fig. 5)

In green radiolarites (TD-3) a relatively rich association of radiolarians with prevalence of *Nassellaria* (Fig. 10) with wide stratigraphical diapason of determined species is found.

The first occurrence of the species *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman in U. A. 5 shows the lower boundary of the association at the A2 Zone base-lower part of the Upper Callovian. The upper age delimitation of the association is indicated by the presence of the species *Emiluvia premyogii* Baumgartner, *Cinguloturris carpatica* Dumitrica and *Zhamoidellum ventricosum* Dumitrica, the occurrence of which terminates in U. A. 8 (upper part of B Zone) - to the end of the Upper Oxfordian.

In greenishgrey radiolarian limestones (TD-9) is a less abundant association of radiolarians with prevalence of *Nassellaria* (Fig. 10). The last occurrence of the species *Hsuum maxwelli* Pessagno in U. A. 8 (upper part of B Zone) indicates the upper age delimitation of the association into the upper part of the Oxfordian.

Chočské vrchy Mts.

Lúčky (Sample LC-9, Fig. 6)

In red radiolarian limestone two types of associations were found. One association with prevalence of larger *Spumellaria* forms has radiolarian tests coloured to rusty-brown, the second association contains only minute Nassellaria, sorted according to size (Fig. 11).

In the first association the lower boundary of occurrence is determined by the species *Tritrabs exotica* (Pessagno), the first occurrence of which is in U. A. 5 (lower part of A2 Zone) - Upper Callovian and upper age delimitation of the association is indicated by the presence of the species *Tritrabs exotica* (Pessagno), *Andromeda podbielensis* (Ožvoldová) und *Cinguloturris carpatica* Dumitrica, the occurrence of which is terminated in U. A. 8 (upper part of B Zone) to the end of the Upper Oxfordian.

The second association includes the species *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, the last occurrence of which terminates in the upper part of? *Stylocapsa spiralis* Zone. According to Matsuoka (1990) this zone is compared to Baumgartner´s A2 Zone, corresponding to the stratigraphic range Upper Callovian - lower part of the Lower Oxfordian. Supposing common occurrence of both associations in the same time, delimitation of the stratigraphical range of the second association corresponds to the age of the investigated sediment.

Nízke Tatry Mts.

Kľačianska dolina valley (Sample KČ-6, Fig. 7)

In green radiolarian limestones a very poor association of *Spumellaria* and *Nassellaria* (Fig. 11) with poorly preserved tests was found, which mostly could be determined to genera. The only species *Archaeospongoprunum imlayi* Pessagno has a wide stratigraphical range from the upper part of the Middle Jurassic to the Lower Cretaceous and therefore the investigated association cannot be range precisely as to age.

Conclusion

For the first time formations of radiolarian limestones and radiolarites in the Krížna nappe of the West Carpathians were dated by direct paleontological methods.

The age of radiolarian limestones and radiolarites was established on the basis of radiolarians, in the Strážovské vrchy Mts. as the upper part of the Lower Oxfordian to Upper Oxfordian, in the Veľká Fatra Mts. as the Upper Callovian-Upper Oxfordian, in Malá Fatra Mts. the Upper Callovian-Upper Oxfordian and Kimmeridgian, in the Chočské vrchy Mts. the Upper Callovian - lowermost Oxfordian. It results from the above mentioned that the formation of radiolarian limestones and radiolarites, which was ranged to the Dogger on the basis of its position so far, we assign to the Upper Callovian to Oxfordian with application of direct paleontological methods.

For the first time the presence of pelagic-microturbidites in Jurassic radiolarian limestones and radiolarites of the Krížna nappe was identified.

For the region of the Krížna nappe in the West Carpathians it is more suitable to speak about radiolarian limestones, because radiolarites are mostly forming only isolated nodules in this formation and these nodules are rarely connected into more continuous layers.

References

Baumgartner, P. O. 1984: A Middle Jurassic - Early Cretaceous low latitude radiolarian zonation based on Unitary Associations and age of Tethyan radiolarites. *Eclogae geol. Helv., 77, 3, 729 - 827.*

Baumgartner, P. O. 1987: Age and genesis of Tethyan Jurassic Radiolarites. *Eclogae geol. Helv., 80, 3, 831 - 879.*

Birkenmajer, K. 1977: Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic Units of the Pieniny Klippen Belt Carpathians Poland. *Stud. geol. pol., Vol. XLV, 1 - 158.*

Diersche, V. 1980: Die Radiolarites des Oberjura in Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. *Geotekt. Forsch., 4. 58 - E. Schweitzerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 217.*

De Wever, P. & Riedel, W. et al. 1978: Recherches actuelles sur les Radiolaires en Europe. Current Radiolarian investigations in Europe. *Ann. Soc. Geol. Nord, 98, 105 - 222.*

Folk, R. L. & Mc Bride, E. P. 1978: Radiolarites and their relation to subjacent „Oceanic Crust" in Liguria, Italy C. *J. sed. Petrology, 48, 1069 - 1102.*

Garrison, R. E. & Fischer, A. G. 1969: Deep water limestones and radiolarites of the Alpine Jurassic. *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ., 14, 20 - 56.*

Grim, R. E. 1951: The depositional environment of red and green shales. *J. sed. Petrology, 21, 226 - 232.*

Grunau, H. 1965: Radiolarian cherts and associated rocks in space and time. *Eclogae geol. Helv., 58, 1, 158 - 208.*

Kälin, O., Patacca, E. & Renz, O. 1979: Jurassic pelagic deposits from Southeastern Tuscany; aspects of sedimentation and new biostratigraphic data. *Eclogae geol. Helv., 72, 3, 715 - 762.*

Kozur, H. & Mostler, H. 1992: Erster paläontologischer Nachweis vom Meliaticum und Süd-Rudabanyaicum in den Nördlichen Kalkalpen (Österreich) und ihren Beziehungen zu den Abfolgen in den

Westkarpaten. *Geol. Paläont. Mitt., Innsbruck, 18 (1991/1992), 87 - 129.*
Lefeld, J. 1988: Radiolarites and Associated Rocks along the Northern Margin of Tethys. *In: Rakús, M., Dercourt, J. & Nairn, A. M. (Eds.): Evolution of the Northern Margin of Tethys. Vol. I. Mém. Soc. Géol. France. Nouvel. sér. 154, Columbia - Bratislava, 147 - 167.*
Matsuoka, A. 1992: Jurassic and Early Cretaceous radiolarians from Leg 129, Sites 800 and 801, Western Pacific ocean. *In: Larson, R. L. & Lancelot, Y. et al.: Proc. ODP. Sci. Results, 129. College Station, TX (Ocean Drilling Program), 203 - 220.*
Mišík, M., Jablonský, J., Ožvoldová, L. & Halásová, E. 1991: Distal turbidites with pyroclastic material in Malmian radiolarites of the Pieniny Klippen Belt (Western Carpathians). *Geol. Carpath., 42, 6, 341 - 360.*
O´Dogherty, L., Sandoval, J., Martin-Algara, A. & Baumgartner, P. O. 1989: Las facies con radiolarios del Jurassic Subbetico (Cordillera Betica, sur de Espaňa). *Rev. Soc. Mex. Paleont., 2, 1, 70 - 77.*
Polák, M. & Ondrejičková, A. 1993: Litostratigrafia rádioláriových vápencov a rádiolaritov krížňanského príkrovu Strážovských vrchov. *In: Geodynamický vývoj a hlbinná stavba Západných Karpát. Ed. konf. - Sympózia-Semináre, GÚDŠ Bratislava, 95 - 101.*
Schläger, W. & Schläger, M. 1969: Über die Sedimentationsbedingungen der jurassischen Tauglbodenschichten (Osterhorngruppe, Salzburg). *Anz. Österr. Akad. Wiss., Math. Naturwiss., K 1, 10, 178 - 183.*
Sikora, M. & Wieser, T. 1979: Pochodne zasadowych skal magmowych w formaciji radiolaritowej z Sokolicy (Pieninski pas Skalkowy). *Kwart. geol. (Warszawa), 23, 2, 1 - 495.*
Walker, R. G. 1967: Turbidite sedimentary structures and their relationsphips to proximal and distal depositional environments. *J. sed. Petrology, 37, 25 - 43.*
Wise, S. W. Jr. & Weaver, P. M. 1974: Chertification of oceanic sediments. *Spec. Publ. Inst. Assoc. Sedimentol., Tulsa (Hsü, Jenkyns, Ed.), 301 - 326.*

Litológia, mikrofácie a biostratigrafia rádioláriových vápencov a rádiolaritov krížňanského príkrovu Západných Karpát

Súvrstvie rádioláriových vápencov a rádiolaritov je jedným z najcharakteristickejších súvrství jury krížňanského príkrovu, obalových sekvencií a bradlového pásma Západných Karpát. Z genetického hľadiska tento komplex predstavuje typické sedimenty orogenetických vrchov viažuce sa na panvové oblasti tetydnej, resp. severotetydnej provincie. Rádioláriové sedimenty diferencujeme podľa spätosti s vulkanickou aktivitou na rádioláriové komplexy späté s bazickým, resp. ofiolitovým vulkanizmom (oblasť peninika, Apusenských vrchov, Dinár, Vonkajších Západných Karpát a vo vnútorných častiach Západných Karpát v meliatiku a bükkiku; Kozur a Mostler, 1992) a na „rádiolaritové" komplexy bez spätosti s vulkanizmom, medzi ktoré podľa výsledkov štúdia možno zaradiť komplexy v krížňanskom príkrove a v obalových sekvenciách Západných Karpát. Vekom tieto komplexy v krížňanskom príkrove a v obalových sekvenciách zodpovedajú vrchnému keloveju - oxfordu, oxfordu - kimeridžu.

Prvýkrát sa vek rádioláriových vápencov a rádiolaritov krížňanského príkrovu Západných Karpát priamymi paleontologickými metódami stanovil na základe analýzy rádiolárií. Detailne sa preštudovalo niekoľko profilov priestorovo zahŕňajúcich prakticky celú oblasť Západných Karpát (obr. 1), a to zo sedimentologickej, petrografickej a biostratigrafickej stránky. Náš príspevok zhŕňa výsledky a podáva obraz o sedimentárnych podmienkach, genéze rádioláriových vápencov, rádiolaritov, o ich biostratigrafii a stratigrafickom postavení.

Litológia

Súvrstvie rádioláriových vápencov a rádiolaritov krížňanského príkrovu je charakteristické morfológiou a pomerne stálym vystupovaním v teréne. Jeho celková mocnosť je dosť stála, v priemere 25, max. 50 m. V obalových sekvenciách je jeho mocnosť podstatne menšia. Vo Veľkej Fatre (Belianska dolina) mocnosť nepresahuje 8 m, v Zázrivskej doline v Malej Fatre 5 m.

Pre súvrstvie rádioláriových vápencov a rádiolaritov je charakteristické takmer pravidelné striedanie vrstiev vápenca a bridlice. Lavice vápenca sú pravidelné a mocné od 3 do 20 cm. Priemerná mocnosť vrstvy je cca 7 - 8 cm. Plochy vrstiev sú pri väčšine vápencových polôh takmer ploché, pravidelné a hladké. Platí to najmä o spodnej časti súvrství. Vo vyššej časti, najmä na priechode do nadložného súvrstvia (aptychovo-sakokómového vápenca - jasenovské súvrstvie) sú plochy vrstiev stále nepravidelnejšie, čo sa prejavuje ich zvlnením až do následného prejavu typických hľuznatých vápencov.

Charakteristickým znakom rádiolaritov je ich veľká nepravidelnosť. Vo väčšine profilov sú najčastejšie zastúpené vo forme nepravidelných hľuz rozličnej veľkosti (od mm do max. 28 cm). Priemerná dĺžka sa pohybuje okolo 8 - 12 cm a mocnosť málokedy presahuje 10 cm. Vo viacerých prípadoch sú polohy rádiolaritov vo vápenci. Sú rôznej mocnosti, ale prevažne nepresahujú 18 cm. Z podrobnejšieho štúdia vychodí, že zväčša ide o veľmi nepravidelné vrstvy, intenzívne zvlnené plochy, a tak často nadobúdajú až charakter hľuznatých rádiolaritov. Najpravdepodobnejšie ide o nasledujúcu genézu týchto kompaktných polôh. Pôvodné hľuzy a konkrécie rádiolaritov vznikali prevažne okolo určitých jadier akréciou. Súbežne s rastom hľúz počas diagenézy sedimentu laterálne splývali hľuzy a konkrécie rádiolaritov, a tak postupne vznikali súvislejšie rohovcové polohy (Kälin et al., 1979; Wise a Weaver, 1974; Diersche, 1980).

Ďalším komponentom súvrství sú polohy, vrstvičky pestrej ílovitej a slienitej bridlice. Tá tvorí takmer pravidelné vložky medzi polohami vápenca a rádiolaritov. Jej priemerná mocnosť nepresahuje 1,5 cm, max. 6 cm. V spodnej časti komplexov je jej frekvencia spravidla nižšia, kým vo vrchnej je výraznejšia, cca 2,5x vyššia. Mineralogicky je prevažne z illitu.

Súvrstvie rádioláriových vápencov a rádiolaritov sa zvyčajne opisuje ako farebne pestré, so zeleným, sivým, čiernym, fialovým a červeným odtieňom. Takmer vo všetkých sledovaných profiloch pozorovať istú zákonitosť vo farebnom rozdelení vápencov a rádiolaritov.

V spodnej časti súvrství spravidla prevažuje koncentrovaný tmavosivý, sivozelený až zelený a tmavosivý rádioláriový vápenec. Aj hľuzy a kompaktnejšie polohy rohovca sú výrazne tmavej farby, prevažne čierne, hnedé, redšie zelenosivé. Zelené, sivé a čierne sfarbenie sedimentov sa vzťahuje na zodpovedajúce množstvo Fe^{2+}, prítomnosť ílových minerálov, uhličitanov a pyritu. Folk a Mc Bride (1978) predpokladajú, že zelené sfarbenie spôsobuje Fe chlorit.

Vo vrchnej časti súvrstvia takmer vo všetkých profiloch prevláda červená, fialová a červenosivá farba. Týka sa to nielen vápencov a rádiolaritov, ale aj bridlice, pričom sú farby výraznejšie.

Červené sfarbenie sa všeobecne pripisuje prítomnosti Fe v rozličnej forme. Grim (1951) viaže červené sfarbenie na Fe oxidy a hydroxidy, Folk a Mc Bride (1978) ho pripisujú Mg chloritom a hematitu. Dirsche (1980) vysvetľuje červené sfarbenie prítomnosťou hematitu v červených rádiolaritoch a hematit definuje ako farbiaci minerál. My sme hematit identifikovali len v dvoch prípadoch vo veľmi malom množstve (Zázrivská dolina).

Mikrofaciálna analýza

Na stavbe súvrstvia sa zúčastňujú nasledujúce základné typy hornín.

1. Rádioláriové vápence tvoria prevažnú časť súvrství. Charakterizujú sa ako rádioláriové, sčasti kremité vápence. Obsah SiO_2 v nich kolíše od 16 - 43 %. Prevažne sú to biomikrity, v menšej miere biomikrosparity. Podiel rádiolárií je 10 - 60 %.

2. Rádiolarity v takmer všetkých skúmaných prípadoch možno charakterizovať ako kremito-vápenaté rádiolarity (Dierscheho, 1980). Obsah SiO_2 v nich kolíše od 50 do 77,62 % a obsah CaO od 9,07 - 25,64 %. Zaujímavý je aj podiel Al_2O_3, reprezentujúci ílovité minerály v rádiolaritoch, ktorý je oproti vápencom vyšší, a to 1,26 až 3,42 %. Základným zložením zodpovedajú silicitico-kalcitickým biomikritom s vysokou frekvenciou rádiolárií.

3. V niekoľkých prípadoch sme identifikovali výrazne laminované štruktúry, ktoré možno definovať ako mikroturbidity (v zmysle Dierscheho, 1980; Schlägera a Schlägera, 1969), resp. pelagické turbidity (Kälin et al., 1979).

Organická zložka

Z analýzy vápencov konštatujeme, že najfrekventovanejšou je rádioláriová mikrofácia. Základnú stavebnú zložku z cca 60 % tvorí mikritická hmota a zvyšok pripadá prevažne na mikrosparit. Iba výnimočne ide o sparity.

Podiel rádiolárií, ktoré sú horninotvorným komponentom, vo vápencoch kolíše od 30 - 90 %. Ich prevažná časť je kalcifikovaná, len nepatrné množstvo si zachovalo pôvodnú SiO_2 stavbu. V mnohých prípadoch tu možno pozorovať selektívnu kryštalizáciu novotvarov klencov kalcitu, resp. dolomitu v centrách rádiolárií (tab. 7, obr. 2). Kryštály kalcitu prerastajú za rámec rádiolárií len veľmi sporadicky. S tým priamo súvisí aj veľmi problematické vyseparovanie jednotlivých exemplárov.

Takmer 70 % rádiolárií spravidla patrí spumeláriám a zvyšných 30 % tvoria naseláriá. Zaujímavé je zistenie, že podiel spumelárií a naselárií v analyzovaných vzorkách červených rádiolaritov a rádioláriových vápencov je cca 1:1. V rádioláriách možno v niekoľkých prípadoch dokumentovať geopetálnu štruktúru. Zvyšky rádiolárií sú v rádiolaritoch vo väčšine prípadov dokonalejšie a lepšie zachované, aj keď ich prevažne vypĺňa kalcit. Časť rádiolárií je vyplnených kremitým materiálom. Rozlíšili sme niekoľko typov foriem výplne.

Vo väčšine rádiolárií vypĺňa mikrokryštalický kremeň s výrazným zastúpením kalcitového mikritického komponentu. S tým súvisí aj podstatne horšie zachovanie rádiolárií zo súvrství krížňanského príkrovu v priamom porovnaní s identickými súvrstviami napr. v bradlovom pásme (Mišík et al., 1991), resp. v meliatskej jednotke (podľa Ondrejíčkovej).

Ďalším typom výplne s oveľa nižšou frekvenciou je výplň rádiolárií, ktorú tvorí mikrokryštalický kremeň (chalcedón). V malom množstve sú rádioláriá vyplnené koloidmi Fe výrazne sfarbenými mikrokryštalickým chalcedónom. Autigénne kryštály kalcitu v jadrách rádiolárií sú práve v rádiolaritoch veľmi časté.

Vo vyšších častiach profilov, ktoré už stratigraficky patria do kimeridžu, ale sú stále súčasťou súvrstvia, frekvencia rádiolárií postupne klesá a pribúda biodetritu a planktonických krinoidov, čo signalizuje nástup skôr prahovej sedimentácie. Aj keď je mikrofaciálna náplň pomerne monotónna, z iných organických zvyškov sú sporadicky prítomné ihlice hubiek, zväčša jednoosové a trojosové, prevažne kalcifikované. Sprevádzajú ich prevažne zvyšky ostrakód. Zriedkavé sú úlomky krinoidových článkov. V jedinom prípade bol zaregistrovaný prierez rostrom belemnitu. Ojedinele sú prítomné úlomky a prierezy lagenidných foraminifer.

Terigénnu prímes, ktorá je sporadická, tvoria úlomky angulárnych zŕn kremeňa aleuritovej veľkostnej kategórie. Maximálne zastúpenie niekedy dosahuje 3 %, iba v niekoľkých prípadoch sa našli úlomky psamitovej veľkosti do 2 - 3 mm. Hrubší terigénny materiál, ako je brekcia, zlepenec, ktoré sú pomerne časté v taugelbodenských vrstvách tirolika (Schläger a Schläger, 1969; Diersche, 1980; Garrison a Fischer, 1969), nie sú zo Západných Karpát doteraz známe.

Vo vrchnej časti profilov (Zliechovská dolina), Zázrivská dolina, Lúčky, Kľačianska dolina, v pasážach, kde prevažne červené rádioláriové vápence postupne prechádzajú do slabohľuznatých, hľuznatých, miestami doskovitých vápencov, ktoré už patria do kimeridžu, stúpa frekvencia a pestrosť organického detritu. Ide najmä o prierezy planktonických krinoidov *Saccocoma* sp., ktoré sa vyskytujú vo veľkom množstve. Výrazne rastie podiel úlomkov krinoidových článkov. Aptychy, ktoré sa v spodnejších častiach v rádioláriovom vápenci nezaznamenali, sú vo vrchných polohách dosť frekventované. Ojedinelé sú prierezy juvenilnými štádiami amonitov a bivalvií (filamenty).

Klastická prímes je frekventovanejšia ako v spodných častiach a zjavne väčších rozmerov prevažne psamitovej kategórie (do 2 mm) angulárneho tvaru.

Rádiolarity sú druhým základným komponentom súvrstvia. Takmer všetky skúmané vzorky možno charakterizovať ako kremito-vápnité rádiolarity. Z mineralogického hľadiska sa na ich stavbe až z 95 - 99 % zúčastňujú SiO_2 minerály, najmä veľmi jemnozrnný kremeň. Takmer vždy sú v najjemnejšom spojení s jemnozrnným kalcitom, čo dokumentujú aj chemické analýzy. Iba veľmi zriedkavé sú fibrózne formy tvorené chalcedónom. Chalcedón tvorí predovšetkým výplň žiliek v rádiolaritoch. Podľa Mišíka et al. (1991) sú chalcedónové žilky spravidla staršie ako kalcitové. Chalcedón tvoria veľmi jemnozrnné agregáty zložené z mimoriadne malých xenomorfných zrniečok. Veľmi často možno vo vnútorných častiach žiliek pozorovať zvyšky nepremenenej kalcitovej výplne.

Pre tento typ rádiolaritov je charakteristická prítomnosť idiomorfných autigénnych romboidov tvorených kalcitom, resp. dolomitom. Vznikali najčastejšie blízko a pozdĺž drobných trhlín, ktoré neskôr vyplnil kalcit, resp. kremeň. V niekoľkých prípadoch možno pozorovať ich zatláčanie kremeňom. Takéto klence vznikajú veľmi často v centre a v dutinách rádiolárií. Z organických zložiek tvoria takmer 90 % skelety rádiolárií prevažne spumeláriového typu. Väčšia časť je kalcifikovaná, len malú časť skeletov tvorí pôvodná kremitá hmota z veľmi jemnozrnného mikrokremeňa. Formy zachovania sme už opísali. Len ojedinele sú v rádiolaritoch ihlice silicispongií.

Vo vápencoch a zriedkavo aj v rádiolaritoch vznikajú autigénne a idiomorfne obmedzené kryštáliky kremeňa veľké do 1 mm.

Ide prevažne o kryštáliky s dokonale vyvinutými a obmedzenými plochami. V jednom prípade sa našiel kryštálik autigénneho živca plagioklasu veľkého 2,5 mm. Pyrit tvorí výplň rádiolárií len veľmi zriedka. Častejšie sa v povrchovej časti premieňa limonit.

Turbidity. Turbiditové štruktúry boli lokalizované v profiloch v Zliechovskej doline, Zázrivskej doline a v Lúčkach. V týchto prípadoch to bolo vo všetkých častiach profilov už v kimeridžskej zóne. Ide najmä o výrazne laminované štruktúry, ktoré nepresahujú mocnosť 3 - 5 cm. Pomerne pravidelne sa tu striedajú laminy výrazne preplnené organickými zvyškami, predovšetkým rádiolériami, planktonickými krinoidmi - sakokómami, úlomkami krinoidov a ďalšieho drobného detritu. Vo viacerých prípadoch sa dá pozorovať ich gradačné usporiadanie. Väčšina organických zvyškov, ako sú sakokómy, filamenty z juvenilných lamelibranchiát a pod. majú zvyčajne subhorizontálne uloženie. Zriedkavou zložkou sú siltové angulárne zrná kremeňa, ktoré sú uložené predovšetkým v čiastach lamín bohatých na organické zvyšky. Tmavé laminy tvorí veľmi jemný biomikrit s dispergo-

vanou FeO zložkou a s výrazne nižším podielom organických zvyškov. Tieto alodapické zložky predstavujú distálne turbidity (Walker, 1967). Diersche (1980), Schläger a Schläger (1969) tieto sedimenty s milimetrovou laminációu charakterizujú ako mikroturbidity a Kälin et al. (1979) ich klasifikujú ako výrazné pelagické turbidity.

Sedimentačné podmienky

Výsledky analýz rádiolóriových vápencov a rádiolaritov skúmaných profilov v Západných Karpatoch, ako aj Východných Álp potvrdzujú genézu týchto sedimentov v hlbokých sedimentačných podmienkach.

Rozšírenie a regionálny priebeh týchto sedimentov poukazuje na to, že ich sedimentácia mala široký regionálny rozsah v celej sedimentačnej oblasti Tethydy, a to tak v severnej, ako aj v južnej časti. Jedným zo základných faktorov charakteru sedimentácie je morfológia panvy.

V severnej časti Tethydy, a teda aj v Západných Karpatoch prebiehala sedimentácia v panvách, ktoré mali priebeh osi smeru V - Z v dĺžke niekoľko sto kilometrov, kým na druhej strane bola šírka panvy obmedzená. Zatiaľ čo v triase bola sedimentácia monotónna a platformová, v jure sa sedimentačné oblasti výrazne diferencovali na prahové a panvové typy sedimentov. Kým v uvažovanom časovom horizonte v severnej časti prevažovala prahová sedimentácia s detritickými karbonátovými sedimentmi (vysocká jednotka, belianska jednotka), v južnej už sedimentovali výrazne hlbokovodné pelagické fácie. Túto sedimentáciu ovplyvnili pomalé tektonické pohyby, ktorých výsledkom bol výrazný pokles, prehĺbenie a zúženie panvy s pomalou sedimentačnou rýchlosťou. Diersche (1980) uvádza minimálnu sedimentáciu 1 mm a maximálnu 5 mm za 1 mil. r. Sedimentácia prebiehala v pokojnom prostredí bez náhlych zosunov, ktoré napr. v oblasti tirolika spôsobili vznik svahových brekcií.

Ďalším dôležitým faktorom vzniku rádiolaritov je úroveň hladiny CCD. Komplex hornín rádiolaritov a rádiolóriových vápencov krížňanského príkrovu sedimentoval tesne nad hladinou CCD, pretože absolútna väčšina rádiolaritov je karbonátová (Diersche, 1980; Mišík et al., 1991). Viac rádiolaritov sa viaže na akréciu na isté jadro, čo dokazujú tvary rádiolaritov. Sú to prevažne hľuzy, ktoré následným rastom vytvárajú pruhy výrazne hľuznatého charakteru (Kälin et al., 1979).

O sedimentácii rádiolaritov nad hladinou CCD svedčí aj zachovanie kalcitických fosílií. Sú to najmä rostrá belemnitov, aptychy, krinoidy, filamenty a sakokómy.

Dôležitou podmienkou vzniku rádiolaritov je spätosť sedimentácie s prítomnosťou ofiolitov a iných vulkanitov. V území, ktoré sme skúmali nebol ani jeden takýto prípad, a tak možno toto spojenie vylúčiť.

V severotetydnej oblasti vo vrchnej jure sa spojenie s vulkanizmom preukázalo v oblasti tirolika v Rakúsku (Diersche, 1980), v Apusenských vrchoch v Rumunsku a v oblasti Arosy v penniniku (Grunau, 1965). Zaujímavý pohľad na prítomnosť vulkanického materiálu v Západných Karpatoch uvádza Sikora a Wieser (1979) z bradlového pásma Pienin a naposledy Mišík et al. (1991) z oravského úseku bradlového pásma.

Biostratigrafické hodnotenie rádiolóriových asociácií je v anglickej verzii článku.

Záver

Súvrstvia rádiolóriových vápencov a rádiolaritov krížňanského príkrovu Západných Karpát boli prvý raz datované priamymi paleontologickými metódami.

Vek rádiolóriových vápencov a rádiolaritov sa na základe rádiolárií stanovil v Strážovských vrchoch na vrchnú časť spodného oxfordu po vrchný oxford, vo Veľkej Fatre na vrchný kelovej - vrchný oxford, v Malej Fatre vrchný kelovej - vrchný oxford a kimeridž, v Chočských vrchoch vrchný kelovej - najspodnejší oxford. Z uvedeného vychodí, že súvrstvie rádiolóriových vápencov a rádiolaritov, ktoré sa podľa superpozície doteraz zaraďovalo do dogeru, na základe rádiolárií začleňujeme do vrchného keloveja - oxfordu až kimeridžu.

Po prvýkrát sa v rádiolóriových vápencoch a rádiolaritoch jury krížňanského príkrovu identifikovali pelagické mikroturbidity.

V oblasti krížňanského príkrovu Západných Karpát je vhodnejšie hovoriť o rádiolóriových vápencoch, lebo rádiolarity v tom to súvrství väčšinou vytvárajú len izolované hľuzy, ktoré sa zriedka spájajú do súvislejších polôh.

Možno konštatovať, že sa v spodnej časti súvrství koncentrujú tmavé (zelené, sivé) rádiolóriové vápence, čo pravdepodobne súvisí s euxinskou sedimentáciou najvyšších častí liasového sedimentačného cyklu.

Skúmané sedimenty možno hodnotiť ako usadeniny vznikajúce nad hladinou CCD.

Mineralia slovaca, 25 (1993), 411 - 427

Jurassic submarine scarp breccia and neptunian dykes from the Kyjov - Pusté Pole klippen (Czorsztyn unit)

MILAN MIŠÍK and MILAN SÝKORA

Katedra geológie a paleontológie PF UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

(Doručené 26.8.1993)

Abstract

A synsedimentary fault active in Callovian - Oxfordian time created a submarine scarp along the foot of which carbonatic breccia sedimented. Movements along the fault repeated during Kimmeridgian - Upper Tithonian as it is evidenced by cavity and fissure fillings in the form of neptunian dykes. The paper describes for the first time microscopic characteristics of the Rogoznik lumachella (Kimmeridgian - Upper Tithonian) and treats the problem of originally aragonite shells bearing black coatings of iron and manganese oxides.

Introduction

Neumayr (1871, p. 479 - 480) mentioned first the klippe between Pusté Pole and Kamenica at the road ramification to Kyjov (Kiow) village that, according to him, yields the most complete profile in the Šariš area segment (p. 473). He still assigned the Czorsztyn succession present there as a „Sub-carpathian" one. He indicated reverse bed sequence dipping by 70° to the South containing the following members:

a) White crinoidal limestone with *Harpoceras* cf. *mayeri* Waagen

b) Alternating white and red crinoidal limestone

c) Red crinoidal limestone with *Stephanoceras deslongchampsi* d'Orb., *Terebratula* cf. *emarginata* Davidson, *Rhynchonella* sp.,

d) Alternating red crinoidal and nodular limestone,

e) Red nodular limestone (Czorsztyn type) without fossil remnants,

f) Greenish, reddish and grey crinoidal breccia with *Terebratula sima* and indeterminable ammonites („Rogoznik breccia"),

g) Whitish to grey limestone with numerous calcite veinlets and with *Lytoceras quadrisculatum* d'Orb., *Phylloceras serum* d'Orb., *Haploceras elimatum* Opp., *Perisphinctes transitorius* Opp., *Aptychus punctatus* Voltz., *Terebratula diphya* Col. and others.

Andrusov (1945, p. 34-35) mentions from this locality the following members:

1) Red crinoidal limestone - Bathonian

2) Czorsztyn limestone, to a little extent nodular,

3) Grey and pink limestone with accumulations and streaks of manganese ore (up to 30 cm thick),

4) White to grey organogenic limestone with *Ammonites* and *Pygope diphya* - Tithonian. He draws attention to reverse bed sequence.

Birkenmajer (1962, p. 175) mentions from the locality:

1) Red crinoidal limestone (Bathonian) with clastic quartz and fragments of Middle Triassic carbonates - 5 m,

2) Red nodular Czorsztyn limestone and red Calpionella limestone; together 12 - 15 m,

3) Whitish to pink Rogoznik coquina (containing three 1 to 3 cm thick layers of manganese ore), 2 - 3 m,

4) Massive white to whitish - grey Rogoznik coquina - 10 m (according to him the Upper Tithonian ammonites listed by Neumayr (1871) are coming from the layer: *Virgatosphinctes trasitorius* (Op.), *Microcantoceras microcanthus* (Op.) and *Streblites zonarius* (Op.)). Andrusov either Birkenmajer did not mention the scarp breccia described by us.

Nemčok (in Nemčok et al., 1988, p. 35 - 36) states in this small quarry to SE from Pusté Pole crinoidal limestone, 1 - 2 m thick Czorsztyn nodular limestone and Rogoznik limestone. He mentioned the breccia with biancone type limestone clasts, but erroneously interpreted it as a Paleogene Gregorian breccia. In a following paper (Nemčok, 1990, p. 40) he mentions well developed cross-stratification in Rogoznik limestone near Kyjov containing fragments of macro- and microfauna. In fact this is a cavity filling in the fossil cliff described further.

Profile of the Jurassic - Lower Cretaceous sequence

The undisturbed bed sequence we studied in detail, occurs at the right flank in an abandoned small quarry between Kyjov and Pusté Pole occupying reverse position (Fig. 1, Pl. VIII, Fig. 1, 2). The red Bajocian crinoidal (Smolegów) limestone creating usual lowermost member

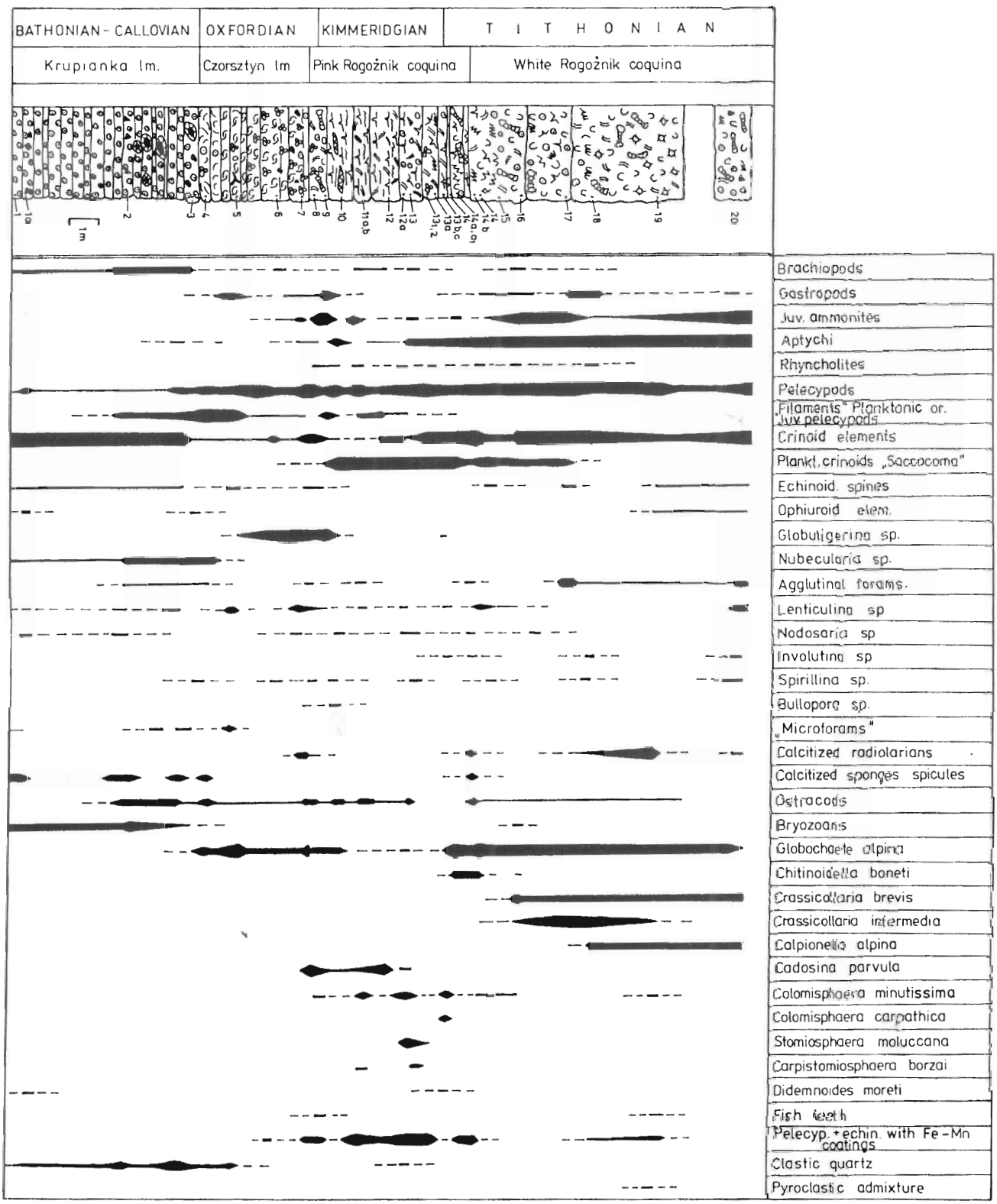


Fig. 1. Profile of Jurassic limestones (Czorsztyn succession), klippe Kyjov - Pusté Pole; results of microscopical study.

of carbonate succession is not present at the surface. Nevertheless its clasts (e.g. Pl. I., Fig. 1) are present in the Malmian cliff breccia which is described in the second part of the paper.

Pink crinoidal limestone (Krupianka limestone, sample No. 1 - 3) Bathonian - Callovian.

The uncovered thickness is 6.5 m. The limestone is thick layered (up to 50 cm), mostly weakly arenaceous and without cherts. In places lenticular concentrations of larger crinoidal articles are observable. Their colour is largely fainter than typical Krupianka limestone. Biosparites and intrabiosparites prevail and partly washed out biomicrites are frequent: even these are sorted. Lack of sponge spicules in sediments appears in total lack of cherts.

As usual, echinoderm members, bivalvian fragments, bryozoans and sessile nubeculatid foraminifers are dominating. Echinid spines, brachiopod fragments and ostracods are more rare, whereas rarely *Lenticulina* sp., *Nodosaria* sp. and *Didemnoides moreti* (Durand Delga) are present. Lithoclasts (probably intraclasts) are even visible by naked eye as fragments of grey limestone. Biomicrites with spicules (calcite fillings after monaxonic spiculae of siliceous sponges) probably derived from somewhat deeper sedimentation area by stormy or tsunami waves create the grey limestone.

Hollows up to 4 cm in diameter filled by reddish muddy filling are common. Usually they are elongated parallel to bedding. Their filling is mostly micrite containing fine bioskeletal detritus and lamination signs, somewhere also signs of cross bedding. Complex fillings are more rare: the first radiaxial cement overfilled by inclusions followed by a clear radiaxial one with its centre filled by reddish mud (Fig. 2; Pl. I, Fig. 3). Crinoidal limestone from the surroundings of this cavity had anomalous low $\delta\ ^{18}O$ = 0.0 ‰ contrasting with hitherto measured values in crinoidal limestone (Kantor and Mišík, 1993). During gradual filling up the cavity this value slightly increased from an older radiaxial through columnar and inclusion containing cement to a younger transparent one without inclusions and into the internal sediment (red micrite with ornamented ostracods). $\delta\ ^{18}O$ values are typical for marine environment and do not indicate significant changes. Accordingly, the sedimentary evolution occurred under shallow marine conditions where the temperature slightly rose by 5 - 7 °C. The red micrite somewhere also contains the described crystals of initial cement in a shape of „crystal silt". In contrast with the enclosing rock, cavity fillings contain „microforaminifers" (juvenile foraminifers containing iron impregnation in basal membranes), „filament" fragments and also seldom ostracods with ornamented surface (these cavity inhabitants have been found at numerous Callovian - Oxfordian localities, e.g. Mišík, 1979, Tab. VI, Fig. 4). Dissolution enlarged the cavities (probably also due to leaching by meteoric water during temporal emergence). Rare neptunian microdykes (up to 1 cm broad) made of red mudstone are present in this crinoidal limestone.

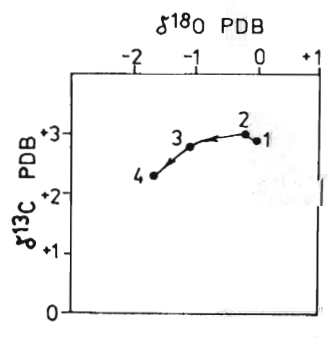


Fig. 2. Isotopic composition of the void filling in the Middle Jurassic crinoidal limestone, Kyjov, sample 2b (analysed by J. Hladíková, ČGÚ Praha). 1 - crinoidal limestone in the neighbourhood of the void, 2 - older radiaxial cement with inclusions, 3 - yanger clear cement without inclusions, 4 - yangest filling - red micrite with ornamented ostracods.

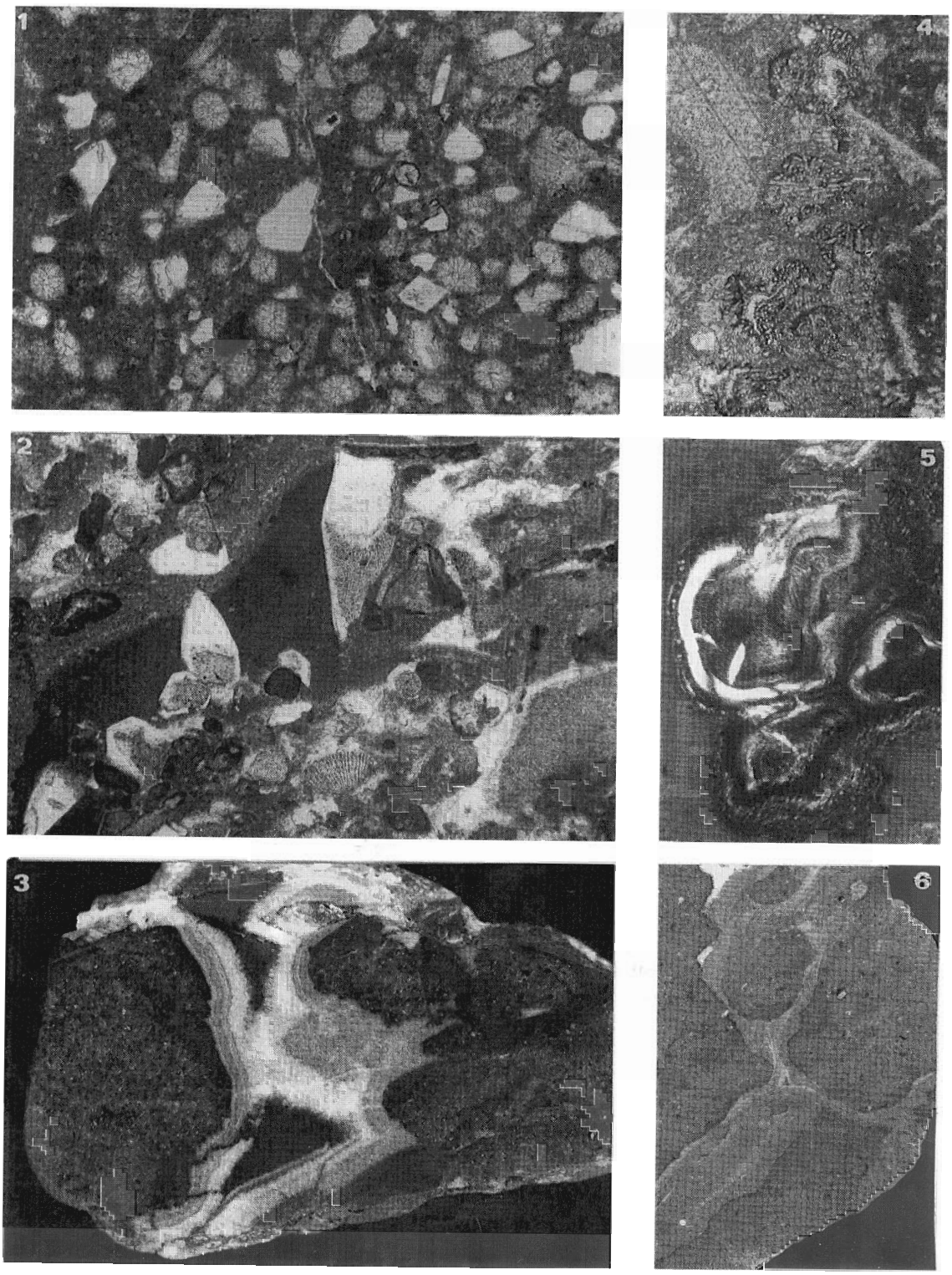
Clastic silty quartz represent rare admixture with grains reaching 0.4 - 0.6 mm size within thin sections or 1.2 mm in uppermost level where the most abundant terrestrial admixture occurs. Also yellowish dolomite and fine-grained sandstone extraclasts have been found. Feldspars are absent and epidote grains are rare.

Crinoid members (mostly columnar) contain but rare pressure twins. Syntaxial overgrowths in scalenohedron apexes (Tab. I, Fig. 2) was stated. The red pigment usually concentrates into echinoderm fragments, bryozoans and channels after boring algae.

Red nodular Czorsztyn limestone (sample No. 4 - 7) Oxfordian.

The total thickness reaches almost 4 m whereas that of single banks is 10 - 20 cm. The rock is biomicrite and intrabiomicrite. In lower part (sample 4, 5) it contains typical „filament" microfacies made of juvenile molluscs of *Bositra* type whereas protoglobigerina (*Globuligerina*) microfacies is characteristic for the upper part. Nevertheless, one must consider the recurrence of filament microfacies also in this upper part. Nodules mostly have the character of intra-formational breccia and, in the parallel profile, there are cases of nodules made of protoglobigerine microfacies and only „filaments" are present in the matrix (similar cases occur also in red nodular limestone in the Manín gorge). Both types either alternated or occurred parallel in the upper part of the sequence and clasts of the protoglobigerina microfacies became transported into the „filament" environment. Also a rare clast of crinoidal biosparite occurs there and another clast („nodule") represents fine-grained synsedimentary breccia.

According to the finding of *Septocrurella sanctaeclarae* (Roemer) brachiopod determined by RNDr. M. Sýkora CSc., already the lowermost sample (4) represents Oxfordian. It is worth of meaning that the first *Cadosina* (namely *C. parvula*) occurs but in the overlying Rogoznik lumachella. The extent of Czorsztyn limestone in this profile is only Oxfordian (at the same time its maximal known extent from other klippen may be Lower Bathonian - Upper Tithonian; Rakús, 1990).



Pl. I. 1 - Arenaceous biomicrite with rhaxoidal to crinoidal microfacies (roughly radial calcite aggregate fills up the rhaxes), Doggerian. Clast in Oxfordian scarp breccia, klippe of Czorsztyn succession, Kyjov - Pusté Pole quarry, sample No XVa, magn. x48. 2 - Syntaxial growing of scalenohedron apexes over echinoderm spiculae. Crinoidal limestone, Doggerian, sample No 1, magn. x26. 3 - Cavity in Doggerian crinoidal limestone (δ^{13} C = 2.9 ‰ , δ^{18} O = 0.0 ‰) lined by radiaxial calcite cement with inclusions (δ^{13} C = 3.0 ‰, δ^{18} O = -0.2 ‰), then by younger transparent cement (δ^{13} C = 2.8 ‰, δ^{18} O = -1.1 ‰) and the rest filled by red mud (δ^{13} C = 2.3 ‰, δ^{18} O = -1.7‰). Sample No 2b, polished section, magn. x2. 4 - Stromatolite with Girvanella sp. (or Rivularia sp.) growing on microdyke wall in Oxfordian Czorsztyn limestone, sample No 5, magn. x80. 5 - The same in nodule from neptunian sill in Oxfordian Czorsztyn limestone, sample No VI, magn. x80, 6 - breccia layer in Oxfordian Czorsztyn limestone, sample No 4 - 5, polished section, almost natural size.

Beside „filaments" and protoglobigerins (*Globuligerina* sp.), *Globochaete alpina* Lombard and mollusc fragments are common. Echinoderm fragments and ostracods are rare. Fine forms of foraminifers composed of a single calcite crystal are frequent (*Patellina* sp., *Spirillina* sp., „microforaminifers") whereas *Ophtalmidium* sp. (Pl. V, Fig. 7), *Lenticulina* sp., *Involutina* sp. are more rare. Gastropods, echinid spines and hollows after siliceous sponges filled up by calcite are seldom. Juvenile ammonites, aptychi and radiolarians filled up by calcite complete the content in the upper part. Quartz grains occur very seldom in thin sections and only in the lower part. Their size reaches even psammite category here.

Cavities of millimetre size with laminated filling and geopetal texture are but rare (Pl. I, Fig. 6). Microdykes containing only slightly younger filling and representing the same stratigraphic stage are seldom. The subvertical dyke in sample No 5 is rimmed by stromatolite made of *Girvanella* (or *Rivularia*, Pl. I, Fig. 4). In a 4 cm thick intra-bedding dyke showing clear lamination (sample No VI) wackestone biomicrite laminae are alternating with packstone and pelsparite. Moreover, also a protoglobigerina microfacies with *Trocholina* sp., *Patellina* sp., *Ophtalmidium* sp., „filaments", ostracods, seldom echinoderm spiculae, phosphate fish teeth and rhyncholite occur in this filling. In some laminae, there are red and black microoncolites mineralised by iron and manganese, clasts of stromatolithic hardgrounds again contain girvanells or rivularia (Pl. I, Fig. 5). Any other algae do not occur in the whole profile.

In the upper part of the Czorsztyn limestone already corroded molluscs with manganese and iron coatings and imperfect iron microoncolites are present. Both features are typical but for the overlying Rogoznik lumachella where they we describe them in detail. Red iron hydroxides concentrate, beside cavities after dissolved molluscs, also into protoglobigerina and echinoderm members.

Condensed sedimentation and submarine dissolution, traditionally supposed for Czorsztyn limestone, are clear from the described features. In contrast to underlying crinoidal limestone, we presume certain deepening of the sedimentary environment.

Pink, violet and red, crinoidal and coquina limestone to mudstone with black coated molluscs - pink Rogoznik coquina (Rogóza member), samples No 8 - 14 - (Upper Oxfordian?) - Kimmeridgian - Middle Tithonian.

The total thickness is 7 m (Birkenmajer, 1977, indicates but 2 - 3 m thickness for this lithostratigraphic member). Banks are 60 - 220 cm thick and the boundary between pink and white Rogoznik coquina appears to be in the middle of this thickest bank.

The appurtenance to the lowermost part of Upper Oxfordian is uncertain. The lowermost sample No 8 represents still protoglobigerina microfacies however already with *Cadosina parvula* Nagy (about 10 specimens in thin section, over 50 specimens in sample No 9). According to Elorza (1984) this species starts in Upper Oxfordian however it continues till Tithonian. *Aspidoceras* sp., determined by RNDr. M. Rakús CSc. has been however found in the layer of sample No 9 (also in No 12) indicating Kimmeridgian. A typical saccocoma microfacies starts with sample No 10 where still protoglobigerina (*Globuligerina* sp.) do appear in considerable amounts in samples No 13-1 and 13-b. Samples No 11b, 13, 13b and 13-2 all represent the „borzai" subzone with *Carpistomiosphaera borzai* (Nagy) in amounts of 15 - 20 specimens in a thin section (20 by 20 mm) what is Upper Kimmeridgian (Borza, 1984). It is remarkable that any specimen has been detected in samples No 12 and 13 amidst the former. The start of *Stomiosphaera molluccana* Wanner in Kimmeridgian still before *C. borzai* (Cecca and Řehánek, 1991) has been confirmed also in our material. The last samples (14a, 14b) contain *Chitinoidella boneti* Doben representing Middle Tithonian. The brachiopod fauna determined from samples 10 - 12 by RNDr. M. Siblík,CSc. contains only species of broad stratigraphic span from Oxfordian to Tithonian: *Nucleata rupicola* (Zittel) and „ *Rhynchonella* " *agassizi* (Zejszner).

The determined age span generally suits the data by Kutek - Wierzbowski (1986) who indicate the span of red (pink) coquina (Rogoznik Member by Birkenmajer, 1977) as Oxfordian (?) - Kimmeridgian - Lower to Middle Tithonian based on ammonites and supposed partly lateral substitution with Czorsztyn limestone. They described this red coquina from the original locality as „sparry coquina". The „sparry" term probably refers to impression by naked eye: calcite crystal druses rising into imperfectly filled macrofossil tests. Such features are quite rare on the locality, but dominate for example at the Žiačik - Kruchý vrch locality near Bezdedov village (Púchov area). Molluscs, crinoidal members, aptychi and ammonites are dominating according to present findings. Birkenmajer (1977) indicated brachiopods as dominating species instead of molluscs.

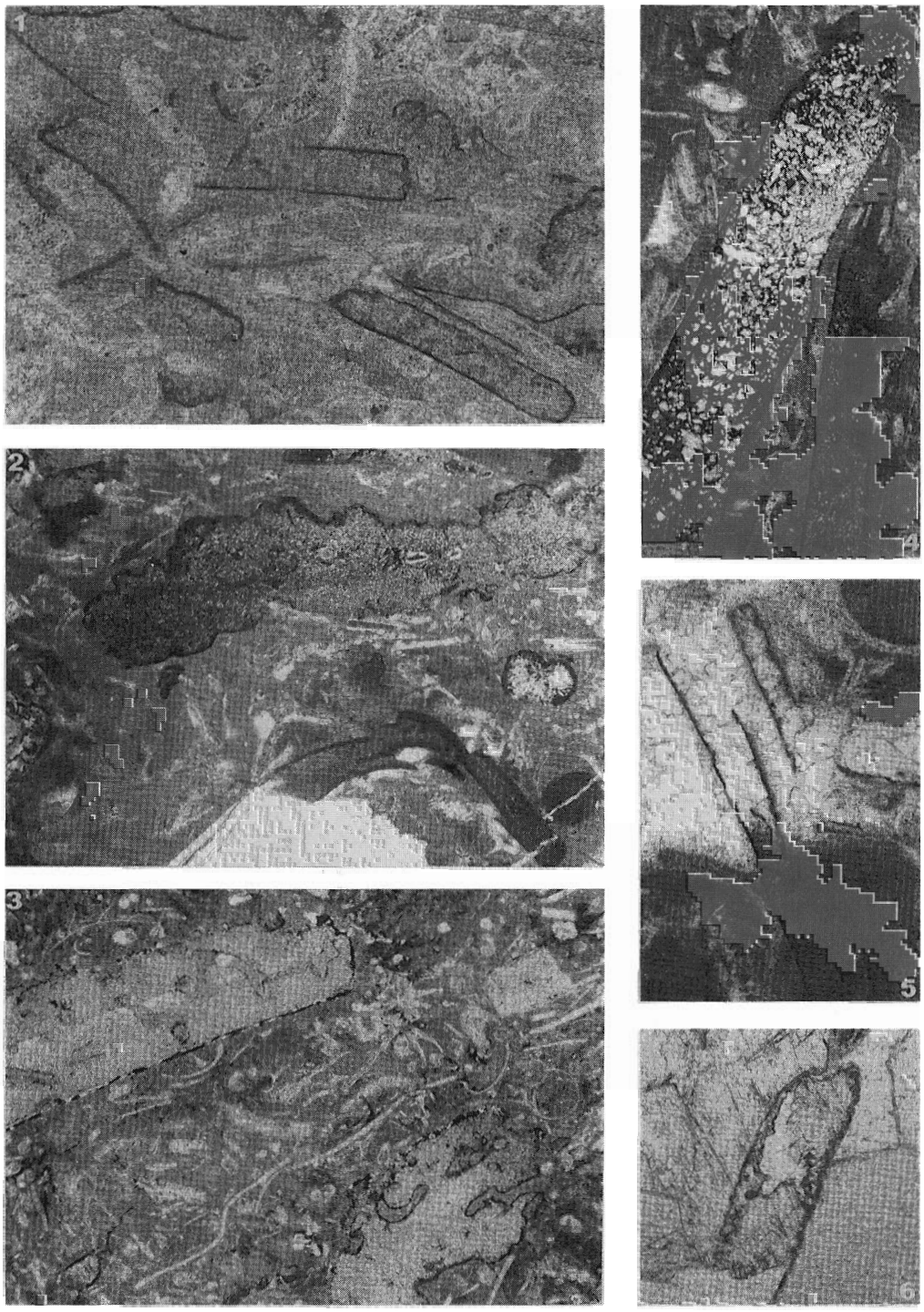
Because microscopic description of this lithostratigraphic member lacks yet, a detailed description follows. The frequency of organic remnants from 14 thin sections is as follows (only the presence or absence of the respective element are indicated):

molluscs	14/14	gastropods	4/14
crinoid collumnals	13/14	Carpistomiosphaera borzai	4/14
Saccocoma	12/14	"filaments"	4/14
aptychi (mostly cellular)	12/14	Marssonella sp.	4/14
ostracods	12/14	Nodosaria sp.	3/14
juvenile ammonits	8/14	Spirillina sp.	3/14
Lenticulina sp.	8/14	protoglobigerins	2/14
Globochaete alpina	7/14	Chitinoidella boneti	2/14
Cadosina parvula	7/14	Stomiosphaera mollucana	2/14
Colomisphaera minutissima	7/14	calcifiedd radiolarians	2/14
rhyncholites	6/14	brachiopods (fragments)	2/14

Bullopora sp., Involutina sp., Colomisphaera carpatica, Dedemron carpaticum, calcified silicispongide spicules, echinoderm spines, fish-scale 1/14

Placed in a large ammonite shell, frequent juvenile ammonites occur in sample No 9a. These probably inhabited the hollow after empty shells (coelobits). Also a rare coral was determined by naked eye.

Block recrystallization occurred in five thin sections (5/14), microstylolites and clastic quartz were present only in one (1/14).



Pl. II. Various modes of fossilisation of aragonitic bivalves with black coatings. 1 - Bivalves phantoms in Kimmeridgian - Lower Tithonian laminated limestone filling of cavern in scarp made of Czorsztyn limestone. Rims of aragonite bivalves fragments have been micritized and coated by iron and manganese hydroxides. Fragments were dissolved and filled up by mud after redeposition. Klippe of Czorsztyn succession, Kyjov - Pusté Pole quarry, sample No II, magn. x30. 2 - Aragonite bivalves corroded and coated by manganese and iron hydroxides. After redeposition the fragments have been dissolved and filled up by microsparite (upper part of picture), fissured during compacting, or collapsed (lower part of the picture). Pink Rogoznik coquina, Upper Kimmeridgian („borzai" zone), sample No 13-2, magn. x26. 3 - Corroded aragonite bivalves with manganese and iron coatings have been filled up after dissolution by fine grained sparite. Borings after perforating organisms have been preserved in them due to their early filling up by calcite mud. Pink Rogoznik coquina with Stomiosphaera molluccana, Upper Kimmeridgian - Lower Tithonian, sample No XII, magn. x31. 4 - Migrating iron hydroxides concentrated into cavity after leached aragonite shell filled up by micrite and caused mud recrystallization to pseudosparite (white grains). Pink Rogoznik coquina („borzai" zone), sample No 12-2, magn. x26. 5 - Cavity after leached aragonite shell filled up by sparite growing syntaxially from interstitial matter, sample No VIII, magn. x20.

The discerned structures are biomicrite („packstone"), biointramicrite and biomicrorudite. Frequent block recrystallization (biosparite development) usually begins from syntaxial rims. However, still phantoms of fossil remnants are observable in recrystallized parts.

Problems of bivalves with black manganese and iron coatings

Fragments of bivalves with black manganese and iron coatings (red in thin section) represent the most significant feature of Rogoznik coquina. Originally these shells were aragonitic coated by manganese and iron hydroxides. Later the aragonite shells became totally dissolved and the cavity filled by mud. In such cases only the ghosts of bivalves is visible due to its original red rim (Pl. II, Fig. 1). Collapse of micrite rims is only seldom observable (Pl. II, Fig. 2).

Usually the shells underwent corrosion still before their coating by manganese and iron and they dissolved after sediment litification (Pl. II, Figs. 2, 3). Later a fine and usually yellowish calcite aggregate crystallised into the cavity, in which still channels of boring organisms are visible (Pl. II, Fig. 3). In case when migrating iron colloids concentrated into the cavity filled by mud, it recrystallized (Pl. II, Fig. 4; Mišík, 1968). Somewhere cavities after aragonite shells filled up by sparite are present (Pl. II, Fig. 5), eventually block calcite grains optically continue into the cavity (Pl. VI, Fig. 6).

Diagenesis under meteoric water influence was former used to explain dissolution of aragonite shells at relatively shallow-water environment because the recent aragonite compensation level (ACL) occurs in few hundreds of meters within the Pacific ocean and in 2 km depth in the Atlantic ocean (Tucker and Wright, 1990). However, according to evidence given by Sandberg (1985) and Palmer et al. (1988), aragonite has been dissolved during the Jurassic already in shallow marine environment.

Rare occurrences of originally calcite bivalves with undisturbed internal structure (e.g. prismatic layer) are the proof for such dissolution of solely bivalves aragonite shells. Similar examples on bivalves coated by manganese and iron occur at the Vršatec klippe (Mišík, 1979, p. 22). Already this description evidenced that skin coloured pink calcareous mudstone with molluscs coated by manganese and iron is the rough equivalent of pink Rogoznik coquina. Differences between the former locality and the coquina described here occur but in details (moreover the former locality contains microforaminifers and bryozoans but no gastropods and rhyncholites). Beside simple coatings, also colloform warty manganese and iron ones (imperfect microoncoids) occur in the former. It is remarkable that this coquina underlies the nodular Czorsztyn limestone at the klippe of Vršatec castle, but it occupies the overlier at the Kyjov - Pusté Pole klippe described here. This is clear proof for lateral alternation between both lithofacies.

Corrosion and iron coating affect also crinoidal fragments, but such cases are but seldom observable on aptychi and rhyncholites (mainly channels after boring algae are filled there by iron hydroxides). Also seldom hard-ground intraclasts are coming from an environment of submarine dissolution. Corrosion occurred almost in all cases in the neighbouring area, because the remaining bioskeletons are generally intact in association. The wash away of corroded bivalves coated by iron and manganese from the neighbouring area had to be quick: there is no sorting and no traces of fragment reworking during such transport. Planctonic to nektonic organisms dominate in association proving that iron and manganese coated bivalve and echinoderm fragments underwent transport from neighbouring shallower area during storms. Even this neighbouring submarine elevation was not too shallow because algae, sponges, corals (except solitaires), hydrozoa, serpulids and foraminifers typical for extremely shallow marine environment of Malmian time (such as *Protopeneroplis striata* and *Conicospirillina basiliensis*) are lacking.

Accordingly, the sedimentary environment of the red (pink) Rogoznik coquina was that representing boundary between subtidal and deeper neritic one.

Hardgrounds

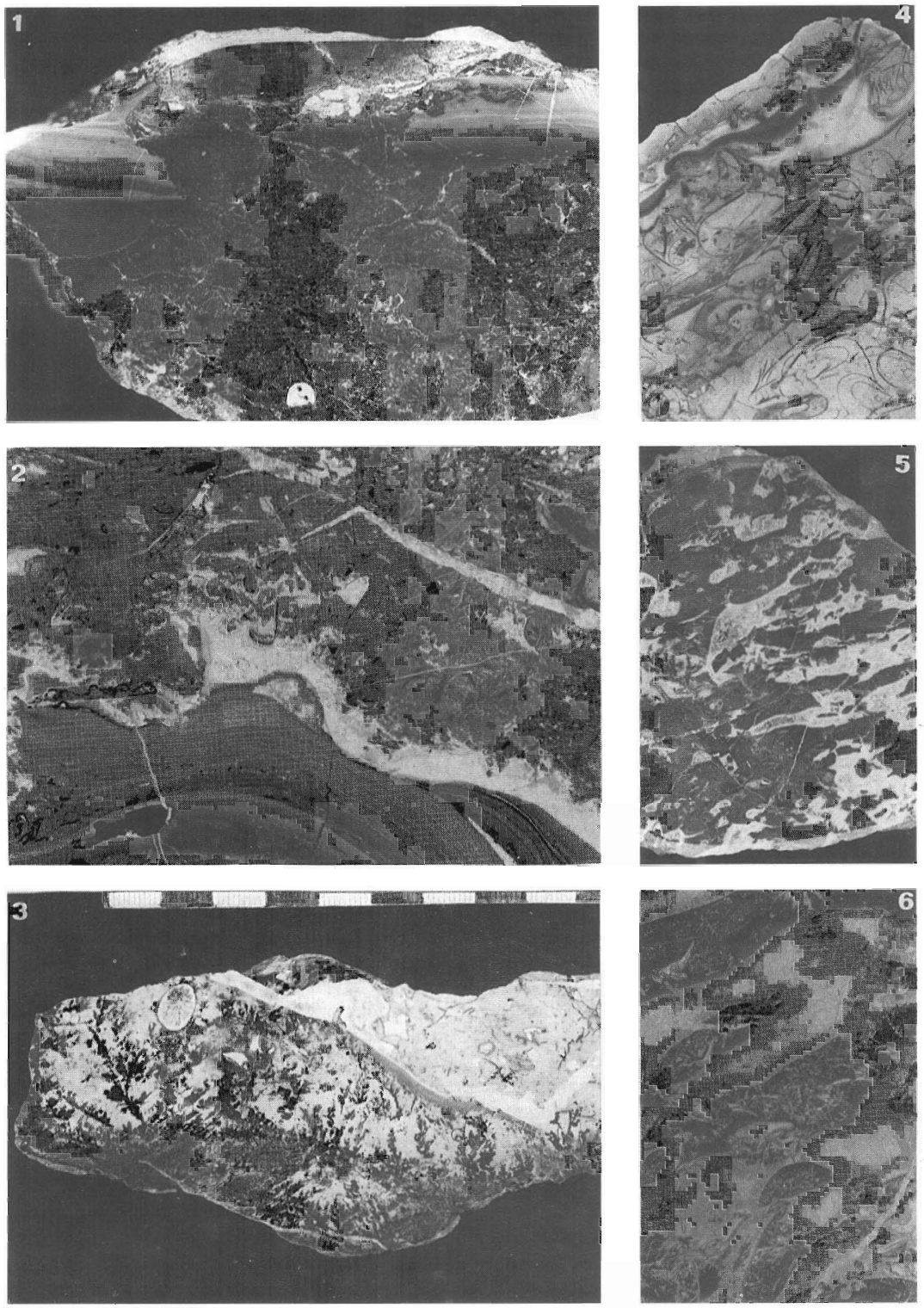
Hardground as black crust of one centimetre thickness was found in the left flank of quarry behind the examined profile. It continues into the limestone by three-dimensional dendrite apophyses created during diagenesis (Pl. III, Fig. 4). Birkenmajer (1962) mentions even three such intercalations visible before the recent fill up of the quarry. The presence of „protoglobigerina" and that of Colomisphaera sp. allow approximate incorporation into Oxfordian.

Cavity fillings

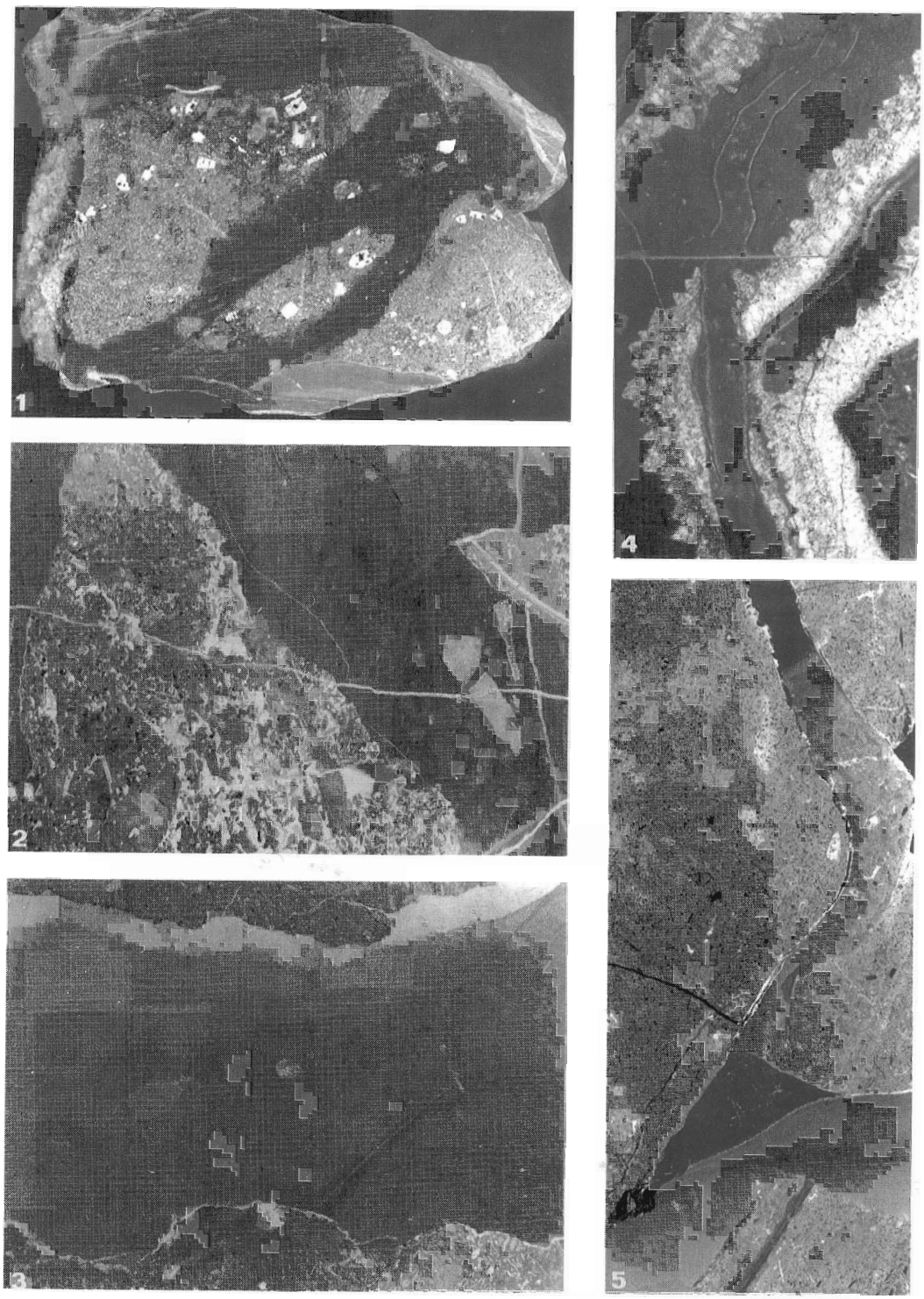
Numerous cavities frequently with polarity texture are characteristic. Fine voids displaying this texture occur in dissolved larger shell fragments, or these represent relic cavities in mainly ammonite shells. Polarity textures are sometime visible even by naked eye, e.g. in brachiopods, proving reversed profile at the locality. Polarity textures of various orientations were found in a thin section proving the presence of intraclasts. Elongated cavities with laminated filling are frequent (Pl. III, Figs. 1, 2). Anastomozing elongated cavities of Stromatactis type are rare. Radiaxial cement with tree-like ordered inclusions is the lining along their rims where transparent isometric, calcite block cement occurs in the centres (Pl. III, Figs. 4, 5). As mentioned before, remnants of primary porosity (open cavities with hanging calcite crystals) are very rare in contrast to the Rogoznik type locality. Orthosparite lacks in the interstitial space.

Pale grey, creamy and rarely pink coquina limestone with ammonites and crinoid columnals: the white Rogoznik coquina (Rogoznik Member), samples No 15 - 20a, Middle and Upper Tithonian.

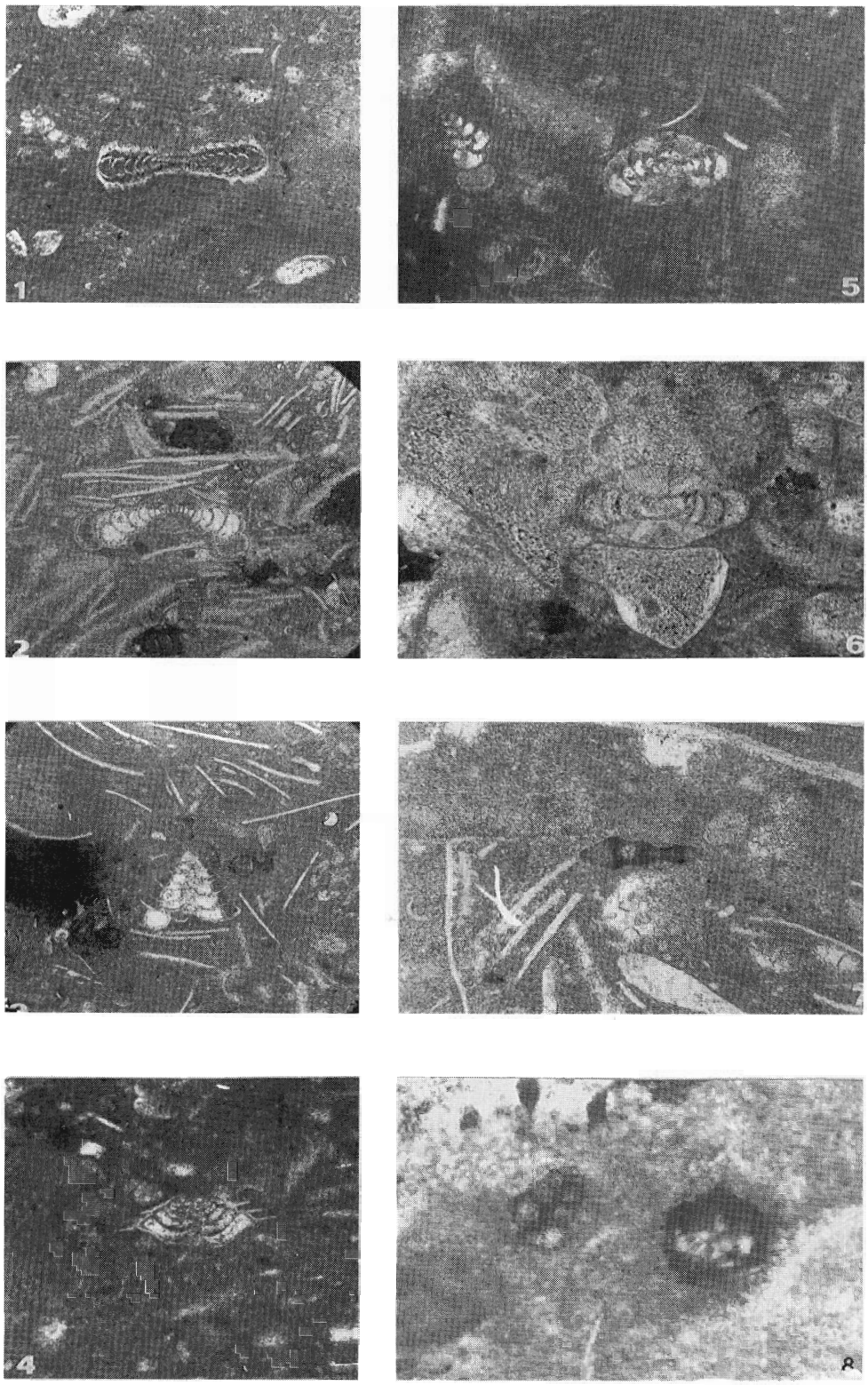
The uncovered partial thickness is 10 m (Birkenmajer, 1977, mentions up to 35 m from type locality). The sequ-



Pl. III. 1 - Cavity with laminated micrite filling in pink Rogoznik coquina, Kimmeridgian. Klippe of Czorsztyn succession, Kyjov - Pusté Pole quarry, sample No 12, polished section, slightly enlarged (x1.2). 2 - Laminated micrite cavity filling in biomicrite. Pink Rogoznik coquina, Upper Kimmeridgian („borzai" zone), sample No 13/2-II, magn. x3. 3 - Manganese hardground with dendrites extending into pink limestone with protoglobigerins, Oxfordian - Kimmeridgian, sample No VIId, polished section, natural size. 4 - White Rogoznik coquina, Upper Tithonian. Sample No 18-19, polished section, slightly enlarged. 5 - Anastomizing cavities of Stromatactis type in pink Rogoznik coquina, Lower Kimmeridgian. Sample No 16, polished section, natural size. 6 - The same in thin section. Radiaxial cement with inclusions creates the older cavity filling. Cavity centres filled by younger transparent isometric block cement, magn. x4.



Pl. IV. 1 - Clast-supported scarp breccia made of crinoidal limestone fragments. Laminated mud (micrite) cemented the fragments later, Oxfordian. Klippe of Czorsztyn succession, Kyjov - Pusté Pole quarry, sample No XIII, polished section, natural size. 2 - Jointed crinoidal limestone clast from scarp breccia; red laminated micrite with burrows (fucoids) without biodetritus. Sample No XIIIa, magn. x3.5. 3 - Subhorizontal neptunian dyke with Upper Tithonian micrite filling carrying bioturbation marks and Crassicollaria. Sparite filled up the upper empty part of fissure. Enclosing rock made of Oxfordian limestone, sample No 3st., magn. x10. 4 - Cavity filling of red laminated micrite (mostly outside picture) disturbed by microdykes; some of them partly lined by initial cement, Oxfordian. Sample No XIV, magn. x22. 5 - Czorsztyn limestone with protoglobigerina microfacies (Lower Oxfordian) traversed by subvertical, partly laminated, microdyke with Colomisphaera sp., probably Upper Oxfordian (the black upper part is sparite, the picture is a negative). Transversal fissure (microdyke) filled by irregularly laminated micrite with Crassicollaria, Upper Tithonian, disturbs the microdyke is in its lower part. Sample No VIIb, magn. x5, negative.



Pl. V. Foraminifers from red nodular Czorsztyn limestone (Oxfordian) and from cavity fillings of roughly the same age. Klippe of Czorsztyn succession, Kyjov - Pusté Pole quarry. 1 - Spirillina sp., sample No VI, magn. x60. 2 - Turrispirillina (?) sp., Sample No VI, magn. x40. 3 - Schackoinella (?) sp., sample No VIa, magn. x80. 4 - Schackoinella (?) sp., sample VIa, magn. x80. 5 - Involutina sp. and Siphovalvulina (?) sp., sample No V, magn. x40. 6 - Involutina sp., sample No XIV, magn. x40. 7 - Ophtalmidium sp., sample No 4, magn. x75. 8 - „Microfonaminifer", chitinous membrane of juvenile foraminifer impregnated by iron, sample No VIa, magn. x240.

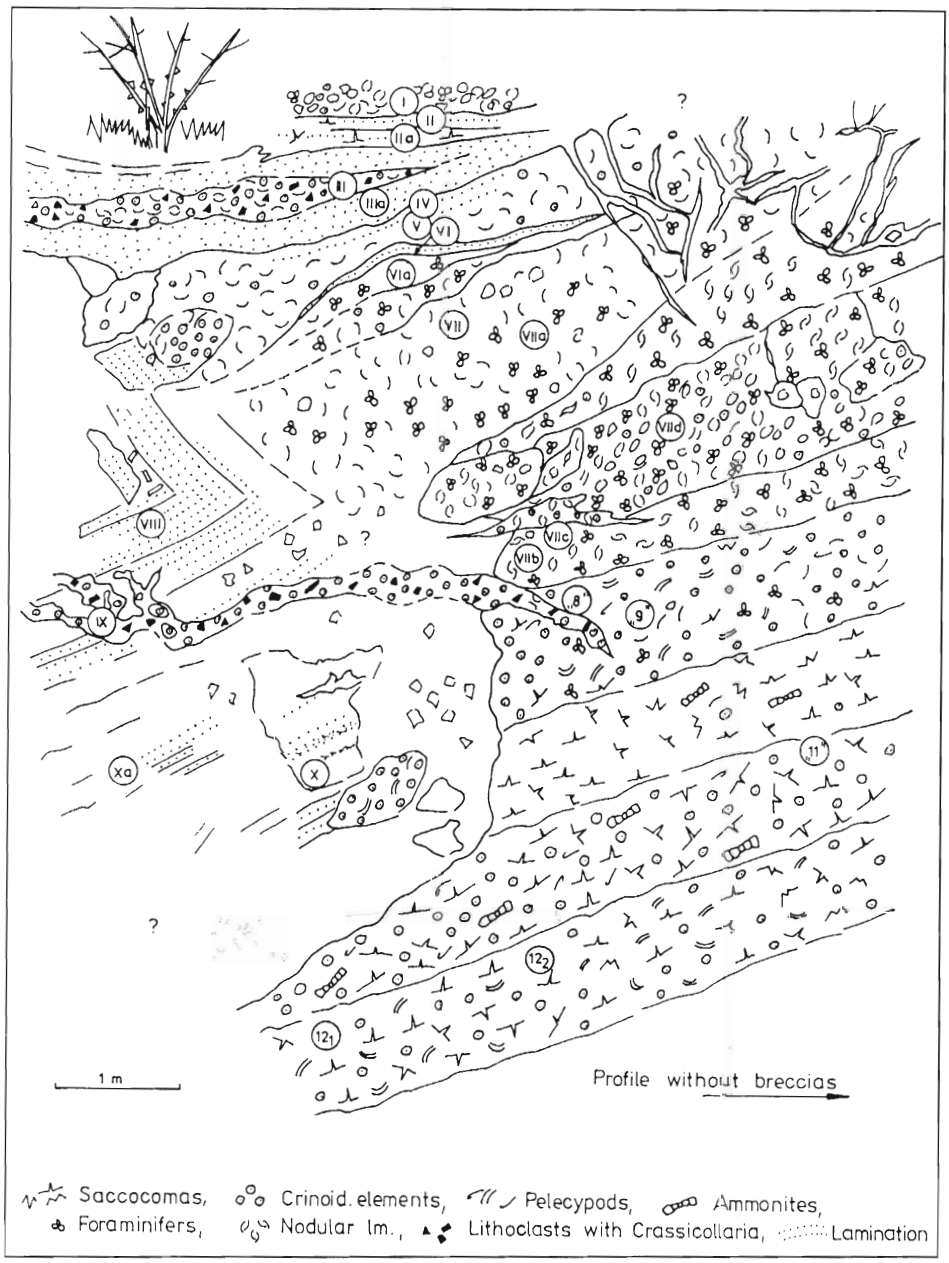


Fig. 3. Scheme - situation in the outcrop.

ence is thick layered to massive. The lowermost sample (No 15) contains *Chitinoidella boneti* Doben representing, according to Borza (1984), Chitinoidella zone of Middle Tithonian. The uppermost available sample (20a) still reckons into the Upper Tithonian Crassicollaria zone (*Crassicollaria* and rare *Calpionella alpina*, larger forms). The following ammonite species were determined by Prof. RNDr. Z. Vašíček, DrSc. (Ostrava Mining University) from the horizon occurring between points No 18 and 19: *Protetragonites quadrisculatus* (d'Orbigny), *Ptychophylloceras ptychoidum* (Quenstedt), *Haploceras elimatum* (Oppel), *Haploceras tithonium* (Oppel), and, with a question mark, *Microcanthoceras microcanthum* (Oppel). The last two species point to Upper Tithonian what is in accordance with the presence of Crassicolaria zone.

Setting out from ammonites typical for zones hybonotum, darwini, semiformefallauxi and *Berriasellidae* without nearer specification Kutek - Wierzbowski (1986) indicated Middle Tithonian to Berriasian span for white Rogoznik coquina (named as Rogoza Member by Birkenmajer, 1977) . According to Birkenmajer (1977) the Rogoznik coquina represents northernmost developments of the Czorsztyn Unit.

The white coquina contains, in contrast to the red (pink) one, still larger amount of plancton and nekton, clearly more ammonites, aptychi, globochets, saccocoms, tintinnids and

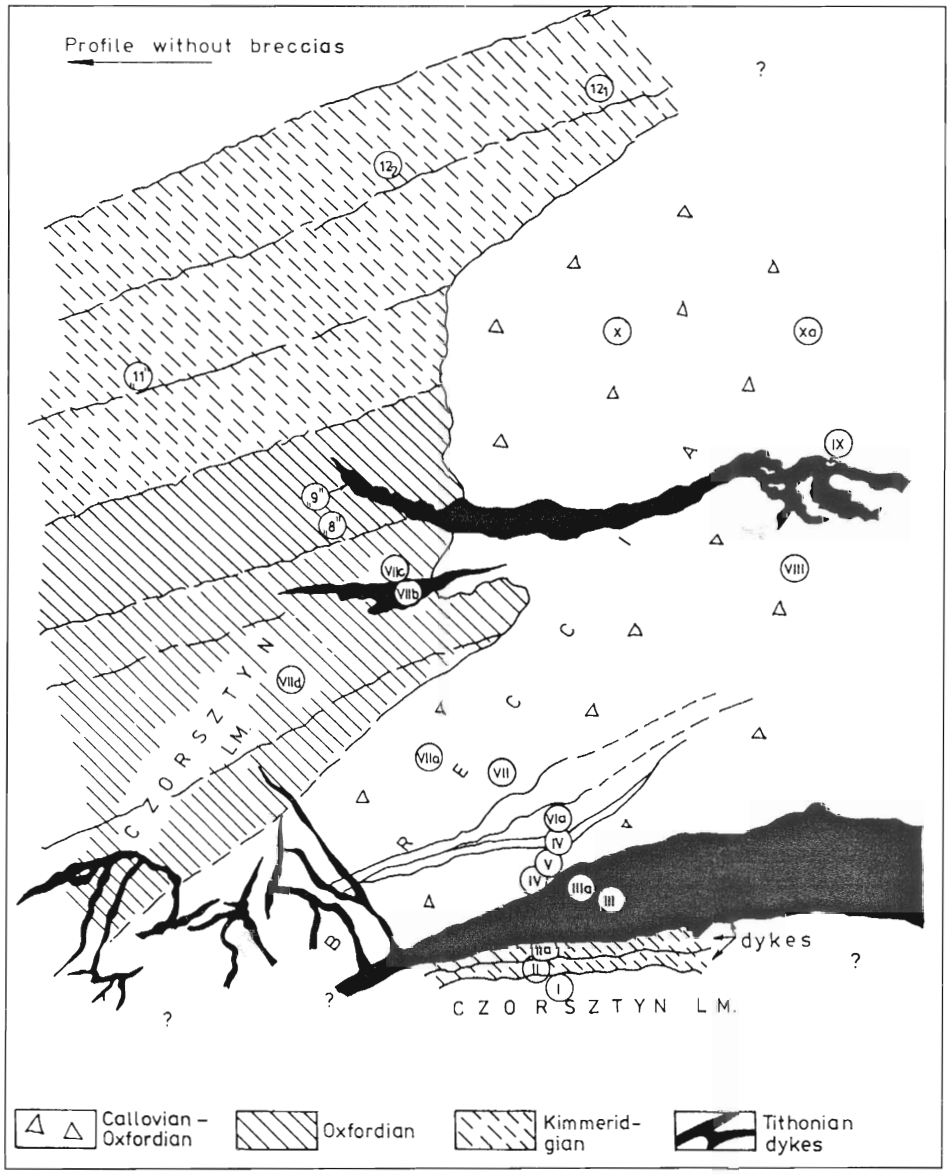


Fig. 4. Scheme restored in the normal position.

calcified radiolarians. Hence one must count with gradual deepening of the sedimentation area. Thus its sedimentation may be placed into deeper neritic. Our opinion is supported also by Prof. RNDr. Z. Vašíček's, DrSc. statement that ammonite fauna determined by him is characteristic for continental shelf edge in about 200 - 300 m depths.

Kutek - Wierbowski (1986) described the rock from type locality as „micritic coquina" in difference from the (pink) lumachella assigned as „sparry coquina". The structures found by us there are biomicrite (packstone), biointramicrite, biomicrudite and biointramicrudite.

Organic remnants (in rough sequence of frequency) are: crinoidal and mollusc fragments, aptychi (mostly with cellular structure), ammonites, globochets, *Crassicolaria intermedia* (Durand Delga), *C. brevis* Remane, *Calpionella alpina* Lorenz, *Saccocoma*, *Chitinoidella boneti* Doben, radiolarians filled up by calcite, agglutinated foraminifers, ostracods, gastropods, rhyncholites, echinoderm spiculae, ophiura members, brachiopods, *Involutina* sp., *Lenticulina* sp., *Spirillina* sp., *Schizosphaerella minutissima* (Colom) and very rare sponges and fish teeth. Probably, the limestone (biomicrite) with *Calpionella* and *Globachaete* laterally substitute the white Rogoznik coquina as already Polish authors mentioned.

Considerable difference with red (pink) Rogoznik coquina is that mollusc shells are not corroded neither coated by manganese and iron coating (Pl. IV, Fig. 4). Their original aragonite shells dissolved and internal muddy sediment fills frequently, but only partially up the cavities (negatives) generating polarity textures. Entirely seldom, the pink intercalations appear with manganese and iron coated mollusc fragments also in white coquina. Hence des-

pite that a gradual tendency of manganese and iron coatings to fade out upwards is discernible.

Void structures occur in empty shells (filling up the primary porosity) or to leached ones after molluscs (cementing the secondary porosity); the Stromatactis type is rare. Polarity textures are frequent. In some cases these show different orientation within the same thin section disclosing the presence of larger intraclasts. Bioturbation is clear also by naked eye as some of bivalve fragments have almost vertical orientations. Tiny agglutination pellets occur in places as internal sediment in ammonite shells.

Block recrystallization starting from syntaxial rims has been observed several times. Recrystallized dashed veinlets are also present (Mišík, 1971).

Clastic quartz and further terrigenous admixture are lacking. Similarly, any silicification features are totally absent, neither in sample No 19 containing frequent radiolarians filled up by calcite. We observed twinning lamellae in echinoderm members and microstylolites only exceptionally.

Pyroclastic admixture represented by very tiny limonitized and calcified fragments was found in sample No 19 with *Crassicollaria*. It is a proof for distant volcanic activity during Tithonian time known from Carpathian Ukraine (Mišík, 1993).

Grey pelagic muddy limestone with Calpionella - Uppermost Tithonian to Berriasian.

(The rocks do not occur at the surface and is known only as fissure filling in neptunian dykes)

Scarp breccia, neptunian dykes and pockets filled by Oxfordian, Kimmeridgian, Tithonian and Lower Berriasian filling

These rocks occur at the left flank of described small quarry (Figs. 3, 4). Dykes and pockets are disturbing Oxfordian Czorsztyn limestone and pink Rogoznik coquina (Kimmeridgian - Middle Tithonian). Assuming frequent clasts of Doggerian crinoidal limestone, probably also this member occurred at the scarp surface, in spite that a direct proof is impossible. Tithonian dykes do not reach into Doggerian crinoidal limestone either.

Scarp breccia

Clasts of 20 - 30 cm size, exceptionally up to 1 m are in the breccia. Mostly crinoidal Bathonian - Callovian limestone composes the fragments (Pl. IV, Figs. 1, 2). Moreover, clasts of white sandy crinoidal to rhaxian limestone containing frequent heavy minerals and of probably Bajocian age occur there (Pl. I, Fig. 1). This rock does not occur at the surface in the profile studied. Fragments of red filament biomicrite (Czorsztyn limestone) are frequent, too. No sure proofs of fragments composed by Rogoznik coquina with *Saccocoma* are available in spite that the breccia occurs in contact with this member.

This breccia originated on the slope of a submarine scarp or cliff, formed by synsedimentary tectonic activity (Figs. 3, 4). We suppose that a submarine scarp has been disintegrated because all fragments are angular without traces of surf rounding. This disintegration continued still after the lithification of older cavity and cavern fillings because fragments of similar laminated fillings occur in the breccia. Its breccia character is however not always visible.

Red sediment containing microfaunistic equivalents of Czorsztyn limestone creates the breccia matrix in lower stratigraphic portions: these are foraminifers of *Trocholina, Patellina* and *Schackoinella?* (Pl. V, Figs. 1 - 4) and microforaminifers (chitinous membranes of juvenile foraminifers; Pl. V, Fig. 8). Also ornamented ostracods, inhabitants of cavities already known from several klippen (Mišík, 1979), are characteristic (Pl. VI, Fig. 1). Burrows (fucoids) are present in red micrite filling (Pl. VI, Figs. 2, 3). Rarely also sterile red micrites, eventually proving short periods of emergence, occurred.

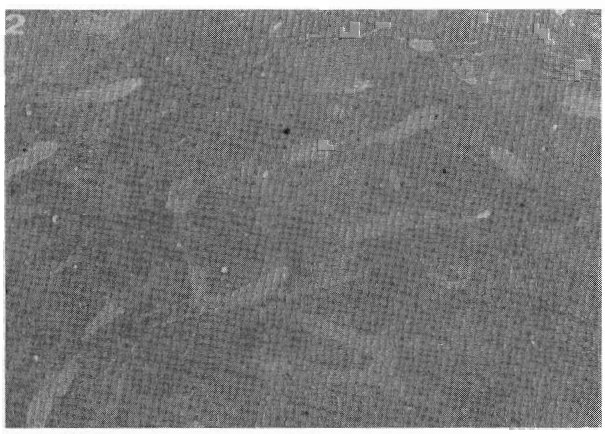
Caverns

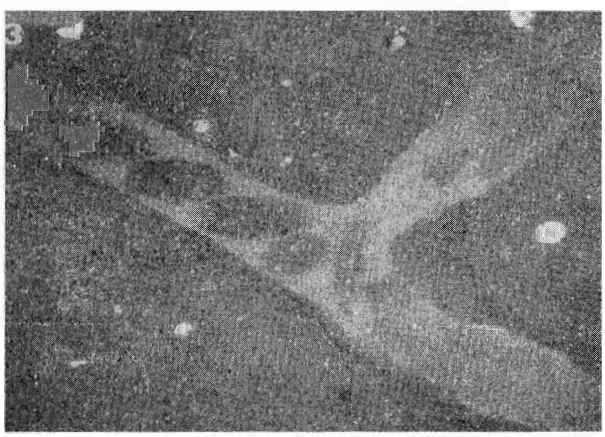
In the highest part of the left quarry flank, the most striking 75 cm thick cavern thickens to 110 cm westwards. The cavern is elongated parallel with bedding originating by dissolution starting from bedding joints. Its limestone cavern filling bears striking lamination: 30 pairs of laminae occur in 75 cm layer each 0.5 - 1.4 mm thick. The oldest filling, lowermost in stratigraphy (sample No II - this is a reverse bedding), is Kimmeridgian representing *Saccocoma microfacies* with *Cadosina parvula* Nagy and *Stomiosphaera molluccana* Wanner. Laminae with piled up detritus of *Saccocoma* fragments and phantoms after mollusc fragments bearing iron and manganese coatings alternate in the filling. A sample approximately taken in its centre (No VIII) is intrabiosparrudite made of crinoidal collumnalia, cellular aptychi and biomicrite intraclasts containing *Saccocoma* and *Crassicollaria* (Upper Tithonian). Higher up, an alternation of biomicrite laminae with *Crassicollaria*, rare *Calpionella alpina* Lorenz and exceptionally *Tintinnopsella carpatica* (Murgeanu et Filipescu), intrabiosparite laminae with crinoidal collumnalia, cellular aptychi, mollusc fragments and biomicrite intraclasts containing the same *Calpionella* is following (Pl. VI, Fig. 5). This represents Upper Tithonian, probably even Lowermost Berriasian. Periodic accumulation of detritus into a relatively isolated cavern during exceptional, stormy events (tsunami?) evidently produced this lamination. The cavern occurs within Oxfordian Czorsztyn limestone representing filament and protoglobigerina microfacies.

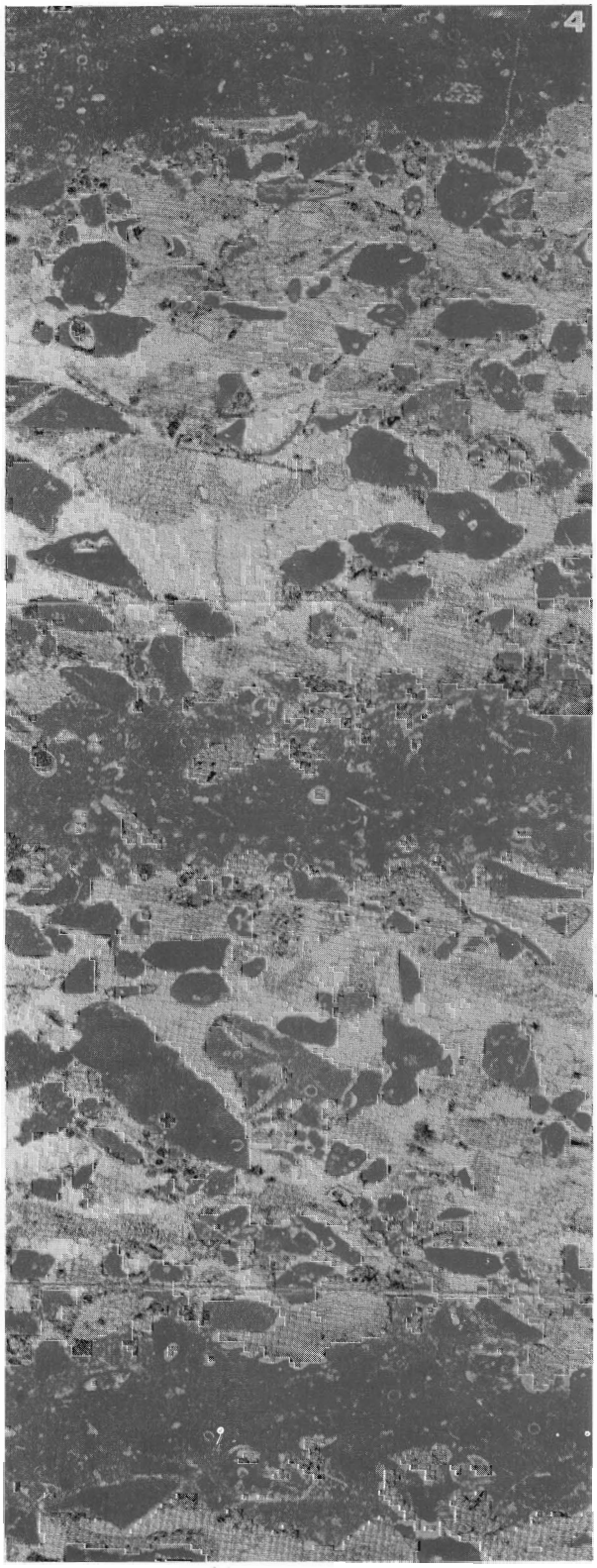
Neptunian dykes

The scarp breccia, together with Czorsztyn limestone and pink Rogoznik coquina in its immediate surroundings, are disturbed by a network of thin neptunean dykes. These have even vertical orientation and usually are thick about 5 cm. Most frequently they are filled up by striking white

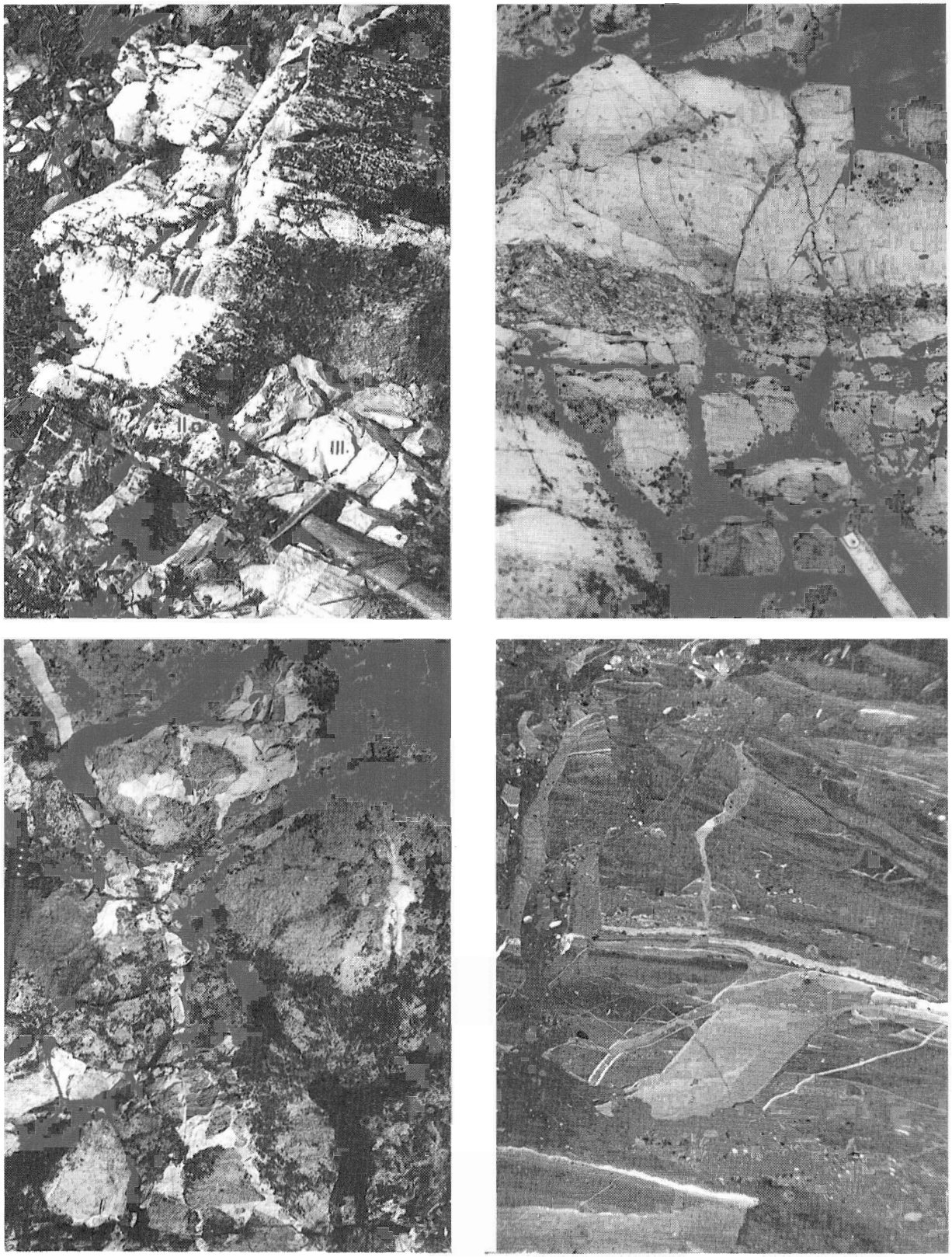






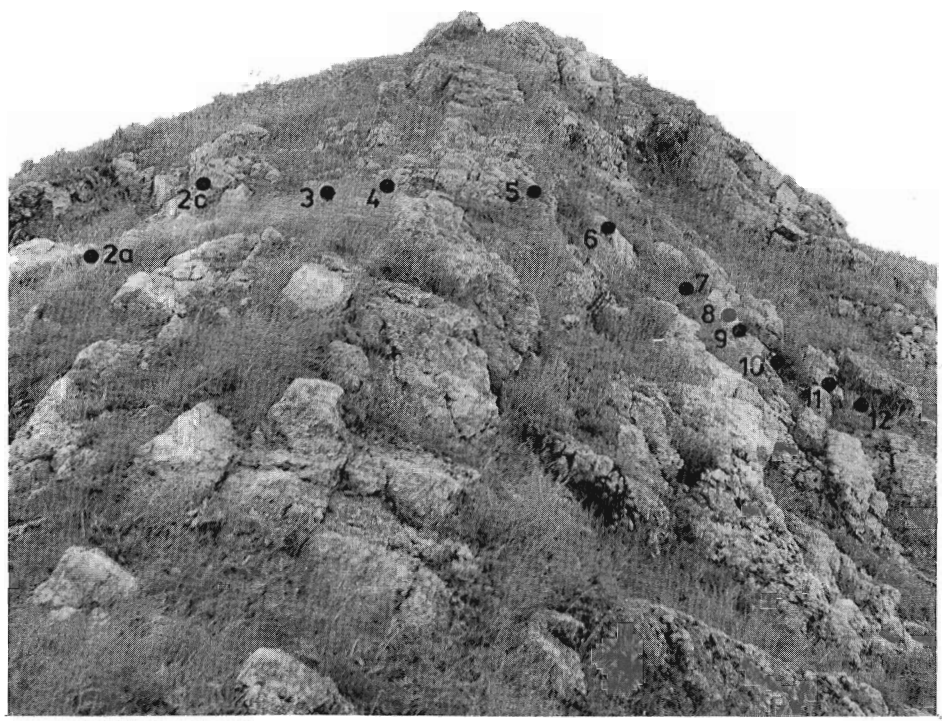


Pl. VI. 1 - Ostracods *Pokornyella* sp. with ornamented (sculptured) shells from red dyke filling, probably Oxfordian. Klippe of Czorsztyn succession, Kyjov - Pusté Pole quarry, sample No XVI, magn. x 26. 2 - Burrows (fucoids) in reddish micrite from dyke filling with similar ostracods (outside picture), Sample No XVb, magn. x7. 3 - Detail of former picture. Coprolites preserved in the worm burrow, magn. x20. 4 - Laminated cavern filling in scarp made of Oxfordian Czorsztyn limestone. Biomicrite with Crassicollaria alternating with intrasparite (crinoidal fragments and intraclasts from the mentioned biomicrite). Intrasparite laminae accumulated during strong temporal storms. Sample No 2sf., magn. x20.



Pl. VII. 1 - Neptunian dykes IIa, III with laminations. Left flank of Kyjov - Pusté Pole quarry. 2 - Neptunian dyke No III with coquina layer in the middle, left flank of quarry. 3 - Neptunian dykes of Tithonian - Berriasian age in limestone breccia (Callovian - Oxfordian), left flank of quarry. 4 - Neptunian dyke filling with features of repeated synsedimentary disturbance. Left flank of quarry, sample No XVI, magn. x4.





Pl. VIII. 1 - General view of the studied locality: abandoned quarry near Kyjov - Pusté Pole road with sampling sites. Dashed line separates breccia from undisturbed sequence. 2 - Detail of the upper quarry edge.

calcareous mudstone containing *Crassicolaria* and *Calpionella alpina*. Sometimes a weakly discernible fine lamination occurs in dykes (denser accumulation of calpionelids). Also polarity texture occurs in a single subhorizontal dyke (sparite filled the upper part of the former fissure; Pl. IV, Fig. 3). This filling corresponds to biancone type limestone (Upper Tithonian, partly probably even Lowermost Berriasian). Also a double filling occurs there: new filling of Upper Tithonian age disturbs microdyke filling of Oxfordian age (Pl. IV, Fig. 4).

Conclusions

A reversed profile of pink crinoidal Bathonian - Callovian limestone, red nodular Czorsztyn limestone (restricted to Oxfordian), pink (Upper Oxfordian? - Kimmeridgian - Middle Tithonian) and white Rogoznik coquina (Middle and Upper Tithonian) is uncovered in a small quarry at Kyjov - Pusté Pole klippen. The preceding microscopic description of Rogoznik coquina is the first one. We presume its sedimentation in deeper neritic environment where biodetritus was washed down from a nearby shallower environment. Corrosion together with manganese and iron coatings on bivalvian shells originated in this earlier environment.

Features of synsedimentary tectonics with repeated movements occur at the left flank of quarry. Synsedimentary faulting created submarine scarps where the breccia deposited along their foots in Callovian to Oxfordian time. The submarine scarp persisted also during Kimmeridgian - Upper Tithonian and proofs of it are large caverns containing laminated filling and bearing *Saccocoma* and later *Crassicollaria* microfacies. A network of repeatedly developing and filled up fissures accompanied the synsedimentary fault. Grey biancone type mudstone of Upper Tithonian (or even Lowermost Berriasian) age fills up the majority of these neptunian dykes. Observed relations between the breccia and neptunian dykes are proofs of synsedimentary tectonics not only in this East Slovakian part in the klippen belt but also in Krasin quarry of the West Slovakian segment.

References

Birkenmajer, K. 1962: Monuments of inanimate nature in the Pieniny Klippen Belt, part II. Klippen of Rogóznik near Nowy Targ. *Ochrona przyrody (Kraków), 28, 159 - 185.*

Birkenmajer, K. 1977: Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. *Stud. geol. pol., 45, 1 - 158.*

Borza, K. 1984: The Upper Jurassic - Lower Cretaceous parastratigraphic scale on the basis of Tintinninae, Cadosinidae, Stomiospheridae, Calcisphaerulidae and other microfossils from the West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 5, 539 - 550.*

Cecca, F. & Řehánek, J. 1991: First correlation between Late Jurassic ammonite and „microproblematic" biostratigraphic scales. Results from Marches, Appenines (Central Italy). *C. R. Acad. Sci. (Paris), 313, 2, 1441 - 1446.*

Kantor, J. & Mišík, M. 1993: Isotopic composition of oxygene and carbon in selected Mesozoic and Tertiary limestones and dolomites in Slovakia. *Západ. Karpaty, Sér. Min.eral. Petrogr. Geochém., Metal.ogen., 15, 7 - 27.*

Kutek, J. & Wierzbowski, A. 1986: A new account on the Upper Jurassic stratigraphy and ammonites of the Czorsztyn succession, Pieniny Klippen Belt, Poland. *Acta geol. pol., 36, 4, 289 - 316.*

Mišík, M. 1968: Some aspects of diagenetic recrystallization in limestones. *Int. Geol. Congress, Report of the XXIIIth Session (Prague), 8, 129 - 136.*

Mišík, M. 1971: Observation concerning calcite veinlets in carbonate rocks. *J. Sed. Petrology, 41, 2, 450 - 460.*

Mišík, M. 1979: Sedimentological and microfacial study in the Jurassic of the Vršatec (castle) klippe (neptunic dykes, Oxfordian bioherm facies). *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 5, 7 - 56.*

Mišík, M. 1993: Pieniny Klippen Belt - relations to the Mesozoic and Tertiary volcanism. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 16, 47 - 64.*

Nemčok, J. 1988: Lokalita č. 2: JV od Pustého Poľa, chotár Zadné Skálie. *In: Samuel, O. & Michalík, J. (Ed.): Sprievodca k celoštátnej paleont. konferencii, SGS SAV, GÚDŠ, Milava pri Nižných Ružbachoch. GÚDŠ Bratislava, 35 - 37.*

Nemčok, J. 1990: Bradlové pásmo. *In: Nemčok, J. et al.: Vysvetlivky ku geologickej mape Pienín, Čergova, Ľubovnianskej vrchoviny 1:50 000. GÚDŠ Bratislava, 33 - 49.*

Neumayr, M. 1871: Jurastudien. 3. Folge: Der pieninnische Klippenzug. *Jb. Geol. Reichsanst. (Wien), 21, 4.*

Palmer, T. J., Hudson, J. D. & Wilson, M. A. 1988: Paleoecological evidence for early aragonite dissolution in ancient calcite seas. *Nature (London), 335, 809 - 810.*

Rakús, M. 1990: Ammonites and stratigraphy of Czorsztyn limestone base in Klippen Belt of Slovakia and Ukrainian Carpathians. *Knih. Zem. Plynu a Nafty, 9b, 73 - 108.*

Sandberg, P. A. 1985: Aragonite cements and their occurrence in ancient limestones. *In: Schneidermann, N. & Harris, P. M. (Ed.): Carbonate Cements. Spec. Publ. (Soc. econ. Paleontologists Mineralogists) Tulsa (Okla), 36, 33 - 35.*

Tucker, M. E. & Wright, V. P. 1990: Carbonate sedimentology. *Blackwell (Oxford etc.), 1 - 482.*

Brekcia z podmorského zrázu a neptunické dajky z jury čorštynského bradla Kyjov - Pusté Pole

Bradlo Pusté Pole pri Kyjove prvýkrát skúmal Neumayr (1871) a určil z neho viaceré amonity, brachiopóda a aptychy. Stručný opis vrstvového sledu podal Andrusov (1945) a Birkenmajer (1962). Nemčok (1990) si ako prvý povšimol brekciu, ale chybne ju pokladal za paleogénnu (gregoriánsku).

V malom lome je odkrytý prevrátený sled ružových krinoidových vápencov batu - keloveja, červených hľuznatých vápencov (sú obmedzené iba na oxford), ružovej (vrchný oxford?, kimeridž - stredný titón) a bielej rogožnickej lumachely (stredný a vrchný titón). Rogožnická lumachela sa mikroskopicky charakterizovala prvýkrát. Predpokladáme jej usádzanie v hlbšom neritiku so splachmi biodetritu z priľahlého plytšieho prostredia, v ktorom predtým došlo k jeho korózii a vyzrážal sa Mn-Fe povlak okolo úlomkov lastúrnikov.

V ľavom krídle lomu sa zdokumentovali prejavy synsedimentárnej poruchy, na ktorej sa pohyby viackrát opakovali. Synsedimentárne zlomy viedli k vytvoreniu podmorských zrubov. Na ich úpätí sa počas keloveja - oxfordu ukladala brekcia. Podmorský zráz tu bol aj v kimeridži - vrchnom titóne. Svedčia o tom veľké kaverny s laminovanou výplňou obsahujúcou sakokómovú a neskôr krasikoláriovú mikrofáciu. Synsedimentárnu poruchu sprevádzala sieť puklín, ktorá sa opakovane vytvárala a vypĺňala. Najväčšia časť neptunických dajok má výplň zo sivého kalového vápenca typu biancone vrchného titónu (príp. až najnižšieho beriasu). Spoločný výskyt brekcie a neptunických dajok, dokazujúci synsedimentárnu tektoniku, sme okrem tohto výskytu spozorovali aj v lome bradla Krasín v západoslovenskom sektore.

Mineralia slovaca, 25 (1993), 428 - 436

Opatovské vrstvy:vrchnoegerské sedimenty delty v Ipeľskej kotline

KATARÍNA ŠUTOVSKÁ-HOLCOVÁ[1], DIONÝZ VASS[2] a ZLATKO KVAČEK[1]

[1]Katedra paleontológie PF UK, Albertov 6, 128 43 Praha, Česká republika
[2]Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovenská republika

(Doručené 25.5.1993, revidovaná verzia doručená 5.10.1993)

Opatová Member: deltaic deposits in the Ipeľská kotlina Basin (Southern Slovakia) Egerian in age

Opatová Member closes the sedimentary sequence of the Lučenec Formation in the Ipeľská kotlina Basin (Southern Slovakia). It is a regressive member of the Egerian younger global sea level changes cycle (25,5 - 22,0 Ma). This member represents a prograding delta, which is manifested by the typical litho and biofacies. The Opatová Mb is youngest Egerian in age. The age has been ascertained by calcareous nannoplankton of intermediate type between zone NN1 and NN-2.

Key words: Delta, global sea level changes, biofacies, foraminifers, nannoplankton, biostratigraphy, Egerian

Opatovské vrchy ako litostratigrafická jednotka nižšieho poriadku (member, t. j. člen) definoval Vass (in Vass et al., 1983). Tvoria vrchnú časť lučenského súvrstvia (eger) v Ipeľskej kotline a sú rozšírené v jz. sektore slovenskej časti kotliny (obr. 7). Predtým ako boli definované ako formálna litostratigrafická jednotka, opisovali sa ako brakická cyrenová fácia (Seneš, 1952a), terminálne vrstvy egera, brakicko-lagunárne sedimenty (Vass in Vass et al., 1979), resp. sa charakterizovali ako sedimenty morsko-brakického prostredia (Vass in Konečný et al., 1978).

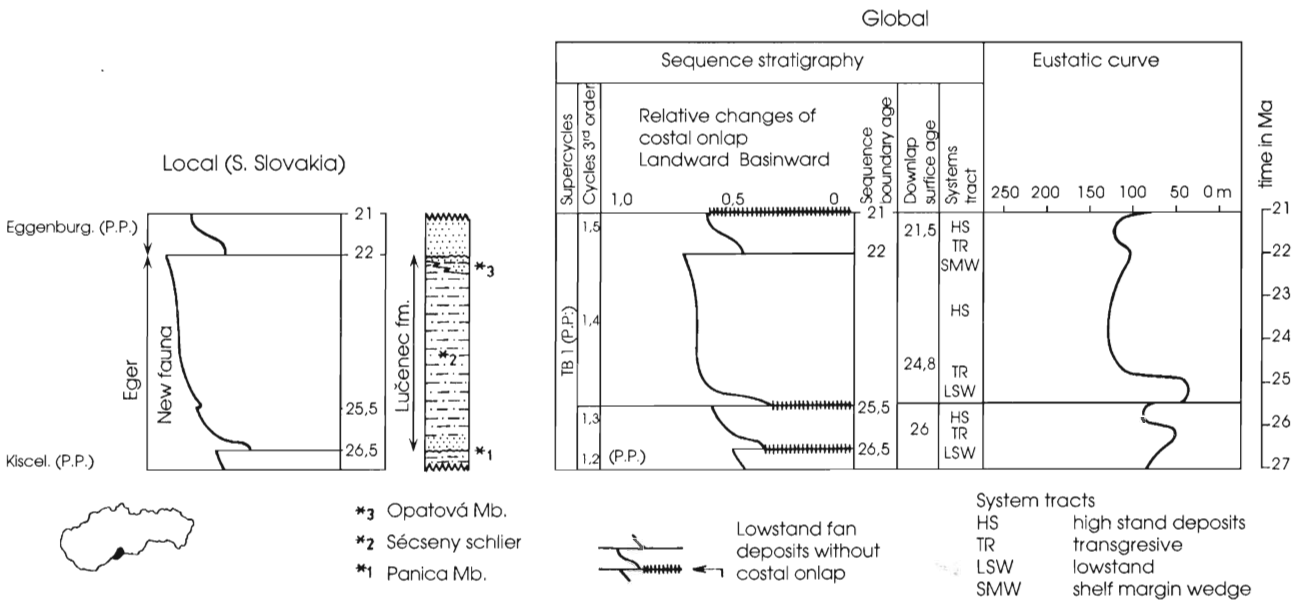
Obdobie egera 26,5 - 22,0 Ma je časovým úsekom v histórii Zeme, v ktorom prebehli dva globálne transgresívno-regresívne kolísania hladiny svetových morí a oceánov (obr. 1; Haq et al., 1987). Prvý (TB 1,3) prebiehal v ranom egeri a trval od 26,5 do 25,5 Ma, čiže 1 Ma. Jeho nástup sa na južnom Slovensku prejavil transgresívnymi klastikami (panické vrstvy), opísanými v severnej časti Rimavskej a Lučenskej kotliny ako bazálny člen lučenského súvrstvia (Vass, Elečko et al., 1989, 1992). Šlírové sedimenty (séčenský šlír), ktoré vo vrstvovom slede lučenského súvrstvia nasledujú, sú sedimentmi kulminujúcej transgresie a vysokého stavu hladiny (transgression systems tract and highstand systems tract globálneho sedimentačného cyklu v zmysle B. U. Haqa et al., l. c.). Skončenie tohto a nástup nového cyklu (TB 1,4; 25,5 - 22,0 Ma) sa v litológii lučenského súvrstvia nezaznamenali. Jediným príznakom novej transgresie je nástup novej fauny a vápnitej mikroflóry vo vrchnej časti lučenského súvrstvia. Z uvedeného vychodí, že séčenský šlír amalgamuje transgresívne sedimenty a sedimenty vysokého stavu hladiny dvoch globálnych cyklov kolísania morskej hladiny.

Regresívnou časťou druhého egerského sedimentačného cyklu sú opatovské vrstvy.

Je pravdepodobné, že regresívne sedimenty končili sled lučenského súvrstvia aj v ostatných juhoslovenských kotlinách, t. j. na severnom okraji budínskej panvy, ale podľahli viacnásobne opakovanej erózii a denudácii. V Lučenskej kotline možno za denudačný zvyšok deltových sedimentov považovať pestré vrstvy zistené nad séčenským šlírom vo vrte pri Dolných Honoch (Vass, Elečko et al., 1992a, in lit.).

Mocnosť opatovských vrstiev na stratotypovej lokalite pri Opatovskej Novej Vsi (na JJZ od Veľkého Krtíša) je okolo 165 m. Litologicky a biofaciálny vývoj stratotypového profilu, ktorým je vrchná časť vrtu Čo-1 (od 2,20 m do 167,00 m; Čechovič, 1959), naznačujú, že ide o sedimenty riečnej delty progradujúcej do morského prostredia (obr. 2). Nad šlírovými sedimentmi panvovej fácie ležia sedimenty prodelty: vápnitý silt/siltovec s tenkými lavičkami (okolo 0,1 m) vápnitého pieskovca. Obsahujú morské mäkkýše a spoločenstvá foraminifer s vysokou druhovou diverzitou, relatívne hojným planktónom, ale s nízkou hojnosťou (vyjadrenou foraminiferovým číslom; obr. 3). Nízka hojnosť foraminifer je pravdepodobne výsledkom intenzívneho prínosu klastického materiálu splavovaného z čela delty do prostredia prodelty. Hojnosť planktónu (prevažuje drobná *Globigerina* ex gr. *praebulloides* Blow, ďalej je prítomná *Globigerinoides primordius* Blow et Banner, *Globigerina opima nana* Bolli), pestré spoločenstvo bentóznych foraminifer a chýbanie euryhalinných mäkkýšov poukazuje na podmienky otvoreného šelfového smora.

Nad sedimentmi prodelty ležia sedimenty čela delty a prstového kužeľa s hrubnutím zrna nahor. Striedajú sa polohy s morskými a s brakickými mäkkýšmi. Brakické mäkkýše reprezentuje *Polymesoda convexa* (Brongn.) a *P. convexa percostata* Hölzl (Ondrejíčková, 1961). Hyposalinné prostredie signalizujú aj málo diverzifikované spoločenstvá foraminifer s výraznou prevahou amónií (niekedy viac ako 90 % spoločenstva) a s vysokou hojnosťou (obr. 3). Foraminifery sprevádzajú hladkostenné



Obr. 1. Globálne kolísanie morskej hladiny na konci paleogénu a jeho prejav v juhoslovenských kotlinách.
Fig. 1. Global sea level changes in the end of the Paleogene and their manifestations in Southern Slovakian basins.

ostrakóda. V niektorých polohách sa životné prostredie pre foraminifery zhoršilo natoľko, že sa tam nevyskytujú. Najpravdepodobnejšie je to dôsledok zníženia salinity. Biofaciálny vývoj sedimentov čela delty, ale najmä prstového kužeľa delty svedčí o kolísaní salinity prostredia pravdepodobne v závislosti od množstva meteorickej vody dodávanej riekou budujúcou deltu.

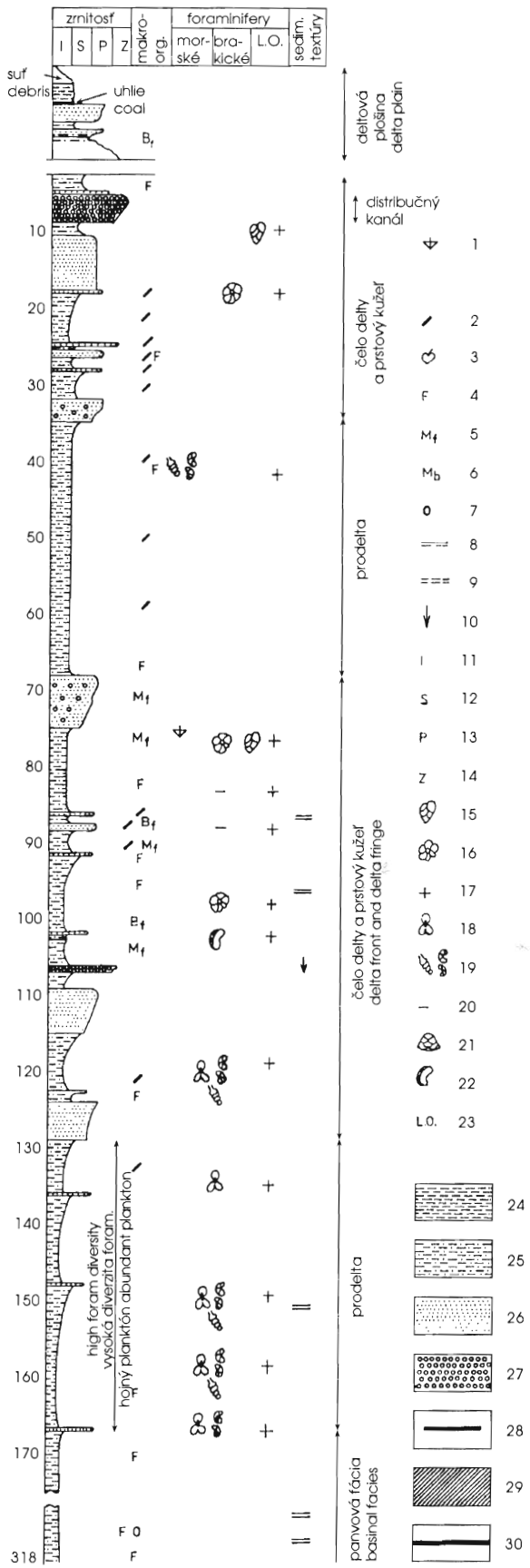
Vo vrchnej časti prstového kužeľa delty vo vápnitom silte/siltovci (vo vrte ČO-1 v hĺbke okolo 75 m) sa našlo spoločenstvo foraminifer s vysokým podielom bolivín (*Bolivina antiqua* Orb., *B. fastigia* Cushman, *B. molassica* Hoffman, *B. dilatata hyalima* Hoffman) a iných euryixibiotných druhov sprevádzaných cibicidesoidmi alebo amóniami (obr. 3). Litologický vývoj a spoločenstvo foraminifer naznačujú istú zmenu v procese tvorby delty. Mohlo by ísť o sedimenty lagúny chránenej od účinkov morského vzdúvania sa (non-tidal lagoon) a od prínosu hrubodetritického materiálu z pevniny. Podľa inej interpretácie tejto časti profilu išlo o prechodnú zmenu dynamiky v ústí rieky budujúcej deltu tak, že sa ústie zmenilo na estuárium. Na takýto typ prostredia poukazuje zmiešané spoločenstvo foraminifer pozostávajúcich z euryoxibiotných a hyposalinných foriem. Euryoxibiotné foraminifery poukazujú na relatívne hlbokovodnejšie prostredie so zníženým obsahom kyslíka. To vyžaduje zníženie dynamiky vodného prostredia až po stagnáciu vodných más. Hyposalinné foraminifery sa do spoločenstva dostali splavením z plytších častí lagúny či estuária. Mohlo by to svedčiť o stratifikácii vodného stĺpca: v hlbšej časti je vrstva so zníženým obsahom kyslíka, nad ňou vrstva so zníženou salinitou. Podobnú stratifikáciu spoločenstiev foraminifer z rhônskej delty opísal Bizon a Bizon (1984).

Zmiešané spoločenstvá foraminifer možno vysvetliť aj ako výsledok sezónnych klimatických zmien, recentne pozorovaných v monzúnových oblastiach (Antony a Kurian, 1975). V období dažďov bohaté prítoky rieky vysladzujú sedimentačný bazén, v období sucha salinita rastie na normálnu morskú. Bioturbácia rozrušuje striedanie biofácií a výsledné spoločenstvo je zmiešané.

Nad sedimentmi prstového kužeľa a čela delty ležia relatívne monotónne pelitické sedimenty s morskou makrofaunou s pestrým spoločenstvom foraminifer (vo vrte ČO-1 hĺbkový interval 34,5 - 68 m, obr. 2). Pravdepodobne ide o sedimenty prodelty. Opakovanie prodeltovej fácie v profile delty možno vysvetliť dočasným ústupom deltového kužeľa alebo jeho laterálnou migráciou.

Vo vyššej časti profilu opatovských vrstiev opäť vystupujú sedimenty čela delty a prstového kužeľa výrazným narastaním zrnitosti od bázy nahor. Spoločenstvá foraminifer sú hojné a prevládajú v nich bentózne formy. V niektorých polohách dominujú amóniá, čo naznačuje striedanie hyposalinného a normálne slaného prostredia. Spoločenstvo bolivín v závere tejto časti profilu indikuje prostredie so zníženým obsahom kyslíka, aké vzniká pri obmedzení cirkulácie vodných más.

Profil opatovských vrstiev vo vrte ČO-1 uzatvárajú sedimenty deltovej plošiny so štrkom reprezentujúcim výplň distribučného kanála. Nad úrovňou ústia vrtu v prirodzených odkryvoch vystupuje piesok a vápnitý íl - silt s *Polymesoda semistriata* (Desh.), ktorá indikuje vysladené brakické prostredie. Ešte vyššie vo vrstvovom slede v nadloží piesku a pod modrosivým ílom je 10 cm lavička lesklého hnedého uhlia. Z iných miest, napr. na V od Želoviec, na V od bývalých kúpeľov Šóšar (Slatinské kúpele), na JV od Neniniec, na J od Zámoriec pod kopcom Selešťan, sú opísané výskyty uhoľných slojkov mocných 10 až 30 cm, resp. polohy uhoľného ílu s prechodmi do zemitého uhlia (Seneš, 1952a, b). Je veľmi pravdepodobné, že uhlie vzni-



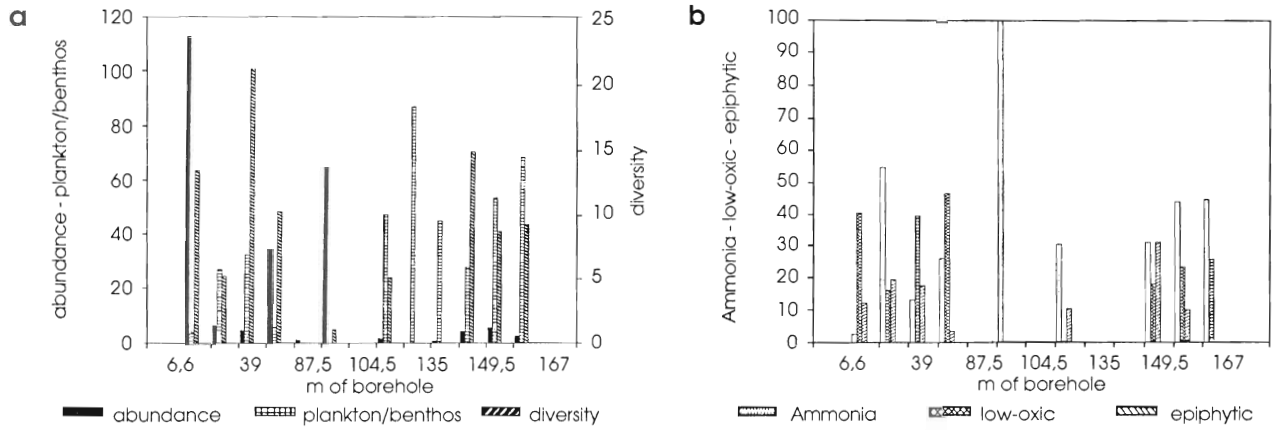
kalo v močiaroch na deltovej plošine, ktorú občas zaplavovala brakická voda.

Treba podotknúť, že v celom profile vrtu ČO-1 sú hojné úlomky zuhoľnateného dreva a rastlinná sečka, čo potvrdzuje priamy prínos terigénneho materiálu z pevniny do plytkomorského prostredia a podčiarkuje deltový pôvod sedimentov.

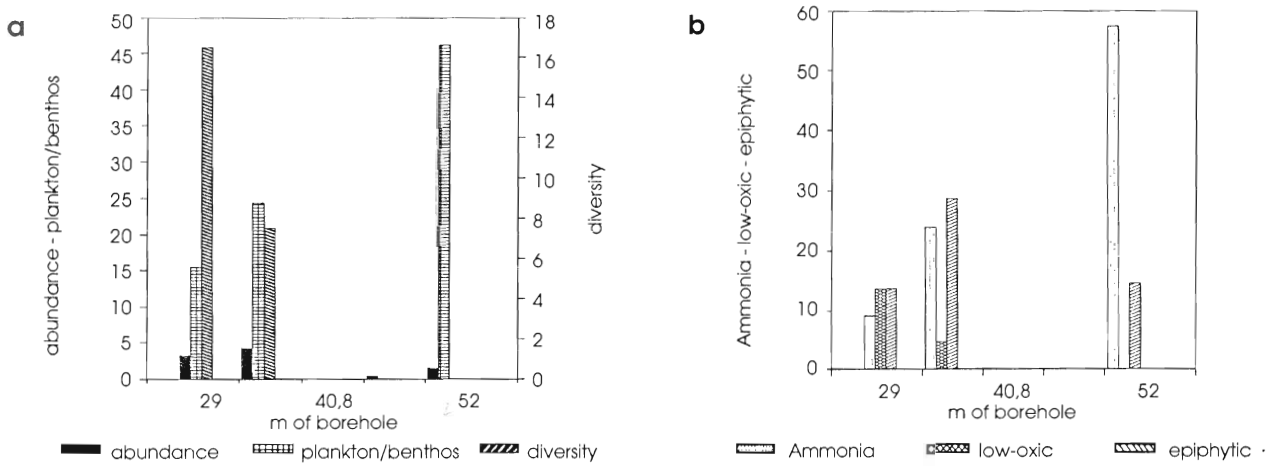
Plytký vrt VV-2 pri obci Lesenica a VV-12 pri Malej Čalomiji poskytli profily sedimentov, ktoré tiež možno interpretovať ako sedimenty delty. Nápadnou odlišnosťou od deltových sedimentov z vrtu ČO-1 je pestré sfarbenie pelitov vo vrchnej časti obidvoch profilov: sú svetlozelenosivé, žltohnedé, hnedoškvrnité a svetločervené. Pripomínajú kontinentálne sedimenty, ale odlišujú sa od nich vápnitosťou, prítomnosťou vápnitých konkrécií a morských, resp. brakických mäkkýšov a foraminifer. Pestré sfarbenie pelitov poukazuje na extrémne plytkovodné prostredie vzniku, v ktorom sa niekedy sedimenty vynárali. Vynorené sedimenty oxidovali a dvojmocné železo sa zmenilo na trojmocné. Sediment nadobudol žltohnedú, červenkavú farbu a tá kontrastuje so zeleným farebným odtieňom pelitov, ktoré zostali ponorené a na ne sa viažuce železo neoxidovalo a nezmenilo mocenstvo. Zdá sa, že prostredím vzniku týchto pestrofarebných sedimentov bola deltová plošina. Štrk, ktorý vo vrte VV-12 sprevádzajú pestré pelity, predstavuje najskôr výplň distribučných kanálov delty. Pestré pelity vznikli v lagúnach medzi distribučnými kanálmi. Brakická fauna v pelitoch svedčí o prepojení deltových lagún s otvoreným morom, ale s obmedzenou laterálnou cirkuláciou slanej morskej vody. V čase epizodických prenikov morskej vody lagúny osídľovali riasy a s nimi v symbióze žijúce epyftické foraminifery *Asterigerinata planorbis* (Orb.), *Discorbis div.* sp., *Cibicides lobatulus* (W. et V.), *Elphidium* ex gr. *macellum* (L.; obr. 5b). Počas týchto epizód boli lagúny mimo dosahu búrlivého vlnenia, masového prínosu detritu z pevniny a neovplyvňovalo ich výrazné vzdúvanie. Voda v lagúnach bola presvetlená, dobre aerovaná a mala normálnu salinitu.

◀ Obr. 2. Schematický profil opatovských vrstiev vo vrte ČO-1. 1 - zmiešané euryoxibiotné a hyposalinné spoločenstvá foraminifér, 2 - úlomky dreva rastlinná sečka, 3 - odtlačky listov, 4 - nešpecifikovaná fauna, 5 - morská fauna, 6 - brakická fauna, 7 - *Ostrea* sp., 8 - laminácia, 9 - nepravidelná laminácia, 10 - negatívne gradačné zvrstvenie, 11 - íl, 12 - silt, 13 - piesok, 14 - štrk, 15 - bolivíny, 16 - amónie, 17 - miesto odberu mikropal. vzorky, 18 - planktonické foraminifery, 19 - pestré spoločenstvá, 20 - žiadna mikrofauna, 21 - epyfytické druhy, 22 - ostrakody, 23 - znížený obsah kyslíka, 24 - íl/ílovec, 25 - vápnitý silt/siltovec, 26 - piesok/pieskovec, 27 - štrk/zlepenec, 28 - uhlie, 29 - pestré sfarbenie, 30 - tmavé sfarbenie.

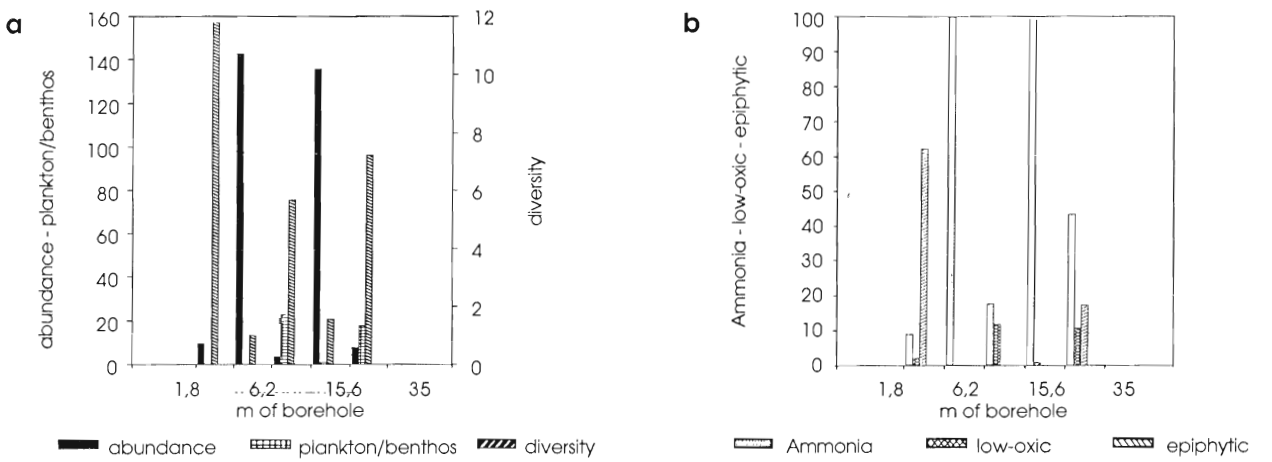
Fig. 2. Well ČO-1 and outcrops NE from the village of Opatová Nová Ves. 1 - mixed euryoxibiotic and hyposaline foram. asemblages, 2 - wood fragments, thrash, 3 - leaf prints, 4 - unspecified fauna, 5 - marine fauna, 6 - brackish fauna, 7 - *Ostrea* sp., 8 - lamination, 9 - irregular lamination, 10 - inverse grading, 11 - clay, 12 - silt, 13 - sand, 14 - gravel, 15 - Bolivina div. sp., 16 - Amonia div. sp., 17 - micropaleontological sample, 18 - planktonic forams, 19 - diversified assemblages, 20 - sample without microfauna, 21 - epiphytic taxa, 22 - Ostracodes, 23 - low oxygene, 24 - clay/claystone, 25 - calcareous silt/siltstone, 26 - sand/sandstone, 27 - gravel/conglomerate, 28 - coal, 29 - multicoloured clay, 30 - dark coloured clay.



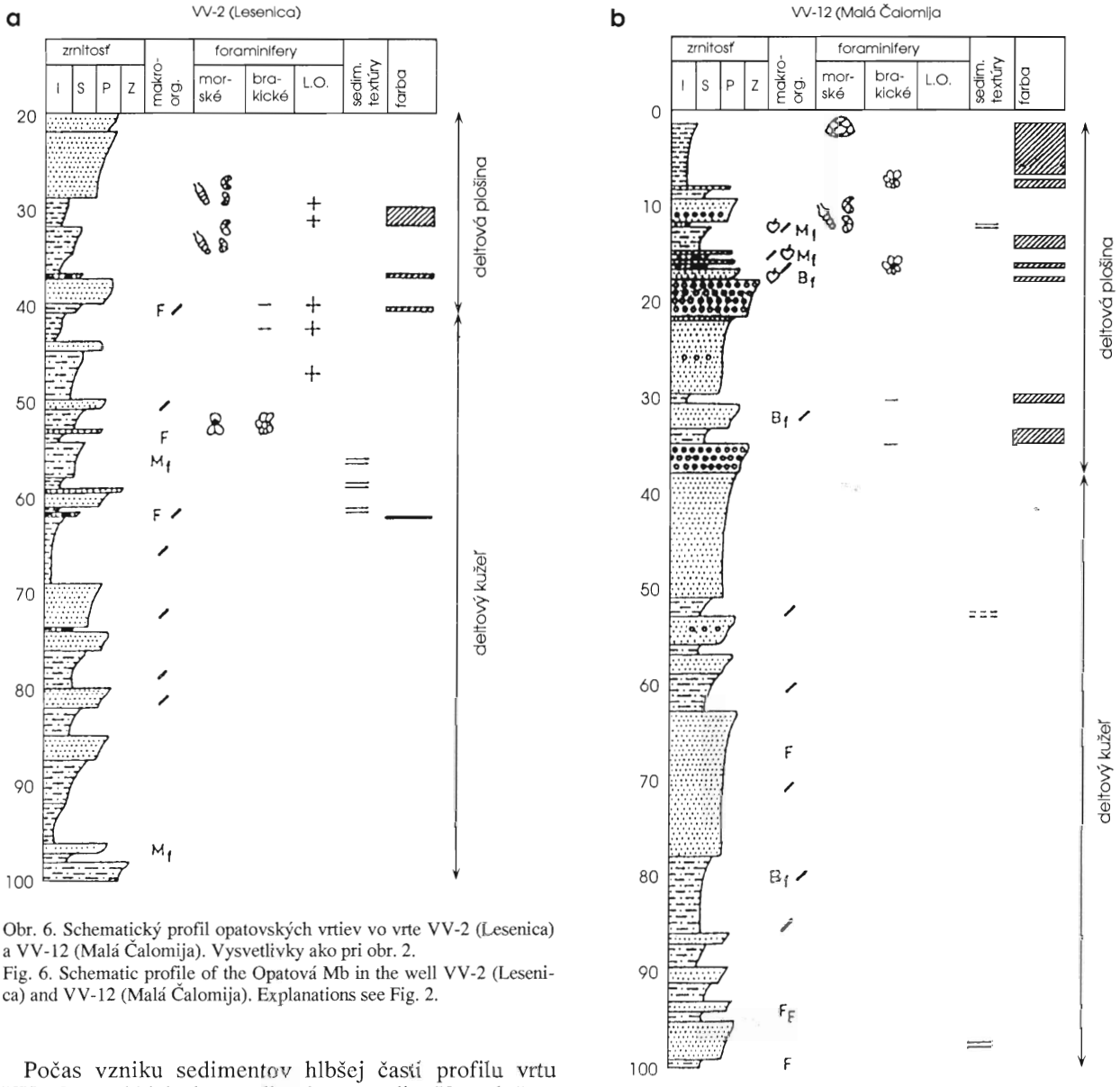
Obr. 3. a - Hojnosť planktón/bentóz - diverzita; b - Vzťahy medzi zastúpením hyposalinných, euryoxibiotnych a epifytických foraminifer. Opatovské vrstvy, vrt ČO-1.
Fig. 3. a - Abundance of the planktón/bentós - diversity; b - Relation among hyposalinic, euryoxibiotic and epifylitic foraminifers abundance. Opatová Mb in the well ČO-1.



Obr. 4. a - Hojnosť planktón/bentóz - diverzita; b - Vzťahy medzi zastúpením hyposalinných, euryoxibiotnych a epifytických foraminifer. Opatovské vrstvy vo vrte VV-2.
Fig. 4. a - Abundance of the plankton/benthos - diversity; b - Relation among hyposalinic, euryoxibiotic and epifylitic foraminifers abundance. Opatová Mb in the well VV-2.



Obr. 5. a - Hojnosť planktón/bentóz - diverzita; b - Vzťahy medzi zastúpením hyposalinných, euryoxibiotnych a epifylických foraminifer. Opatovské vrstvy vo vrte VV-12.
Fig. 5. a - Abundance of the plankton/benthos - diversity; b - Relation among hyposalinic, euryoxibiotic and epifylitic foraminifers abundance. Opatová Mb in the well VV-12.



Obr. 6. Schematický profil opatovských vrtiev vo vrte VV-2 (Lesenica) a VV-12 (Malá Čalomija). Vysvetlivky ako pri obr. 2.
Fig. 6. Schematic profile of the Opatová Mb in the well VV-2 (Lesenica) and VV-12 (Malá Čalomija). Explanations see Fig. 2.

Počas vzniku sedimentov hlbšej časti profilu vrtu VV-12 prevládalo hyposalinné prostredie. V spoločenstvách foraminifer dominujú amónie. Spoločenstvo mäkkýšov reprezentujú euryhalinné formy *Polymesoda convexa* (Brongn.), *Cardium* sp., *Ostrea* sp., *Cerithium lamarckii* (Dolf.), *C. margaritaceum* (Broch.), *C. plicatum* Brug., *Corbula* sp. (Ondrejičková a Vass in Vass et al., 1979).

Sedimenty hlbšej časti profilov vrtu VV-2 a VV-12, ktoré sú prevažne sivé, pravdepodobne predstavujú vlastný deltový kužeľ, v ktorom sa striedajú pelity a piesok s náznakmi zväčšovania zrna smerom nahor v deltovom prostredí, kde dominovali hyposalinné podmienky epizodicky komunikujúce s otvoreným šelfom s normálnou salinitou. Dokazuje to kvantitatívne chudobné, ale diverzifikované spoločenstvo foraminifer s výraznou dominanciou planktónu vo vrte VV-2 (obr. 4a, 6a).

V opatovských vrstvách sa vo vrte ČO-1 našlo niekoľko úrovní zuhoľnatených rastlivých zvyškov, prevažne listov. Po revízii predbežného určenia (Němejc, 1967) a ďalšou preparáciou kutikúl možno jednotlivé úrovne charakterizovať týmito taxónmi:

Hĺbka 42 - 54 m:

Daphnogene polymorpha (A. Br.) Ett. - hojné cinamomoidné listy premenlivého tvaru od úzkokopijovitých po širokovaľovné.

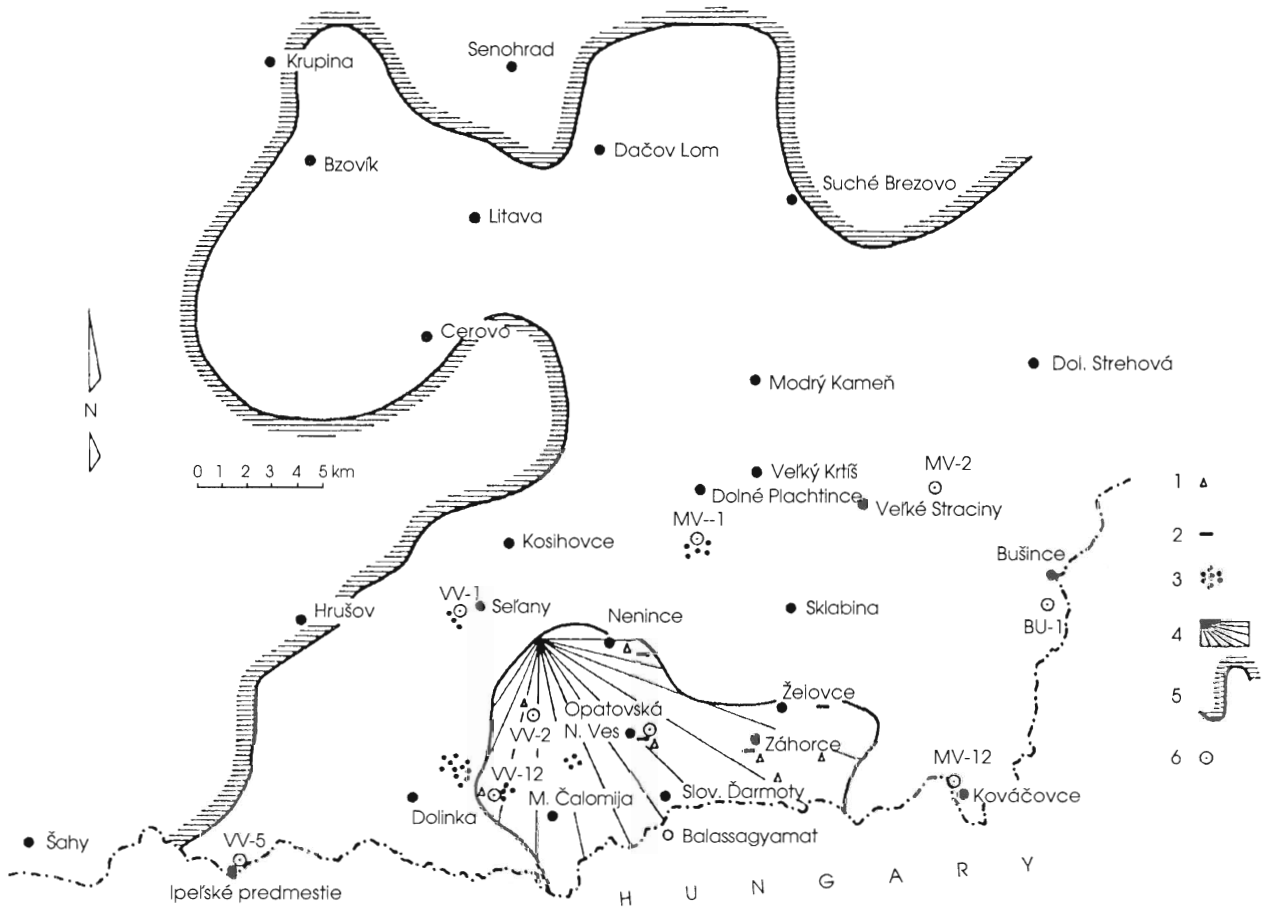
cf. Fagus sp. - neúplné, takmer celokrajové listy s priamymi sekundárnymi žilkami končiacimi slepo pri okraji, tzv. pseudokraspedodrómna žilnatina. Němejc (1967) ich pokladal za *Carpinus grandis* Ung.

Platanus neptuni (Ett.) Bůžek, Holý et Kvaček - zlomok listu s typickým tupozubatým okrajom, ktorý Němejc (1967) určil ako *Myrica* cf. *kreuzauensis* Weyl.

Hĺbka 85 - 90 m:

Daphnogene polymorpha (A. Br.) Ett. - hojné listy.

Laurocarpum sp. - drobný plod bez zvyšku kupuly.



Obr. 7. Rozšírenie opatovských vrstiev v Ipeľskej kotline. 1 - brakická makrofauna, 2 - uhoľné slojky, 3 - štrky a rozpadavé zlepence, 4 - opatovská delta (Opatovské vrstvy), 5 - rozšírenie egeru (lučenské súvrstvie) v Ipeľskej kotline, 6 - vrty.
Fig. 7. Lateral distribution of the Opatová Mb in the Ipeľská kotlina Basin. 1 - brackish macrofauna, 2 - coal seams, 3 - gravel and friable conglomerate, 4 - delta of Opatová (Opatová Mb.), 5 - margin of Egerian sediments (Lučenec Fm.) in the Ipeľská kotlina Basin, 6 - well.

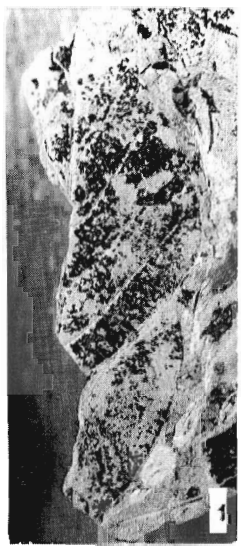
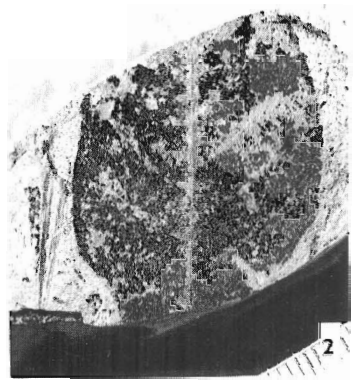
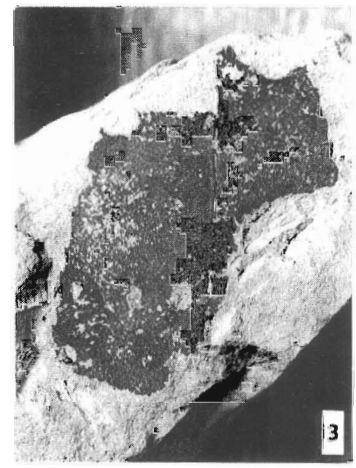
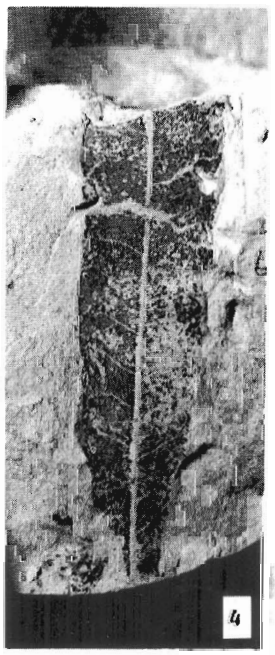
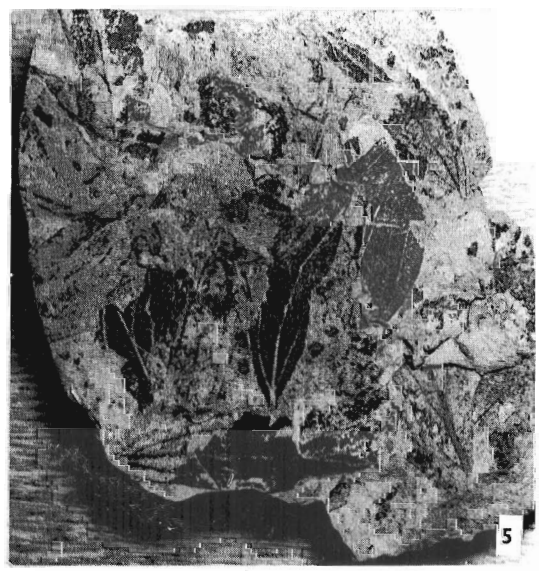
Myrica lignitum (Ung.) Sap. - pretiahnuté celokrajové až hrubozubaté listy, na kutikulách biseriálne žliazky so štítkom.
Trigonobalanopsis rhamnoides (Rossm.) Kvaček et Walther - celokrajové vajcovité listy s kamprodrómnou nervatúrou (typ „*Rhamnus*“ *dechenii* sensu Němejc (1967) s typickými trichomovými bázami na spodnej kutikule.
Leguminosites sp. - lístky vajcovitého tvaru, celokrajové, s krátkou listovou stopkou.
Hĺbka 111 - 112 m:
Trigonobalanopsis rhamnoides (Rossm.) Kvaček et Walther - dva listy, ktoré Němejc (1967) určil ako *Castanopsis* (*„Rhamnus“*) *dechenii* (Web.) Kräus. et Weyl.
Hĺbka 123 - 124 m:
Laurophyllum markvarticense Kvaček - pretiahnutý kožovitý list, na kutikule charakteristické tvary paracytných prieduchov. Němejc (1967) ho určil ako aff. *Quercus elaena* Ung.
Laurophyllum kvacekii Hably - fragment kožovitého listu, ktorého vrchná pokožka má rovnostenné bunky a prieduchy na spodnej strane majú silne zhrubnuté svieracie lišty siahajúce až k pólom prieduchov.

Ako celok má flóra teplomilný (subtropický) ráz s prevahou cinamomoidných typov. Podobné, ale pestrejšie spoločenstvo zistila Kovar (1982) z egera (zóny NP 25-NN). V najnižšej polohe opatovských vrstiev sa v staršom oligocéne našli druhy vavrínovitých (zóna NP 23) v okolí Budapešti (Hably, 1992), z nich *L. markvarticense* prežíva až do miocénu. Opadavé, tzv. arktoterciérne prvky sa zaznamenali len zlomkovite. Makroflóra je v istom rozpore s údajmi palinológie. Podľa Planderovej sú vo vrchnom egeri časté opadavé dreviny, ako je jelša (Alnipollenites) a ulm (Ulmipollenites), ktoré indikujú ochladenie (Planderová, 1990).

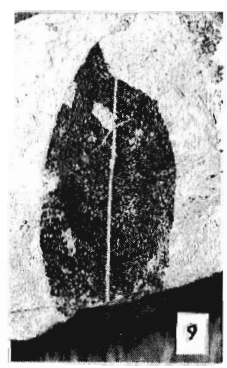
Poznámka k veku opatovských vrstiev

Prostredie vzniku opatovských vrstiev nemá ideálne podmienky na rozvoj stratigraficky významných mikroorganizmov. Na stratigrafické účely sa študovali foraminifery a vápnitý nanoplanktón.

Spoločenstvá vápnitého nanoplanktónu sú chudobné a výrazne prevláda Coccolithus pelagicus. Zo stratigrafic-






Pl. 1. 1 - *Trigonobalanopsis rhamnoides* (Rossm.) Kvaček et Walther, vrt ČO-1, hl. 111 - 112 m, x 1,5; 2 - *Trigonobalanopsis rhamnoides* (Rossm.) Kvaček et Walther, vrt ČO-1, hl. 111 - 112 m, x 1,5; 3 - *Platanus neptuni* (Ett.) Bůžek, Holý et Kvaček, vrt ČO-1, hl. 46 - 47 m, x 1,5; 4 - *Myrica lignitum* (Ung.) Sap., vrt ČO-1, hl. 85 - 86 m, 1:1; 5 - *Daphnogene polymorpha* (A. Br.) Ett., vrt ČO-1, hl. 88 - 89 m, 1:1; 6 - *Laurophyllum markvarticense* Kvaček, vrt ČO-1, hl. 123 - 124 m; 7 - *Daphnogene polymorpha* (A. Br.) Ett., vrt ČO-1, hl. 88 - 89 m, 1:1; 8 - *Daphnogene polymorpha* (A. Br.) Ett., vrt ČO-1, hl. 86 - 87 m, x 1,5; 9 - *Leguminosites* sp., vrt ČO-1, hl. 86 - 87 m, x 1,5; 10 - *Leguminosites* sp., vrt ČP-1, hl. 86 - 87 m, x 1,5.

ky významných taxónov obsahujú prevažne kišcelsko-egerské druhy zóny NP 24 až NP 25 (Cyclicargolithus abisectus, Reticulofenestra daviesi, Pontosphaera enormis, Discolithina latelliptica, Reticulofenestra bisecta), ktoré sem mohli byť redeponované z okolitých egerských šlírov lučenského súvrstvia. Šlíry tvoria aj väčšie závalky v opatovských vrstvách a prítomné sú aj eocénne redepozície (*Reticulofenestra umbilica, Discoaster saipanensis*). Spoločenstvá však zriedka obsahujú spodnomiocénny druh *Reticulofenestra excavata* Lehotayová a *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner. Z biostratigrafického hľadiska možno spoločenstvá z opatovských vrstiev porovnávať so spoločenstvami zo ždánicko-hustopečského súvrstvia (Molčíková a Straník, 1987), kde tvoria prechod medzi zónou NN 1 a NN 2, čiže prechod medzi egerom a egenburgom.

Podobné stratigrafické zaradenie vrstiev vyplýva aj zo zloženia spoločenstiev planktonických foraminifer, ktoré obsahujú *Globigerinoides primordius* Blow et Banner pri neprítomnosti iných globigerinoidov a *Globigerina opima nana* Bolli a podľa Cichu (1975) zodpovedajú zóne 3 *Globigerinoides quadrilobatus primordius*, čiže vrchnému egeru.

Spoločenstvo bolivín s *Bolivina dilatata hyalina* Hofmann a *Bolivina molassica* Hofmann svedčí viac v prospech egerského veku opatovských vrstiev.

Podľa uvedeného sa prikláňame k vrchnoegerskému veku opatovských vrstiev.

V západnej časti Ipeľskej kotliny v okolí obce Dolinka vystupujú na povrch hruboklastické sedimenty. Zlá odkrytosť neumožňuje ich presnejšiu sedimentologickú interpretáciu. Spod sutiny vystupujú iba štrkové lavice mocné 0,5 - 1 m. Obliaky sú strednozrnné až hrubozrnné, dobre opracované a pestrého petrografického zloženia (Marková in Vass et al., 1979). Obliakový materiál neprekonal dlhý transport, lebo významný podiel v ňom majú obliaky karbonátov, ktoré vypadávajú z klastického materiálu spravidla po relatívne krátkom transporte. Mikrofauna je len v jednej polohe v pieskovni a reprezentujú ju najmä amóniá s cibicidesoidmi, čo je typické pre plytké, dobre prekysličené, normálne slané morské prostredie.

Ekvivalentom hruboklastických sedimentov od Dolinky sú pravdepodobne piesčité vrstvy s polohami drobnozrnného štrku vo vrte VV-1 pri Seľanoch (Vass et al., 1976). Z nich Ondrejičková a Kantorová opísali faunu normálneho mora (in Vass et al., l. c.). Z profilu lučenského súvrstvia vo vrte VV-1 vychodí, že smerom nahor sa priemer zŕn zmenšuje. Hruboklastické vrstvy od Dolinky a z vrtu VV-1 nie sú deltovými sedimentmi v užšom slova zmysle. Mohli to byť sedimenty výnosových kužeľov rieky redeponované prúdmi v morskom prostredí. Rieka si v čase ich sedimentácie nebudovala deltu a nezanášala panvu, ale splavovala klastický materiál vrátane štrku, ktorý prepracovalo a usadilo transgredujúce more. Preto treba hrubozrnné klastiká od Dolinky a z vrtu VV-1 zaradiť do transgresívnej časti staršieho alebo mladšieho egerského globálneho sedimentačného cyklu, kým opatovské vrstvy reprezentujú regresívnu časť mladšieho egerského cyklu a prirodzene ležia nad transgresívnymi vrstvami.

Záver

Opatovské vrstvy uzatvárajú vrstvový sled lučenského súvrstvia v Ipeľskej kotline. Lučenské súvrstvie je egerského veku a počas egera (26,5 - 22,0 Ma) prebehli dva globálne cykly kolísania hladiny svetových morí a oceánov (TB 1,3; 1,4). Opatovské vrstvy sú regresívnou časťou mladšieho egerského cyklu (obr. 1). Sú to sedimenty delty, ktorá progradovala zo SZ do Ipeľskej kotliny (obr. 7).

Deltový pôvod opatovských vrstiev prezrádza litologický vývoj s výrazným narastaním zrna od pelitických monotónnych sedimentov prodelty cez striedanie piesčitých a ílovitých vrstiev na čele delty a v deltovom kuželi až po piesčité a ílovité vrstvy s polohami štrku a uhlia deltovej plošiny.

Sedimentmi deltovej plošiny sú aj pestrofarebné pelitické vrstvy vo vrchnej časti profilov vrtu VV-2 a VV-12.

Biofaciálny vývoj potvrdzuje deltový pôvod vrstiev a pomáha bližšie špecifikovať čiastkové prostredie delty (obr. 3, 4, 5).

Prostredie vzniku opatovských vrstiev nebolo priaznivé na rozvoj biostratigraficky významných taxónov. Vápnitý nanoplanktón je porovnateľný s prechodnými spoločenstvami medzi zónou NN 1 a NN 2. Spoločenstvo planktonických foraminifer zodpovedajúce zóne 3 s *Globigerinoides quadrilobatus primordius* (v zmysle Cichu, 1975) a spoločenstvo bentóznych foraminifer s *Bolivina dilatata hyalina* a *B. molassica* poukazujú na vrchnoegerský vek.

Revízia makroflóry potvrdzuje teplomilné (subtropické) druhy bez prítomnosti opadavých arktoterciérnych druhov.

Hrubodetritické sedimenty od Dolinky a v spodnej časti lučenského súvrstvia vo vrte VV-1 (obr. 7) nie sú súčasťou progradujúcej delty (t. j. opatovských vrstiev), ale vznikli usadením materiálu, ktorý prepracovali prúdy v transgredujúcom mori a do panvy ho priniesli rieky.

Literatúra

Antony, A. & Kurian, C. V. 1975: Seasonal occurence of Rotalia beccarii (Linné) (Foraminifera) in the Vembanad estuarv. *Bull. Dep. Marine Sci. Univ. Cochin., 7, 257 - 262.*

Bizon, G. & Bizon, J. J. 1984: Distribution des foraminiferes sur le plateau continental au large du Rhône. *Pétrol. Techn., 301, 84 - 94.*

Cicha, I., Čtyroká, J., Jiříček, J. & Zapletalová, I. 1975: Principal biozones of the Late Tertiary in the East Alps and West Carpathians. *In: Cicha, I. (Ed.): Biozonal division of the Upper Tertiary basins of the Eastern Alps and West Carpathians. Proc. of the VIth R. C. M. N. S. Congress. Bratislava, 19 - 33.*

Čechovič, V. 1959: Správa o geologickom výskume na listoch Zvolen a Rimavská Sobota. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava.*

Hably, L. 1992: New data to the macroflora of the Tard Clay Formation on the basis of cuticular analysis. *Cour. Forschungsinst. Senckenberg, 147, Frankfurt a. M., 369 - 381.*

Haq, B. U., Hardenbol, J. & Vail, P. R. 1987: Chronology and fluctuating sea levels since the Triasic. *Science (Washington), 235, 1156 - 1167.*

Konečný, V., Pristaš, J. & Vass, D. 1978: Geological map of the Ipeľ Basin and southern part of the Krupina plateau. *Manuskript - GÚDŠ Bratislava.*

Kovar, J. 1982: Eine Blätter-Flora des Egerien (Ober-Oligozän) aus marine Sedimenten der Zentralen Paratethys in Linzer Raum (Österreich). *Beitr. Paläont. Geol. Österr., 9, Wien, 1 - 209.*

Molčíková, V. & Straník, Z. 1987: Vápnitý nanoplankton zo ždánicko-

hustopečského souvrství a jeho vztah k nadloží. *Knih. Zem. Plyn Nafta (6b), Miscellanea micropaleont. II/2, Hodonín, 59 - 78.*
Němejc, F. 1967: Paleofloristická studie v neogénu Slovenska. *Sbor. Nár. Muz. (Praha), 23 (1), 1 - 32.*
Ondrejíčková, A. 1961: Faunistické asociácie mäkkýšov z akvitánskych usadenín južného Slovenska. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava.*
Planderová, E. 1990: Miocene microflora of Slovak Central Paratethys and its biostratigraphical significance. *GÚDŠ Bratislava, 1 - 144.*
Seneš, J. 1952a: Oligocén medzi Šahami a Lučencom. *Geol. Slov. Akad. Vied Umení, 103 - 133.*
Seneš, J. 1952b: Štúdium o akvitánskom stupni. *Geol. Práce, Spr., 31, 1 - 75.*
Vass, D. et al. 1976: Geologické výsledky vrtov MV-2, MV-1, VV-1, VV-5 (Ipeľská kotlina). *GÚDŠ Bratislava, 1 - 96.*
Vass, D., Konečný, V. & Šefara, J. et al. 1979: Geologická stavba Ipeľskej kotliny a Krupinskej planiny. *GÚDŠ Bratislava, 1 - 280.*
Vass, D. a kol. 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Ipeľskej kotliny a Krupinskej planiny 1:50 000. *GÚDŠ Bratislava, 1 - 126.*
Vass, D. & Elečko, M. et al. 1989: Geológia Rimavskej kotliny. *GÚDŠ Bratislava, 1 - 162.*
Vass, D. & Elečko, M. et al. 1992: Vysvetlivky ku geologickej mape Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny 1:50 000. *GÚDŠ Bratislava, 1 - 196.*
Vass, D. & Elečko, M. et al. (in lit.): Geológia Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny.

Opatová Member: deposits in the Ipeľská kotlina Basin (Southern Slovakia) Egerian in age

The Opatová Mb closes the sedimentary sequence of the Lučenec Fm in the Ipeľská kotlina Basin. The Lučenec Fm is Egerian in age. During Egerian time span (26,5 - 22,0 Ma) two cycles of global sea level changes took place (TB 1.3 and TB 1,4 conf. Haq et al., 1987). The Opatová Mb represents the regressive part of the later one (Fig. 1). The Opatová Mb is formed by deltaic sediments prograding from NW (Fig. 7).

The member´s thickness is, according to the well ČO-1, situated nearby the village of Opatovská Nová Ves, 165 m and together with the deltaic sediments outcroping over the well collar, its cumulative thickness is 180 - 200 m. In the well core of the Opatová Mb. from the bottom to the top there were distinguished prodelta, delta front, delta fringe and normal marine sediments, then because of the lateral or temporal migration of the delta there are again prodelta, delta front, delta fringe deposits. At the collar deposits of delta plain with distributary channels filled by gravel/conglomerate and swamp deposits with coal seams crop out (Fig. 2). The macroflora is indicative for subtropic climate. In shallow well VV-2 (Lesenica) and VV-12 (Malá Čalomija) (Fig. 4) among the delta plain deposits there are the multicoured pelites. The delta origin of the Opatová Mb is documented by grading the sequence upward from pelitic prodelta deposits, the intercalated sand and clay deposits of delta front and delta fringe to sand and clay beds with gravel and coal seams of delta plain. Biofacies confirm delta origin of the Opatová Mb and help to specify some subenvironments of the delta (Fig. 3, 5, 6).

The biostratigraphically important taxa are almost missing in the Opatová Mb. The calcareous nannoplankton can be compared with the intermediate assemblages between NN1 and NN2 zones. Assemblage of planktonic forams corresponds to zone 3 with *Globigerinoides quadrilobatus primordius* according to Cicha (1975) and the assemblage of bentic forams with *Bolivina dilatata* and *B. molassica* indicates the upper Egerian age of Opatová Mb.

In contrast the coarse clastics outcroping at the nearby village of Dolinka and having been penetrated by a borehole in lower part of Lučenec Fm (Fig. 7) do not belong to a prograding delta (i. e. Opatová Mb). They are results of the sedimentation of the clastics supplied by the rivers into basin and resedimented by current in transgreding sea.

Mineralia slovaca, 25 (1993), 437 - 450

Relations between minerals of the Fe-Zn-As-S and Fe-Ti-Mn-O element association in conditions of regional metamorphism, Rožňava-Turecká Ore Field, Spiš - Gemer Ore Mts., Eastern Slovakia

BORIS BARTALSKÝ[1] and MARTIN RADVANEC[2]

[1] Geocomplex, a. s., Sládkovičova 5, 052 01 Spišská Nová Ves
[2] Geologický prieskum, š. p., Markušovská cesta 1, 052 01 Spišská Nová Ves

(Received Juny 24, 1993)

Abstract

Relic of the original association PyI + SphI+ CcpI + CalI + Mn-IlmI + MagI has been preserved in the disseminated stratiform mineralization in the Rožňava-Turecká Ore Field. Minerals of this association have no admixture of trace elements and served, under the influence of fluid metamorphic phase, as the source of elements responsible for origin of the younger mineral assemblage in disseminations. This assemblage crystallised, having non-equilibrium conditions, on the older relics and this process began by crystallisation of Mn-siderite. Later crystallised oxides (Mag + Hem + IlmII + Ti-Hem + Fe-Rtl + Rtl) and in the final stage sulphides (PyII + Po + SphII + Gers + CcpII + Sb-Pb-Bi sulphosalts and others). Fluids generated by metamorphism were the source of mineralization in the ore veins in the whole siderite ore field. In the veins there was the same succession of crystallisation of the same mineral association as we have found in the dissaminated type.

PT-conditions of the younger metamorphogenic minerals generation we have estimated using sulphide phase diagrams, geothermometers (Py-Po, Apy) and geobarometer (Sph) after the mutual proof of the reached resuls. Crystallisation temperature of this association is T = 400 °C and pressure P ~ 3 Kb characterize the conditions of the split of fluid phase in the prograde branch of the biotite zone of the regional metamorphism of Gemericum. Further conditions of this process were the sulphur activity log a_{S2} = -8 till -2, increased activity of FeS ~ 0,35 and oxygen fugacity log f_{O2} ~ -20.

The content of CO_2 was the main constituent in the segregated fluid phase. Thermodynamic conditions of the fluid phase segregation in the Bt-zone were modelled on the basis of the main association of elements found out in the minerals (Fe, Mn, Mg, Ca, Ti, O, H, C). We have ascertained that optimum temperature and pressure conditions of the reactions (1), (2) and (3) are in the intervals 350 - 420 °C and 1.2 - 3.8 Kb. The change of $X(CO_2)$ during the solid phases crystallisation in these reactions depending on pressure change is optimum in the range 350 - 400 °C. Calculated pressure is 2.5 - 3.5 Kb. The optimum pressure for crystallization of Rtl + Sdr is 1 - 2 Kb.

Introduction

In Early Paleozoic rocks of the Gemeric Unit the stratiform sulfide disseminated mineralization had been reworked by fluids generated in regional metamorphic processes of the chlorite and biotite zone.

The paper introduces investigation results treating influence of regional metamorphism in biotite zone (500 °C) onto minerals in element association composed of Fe-Zn-As-S and Fe-Ti-Mn-O (magnetite, ilmenite, rutile) continuing the former study. As former in the chlorite zone (Radvanec and Bartalský, 1987), we investigated metamorphic influences and crystallisation sequences of minerals in stratiform mineralization upon the lowermost mining levels of the Rožňava-Turecká Ore Field. This mining levels getting below siderite veins and their „root" zones (Fig. 1).

Bachground geology

The Rožňava-Turecká Ore Field occurs in south-western Spiš - Gemer Ore Mts. It is know by siderite veins (Sadlovský, Bernardi, 7th vein, Kliment) of lentikular shape attaining extreme thickness to some tens of metres in their upper parts. Their depthward extent is about 800 m. The ore deposit is exhausted at present. Besides significantly prevailing siderite, also small amounts of common sulphides, namely pyrite and chalcopyrite, further quartz, less magnetite (mushketovite), rutile and tourmaline were in the ores. In some veins albite was frequent.

Crystallisation in veins started, according to Varček (1973) and Koděra (1990) in the ore field and the whole Gemeric Unit, by an independent siderite stage followed by quartz - sulphide one. Products of antimonite stage, present but in traces within the Rožňava - Turecká Ore Field, completed the process. We found no proof for independent mineralization stages, divided into periods and subperiods separated by time span, during the underground mapping neither by microscopic study. The results point to crystallisation of minerals under changing conditions in the hydrothermal solution (fluid) during a single continuous metallogenetic process.

A review of mineralogical data of the area is in Topographic mineralogy of Slovakia by Koděra (1990). Accor-

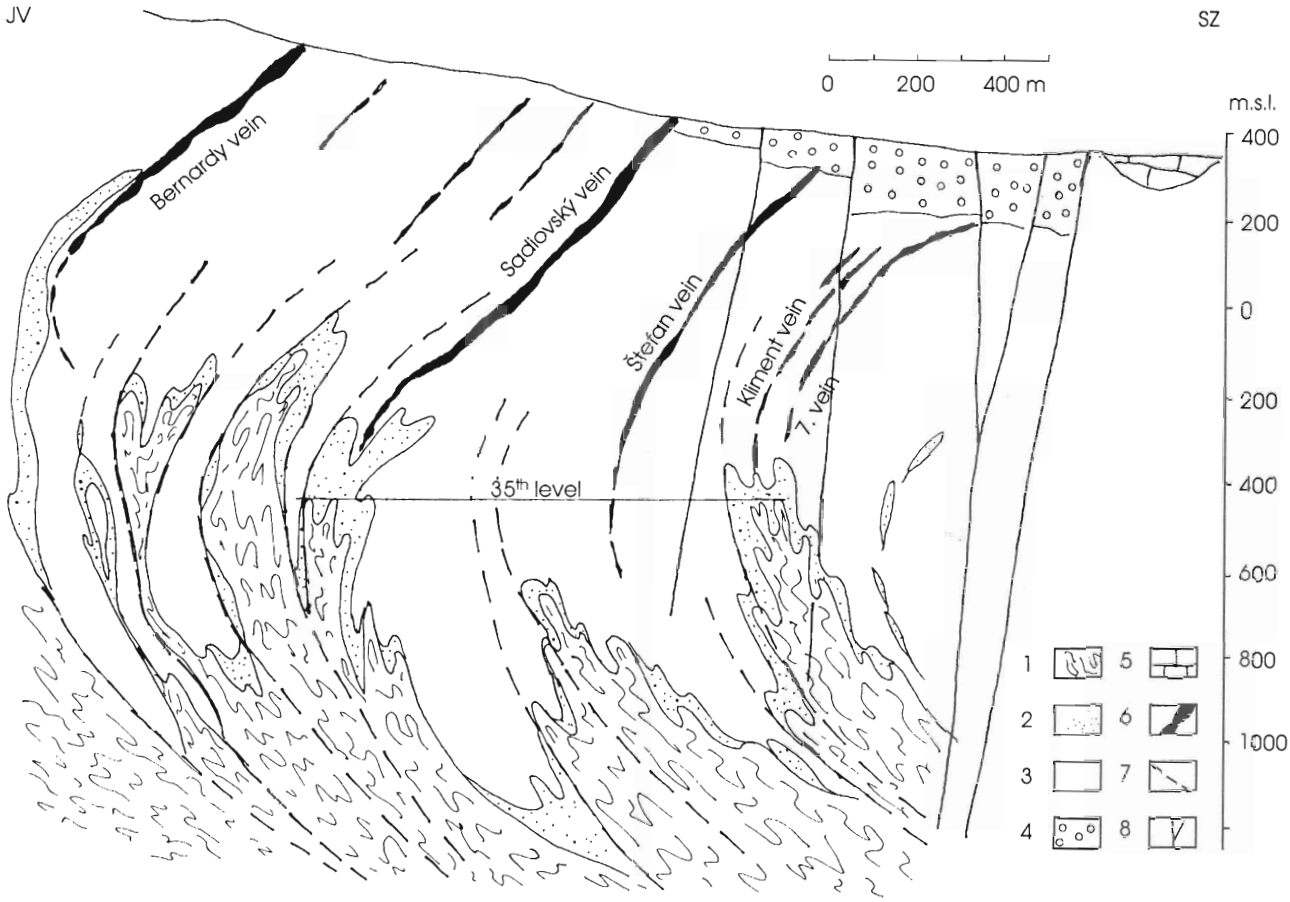


Fig. 1. Geological profile of the Rožňava-Turecká Ore Field with schematic presentation of 35th mining level (Grecula, 1987). 1 - black metapelite, 2 - variegated volcanic complex with stratiform sulphide ore, 3 - ophtalmitic metapelite and its protomylonite (1 - 3 - Early Paleozoic), 4 - conglomerate and sandstone, Carboniferous, 5 - carbonate, Triassic, 6 - ore vein, 7 - Variscan thrust, 8 - fault.

dingly, the mineral assemblage not identified by us in the study, is (in alphabetic order): antimonite, apatite, barite, boulangerite, bournonite, calcite, chloantite, cobaltite, jamesonite, muscovite, millerite, nacrite, native gold, pentlandite, rézbányite (?), siegenite, skutterudite, stilpnomelane, tourmaline, zircon and zoisite. These minerals are scarce to rare in the veins.

Ore veins mostly occur in the formation of greenish phylite layers (Smolník Formation) (Grecula, 1982) in which green ophtalmitic metapelite contains mineral assemblage of biotite + chlorite + phengite + plagioclase + + calcite + quartz and its protomylonite (Grecula, Kucharič et al., 1989). In the past, this metamorphite was assumed to represent porphyroids. Upper parts of veins southwesterly pass into Carboniferous conglomerate and sandstone. Veins are starting in depth over the boundary with black metapelites (the Betliar Formation). A transitional lithofacies of grey metapelite indicates the presence of formation on the lowermost mining level. Geophysical data (Grecula, Kucharič et al., 1989) indicate the formation of black phylites emerging to surface in the north of the area. The lower variegated volcanic complex occurs at the base of the formation of greenish phylites as basal and keratophyre metapyroclastics with silicite layers and green metapelite. This horizon (Smolník type) carries a disseminated stratiform mineralization with magnetite + ilmenite + + pyrite + pyrrhotite. Moreover, we found also chalcopyrite, arsenopyrite, sphalerite and other sulphides (Tab. 1).

Genesis of this syngenetic mineralization is connected with the rift events paleozoic sedimentary basin. It is the next type of mineralization presented in the Rožňava-Turecká Ore Field but economically not important.

The regional metamorphic grade of the Early Paleozoic sequences is generally low (greenschist facies) in the area of the Gemeric unit (e. g. Faryad, 1991). Field observations by Grecula (in Grecula, Kucharič et al., 1989) this presumption doubted and our study on the 35th mining level prove metamorphic alterations in the biotite zone of regional metamorphism.

Working and analytical methods

Geological mapping of key mining horizons (21, 23, 29, 35th) and sampling for microscopic investigations col-

lected the majority of material from deepest mining level (35). This material supplied data on relations between single minerals and changes in their chemistry during metamorphism. Results are compared with data from veins.

Polished and thin sections were prepared at Geological and ecological laboratories of Geologický prieskum Spišská Nová Ves, chemical quantitative analyses at GPI Sofia (JEOL microprobe, analyst Rekalov) and at the Kyoto University, Japan.

Mineralogy of disseminated mineralizations

Mostly disseminated structures occur in stratiform sulphide ores. Minerals occur as impregnation in basal and keratophyre metapyroclastics as well as in green metapelite. More rare occurrences are in silicified keratophyre metapyroclastics as small layers and bands. The metamorphic reworking of this mineralization type is very strong hence it is very hard to decide by naked eye whether observed textures are original ones or newly formed metamorphic structures.

Pyrite is the most common sulphide in disseminated mineralizations. We found pyrite in all mining levels but mostly in the deepest one (35th level), where lithological proofs point to the presence of lower variegated volcanic complex. Pyrite I occurs in idiomorphic, frequently fissured and irregularly corroded crystals (Figs. 2a, b). Frequently, several microns thick rims of siderite occur along the grains of similar composition as siderite filling the fissures. Only rarely, pyrite I creates chambers or layers. It does not contain other element admixtures but excess sulphur in stoichiometry (Tab. 3). Pyrite II is characteristic by its ladder structure present as idiomorphic grains or chambers, also rimming the corroded pyrite I grains. It frequently contains up to some microns large unmixings of siderite and ankerite in the shape of drops. Its stoichiometry is near to theoretical one containing characteristic rare elements admixture (Tab. 3).

Pyrrhotite occurs in disseminated ore as the second abundant after pyrite. Pyrrhotite has largest spatial extent on the deepest mining level (35) where its amounts are comparable to that of pyrite. To the contrary, pyrite strongly prevails in upper levels. Pyrrhotite creates most frequently assemblages and intimate intergrowths with ladder pyrite II. It occurs also in rims around corroded pyrite I (Fig. 2a). In keratophyre metapyroclastics and green metapelite, it crystallised frequently together with Mn ilmenite II, Mn siderite (Fig. 2g) or Fe rutile. Pyrrhotite has higher sulphur and lower iron content in this association as pyrrhotite in ore veins or those from assemblages with pyrite II.

Further sulphides are identified only rarely from disseminations. This is arsenopyrite occurring in thin layers or in metamorphic mobilisate together with pyrite, rarely with pyrrhotite as idiomorphic to hypidiomorphic crystals. In similar forms and associations, also seldom grains of chalcopyrite I and II or sphalerite I and II are present. A further scarce mineral is giessenite (we determined this complex sulphosalt only by comparison with analysis by Čvilová, 1988, Tab. 2). This hypidiomorphic mineral of some micron size creates intergrowths with ladder pyrite II.

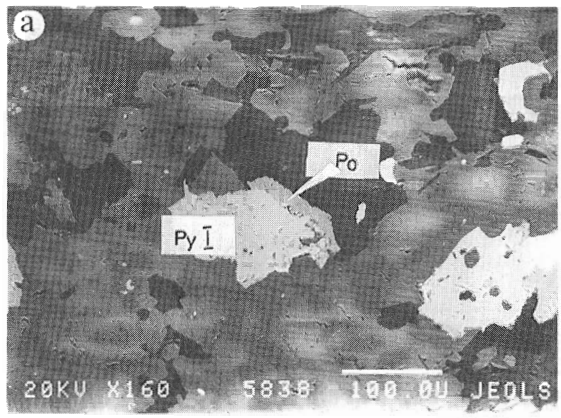
TAB. 1
Succession of minerals identified by chemical analyses in the Rožňava-Turecká Ore Field

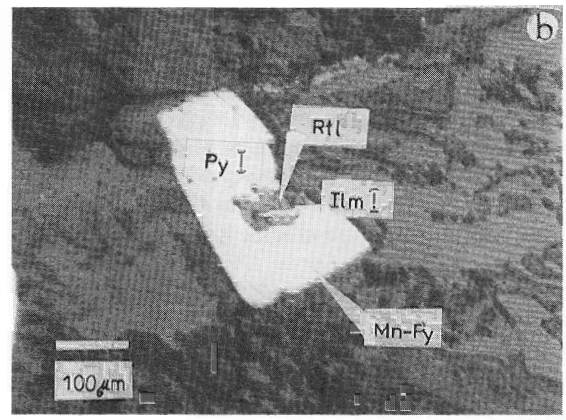
Succession of mineral crystallisation in disseminated ore type					
Mineral	Abbreviation	Keratophyre pyroclastics	Metapelithe	Basic pyroclastics	Vein minerals
Pyrite I	Py I	--------	--------	--------	
Sphalerite I	Sph I		--------		
Chalkopyrite I	Ccp I	--------	--------		
Galenite I	Gn I	--------			
Mn-ilmenite I	Ilm I		--------	--------	
Monazite (Ce,La)	Mnz		--------	--------	1
Xenotine (Dy)	Xn		--------	--------	
Magnetite	Mag I			--------	
Apatite	Ap		--------	--------	
Turmaline	Tur		--------	--------	
Zircon	Zrn		--------	--------	
Allanite	All		--------	--------	
Mn-siderite	Sid	--------	--------	--------	--------
Mushketovite	Mus II				--------
Hematite	Hem			--------	--------
Ti-hematite	Hem	--------	--------	--------	--------
Mn-ilmenite II	Ilm II		--------	--------	--------2
Fe-rutile	Rtl	--------	--------	--------	--------
Rutile	Rtl		--------	--------	--------
Xenotine	Xn	--------	--------	--------	--------
Native gold	Ag				--------
Pyrite II	Py II	--------	--------	--------	--------
Pyrrhotite	Po	--------	--------	--------	--------
Sphalerite	Sph II	--------	--------		--------
Gersdorffite	Ger		--------		--------
Chalcopyrite II	Ccp II	--------	--------		--------
Arsenopyrite	Apy	--------	--------		--------
Sb-Pb-Bi sulphosalt	Slf	--------	--------		--------3
Sternbergite	Ster				--------
Ullmanite	Ulm				--------
Tetrahedrite	Tet	--------			--------
Galenite II	Gn II	--------		--------	
Tennantite	Tnt				
Cinnabar	Rm				--------
Quartz	Qtz	--------	--------	--------	--------

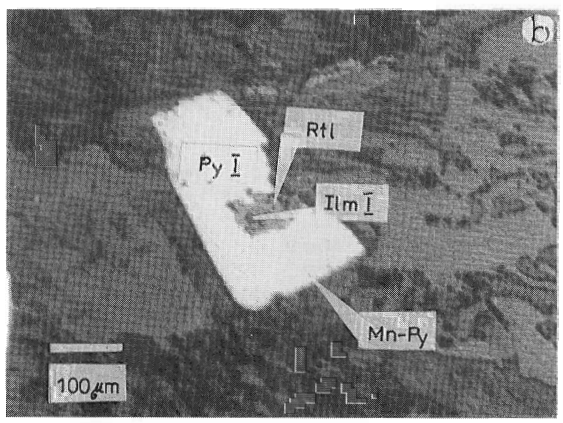
1- Mineral assemblage of the original stratiform mineralisation connected with lower ore-bearing horizon (typ Smolník deposit), 2 - metamorphic mineral assemblage crystallising over the first mineral assemblage and earlier than the third assemblage of sulphides, 3- metamorphic mineral assemblage crystallising over the original mineralisation and after the second sulphide assemblage; the second and third mineral assemblages crystallised from a common fluid under changing conditions in the Variscan metallogenetic process.

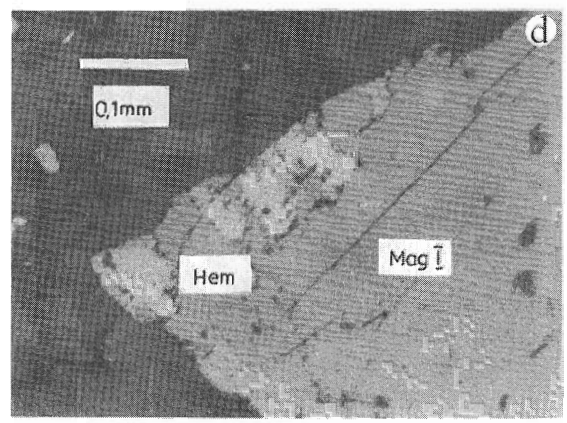
A thin rim of gersdorffite (Fig. 2h) was found on siderite rimming sulphide grains of the first generation. A sample from main drift between Rožňava-Turecká and Rožňava-Mária ore fields contained tetrahedrite with zinc and gold admixture as well as ullmanite and bismuthite (Tab. 2). These minerals create the younger sulphide generation in disseminations and are rare (Bartalský, 1991).

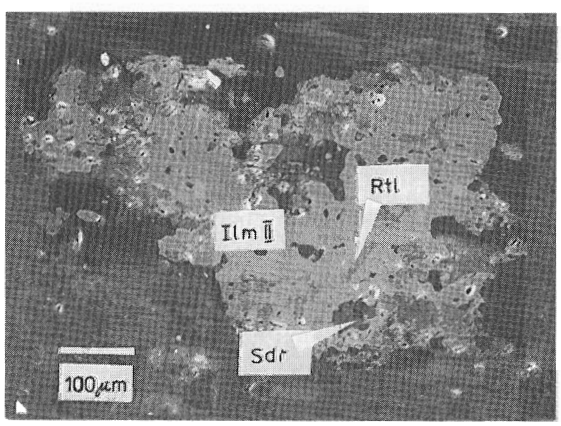
Frequent disseminated magnetite occurs in basal metapyroclastics. Magnetite is together with ilmenite I, from

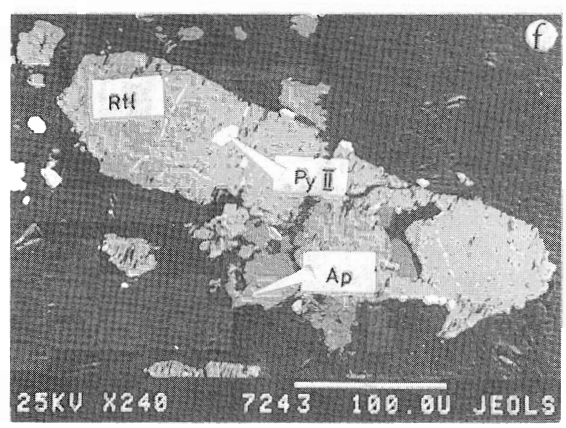

a
Po
Py I
20KV X160 5838 100.0U JEOLS

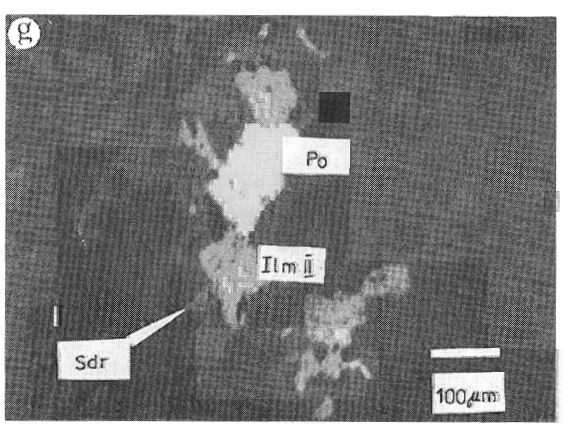

b
Rtl
Py I
Ilm I
Mn-Py
100 µm

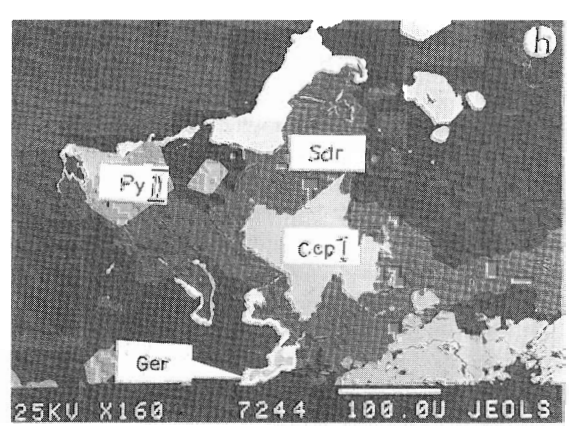

b
Rtl
Py I
Ilm I
Mn-Py
100 µm


d
0,1mm
Hem
Mag I


Rtl
Ilm II
Sdr
100 µm


f
Rtl
Py II
Ap
25KV X240 7243 100.0U JEOLS


g
Po
Ilm II
Sdr
100 µm


h
Sdr
Py II
Cep I
Ger
25KV X160 7244 100.0U JEOLS

a genetic point of view, member of the stratiform mineralization of Smolník type. We found in microscopic investigations that idiomorphic magnetite grains, up to 1 - 2 mm large, are hematitized along the margins whereas Mn siderite frequently crystallised into fissures in them (Figs. 2c, d). Hematite in rims represents the younger generation of iron and titanium oxides (Mn ilmenite II, Ti hematite, Fe rutile, rutile). These mostly create disseminations in rocks reaching size up to 0.3 mm. Their habits are hypidiomorphic with a tendency to follow the internal fabric of rocks. Except of scarce rutile in basalt metapyroclastics, oxides occur in all investigated rocks. Idiomorphic rutile occurs in green metapelite crystallising together with pyrite II. Also apatite relics occur in the rock (Fig. 2f). Mn ilmenite II together with pyrrhotite (Fig. 2g) crystallised frequently in keratophyre metapyroclastics.

Seldom accessory minerals, as allanite, apatite, monazite, xenotim, tourmaline and zircon, create constituents of disseminations. These have idiomorphic to hypidiomorphic habits and up to 0.7 mm size. They occur disseminated in the rocks or in assemblages with sulphides and oxides. In a single case, monazite occurred enclosed in pyrite I. These minerals represent, from genetic point of view, the older generation of stratiform mineralization. Nevertheless, their part was clearly remobilized during the metamorphic process.

Mutual relations in disseminations allowed to complete three groups of chronological crystallisation sequences of minerals. Chemical analyses verify all three sequences (Tab. 1). Minerals (relics) creating the first group crystallised at the time when the lower ore-bearing horizon carrying stratiform ores of Smolník type in Early Paleozoic of the Gemeric Unit developed. Gradually, mineral assemblages of the 2nd and 3rd association crystallised over the older minerals. First siderite precipitated followed by oxides and sulphides completed the sequence. In a similar order, also minerals in the veins crystallised (Tab. 2, 6).

Relations in mineral chemistry

Fe - S assemblages

This assemblage occurs as two generations of pyrite and pyrrhotite in disseminations. The oldest pyrite I is relic of stratiform mineralization. It occurs close to higher sulphur and lower iron contents within the diagram of the Fe-S system (Fig. 3). Pyrite I has corroded outer rims proving alterations due to younger processes; this rim has higher manganese content (0.98 weight %). This alteration occurred under control of exchanging reactions between fluid phase with HCO_3^- content and solid phases pyrite I + Mn ilmenite I with generation of a complementary assemblage of Fe rutile + rutile + siderite following the reaction 1 (Fig. 2b, Tab. 2, 6).

$$Fe_{0.97}S_{2.03} + Fe_{0.72}Mn_{0.1}Ti_{1.18} + 0.32\ Fe(HCO_3)_2 + 0.01\ Co(HCO_3)_2 + 0.6\ CO_2 \rightarrow \quad (1)$$

pyrite I — Mn ilmenite I — fluid phase

$$Fe_{1.01}Mn_{0.02}Co_{0.01}S_{1.96} + Fe_{0.06}Mn_{0.02}Ti_{0.93}O_2 + Fe_{0.94}Mn_{0.06}CO_3 + 0.25\ TiO_2 + 0.07\ H_2S + 0.26\ H_2CO_3$$

pyrite II — rutile — siderite — rutile — fluid phase

Younger pyrite II crystallising together with pyrrhotite or in association with further minerals, occurs on the side of lower sulphur and higher iron content within the Fe-S diagram. Chemical composition of pyrite in veins is the same as that of pyrite I and II (Fig. 3). Both pyrite generations in disseminations of green metapelite contain, if compared with pyrite in basalt metapyroclastics, more sulphur and less iron (Fig. 3, Tab. 3).

We divided pyrrhotite in disseminations into two groups according to association in which it crystallised. In the Fe-S diagram, both groups display different character. Small dispersion of Fe and S values appears for the group of data between $Fe_{11}S_{12}$ and Fe_7S_8 of pyrrhotite that crystallised together with pyrite II. The second group, in which pyrrhotite crystallised together with Mn ilmenite II to Fe rutile, contains more sulphur and less iron. We did not found relations between chemical composition of pyrite and rock type in which it occurs (Fig. 4).

Using experimental results by Barton, Skinner (1967), we can estimate the lower temperature limit and sulphur fugacity ($\log a_{s2}$). The estimated temperature equals to, or exceeds, 400 °C; ($\log a_{s2}$) = -8 to -2 and a_{FeS} = ~0.1 to 0.7 (Fig. 7). Similar are results for this doublet using equations by Toulmin, Barton (1976), Barker, Parks (1986), Rau (1976) as well as from the T - N_{FeS} diagram. Under such conditions, pyrite II and pyrrhotite crystallised together with Mn ilmenite II and Fe rutile (reaction 1).

Arnold (1962) proposed to use the mineral association

◀ Fig. 2. Micrographs of minerals from disseminations in the Rožňava-Turecká Ore Field. a - metamorphic pyrrhotite rimming older pyrite I in green metapelite (SA/13, in backscattered electron images-BSE), b - pyrite I attacked by metamorphic Mn-bearing fluid phase with crystallisation of Mn pyrite on rims (S = 52.09 wt. %, Fe = 46.93 wt. %, Mn = 0.98 wt. %). Relic of older Mn ilmenite I in younger rutile. Sample from basalt metapyroclastics (SA/55b, analytical data in Tab. 2), c - veinlet of younger Mn siderite in fissure of magnetite I (SA/55b), d - hematitized rims of magnetite I in basalt metapyroclastics (SA/42), e - metamorphic Mn ilmenite II with crystallisation unmixings of rutile. Mn siderite crystallised in the centre and along the rims of allotriomorphic grain. Sample from basalt metapyroclastics (SA/42), f - coexisting pyrite II crystallised in idiomorphic grain of metamorphic rutile. Hypidiomorphic grains of older apatite occur in rutile. Sample from green metapelite (PS/4, in backscattered electron image-BSE), g - metamorphic association of ilmenite (FeO = 47.51 wt. %, Fe_2O_3 = 0. wt. %, TiO_2 = 53.24 wt. %, MnO = 0.19 wt. %), pyrrhotite and Mn siderite in green metapelite (SA/36), h - chalcopyrite I rimmed by younger Mn siderite over which a rim of younger gersdorffite precipitated (PS/4, in backscattered electron images-BSE).

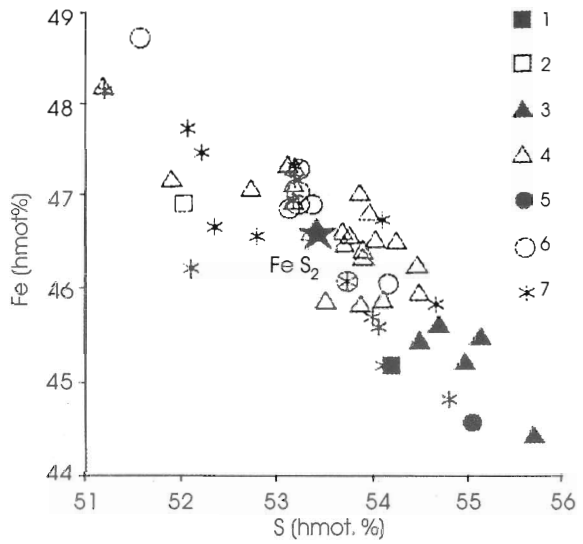


Fig. 3. Fe-S relations in pyrite of the Rožňava-Turecká Ore Field. Pyrite I from original disseminated mineralization of the lower ore-bearing horizon of Smolník type containing excess sulphur. Fe and S contents in metamorphic pyrite II are near to stoichiometric formula of pyrite. Also vein pyrite indicates metamorphic origin. 1 - pyrite I in basic pyroclastics, 2 - pyrite II in basic pyroclastics, 3 - pyrite I in keratophyre pyroclastics, 4 - pyrite II in keratophyre pyroclastics, 5 - pyrite I in green phyllite, 6 - pyrite II in green phyllite, 7 - pyrite in veins.

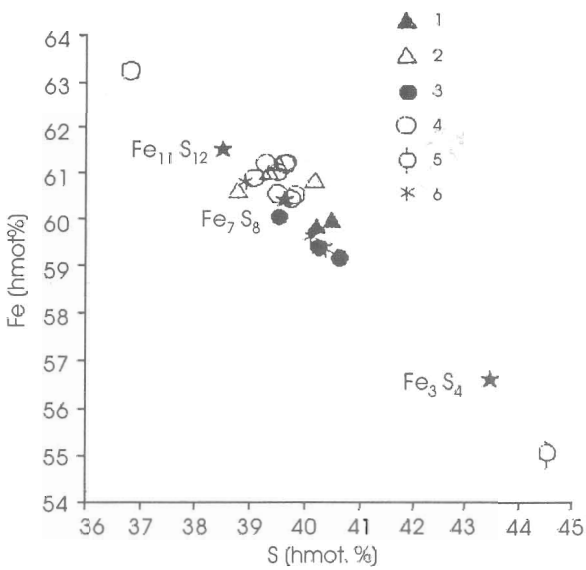


Fig. 4. Fe-S relations in pyrrhotite of the Rožňava-Turecká Ore Field. Analysis with low sulphur content indicates pyrrhotite crystallisation from pyrite I, whereas the analysis with high sulphur content points to local oxidation during Fe-S system crystallisation in non-equilibrium conditions. 1 - pyrrhotite associating with ilmenite in keratophyre pyroclastics, 2 - pyrrhotite associating with pyrite in keratophyre pyroclastics, 3 - pyrrhotite associating with ilmenite in green phyllite, 4 - pyrrhotite associating with pyrite in green phyllite, 5 - pyrrhotite associating with siderite, 6 - pyrrhotite in veins.

of pyrite + hexagonal pyrrhotite as geothermometer. In more recent papers, there are hints that this association rarely preserves the temperature information (over 500 °C). Limits to geothermometer use are also in oxidation of the Fe-S crystallisation system, influencing the pyrite and pyrrhotite equilibrium (Young and Hall, 1970). Also further authors call attention to caution in using this thermometer. They mostly indicate reverse change of pyrrhotite into pyrite during oxidation processes. The feature is common also in numerous ore deposits (Murowchick, 1992) and structural investigations can document it. Frequently a typical doublet of coexisting magnetite and pyrite develops in the process. Composition of the pyrrhotite group from disseminations crystallising together with Mn ilmenite + Fe rutile to rutile + siderite (Fig. 4) signalise weak oxidation. Namely the sulphide with 55.5 weight % Fe and 44.52 weight % S near to greigite, Fe_3S_4 (Fig. 4) bears evidence on oxidation. This mineral occurs as a small grain rimmed by siderite. Generally greigite occurs as low-temperature mineral originating in lacustrine sediments (Skinner et al., 1964). According to Bernet (1971) this is a metastable low-temperature mineral phase and Scott, Kissin (1973) hold an opinion of greigite stability in higher temperature conditions. Our results confirm this opinion presuming that this iron sulphide crystallised at 400 °C temperature.

In our case the pyrrhotite + Fe-Ti oxides II + pyrite II + greigite does not represent subsequent and reverse alteration (oxidation) of the Fe-S system. The association crystallised as result of prograde metamorphism. There, metamorphic exchange, reduction (reactions 1, 2, 3), and but in places, oxidation occurred under higher partial pressure of O_2 and CO_2. At the same time, activity of S_2 in fluid phase is low in the reactions. Sulphur released by metamorphic reactions in the biotite zone due to pyrite I (sulphides I) disintegration, participated as H_2S on the composition of fluid metamorphic phase. The fluid phase entered into reactions with solid mineral phases (silicates, sulphides, oxides) to produce new mineral associations (reactions 1, 2 and 3).

In this interaction, also sulphur as well iron, manganese and other elements entered into the fluid phase. Žák et al. (1991) proved by isotopic data sulphur generation from an older stratiform mineralization. Proofs of a solid phase in the Fe-S system crystallising after pyrite I in interaction with metamorphic fluid phase are in part of aggregate representing pyrrhotite group. Low sulphur (36.78 weight %) and high iron content is there peculiar. The mineral originated during metamorphic alterations of green metapelite under low of sulphur fugacity derived from older pyrite I. Its relics occur as ribs in the analysed aggregate. This association represents non-equilibrium relation between older mineralization relics and newly formed mineral in biotite zone (T = 400 - 500 °C). Our study of sulphur isotopes established crystallisation conditions of the Fe-S system (pyrite + pyrrhotite) in non-equilibrium state. We found that δ^{34}Spyrite = δ^{34}Spyrrhotite (Žák et al., 1991) what is proof for non-equilibrium crystallisation of the system. Accordingly, the Fe-S system crystallised in younger, that is metamorphic process in non-equilibrium state. Altered relics of older sulphides I but also

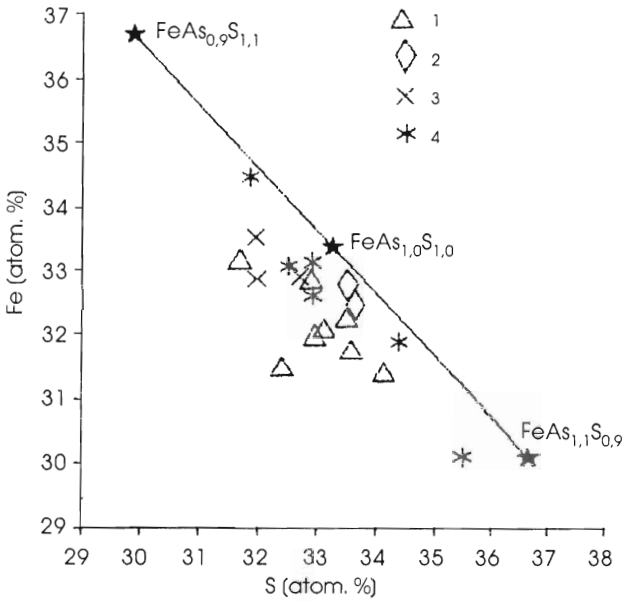


Fig. 5. As-S relations in arsenopyrite of the Rožňava-Turecká Ore Field. All analyses plot below the theoretical curve of As-S substitution due to elements substituting Fe and As in arsenopyrite lattice (Sb), as well as due to non-equilibrium conditions of metamorphic arsenopyrite crystallisation in the Fe-As-S system. 1 - arsenopyrite associating with pyrite, 2 - arsenopyrite associating with pyrite and pyrrhotite, 3 - arsenopyrite in veins associating with pyrite, 4 - arsenopyrite in veins associating with pyrite and pyrrhotite.

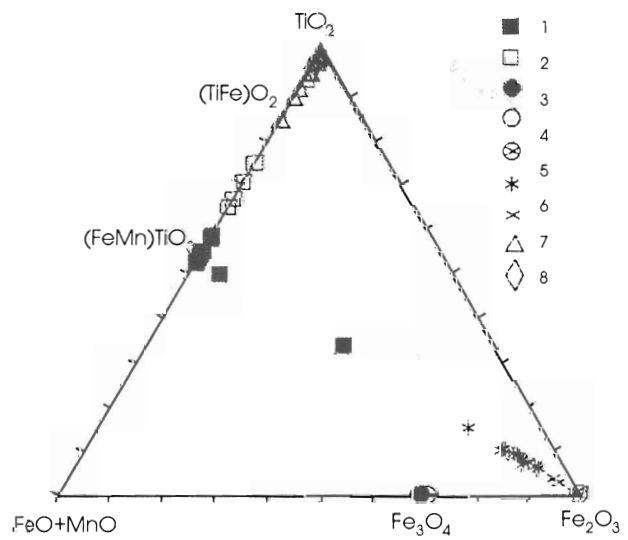


Fig. 6. Relations between TiO_2-FeO-MnO-Fe_2O_3 (magnetite + hematite+ + ilmenite + rutile) in the Rožňava-Turecká Ore Field. 1 - magnetite - ilmenite I, 2 - magnetite - ilmenite II, 3 - magnetite I, 4 - mushketovite (vein), 5 - hematite (vein), 6 - titanite - hematite, 7 - Fe rutile, 8 - rutile.

new phases (pyrite II - pyrrhotite) represent the non-equilibrium.

Pyrrhotite analyses from veins occur in the field of lower iron and higher sulphur in the Fe-S diagram (Fig. 4). In this case, this is probably monoclinic pyrrhotite.

We did not find significant element admixtures in pyrite and pyrrhotite. Locally nickel, copper and arsenic are present. They have more or less homogenous distribution in a single grain (maximum contents in pyrite are: Cu = 1.31 wt %, Ni = 1.89 wt %, Zn = 0.2 wt %, Sb = 0.2 wt %; in pyrrhotite: Cu = 0.31 wt %, Ni = 0.79 wt %). Because trace element admixtures are absent in certain parts of the Fe-S system, it is difficult to give characteristics of single sulphur generations using such data. Nevertheless, it is clear that admixtures of trace elements are absent in any pyrite I. To the contrary, trace elements occur in pyrite II, pyrite from veins and pyrrhotite both from disseminations and ore veins. The result proves genetic relation between metamorphic mineral phases of the Fe-S system in disseminations and ore veins.

Zn-Fe-S assemblages

Sphalerite, pyrite and pyrrhotite represent the mineral association. The association occurs both in veins and stratiform disseminations.

Sphalerite in disseminations occurred in two samples. Younger pyrite II creates rim around older sphalerite in one case. Admixture of trace elements is the lowest in this sphalerite from all sphalerites analysed (Tab. 2). The low FeS content (5.3 molar %) indicates non-equilibrium conditions of pyrite and sphalerite crystallisation. We found similar case also in the Smolník deposit (Radvanec, Bartalský, 1987). Fluid carrying higher CO_2 content altered the Smolník sphalerite mobilising iron from its structure in chlorite zone of metamorphism. Iron diffused into surrounding pyrite creating mixtures of pyrite and pyrrhotite crystals. This alteration caused that FeS contents in Smolník sphalerite, either in our sphalerite I, do not reflect original conditions of crystallisation (sphalerite + pyrite). FeS contents in sphalerite bear no evidence on subsequent metamorphic conditions either, because a new equilibrium between pyrite, pyrrhotite and sphalerite was absent. The investigated sphalerite I represents relic after older mineral assemblage attacked by fluid phase containing CO_2. From genetic point of view, it is similar to pyrite I.

A layer of disseminations to metamorphic mobilisate supplied the second analysed sphalerite II, which crystallised together with pyrite II (Tab. 2). Copper, but namely indium admixture (0.88 weight %) occurs in sphalerite. The mineral is metamorphogenous what appears from coexisting association of pyrite II - pyrrhotite, but also from admixture of trace elements typical for younger assemblage of metamorphogenous sulphides. Sphalerite II contains 16.2 - 16.8 molar % FeS. Such values allow to estimate FeS activity in Zn-Fe-S crystallisation system related to troilite (Barton and Toulmin, 1966). The value is about 0.35 what occurs in the middle of aFeS values (0.1 - 0.6) established from mutual relations in Fe-S system.

TAB. 2

Representative analytical data of ilmenite, Fe rutile, rutile, magnetite, hematite, Ti hematite and mushketovite in the Rožňava-Turecká

Mineral	Ilm I	Ilm I	Ilm I	Ilm II	Ilm II	Fe-Rtl	Rtl	Mag I	Hem	Ti-Hem	Mag I	Ti-Hem	Mus.	Hem
Sample	SA/52	SA/52	SA/55b	SA/58-6	SA/58-10	SA/55b	SA/58-10	SA/42	SA/42	SA/42-9	SA/42	SA/44	SA/82	SA/60
Formv	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	vein	vein	
Rock	gr. pel.	gr. pel.	bas. pyr.	gr. pel.	gr. pel.	bas. pyr.	gr. pel.	bas. pyr.	bas. pyr.	bas. pyr.	bas. pyr.	bas. pyr.	-	-
Assoc.	Rtl	Rtl	Rtl-Py	Rtl	Rtl	Ilm-Py	-		Mag I	Mag I	-	-	Sdr	Sdr
FeO	28.89	44.17	39.25	45.20	1.62	8.02	1.62	31.25	-	10.08	31.13	8.30	30.96	2.36
Fe_2O_3	36.73	5.63	-	-	-	-	-	69.44	99.86	79.96	69.17	82.30	68.71	90.28
TiO_2	33.39	49.76	55.06	52.85	98.14	91.55	98.14	-	-	10.08	-	9.23	-	2.63
MnO	1.12	0.57	5.27	1.84	0.09	0.45	0.09	-	-	-	-	-	-	-
Cr_2O_3	-	0.38	0.21	-	-	0.22	-	-	-	-	-	0.11	-	-
V_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.63	-	-
Sum	100.13	100.51	99.79	99.89	99.85	100.24	99.85	100.69	99.86	100.12	100.30	101.57	99.67	95.27
Fe^{3+}	0.710	0.107	0.420	0.493	-	-	-	2.000	2.000	1.597	2.000	1.634	2.000	1.895
Fe^{2+}	0.621	0.934	0.830	0.941	0.036	0.176	0.036	1.000	-	0.201	1.000	0.183	1.000	0.052
Ti	0.645	0.946	1.577	1.507	1.962	1.811	1.962	-	-	0.201	-	0.183	-	0.052
Mn	0.024	0.012	0.170	0.059	0.002	0.010	0.002	-	-	-	-	-	-	-
Cr	-	-	0.003	-	-	0.002	-	-	-	-	-	0.002	-	-
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-
$FeTiO_3$	0.621	0.934	0.830	0.960	-	-	-	-	-	0.201	-	0.183	-	0.052
Fe_2O_3	0.355	0.054	-	-	-	-	-	-	1.000	0.799	-	0.817	-	0.948
$MnTiO_3$	0.024	0.012	0.170	0.040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TAB. 3

Representative analytical data of pyrite and pyrrhotite in the Rožňava-Turecká

Mineral	Py	Py I	Py I	Py I	Py II	Py II	Py II	Po	Po	Po	Po	Po
Form	vein	diss.	diss.	diss.	diss.	diss.	diss.	vein	diss.	diss.	diss.	diss.
Rock	-	bas.pyr.	ker.pyr.	gr.pel.	bas.pyr.	ker.pyr.	gr.pel.	-	gr.pyr.	gr.pel	ker.pyr.	gr.pel.
Assoc.	-	-	-	-	Po	Po	Po	-	Ilm	Ilm	Py II	Py II
S	53.27	54.21	55.00	55.05	52.06	53.48	53.26	39.78	40.32	40.11	39.44	39.21
Fe	46.49	45.14	45.20	44.52	46.90	46.68	46.96	59.92	59.90	59.53	60.90	61.12
Ni (max)	1.89	-	-	-	-	0.58	0.15	-	--	0.79	-	-
Cu (max)	1.31	-	-	-	-	0.28	0.26	0.31	-	0.30	-	-
Zn (max)	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb (max)	-	-	-	-	-	-	0.80	-	-	-	-	-
Sum	99.76	99.35	100.20	99.57	98.96	100.16	100.22	99.70	100.22	99.64	100.34	100.33
Samp.size	17	1	5	1	1	23	8	3	2	3	4	9
S	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Fe	1.00	0.96	0.95	0.93	1.04	1.01	1.01	0.87	0.85	0.85	0.89	0.9

Abbrevations used: bas.pyr.- basalt metapyroclastics, ker.pyr.- keratophyre metapyroclastics; gr.pel.- green metapelite, Bizm - bismuthite, Gies - giessenite; vein - vein ore mineralisation, diss.- dissemination, mob.- dissemination to metamorphic mobilisate

The pyrite-pyrrhotite association acts as FeS activity buffer in broad temperature interval or as S_2 activity buffer that influences FeS dissolution in sphalerite (Barton and Toulmin, 1966; Scott and Barnes, 1972 and others). In the temperature span 300 - 700 °C, FeS contents in equilibrium state of the Zn-Fe-S system mainly depend on pressure conditions. This is the base for geobarometer (Hutchinson and Scott, 1981; Bryndzia et al., 1988, 1990) however its use is the matter of frequent discussion (Banno, 1988). After Scott´s (1973) diagram and calculations by Hutchinson and Scott (1981) to calibrate the geothermometer, we calculated about 3 Kb pressure for metamorphic sphalerite II. This value corresponds to pressure conditions of Variscan regional metamorphism in the Gemeric Unit using petrologic data (Radvanec, 1992).

We analysed two samples of sphalerite from the ore veins. In a thin quartz-siderite vein from the 35th level, sphalerite contains more antimony in association with chalcopyrite, tetrahedrite and gersdorffite. In the second sample from the 7th vein (21st level), sphalerite crystallised in association with arsenopyrite, chalcopyrite + pyrrhotite. Its FeS content is 4.0 mol %. The mineral assemblage is inappropriate for use as geobarometer. More FeS (16.4-19.6 %) occurs in sphalerite from the 7th vein associating with

TAB. 4

Representative analytical data of sphalerite, chalcopyrite in the Rožňava-Turecká

Mineral	Apy	Apy	Apy	Apy	Apy	Apy	Apy	Apy	Apy	Apy	Gies
Sample	SA/10b	SA/10b	SA/10b	SA/10b	SA/10b	SA/77	SA/21	SA/18	SA/74	SA/74	SA/58
Form	vein	vein	vein	vein	vein	vein	diss.	diss.	diss.	diss.	diss.
Rock	-	-	-	-	-	-	ker.pyr.	ker.pyr.	ker.pyr.	ker.pyr.	gr.pel.
Assoc.	Po-Py-Tet	Po-Py-Tet	Po-Py-Tet	Po-Py-Tet	Po-Py-Tet	Py	Py II-Qtz	Py II-Rut	Py II	Py II	Ccp-Py II
S	18.76	19.45	18.57	20.33	19.59	19.53	19.36	18.55	18.05	16.64	19.85
Fe	33.36	34.45	34.15	33.72	35.52	34.43	31.85	34.41	34.00	32.21	0.54
As	44.40	45.29	46.95	44.07	45.16	45.50	45.42	45.94	43.50	47.63	-
Sb	2.65	0.65	0.25	1.88	-	-	-	0.60	4.38	3.39	14.85
Ni	-	-	-	-	-	-	-	0.42	-	-	-
Co	-	-	-	-	-	-	3.50	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	-	1.29	-	0.25	0.06	0.05	0.95
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.05	-
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.72
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.11
Sum	99.17	99.84	99.92	100	100.27	100.75	100.13	100.17	100.00	100.01	100.02
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
Fe	1.02	1.02	1.06	0.95	1.04	1.01	0.94	1.06	1.08	1.11	0.27
As	1.01	1.00	1.08	0.93	0.99	1.00	1.00	1.06	1.03	1.22	-
Sb	0.04	0.01	0.01	0.02	-	-	-	0.01	0.06	0.05	3.35
Ni	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-
Co	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	-	0.03	-	0.01	-	-	0.41
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.99
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.46

Mineral	Gies	Tet	Tet	Ten	Bizm	Gers	Gers	Gers	Ulm	Stern
Sample	PS/3	SA\45	SA\19	SA/73	PS/3	PS/4	PS/4	SA/73	SA/68	SA/82
Form	diss.	diss.mob	vein	vein	vein	diss.	diss.	vein	vein	vein
Rock	ker.pyr.	ker.pyr.	-	-	-	gr.pel.	gr.pel.	-	-	-
Assoc.	Tet-Bizm	Ccp-Sph	Py	Apy-Sph	Tet	Py I	Py I	Apy-Sph	Tet-Ccp	Py
S	17.77	25.05	24.56	27.68	11.26	19.58	20.13	18.9	14.82	21.97
Fe	0.55	4.53	4.71	6.06	0.61	1.00	3.43	5.11	0.59	10.68
As	-	0.26	4.24	21.51	-	45.45	44.13	45.96	0.6	-
Sb	14.02	29.40	24.18	-	9.02	-	-	-	57.99	-
Ni	-	-	-	-	-	33.96	32.31	29.23	25.58	-
Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	2.1	35.19	39.91	43.6	3.60	-	-	-	0.86	0.57
Zn	-	1.22	1.97	1.22	-	-	-	-	-	-
Ag	-	4.10	-	-	-	-	-	-	-	66.77
Pb	35.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	30.02	-	-	-	76.32	-	-	-	-	-
Sum	100.28	99.75	99.57	100.07	100.81	99.99	100.00	99.20	100.44	99.99
S	17	13	13	13	3	1	1	1	1	3
Fe	0.30	1.35	1.43	1.63	0.09	0.03	0.13	0.16	0.02	0.84
As	-	0.63	0.96	4.32	-	0.99	0.94	1.04	0.02	-
Sb	3.83	4.02	3.37	-	0.63	-	-	-	1.03	-
Ni	-	-	-	-	-	0.98	0.88	0.84	0.94	-
Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	1.01	9.21	10.66	10.33	0.48	-	-	-	0.03	0.04
Zn	-	0.31	0.51	0.28	-	-	-	-	-	-
Ag	-	0.63	-	-	-	-	-	-	-	2.71
Pb	5.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	4.41	-	-	-	3.12	-	-	-	-	-

chalcopyrite + tetrahedrite + pyrite + pyrrhotite (Tab. 2). The association crystallised in equilibrium conditions as proved by higher copper, antimony and arsenic contents in sphalerite. The sample suits the conditions to crystallise in an equilibrium system of sphalerite + pyrite + pyrrhotite to use it as geobarometer. The estimated pressure of crystalli-

TAB. 5.
Representative analytical data of sphalerite and chalcopyrite in the Rožňava-Turecká

Mineral	Sph	Sph	Sph	Sph I	Sph II	Ccp I	Ccp II
Sample	SA/45	SA/77	SA/73	SA/52	SA/15	SA/54	SA/45
Form	diss.-mo	vein	vein	diss.	diss.-mo	diss.	diss.-mo
Rock	-	-	-	gr.pel	ker.pyr.	gr.pel.	ker.pyr.
Assoc.	Ccp-Tet-G	Ccp-Tet-P	Apy-Po-Cc	Py-II	Py-II	Py-I	Tet-Sph
S	35.13	28.91	33.46	32.65	28.82	34.90	35.88
Fe	4.33	10.97	2.34	2.96	9.40	31.38	30.54
Zn	58.44	59.12	52.55	64.52	59.60	-	-
Cu	1.45	1.54	7.30	0.43	1.18	33.71	32.89
Sb	0.75	0.00	0.27	-	-	-	0.25
As	-	-	4.07	-	-	-	-
In	-	-	-	-	0.88	-	-
Sum	100.1	100.54	99.99	100.56	99.88	99.99	99.56
FeS [mol.%]	7.8	19.6	4.0	5.3	16.8	-	-
S	1	1	1	1	1	2	2
Fe	0.07	0.22	0.04	0.05	0.19	1.05	0.98
Zn	0.82	1	0.77	0.97	1.01	-	-
Cu	0.02	0.03	0.11	0.01	0.02	0.97	0.92
Sb	0.01	-	-	-	-	-	-
As	-	-	0.05	-	-	-	-

sation is between 2 - 3 Kb. Values reflect real pressure for lower part in a 800 m deep vein structure at metamorphic fluid overpressure in area where regional metamorphic pressure decreased below 3 Kb.

As-Fe-S assemblages

The system As-Fe-S represents in natural conditions arsenopyrite, pyrite, pyrrhotite, löllingite and arsenic. Only the first three minerals occur in our samples (Tab. 4).

Mineral associations influence the chemistry of arsenopyrite in veins. So e. g. arsenopyrite inside of tetrahedrite grain contains utmost 2.65 wt. % Sb whereas contents in marginal parts are 0.25 - 1.88 wt. %. The antimony content of arsenopyrite in quartz is 0.65 wt. % and in association with chalcopyrite the copper content of arsenopyrite is 1.85 wt. %. In association with tennantite the arsenic content is higher (47.95 wt. %; $FeAs_{1.1}S_{0.9}$; Fig. 5, Tab. 4). In the As-S diagram, arsenopyrite from veins occupies the area around theoretical arsenopyrite formula $FeAs_1S_1$, however below the theoretical curve Fe_kAsS (iron content = $_k$ constant). This is due to relatively higher iron content or that of metals substituting iron in arsenopyrite lattice (Fig. 5).

Arsenopyrite creates thin layers in disseminations or occurs as metamorphic mobilisate. It does not occur in such variegated associations as vein arsenopyrite: developed together with pyrite II and pyrrhotite. Antimony contents are similar, or even higher, as in vein arsenopyrite (maximal antimony content 4.38 wt. %, Tab. 2). Moreover, silver, cobalt and nickel are present. Metamorphic disseminated arsenopyrite occurs in the same field as vein arsenopyrite, below the theoretical curve, what is due to similar higher a_{FeS} value during crystallisation as well as due to trace element content (Fig. 5, Tab. 4).

Arsenic contents in arsenopyrite between 32 - 35.5 atomic % allow, according to Kretschmar (1973) and Scott (1983), derive crystallisation temperature of arsenopyrite in association with pyrite and pyrrhotite using Fe-As-S phase diagram (Clark, 1960; Barton, 1969; Sundblad et al., 1984). Use of this geothermometer indicates about 400 °C crystallisation temperature and more. This value is but informative.

The result that all arsenopyrite analyses plot below the theoretical curve derived for arsenic contents between 30 - 32 atomic % by Kretschmar (1973) and Berglund, Ekström (1980) indicates that arsenopyrite crystallised under this temperature (400 °C) in all investigated associations together with löllingite. However we did not found löllingite in samples. This means that arsenopyrite, similarly to pyrite and pyrrhotite, crystallised in non-equilibrium conditions. Such non-equilibrium conditions occurred for the majority of metamorphic sulphides.

Fe-Ti-O assemblages

Minerals of this assemblage are that of the magnetite - hematite - ilmenite - rutile series. Up Irregularly disseminated and up to 2 mm large magnetite represents the first group in basalt metapyroclastics. It displays high chemical purity containing only rare Cr_2O_3 admixture up to 0.15 wt. %. Magnetite is hematitized along the margins (Fig. 2d). Mn siderite occurs in fissures and along the rims of magnetite the chemical composition of which matches Mn siderite in veins (Fig. 2c, Tab. 6). The equation (2) explains magnetite alteration into hematite + Mn siderite along the margins:

$$\text{magnetite} + MnHCO_3 \rightarrow \text{hematite} + \text{Mn siderite} \qquad (2)$$

Magnetite contains frequent dravite unmixings. It associates, in textural, structural and chronological sequence with pyrite I + sphalerite I + chalcopyrite I. Also Mn ilmenite I with or withouth Fe_2O_3 molecule content belongs to this group. This mineral occurs allotriomorphic and corroded in green metapelite. Probably, also part of idiomorphic to hypidiomorphic disseminated Ti hematite of up to 30 mm size belongs to this group.

The second main group represent younger oxides: Mn ilmenite II, rutile, Ti hematite and hematite (Fig. 6, Tab. 2).

TAB. 6
Representative analytical data of siderite in the Rožňava-Turecká

Mineral	Sdr	Sdr
Form	diss.	diss.
FeO	57.75	57.15
MnO	2.45	2.02
Suma	60.20	59.17
Samp. size	6	3
Fe	0.959	0.965
Mn	0.041	0.035

All minerals are only some microns large and occurrences follow internal structure of rocks. We found as chemical admixtures Cr_2O_3 (max. 0.22 wt. %), V_2O_3 (max. wt. 1.74 %) and very frequent MnO (Tab. 2). We assume these minerals to represent a younger generation on the base of structural and textural criteria, relative crystallisation associations and chemical admixtures. The assemblage originated in metamorphic process together with sulphides of the second generation. Mn ilmenite to ilmenite crystallised together with pyrrhotite and Mn siderite (Fig. 2g).

Rutile is the youngest mineral in the second group (Tab. 1). It occurs in basalt metapyroclastics, green metapelites and keratophyre metapyroclastics. Idiomorphic to hypidiomorphic rutile, some tens of microns large, crystallised together with pyrite II and it encloses apatite (Fig. 2f). FeO occurs in each analysis (between 0.3 - 14.75 wt. %). MnO present in one third of analyses attains 0.09 - 1.36 wt. % (Tab. 2). Rutile crystallised as remnant mineral (unmixings) into allotriomorphic chambers in Fe ilmenite II, but it occurs as single grains in rock matrix following reaction (3):

Mn ilmenite I + CO_2—->> rutile + Mn siderite (3)

Petrogenetic interpretation and modeling composition of fluids

Two generations of ore minerals occur in disseminations. Pyrite I, sphalerite I, chalcopyrite I, idiomorphic magnetite, Mn ilmenite I with rare galena (Tab. 1) represent the original stratiform assemblage. All minerals have very pure chemical composition (Tab. 5).

Ladder pyrite II, pyrrhotite, sphalerite II, arsenopyrite, hematite, Ti hematite, Mn ilmenite II, Fe rutile II and rutile (Tab. 1) compose the second sulphide generation in disseminations. The generation contains characteristic admixtures of trace elements. Pyrrhotite crystallised at the expense of pyrite or as new mineral under conditions of low sulphur activity. In similar conditions also arsenopyrite, sphalerite II, but even giessenite, gersdorffite, tetrahedrite, chalcopyrite II, ullmanite, bismuthite and other rare minerals precipitated. In fissures or along the margins of pyrite I and magnetite I, Mn siderite with up to 3 wt. % MnO crystallised. Its chemical composition is the same as Mn siderite in veins (Tab. 6). Several oxides from ilmenite to Mn rutile and hematite to Ti hematite complete the second sulphide generation.

Phase diagrams and the pyrite-pyrrhotite and arsenopyrite geotermometers, as well as the sphalerite geobarometer determined PT-conditions of younger metamorphic sulphide crystallization in disseminations. Mutual comparisons checked the results. Corresponding values are 400 °C temperature and 3 Kb pressure for the crystallisation of this association. PT values are characteristic for that point on the prograde, regional metamorphic path of Gemeric rocks, when fluid phase segregated in the biotite zone. Also further conditions of that process are determined: the sulphur activity (log a_{S2} = -8 to -2), FeS activity (0.35) and oxygen fugacity (log $f_{O2} \approx$ -20 sine Brimhall, 1980; Marignac, 1988). Similar conditions of fluid phase splitting in prograde metamorphic path and crystallisation

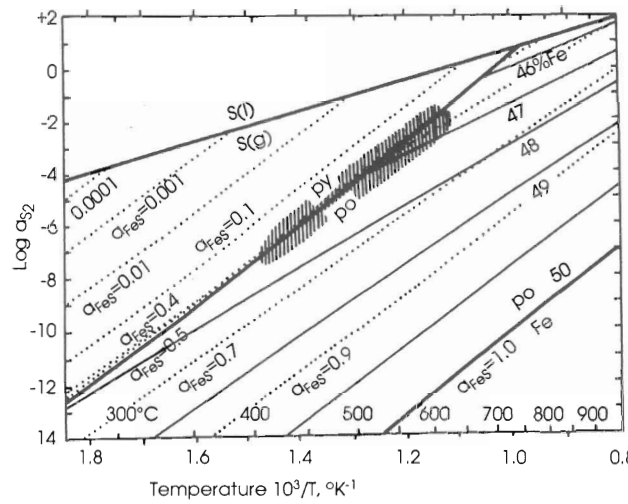


Fig. 7. Relations between T and aS_2. The hatched field indicates thermodynamic conditions of pyrrhotite crystallisation in association with pyrite II in the Rožňava-Turecká Ore Field. Full isopleths indicate pyrrhotite composition in atomic percents, stripped lines are aFeS activity values in the FeS-S_2 system (Barton, Skinner, 1967).

of mineral assemblages containing Fe + Mn carbonates occur in the gneiss-amphibolite complex in the Northern Gemeric (Radvanec, 1992).

Crystallisation and amount of sulphides in the younger metamorphic generation directly depended on the amounts of released sulphur into the fluid phase. This sulphur derived from solid sulphide phases of the first (stratiform) generation. Pyrite I as the main mineral promoted sulphur release in metamorphic conditions because amounts of sulphur anion in stoichiometric bond are higher than of iron cation ($Fe_{0.97}$ $S_{2.03}$; Fig. 3, Tab. 3). This non-equilibrium in pyrite structure determined Cambel et al. (1977) and Radvanec, Bartalský (1987) in Smolník ore deposit. This significant feature caused that, during metamorphic fluid (containing CO_2) interaction with pyrite I, excess sulphur from pyrite I lattice released into the fluid phase. Free sulphur as H_2S bound cations (Fe, As, etc.) to produce new sulphide generation. Pyrite II from this generation is already near to stoichiometric composition (Fe_1S_2; reaction 1; Fig. 3, Tab. 3). This reaction limits the amount of sulphides crystallised in disseminations but also in siderite veins of the Gemeric Unit.

Carbon dioxide was significant constituent in segregated fluids instead of H_2S. This statement follows from the volume of sulphides and oxides together with Mn siderite, as well as from results of liquid inclusion data containing CO_2 (Radvancová, 1991). According to isotopic compositions, carbon dioxide originated from kerogene in black shales and limestones of Betliar Formation in the Gemeric Unit (Žák et al., 1991). Fluid phase attacked and dissolved the older stratiform mineralization, released metals migrated as hydrocarbonates or in complex with HS- to small distances (metamorphic structures), or to longer distances into ore veins. Metamorphic fluids produced non-equilibrium mineral assemblages (pyrite + pyrrhotite + arsenopy-

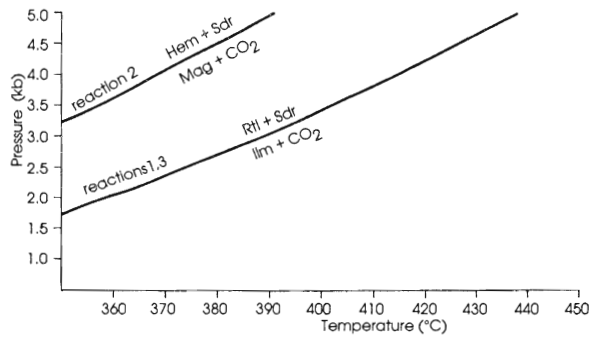


Fig. 8. PT-conditions of reactions (1), (2) and (3) in the Rožňava-Turecká Ore Field calculated according to Berman (1987).

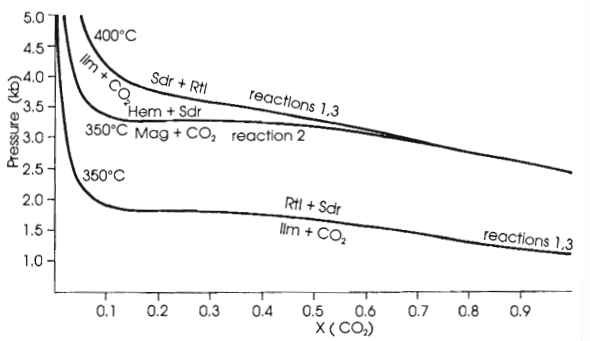


Fig. 9. Relation of X(CO2) and T in reactions (1), (2) and (3) in the Rožňava-Turecká Ore Field calculated according to Berman (1987).

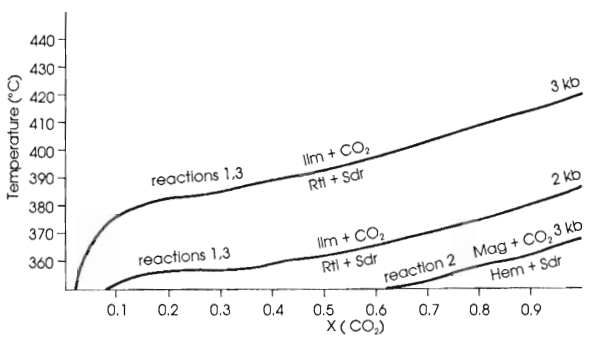


Fig. 10. Relation of X(CO2) and P in reactions (1), (2) and (3) in the Rožňava-Turecká Ore Field calculated according to Berman (1987).

rite + sphalerite + ilmenite + rutile + hematite) whereas Mn siderite, younger sulphides and oxides precipitated in fissures of older minerals.

Manganese is the main chemical admixture, except of disseminated or vein siderite, also in altered margins of pyrite I, It is younger generations of ilmenite and seldom in Fe rutile or Ti hematite (Tab. 2). Manganese significantly indicates initiation of hydrothermal system in prograde metamorphic path of the biotite zone where it enters into new mineral assemblages (sulphides, carbonates, oxides). In such conditions also other metals released (Cu, Zn, Sb, As, Bi) concentrate into new minerals or in chemical admixture of the younger sulphides and oxides.

Element assemblage bound to solid mineral phases originated in hydrothermal system that was the same for younger metamorphic mineralization in stratiform type and veins. Elements by their bindings connect, from genetic and chronological point of view in disseminations and veins, the generation in veins with metamorphic alterations of sulphides in disseminations. Remobilisation processes of a stratiform mineralization and its relation with epigenetic vein ores stated also Peterec (1991) in the Úhorná Ore Field.

We modelled thermodynamic conditions of fluid phase separation in the biotite zone using the main element association in minerals (Fe, Mn, Mg, Ca, Ti, O, H, C) acting in metamorphic reactions (1, 2, 3). Mineral and element associations are calculated together with the composition of fluid phase (magnetite + siderite + rutile + ilmenite + CO_2 + H_2O). Changing proportions of $X(CO_2)$ modelled the reactions depending on temperature/pressure using the Geocalc routine by Berman (1987). Accordingly, temperature interval for reactions (1) (2) and (3) was 350 - 400 °C and pressures attained 1.2 - 3.8 Kb (Figs. 9, 10). Similar conditions of crystallisation from fluid phase resulted using pyrite-pyrrhotite or arsenopyrite geothermometer as well as sphalerite geobarometer. Change of $X(CO_2)$ for solid phase crystallisation in reactions (1) (2) and (3) depending on pressure change is optimal at 350 - 400 °C and the calculated pressure at such temperatures attains 2.5 - 3.5 Kb. For crystallisation of rutile + siderite a lower pressure of 1 - 2 Kb is optimal (Fig. 9). Change of $X(CO_2)$ is in reactions (1) (2) and (3) depending on temperature between 350 - 400 °C whereas pressure of rutile + siderite crystallisation from ilmenite may decrease from 3 Kb to 2 Kb when simultaneously crystallisation temperatures decrease from 380 - 420 °C to 380 - 350 °C (equations 1 and 3). Crystallisation of hematite + siderite (equation 2) depends on 3 Kb pressure in a tight temperature interval of 350 - 360 °C (Fig. 10). Reaction (2) occurred in prograde metamorphic path under higher pressure (3 Kb) and lower temperature (350 °C), to the contrary reactions (1) and (3) indicate pressure decrease (2 Kb) and temperature increase (400 °C) towards the temperature peak of metamorphism (biotite zone, 500 °C). The reaction (2) occurred in the retrograde metamorphic path too, at steady pressure decrease to 1.5 Kb and temperature decrease to 350 °C (Figs. 9, 10). Thermodynamic conditions of mineral precipitation in veins and rocks were related by sequence and chronology, according to our results. In the initial stage of fluid phase separation (T = 350 - 420 °C, P = 3 - 2 Kb) a disseminated mineralization crystallised near to its source (relic of older mineralization). At the end of a continuous process (at T = 200 °C, P = 2 - 1 Kb), similar mineral assemblages crystallised continuously in veins. Crystallisation successions are in Tab. 1.

Conclusion

Relics of an original stratiform mineralisation occur in disseminations at the 35th mining horizon of the Rožňava-

Turecká Ore Field. The association is pyrite I + sphalerite I + chalcopyrite I + galenite I + Mn ilmenite I + magnetite I. Minerals in the association do not contain trace element admixture and served, under the influence of fluid metamorphic phase, as source for younger mineral assemblage in disseminations. The younger metamorphic mineral assemblage crystallised on relics of older one. The process began by precipitation of Mn siderite followed by oxides (magnetite + hematite + ilmenite II + Ti hematite + Fe rutile + rutile) and by sulphides (pyrite II + pyrrhotite + sphalerite II + gersdorffite + chalcopyrite II + Sb-Pb-Bi sulphosalts and others). Fluids generated by metamorphism, from which the younger metamorphic disseminations crystallised, were source of vein ores in the whole siderite ore field. Similar mineral associations and crystallisation sequence characterised the veins as the younger disseminations.

PT-conditions of younger metamorphic sulphide generations in disseminations are estimated using sulphide phase diagrams, geothermometers (pyrite-pyrrhotite, arsenopyrite) and a geobarometer (sphalerite). PT-conditions of metamorphic reactions are mutually calibrated. Derived crystallisation temperature for this association is T = 400 °C and pressure P ~ 3 Kb. PT values represent a fixed point along the metamorphic rock evolution indicating the split of fluid phase in prograde path in the biotite zone of regional metamorphism in the Gemeric Unit. Further conditions of this process were sulphur activity log a_{S_2} = -8 till -2, FeS activity ~ 0.35 and oxygen fugacity log f_{O_2} ~ -20.

Carbon dioxide represented significant constituent in the segregated fluid phase. This results from joint crystallisation of oxides and sulphides with Mn siderite or from the composition of fluid inclusions. The fluid phase attacked and dissolved the older stratiform mineralization and release metals transported as hydrocarbonates and complexes with HS- in short (metamorphic structures) and farther (veins) distances. As result of the process, non-equilibrium mineral associations crystallised (pyrite + pyrrhotite + arsenopyrite + sphalerite + ilmenite + rutile + hematite) and in fissures of older minerals Mn siderite, younger sulphides and oxides precipitated. Manganese is the main admixture not only in disseminated and vein siderite, but also in altered pyrite I rims, in younger ilmenite generation and seldom in Ti hematite. Manganese significantly indicates initiation of the metamorphic hydrothermal system in prograde metamorphic path of biotite zone, because it is bound in crystallised sulphides, carbonates and oxides. Metamorphism released in this process further metals (Cu, Zn, Sb, As, Bi) present as new minerals only in the younger sulphide generation.

The element association bound in solid mineral phases originated in a common hydrothermal system for the younger metamorphic and vein ores. These elements by their bounds connect, from genetic and chronological point of view, the process of ore vein development and metamorphic alteration of sulphides in disseminations.

Modelling of thermodynamic conditions for fluid phase separated in the biotite zone used reactions (magnetite + siderite + rutile + ilmenite + CO_2 + H_2O). The calculations with changing rates of $X(CO_2)$ depending on pressure and temperature, used a „Geocalc" routine. Temperatures of reactions (1), (2) and (3) occur in 350 - 420 °C interval whereas indicated pressures are 1.2 - 3.8 Kb. Similar conditions of mineral crystallisations from fluids resulted from the use of pyrite-pyrrhotite and arsenopyrite geotermometre or that of sphalerite geobarometer. Change of $X(CO_2)$ at solid phase crystallisation in these reactions depending on temperature and pressure is optimal at 350 - 400 °C and the calculated optimum pressure is 2.5 - 3.5 Kb. For the crystallisation of rutile + siderite, the optimum pressure is 1 - 2 Kb (Fig. 9). Thermodynamic conditions, in which the minerals crystallised in veins, developed in temporal continuity. At the initiation of fluid phase separation (T = 350 - 400 °C, P = 3 - 2 Kb), a disseminated ore precipitated near to its source (relics of older mineralization). At the end of this continuous process (T = 200 °C, P = 2 - 1 Kb), similar mineral assemblages precipitated continuously also into the veins. As it appears from microscopic investigations, folding and thrusting occurred between the transition of the main hydrothermal front and the peak of metamorphism in the biotite zone.

References

Arnold, R. G. 1962: Equilibrium relations between pyrhotine a pyrite from 325 o to 743 °C. *Econ. Geol., 57, 72 - 90.*

Banno, S, 1988: On the sphalerite geobarometer. *Geochem. J. (Tokyo), 22, 129 - 131.*

Barker, W. W. & Parks, T. C. 1986: The thermodynamic properties of pyrrhotine and pyrite: A re-evaluation. *Geochim. Cosmochim. Acta, 50, 2185 - 2194.*

Bartalský, B. 1991: Výsledky štúdia žilnej mineralizácie v rožňavskom rudnom poli-evidencie pre metamorfno-hydrotermálny model. [Dizertačná práca.] *Manuskript - archív GP Spišská Nová Ves.*

Barton, P. B. Jr. 1969: Termochemical study of the system Fe-As-S. *Geochim. Cosmochim. Acta, 33, 841 - 857.*

Barton, P. B. Jr. & Toulmin, P. 1966: Phase relations involving sphalerite in the Fe-Zn-S system. *Econ. Geol., 61, 815 - 849.*

Barton, P. B. Jr. & Skinner, B. J. 1979: Sulfide mineral stabilities. *In: Barnes, H. L. (Ed.): Geochemistry of hydrotermal ore deposits. New York, John Wiley and Sons., 278 - 403.*

Berman, R. G. 1987: Geocalc Software of The University of British Columbia, Vancouver, *Canada V6T 2B4.*

Berner, R. A. 1971: Principles of Chemical Sedimentology. *McGraw-Hill, New York, 205.*

Brimhall, G. H. Jr. 1980: Deep hypogene oxidation of porphyry copper potassium-silicate protore at Butte, Montana: a theoretical evaluation of the copper remobilization hypothesis. *Econ. Geol., 75, 384 - 409.*

Brynzia, L. T., Scott, S. D. & Spry, P. G. 1988: Sphalerite and Hexagonal Pyrrhotine Geobarometer: Experimental Calibration and Aplication to the Metamorphosed Sulfide Ores of Broken Hill, Australia. *Econ. Geol., 83, 1193 - 1204.*

Brynzia, L. T., Scott, S. D. & Spry, P. G. 1990: Sphalerite and hexagonal pyrrhotine geobarometer: Correction in Calibration and Aplication. *Econ. Geol., 85, 408 - 411.*

Buddington, A. F. 1956: Thermometric and petrogenetic significance of titaniferous magnetite - discusion. *Amer. J. Sci., 245, 504 - 515.*

Buddington, A. F. & Lindsley D. H. 1964: Iron - Titanium Oxide Mineral and Synthetic Equivalents. *J. Petrology, 5, 310 - 357.*

Cambel, B., Jarkovský, J. & Krištín, J. 1977: Geochemický výskum hlavných sulfidických minerálov železa pomocou elektrónovej mikrosondy. *Bratislava, Veda, 120.*

Clark, L. A. 1960: The Fe-As-S system: Phase relations and applications. *Econ. Geol., 55, 1345 - 1381.*

Čvilová, T. N., Besmertnaja, M. S., Spiridonov, E. M. et al. 1968: Spravočnik - opredelitel rudnych mineralov v otraženom svete. *Moskva, Nedra, 504.*

Faryad, S. W. 1991: Metamorfóza kyslých až intermediárnych vulkanitov staršieho paleozoika gemerika. *Mineralia slov., 23, 4, 325 - 332.*

Grecula, P. 1982: Gemerikum - segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy. *Mineralia slov. - Monogr., Bratislava, Alfa, 1 - 263.*

Grecula, P. 1987: Genetické modely žilného a stratiformného zrudnenia v Spišsko-gemerskom rudohorí. *In: Kříbek, B. (Ed.): Nové trendy a poznatky v československé ložiskové geologii. PFUK, Praha, 87 - 94.*

Grecula, P. & Kucharič, Ľ. et al. 1989: Čiastková záverečná správa úlohy SGR - geofyzika z komplexnej geologicko - geofyzikálnej interpretácie západnej časti SGR. Rudy a nerudy. *Manuskript - archív GP Spišská Nová Ves.*

Hutchinson, M. M. & Scott, S. D. 1981: Sphalerite geobarometryin the Cu-Fe-Zn-S system. *Econ. Geol., 76, 143 - 159.*

Koděra, M. et al. 1990: Topografická mineralógia Slovenska II. *Veda, vyd. SAV, Bratislava, 1038 - 1069.*

Kretschmar, V. 1973: Phase relations arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. Ph.D. Thesis (Univ. Toronto).

Lindsley D. H. 1963: Equilibrium relations of coexisting pairs of Fe-Ti oxides. *Carnegie Ins. Wash. Yearb., 62, 60 - 66.*

Marignac, Ch. 1988: Composition des minéraux et évolution des phases fluides: la cas des Filous polymetalliques d›Ain Barbar (Algérie). *Bull. Mineral., 111, 183 - 206.*

Murowchick, J. B. 1992: Marcasite Inversion and the Petrographic Determination of Pyrite Ancestry. *Econ. Geol., 87, 1141 - 1152.*

Peterec, D. 1991: Chemizmus a zonálnosť Ni-Co mineralizácie v úhornianskom rudnom poli. *Mineralia slov., 23, 223 - 235.*

Radvanecová, D. 1991: Štúdium plynokvapalných uzavrenín v rožňavskom rudnom rajóne. *Manuskript - archív GP SNV.*

Radvanec, M. 1992: Zonálnosť nízkotlakovej a polyfázovej metamofózy v otvorenom systéme pre fluidnú fázu v rulovo-amfibolitovom komplexe gemerika. *Mineralia slov., 24, 175 - 196.*

Radvanec, M. & Bartalský, B. 1987: Vplyv metamorfózy na systém Fe-Zn-As-S stratiformnej sulfidickej mineralizácie staršieho paleozoika gemerika. *Mineralia slov., 20, 307 - 322.*

Rau, H. 1976: Energetics of defect Formation and interaction in pyrrhotine Fe1-xS and its homogenity range. *J. Phys. Chem. Solids, 37, 425 - 429.*

Scott, S. D. 1973: Experimental calibration of sphalerite geobarometer. *Econ. Geol. 68, 466 - 474.*

Scott, S. D. 1983: Chemical behaviour of sphalerite and arsenopyrite in hydrothermal and metamorphic environments. *Mineral. Mag., 47, 427-435.*

Scott, S. D. & Barnes, H. L. 1972: Sphalerite - wurzite equilibria and stoichiometry. *Geochim. Cosmochim. Acta., 68, 475 - 479.*

Scott, S. D. & Kissin, S. A. 1973: Sphalerite composition in the Zn-Fe-S system below 300 °C. *Econ. Geol., 68, 475 - 479.*

Skianner, B. J., Erd, R. C. & Grimaldi, F. S. 1964: Greigite, the thio-spinel of iron, a new mineral. *Amer. Mineralogist, 49, 543 - 555.*

Sundblad, K., Zachrison, E., Smeds, S. D., Berglund, S. & Älinder, C. 1984: Sphalerite geobarometry and arsenopyrite geothermometry applied to metamorphosed sulfide Ores in the Swedish Caledonides. *Econ. Geol., 79, 1660 - 1668.*

Toulmin, P. & Barton, P. B. Jr. 1964: A thermochemical study of pyrite and pyrrhotine. *Geochim. Cosmochim. Acta, 28, 641 - 671.*

Yund, R. A. & Hall. H. T. 1970: Kinetics and mechanism of pyrite exsolution from pyrrhotine. *J. Petrology, 11, 381 - 404.*

Varček, C. 1973: Kapitoly 3.01-3.03, 3.05-3.06, 3.12-3.14. In: Bartalský, J. et al.: Geologicko-ložisková štúdia Spišsko-gemerského rudohoria. *Manuskript - archív GP SNV.*

Žák, K., Radvanec, M., Bartalský, B. & Grecula, P. 1991: Izotopy S, C, O, Sr a metamorfno - hydrotermálny model žilnej mineralizácie gemerika. *Mineralia slov., 23, 95 - 108.*

Mineralia slovaca, 25 (1993), 451 - 460

Možnosti výskytu impregnačných Au ložísk na Slovensku

JURAJ KNÉSL a ALŽBETA KNÉSLOVÁ

Geologický prieskum, š. p., geologická oblasť, 974 00 Banská Bystrica

(Doručené 26.8.1993)

The possibilities of the presence of disseminated gold mineralization in the Slovak Republic

Under the current economic situation, the disseminated gold mineralization represents the most important target of the exploration activities at all. There is given the basic characteristic of this type of gold mineralization, including its genetical position. The attention is given also to the main geological criteria, which indicate the presence of disseminated gold mineralization at various types of fields. The most important and effective exploration methods are described, according to the experiences of the exploration companies, which operate in the western states of USA. There are discussed the gold prices and the supposed lowest average gold content for the minable disseminated gold deposits. Two main types are discerned among disseminated gold deposits, e. i. the sediment hosted gold deposits (so called Carlin-type) and the volcanic hosted gold deposits (so called porphyry-type). As regards of the contemporary knowledge about Slovac gold potencial, the indications of this type of gold mineralization have been discovered only recently. As example, two occurrences of the sediment hosted gold mineralization are described shortly (Remata at Kremnica Mts. ore district and Sokolec at Tríbeč Mts. ore district). Sediment and volcanic hosted gold mineralization can be developed not only within the Slovac neovolcanic ore districts, but also within the ore districts, where the sedimentary and metamorphic units were intruded by younger intrusive rocks (for example Malé Karpaty Mts., Veporicum and SGR ore districts). There is emphasized finally, that the favorable geological and metallogenetical conditions of Slovakia create the good suppositions for carrying out such exploration activities, which will be aimed for the discovering of the minable disseminated gold deposits.

Key words: disseminated gold mineralization, exploration criteria, gold prices, sediment and volcanic hosted gold mineralization

Úvod

Odzrkadlením súčasnej všeobecnej hospodárskej recesie je aj nízka cena rudných surovín a z toho vyplývajúci pokles prieskumnej a ťažobnej aktivity v celosvetovom meradle. Zlato je takmer jedinou rudnou komoditou, o ktorej toto tvrdenie neplatí a pri ktorej prieskumná a ťažobná činnosť v ostatných 25 rokoch ustavične rastie. Impregnačné typy Au rúd možno označiť za typický fenomén ložiskovej geológie súčasnosti. Ich prototyp ložisko Carlin bolo objavené v polovici 60. rokov (Radtke, 1985). V uplynulých 25 rokoch najmä v západných štátoch USA objavili rad analogických ložísk, najvýznamnejšie v Nevade (ložiskové pásmo Carlin, obr. 1, ložiskové pásmo Cortez, obr. 2). Mnohé z nich (včítane vlastného ložiska Carlin) sú už vyťažené, ďalšie a ďalšie sa postupne overujú a pripravujú do ťažby. Ložiská typu Carlin (v širšom slova zmysle impregnačné typy Au rúd), sú vo všeobecnosti charakterizované:

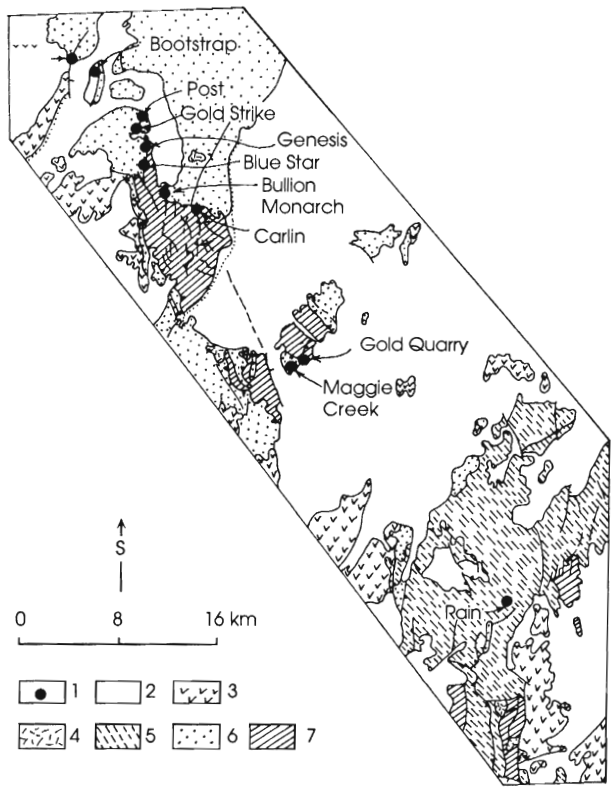
- prítomnosťou zlata takmer výhradne v submikroskopickej forme (ložiská sa zvyčajne neprejavujú ani zlatinkami v šlichoch);
- výraznou väzbou distribúcie Au na makrolitologické aj mikrolitologické a makroštruktúrne aj mikroštruktúrne faktory (v rámci regiónu aj vlastného ložiska);
- špecifickou asociáciou prvkov v sekundárnom a primárnom geochemickom poli (Au, As, Hg, Sb, Tl);
- osobitným charakterom rudonosného prostredia (najčastejšie sekundárne alterované, pôvodne karbonatické sedimenty) a priestorovou blízkosťou mladších intruzív (zdroj hydrotermálnych mineralizačných procesov);
- značným objemom poväčšine povrchovo ťažiteľnej zásoby (od 1 mil. t rudy vyššie) a priemernou kovnatosťou spravidla od 1 do 10 gt^{-1} Au.

Ložiská impregnačného typu sú dnes významným celosvetovým zdrojom zlata. Roku 1991 sa v USA vyťažilo asi 350 t Au (US Bureau of Mines, 1992), z čoho je až 90 % práve z tohto typu.

Hlavným cieľom príspevku je poukázať na reálne možnosti vyhľadávať ekonomicky využiteľné ložiská tohto netradičného typu Au mineralizácie na Slovensku.

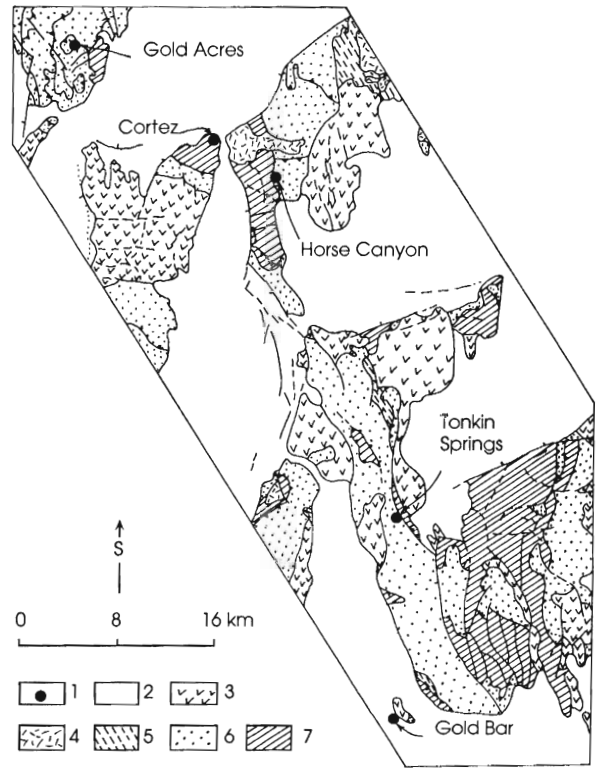
Genetické postavenie Au mineralizácie impregnačného typu

Ložiská tohto typu sa vyznačujú prítomnosťou submikroskopického zlata, sú geneticky späté s hydrotermálnou aktivitou mladých intruzívnych hornín a spravidla sú vyvinuté v sedimentárnom (najčastejšie v karbonatickom) prostredí. Ložiská typu Carlin boli objavené v Nevade v polovici 60. rokov a podľa geologickej klasifikácie rudných ložísk (Bache, 1987) sa zaraďujú do 5. typu (metasomatické rudné telesá v karbonatických horninách vzdiale-



Obr. 1. Geologická mapa ložiskového pásma Carlin (podľa Briggsa, 1986). 1 - ložiská Au, 2 - aluviálne a terciérne sedimenty, 3 - terciérne vulkanity, 4 - mezozoické a terciérne intruzívne horniny, 5 - vrchnopaleozoické sedimenty, 6 - spodnopaleozoické silicifikované horniny, 7 - spodnopaleozoické sedimenty.

Fig. 1. Geological map of the Carlin trend (according to Briggs, 1986). 1 - gold deposits, 2 - Alluvium and Tertiary sediments, 3 - Tertiary volcanics, 4 - Mesozoic and Tertiary intrusive rocks, 5 - Upper Paleozoic sediments, 6 - Lower Paleozoic siliceous rocks, 7 - Lower Paleozoic sediments.



Obr. 2. Geologická mapa ložiskového pásma Cortez (podľa Briggsa, 1986). Vysvetlivky ako pri obr. 1.

Fig. 2. Geological map of the Cortez trend (according to Briggs, 1986). Explanations are the same as on the picture No 1.

ných alebo blízkych intrúziám), podtypu 5c (metasomatické rudné telesá obsahujúce impregnačnú Au mineralizáciu s Hg).

V poslednom období sa stále viac autorov prikláňa k názoru (Nelson, 1990, 1991), že pôvodným zdrojom zlata v týchto ložiskách je rudonosná čierna bridlica, ktorej nízky obsah Au sa vo vhodných litologických a štruktúrnych podmienkach účinkom hydrotermálnych procesov spätých s mladými intrúziami remobilizoval a akumuloval v priemyselných koncentráciách.

V 70. a 80. rokoch, keď hlavne v západných štátoch USA objavili rad významných Au ložísk analogického typu (Briggs, 1986), sa však ukázalo, že niektoré ložiská sú aj vo vlastnom prostredí intruzívnych hornín, resp. v bezprostrednej blízkosti ich kontaktu s okolitým horninovým prostredím (porfýrové Au ložiská). Takéto typy ložísk by podľa klasifikácie Bacha (1987) bolo možno zaradiť do typu 4 rudných ložísk (medenoporfýrové ložiská s Mo a Au), podskupiny 4b (porfýrové ložiská s prevahou Au). Spolu s mineralizáciou Au vyvinutou v sedimentárnom prostredí bez priameho vzťahu k intruzívnym horninám (Briggs, 1986) možno všetky uvedené typy ložísk označiť ako Au mineralizáciu impregnačného typu. Základná charakteristika vybraných Au ložísk impregnačného typu je v tab. 1.

Vyhľadávacie kritériá a príznaky

Základné vyhľadávacie kritériá a príznaky prítomnosti Au mineralizácie impregnačného typu vyplývajú z podmienok, za ktorých takéto ložiská vznikajú (vhodné rudonosné prostredie, zdroj hydrotermálnej aktivity). Základným magmatickým kritériom je priestorová blízkosť intruzívnych telies vhodného veku a zloženia (neovulkanický komplex s intruzívnym aparátom ap.) prerážajúcich staršie horninové prostredie. Optimálnym litologicko-petrografickým kritériom je prítomnosť mocných sedimentárnych súvrství tvorených hlavne karbonatickými typmi hornín (dolomit, vápenec), litologická variabilita súvrstvia (striedanie priepustných a nepriepustných, resp. porušených a neporušených hornín) a významná je aj prítomnosť organickej substancie v horninách (uhlíkatá bridlica ap.). Pre impregnačnú Au mineralizáciu porfýrového typu je priaznivým rudonosným prostredím samotná intruzívna hornina, resp. okolité horninové prostredie.

Dôležité sú aj štruktúrne a tektonické kritériá (blízkosť významných hlboko založených tektonických pásiem),

TAB. 1
Prehľad vybraných impregnačných Au ložísk v ložiskových pásmach Carlin a Cortez (podľa Briggsa, 1986)
The review of the selected disseminated gold deposits of the Carlin and Cortez trends (according to Briggs, 1986)

Gold Strike (obr. 1)	
Zásoba	3 300 000 t
Priemerná kovnatosť	1,8 gt^{-1} Au
Rudonosné prostredie	granodiority
Štruktúrne pomery	zlomy smeru S-J, rudné telesá doskovitého tvaru, v blízkosti zlomov väčšia mocnosť
Zmeny	silicifikácia, argilitizácia, dekarbonatizácia, oxidácia
Mineralógia	zlato, kremeň, sericit, ílovité minerály, pyrit, markazit, antimonit, realgár, auripigment, arzenopyrit, sfalerit
Geochemické anomálie	As, Sb, Hg
Vek mineralizácie	vrchná krieda
Rain (obr. 1)	
Zásoba	7 400 000 t
Priemerná kovnatosť	3,4 gt^{-1} Au
Rudonosné prostredie	tmavosivá tenkovrstvová bridlica, siltovec a pieskovec (formácia Webb)
Štruktúrne pomery	početná frekvencia zlomov smeru SV - JZ a SZ - JV
Zmeny	silicifikácia, argilitizácia, dekarbonatizácia, kalcifikácia, oxidácia
Mineralógia	zlato, kremeň, baryt, kaolinit, alunit, kalcit, oxidy Fe
Geochemické anomálie	As, Ba
Vek mineralizácie	spodný oligocén (?)
Cortez (obr. 2)	
Zásoba	3 600 000 t
Priemerná kovnatosť	8,7 gt^{-1} Au
Rudonosné prostredie	tmavosivý tenkovrstvový dolomitický vápenec (formácia Roberts Mts.), kremitý porfýr
Štruktúrne pomery	zlomy smeru SV - JZ a SZ - JV, rudné telesá vystupujú v tektonicky odkrytom okne
Zmeny	silicifikácia, dekarbonatizácia, kalcifikácia, argilitizácia, oxidácia
Mineralógia	zlato, kremeň, pyrit, illit, arzenopyrit
Geochemické anomálie	As, Sb, Hg, W, Tl
Vek mineralizácie	oligocén
Gold Acres (obr. 2)	
Zásoba	7 500 000 t
Priemerná kovnatosť	3,4 gt^{-1} Au
Rudonosné prostredie	tenkovrstvový piesčitý vápenec s organickým C (formácia Roberts Mts.), rohovce
Štruktúrne pomery	plytko upadajúce štruktúry presekáva systém strmo upadajúcich zlomov smeru S-J
Zmeny	silicifikácia, argilitizácia, dekarbonatizácia, dozretie organickej hmoty, oxidácia
Mineralógia	kalcit, kremeň, pyrit, galenit, chalkopyrit, molybdenit, scheelit
Geochemické anomálie	Ag, As, Hg, B, W
Vek mineralizácie	oligocén
Horse Canyon (obr. 2)	
Zásoba	3 800 000 t
Priemerná kovnatosť	3,1 gt^{-1} Au
Rudonosné prostredie	piesčitý vápenec s organickým C,siltovec
Štruktúrne pomery	zlomové línie smeru SSZ - JJV
Zmeny	silicifikácia, argilitizácia, oxidácia
Mineralógia	zlato, kremeň, ílovité minerály, pyrit, arzenopyrit, rumelka
Geochemické anomálie	As, Hg
Vek mineralizácie	oligocén

prítomnosť a početnosť lokálnych tektonických zlomov a puklín (optimálne podmienky sú hlavne na ich križovaní). Vo vlastnom sedimentárnom rudonosnom prostredí je priaznivým kritériom prítomnosť lokálnych vrásových štruktúr. Významné z hľadiska možného výskytu impregnačnej Au mineralizácie sú hydrotermálne a metasomatické zmeny okolitých hornín. V prvom rade ide o prejavy silicifikácie (vznik jasperoidov), ale významné sú aj pásma adularizácie, argilitizácie a pyritizácie, resp. ďalšie druhy premien. Pozitívnym príznakom v hypergénnych podmienkach je limonitizácia. Na možnú prítomnosť impregnačných Au rúd poukazuje aj existencia žilných, resp. skarnových rudných mineralizácií v širšom okolí predpokladaného výskytu (metalogenetické kritérium).

Z priamych prospekčných príznakov možnej prítomnosti impregnačnej Au mineralizácie je najdôležitejší zvýšený a anomálny obsah indikátorov tejto mineralizácie v sekundárnom a primárnom geochemickom poli. V prvom rade ide o obsah Au v pôde, v jemných ílovitých frakciách (vo väčšine prípadov ložiská tohto typu neindikuje prítomnosť zlatiniek v šlichoch) a v horninách, a to v rozsahu stotín až desatín gt^{-1}. Za priamy indikátor treba považovať aj anomálny obsah niektorých ďalších prvkov, hlavne As, Hg, Sb a Tl, v niektorých prípadoch aj Cu, Ag a i., v sekundárnom aj primárnom geochemickom poli (v porovnaní s regionálnym a lokálnym fónovým obsahom sledovaných prvkov).

Metodické princípy vyhľadávania

Zaužívaný metodický postup pri úspešnom vyhľadávaní a overovaní impregnačných Au ložísk, hlavne v USA, je striktne účelový (Adams, 1985; Briggs, 1986; Foster, 1991; Knésl, 1993). Vychádza sa zo základného výskumu (materiály US Geological Survey v mierke 1:1 000 000 a 1:250 000), resp. z podkladov prieskumných a banských spoločností, ktoré v záujmových územiach operovali už v minulosti. Širšie regióny (až do 10 000 km^2) sa v prvej fáze vyhľadávacích prác hodnotia rozborom známych údajov, ktoré sa spracúvajú na grafických podkladoch mierky 1:250 000. Hlavným podkladom sú mapy možných hydrotermálnych zdrojov a vhodných rudonosných prostredí, mapy štruktúrnych, tektonických a geomorfologických pomerov (vrátane erozívneho zrezu), mapy ložísk, výskytov a indícií Au mineralizácie a ďalších typov rudných mineralizácií, mapy premien a mapy údajov z regionálnej

aeromagnetiky a gravimetrie. Dôležitou súčasťou tohto štádia je konštrukcia ideových modelových rezov daným regiónom schematicky znázorňujúcich typy Au ložísk, ktorých prítomnosť je v regióne vzhľadom na jeho geologickú stavbu teoreticky možná. Po spracovaní podkladov sa určujú perspektívne ložiskové oblasti (rozsah do 500 km^2) a sústreďujú sa do nich ďalšie práce zodpovedajúce našej prvej fáze vyhľadávania. Za ložiskovo perspektívne sa pokladajú oblasti, v ktorých sa prekrývajú aspoň dve pozitívne vyhľadávacie kritériá.

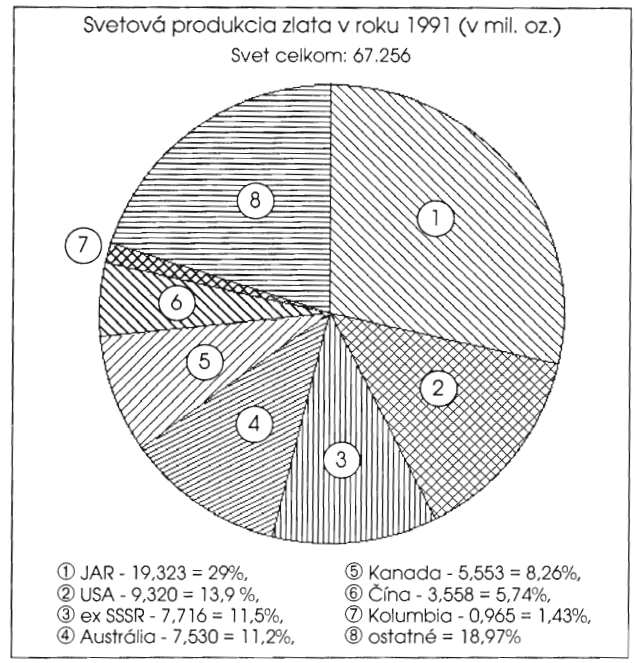
Vybrané oblasti sa mapujú v mierke 1:50 000, hodnotia sa pozitívne kritériá a príznaky prítomnosti Au impregnačného typu, sleduje sa obsah Au a ďalších indikačných prvkov vo významných odkryvoch, odoberajú sa orientačné pôdne vzorky a jemné ílovité sedimenty a sleduje sa distribúcia Au a ďalších indikačných prvkov. Hlavná pozornosť pri regionálnych geochemických prácach sa venuje sekundárne alterovaným horninám. V pozitívnom prípade je výsledkom prác lokalizácia perspektívneho územia (lokality) v rozsahu maximálne niekoľkých desiatok km^2 a to sa podrobnejšie skúma nasledujúcim súborom prác:

- Geochemické práce (pôdna metalometria, geochémia primárnych hornín z odkryvov), kde sa sleduje obsah a distribúcia Au a ďalších indikačných prvkov (As, Hg, Sb, Tl, resp. Cu, Ag ap.).
- Geologickomapovacie práce (účelové geologické mapy v mierke 1:10 000, resp. 1:5000) s hlavným dôrazom na litologické a štruktúrno-tektonické pomery a na rozšírenie a charakter premien.
- Overovanie zistených geochemických anomálií orientačnými vrtmi. Pri pozitívnych výsledkoch a priaznivom prognóznom hodnotení lokality sa následne realizuje relatívne hustá sieť ložiskových vrtov.
- Zisťovanie základných parametrov upraviteľnosti suroviny v laboratórnom rozsahu (hlavne z hľadiska možnosti použiť priame lúhovanie).
- Celkové zhodnotenie výsledkov v podobe geologicko-ekonomicko-technického rozboru (feasibility study) a v prípade pozitívnych výsledkov štúdie návrh otvárky ložiska.

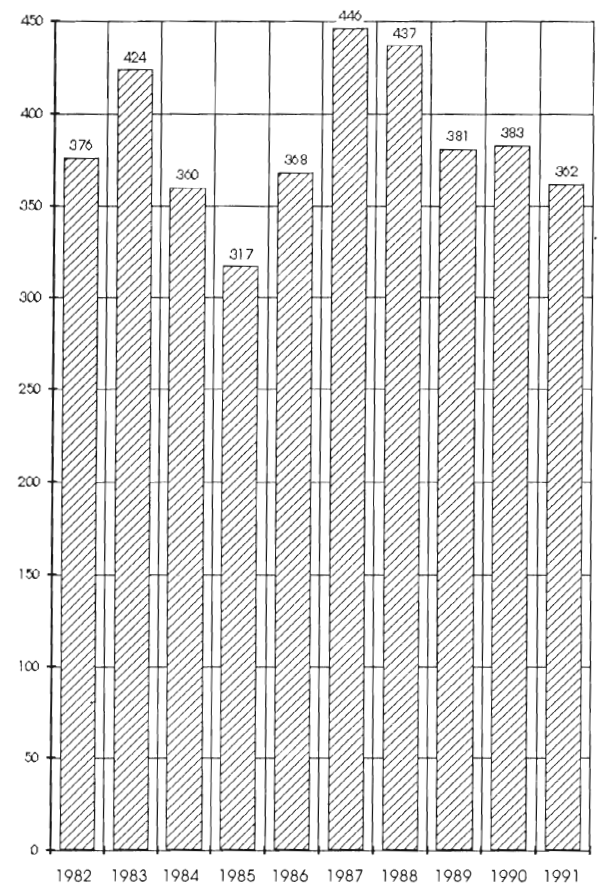
Treba podčiarknuť, že metodické kroky sa realizujú iba po pozitívnych výsledkoch predchádzajúcich krokov, v opačnom prípade sa od ďalších prác nekompromisne odstupuje. Niektoré všeobecne zaužívané zásady uvedeného metodického postupu (práce v podobe ročných projektov s jednoznačne stanovenými čiastkovými cieľmi, vzorkovanie a rozbor všetkých odobratých vzoriek a kompletných vrtných profilov v prvom rade na obsah Au, vŕtanie väčšiny vrtov, hlavne vo vyšších fázach prieskumu bezjadrovým spôsobom ap.) by bolo treba aplikovať aj v našich podmienkach.

Ekonomika Au mineralizácie impregnačného typu

Pred realizáciou vyhľadávacieho programu, v konkrétnom prípade zameranom na vyhľadávanie impregnačnej Au mineralizácie, treba stanoviť približnú minimálnu priemernú kovnatosť, ktorá by bola pri súčasných (a najmä budúcich) cenových reláciách ešte ekonomicky ťažiteľná. Prehľad hlavných svetových producentov zlata je na obr. 3, priemernú ročnú svetovú cenu Au v uplynulých 10 rokoch ukazuje obr. 4.



Obr. 3. Hlavní svetoví producenti zlata (1991).
Fig. 3. The main world gold producers (1991).



Obr. 4. Prehľad priemernej ceny zlata (1982 - 1991).
Fig. 4. The review of the average gold prices (1982 - 1991).

Oproti roku 1991, keď bola priemerná cena Au 362 USD/oz (11,6 USD/g), roku 1992 priemerná cena Au poklesla pod 350 USD/oz (pod 11,3 USD/g) a koncom roku 1992 až na 332,90 USD/oz (10,7 USD/g). V prvom štvrťroku 1993 stagnácia a pokles ceny Au pokračovali a 10.3.1993 dosiahla cena Au na londýnskej burze sedemročné minimum 326,10 USD/oz (10,5 USD/g). Aj keď vývoj svetovej ceny zlata v prvom štvrťroku 1993 dával spočiatku za pravdu pesimistickým predpovediam o možnom poklese v tomto roku pod 320 USD/oz (10,3 USD/g), ba dokonca aj pod 300 USD/oz (9,6 USD/g), vývoj v druhom a začiatkom tretieho štvrťroka 1993 jednoznačne hovorí o opaku. Už začiatkom mája 1993 cena zlata opätovne prekročila hranicu 350 USD/oz (11,3 USD/g) a ďalej stúpala, 30.6.1993 dosiahla 378,95 USD/oz (12,2 USD/g) a 9.7.1993 až 391,10 USD/oz (12,6 USD/g). Pritom sa všeobecne predpokladá, že v najbližšom čase opäť môže prekročiť magickú hranicu 400 USD/oz (12,9 USD/g), čo pri prepočte 1 USD = 33 Sk predstavuje 425,70 Sk/g.

Predikovať ďalší vývoj svetovej ceny zlata (Zedník, 1993) je ťažké. Mimoriadny pokles koncom uplynulého a začiatkom tohto roku ovplyvnili hlavne niektoré svetové banky odpredajom značného množstva zlata. Príčinou súčasného relatívne značného rastu ceny Au (ale aj Ag a Pt) môžu byť znížené úrokové sadzby hlavných svetových mien, ale zrejme sa už prejavujú aj faktory vychodiace z labilnej hospodárskej situácie Juhoafrickej republiky v najbližších rokoch v súvislosti s politickými a ekonomickými zmenami vyvolanými zánikom apartheidu (všeobecné voľby v JAR sa očakávajú v prvej polovici roku 1994), ako aj s krajne neistou politickou a hospodárskou situáciou v Rusku a v ďalších štátoch bývalého ZSSR.

So značnou mierou istoty možno predpokladať, že cena zlata v najbližších 10 rokoch bude skôr rásť a jej priemer na úrovni 400 USD/oz (12,9 USD/g) okolo roku 2000 možno pokladať skôr za minimalistický.

V USA sa i pri relatívne nízkej cene koncom roku 1992 ťažili ložiská Au s obsahom okolo 1,8 gt^{-1} Au (povrchový spôsob veľkokapacitnej ťažby, výťažnosť okolo 90 %, úprava priamym lúhovaním rudy na špeciálne upravených povrchových skládkach). Naše úvahy vychádzajú z predpokladov, že u nás sú ekonomicky zaujímavé impregnačné Au rudy s obsahom minimálne 2,5 gt^{-1} Au, čo pri predpokladanej výťažnosti 80 % a cene od 350 do 400 USD/oz (11,3 až 12,9 USD/g) znamená, že sa úžitková cena 1 t rudy bude pohybovať od 746 do 851 Sk (pri prepočte 1 USD = 33 Sk). Pre vysokú hustotu osídlenia a ďalšie podmienky nemožno na Slovensku počítať s priamym lúhovaním podrvenej rudy na špeciálne upravených povrchových skládkach (heap leaching), ale s jej drvením, mletím a následnou kyanizáciou v úpravni. Dá sa však predpokladať, že aspoň časť týchto ložísk bude ťažiteľná povrchovým spôsobom.

Predbežné úvahy ukazujú, že pokiaľ ide o povrchovo ťažiteľné akumulácie impregnačných Au rúd, už kovnatosť okolo 2,5 gt^{-1} Au bude mať priemyselný význam. Pri podzemnej ťažbe Au rúd možno za spodnú hranicu kovnatosti pokladať hodnotu okolo 4,5 gt^{-1} Au.

Súčasné poznatky o zlatonosnosti Slovenska

Písomné doklady o ťažbe Au rúd na Slovensku siahajú iba do počiatku 14. stor. (Knésl et al., 1980; Štubňa a Gayer, 1984), ale je viac ako pravdepodobné (a potvrdzujú to aj archeologické nálezy), že sa tu zlato získavalo už oveľa skôr, azda od keltských čias. Reálne možno odhadnúť (tab. 2), že sa z územia terajšieho Slovenska do roku 1970, keď sa v Kremnici zavrelo posledné zlaté ložisko, získalo asi 37 500 kg Au, z toho okolo 33 000 kg z primárnych ložísk a 4500 kg z ryžovísk, ktoré sa exploatovali najmä v počiatkoch baníckej činnosti. Z uvedeného množstva na oblasti budované neovulkanitmi pripadá okolo 30 500 kg Au a na územia z predneogénnych hornín asi 7000 kg (včítane ryžovísk). Podľa katastrálnych území sa v súčasnosti na Slovensku eviduje 192 ložísk, výskytov a indícií zlata.

Po roku 1970 sa neveľké množstvo Au získava ako vedľajší produkt pri spracúvaní medenej rudy z ložiska Slovinky a z polymetalických rúd ložiska Banská Štiavnica. Od roku 1989 sa malé množstvo Au získalo v rámci prípravných a otvárkových prác z povrchového ložiska Šturec v Kremnici, kde sa ročne spracovalo maximálne 10 000 kg rudy s priemerným obsahom okolo 2 gt^{-1} Au. Od roku 1991 sa úspešne rozvíja ťažba Au z ložiska Hodruša. Predpokladá sa, že sa tam roku 1993 získa asi 220 kg Au (v súčasnosti je ložisko Hodruša-Svetozár jediným ťaženým ložiskom zlata na Slovensku).

Renesancia prieskumnej aktivity na zlato nastala koncom 70. rokov. Bola vypracovaná štúdia Slovensko - Au,

TAB. 2
Základné informácie o zlate na Slovensku
The basic information about gold at Slovakia

Rudný rajón	Plocha (km^2)	Počet lokalít	z toho ťažených	Množstvo Au (kg)	z toho ryžoviská
Kremnické vrchy	535	8	5	20 000	80
Levočské vrchy	1510	5	1	5	5
Malá Fatra	540	5	-	-	-
Malé Karpaty	855	4	2	145	50
Nízke Tatry	1215	22	14	1670	600
Nová Baňa-Kľak	715	4	2	250	40
Poľana-Javorie	670	4	-	-	-
Považský Inovec	475	10	1	2000	2000
SGR+	3075	38	24	2290	670
Slanské vrchy	550	8	2	50	30
Suchý-Malá Magura	1305	9	7	600	600
Štiavnické vrchy	735	8	6	10 200	150
Tríbeč	510	6	-	-	-
Veľká Fatra	655	1	-	-	-
Veporidy	2605	24	7	135	120
Vihorlat-Popriečny	430	4	-	-	-
Vysoké Tatry	675	1	1	20	20
Zemplínsky ostrov	75	1	-	-	-
Žiar	160	1	-	-	-
Rudné rajóny SR	17 290	163	72	37 365	4365
Zvyšok územia SR	31 719	29	21	135	135
Slovensko spolu	49 009	192	93	37 500	4500

(+ spolu s rudnými rajónmi Branisko-Čierna hora, Gemer-Rimava a Slovenský kras)

ktorá inventarizuje výskyty Au na Slovensku a obsahuje aj ich prognózu. Roku 1978 sa začal vyhľadávací prieskum drahokovovej mineralizácie v kremnickom poli a postupne sa rad úloh zaoberajúcich sa Sb, Pb-Zn-Cu a W dopĺňa o riešenie ich zlatonosnosti (úloha Pezinok, Liptovská Dúbrava, Banská Štiavnica, Hodruša, Zlatá Baňa, Jasenie a i.). Otázkam Au sa venujú aj regionálne zamerané geochemické štúdie (Regionálna geochémia ZK, Slovensko - mineralogicko-geochemická prospekcia) a na základe ich výsledkov vznikajú nové úlohy zamerané na vyhľadávanie zlatej mineralizácie (Uderiná a i.).

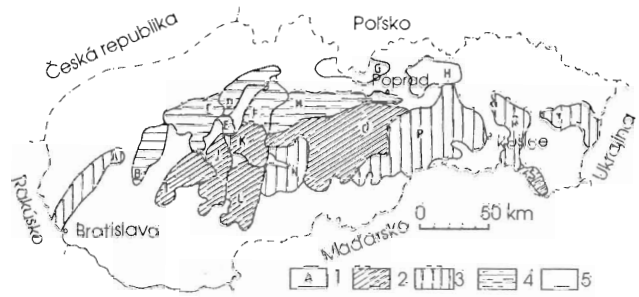
Konkrétne ťažobné zámery týkajúce sa Au sú teraz v rudnom rajóne Štiavnických vrchov (Hodruša, pripovrchové časti banskoštiavnických žíl, Banky), v rudnom rajóne Kremnických vrchov (Šturec) a v malokarpatskom rudnom rajóne (lokalita Pezinok-JV, Vinohrady a Trojárová). V súčasných ekonomických podmienkach je v najbližšom období reálna ťažba Au rúd iba z ložiska Hodruša (Ondris, 1992). Možnosť získavať zlato v okolí Pezinka závisí hlavne od vyriešenia technológie úpravy, ťažba Au rúd v Kremnici je podmienená vyhľadaním úsekov ložiska s kovnatosťou nad 5,0 gt^{-1} Au a s možnosťou ich selektívnej ťažby.

V súčasnosti sa na Slovensku realizuje rad prieskumných úloh zameraných na vyhľadávanie zlatej mineralizácie (rudný rajón Malé Karpaty, Považský Inovec, Suchý-Malá Magura, Štiavnické vrchy, Kremnické vrchy, Nízke Tatry, veporidy, SGR, Zemplínsky ostrov, Slanské vrchy). Riešia jednak perspektívu na Slovensku tradičných typov Au mineralizácie v oblastiach, kde sa zlato v minulosti úspešne ťažilo, jednak perspektívu a prognózne možnosti netradičných typov Au rúd, ktoré neboli na Slovensku známe.

Priaznivá geologická a metalogenetická stavba Slovenska a bohatá história ťažby zlata dovoľujú vysloviť optimistický predpoklad týkajúci sa vyhľadávania nových, ekonomicky využiteľných koncentrácií Au rúd (Knésl, 1991). Nemožno vylúčiť ani objav ďalších ťažiteľných akumulácií Au rúd v priestore v minulosti ťažených ložísk, najmä v stredoslovenských neovulkanitoch, ale aj v predterciérnych útvaroch (Malé Karpaty, Nízke Tatry, SGR). Ale podstatne väčšiu perspektívu ponúkajú netradičné formy Au mineralizácie, ktoré boli - okrem posledných rokov - mimo záujmu. Medzi netradičné formy Au mineralizácie treba v prvom rade zaradiť impregnačné Au rudy (carlinský a porfýrový typ), ale značnú perspektívu má aj vyhľadávanie žilníkovo-impregnačnej Au mineralizácie viažucej sa na dislokačné zóny (Uderiná a rad ďalších indícií, hlavne vo veporidách). V neposlednom rade je otvorená i otázka vyhľadania primárnych zdrojov zlata našich najväčších ryžovísk (Zlatníky v Považskom Inovci, Malinová v Malej Magure).

Prejavy impregnačnej Au mineralizácie na Slovensku

Na území Slovenska sa prvé indície prítomnosti impregnačnej Au mineralizácie zistili iba nedávno (Knésl et al., 1989; Knéslová, 1989; Grušinský a Fuléniová, 1991). Jej perspektívy v podobe výberu najdejnejších oblastí a orientačného geochemického vzorkovania lokalít rieši štúdia Slovensko - impregnačné Au rudy, ktorú realizuje š. p. Geologický prieskum Spišská Nová Ves (Knésl, 1991).



Obr. 5. Perspektívy impregnačnej Au mineralizácie v rudných rajónoch Slovenska. 1 - rudné rajóny: A - Malé Karpaty, B - Považský Inovec, C - Suchý-Malá Magura, D - Malá Fatra, E - Žiar, F - Veľká Fatra, G - Vysoké Tatry, H - Levočské vrchy, I - Tríbeč, J - Nová Baňa-Kľak, K - Kremnické vrchy, L - Štiavnické vrchy, M - Nízke Tatry, N - Poľana-Javorie, O - veporidy, P - SGR, R - Slanské vrchy, S - Zemplínsky ostrov, T - Vihorlat, 2 - rudné rajóny so známymi indíciami impregnačnej zlatej mineralizácie (IZM) a s priaznivými predpokladmi IZM, 3 - rudné rajóny s priaznivými predpokladmi IZM, 4 - rudné rajóny s možnými predpokladmi IZM, 5 - rudné rajóny s nepredpokladanou prítomnosťou IZM, resp. neodporúčané na prieskum z iných dôvodov.

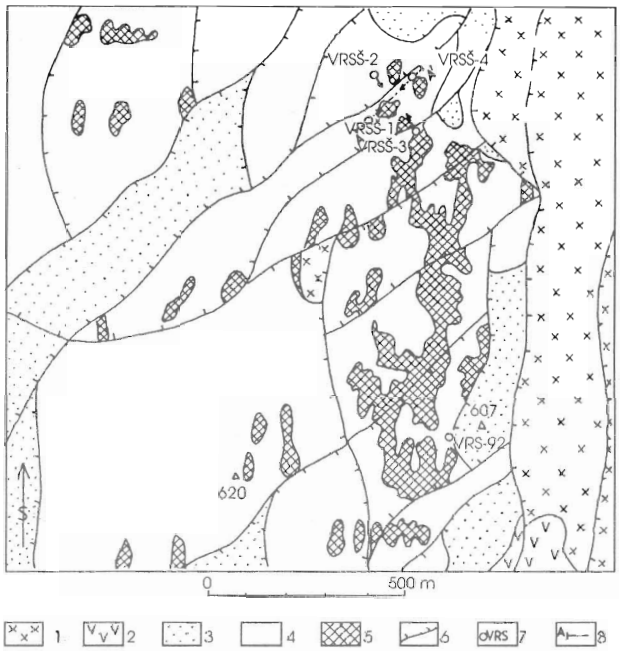
Fig. 5. The predictions of the disseminated gold mineralization in ore districts of Slovakia. 1 - ore districts: A - Malé Karpaty, B - Považský Inovec, C - Suchý-Malá Magura, D - Malá Fatra, E - Žiar, F - Veľká Fatra, G - Vysoké Tatry, H - Levočské pohorie, I - Tríbeč, J - Nová Baňa-Kľak, K - Kremnické vrchy, L - Štiavnické vrchy, M - Nízke Tatry, N - Poľana-Javorie, O - Veporicum, P - SGR, R - Slanské vrchy, S - Zemplínsky ostrov, T - Vihorlat, 2 - ore districts with known indications of the disseminated gold mineralization (DGM) and with the favorable suppositions of DGM, 3 - ore districts with the favorable suppositions of DGM, 4 - ore districts with possible suppositions of DGM, 5 - ore districts with unsupposed presence of DGM or unrecommended for exploration from another reasons.

Čiastkové výsledky v podobe prognózneho členenia rudných rajónov sú na obr. 5.

Prospekčný význam zistených indícií sa bližšie skúmal na lokalite Remata v Kremnických vrchoch (Knéslová et al., 1991) a Sokolec v Tríbeči (Oružinský et al., 1992). Pre obidve lokality je charakteristický výskyt jasperoidov v karbonatických horninách a výrazné anomálie As, Sb, Hg a Tl v primárnom aj sekundárnom geochemickom poli, najmä v prostredí karbonatického mezozoika.

Na lokalite Remata (obr. 6) vystupujú telesá jasperoidov v chočskom triasovom dolomite v blízkosti tektonického styku mezozoika s vulkanitmi rematskej formácie. Pôdna geochemická anomália As, Hg a Sb sa detailnejšie skúmala podrobnejšími geologickými, geochemickými, atmoaurimetrickými a geofyzikálnymi prácami a výsledky sa overili orientačnými vrtmi.

Prognózna plocha má rozlohu asi 8 km^2 a jej smerná dĺžka paralelného smeru s tektonickým stykom mezozoika s vulkanitmi je 4 km. Na povrchu vystupujú triasové dolomity, silicifikované dolomity a jasperoidy. Obsah Au v nich kolíše od stôp do 0,26 gt^{-1}, sekundárne aj primárne geochemické pole je charakterizované anomálnym obsahom As, Hg, Sb, Ag a zvýšeným obsahom Tl. V ovzduší bol nameraný obsah Au vyše 40 ngm^{-3}. V centre anomálie boli odvŕtané dve dvojice šikmých profilových vrtov (obr. 7) s cieľom zistiť priestorový prípadný sekundárne silicifikova-



Obr. 6. Geologická mapa lokality Remata. 1 - dioritové porfyrity (sarmat), 2 - pyroxenické andezity (báden), 3 - pieskovce, 4 - ílovce (paleogén), 4 - dolomity chočského príkrovu (stredný trias), 5 - jasperoidy, 6 - zlomy, 7 - vrty, 8 - línia rezu.

Fig. 6. Geological map of the Remata occurrence. 1 - diorite porphyries (Sarmatian), 2 - pyroxene andesites (Tortonian), 3 - sandstones, mudstones (early Tertiary), 4 - dolomites of Choč unit (middle Triassic), 5 - jasperoids, 6 - faults, 7 - bores, 8 - line of geological section.

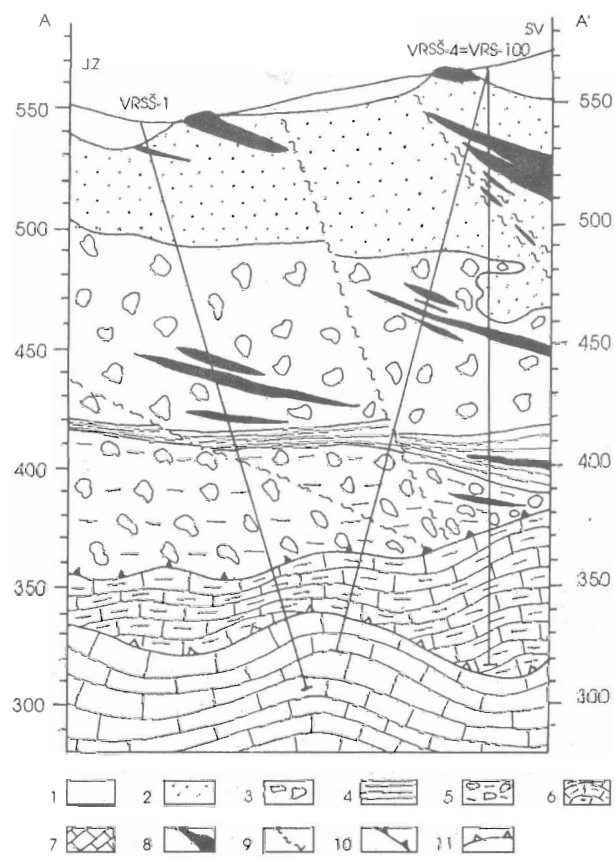
ných zón (jasperoidov) a distribúciu Au. Ukázalo sa, že jasperoidy nie sú v hĺbke rozšírené súvislejšie (tvoria iba nepravidelné šošovkovité telesá) a obsah Au sa v nich pohybuje od stotín do niekoľkých desatín gt^{-1}. Vrty zachytili súvrstvie tmavej ílovitej bridlice tvoriace polohu v triasovom dolomite s obsahom organického uhlíka od 3 do 7 %. Aj keď obsah Au v polohe tmavej ílovitej bridlice výrazne prevyšuje obsah v okolitých horninách, v navŕtaných úsekoch ani v jednom prípade nie je vyšší ako 1 gt^{-1} Au.

Lokalita Sokolec je v katastri obce Malá Lehota v rozdielskom bloku rudného rajónu Tríbeča. Okolie budujú hlavne migmatity rozdielskeho kryštalinika, permské sedimenty a spodnotriasový kremenec tríbečskej série a triasový dolomit krížňanskej tektonickej jednotky. V priestore tektonického styku kremenca a dolomitu je na povrchu vyvinutá pomerne rozsiahla zóna jasperoidov (pravdepodobne geneticky spätá s neovulkanitmi Vtáčnika) s obsahom Au v stotinách až desatinách gt^{-1}. Hodnotenie čiastkových výsledkov geochemických prác tu ešte nie je uzavretě, ale oblasť spĺňa všetky základné pozitívne kritériá poukazujúce na prítomnosť impregnačnej zlatej mineralizácie carlinského typu a jej perspektívy sa v rámci štúdie naďalej sledujú.

Prognózne možnosti impregnačných Au rúd na Slovensku

Základné podmienky na vznik ložiskových akumulácií impregnačnej Au mineralizácie sú na rozličných miestach Slovenska. Optimálne teoretické predpoklady sú predovšetkým v okrajových častiach rudných rajónov stredoslovenských neovulkanitov, a to tam, kde na povrch vystupujú mezozoické karbonatické súvrstvia v podobe dolomitu a vápenca. Ale tento typ mineralizácie sa môže vyskytovať aj v sedimentárnom, resp. metamorfovanom prostredí proterozoického a paleozoického veku v tých rudných rajónoch, v ktorých vystupujú intruzívne telesá mladších granitoidných hornín, ako je to napr. v Spišsko-gemerskom rudohorí.

Impregnačné typy Au rúd vyvinuté vo vlastnom intruzívnom prostredí, resp. v jeho bezprostrednej blízkosti sa môžu vyskytovať jednak v intruzívnych aparátoch stredoslovenských a východoslovenských neovulkanitov, jednak v intruzívnom prostredí budovanom vhodnými typmi



Obr. 7. Geologický rez lokalitou Remata. 1 - svahová hlina (kvartér), 2-5 - chočský príkrov (stredný až vrchný trias): 2 - dolomit, 3 - dolomitická brekcia, 4 - čierna bridlica (mineralizovaná zóna, obsah Au do 1 gt^{-1}), 5 - dolomitická brekcia so šošovkami čiernej bridlice, 6-7 - krížňanský príkrov (rét až spodná kriedа): 6 - tmavosivý vápenec s polohami čiernej bridlice, 7 - slieňtý vápenec, 8 - jasperoidy, 9 - zlomy, 10 - násunová línia chočského príkrovu, 11 - násunová línia šupiny rétu krížňanského príkrovu.

Fig. 7. Geological section through Remata occurrence. 1 - sloap loams (Quaternary), 2-5 - Choč unit (middle - upper Triassic): 2 - dolomites, 3 - brecciated dolomites, 4 - black shales (mineralized zone, gold content up to 1 gt^{-1}), 5 - brecciated dolomites with lensis of black shales, 6-7 - Krížna unit (Rhaet - lower Cretaceous): 6 - dark-grey limestones with lensis of black shales, 7 - marly limestones, 8 - jasperoids, 9 - faults, 10 - overfault line of Choč unit, 11 - overfault line of Rhaet's slice of Krížna unit.

granitoidných hornín (kriedové intruzívne horniny ap.). Metalogenetické rajónovanie Slovenska (tab. 2) uvádzame podľa Ilavského a Sattrana (1980), rudné rajóny veporidy-sever, stred a juh sa spájajú do rudného rajónu veporíd, rudné rajóny SGR, Gemer-Rimava, Slovenský kras a Branisko-Čierna hora do rudného rajónu SGR.

Pri oceňovaní perspektív a prognóznych možností prítomnosti impregnačnej Au mineralizácie na Slovensku treba brať súčasne do úvahy ďalšie faktory.

Po prvé, impregnačná Au mineralizácia sa môže vyskytovať aj v podrobne preskúmaných územiach (v blízkosti opustených či dožívajúcich rudných ložísk, resp. tam, kde sa realizovali a realizujú prieskumné práce zamerané na najrôznejšie typy rudných surovín, včítane Au). Jednoducho to možno vysvetliť tak, že sa horniny, ktoré môžu byť nositeľom impregnačnej Au mineralizácie priemyselného významu, na zlato neanalyzovali (vizuálne nie sú rudonosné, nízka citlivosť analýz na Au, nedostatok analytických kapacít na Au a ďalšie analogické príčiny). Aj keď sa v regionálnom rozsahu šlichové vzorky prakticky odobrali zo všetkých vodných tokov Slovenska a pri ich hodnotení sa prítomnosti zlatiniek venovala značná pozornosť, impregnačnú Au mineralizáciu spravidla prítomnosť zlatiniek v šlichoch neindikuje.

Po druhé, jedným z priamych indikátorov prítomnosti impregnačnej Au mineralizácie sú jasperoidy. V tejto súvislosti treba upozorniť na to (Holland et al., 1988; Nelson, 1990), že nie všetky telesá jasperoidov indikujú prítomnosť zlata priemyselného významu. Rad príkladov z prieskumných akcií v západných štátoch USA (Berger a Bonham, 1990; Nelson, 1990) ukazuje, že niektoré jasperoidy, aj keď sa obsahom zlata a ďalších indikačných prvkov neodlišujú od tých, v ktorých blízkosti sa objavili ťažiteľné ložiská impregnačných Au rúd, nie sú prejavom hydrotermálnej aktivity vedúcej k vytvoreniu priemyselných akumulácií zlata, ale vznikli ako produkt bezrudnej hydrotermálnej činnosti. Odlíšiť produktívne a jalové typy jasperoidov bez realizácie aspoň minimálneho rozsahu orientačných vrtov v ich blízkosti prakticky nemožno. V poslednom období sa túto zložitú otázku pokúšajú riešiť pomocou trendovej analýzy (Nelson, 1990).

Z hľadiska perspektív prítomnosti impregnačnej zlatej mineralizácie sme rudné rajóny Slovenska rozdelili do štyroch skupín (obr. 5). Do prvej (Kremnické vrchy, Nová Baňa-Kľak, Štiavnické vrchy, Tríbeč, veporidy, Zemplínsky ostrov) zaraďujeme rudné rajóny s optimálnymi predpokladmi prítomnosti impregnačnej zlatej mineralizácie, kde prítomnosť tejto mineralizácie indikujú výrazné priame prospekčné príznaky (jasperoidy, obsah Au v primárnych horninách, výrazné geochemické anomálie). Druhú skupinu (Malé Karpaty, Poľana-Javorie, Slanské vrchy, SGR, Vihorlat) tvoria rudné rajóny s optimálnymi predpokladmi prítomnosti impregnačnej Au mineralizácie, ale v ktorých sa jej prítomnosť - okrem sporadických geochemických indícií - doteraz jednoznačne nepreukázala. Tretiu skupinu (Malá Fatra, Nízke Tatry, Považský Inovec, Suchý-Malá Magura, Veľká Fatra, Žiar) reprezentujú rudné rajóny s metalogenetickými predpokladmi výskytu Au mineralizácie, pravdepodobne aj impregnačného typu. Napokon štvrtú skupinu predstavujú rudné rajóny bez teoretických predpokladov prítomnosti tohto typu Au mineralizácie (Levočské vrchy), resp. rajóny, kde vyhľadávanie a prieskum týchto (ale aj iných) typov ložísk by neboli z najrôznejších príčin únosné (Vysoké Tatry, z turistického hľadiska najväčšie bohatstvo Slovenska).

Podľa súčasnej, a najmä budúcej ekonomickej situácie sa treba zamerať na prognózy a vyhľadávanie takých zdrojov Au mineralizácie, ktorých priemerná kvalita bude minimálne 2,5 gt^{-1} Au (pokiaľ budú ťažiteľné povrchovo) a pri podzemnej ťažbe by sa spodná hranica kovnatosti mala pohybovať okolo 4,5 gt^{-1} Au. Pri predpokladanej súhrnnej minimálnej 80% výťažnosti (výrubnosť, znečistenie, straty pri úprave a pri výrobe zliatku) to znamená, že spodná hranica úžitkovej hodnoty rudy (pri cenovom rozpätí od 350 USD do 400 USD/oz, to je od 10 USD do 12,9 USD/g) a pri prepočte 1 USD = 33 Sk by sa pohybovala od 660 Sk do 851 Sk pri rude povrchovo ťažiteľnej a od 1188 do 1533 Sk pri rude ťažiteľnej podzemným spôsobom.

Kapacita očakávaných ložísk impregnačných Au rúd na Slovensku (v porovnaní so svetovými ložiskami pôjde, prirodzene, o nižšie veľkostné parametre) by sa mala pohybovať od 500 000 t rudy (ložiská malého rozsahu obsahujúce 1 až 1,8 t vyťažiteľného zlata) až po 5 000 000 t rudy (ložiská veľkého rozsahu obsahujúce 10 až 18 t zlata).

Pokiaľ by sa zabezpečili finančné prostriedky na prieskum (prognózne zdroje P-1, resp. až zásoba kategórie Z-3) zo štátneho rozpočtu a následný prieskum (zásoba kategórie Z-2, resp. Z-1, technicko-ekonomická štúdia, príprava a otvárka ložiska) za spoluúčasti zahraničného kapitálu, je na Slovensku reálna možnosť postupne objavovať a využívať impregnačné typy Au ložísk, a to v rozsahu, ktorý by mohol výrazne zmeniť našu súčasnú zlatonosnú bilanciu a vyústiť do sebestačnosti SR v ťažbe zlata už v najbližších 10 až 15 rokoch.

Záver

Na území Slovenska, kde sa prvé indície možnej prítomnosti Au mineralizácie impregnačného typu zistili relatívne nedávno (Knésl et al., 1989), sú značné teoretické predpoklady výskytu tohto netradičného typu Au mineralizácie. Naše súčasné nazeranie na možné perspektívy zlatonosného baníctva je do značnej miery analogické so situáciou v západných štátoch USA začiatkom 60. rokov (bohatá história nášho drahokovového baníctva, vysoký stupeň vyťaženosti známych ložísk, vysoký stupeň geologickej a ložiskovej preskúmanosti územia pokiaľ ide o prítomnosť tradičných typov rudných mineralizácií).

Článok poukazuje na dôležitosť riešenia problematiky vyhľadávania impregnačných Au rúd, a to pre priaznivú geologickú a metalogenetickú stavbu Slovenska, ako aj z ekonomického hľadiska. V súlade so stratégiou vyhľadávania nových rudných ložísk vo viac ráz skúmaných územiach (Coope, 1991) treba podčiarknuť, že na nové typy rudnej mineralizácie sú spravidla najperspektívnejšie rudné rajóny so známymi, pre danú oblasť klasickými rudnými ložiskami. V prípade impregnačných Au rúd sa to týka

hlavne rudných rajónov Kremnických a Štiavnických vrchov, SGR a priľahlých území.

Záverom si jeden z autorov tohto príspevku dovoľuje srdečne poďakovať pracovníkom spoločnosti Placer Outukumpu Exploration (Kingston, UK) a Placer Dome US (Reno, Nevada), ktorí mu umožnili podrobne sa oboznámiť s danou problematikou.

Literatúra

Adams, S. S. 1985: Using geological information to develop exploration strategies for epithermal deposits. *Rev. Econ. Geol., 2, Geology and Geochemistry of epithermal systems, El Paso-USA, 273 - 298.*

Bache, J. J. 1987: World Gold Deposits. A geological Classification. (English translation.) *North Oxford Academic Publishers Ltd., UK, 174.*

Berger, B. R. & Bonham, H. F. 1990: Epithermal gold silver deposits in the Western United States: time-space products of evolving plutonic, volcanic and tectonic environments. *Epithermal Gold Mineralization of the Circum Pacific, II, Elsevier, 103 - 142.*

Briggs, D. V. 1986: Carlin-Type Gold Deposits in the Great Basin Province of the Western United States. *PDUS, Reno, 25.*

Coope, J. A. 1991: Carlin Trend Exploration History: Discovery of the Carlin Deposit. *Nevada Bureau of Mines and Geology. Spec. Publ., 13, Reno, 16.*

Foster, F. 1991: Geology and General Overview of the Golden Sunlight Mines Inc. *Whitehall, Montana, PDUS, Whitehall, 11.*

Holland, P. T., Beaty, D. W. & Snow, G. G. 1988: Comparative Elemental and Oxygen Isotope Geochemistry of Jasperoid in the Northern Great Basin. Evidence for Distinctive Fluid Evolution in Gold Producing Hydrothermal Systems. *Econ. Geol., 53, 1401 - 1424.*

Ilavský, J. & Sattran, V. 1980: Vysvětlivky k metalogenetické mapě Československa. *ÚÚG Praha, 48.*Knésl, J. et al. 1980: Štúdia Slovensko-Au. Inventarizácia Au výskytov a prognózy Au na Slovensku. *Manuskript - archív GP Spišská Nová Ves, 401.*

Knésl, J., Knéslová, A. & Maťová, V. 1989: K možnostiam výskytu Au rúd typu Carlin na území SR. *Geol. Průzk., 29, 12, 358 - 361.*

Knésl, J. 1991: K stratégii vyhľadávania Au rúd na území Slovenska. (Seminár SGS, 28.11.1991). *Mineralia slov., 24, 3 - 4, 332.*

Knésl, J. 1993: Impregnačné typy Au mineralizácie v západných štátoch USA. *Geol. Průzk., 33.*

Knéslová, A. 1989: Predbežná informácia o výskyte Au-Sb mineralizácie pri Handlovej. *Mineralia slov., 21, 3, 274.*

Knéslová, A. et al. 1991: Remata-Sklené - VP, Au-Cu rudy. Záverečná správa so stavom k 30.11.1991. *Manuskript - GP Spišská Nová Ves, 160.*

Nelson, C. E. 1990: Comparative geochemistry of jasperoids from Carlin-type gold deposits of the western United States. *Epithermal Gold Mineralization of the Circum Pacific, II. Elsevier, 171 - 196.*

Nelson, C. E. 1991: Metaliferous Marine Black Shales and Fossil Petroleum Reservoirs - Source Rock and Host Environment for Carlin Type Gold Deposits. *Geol. Soc. Nevada, Reno, 249 - 254.*

Ondris, P. 1992: Problematika zlatých ložísk Slovenska z hľadiska ich najbližšej využiteľnosti. *Zbor. prednášok, sek. geológia. TU Košice, 63 - 68.*

Oružinský, V. & Julényiová, E. 1991: Prejavy možného výskytu Au mineralizácie typu Carlin v oblasti štiavnicko-hodrušského hrastu. *Geol. Průzk., 33, 8, 231 - 235.*

Oružinský, V. et al. 1992: Charakteristika jasperoidov v razdielskom bloku pohoria Tríbeč (širšie okolie kóty Sokolec). *Manuskript - PFUK Bratislava, 39.*

Radtke, A. S. 1985: Geology of the Carlin Gold Deposit, Nevada. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper. 1267, 124.*

Štubňa, S. & Gayer, B. 1987: História, súčasnosť a budúcnosť kremnického rudného baníctva. *Zborník sympózia HPVVT, sek. H, 157 - 166.*

US Bureau of Mines, 1992: Mineral Commodity Summaries 1992. *United States Department of the Interior. Bureau of Mines, 204.*

Zedník, V. 1993: Prognóza vývoje ceny zlata do roku 2007. *Horn. Příbram ve věde a tech. sek., Z, 7.*

The possibilites of the presence of disseminated gold mineralization at Slovakia

The disseminated gold mineralization (further abbreviation DGM) represents one from the main targets of the contemporary exploration activities at all. Generally, DGM is characterized by:

- presence of submicroscopic, unvisable gold,
- specific association of elements within the geochemical field (Au, As, Hg, Sb, Tl),
- specific characteristic of the hosted rocks,
- mostly characteristic of the hosted rocks,
- mostly open pit minable ore reserves (total amount about 1 mil. tons and higher, average metal content between 1 and 10 gt^{-1} Au).

Among DGM, two main types of mineralization can be distinguished. The Carlin-type is hosted by sedimentary, secondary altered rocks and the porphyry-type is hosted by volcanic (intrusive), secondary altered rocks. The examples of the biggest DGM deposits at Nevada are given in table 1.

The most important exploration criteria for DGM are the magmatic conditions (younger intrusive bodies as source of hydrothermal activity), the lithological conditions (favorable host environment) and the structural conditions (faults as ways for gold bearing fluids). The most important directs symptoms which indicate the possible presence of DGM are the presence of jasperoids at vicinity of supposed occurrences of DGM and Au, As, Hg, Sb and Tl anomalies in soils, rocks and stream sediments. There are described in article the main exploration methods which are used successfully by various exploration companies in western parts of USA, which are aimed for discovery of DGM deposits (Admas, 1985; Briggs, 1986; Foster, 1991).

As regards of the economic conditions, the price of gold has crossed in Mai 1993 again the limit of 350 USD/oz and increases hence forward (for example, on July 9th 1993 price of gold has reached the value 391,1 USD/oz). The further prediction is very difficult. However, it is possible to suppose, the gold prices during the next ten years probably will gradually increase (at least they will keep the contemporary level). Under our conditions, where we must take into consideration the higher expenditures of ore dressing, our preliminary conclusions indicate, that the low limit for open pit minable DGM ore reserves will be about 2,5 gt^{-1} Au and for underground minable DGM ore reserves will be about 4,5 gt^{-1} Au.

The contemporary knowledge about gold at Slovakia

Slovakia has very rich history of gold mining, maybe from Celtic times, i. e. more than 1000 years ago. It is estimated (Knésl et al., 1980), that since beginning of mining activity, until the last gold deposit (Kremnica) was closed, the total output from Slovac gold mines is about 37.5 tons (from this amount is about 4.5 tons from placers). The most of Slovac gold has been obtained from the vein- type deposits at central Slovac neovolcanic area, where the gold mineralization is narrow connected with late Tertiary volcanic activity.

There are known 192 gold deposits, occurrences and indications at Slovakia (Table 2). The new stage of exploration activity for gold has begun about 1980 again. At present time, there is only one underground mined gold deposit, i. e. Hodruša at

Štiavnica Mts. ore district (the expected gold output this year will be about 220 kilograms), various types of exploration activities for gold are carried out at several ore districts and prospects (Knésl, 1991; Ondris, 1992).

Occurrences and prognosis of DGM at Slovakia

The direct indications of DGM at Slovakia have been discovered recently only (Knésl et al., 1989; Knéslová, 1989; Oružinský and Julényiová, 1991). The brief descriptions are given in article about Remata and Sokolec occurrences (Fig. 6, 7; Knéslová et al., 1991; Oružinský et al., 1992). At Remata, some boreholes were drilled and it was ascertained, the gold mineralization is hosted mainly by carbonaceous shales of mesozoic age. Their gold content does not exceed 1 gt-1, nevertheless, at vicinity it appears, the suppositions exist for sediment hosted gold mineralization of higher quality. The more detailed geochemical assesment of Sokolec locality is not completed yet, the preliminary results however, are very perspective. Many other geochemical indications of DGM have been ascertained at Slovakia, as part of investigation activity (Knésl, 1991).

The Slovac ore districts (Fig. 5) have been divided, according to the prognosis of DGM, into four groups. The first group (Kremnica Mts., Nová Baňa-Kľak, Štiavnica Mts., Tríbeč, Veporicum, Zemplínsky ostrov) is represented by ore districts, where the best conditions for presence of DGM exist and where the direct indications of DGM (jasperoids, geochemical anomalies, etc.) have been found already. The second group (Malé Karpaty, Poľana-Javorie, Slanské vrchy Mts., SGR, Vihorlat Mts.) is formed by ore districts, where the favorable suppositions for presence of DGM are the same as at first group, however, the direct indications have been not disclosed here until now. The third group (Malá Fatra, Nízke Tatry, Považský Inovec, Suchý-Malá Magura, Veľká Fatra, Žiar Mts.) comprises those ore districts, where exist the suppositions for the presence of gold mineralization, perhaps also of disseminated-type. Finally, the fourth group is represented by ore districts without possibility of the presence of DGM (Levočské Mts.), or is formed by ore districts, where the exploration and mining activity at all, is not desirable from various reasons (Vysoké Tatry Mts. as national park).

The present situation at Slovakia can be compared with situation at western states of USA about 60th. The well known, traditional types of gold deposits are nearly exhausted and the knowledge about the presence of untraditional types is initial only. It is important to emphasize, the favourable geological and metalogenetical conditions of Slovac area as a whole, form the good suppositions for discovering of the minable deposits of DGM during near future.

Acknowledgements. At last, but not at least, one from the authors should like to express many thanks to the management and geologists of POE Kingston and PDUS Reno Companies, which enabled to him to make acquainted with this topic.

Mineralia slovaca, 25 (1993), 461 - 465

Grafit z hydrotermálne mineralizovanej brekcie v Novoveskej Hute (Spišsko-gemerské rudohorie)

MILAN HÁBER[1], IGOR ROJKOVIČ[2], JURAJ FRANCŮ[3] a LADISLAV NOVOTNÝ[4]

[1]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica
[2]Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava
[3]Český geologický ústav, Leitnerova 22, 602 00 Brno
[4]Uranpres, F. Kráľa 2, 052 80 Spišská Nová Ves

(Doručené 26.8.1993)

Graphite from the hydrothermally mineralized breccia in Novoveská Huta (Spišsko-gemerské rudohorie Mts., Slovakia)

Graphite with ordered three-dimensional structure has been identified in the tectonic breccia of the Permian Petrova Hora Formation in the borehole NH 864 (703.4 - 706.3 m) near Novoveská Huta. The optical and physical constants of graphite are as follows: R_{air} (λ = 546 nm) max = 21.0 %, min = 6.1 %, R_{oil} max = 11.4 %, min = 0.02 %, VHN_{5g} = 15.4 - 47.3, diffraction lines d_{0002} 3.36 (6), d_{0004} 1.670 (3). Graphite was mobilised probably from Permian rocks due to friction heat during the folding and overthrusting.

Key words: graphite, optical and physical constants, origin of graphite, Novoveská Huta

Úvod

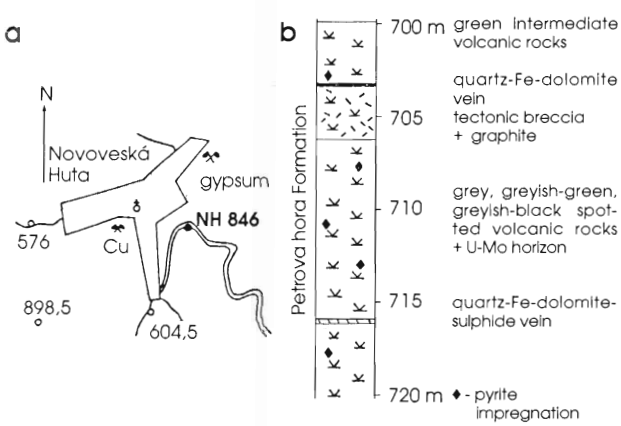
Pri mineralogickom a petrografickom výskume materiálu zo skartovaného vrtu NH 864 z nového kameňolomu na Gretle pri Novoveskej Hute v n. v. 653 m (obr. 1a) sa v hĺbke 123 m v pyritizovanom pieskovci novoveského súvrstvia (vojtechovský horizont) s nízkym obsahom organického uhlíka (C_{org} < 0,05 hm. %) a s vyšším obsahom dolomitu (cca 25 hm. %) s impregnáciami a žilkami Fe dolomitu, kremeňa a sulfidov zistili silicifikované organické zvyšky osi kmeňa *Dadoxylon schrollianum* Goepp (Háber et al., 1986). V hĺbke 703,4 - 706,3 m toho istého vrtu sa v tektonicky zbrekciovaných horninách v kremeňovo-karbonátovo-sulfidickom tmele identifikoval grafit. Pretože ide o prvý nález grafitu v hydrotermálnej mineralizácii v perme severného gemerika, stal sa predmetom podrobnejšieho štúdia.

Geologická pozícia

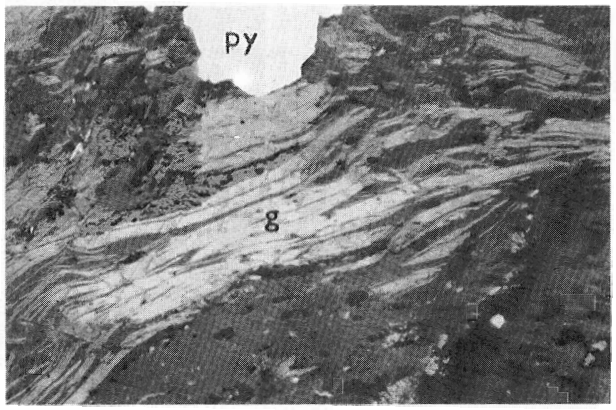
Permské sedimenty v oblasti Novoveskej Huty členi Novotný a Mihaľ (1987) do troch súvrství, ktoré predstavujú samostatné sedimentačné cykly. Do spodného permu sa zaraďuje knolské (terigénne) a petrovohorské (vulkanicko-sedimentárne) súvrstvie. Vrchný perm zastupuje terigénno-lagunárne novoveské súvrstvie.

Tektonicky porušené horniny s výskytom grafitu sú v podloží hydrotermálnej Fe dolomitovo-kremeňovej žily na tzv. hutianskom zlome vo svetlozelených až sivých, tmavosivých až čiernych škvrnitých alterovaných horninách hutianskeho vulkanického komplexu petrovohorského súvrstvia. Sú to kolektorové horniny II. rudonosnej polohy U-Mo (Cu) mineralizácie (obr. 1b).

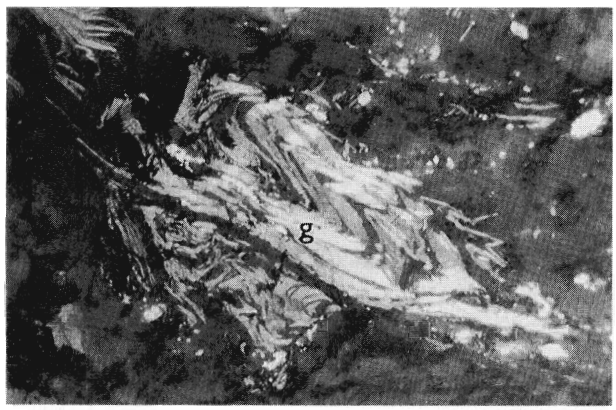
Brekciová zóna patrí do mohutného hutianskeho prešmyku s vertikálnym posunom horninových blokov okolo 1,2 km. Vlastná brekciová zóna je mocná 3 m. Tvoria ju úlomky okolitých alterovaných vulkanických hornín tmelených kremeňovo-Fe dolomitovo-sulfidickou mineralizáciou (kryštáliky a agregáty pyritu, zrniečka tennantitu a chalkopyritu). Ojedinele sa zistili kryštáliky aj agregáty rutilu a grafit.



Obr. 1. Lokalizácia vrtu NH 864 pri Novoveskej Hute (1a) a jeho petrologická charakteristika v úseku priľahlom k mineralizovanej tektonickej zóne so zisteným grafitom (1b).
Fig. 1. Localization of the borehole NH 864 near Novoveská Huta - village (1a) and petrological characteristic of part close to mineralized tectonic zone with graphite (1b).



Obr. 2. Šupiny grafitu (g) v kremeňovo-Fe dolomitovej žilke s pyritom (py). Novoveská Huta, vz. 864/705 m, nábrus, 1 nikol, zv. 160x.
Fig. 2. Flaky graphite (g) in the quartz-Fe dolomite veinlet with pyrite (py). Novoveská Huta, sample 864/705 m. Microphotograph in reflected light, 1 nicol, magn. 160x.



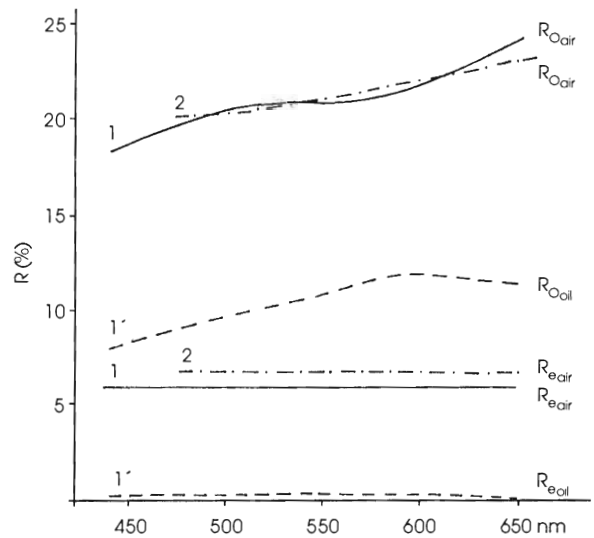
Obr. 3. „Prevrásnené" šupinky grafitu (g) so zjavným dvojodrazom v kremeňovo-Fe dolomitovej žilke s drobnými zrniečkami pyritu. Novoveská Huta, vz. 864/705 m, 1 nikol, zv. 440x.
Fig. 3. Folded aggregates of flaky graphite (g) with bireflection in the quartz- Fe-dolomite veinlet with fine-grained pyrite. Novoveská Huta, sample 864/705 m. Microphotograph in reflected light, 1 nicol, magn. 440x.

Identifikácia grafitu

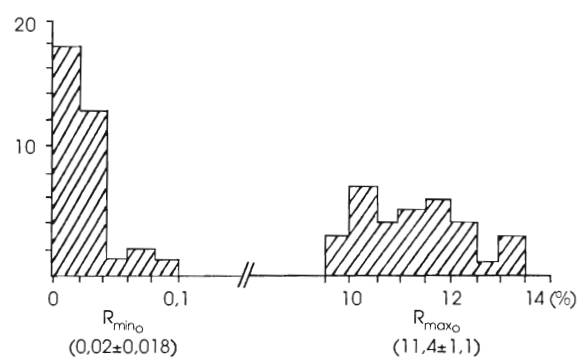
Grafit je súčasťou tmelu brekcie v koncentrácii vyjadrenej obsahom nekarbonátového uhlíka C_{org} = 1,18 hm. %. Obsah karbonátového uhlíka je 7,3 hm. %, čo pri prepočte na dolomit predstavuje 60 hm. % v hornine. Dolomit a kremeň sú podľa rtg difrakcie hlavnými minerálmi skúmanej vzorky. Grafit nie je v celohorninovej vzorke difrakčne identifikovateľný.

Grafit mikroskopicky vystupuje v podobe jednotlivých šupín až tabuliek a ich subparalelných agregátov, zriedkavejšie aj jemnozrnných zhlukov. Veľkosť zŕn je od 0,00X do 0,X mm. Sú orientované v rozličnom smere, obklopujú minerálne zrná a vytvárajú zvlnené pásiky aj žilky. Šupinky aj tabuľky bývajú priame (obr. 2) alebo detailne prevrásnené (obr. 3). Vyskytujú sa aj uzavreniny šupín grafitu v pyrite. Grafit je svetlosivohnedý až sivý. Výrazný dvojodraz (pozri obr. 2 a 3) sprevádzajú farebné efekty od svetložltej cez tmavohnedú po sivočiernu farbu. Podobné farebné zmeny sú charakteristické aj pre silnú anizotropiu grafitu vo vzduchu a v imerzii. Vnútorné reflexy sa nepozorovali.

Charakter disperzných kriviek odraznosti grafitu z Novoveskej Huty je typický (obr. 4) a porovnateľný s údajmi v literatúre (napr. Kwiecinska, 1980; Čviľova et al., 1988). Dvojodraz ($D = R_{max} - R_{min}$) je mimoriadne vysoký a v imerzii (n = 1,515) sa blíži hodnote R_{max} (12 %). Odraznosť sme merali na mikrofotometre fy Leitz MPV-compact, obj. 50x, osvetlené pole 100 μm^2, fotometrované pole 5 x 5 μm, štandard NPL Quarzglas Nr. 75.



Obr. 4. Disperzné krivky odraznosti grafitu z Novoveskej Huty vo vzduchu (1) a v imerzii (1´) a z bogomoľského ložiska (Čviľova et al., 1988) (2).
Fig. 4. Reflectance curves of graphite from Novoveská Huta in air (1), in oil immersion (1´) and of graphite from the Bogomol ore deposit (Tschvilova et al., 1988) (2).



Obr. 5. Histogramy maximálnej ($R_{max\ o}$) a minimálnej odraznosti ($R_{min\ o}$) grafitu z Novoveskej Huty v polarizovanom svetle v imerzii (λ = 549 nm).
Fig. 5. Histograms of the maximal ($R_{max\ o}$) and minimal reflectance ($R_{min\ o}$) of graphite from Novoveská Huta. Polarized light, oil immersion (λ = 549 nm).

Mikroskopickou fotometriou (mikrofotometer Leitz MPV-2, obj. 50x, fotometrované pole 3 x 3 μm, vlnová dĺžka λ = 546 nm) sme stanovili nasledujúce, pre diagnostiku grafitu významné charakteristiky:

R_{air} (max) = 21,0 %, R_{air} (min) = 6,1 %,
R_{oil} (max) = 11,4 % (9,5 - 13,2 %),
R_{oil} (min) = 0,02 % (0,01 - 0,08 %).

Histogramy odraznosti R_{oil} (max) a R_{oil} (min) sú na obr. 5.

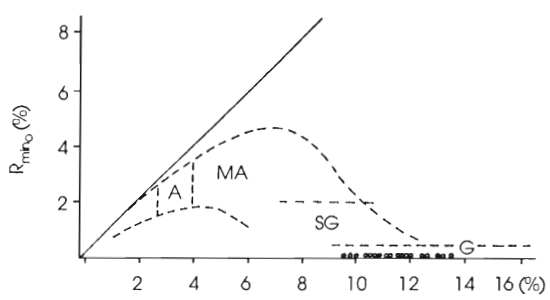
Grafit je veľmi mäkký, zle sa leští a má nízky reliéf. Mikrotrvdosť VHN_{5g} sa pohybuje od 15,4 do 47,3, s maximálnou anizotropiou na jednom odtlačku 24,4 - 47,3. Hodnoty sú vyššie, ako uvádza literatúra (napr. Čviľova et al., 1988). Je to v dôsledku použitia malého závažia pre malé rozmery študovaných zŕn. Mikrotvrdosť sme merali mikrotvrdomerom PMT-3, použitím obj. 50 x, 5 g závažia, pri expozícii 7 s a celkovom počte meraní 20.

Práškovou rtg difrakciou troch vyseparovaných zŕn grafitu (Mikrometa 2, Debyeova-Schererova komôrka s d = 57,4 mm, poloha filmu Straumanissova, Cu antikatóda, expozícia 8 hod) sa potvrdili jeho dve hlavné difrakčné línie: d_{0002} 3,36 (6) a d_{0004} 1,670 (3) (porovnaj Michejev, 1957).

Pre nedostatočné množstvo materiálu sa teplotné a tlakové podmienky vzniku grafitu pomocou grafitového termometra metódou Šengeliju et al. (1977) nepodarilo stanoviť.

Diskusia

Z porovnania zistených optických a fyzikálnych charakteristík študovanej vzorky s údajmi pre grafitické a „subgrafitické" látky z rôznych lokalít sveta (obr. 6 a 7) vyplýva, že uhlíkatá látka z Novoveskej Huty zodpovedá grafitu s usporiadanou trojrozmernou štruktúrou. Tento typ grafitu predstavuje koncový člen metamorfnej premeny organických látok v horninách v genetickom rade antracit - metaantracit - semigrafit - grafit. Vznik takéhoto grafitu sa prisudzuje rozhraniu fácie zelených bridlíc a amfibolitovej fácie, pričom stabilný je aj v granulitovej metamorfnej fácii (French, 1964; Landis, 1971; Grew, 1974; Diessel a Offler, 1975; Kwiecinska, 1980). Počiatky grafitizácie - vznik zárodkov usporiadanej štruktúry grafitu - sa prisudzujú teplote 300 - 500 °C a tlaku vyše 300 MPa dynamickej regionálnej metamorfózy alebo 1000 °C a 100 MPa pri kontaktnej metamorfóze (Grew, 1974). Ako spodnú hranicu P-T podmienok pre vznik usporiadaného grafitu uvádza autor 660 - 690 °C a 450 - 500 MPa v sillimanitovej metamorfnej zóne alebo 550 - 700 °C a 100 - 300 MPa vo fácii amfibolitových rohovcov.



Obr. 6. Klasifikácia metamorfných štádií v rade antracit (A) - metaantracit (MA) - semigrafit (SG) - grafit (G) podľa Teichmüllera (1979, 1986). Krúžky predstavujú hodnoty odraznosti (R) študovaného grafitu z Novoveskej Huty.

Fig. 6. Metamorphic stages classification of anthracite (A) - metaanthracite (MA) - semigraphite (SG) - ordered graphite (G) after Teichmüller (1979, 1986). Circles are the measured data of the studied graphite from Novoveská Huta.

Okrem týchto názorov sa opisuje aj vznik grafitu v horninách s organickým uhlíkom v úzkych zónach pozdĺž plôch prešmykov a násunov veľkých tektonických blokov (príkrovov) za predpokladu dlhodobého účinku frikčného tepla (Sidorenko a Sidorenko, 1971).

V hydrotermálnych mineralizáciách opisujú organické látky charakteru rozpustných komplexov viacerí autori (napr. Hennet et al., 1988) alebo polyaromatických látok (antraxolit), ale štruktúrnu usporiadanosť grafitu nedosahujú (Kříbek, 1981).

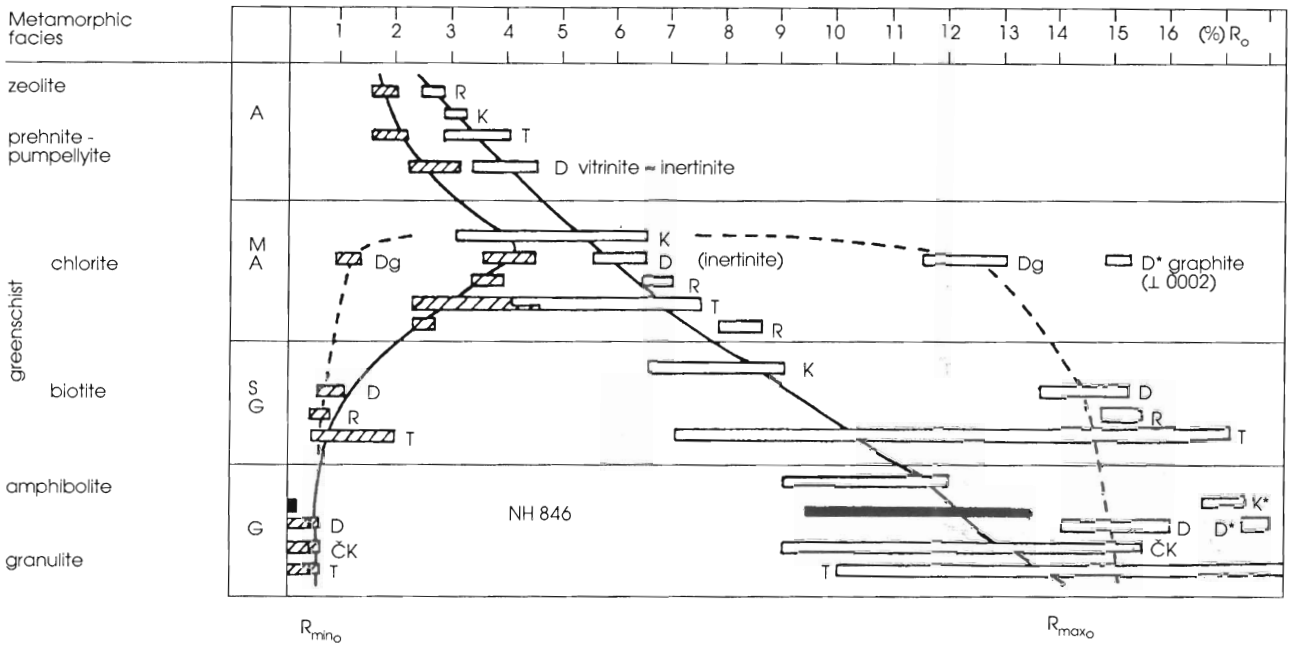
V horninách severogemerického permu sa okrem uvedeného nálezu silicifikovaných organických zvyškov osi kmeňa *Dadoxylon schrollianum* Goepp, listov *Cordaites borassifolius* Stenberg (Háber et al., 1986) a šupiniek semigrafitu redeponovaného pôvodu v prachovci malomuránskych vrstiev na Kurtavej skale ďalšie organické macerály (fytoklasty) nenašli. Podľa chemických analýz je obsah organického uhlíka v zrudnených aj nezrudnených horninách permu nízky - C_{org} < 0,15 hm. %. Len v dvoch z 300 analyzovaných vzoriek sa zistil jeho vyšší obsah: vo vrte NH 894/299 m a NH VDP/702 m - 1,7 hm. % (Rojkovič et al., 1989). Zo starších údajov uvádza Aňanjev (1956) výskyt organických látok pripomínajúcich šungit v podobe malých uzavrenín v tmele hornín I. rudonosnej polohy. Podľa teploty vyhorievania (800 °C) zodpovedajú grafitu. Afanasjev (1967) zistil na tektonickej poruche vo vrte NH 164/492 m obsah C_{org} = 5,46 hm. %. V zrudnených zlomovo porušených zónach uvádza Novotný a Mihál' (1982) obsah C_{org} len od 0,018 do 0,41 hm. %.

Záver

Z prehľadu vidieť, že celkove sú permské horniny tejto oblasti na organické látky chudobné. Spôsobila to primárne aridná permská klíma, ale aj alkalické roztoky, ktoré okrem pripovrchového hydrolytického rozkladu vulkanického popola mohli spôsobovať aj rozklad chudobnej organickej hmoty. V neskoršej etape postsedimentárneho vývoja sa organické látky zrejme rozkladali aj pod vplyvom intenzívnej hydrotermálnej činnosti pri anchimetamorfných procesoch, pri vzniku stratiformných U-Mo(Cu) rudných polôh a žilných Fe dolomitovo-sulfidických žilných ložísk.

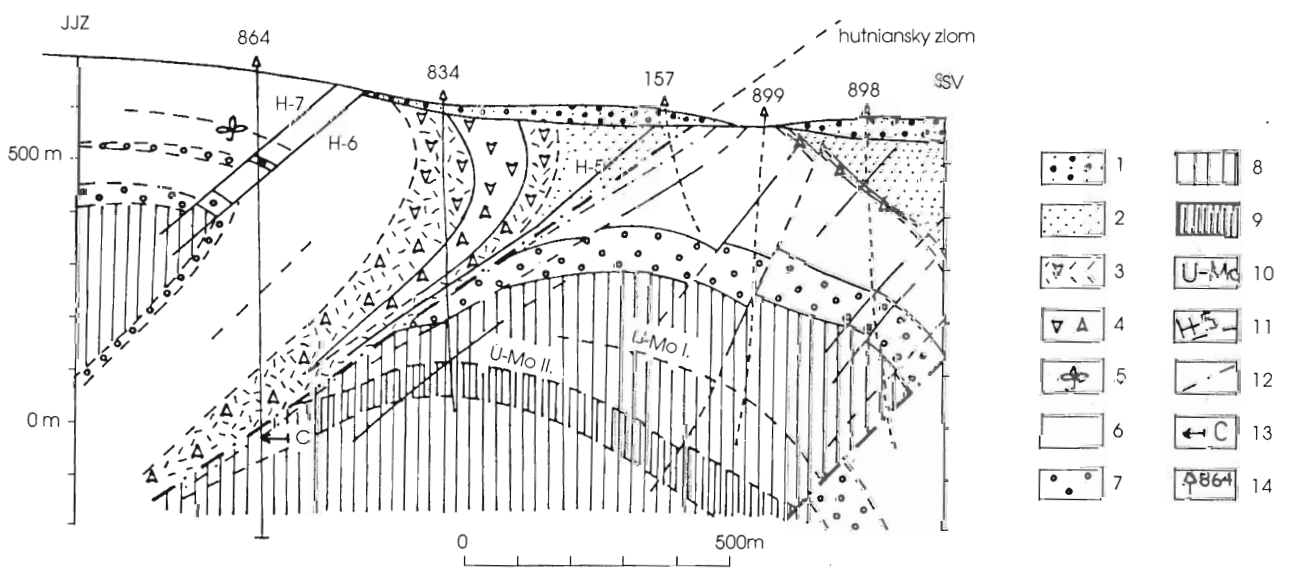
Pre nízky obsah organických látok v permských horninách a anchimetamorfný charakter premeny pri teplote do 250 °C (Šucha a Eberl, 1992), nepostačujúcej na vznik usporiadaného typu štruktúry grafitu, možno grafit v študovanej tektonickej brekcii pokladať za alochtónny. Jeho primárnym zdrojom mohli byť vyššie metamorfované horniny s grafitom v tektonickom podloží permu. V takom prípade je však problematický mechanizmus jeho transportu.

Zistený zvýšený obsah organického uhlíka v tektonických zónach s prejavmi hydrotermálnej mineralizácie



Obr. 7. Zmeny minimálnej ($R_{min\ o}$) a maximálnej odraznosti ($R_{max\ o}$) metamorfných štádií v rade antracit (A) - metaantracit (MA) - semigrafit (SG) - grafit (G) s trojrozmerne usporiadanou štruktúrou: R - Ragot in Teichmüller (T) et al., 1979, K - Kwiecinska (1980), D - Diessel a Offler (1975), ČK - Český Krumlov, NH 864 - Novoveská Huta, * - odraznosť meraná kolmo na plochu (0002) (upravené podľa Teichmüllera, 1986).

Fig. 7. Changes of minimal ($R_{min\ o}$) and maximal reflectance ($R_{max\ o}$) of the metamorphic stages in order anthracite (A) - metaanthracite (MA) - semigraphite (SG) - graphite (G) with three-dimensional structure: R - Ragot in Teichmüller (T) et al., 1979, K - Kwiecinska (1980), D - Diessel and Offler (1975), ČK - Český Krumlov, NH 864 - Novoveská Huta, * - reflectance measured perpendicularly on crystal plane (0002) (modified according after Teichmüller, 1986).



Obr. 8. Geologický rez severogemerickým permom na východnom okraji Novoveskej Huty (zostavil Novotný, 1993). 1 - paleogén (pieskovec, zlepenec), 2-7 - novoveské súvrstvie: 2 - bridlica, aleurolity, 3 - bridlica so sadrovcom a anhydritom, 4 - sadrovec, anhydrit, 5 - vojtechovský horizont s flórou permu, 6 - bridlica, pieskovec, 7 - vrchný polymiktný (strážanský) zlepenec, 8-10 - petrovohorské súvrstvie: 8 - bridlica, pieskovec, zlepenec s rôznym podielom vulkanického materiálu, 9 - vulkanicko-sedimentárny (hutiansky) komplex, 10 - U-Mo mineralizácia (I. - vrchná, II. - spodná poloha, 11 - Fe dolomitovo-kremeňovo-sulfidické žily, 12 - významné zlomy, 13 - grafit, 14 - vrty.

Fig. 8. Geological section through the Permian formations of the northern Gemericum in the eastern part of Novoveská Huta village (Novotný, 1993). 1 - Paleogene (sandstone, conglomerate), 2-7 - Novoveská Huta Formation: 2 - shale, aleurolite, 3 - shale with gypsum and anhydrite, 4 - gypsum and anhydrite, 5 - Vojtechova osada horizon with Permian floral remnants, 6 - shale and sandstone, 7 - the upper polymict conglomerates, 8-10 - Petrova hora Formation: 8 - shale, sandstone, conglomerate with volcanic material, 9 - Huta volcano-sedimentary complex, 10 - U-Mo mineralization: (I. - upper, II. - lower horizons), 11 - Fe-dolomite-quartz - sulphidic veins, 12 - significant faults, 13 - graphite, 14 - borehole.

v oblasti Novoveskej Huty naznačuje, že pri dlhodobom vzniku vrásovozlomových tektonických štruktúr (prešmykových vrás, prešmykov, resp. strižných zón), ako je napr. hutiansky zlom (obr. 8), mohlo v permských komplexoch vznikať frikčné teplo. Ono pri dlhodobom účinku v miestach lokálneho anomálneho nahromadenia rastlinných zvyškov (organickej hmoty) v horninách permu iniciovalo vznik a lokálne nahromadenie grafitu. Pod vplyvom nasledujúcich tektonických a hydrotermálnych procesov grafit premigroval do tektonických štruktúr a spolu s hydrotermálnou mineralizáciou (kremeň, Fe dolomit, sulfidy) vytvoril typický žilník v tektonickej brekcii.

Pri uvedenej schéme „vzniku" grafitu v mineralizovaných brekciách sa vychádza aj z nálezu silicifikovaných zvyškov kmeňa Dadoxylon v podobnej, pozične a tektonicky vzdialenej, ale pestrejšie mineralizovanej, tektonickej brekcii (pozri obr. 8). V tomto prípade však mechanicky premigroval už silicifikovaný negrafitizovaný rastlinný zvyšok, pričom jeho silicifikácia prebehla najpravdepodobnejšie už v diagenetickom štádiu.

Poďakovanie. Výskum sa uskutočnil na základe dohody s bývalým Uránovým prieskumom, závod IX v Spišskej Novej Vsi a v záverečnej etape aj v rámci projektu grantovej úlohy č. A 999119. Autori ďakujú P. Müllerovi z ČGÚ v Brne za konzultácie pri štúdiu optických vlastností grafitu. Poďakovanie vyslovujú aj recenzentovi rukopisu za jeho starostlivé posúdenie a cenné pripomienky.

Literatúra

Afanasjev, A. M. 1967: Uranonosnosť Zapadnych Karpat (sostojannyje problemy i perspektivy). *Manuskript - archív Uranpres Spišská Nová Ves, 193.*

Aňanjev, F. M. 1956: Uranovyje mestoroždenija Slovakiji. *Manuskript - archív Uranpres Spišská Nová Ves, 62.*

Čviľova, T. N., Bessmertnaja, M. F., Spiridonov, A. F., Agroskin, D. V., Papajan, G. V., Vinogradova, R. A., Lebedeva, F. I., Zavjalov, E. N., Filimonova, A. A., Petrov, V. K., Rautian, L. P. & Svešnikova, O. L. 1988: Spravočnik - opredeliteľ rudnych mineralov v otražennom svete. *Nedra, Moskva, 504.*

Diessel, C. F. K. & Offler, R. 1975: Change in physical properties of coalified and graphitised phytoclasts with grade of metamorphism. *Neu. Jb. Mineral., Abh., Mh., 1, 11 - 26.*

French, B. M. 1964: Graphitization of organic material in a progressively metamorphosed Preacambrian Iron Formation. *Science, 146, 917 - 918.*

Grew, E. S. 1974: Carbonaceous material in some metamorphic rocks on New England and other areas. *J. Geol., 82, 50 - 73.*

Háber, M., Sitár, V. & Novotný, L. 1986: Nález organických zvyškov vo vrstvách vrchného permu v oblasti Novoveskej Huty. *Mineralia slov., 18, 1, 73 - 78.*

Hennet, R. J. C., Crerar, D. A. & Schwartz, J. 1988: Organic complexes in hydrothermal systems. *Econ. Geol., 83, 742 - 764.*

Kříbek, B. 1981: The role of organic substanes in the processes of hydrothermal mineralization. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 32, 5, 605 - 614.*

Kwiecinska, B. 1980: Mineralogy of natural graphites. *Prace mineral., 67, 7 - 87.*

Landis, C. A. 1971: Graphitization of dispersed carbonaceous material in metamorphic rocks. *Contr. Mineral. Petrology, 30, 34 - 45.*

Michejev, V. I. 1957: Rentgenometričeskij opredeliteľ mineralov. *Gosgeoltechizdat, Moskva, 868.*

Novotný, L. & Mihaľ, F. 1982: Správa o výskumných prácach na ložisku Novoveská Huta v severogemeridnom perme. *Manuskript - archív Uranpres Spišská Nová Ves, 296.*

Novotný, L. & Mihaľ, F. 1987: Nové litostratigrafické jednotky v krompašskej skupine. *Mineralia slov., 19, 2, 97 - 113.*

Rojkovič, I., Šucha, V., Franců, J. & Uher, P. 1989: Mineralogicko-geochemická charakteristika uránového zrudnenia v perme severného gemerika. *Manuskript - archív Uranpres Spišská Nová Ves, 286.*

Sidorenko, A. S. & Sidorenko, S. A. 1971: Organičeskoje veščestvo v dokembrijskich osadočno-metamorfičeskich porodach i nekotoryje geologičeskije problemy. *Sov. Geol. (Moskva), 5, 3 - 20.*

Šengelija, D. M., Achvlediani, R. A. & Keuchoveli, D. N. 1977: Grafitovyj termometr. *Dokl. Akad. Nauk SSSR, Sér. Geol., 235, 6, 1407 - 1409.*

Šucha, V. & Eberl, D. D. 1993: Postsedimentárna premena sedimentov permu severného gemerika a hronika Západných Karpát. *Mineralia slov., 24, 5 - 6, 399 - 406.*

Teichmüller, M. 1986: Organic material and very low-grade metamorphism. *In: Frey, M. (Ed.): Low temperature metamorphism. Blackie, Glasgow and London, 114 - 161.*

Teichmüller, M., Teichmüller, R. & Weber, K. 1979: Inkohlung und Illitkristallinität vergleichende Untersuchungen im Mesozoikum und Paläozoikum von Westfalen. *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf., 27, 201 - 276.*

Graphite from the hydrothermally mineralized breccia in Novoveská Huta (Spišsko-gemerské rudohorie Mts., Slovakia)

Graphite with ordered three-dimensional structure (Fig. 2, 3) in the mineralized tectonic breccia of intermediary altered rocks from the Petrova hora Formation of Permian age (borehole NH-864/703,3 - 706,3 m; Fig. 1a, b) have been identified. The optical and physical constants of the graphite are: R_{air} (λ = 546 nm) max. = 21,0 %, min. = 6,1 %, R_{oil} max. = 11,4 %, min. = 0,02 %, VHN_{5g} = 15,4 - 47,3, diffraction lines d_{0002} 3,36 (6), d_{0004} 1,670 (3). Comparison of optical and physical characteristics of studied samples with data from graphitic and „subgraphitic" matter of several occurrences in the world resulted in that graphitic matter from Novoveská Huta correspond to graphite with ordered three-dimensional structure. It appears that the graphite was formed by migration from its local accumulations in the rock complex of Permian age. The origin in these is considered to be a result of friction heat produced during their folding-overthrusting tectonic strain (Fig. 8).

Mineralia slovaca, 25 (1993), 466- 468

ŠKOLA GENETICKEJ PETROGRAFIE

Metamorfóza ultravysokého tlaku: pyropovo-coesitová fácia metamorfizmu

DUŠAN. HOVORKA a ŠTEFAN MÉRES

Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 11. 6. 1993)

Metamorphism of ultra-high pressure: „pyrope - coesite facies" of metamorphism

In the review problems and typical rock-types of ultra-high pressure are presented. Dora Maira Massif in the Western Alps, according to up-to-date published data is characterized as an example of complex generated under ultra-high pressure conditions. As a base for comparison of stability conditions of the Al_2SiO_5 phases and some of the ultra-high pressure phases (coesite, pyrope, diamond) are presented in the p-T field (Fig. 1).

Key words: ultra-high pressure, pyrope-coesite facies

V renomovaných medzinárodných periodikách sa v posledných rokoch objavila séria prác venovaných metamorfóze ultravysokého tlaku. Keďže ide o jedno z najpozoruhodnejších zistení metamorfnej petrológie ostatnej dekády, uvádzame jeho základné aspekty.

Pravdepodobne prvými autormi, ktorí poukázali na zväčšovanie objemu kremeňového agregátu v priebehu retrogresnej metamorfnej histórie eklogitov južného Uralu, boli Česnokov a Popov (1965). Napriek tomu, že coesit v eklogitoch neidentifikovali ako prví, nasmerovali pozornosť do oblasti ultravysokého tlaku. Ale ako to býva, ich zistenie upadlo do zabudnutia (či správnejšie: súčasníci ho nedocenili). Trvalo ďalšie dve desaťročia, kým Chopin (1984) v masíve Dora Maira v talianskych Západných Alpách jednoznačne identifikoval vysokotlakovú modifikáciu SiO_2 - coesit. Zistenie coesitu a prakticky čistého pyropu v horninách spôsobilo priam senzáciu. Táto minerálna asociácia totiž priniesla dôkaz, že sa horniny kontinentálnej kôry dostali do hĺbky viac ako 100 km. Po tomto zistení sa začala na coesit skutočná poľovačka.

Coesit je vysokotlakovou modifikáciou SiO_2. Syntetizoval ju Coes roku 1953. Onedlho nato sa prvý coesit našiel v Meteor Crater v Arizone (Chao et al. 1960). Potom opäť trvalo roky, kým sa coesit zistil v xenolitoch diamantonosných kimberlitov (Sobolev et al. 1976). V súvislosti s výskytmi coesitu treba uviesť, že do objavenia coesitovo-pyropových hornín v masíve Dora Maira známy najhorečnatejší granát bol z kimberlitu (do 80 % Py). Na rozdiel od nich, granáty z coesitovo-granatických hornín uvedeného masívu obsahujú až 98 % Py. Zachovanie coesitu a pyropu v horninách si vyžaduje extrémne rýchly výstup horniny s vysokotlakovou minerálnou asociáciou.

Zoradením publikovaných zistení podľa lokalít zisťujeme, že horniny metamorfované v podmienkach ultravysokého tlaku sú známe súčasne len z niekoľkých oblastí či geologických jednotiek:

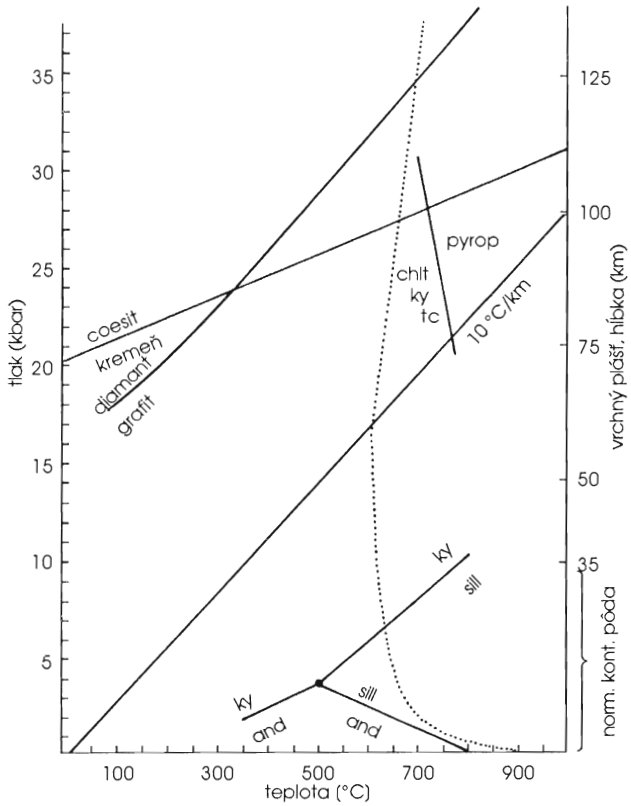
- z masívu Dora Maira v talianskych Západných Alpách (Chopin, C. 1984),
- z Dabie Sham v centrálnej Číne (Okay et al. 1989),
- z provincie Shandong vo východnej Číne (Hirajima et al., 1991),
- z provincie Jiangsu v Číne (Enami a Zang, 1990),
- zo zóny Zermatt - Saas v Západných Alpách (Reinecke, 1991),
- z vrchov Erzgebirge v Sasku (Schmädicke, 1991),
- z kaledoníd Nórska (Smith, 1984),
- zo severného Tien Shanu v Kirgizsku (Tagiri a Bakirov, 1990).

Aj keď je reálny predpoklad, že sa v najbližších rokoch počet výskytov hornín ultravysokého tlaku rozšíri, už teraz známe výskyty ponúkajú zaujímavé konštatovanie: horninové telesá s coesitom vystupujú (spolu s ďalšími minerálmi ultravysokého tlaku) tak na platformách, ako aj v mladoorogénnych oblastiach.

V prvom priblížení možno predmetné horniny (produkty metamorfózy v podmienkach ultravysokých tlakov) rozdeliť podľa kritických barických minerálov či kritických minerálnych asociácií do dvoch základných skupín : a) do skupiny hornín s coesitom (či ich retrogresne ekvilibrovaných derivátov), b) do skupiny hornín s prítomným diamantom, pričom nejde o kimberlity ale o metamorfované horniny. Takéto horniny opísal napr. Sobolev a Shatsky (1990) zo severného Kazachstanu. V horninách kontinentálnej kôry identifikovali kryštáliky diamantov uzatvárané v granátoch. Podľa nich (l. c.) vznikli z grafitu pri ultravysokom tlaku.

Na osvetlenie otázok hornín ultravysokého tlaku ďalej uvádzame základnú charakteristiku súčasne pravdepodobne ich najpreskúmanejšieho výskytu v masíve Dora Maira v Západných Alpách.

Dora Maira spolu s Monte Rosa a Gran Paradiso tvoria interné kryštalické masívy Západných Álp. Masív Dora



Obr. 1. Pozícia vybraných minerálov/minerálnych asociácií v tlakovo-teplotnom poli kremeň : coesit (Mirwald a Massone, 1980); trojný bod Al_2SiO_5 podľa Holdoway (1971); diamant: grafit a chlorit+kyanit+ +mastenec : pyrop (Schertl et al., 1991). Bodkovaná krivka „mokré" tavenie alkalických granitov (Huang a Wyllie, 1975).

Fig. 1. Position of selective minerals/mineral associations in quartz: coesite PT field (Mirwald and Massone, 1980), triple point of Al_2SiO_5 according to Holdoway (1971), diamond: graphite and chlorite+kyanite+talc: pyrope (Schertl et al., 1991). Stipled line „wet" melting of alkali granites (Huang and Wyllie, 1975).

Maira má predmezozoický podklad, na ktorom je mezozoický obal. Obidve tieto základné sekvencie spoločne prekonali vysokotlakovú alpínsku metamorfózu. V rámci polymetamorfovaného komplexu fundamentu vystupujú aj kvarcitické polohy s coesitom, pyropom a s ďalšími ultravysokotlakovými minerálmi.

Horniny obsahujúce coesit sa vyskytujú na ploche asi 15x15 km, pričom ich sčasti prikrývajú alpínske príkrovy. Väčšina údajov o horninách s coesitom pochádza z oblasti Martiniana Po. Možno ich spoločne označiť ako „vysokotlakové biele bridlice (Whiteschists)."

Kontakt ultravysokotlakových hornín - šošoviek - s rulou, ktorá ich obklopuje, je tektonický. Horniny s coesitom a okolitá biotitická rula sa súčasne označujú ako jednotky nesúce (coesit bearing unit): šošovky vysokotlakových bielych bridlíc (whiteschists) a okolité horninové prostredie spoločne prekonali aspoň časť metamorfnej histórie (Schertl et al. 1991).

Na lokalite Parigi pri Martiniane Po sú známe tri šošovky coesitovo-pyropových hornín v rule.

V samotných šošovkách hornín ultravysokého tlaku pozorovať minerálnu nehomogenitu. Základnými horninovými typmi týchto šošoviek sú (Schertl et al. , 1991):

a) jemnozrnné pyropové metakvarcity (pyrop do 1 cm),

b) hrubozrnné pyropové metakvarcity (pyrop do 25 cm; medzi typmi bodu a a b sú nepravidelné hranice),

c) Gar-Jad-Ky metakvarcity : tvoria do 5 cm mocné polohy.

Horninové typy uvedené v bode a až c spolu tvoria telesá v dĺžke do 90 m a mocné niekoľko desiatok metrov (Sharp et al., 1993). Vystupujú v prostredí biotitovo-fengitických rúl s chloritom, plagioklasom, mikroklínom, granátom, epidotom, turmalínom a titanitom (Schertl et al., 1991). Sú dôkazy, že okolitá rula prekonala metamorfnú rekryštalizáciu najmenej pri 15 kbar (potom sa rekryštalizovala retrogresne).

Z uvedených hornín bol v podobe uzavrenín v granáte opísaný nový minerál - ellenbergerit. Je to silikát s premenlivým obsahom Zr, B, REE. Vzniká podľa reakcie (Schertl et al. 1991):

Ch + Ky + Tc + Rtl + H_2O = ellenbergerit

Súčasní autori (Chopin, 1984, Schertl et al., 1991) sú toho názoru, že pyropové metakvarcity boli pôvodne pyropovo-coesitovými horninami („pyropové coesitity"). Výstup v kôre podmienil ich retrogresnú rekryštalizáciu (ekvilibráciu v panujúcich P-T podmienkach).

Základnou (kritickou) minerálnou asociáciou telies vysokotlakovej bielej bridlice (whiteschists) je: kremeň, coesit, kyanit, pyrop, fengit, rutil, ellenbergerit. Sám coesit je prítomný prevažne v podobe uzavrenín v pyrope, v matrixe horniny je zachovaný zriedka.

Ultravysoký tlak panujúci pri vzniku tohto typu bielej bridlice potvrdzuje: a) prítomnosť coesitu (Chopin, 1984), b) obsah Si vo fengite (Massonne a Schreyer 1989), c) prítomnosť stabilnej asociácie pyrop + coesit namiesto nižšietlakovej asociácie enstatit + kyanit (Sharp et al., 1993). Coesit v ultravysokotlakových horninách je najčastejšie v podobe O,X mm uzavrenín v pyropoch. Pri dekompresnej rekryštalizácii hornín s coesitom sa tento mení na kremeň. Premena sa spravidla začína obmenou coesitu tak, že ho v počiatočnej fáze premeny nahrádza kremeň. Premenu sprevádza zväčšovanie objemu. Prejavuje sa to sieťou radiálne sa rozbiehajúcich puklín v hostiteľskom mineráli, v granáte.

Coesit spolu so stishovitom sú vysokotlakové modifikácie SiO_2. Podmienky ich vzniku sa odrážajú v „zhustenej" kryštálovej štruktúre, ktorá sa pri rekryštalizácii na kremeň „uvoľňuje" („expanduje").

Podľa kyslíkovej izotopovej termometrie a frakcionácie v asociácii kremeň - granát - rutil Sharp et al. (1993) prišli k záveru, že teplota jej vzniku bola 700 - 750 °C. Podľa tlakovo citlivých reakcií (vzťahov) pyrop + coesit = = kyanit + enstatit hodnotu tlaku vzniku asociácie coesit + + pyrop určili na 31 - 32 kbar.

Jednou z najzaujímavejších čiastkových otázok tejto problematiky je vek protolitu vysokotlakových bielych bridlíc. Podľa Vialona (1966) protolit polymetamorfitov masívu Dora Maira je staropaleozoického veku, kým Paquette et al. (1989) a Tilton et al. (1989) preukázali prote-

rozoický vek protolitu hornín s coesitom a pyropom. Metamorfná rekryštalizácia pri ultravysokom tlaku prebehla v ranej alpínskej epoche (cca 100 Ma) za nízkeho geotermického gradientu (Tilton et al., 1991; Monié and Chopin, 1991). Avšak problematika veku, ale najmä výsledné produkty metamorfných cyklov nie sú jednoznačne doriešené.

Nemenej zaujímavou otázkou je pôvod a typ protolitu bielych bridlíc vysokého tlaku. Staršie názory sformuloval McKie (1959), podľa ktorého takýto protolit predstavoval: a) tektonickú zmes kremeňa a ultrabázických hornín, b) produkt Mg-metasomatózy ílovitého psamitu, c) saponitický bentonit. Ale predstavy z bodu a a c neodrážajú reálny obsah Ca a Al v bielej bridlici. Predstava typu c umožňuje uplatnenie sa zvetrávania či vylúhovania.

Iní autori (in Sharp et al., 1993) predpokladali hydrotermálnu premenu ultrabázických, bázických či sedimentárnych hornín. Schreyer (1977) za protolit bielej bridlice považoval „mudstones associated with evaporites".

Najnovšie sa na riešenie otázok protolitu vysokotlakovej bielej bridlice použili údaje o stabilných izotopoch v mineráloch tejto horniny (Sharp et al. 1993). Hodnoty $\sigma^{18}O$ kremeňa pre bielu bridlicu Dora Maira obsahujúcu coesit (8,1 - 8,7 ‰ $\sigma^{18}O$) zodpovedajú hodnotám charnockitu (anortosity na jednej, príp. amfibolity/metabazity na druhej strane). Súčasne namerané hodnoty zodpovedajú $\sigma^{18}O$ hodnotám (pri ich krajne nízkej oblasti) granitických hornín a ortorúl, resp. extrémne nízkym (limitným) hodnotám metapelitov. Na základe diskusie problematiky Sharp et al. (1993) dospeli k záveru, že protolitom bielej bridlice Dora Maira boli pravdepodobne hydrotermálne premenené a metasomaticky modifikované magmatické horniny.

Literatúra

Coes, L., 1953: A new dense crystalline silica. *Sci., 118,131-152.*

Chao, E. T. C. Shoemaker, E. M. a Madsen, B. M., 1960: First natural occurrence of coesite. *Sci., 132, 220 - 222.*

Chesnokov, B. V. a Popov, V. A. 1965: Increase in the volume of quartz grains in South Urals eclogite. *Dokl. Akad. Nauk SSSR, 162, 176-178.*

Chopin, C. 1984: Coesite and pure pyrope in high-grade blueschists of the Western Alps: a first record and some consequences. *Contrib. Mineral. Petrology, 86, 107 - 118.*

Enami, M. a Zang, Q., 1990: Quartz pseudomorphs after coesite in eclogites from Shandong province, east China. *Amer. Mineralogist, 75, 381 - 386.*

Hirajima, T., Ishiwatari, A., Cong, B., Zhang, R., Bann, S.& Nozaka, T 1991: Coesite from Mengzhong eclogite at Donghai county, northeastern Jiangsu province, China. *Mineral. Mag. (London), 54, 579 - 583.*

Holdaway, M. J 1971: Stability of andalusite and the aluminium silicate phase diagram. *Amer. J. Sci., 271, 97 - 131.*

Huang, W. L. a Wyllie, P. J. 1975: Melting reactions in the system $NaAlSi_3O_8$ - $KAlSi_3O_8$ - SiO_2 to 35 kilobars, dry and with excess water. *J. Geol., 83, 737 - 748.*

Massone, H. J. & Schreyer, W. 1989: Stability field of the high-pressure assemblage talc + phengite and two new phengite barometers. *Europ. J. Mineral., 1, 391 - 410.*

McKie, D. 1959: Yoderite, a new hydrous magnesium aluminosilicate from Mautia Hill, Tanganyika. *Mineral. Mag., 32, 282 - 307.*

Mirwald, P.W. & Massonne, H. J. 1980: The low-high quartz and quartz-coesite transition to 40 kbar between 600° and 1600 °C and some reconnaisance data on the effect of $NaAlO_2$ component on the low quartz-coesite transition. *J. geophys. Res., 85, 6983 - 6990.*

Monié, P. & Chopin, C. 1991: ^{40}Ar - ^{39}Ar dating in a coesite-bearing and associated units of the Dora Maira Massif, Western Alps. *Europ. J. Mineral., 3, 239 - 262.*

Okay, A. I., Shutong, X & Sengör, A, M. C. 1989: Coesite from the Dabie Shan eclogites, Central China. *Europ. J. Mineral., 1, 595 - 598.*

Paquette, J. L., Chopin, C, & Peucat, I. J. 1989: U-Pb zircon, Rb-Sr and Sm-Nd geochronology of high to very-high pressure metaacidic rocks from the Western Alps. *Contrib. Mineral. Petrology, 101, 280 - 289.*

Reinecke, T. 1991: Very-high pressure metamorphism and uplift of coesite-bearing metasediments from the Zermatt-Saas zone, Western Alps. *Europ. J. Mineral., 3, 7 - 17.*

Schreyer, W. 1977: Whiteschists: their compositions and pressure-temperature regimes based on experimental, field, and petrographic evidence. *Tectonophysics, 43, 127 - 144.*

Sharp, Z. D., Essene, E. J. & Hunziker, J. C. 1993: Stable isotope geochemistry and phase equilibria of coesite-bearing whiteschists, Dora Maira Massif, Western Alp. *Contrib. Mineral. Petrology, 114, 1 - 12.*

Schertl, H. P., Schreyer, W & Chopin, C. 1991: The pyrope-coesite rocks and their country rocks at Parigi, Dora Maira Massif, Western Alps: detailed petrography, mineral chemistry and PT-path. *Contrib. Mineral. Petrology, 108, 1 - 21.*

Schmädicke, F. 1991: Quartz pseudomorphs after coesite in eclogites from the Saxonian Erzgebirge. *Europ. J. Mineral., 3, 231 - 238.*

Sobolev, N. V. a Shatsky, V. S. 1990: Diamond inclusions in garnets from metamorphic rocks: a new environment for diamond formation. *Nature, 343, 742 - 746.*

Smith, D. C. 1984: Coesite in clinopyroxene in the Caledonides and its implications for geodynamics. *Nature, 310, 641 - 644.*

Tagiri, M. & Bakirov, A. 1990: Quartz pseudomorph after coe-site in garnet from a garnet-chloritoid-talc schist, northern Tien-Shan, Kirghiz. SSR. *Proc. Jap. Acad., 66, 135 - 139.*

Tilton, G. R., Schreyer, W. & Schertl, H. P., 1989: Pb-Sr-Nd isotopic behavior of deeply subducted crustal rocks from Dora Maira Massif, Western Alps, Italy. *Geochim. Cosmochim. Acta, 53, 1391 - 1400.*

Vialon, P. 1966: Étude géologique du massiv cristallin Dora Maira, Alpes cottiennes internes, Italie. *Thése d' état Université de Grenoble, 293.*

GEOvestník

Informačný spravodaj pre geológiu, baníctvo, úpravníctvo a životné prostredie

Príloha časopisu Mineralia slovaca, roč.25, č. 6

Obsah

Reinterpretácia predneogénneho podložia východoslov. panvy 1
Program zostavovania geologických máp 3
Nové druhy nerastných surovín na morskom dne 4
Informácie zo zahraničia 5
Aktivita SGS, semináre 9
Rôzne 16
Terminologický stĺpček 19
Kronika 20
Medzinárodná spolupráca 21
Adresár 22
Kalendár podujatí 23

REINTERPRETÁCIA PREDNEOGÉNNEHO PODLOŽIA VÝCHODOSLOVENSKEJ PANVY

JOZEF VOZÁR - GÚDŠ, Bratislava
ČESTMÍR TOMEK - KAPPA Brno
ANNA VOZÁROVÁ - GÚDŠ, Bratislava

Abstrakt záverečnej správy úlohy Geodynamický vývoj a hlbinná stavba Západných Karpát

Východoslovenskú panvu buduje terciérno-kvartérna výplň, v ktorej podloží vystupujú staršie - predneogénne útvary štyroch tektonických jednotiek, tri z nich dobre korelovateľné s jednotkami Západných Karpát. V dvoch oblastiach - v Humenských vrchoch na S a v Zemplínskych vrchoch na J - vystupujú predterciérne sekvencie na povrch.

Vznik a vývoj východoslovenskej panvy vyčerpávajúco zhodnotila práca Vassa et al. (1988). Naším cieľom v rámci úlohy Hlbinná stavba Slovenska (1991 - 1993) bolo prehodnotiť doterajšie poznatky z podložia tejto charakteristickej panvy typu „pull-apart" a predložiť reinterpretáciu jej stavby a zloženia fundamentu.

V súlade s doterajšími údajmi (Fusán et al., 1971, 1987) v západnej časti východoslovenskej panvy predpokladáme jednotku veporika v širšom zmysle. Korelujeme ju s južným veporikom obdobného typu, aké vystupuje v Čiernej hore a v Slovenskom rudohorí na Z od lubenickej línie. Túto jednotku obmedzujú zlomy smeru SSV - JJZ, ktorých priebeh by bolo možno umiestniť do hrušovského zlomového pásma (sensu Vass et al., 1991). Pokračovanie tohto fenoménu predpokladáme aj južnejšie, kde sa jednotka veporika stýka so zemplinikom (predĺžený priebeh hrušovského zlomového pásma na Z od Byšty).

Zemplinikum (sensu Vozárová a Vozár, 1988) predstavuje súčasť Západných Karpát a z J (na území Maďarska) je tektonicky obmedzená voči jednotke Tiszia. Zo S a SV je zemplinikum tektonicky ohraničené voči iňačovsko-kričevskej jednotke v širšom zmysle (? alebo čiastkovej jednotke, tzv. ptrukšianskej zóne). Ide o priebeh zlomu smeru SZ - JV so sklonom 35 - 45° na JZ. Tento styk by bolo možno premietnuť do priebehu trebišovských zlomov (sensu Vass et al., 1981). Vlastný kontakt zemplinika s iňačovsko-kričevskou jednotkou (? ptrukšianskou zónou) sa dá dobre dokumentovať aj na seizmických záznamoch. Vysvetľujeme to posteocénnym násunom zemplinika (východná vergencia) s neskorším zosúvaním tejto jednotky, čo pravdepodobne súviselo s neogénnou extenziou východoslovenskej panvy (Vass et al., 1988).

Východovergentný násun zemplinika dokumentujeme aj vnútorným štruktúrnym usporiadaním tejto jednotky, lebo pri Byšte vystupuje tylová časť zastúpená kryštalinikom a vo východnej časti jednotky pri Ladmovciach čelo príkrovovej štruktúry - stredný a vrchný trias. Medzi obidvoma okrajmi na povrchu (Zemplínske vrchy) vystupujúcej jednotky možno sledovať kontinuitný litologický vývoj od vestfálu až po spodný - stredný trias. Zo seizmických údajov vychodí, že zemplinikum je voči svojmu podložiu výrazne ohraničené plochou so sklonom 25 - 35° na ZJZ v hĺbkovom rozmedzí od 3,5 km pri východnom okraji, až 7,5 km pri západnom okraji jednotky. Podľa našej interpretácie je podložím zemplinika iňačovsko-kričevská jednotka, o čom svedčí aj charakter a priebeh seizmických záznamov.

Otvorenou zostáva príslušnosť ptrukšianskej zóny, ktorú Bodnár a Kaličiak (1993) chápu ako zlomovo obmedzený a na S vysunutý blok zemplinika. Oblasť ptrukše obmedzujú zlomami smeru SSV - JJZ, ktoré prebiehajú od Kráľovského Chlmca na SV.

Severný okraj panvy lemujú výrazné štruktúry smeru SZ - JV. Je to najmä humenská jednotka, ktorá je na povrchu (Humenské vrchy) zastúpená slabšie, ale celú štruktúru pripomínajúcu bradlové pásmo možno geofyzikálne dobre sledovať aj na území Ukrajiny (pozri Rudinec, 1989). Humenská jednotka, pokladaná za krížňanský príkrov (cfr. Maheľ, 1963, 1986; Rakús, 1993), je strmo až vertikálne usporiadaná a jej styk s iňačovsko-kričevskou jednotkou na jednej strane, ale aj vnútrokarpatským paleogénom na severnej strane je ostrý, strmo sa skláňajúci na S, SV (80 - 90°). Rozhranie s iňačovsko-kričevskou jednotkou dobre dokumentujú aj seizmické záznamy. Na rozdiel od iňačovsko-kričevskej nie je humenská jednotka seizmicky reflektívna.

Podložie vlastnej vnútornej časti panvy buduje jednotka definovaná v správe za úlohu (1993), ale aj v minulosti len na základe geofyzikálnych údajov a hlbokých vrtov na slovenskom a ukrajinskom území (Sviridenko, 1976; Grecula et al., 1981; Fusán et al., 1987; Vozárová a Vozár, 1988; Rudinec, 1989; Soták et al., 1993).

Podľa našej petrografickej analýzy vzoriek z vybraných vrtov (dokumentačný materiál Maheľa, Kullmanovej, Vozára) možno z hľadiska rozdielnosti v litologickom zložení a v stupni premeny hornín rozlíšiť dve hlavné skupiny hornín:

1. Polymiktné klastické sedimenty zachytené v severnej časti Východoslovenskej roviny (vrty Zbudza-1, Lesné-2, Senné-1), ktoré sú nemetamorfované, resp. len diageneticky litifikované. Ich štruktúra a textúra nemajú znaky tektonickej lineácie, krenulačnej kliváže a tektonického budinovania.

2. Súbor veľmi nízkometamorfovaných až nízkometamorfovaných karbonátov, karbonátových pelitov, miestami s bázickým vulkanoklastickým materiálom, ktorý má výrazné znaky tektonickej deformácie (foliácia, krenulačná kliváž, izoklinálne prevrásnenie, budinovanie lamín plastického karbonátového materiálu).

Treba zdôrazniť, že sa intenzita metamorfózy tohto komplexu mení v rozsahu anchi- až počiatočný stupeň epizóny, a to v závislosti od intenzity tektonického prepracovania hornín.

Prvá skupina sedimentov (polymiktný diageneticky spevnený pieskovec a zlepenec) je okrem už uvedených znakov charakteristická aj tým, že obsahuje hojný klastický karbonátový detrit. Intenzita predepozičnej rekryštalizácie karbonátových úlomkov je variabilná - od mikritov až po hrubozrnné sparity. Pieskovec zároveň obsahuje úlomky nízkometamorfovaných hornín - fylitov, kremitej bridlice, ako aj slabo rekryštalizovaného rohovca. Preto možno právom predpokladať, že sa na zložení tejto klastickej formácie zúčastňoval detrit derivovaný z vyvrásnenej a metamorfovanej mobilnej zóny, podľa charakteru úlomkov najpravdepodobnejšie mezozoického veku (karbonáty, rohovce, bázické vulkanity, metapelity).

Stupeň premeny druhej skupiny hornín je definovaný kritickými minerálnymi asociáciami zistenými v metapelitových horizontoch a v bázických metavulkanoklastikách.

V horninových typoch a metamorfných stupňoch sa zistili nasledujúce minerálne asociácie.

A. veľmi nízky stupeň (odhadovaná teplota okolo 200 - 250 °C, tlak > 5 kb)
   - metapelity: illit + chlorit + kremeň ± fengit
   - metamorfované sliene: lawsonit + kremeň + dolomit
   - metakarbonáty: pri tomto stupni premeny nenastala reakcia medzi karbonátovými sedimentmi a kremitou zložkou

B. nízky stupeň premeny (odhadovaná teplota okolo 350 °C, tlak 5 - 7 kb)
   - metapelity: sericit + fengit + chlorit + kremeň ± paragonit, pyrofylit, organická hmota, rutil, turmalín
   - metamorfované sliene: fengit/sericit + kremeň + chlorit + epidot/zoisit
   - bazaltové metatufy: chlorit + albit + aktinolit ± titanit, epidot v sprievode kremeňa a chloritu
   - metakarbonáty: migrovala Ca-Mg zložka v dolomite a kalcite; sporadicky vznikol mastenec (?)

Charakter metamorfózy dokresľuje zloženie aktinolitu, ktorý obsahuje pomerne veľa Na_2O. Podľa toho možno predpokladať, že regionálna metamorfóza komplexu mala strednotlakový až vysokotlakový charakter (Laird a Albee, 1981). Výrazná zonalita a klesanie obsahu Na smerom k okrajovej časti zŕn dokladá zmenu od vyššej tlakovej k nízkotlakovej premene, spôsobenej alebo rapídnym vyzdvihnutím celého komplexu v procese regionálnej metamorfózy, alebo vysokým geotermálnym gradientom vo Východoslovenskej rovine a extenznou neogénnou tektonikou.

Veľmi nízky až nízky stupeň regionálnej premeny z horninových komplexov podložia Východoslovenskej roviny opísal aj Soták et al. (1993), ale autori nevenovali väčšiu pozornosť bazaltovým metavulkanoklastikám a zloženiu minerálnych asociácií v nich, a teda tlakový charakter metamorfózy bližšie necharakterizovali.

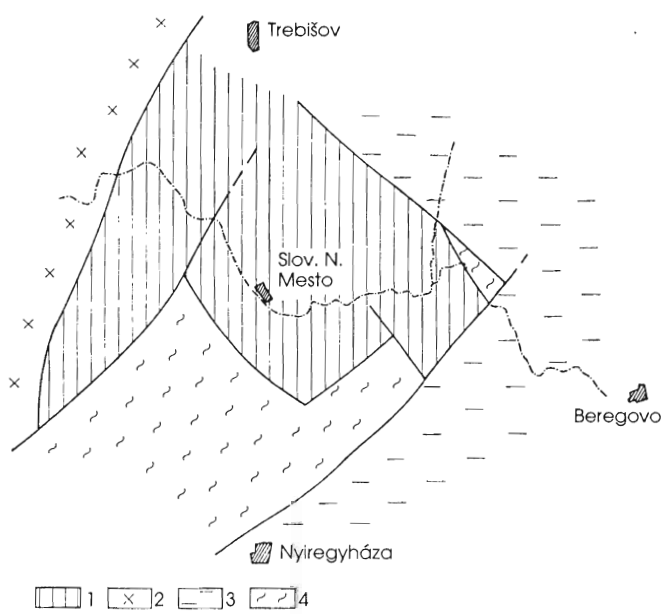
Na postavenie, geotektonický vývoj a možné korelácie iňačovsko-kričevskej jednotky sú rozdielne náhľady a prakticky všetky doteraz známe varianty riešenia sa už vyčerpali. Keďže sme prehodnotili viaceré geofyzikálne metódy a ich výsledky, ako aj starší zber horninového materiálu z vrtov, predpokladáme nasledujúce riešenie:

a) Iňačovsko-kričevská jednotka je dobre reflektívna a seizmické záznamy poukazujú na subhorizontálne, resp. mierne sklonené štruktúry. V niektorých profiloch možno interpretovať šupinovitú stavbu viacerých etáží nad sebou.

b) V predneogénnom podloží sú v hlbších horizontoch väčšie ultrabázické telesá, ktoré sú zdrojom významných magnetických anomálií (pozri Gnojek, 1990, 1993; Gnojek et al., 1991, 1993; Gnojek a Vozár, 1993). Je pravdepodobné, že sa protrúzie takýchto typov hornín dostali do plytších horizontov až neogénnych sekvencií v čase formovania panvy.

c) Iňačovsko-kričevská jednotka je metamorfnou posteocénnou subdukčnou sekvenciou. Regionálne geologickým vývojom a tektonickým postavením nadväzuje na štruktúru szolnockého trogu v Maďarsku a kričevskú jednotku s. s. na Ukrajine. Vo vzťahu k Apusenským vrchom a k Vnútorným Karpatom možno uvažovať o reliktoch samostatnej subdukčnej zóny. V prospech korelácie iňačovsko-kričevskej jednotky so szolnockým trogom hovorí jednak regionálno-tektonická nadväznosť, ale najmä vnútorná stratigrafická a litologická náplň (porovnaj Fülop a Dank et al., 1987; Szépesházy, 1973, a i.).

d) Z uvedeného vyplýva, že sa nestotožňujeme s náhľadmi autorov, ktorí predneogénne podložie východoslovenskej panvy interpretujú ako penninikum (Leško a Varga, 1980; Maheľ, 1981; Soták et al., 1993) alebo ako zemplinikum v širšom zmysle (Fusán et al., 1971; Slávik, 1976), príp. ako jednotky s afinitou k Východným Karpatom (Sviridenko, 1976).



Obr. 1. Jednotky predneogénneho podložia na území Slovenska, Maďarska a Ukrajiny medzi Trebišovom, Beregovom a Nyiregyházou. Zostavil J. Vozár (1993) s použitím mapy predterciérneho podložia Maďarska 1:500 000 (Fülop, Dank et al., 1987). 1 - zemplinikum, 2 - veporikum, 3 - iňačovsko-kričevská jednotka, na území Maďarska sekvencie szolnockého trogu, 4 - jednotka Tiszia.

STANISLAV KONEČNÝ - MŽP SR, Bratislava

PROGRAM ZOSTAVOVANIA GEOLOGICKÝCH MÁP REGIÓNOV SLOVENSKA DO ROKU 2000

Vyhláška o projektovaní, vykonávaní a vyhodnocovaní geologických prác vydaná MŽP SR pod číslom 217/1993 Zb. vo svojej II. časti - Etapy a komplexnosť geologických prác v § 3, ods. 3 - uvádza: „Regionálna geológia je samostatnou etapou geologických prác a zahŕňa ich súbor, ktorými sa skúma, hodnotí a dokumentuje geologická stavba územia a objasňujú sa zákonitosti jej vývoja, zobrazuje sa na mapách skúmaného územia a na rezoch týmto územím." Tým sa regionálna geológia a geologické mapovanie stávajú presne vyhranenými pojmami v systéme ostatných geologických prác.

Geologický výskum a mapovanie územia Slovenska prešlo viacerými etapami. Pred I. svetovou vojnou ho zabezpečoval Říšsky geologický ústav vo Viedni a Maďarský geologický ústav v Budapešti. Medzi svetovými vojnami vykonával mapovanie Státní geologický ústav Praha. Po rozpade I. Československej republiky roku 1940 slovenská vláda založila Štátny geologický ústav v Bratislave, dnešný GÚDŠ, ktorý má na starosti regionálny geologický výskum a geologické mapovanie územia Slovenska doteraz. Roku 1963 bola dokončená geologická mapa Slovenska na listoch mierky 1:200 000. Bolo to prvé súborné mapové dielo z územia Slovenska.

Program geologického mapovania územia Slovenska po regionálnych celkoch v mierke 1:50 000 sa začal roku 1971. Ako prvá bola spracovaná mapa Malých Karpát. Dlhodobo a cieľovo zamerané mapovacie práce vyústili roku 1992 do zostavenia novej generácie geologických máp 1:50 000 30 regiónov Slovenska, čo je viac ako 75 % územia Slovenska. Prevažná väčšina máp vznikla na základe geologických máp mierky 1:25 000. Základné mapovanie prebieha súbežne so zostavovaním regiónov. Jeho nevyhnutnou súčasťou sú tematické úlohy zamerané na kľúčové geologicko-štruktúrne otázky daného regiónu.

Z celkového počtu 30 zostavených máp do konca roka 1992 vyšli tlačou mapy aj s textovými vysvetlivkami 24 regiónov.

V rámci programu komplexného geologického výskumu Slovenska na obdobie 1991 - 2000 sa skončí aj geologické mapovanie územia Slovenska. Posledný zo zostávajúcich 16 regiónov bude zmapovaný roku 2000. V poslednej etape zostáva spracovať tieto regióny:

Vtáčnik a Hornonitrianska kotlina, Podunajská rovina-východ, Veľká Fatra, Chvojnická pahorkatina, Vihorlatské vrchy a Humenské vrchy, Veporské vrchy-západ, Tríbeč, Popradská kotlina, Štiavnické vrchy a Pohronský Inovec, Trnavská pahorkatina, Nitrianska pahorkatina, Nízke Beskydy-stred, Považský Inovec, Kysucké Beskydy.

Celý program mapovania v mierke 1:50 000 predstavuje 30-ročnú prácu niekoľkých generácií geológov (1971 - 2000).

Chceme zdôrazniť, že geologická mapa je dôležitým informačným zdrojom racionálneho vyhľadávania a ťažby nerastných surovín, zdrojov podzemnej vody, geotermálnej energie a riešenia inžinierskogeologických úloh.

V súčasnosti nadobúda prioritu aplikácia geologických máp v oblasti ochrany a tvorby životného prostredia, najmä pri lokalizácii a budovaní skládok komunálneho, toxického a rádioaktívneho odpadu, ochrane vodných zdrojov pred znečistením, pri vytváraní ochranných pásiem kúpeľov, posudzovaní vplyvu budovania energetických a priemyselných objektov, pri ochrane územia pred zosuvmi pôdy, riešení problémov územného rozvoja, lokalizácii rizikových objektov atď.

Náklady na regionálny geologický výskum a s ním späté mapovanie v Geologickom ústave Dionýza Štúra predstavovali v predchádzajúcom období cca 20 mil. Kčs ročne.

Dokončenie geologických máp všetkých regiónov Slovenska je odborne zabezpečené, ale naráža na nedostatok finančných prostriedkov zo štátneho rozpočtu. Myslíme si, že o dokončenie geologického mapovania má mať v prvom rade záujem štát.

Z hľadiska odbornej úrovne geologických máp, kartografického spracovania a plošného pokrytia územia patríme medzi popredné krajiny sveta. Naše mapové diela sa pozitívne hodnotia na medzinárodných geologických kongresoch a na iných odborných podujatiach.

Vyspelé štáty sveta venujú geologickému mapovaniu osobitnú pozornosť a financujú ho. Dokladom toho je napr. Zákon o národnom geologickom mapovaní (National Geologic Mapping), ktorý schválil Kongres USA v máji roku 1992. Jeho súčasťou je Národný program geologického mapovania, ktorý má zabezpečiť zvýšenie počtu vydávaných geologických máp potrebných pre národné hospodárstvo.

PAVEL MALÍK - MH SR, Bratislava

NOVÉ DRUHY NERASTNÝCH SUROVÍN NA MORSKOM DNE

V súčasnosti sú hlavnou rudnou nerastnou surovinou na morskom dne, o ktorú v posledných rokoch v súlade s ustanoveniami Konvencie OSN o morskom práve prejavujú záujem niektoré priemyslovo vyspelé štáty a medzinárodné konzorciá, železomangánové konkrécie. Pravidlá geologického výskumu a vyhľadávania perspektívnych oblastí s cieľom ich budúceho využívania za hranicami tzv. ekonomickej zóny pobrežných štátov v súlade s prijatými dokumentmi OSN koordinuje Prípravná komisia OSN pre morské dno so sídlom v Kingstone (Jamaika).

Výskumné plavidlá pri plnení rozličných vedeckých programov v rôznych oblastiach svetového oceána, najmä v tesnej blízkosti stredooceánskych riftových zón objavili nové druhy rudných nerastných surovín a tie sa stávajú objektom vedeckého záujmu. Ich vznik bezprostredne súvisí s intenzívnymi hydrotermálnymi procesmi v oblasti riftových zón a s bazaltovým vulkanizmom na oceánskom dne.

Do konca roku 1990 bolo na oceánskom dne známych 25 oblastí výskytu masívnych sulfidických rúd. V Tichom oceáne sa viažu na osové a priosové časti riftových grabenov východopacifického zdvihu (Gorda, Juan de Fuka, galapágsky, Explorer). V riftových zónach stredoatlantického chrbta bola preskúmaná oblasť s hydrotermálnou mineralizáciou TAG (26° s. š.), MARK (23° s. š.) a 300 km dlhá rudná zóna v rajóne 24° s. š.

V Tichom oceáne je sulfidická mineralizácia lokalizovaná v priečnych zdvihoch riftových údolí v hĺbke 1500-3000 m a v Atlantickom oceáne v hĺbke 3500 - 3700 m. V morfológii a rozmeroch rudných telies sa zistili isté zákonitosti, ktoré odrážajú rýchlosť rastu riftových zón. V Tichom oceáne s rastom riftových zón viac ako 10 cm/rok sa vyskytujú kužeľovité rudné telesá s výškou do 10, zriedkavo do 30 m. V strednej časti Atlantického oceána, rastom riftových zón do 10 cm/rok, majú rudné telesá priemernú výšku 30 - 50 m, zriedka aj 200 m. Každé takéto pyramidálne rudné teleso môže obsahovať zásobu až 1 mil. t.

Podmorské ložiská obsahujú dva základné geochemické typy rudy, a to s prevahou zinku a s prevahou medi. Rudné telesá prvého typu majú obsah zinku 10 - 15 % (zriedka až 60 %), medi 5 - 10 %, striebra do 80 g/t a zlata do 0,2 g/t. Rudné telesá druhého typu majú obsah medi 13 - 31 %, zinku 3 - 5 %, striebra do 400 g/t a zlata 0,4 - 10 g/t. Rudné telesá s prevahou medi sa viažu hlavne na zóny s rastom do 10 cm/rok (low velocity spreading zones). Ruské výskumné lode Akademik Keldyš, Antares a Geológ Fersman v rokoch 1986 - 1987 zistili v oblasti stredoatlantického chrbta (23 - 26° s. š.) rozsiahlu zónu (cca 300 km) s telesami sulfidických rúd s obsahom Cu 13 - 27 %, Zn 3 - 5 %, Ag do 80 g/t a Au 7 - 10 g/t. V jednom z telies sa zistil obsah Ag 640 g/t a zlata dokonca 72 g/t. Informačné údaje ruských a iných výskumných plavidiel dokazujú, že stredooceánske riftové zóny s nízkou rýchlosťou rastu v Indickom oceáne a Atlantickom oceáne sú perspektívnymi surovinovými oblasťami budúceho tisícročia. Predbežné technologické pokusy potvrdili, že spracovanie týchto netradičných rudných surovín bude veľmi zložité a na ekonomickú prosperitu ťažobného závodu bude potrebná ťažba okolo 1,5 mil. t/rok počas 20 rokov. O ekonomickom záujme ťažiť rudné stĺpy so sulfidickým zrudnením v riftových grabenoch medzi tektonickými zlomami Clarion a Clipperton východopacifického zdvihu v rovníkovej časti Atlantického oceána svedčia batymetrické mapy rudných telies v mierke 1:50 000 a 1:25 000 a založenie medzinárodných konzorcií za účasti firiem z USA, Anglicka, NSR, Japonska a Francúzska. Výsledky výskumných prác sa nepublikujú, čo súvisí so súčasnými legislatívnymi pravidlami OSN na prideľovanie ťažbového práva na dne svetového oceána.

V Ruskej federácii v rokoch 1985 - 1987 vypracovali hydrogeochemickú a hydrofyzikálnu metodiku na stanovenie zón aktívnej hydrotermálnej aktivity v osových častiach riftových dolín stredooceánskych chrbtov a aplikovala sa pri výskumných prácach v Indickom a Atlantickom oceáne. Výsledky potvrdili, že na využitie prichádzajú do úvahy rudné telesá sulfidických rúd so zásobou vyše 1,5 mil. t Zn-Cu typu, ktoré sú v oblasti stredoatlantického chrbta medzi 40° s. š. a 40° j. š. a na niektorých miestach Indického oceána. Celková dĺžka perspektívnych riftových zón je okolo 15 000 km.

S recentnou hydrotermálnou aktivitou na oceánskom dne je veľmi úzko spätý vznik rudonosného ílu, ktorého zásoba v okolí stredooceánskych chrbtov je obrovská. Za kovonosný íl sa vo všeobecnosti pokladajú sedimenty morského dna obsahujúce 10 % a viac rudnej hmoty (Fe + Mn) v prepočte na bezkarbonátový a bezkremičitý podiel. Často obsahujú rozptýlené sulfidické minerály a drahé kovy. Technológia ich ťažby je pomerne dobre rozpracovaná a v porovnaní s ťažbou iných nerastných surovín na morskom dne menej nákladná. Perspektívnou surovinou je aj červený hlbokomorský íl s obsahom kaolínu (15 - 20 %), zeolitov (do 30 %), niklu, kobaltu, uránu a i.

Medzi perspektívne suroviny oceánskeho dna, ktorým sa v posledných rokoch venuje zvýšená pozornosť, možno zaradiť kobaltonosnú a mangánonosnú kôru a konkrécie. V rokoch 1991 - 1992 výskumné plavidlá Dalmorgeologije (RF) preskúmali „ložisko" v oblasti Magellanových vrchov a chrbta Ueik - Nekker s rozlohou viac ako 100 000 km^2 v hĺbke 1000 - 2500 m. Mocnosť kôry s obsahom Co 0,62 - 0,69 %, Ni 0,36 - 0,50 %, Mn 18 - 22 %, Mo 0,50 %, Pt do 0,5 g/t a lantanoidov do 3 g/t je 4 - 6 cm, max. 15 cm. Prognózna zásoba sa stanovila na 3 - 11 mil. t Co a 100 - 400 mil. t Mn.

V ostatných rokoch pozornosť výskumných organizácií upútalo zistenie diamantonosných rúrok v hlbokomorských priekopách viažucich sa na tholeiitový magmatizmus. Ich petrografické zloženie je zhodné s diamantonosnými pascovými komplexmi na platformách. Ich výskyt potvrdilo seizmicko-akustické profilovanie v Indickom oceáne a na jednom z profilov, ktorý v zóne zlomov Clipperton - Clarion premerali pracovníci spoločnej organizácie Interoceanmetal. Súčasná presná morská navigácia umožňuje odoberať lokalizované vzorky a stanoviť veľkosť a miesto diamantonosných telies.

Výskumu netradičných nerastných surovín na morskom dne sa v súčasnosti venuje veľká pozornosť. Svedčí o tom vznik medzinárodných konzorcií, pre ktoré je takýto výskum hlavnou náplňou podnikateľskej činnosti, čím vytvárajú podmienky na ich prípadné využívanie v budúcnosti.

NOVÉ OBJAVY PRIESKUM A ŤAŽBA NERASTNÝCH SUROVÍN

ZLATO

Austrália. Spoločnosť Great Central Mines informovala o výsledkoch vrtného prieskumu na území Bronzewing, na S od Leinsteru v západnej Austrálii. Niektoré výsledky: priesečníky vo vrte v dĺžke 32 m s obsahom 24,5 g/t Au v hĺbke 198 m; detto 12 m v hĺbke 127 - 139 m s obsahom 5,2 g/t Au; detto 35 m v hĺbke 64 - 99 m s obsahom 9,9 g/t Au; dva priesečníky (116 m a 105 m) s obsahom 3,1 g/t Au. Mineralizovaná zóna má dĺžku cca 2,2 km a šírku okolo 250 m.
(Min. J., 320, No. 8211, s. 112).

Austrália. Spoločnosť Delta Gold informovala o novom odhade zásoby ložiska Kanowna Belle, ktoré sa nachádza v okolí Kalgorlie v západnej Austrálii. Nový odhad zásoby je cca 15 mil. t rudy s priem. obsahom 5,6 g/t Au. Zásoba sa oproti septembru 1991 zvýšila o cca 36 % a je výsledkom vrtného prieskumu do hĺbky 360 - 680 m. Zásoba je vypočítaná pri limitnom obsahu Au 2 g/t. Rozhodlo sa o povrchovom dobývaní (do hĺbky 200 m) od septembra budúceho roku, pričom má lom životnosť 6 rokov. Výroba na začiatku má dosiahnuť 4,6 t Au za rok a v plnej prevádzke 5,27 t Au za rok.
(Min. J., 45, No. 3, s. 8).

Kanada. Spoločnosť Lac Minerals oznámila výsledky geologického prieskumu v území Red Mountain (16 km na JZ od mesta Stewart v Britskej Kolumbii). Zásoba rudy sa po realizácii 11 vrtov v celkovej metráži 4000 m zvýšila dvojnásobne. Mineralizácia je v hĺbke 245 - 550 m. Geologická zásoba rudy je odhadnutá na 2,5 mil. t s obsahom 12,7 g/t Au (limitný obsah 3 g/t). Minimálna mocnosť je 3 m. Roku 1993 prieskumné práce pokračujú podzemnými banskými prácami s cca 12 000 m zahusťujúcich jadrových vrtov.
(Min. J., 320, No. 8212, s. 128).

Chile. Spoločnosť Lac Minerals oznámila zvýšenie zásoby v dobývanom kume Wendy, ktorý je v blízkosti ložiska El Indio pri Tambo. Zásoba je odhadnutá na 8,6 t Au a dá sa očakávať jej zvýšenie na 30 t *(Min. J., 320, No. 8112, s. 128).*

Chile. Spoločnosť Lac Minerals informovala o nálezе epitermálneho zlatého zrudnenia v Nevade (50 km za S od ložiska El Indio). Výsledky vrtných prác: medzi 8 vrtmi v hĺbke od 300-400 m bolo preseknuté zrudnenie mocné 150 m s obsahom 10 g/t Au v mocnosti 80 m pri obsahu 16,4 g/t Au, 153 m s obsahom 1,4 g/t a 33 m s obsahom 2,9 g/t. Spoločnosť pokračuje v prieskume cca 12 000 m jadrových vrtov.
(Min. J., 320, No. 8217, s. 224).

Nigeria. Štátna spoločnosť ONAREM pokračuje v prieskume objektu Koma Rangu (práce financuje OSN). Zlatonosné ložiskové územie sa nachádza vo vulkanosedimentárnej sérii birrimienne v pásme Terra. Roku 1991 a 1992 bola objavená zásoba cca 8,9 mil. t rudy s obsahom 2,4 g/t Au. Najnovšie vrtné práce našli bohatšie zrudnenie: cca 7 m mocné s obsahom 8,6 g/t Au a 34 m mocné s obsahom 8,6 g/t Au. Prieskumné práce pokračujú.
(Min. J., 320, No. 8217, s. 225).

Uzbekistan. Európska banka pre rekonštrukciu a rozvoj (BERD) je pripravená financovať projekt opakovanej úpravy zlatonosného úpravníckeho odpadu - odkalísk (cca 150 mil. t) v Muruntau, najväčšom stredisku dobývania zlata v krajine. Projekt požaduje investície vo výške 100 mil. USD na výrobu 5 - 7 t zlata ročne.
(Min. Mag., 168, No. 3, s. 155).

Pobrežie Slonoviny. Spoločnosť Eden Rock oznámila, že sa v prvom roku dobývania ložiska Ankiri očakáva 0,7 t zlata pri dennej ťažbe 725 t rudy s obsahom 4,8 g/t Au. Prieskumné práce sa na ložisku vykonávajú od roku 1991. Spoločnosť projektuje výrobu cca 3 t zlata ročne z dvoch ložísk s obsahom cca 10 - 11 g/t Au.
(Min. J., 320, No. 8213, s. 147).

Francúzsko. Skupina francúzsko-austrálskych firiem investuje do využívania ložiska zlata Salsigne cca 38 mil. USD tak, aby roku 1994 bola výroba zlata cca 3,5 t. Predpokladá sa, že na získanie 1 unce zlata budú náklady cca 250 USD. Zásoba dosiahnuteľná povrchovým dobývaním je cca 1,3 mil. t rudy s obsahom 5,9 g/t Au a podzemným dobývaním cca 1,6 mil. t s obsahom 10,2 g/t Au.
(Min. J., 320, No. 8223, s. 331).

Kazachstan. Spoločnosť Goldbelt Resources spolu s partnermi z Kazachstanu posudzuje projekt opätovného prepracovania zlatonosného úpravníckeho odpadu, ktorý vznikol sedemdesiatročným dobývaním polymetalického ložiska. Odpad nachádzajúci sa na štyroch miestach má 138 mil. t rudy a obsahuje 86 t zlata a 620 t striebra. Počas prvých piatich rokov sa predpokladá výroba 18 t zlata a 43 t striebra. Predpokladané investičné náklady sú cca 43 mil. USD.
(Min. J., 320, No. 8217, s. 225).

Brazília - zlatonosný revír v kratóne São Francisko. Kratón je na SV Brazílie cca 700 - 800 km na S od Ria de Janeiro a hraničí s Atlantickým oceánom. Tvoria ho superkrustálne série archaika a spodného proterozoika obsahujúce mineralizáciu a infrakrustálne série archaika (granit, migmatit, rula) prakticky bez zrudnenia.
Na J kratónu v tzv. železnom štvoruholníku (štát Minas Gerais) je mineralizácia temer výhradne v pásme zelenokameňov archaika, výnimočne v sedimentárnych formáciách spodného proterozoika. V sv. časti kratónu (štát Bahia) je ložisko Mária Preta a Fazende Brazileiro v pásme zelenokameňov spodného proterozoika. Ložisko Jacobina (štát Bahia) je v detritickej sérii spodného proterozoika. Zlatá mineralizácia je v konglomerátoch ako rozptýlená mineralizácia. Genéza zrudnenia nie je uzavretá - sú názory podporujúce tak syngenetický, ako aj epigenetický pôvod. Zrudnenie zaraďujú do štyroch typov:
Typ 1. Zrudnenie viažuce sa na železité kvarcity archaika - rozptýlená mineralizácia typu „stratabound" s pyritom, arzenopyritom ± pyrotínom, zlatom tvorí cca 30 % zrudnenia a je úzko spätá s kremennými žilami, kremennými štokverkmi so zlatom, arzenopyritom a pyritom.
Typ 2. Zrudnenie viažuce sa na archaické série typu „Lapa seca", v kremenno-karbonátových formáciách. Vyskytuje sa v kremenných žilách s masívnymi sulfidmi, v žilkách a v prežilnení ako rozptýlená mineralizácia so zlatom, pyrotínom, pyritom ± arzenopyritom.
Typ 3. Mineralizácia v zónach tektonického styku hornín archaika a spodného proterozoika. Hlavná mineralizácia zlata je v kremenných žilách s ankeritom, turmalínom a arzenopyritom.
Typ. 4. Zrudnenie viažuce sa na itabirity spodného proterozoika - známe najmä z dobývok veľkých lomov na železnú rudu. Tvorí ho prevažne prežilnenie v supergénnych zónach menších rozmerov, ale s vysokou koncentráciou a s bohatým obsahom.

(Podľa článku Revue des minéralizations aurifères du Craton précambrien Sao Francisko (Brésil) et discusion sur leurs contrôles structuraux od Patricka Ledrua a Vincenta Bouchota z časopisu Chronique de la recherche miniére, 1993, No. 511, s. 5 - 20)

Informácia o základných údajoch ložísk, ich parametroch a ťažbe

Hlavné ložiská podľa štátov	Výroba zlata, obsah Au v rude roku 1990	Výroba Au kumulatívne od zač. do konca 1990	Zásoba rudy obsah Au, (odhad 1990)
Štát Bahia			
1. Fazenda Brasileiro	600 kg, 2,5 g/t	3,5 t	20,1 mil. t, 7,3 g/t
2. Maria Preta obsahuje ložiská Antas CI, I, II, III Antas I, II, III	120 kg, 2,4 g/t len Antas CI	400 kg len Antas CI	344 kt, 2,4 g/t Antas CI 1,5 mil. t, 5,7 g/t
3. Jacobina	1,3 t, 2,4 g/t	50 t	27 mil. t, 3,2 g/t
Štát Minas Gerais			
4. Cuiaba	3,5 t, 8,1 g/t		11 mil. t, 8 g/t
5. Sao Bento	2,2 t, 8,0 g/t		10,5 mil. t, 8 g/t
6. Morro Velho	1,6 t, 9,3 g/t	320 t	5,7 mil. t, 9,3 g/t
7. Raposos	1,6 t, 7 - 8 g/t	70 t	5 mil. t, 7,5 g/t
8. Caue Concencao	600 kg, 32 g/t		
9. Passagem de Mariana	zatvorené 1973	60 t - 6-7 g/t od 18. stor.	

MEĎNATO-ZLATONOSNÉ RUDY

Brazília. Vzniká syndikát na využívanie ložiska medi a zlata Salobo, pričom sa predpokladá investičný náklad 765 mil. USD. Rudná zásoba je odhadnutá na 1200 mil. t rudy s obsahom 0,86 % Cu a 0,4 g/t Au. Dobývanie sa predpokladalo od roku 1988. Ročná výroba je cca 150 000 t medi a 7,7 t Au. Brazília bola importérom medi, využívaním ložiska pokryje svoje potreby a ešte bude meď vyvážať *(Min. J., 320, No. 8212, s. 125).*

Chile. Výstavba banského závodu Candelaria v púšti Atacama na S krajiny sa začala v marci 1993. Ložisko má rudnú zásobu 390 mil. t s obsahom 1,14 % Cu a 0,23 g/t Au. Predpokladá sa ročná výroba 108 000 t medených katód a 2,4 t zlata *(Min. J., 320, No. 8216, s. 206).*

Kanada. Spoločnosť La Cogema oznamuje, že jej prieskumný objekt Pilot v dištrikte Lillooet predstavuje ložiskový potenciál masovej mineralizácie porfýrového typu medi a zlata. Vzorkovanie na povrchu ukazuje na obsah cca 4 g/t Au a 0,12 Cu. Niektoré vzorky majú viac ako 100 g/t Au a 3 % Cu. Jeden vrt hlboký 84 m je mineralizovaný po celej dĺžke so stredným obsahom 1 g/t Au a 0,16 % Cu *(Min. Mag., 168, No. 3, s. 155).*

GRAFIT

Mozambik. Spoločnosť Kenmare Resources získala súhlas od Commonwealth Development Corporation a Banque Europeénne d´Investissment (BEI) na financovanie projektu výroby grafitu z ložiska nachádzajúceho sa cca 100 km od prístavu Pemba. Časť ložiska Ancuabe Ouest má zásobu suroviny cca 1 mil. t pri obsahu 11 % grafitu veľmi dobrej kvality s vločkami cca 0,5 mm a s obsahom uhlíka cca 98 %. Banský závod začína ťažbu roku 1993 a bude ročne vyrábať 5000 t grafitu *(Min. J., 320, No. 8220, s. 274).*

Tanzánia. Spoločnosť Graphtan Ltd. (londýnska spoločnosť Samax má v nej 72 % účasť) chce začať ťažiť grafit a tanzanit (druh drahokamu - modrý a fialový zoisit) v Merelani, vzdialenom okolo 40 km od mesta Arusha. Predpokladá sa exploatácia cca 240 000 t grafitovej suroviny ročne povrchovým lomom. Získa sa flotáciou 15 000 t grafitu s veľkými vločkami a s vysokým obsahom uhlíka. Zásoba (stanovená na základe šachtíc a vrtov) sa odhaduje na 12,2 mil. t s obsahom 8 % grafitu, z toho 3,1 mil. t s obsahom 12 %. Tanzanit sa bude ťažiť podzemným spôsobom *(Min. J., 320, No. 8218, s. 240).*

bý

Nový výskyt zlata vo Švajčiarskych Alpách

Švajčiarsko je, s výnimkou ložísk sadrovca (ročná ťažba okolo 400 tis. t), soli (240 tis.t), zemného plynu (3 mil. m^3) a niektorých druhov stavebných surovín, na nerastné suroviny veľmi chudobné. Preto je správa o objavení zaujímavej Au mineralizácie vo švajčiarskych Alpách prekvapujúca.

Už roku 1983 sa v tavečskom masíve v šlichových vzorkách údolia rieky Medelský Rýn zistilo zlato (0,06 - 0,24 g/t), ale nevenovala sa mu väčšia pozornosť. Roku 1987 sa geológovia International Micham Resources Inc. a Narex International Exploration Inc. k objavu vrátili a v šlichových vzorkách riečnych sedimentov horného úseku horskej riečky Plattas (pravý prítok Medelkého Rýna) zistili úlomky rýdzeho zlata. Od roku 1990 v prieskume pokračovala firma Micham Resources Inc. Širšie okolie výskytu zlata budujú horniny variského (aarský masív na S) a alpínskeho orogénu (gotthardský masív na J). Prvý z nich na J ohraničuje rhônsko-rýnska tektonická línia smeru ZJZ - VSV. Medzi tieto tektonické jednotky sa vkliňuje tavečský masív kryštalických hornín a gaverská zóna sedimentárnych hornín. Mineralizácia objavená roku 1983 na J od mestečka Disentis sa viaže na horniny tavečského masívu a mineralizácia z údolia riečky Plattas na alterované sericitovo-kremeňovo-muskovitické bridlice gotthardského masívu.

V lete 1991 firma Micham Resources Inc. vykonala geologické mapovanie širšieho okolia vrátane dvoch šikmých (45 a 85°) vrtov, ktoré mali overiť hĺbkové pokračovanie zóny alterovaných zlatonosných bridlíc. Obidva vrty sa skončili v hĺbke 400 m. Prvý v hĺbke 75 m prevŕtal 37 m mocnú mineralizovanú zónu s obsahom arzenopyritu, pyritu, pyrotínu a zlata (1,2 - 1,8 g/t), druhý v hĺbke 95 m 26 m mocnú zónu alterovanej sericitickej bridlice s obsahom sulfidov a zlata (0,6 - 1,3 g/t). Geologickým mapovaním sa zóna alterovaných sericitických bridlíc preskúmala v dĺžke okolo 5 km. Jej mocnosť v povrchových odkryvoch je 5 - 20 m. Obsah zlata v odobraných vzorkách bol 0,6 - 2,5 g/t, v jednom prípade dokonca 7 g/t. Základnou hmotou sericitických bridlíc je sericit, kremeň a karbonát a identifikovali sa v nich živce, biotit, chlorit, zirkón, turmalín a vtrúseniny sulfidov (0,5 - 10 %) s veľkosťou zŕn do 5 mikrónov, ojedinele až niekoľko milimetrov. Prieskumné práce v údolí riečky Plattas pokračovali v letných mesiacoch roku 1992 a mali dať odpoveď na otázku, či výskyty zlatej mineralizácie možno pokladať za ložisko.

pm

EKOLÓGIA

Nižšie smerné čísla recyklovateľných materiálov požadujú ministri životného prostredia v rámci Európskeho spoločenstva. Pôvodný návrh stanovil presné smerné čísla na päťročné a desaťročné obdobie a tie určovali rozsah recyklácie každého typu obalových materiálov - plastických hmôt, skla, papiera a kovov. Teraz sa ministri dohodli na pružnejšom stanovovaní čísel, čo by malo odzrkadľovať momentálny prebytok toho-ktorého recyklovateľného materiálu. Upustilo sa aj od pevného desaťročného smerného čísla, ktoré vyžadovalo zber až 90 % odpadových obalových materiálov, z ktorých až 60 % musí byť recyklovateľných. Podľa nového návrhu by mali členské štáty v priebehu piatich rokov dosiahnuť celkovú úroveň recyklácie 60 %. Potom sa smerné čísla opäť spresnia.

Najväčším vývozcom nebezpečného odpadu roku 1990 bolo Nemecko. Vyplýva to zo sledovania Organizácie pre ekonomickú spoluprácu a vývoj (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD). Z Nemecka sa vyviezlo 522 000 t nebezpečného odpadu a 62 600 t sa ho tam importovalo. Druhým najväčším exportérom boli Spojené štáty so 118 000 t, ale s nezisteným množstvom importovaného odpadu. Z porovnania vývozu odpadu s jeho celkovou produkciou vychodí, že jeho najväčším exportérom je Švajčiarsko, ktoré vyváža 22 % doma vyprodukovaného nebezpečného odpadu. Druhé je Rakúsko s 12 % a tretie Nórsko s 8 %. Najväčším importérom nebezpečného odpadu podľa štúdií OECD je Francúzsko, ktoré dováža o 11 % odpadu viac, ako ho samo vyprodukuje.

Skúšku ekologickej spôsobilosti ustanovilo rakúske ministerstvo životného prostredia, mládeže a rodiny na výrobky a služby, patriace do jeho pôsobnosti. Platia tam smernice na posudzovanie kvality a ekologickej neškodnosti 16 kategórií výrobkov a služieb a ďalších 11 k nim podľa ministerky životného prostredia Marie Rauchovej-Kallatovej pribudnú čoskoro. Zaradenie výrobku do „ekologicky elitnej" kategórie je významnou informáciou pre množstvo ekologicky zmýšľajúcich spotrebiteľov, čím sa jeho predajnosť výrazne zvyšuje. Smernice teraz zahŕňajú výrobky, ako je recyklovateľný papier na písanie a kopírovanie, drevený nábytok a materiály z dreva, rastlinné oleje, vodu šetriace hygienické zariadenia a kopírovacie stroje. Ďalšie smernice sa budú týkať novinového papiera, hydraulických olejov, domácich čistiacich prostriedkov, laserových tlačiarní a tapiet.

Urobiť veternú energiu konkurencieschopnou je cieľom 40 miliónového projektu, na ktorom sa plánuje zúčastniť aj Ministerstvo energetiky USA. Ďalším sponzorom bude Electric Power Research Institute. Jedna z kľúčových úloh projektu Verifikačný program výkonnosti veterných turbín sa bude realizovať ako technologický vládnoodvetvový program. Testovať prototypy zlepšených veterných turbín v štandardnom pracovnom prostredí pomôže viac priemyselných spoločností. Ministerstvo energetiky a výskumný ústav sa zúčastnia pri inštalácii, stavebných prácach a posudzovaní výkonnosti veterných turbín.

Najväčší komerčný solárnoelektrický (photovoltaic system, PV) systém bude v západnom Novom Mexiku (USA). Spočiatku výkonný PV systém na výrobu elektrickej energie ponúknu na testovanie 60 - 80 domácnostiam (v oblasti Navajo Nation) a v závere experimentu sa plánuje poskytovať takto generovanú elektrickú energiu až 10 000 domácnostiam. Systém bude variovať od jednoduchých domácich systémov na osvetľovanie (100 - 200 W) po výkonné PV-propánové systémy (1000 W), ktoré by mali dodávať energiu takým zariadeniam, ako sú mikrovlnové pece a chladničky. Na väčšiu popularizáciu sa systém namontuje na nákladný príves, a tak sa bude demonštrovať jeho funkčnosť pri zabezpečovaní elektrickej energie rodinného domu. Súčasne sa vytvoria servisné a finančné štruktúry na komerčné využitie systému. V súčasnosti je v oblasti Navajo 1000 jednoduchých PV systémov. Ich perspektívnosť vyplýva aj z toho, že rozširovať existujúcu elektrickú sieť do vzdialených a odľahlých oblastí nie je efektívne.

Novú technológiu na zisťovanie zdroja ropného znečistenia pôdy a určovanie dátumu jej kontaminácie vyvíja Chempet Research Corporation (USA). Zdroj a dátum kontaminácie pôdy olejom, benzínom alebo hydrokarbónovými rozpúšťadlami sa zisťujú určením pomeru izotopov Pb, lebo tie sa v hydrokarbónoch nerozpadávajú a ani netrpia biodegradáciou. Po extrakcii olova kyselinami nasleduje chromatografia aniónovou výmenou na očistenie kovov a termálna ionizačná hmotnostná spektrometria na odlíšenie v prírode sa vyskytujúcich stabilných izotopov olova 204, 206, 207 a 208. Typické sú koncentrácie v rozsahu < 10 po 500 ppm. Na analýzu stačí menej ako 0,1 mg olova.

Už nízky obsah NO_2 môže poškodiť bunky horných dýchacích ciest ľudí, tvrdí Johny Carson a jeho spolupracovníci z Univerzity v Severnej Karolíne (USA). Elektrónovým mikroskopom sa zistili zmeny rias buniek po pôsobení NO_2. Riasy pomáhajú čistiť a chrániť dýchacie cesty v pľúcnych lalokoch. Dlhotrvajúce pôsobenie NO_2 môže zvýšiť nebezpečenstvo infekcie horných dýchacích ciest. Carson upozorňuje, že úroveň NO_2 môže byť vyššia práve v domoch, kde sa na varenie a vykurovanie používa fosílne palivo.

Dva nové výkonnostné rekordy solárnych článkov zaznamenali vedeckí pracovníci National Renewable Energy Laboratory (NREL, USA). Nové články z medeno-indiovo-diselenidovo-gáliovej zliatiny dosahujú účinnosť 15,5 %. Pracovníci NREL predpokladajú, že články v podobe komerčne zaujímavých tenkých filmov môžu v najbližších rokoch dosiahnuť účinnosť 20 %. Ďalší rekord sa dosiahol pri tandemových slnečných článkoch (dva články spojené do jedného zariadenia). Tie dosiahli 29,5 % účinnosť. Riešenie využíva dva polovodiče naladené na rozličné oblasti slnečného spektra, čím sa množstvo svetla konvertovaného na elektrickú energiu zdvojnásobuje. Rekordný solárny článok je z gáliového a indiového fosfidu vo vrchnej a z gáliového arzenidu v spodnej časti. Predpokladá sa, že sa tandemové články môžu v budúcnosti využívať na výrobu elektriny v elektrárňach vysokej účinnosti.

Nová technológia využívajúca teplo pary na rekultiváciu znečistenej pôdy môže byť lacnejšia a rýchlejšia ako klasické čistenie. Procedúru nazvanú elektrická rekultivácia v kontaminovaných prostrediach (Electrical Remediation at Contaminated Environs, ERACE) vytvoril multidisciplinárny tím z Pacific Northwest Laboratories (PNL, USA). Laboratórne skúšky potvrdili, že technológia odstraňuje viac ako 99 % polutantov typu trichlóretylénu, polychlórových bifenilov, karbónového tetrachloridu a hydrokarbónových palív. Jej podstatou je vloženie elektród do zeme a následné

privedenie pôdnej vody do varu. Vzniknutá para spôsobuje únik prchavých a poloprchavých polutantov z pôdy. Pracovníci PNL zistili, že možno vytvoriť aj nízkoteplotnú plazmu, ktorá dokáže likvidovať neprchavé znečisťovatele in situ. Technológia ERACE je unikátna tým, že rozdeľuje bežný trojfázový elektrický prúd na šesť separátnych fáz. Výsledkom je rovnomernejšie a hlbšie zasahujúce podzemné ohrievanie pri nízkom napätí. Preto je technológia ERACE menej nákladná a rýchlejšia ako iné technológie, ktorých podstatou je tiež ohrev pôdy.

Olovo možno odstrániť z potrubia s pitnou vodou inertnými chemikáliami takpovediac cez noc, konštatuje Benito Marinas z Purdue University (USA). Odhaduje, že 99 % vodovodných systémov v amerických domoch, školách a úradoch v prepojovacích uzloch potrubného systému stále obsahuje malé množstvo olova. Bežne sa olovo z potrubného systému odstráni 5 - 20 rokov. Marinas tvrdí, že sa jeho metódou odstráni všetko olovo zo systému operáciou trvajúcou jednu noc. Vyhlásil, že dokonca americká armáda prejavila záujem o testovanie jeho metódy vo veľkých vojenských budovách. Marinas odhaduje, že odstraňovanie olova v takomto veľkom rozsahu by nepresiahlo sumu 2000 USD za použité chemikálie a prácu.

Použitý xerografický papier možno recyklovať priamo v kancelárii. Technológia, ktorú vyvinula Ricoh Corporation (USA), termochemicky odstraňuje toner využívaný v suchom elektrofotografickom kopírovaní. Princípom riešenia je reverzia fotokopírovacieho procesu, počas ktorého sa nanáša toner na papier. Živičný toner priľne na papier odtlačením elektricky nabitého vzoru, ktorý zodpovedá originálnemu dokumentu. Zohriate valce toner roztopia, takže sa malými čiastočkami prilepí medzi vlákna papiera. Pri chladnutí papiera sa toner vyzráža, a tak sa stane trvácim. Proces združenia Ricoh využíva ekologicky neškodný zlúpavací roztok na zníženie priľnavosti tonera k papieru. Ďalej sa využíva teplo a tlak na prenesenie uvoľneného tonera na zlúpavací valec. Papier je potom znova použiteľný a starý toner je zo zlúpavacích valcov odstránený. Podľa hovorcu združenia Ricoh je táto metóda v porovnaní s klasickými znehodnocovačmi papiera výrazným zlepšením, pretože použitý xerografický papier sa na recykláciu pre krátko zrezané vlákna pokladal za nevhodný. Nová technológia recyklácie umožňuje znovu použiť papier pri cene rovnajúcej sa 10 % ceny nového kopírovacieho papiera. Nie nepodstatnou výhodou nového systému je aj to, že sa tak úplne zničia mnohé dôverné informácie, ktoré by sa inak mohli zneužiť.

Najväčší výrobcovia počítačovej techniky v USA uvádzajú na trh novú generáciu energeticky úsporných počítačov a laserových tlačiarní. Firma IBM ako prvá predviedla nový prototyp osobného počítača s maximálnou prevádzkovou spotrebou 30 Wh a spotrebou 16 Wh v pasívnom režime. V súčasnosti vyrábané osobné počítače majú spotrebu 200 - 300 Wh. Nové osobné počítače IBM budú produkovať menej tepla, nebudú mať ventilátor a ich obal bude z recyklovateľných plastov. Maximálny príkon monitora počítača bude 21 Wh a v pasívnom režime 3 Wh. Napriek malému príkonu budú mať nové počítače rýchle procesy radu 486 s kapacitou pevných diskov minimálne 100 MB. Na ukladanie ďalších dát bude možno využiť pripojiteľné karty veľké ako kreditné karty. Prototyp počítača vyvinul Jim Davis a na jeho uvedenie do predaja treba už iba súhlas federálnych orgánov v USA. Do vývoja počítačov novej koncepcie sa zapojil aj Intel, Compaq, Apple a Hewlett-Packard.

Návrhy sprísniť normy energetickej náročnosti predložili ES napriek námietkam Európskeho parlamentu o ich nekomplexnosti. Smernicu s označením SAVE navrhla komisia ES minulý rok. Podľa jej náhľadu znižovanie energetickej náročnosti podľa tohto dokumentu môže zabrániť vzniku 61 miliónov t emisií CO_2, a tým sa stane kľúčovým v stratégii ES v programoch stabilizácie emisií CO_2. Ale rozhodné postupy nezískali výraznejšiu podporu členských štátov a v súčasnosti je pozorovateľné ich úsilie obchádzať požiadavky komisie vo všetkých možných prípadoch. Ministri energetiky 12 členských štátov ES prijali smernicu 25. júna 1993, ale väčšinu podstatnejších klauzúl odstránili. Namiesto nich akcentujú informačné a vzdelávacie kampane a nezáväzné dohody s priemyselnými organizáciami. Tak sa rozhodnutie, ktorý z programov úspory energie zahrnutých v SAVE získa podporu, stáva výlučne vecou jednotlivých členských štátov.

Zdroj: ES & T august a november 1993
spracoval zn

5. medzinárodná konferencia o informáciách v geovedách GEOINFO V 20. - 24. jún 1994, Praha, Česká republika

Spoločná medzinárodná vedeckotechnická akcia Geoscience Information Society (USA), Geofondu Českej republiky, NIS ČR - strediska Geofond, Geofondu Slovenskej republiky, Českého geologického ústavu a i.

Tematické okruhy programovej náplne

A. Informačné systémy - databáza a integrácia dát pre úlohy geológie životného prostredia
B. Nové informačné technológie a geograficky orientované informačné systémy (GIS)
C. Metódy, služby a techniky v geologických knižniciach a mapových zbierkach
D. Vedomostné databázy a expertné systémy v geologických odboroch
E. Cena a hodnota geoinformácií; súčasné trendy a predpovede
F. Informačné systémy a zdroje pre globálnu politiku ochrany a rozvoja prírodných zdrojov

Oficiálnym rokovacím jazykom konferencie je angličtina.

Organizačný výbor prijíma prihlášky a abstrakty prednášok, príspevkov alebo panelových diskusií, ktoré sa dajú tematicky zaradiť do niektorého z uvedených okruhov, do 15. 9. 1993. Abstrakty musia byť v čistopise v rozsahu jednej strany (min. 200, max. 360 slov) bez schém, obrázkov, citácií a pokiaľ možno na výstupe z laserovej tlačiarne.

Konferenčný poplatok pre účastníkov z Českej republiky a Slovenskej republiky bude cca 1800,-Kč (zahŕňa bežné konferenčné služby, zborník, abstraktov, zborník prednášok a ďalšie materiály, réžiu akcie).

Podrobnejšie informácie vrátane prvého cirkuláru s prihláškou možno dostať osobne alebo poštou na základe písomnej, telefonickej, faxovej požiadavky na sekretariáte organizačného výboru.

GEOFOND ČR, Sekretariát GEOINFO V, RNDr. J. Hruška, CSc./p.g. A. Lhotská, Kostelní 26, 170 21 PRAHA 7, telefón (02)379346/k1.50 a 46, FAX (02)370647

Seminár o životnom prostredí

5. októbra 1993 sa na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského konal seminár, ktorý usporiadala a sponzorovala firma Perkin-Elmer v spolupráci s geologickým ústavom PFUK.

Na úvod seminára pracovníci Ministerstva životného prostredia SR oboznámili účastníkov s metodikou navrhovania, podávania, spracúvania, financovania a hodnotenia projektov riešiacich otázky geologického prieskumu a výskumu a životného prostredia.

V prednáškovom cykle pracovníci firmy Perkin-Elmer podrobne informovali o výhodách dodávanej prístrojovej techniky. Uviedli základné parametre (rozmedzie, presnosť, správnosť, dôkazuschopnosť, reprodukovateľnosť atď.) metodík aplikovaných na prístrojoch tejto firmy - AAS, AES-ICP, FTIR, na plynovom chromatografe, GC-MS atď. Zároveň ukázali aj možnosti používaného softwaru. Metodiky aplikovali na monitoring a výskum znečistenia ovzdušia, vody a pôdy. Súčasťou prednáškového cyklu bola aj výstava najnovších modelov prístrojovej techniky a premietanie videozáznamov činnosti týchto prístrojov.

Pracovníci PFUK v rámci seminára zverejnili čiastkové výsledky grantového projektu 1/107/92, 2/99/92 a inštitucionálnych úloh fakulty G-18 a G-19 vo forme posterov, ktorých abstrakty uverejňujeme.

J. SMOLEN a L. ANDOR: **Manažment projektov na Ministerstve životného prostredia SR**

Projekty štátneho programu starostlivosti o životné prostredie, vedecko-technické a iné podporné projekty sa pripravujú a riešia v súlade s definitívnymi prioritami Ministerstva životného prostredia SR. Ich prípravu zabezpečuje odbor ekologických projektov.

Pretože geologický výskum a prieskum majú svoje špecifiká, táto skupina projektov sa realizuje v spolupráci so sekciou geologického výskumu a prieskumu. Projekty geologického výskumu a prieskumu pripravuje, vyberá a vykonáva odbor geofaktorov sekcie geologického výskumu a prieskumu. Realizátormi projektov sú štátne podniky, akciové spoločnosti a súkromné firmy vybrané v konkurznom konaní.

Štátny program starostlivosti o životné prostredie bol schválený uznesením vlády ČSFR č. 229/1991 a vláda SR ho vzala na vedomie uznesením č. 200/1991. Geologické a právne aspekty projektov stanovuje zákon SNR č. 52/1988 Zb. v znení zákona SNR č. 497/1991 Zb. o geologických prácach a Slovenskom geologickom úrade. Metodika projektovania, realizácie a hodnotenia projektov je spracovaná vo vyhláške č. 127/1989 Zb. SGÚ o projektovaní, vykonávaní a hodnotení geologických prác.

Vedecko-technické projekty sa financujú podľa požiadaviek KGAT z účelovo vyčlenených prostriedkov. Na financovanie projektov geologického výskumu a prieskumu objednaných MŽP SR sa používajú finančné prostriedky účelovo viazané v štátnom rozpočte na tento účel podľa vyhlášky č. 9/67 Zb. o projektovaní a financovaní geologických prác. Na financovanie projektov sa využívajú aj iné zdroje, ako je štátny fond ŽP a zahraničné zdroje, ako napr. GEF, PHARE, US AID a všetky bilaterálne finančné zdroje.

Odborné výsledky získané realizáciou projektov sa spracúvajú v záverečných správach a schvaľuje ich odborná komisia MŽP SR. Výsledky sa preberajú podľa prijatej metodiky, pričom sa v zásade realizuje oponentské konanie, v istých prípadoch aj medzinárodné.

L. TURANOVÁ, M. KHUN a J. TURAN: **Geochémia čiernych bridlíc, ich stopové prvky a vzácne zeminy**

Čierna bridlica má najmä vďaka sorpčnej a redukčnej schopnosti uhlíka pri koncentrácii rozličných prvkov dôležitú úlohu. Obsah stopových prvkov závisí predovšetkým od kvantitatívneho a kvalitatívneho obsahu organického uhlíka, uhličitanov a nerozpustných zložiek čiernej bridlice.

Z hľadiska tvorby a ochrany životného prostredia možno konštatovať, že študovaná čierna bridlica je v porovnaní s normálnou sedimentárnou bridlicou obohatená o toxické a ťažké kovy. Zvýšený obsah okrem sorpčnej a redukčnej funkcie uhlíka podmieňuje najmä vysoká afinita ťažkých kovov k S. Čierna bridlica je spravidla 5-krát až 7-krát bohatšia na S ako normálne sedimenty.

J. MEDVEĎ, V. STREŠKO, J. KUBOVÁ a J. POLAKOVIČOVÁ: **Hodnotenie základných parametrov metód atómovej emisnej a absorpčnej spektroskopie pri stanovovaní stopových prvkov v pôde**

Stopové prvky v pôde pri dodržaní dostatočnej presnosti, správnosti, a najmä medze stanoviteľnosti nemožno stanoviť jednou analytickou metódou, a preto sa na tento cieľ použila kombinácia metód atómovej spektroskopie.

Metódou optickej emisnej spektroskopie sa stanovilo Ag, B, Ba, Be, Co, Cr, Cu, Ga, Ni, Pb, Sn, Sr, V a Zr. Spektrá sa snímali na mriežkovom spektrografe PGS 2 pri použití oblúka jednosmerného prúdu.

Na stanovenie As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sr a Zn bola použitá atómová absorpčná spektrometria. Absorpčné signály As sa získali hydridovou technikou po uvedení vzorky do roztoku. Hg bolo stanovené z pevnej vzorky po termickom odparení v prúde kyslíka a po obohatení na amalgamátore. Ostatné prvky sa stanovili po úplnom rozklade vzorky atomizáciou v plameni acetylén - vzduch.

Z tých istých roztokov sa stanovilo Ag, B, Ba, Be, Co, Cr, Ga, Ni, Sn, V, Zn a Zr aj atómovou emisnou spektrometriou s indukčne viazanou plazmou.

Zistili sa základné parametre sledovaných prvkov (presnosť, správnosť, dôkazuschopnosť), navzájom sa porovnali a na základe takéhoto hodnotenia sa na ich stanovovanie v pôde navrhli optimálne metódy.

F. MACÁŠEK: **Špeciácia stopových prvkov a metaloidov v životnom prostredí: Prečo, kde, ako?**

Chemická špeciácia stopových prvkov a metaloidov (resp. ich rádioizotopov), ako je As, Hg a Se, ale aj Am, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, lantanidy, Mo, Pu, Sr, V a Zn, je vo vzorkách životného prostredia nevyhnutná na biologicko-chemickej úrovni výskumu. Kombinácia spektrálnych a separačných metód zabezpečuje tak detailné, ako aj reprezentatívne výsledky. S ohľadom na dynamickú povahu viazania kovov musia byť separačné metódy dostatočne jemné, nedenaturujúce, t. j. musia zachovávať prírodný chemický stav prvku alebo jeho „odtlačku". Referát sa zaoberal aj použiteľnosťou frakčnej separácie, dialýzy, rozmerovo-vylučovacej chromatografie, vakančnej chromatografie a superkritickej extrakcie, ako aj matematického modelovania.

V. STREŠKO, J. KUBOVÁ, J. MEDVEĎ A J. POLAKOVIČOVÁ: **Hodnotenie rozličných spôsobov rozkladu vzoriek pôdy pri stanovovaní prvkov metódami atómovej spektrometrie**

Metrologické a ekonomické parametre analytických metód používaných pri analýze pôdy závisia od použitého spôsobu rozkladu vzorky, a preto autori sledovali nasledujúce postupy rozkladu:

a) kyselinový rozklad pri atmosférickom tlaku,
b) kyselinový rozklad pri zvýšenom tlaku v tlakovej nádobe,
c) kyselinový rozklad pri zvýšenom tlaku v mikrovlnej peci,
d) tavenie v muflovej peci,
e) tavenie v indukčne vyhrievanom tégliku.

Na porovnávanie sa použili certifikované referenčné materiály pôdy SO-2 a SO-4 (CANMET). Študovali sa dve skupiny prvkov: ľahko vylúhovateľné prvky (Cu, Mn, Li, Zn) a obmedzene vylúhovateľné prvky viažuce sa na chemicky rezistentnejšie minerály (Ba, Sr, Y, Cr, Zr). Obsah prvkov sa stanovoval atómovou emisnou spektrometriou s indukčne viazanou plazmou a atómovou absorpčnou spektrometriou s rozličnými spôsobmi atomizácie. Získané hodnoty sa porovnali s výsledkami dosiahnutými analýzou pevných vzoriek za použitia optickej emisnej spektrografie exitáciou v oblúku jednosmerného prúdu, ako aj s certifikovanými hodnotami.

Na základe štatistického hodnotenia metrologických údajov prvkov pri jednotlivých druhoch rozkladu sa vybral optimálny spôsob rozkladu vzoriek pôdy.

V. STREŠKO, J. POLAKOVIČOVÁ a J. KUBOVÁ: **Zvyšovanie dôkazuschopnosti stanovovania Hg vo vode použitím atómovej absorpčnej spektrometrie**

Ortuť patrí medzi najčastejšie sledované toxické prvky vo vzorkách životného prostredia. Vyskytuje sa v rôznej forme, a to ako elementárna alebo viažuca sa na rozličné anorganické a organické zlúčeniny. Vysoká schopnosť migrácie a obohacovania ortuti v rôznych materiáloch umožňuje jej výskyt v širokom koncentračnom rozmedzí.

V súčasnosti sa na stanovovanie nízkeho obsahu ortuti využívajú rozličné varianty atómovej absorpčnej spektrometrie, ktoré sa navzájom odlišujú výkonnosťou. Niektoré z používaných zariadení umožňujú jedným pracovným postupom vykonať pred meraním absorpčného signálu separáciu pary ortuti s jej súčasným obohatením. Pri veľmi nízkom obsahu ortuti ani takáto technika neumožňuje dosiahnuť požadovanú hranicu stanoviteľnosti, a preto je nevyhnutné použiť oddelený prekoncentračno-separačný postup.

V predloženej práci na prekoncentráciu a separáciu nízkeho obsahu ortuti využívame chelatačný vymieňač iónov na báze metakrylátového gélu Spheron Thiol (Lachema Brno) zrnenia 40 - 63 μm, ktorý obsahuje skupiny SH v bočnom reťazci. Vyznačuje sa vysokou kapacitou (0,5 - 1 mmol/g), selektivitou a výbornými kinetickými vlastnosťami, ktoré zaručujú rýchle ustaľovanie sorpčnej rovnováhy. Prekoncentráciu sme robili v statických podmienkach. Dosiahnutý faktor prekoncentrácie pri použití 1000 ml vzorky je 10 000, ale môže dosiahnuť aj vyššiu hodnotu. Spheron Thiol sa ľahko oddeľuje od roztoku dekantáciou a filtráciou. Vysokú stabilitu komplexov ortuti využívame na jej priame stanovenie v sorbente za použitia spektrometra TMA-254 (Trace Mercury Analyser). Detekčný limit stanovenia Hg sa tak znížil na 1 ppt použitím 1000 ml vody a 0,1 g Spheron Thiolu. Presnosť metódy vyjadrená ako relatívna štandardná odchýlka je pod 10 %. Správnosť metódy sa skontrolovala metódou štandardného prídavku. Výsledky Studentovho testu ukazujú, že metóda je správna. Vypracovaná metóda sa aplikovala na stanovenie Hg v podzemnej, povrchovej, minerálnej a odpadovej vode.

J. KUBOVÁ, V. NEVORAL a V. STREŠKO: **Stanovovanie prvkov vzácnych zemín v minerálnych vodách metódou AES-ICP**

Priame stanovovanie prvkov vzácnych zemín (PVZ) v minerálnych vodách je pre ich stopový obsah a vysokú koncentráciu sprevádzajúcich prvkov veľmi zložitý analytický problém. Preto je nevyhnutné pred vlastným stanovovaním vhodným postupom prekoncentrovať PVZ a súčasne ich separovať od interferujúcich makrozložiek.

Vypracovali sme postup selektívnej prekoncentrácie všetkých PVZ na vymieňači iónov Dowex. Pôvodný objem analyzovanej minerálnej vody bol ca 25 - 100 l v závislosti od obsahu hlavných zložiek a objem vzoriek po aplikácii separačno-prekoncentračného postupu 25 ml. Konečné stanovenie sa vykonalo metódou AES-ICP. Na spoľahlivé stanovenie PVZ touto metódou bolo treba pre možné vzájomné interferencie navrhnúť vhodné spektrálne čiary, spôsob korekcie pozadia a vzájomného prekrývania vybraných čiar a experimentálne podmienky zaisťujúce optimálnu dôkazuschopnosť a spoľahlivosť získaných výsledkov. Presnosť a správnosť postupu sa overovali na modelových, ako aj reálnych vzorkách. Vzorky prírodnej minerálnej vody sa analyzovali dvoma nezávislými metódami: AES-ICP a spektrofotometricky (xylenolová oranž a cetylpyridinium bromid). Zo štatistického zhodnotenia výsledkov vychodí, že vypracovaná metóda poskytuje spoľahlivé výsledky.

Uvedeným postupom sa stanovili PVZ v 25 prameňoch minerálnej vody v Českej republike prevažne z okolia Karlových Varov a Mariánskych Lázní. Výsledky sú dôležité na charakterizáciu minerálnych vôd z hľadiska obsahu PVZ a pre základný hydrogeologický výskum.

E. ŠAMAJOVÁ a T. ŽIŽKA: **Zeolity a ich význam pre životné prostredie**

Pri aplikácii prírodných zeolitov na riešenie ekologických problémov sa využívajú najmä ich iónovýmenné a adsorpčné vlastnosti. Doterajší výskum vlastností klinoptilolitového tufu z ložiska Nižný Hrabovec ukázal vhodnosť jeho využívania v širokom spektre aplikácií.

Novú možnosť praktického využitia tejto suroviny ako sklotvornej zložky poskytuje technológia vitrifikácie toxického a rádioaktívneho odpadu vypracovaná a v poloprevádzke odskúšaná v Sklárskom ústave (SVÚS) v Hradci Králové. Vitrifikáciou sa spracoval odpad s obsahom Cu, Pb, Hg, Zn, Cd, P, F, Se s nízkou a strednou rádioaktivitou Cs a Sr. Pri použití zeolitovej suroviny sa taviaca teplota zníži o 150 - 200 °C. Finálny produkt vitrifikačnej technológie je netoxický a má vysokú termickú, chemickú a radiačnú stabilitu. Je vhodný na dlhodobé uloženie. V niektorých prípadoch ho možno využiť aj ako druhotnú surovinu na ďalšie spracovanie.

Matematické metódy v geológii

(Prednáškové popoludnie odbornej skupiny ložiskovej geológie 27. 5. 1993, pobočka SGS Bratislava)

MIROSLAV BÖHMER

Prednáškový cyklus vychádza z presvedčenia o stále rastúcom význame matematických metód v geológii, najmä v súčinnosti s počítačmi a o pomerne slabom styku a propagácii výsledkov geológov, ktorí takéto metódy používajú. Matematické a počítačové metódy sa rozvíjajú vo všetkých geovedných disciplínach, a preto je aj zameranie prednášok pestré.

Búrlivý svetový rozvoj matematických metód v geológii dobre ilustruje obsah medzinárodných geologických kongresov (naposledy v Tokiu roku 1992), ale aj medzinárodná sekcia Matematické metódy v geológii sympózií Hornická Příbram ..., rokujúca tohto roku už po šestnástykrát.

Nie je naším cieľom hodnotiť stav v matematickej geológii u nás. Najmä s rozširovaním počítačov sa matematické metódy udomácňujú vo výskumných ústavoch a v organizáciách praxe. Za slabšie pokladáme štúdium matematického základu, najmä štatistiky, geoštatistiky atď. Výsledky dosiahnuté s použitím rozličných programov vždy treba hodnotiť kriticky.

Jediným záverom je, že používanie matematických metód v geológii a ich výučbu u nás treba zintenzívniť, podporovať a dosiahnuté výsledky hodnotiť.

M. PERESZLÉNYI: **Využívanie metód matematickej geológie na znižovanie rizika pri prospekcii ložísk uhľovodíkov**

Vznik, migráciu a akumuláciu uhľovodíkov možno rekonštruovať v čase a priestore tak, ako pri formovaní a vývoji sedimentačného bazénu. Pri simulovaní týchto procesov sa vo veľkej miere využíva výpočtová technika. V posledných rokoch sa jasne dokázala opodstatnenosť, účelnosť a všeobecná platnosť moderných metód matematickej geológie, ako je modelovanie subsidencie, kompakcie, litogenézy, teplotných pomerov, stupňa premeny organickej hmoty, tektonického vývoja atď.

Moderné metódy matematickej geológie sa čoraz viac uplatňujú najmä preto, že v súčasnej ekonomickej situácii nemožno overovať perspektívne oblasti výskytu uhľovodíkov drahými vrtnými prácami bez toho, aby prešli detailnou a komplexnou ropnogeologickou interpretáciou s využitím najnovších geologickovýskumných a prieskumných metód pri dôslednom dodržiavaní etapovitosti a operatívnosti.

Pretože ide o veľmi rozsiahlu a vo svete ustavične sa dynamicky vyvíjajúcu problematiku, nemožno v jednom príspevku postihnúť ju v celej šírke a zložitosti.

Je pochopiteľné, že metódy matematickej geológie neodpovedajú jednoznačne na všetky zložité geologické javy a zákonitosti, ale môžu naznačiť ich trend a vzájomné vzťahy. Užitočnosť metód matematickej geológie zjavne rastie v kombinácii s inými metódami terénneho a laboratórneho výskumu. Modelovanie geologických javov môže byť jedným z nástrojov oceňovania perspektív počas ropnej prospekcie a môže efektívne pomôcť znížiť prospekčné riziko.

Š. SZABO: **Použitie programu Rockware v rozličných geologických disciplínach**

Americká firma Rockworks vyvinula široko koncipovaný program Rockware, ktorý je aplikovateľný v rozličných geologických disciplínach na spracovanie a grafické vyjadrenie výsledkov výskumu a prieskumu.

Program sa skladá z nasledujúcich základných modulov:

DIGITIZE. Umožňuje snímať údaje pri digitalizácii. Vhodný je najmä pri digitalizácii topografických podkladov, údajov o polohe dokumentačných bodov, technických diel a pod.

GEOPAL. Vykonáva jednoduché výpočty podľa definovaných matematických vzťahov, napr. smeru a sklonu plochy v priestore zo súradníc (x, y, z) troch bodov, skutočnej mocnosti vrstiev, výpočet zníženia hladiny podzemnej vody podľa Theissovej rovnice atď.

GRIDZO. Je to interpolačný modul umožňujúci vykresľovať izolínie. Mnohorako sa dá využiť napríklad v hydrogeológii (konštrukcia izohýps, izobát a pod.), v ložiskovej geológii (zostrojovanie izolínií rozšírenia obsahu prvkov) a v iných geologických disciplínach.

ROCKBASE. Je použiteľný pri tvorbe geologických máp rozmanitého obsahu. Umožňuje samostatne spracúvať údaje v rámci súborov informácií, napríklad o topografii, o prieskumných dielach a pod., a syntetizovať ich v súborných mapách.

ROCK SOLID. Umožňuje generovať z údajov x, y, z (súradnice polohy) a q (meraná veličina) priestorový model podľa algoritmu zvoleného používateľom.

STEREO. Je využiteľný na zostavovanie tektonogramov (bodových, rastrových, izolíniových) v štruktúrnej geológii, mineralógii, petrológii, inžinierskej geológii, ale aj v iných disciplínach.

ROSE. Slúži na zostavovanie ružicových diagramov na grafické vyjadrenie výsledkov meraní štruktúrnych prvkov.

ROCKSTAT. Má zabudované základné štatistické funkcie, ktoré umožňujú štatisticky spracovať súbory údajov prakticky vo všetkých geologických disciplínach.

LOGGER. Umožňuje komplexnú dokumentáciu technických diel vrátane litologického opisu, údajov o spôsobe vŕtania, výsledkoch geofyzikálnych meraní, vodných tlakových skúšok a iných dát podľa požiadaviek používateľa.

Nespornou výhodou programu Rockware je, že viaceré z modulov tvoria iba základný rámec spracovania a vyžadujú od používateľa tvorivý prístup a vlastné špecifické úpravy pri danom súbore údajov a pri požadovanom spôsobe ich prezentácie. To vyžaduje aj istú schopnosť programovať, ale výstup potom môže presne zodpovedať predstavám riešiteľa.

Niektoré z uvedených modulov sa prakticky aplikovali na katedre inžinierskej geológie PRIF UK Bratislava. Napríklad LOGGER umožnil graficky vyjadriť hodnoty vtlačnej pevnosti (získané skúškou podľa Šrejnera) a odrazovej tvrdosti (získané Schmidtovým kladivom) na vzorkách kryštalinických hornín odobraných z rozličných hĺbkových etáží vrtov na lokalite prieskumu pre prečerpávaciu vodnú elektráreň Ipeľ. Výsledným výstupom bolo grafické vyjadrenie zistených hodnôt v profile vrtu indikujúce polohy hornín s rôznymi fyzikálnymi a mechanickými vlastnosťami. Pri spracúvaní údajov o diskontinuálnosti horninových masívov sa vo veľkom rozsahu použil modul STEREO aj ROSE. ROCKSTAT sa azda najvšeobecnejšie využíva pri ľubovoľnom štatistickom spracúvaní údajov vrátane vykresľovania histogramov, trojuholníkových diagramov a diagramov vyjadrujúcich výsledky hydrogeochemických analýz. Ako sme však už naznačili, rozsah aplikácie programu ROCKWARE je oveľa širší a možno ho bez zveličovania označiť za univerzálny program použiteľný vo všetkých geologických disciplínach.

L. NARWANOVÁ: **Použitie matematických a grafických metód pri spracúvaní výsledkov šlichového výskumu**

Matematické a grafické metódy sa pri spracúvaní výsledkov šlichového výskumu a vytváraní priestorového informačného systému na analyticko-syntetické operácie s danými dátami s vyústením do kartografických výstupov (distribučných máp minerálov) aplikujú v niekoľkých krokoch.

1. *Tvorba databázy.* Nepriestorová databáza obsahuje v troch časových rovinách informácie o zastúpení minerálov v šlichoch.

2. *Digitalizácia podkladovej mapy.* Pri digitalizácii podkladovej mapy sa definuje jednotná kartografická báza s relatívnym súradnicovým systémom. Podkladom na digitalizáciu sú topografické mapy v mierke 1:25 000 so zaznačenými odberovými miestami (takáto mierka poskytuje lepšiu orientáciu a pomáha predchádzať nepresnosti pri digitalizácii odberových miest).

Digitalizácia sa vykonáva pomocou programu v jazyku Basic, ktorý umožňuje priradiť k bodu identifikátor. Tak sa predchádza následnej editácii, a tým aj možným chybám, čo je aj časovo výhodnejšie. V našom prípade je identifikátorom číslo šlichu. Údaje sa ukladajú do dátového súboru v kóde ASCII ako priestorová databáza.

3. *Prepojenie priestorovej a nepriestorovej databázy.* Prepojenie priestorovej a nepriestorovej databázy obstaráva dBase4 pomocou otázok (Queries).

4. *Konštrukcia distribučnej mapy pomocou grafického programu Surfer a jej vykreslenie na plotri.* Tento krok je najdôležitejšou a poslednou časťou práce. Vrstevnice v našom prípade reprezentujú izolínie s rovnakou hodnotou Z (= obsah minerálu v šlichu). Skôr ako sa začne s konštrukciou, treba namerané hodnoty previesť z nepravidelnej siete do pravidelnej, štvorcovej, obdĺžnikovej.

Tento postup sa volá gridizácia a spravidla je najzložitejším a časovo najnáročnejším prvkom celého výpočtu. Vo veľkej miere

to závisí od hustoty siete a zvolenej metódy. Pri hodnotách s rovnomerným a plynulým vývojom v ploche je výhodnejšie voliť redšiu sieť. Hustejšia sieť kladie väčšie nároky na operačnú pamäť a na čas výpočtu.

Použiť možno metódu: 1. inverzných vzdialeností, 2. minimálnej krivosti a 3. „kriging".

Použili sme metódu „kriging", ktorá sa aplikuje v oblastiach s nepravidelnou sieťou meraní, s malou hustotou meraní alebo pri požadovanej väčšej presnosti v okrajových oblastiach mapy.

Vytvorený gridový súbor sa používa na konštrukciu distribučnej mapy. Nastaví sa niekoľko parametrov, ako je mierka, minimálna a maximálna hodnota Z pre izolínie, interval medzi izolíniami, interval označenia izolínií, ich dodatočné vyladenie a v neposlednom rade aj zafarbenie.

Pomocou ponuky TEXT možno vytvoriť text mapy vrátane vysvetliviek. Surfer umožňuje vložiť aj dodatočné informácie, ako je riečna sieť, cesty, železnice atď.

Takto skonštruovaná a dostatočne vyladená distribučná mapa sa vykreslí na výstupnom zariadení, ktorým bol v našom prípade ploter.

M. ZLOCHA: **Interpolácia a morfometrická analýza priestorových javov**

Interpolácia a morfometrická analýza má pri opise, modelovaní a plánovaní krajiny, ako aj geologických javov významnú úlohu. V súčasnosti používané klasické interpolačné metódy (metódy na báze trojuholníkových sietí, štatistické metódy) poskytujú len približné riešenie. Uspokojivé výsledky možno očakávať od krigingu, ale treba si uvedomiť, že je to pomerne náročná metóda vyžadujúca skúsenosti a prax. Z hľadiska morfometrickej (geometrickej) analýzy treba používať také interpolačné metódy, ktoré umožňujú nielen presne interpolovať sledovaný jav, ale poskytujú aj presný odhad parciálnych derivácií. Tie sú pri počítaní morfologických parametrov nevyhnutné.

Majme n-hodnôt $[t_i]$ sledovaného javu lokalizovaného v bodoch $[x_i, y_i]$, i = 1, ... n. Potom hovoríme o priestore 2D a interpolácii a morfometrickej analýze 2D. Takáto situácia je najčastejšia v geografii, resp. pri javoch, ktoré sa zjednodušene sledujú v 2D.

Ale v geológii je situácia komplikovanejšia. Majme n-hodnôt [ti] sledovaného javu lokalizovaného v bodoch $[x_i, y_i, z_i]$, i = 1, ..., n. Potom hovoríme o priestore 3D a interpolácii a morfometrickej analýze 3D. Takáto situácia je v geológii bežná, aj keď sa pri modelovaní často postupuje cez zjednodušenú situáciu a priemety (rezy), čo je vlastne prípad 2D.

Pri sledovaní javov 3D v čase potom možno hovoriť o javoch 4D.

V súčasnosti sú odvodené niektoré interpolačné schémy 2D i 3D na báze globálnych splajnov. V 2D sa s úspechom použili v práci Zlochu (1990), Mitášovej a Hofierku (1992). Výsledky ukázali, že ide o veľmi presné a rýchle metódy s veľkou flexibilitou v závislosti od skúmaného javu. Dôležitým predpokladom na tvorbu presných modelov dynamiky skúmaného javu boli práve morfometrické parametre vypočítané priamo cez parciálne derivácie používaných funkcií.

Morfologické parametre v 2D majú nasledujúcu interpretáciu:

Sklon reliéfu v smere spádnic v podstate pôsobí na všetky procesy v krajine a miera jeho vplyvu je zo všetkých parametrov najvyššia. V smere spádových kriviek prebieha svahová modelácia. Na konvexných formách v smere spádových kriviek prebiehajú erózne a na konkávnych formách akumulačné procesy.

Dĺžka spádovej krivky ovplyvňuje rýchlosť tečúcej vody a takisto aj transportnú kapacitu a erózny účinok vody.

Orientácia georeliéfu voči svetovým stranám pôsobí na všetky procesy v krajine najmä sprostredkovane, prostredníctvom rozdelenia priameho slnečného žiarenia. Význam orientácie rastie najmä so stúpajúcou hodnotou sklonu, napr. aj prostredníctvom hydrotermického režimu. Má význam nielen z hľadiska energetickej bilancie, ale veľkú úlohu má i orientácia vzhľadom na prevládajúci smer vetra (eolické procesy, hromadenie snehu a i.).

Význam *horizontálnej krivosti* georeliéfu spočíva v jej vplyve na smer toku látky a energie, teda či sa na danom mieste materiál rozptyľuje alebo koncentruje.

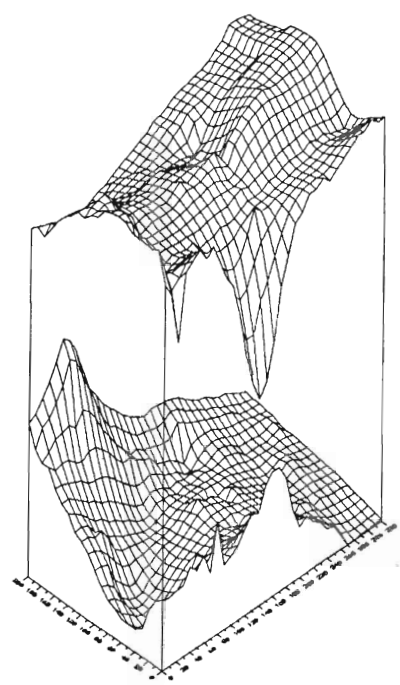
Spádnicová (normálová) krivosť georeliéfu má prvoradý význam z hľadiska charakteristiky a režimu procesov svahovej modelácie. Na konvexných tvaroch georeliéfu sa pohyb zrýchľuje. Naopak na konkávnych tvaroch sa pohyb spomaľuje, nastáva brzdenie transportovaného materiálu. Na nezakrivených svahoch je transport vyrovnaný.

Pri javoch 3D možno hovoriť aj o ich geometrických vlastnostiach prostredníctvom morfometrických parametrov 3D, ktoré ovplyvňujú dynamiku daného javu. Takisto konštrukcia prúdnic 3D a ich analýza bude analogická so spádnicami 2D (Zlocha a Hofierka, 1993; Hofierka a Zlocha, 1993).

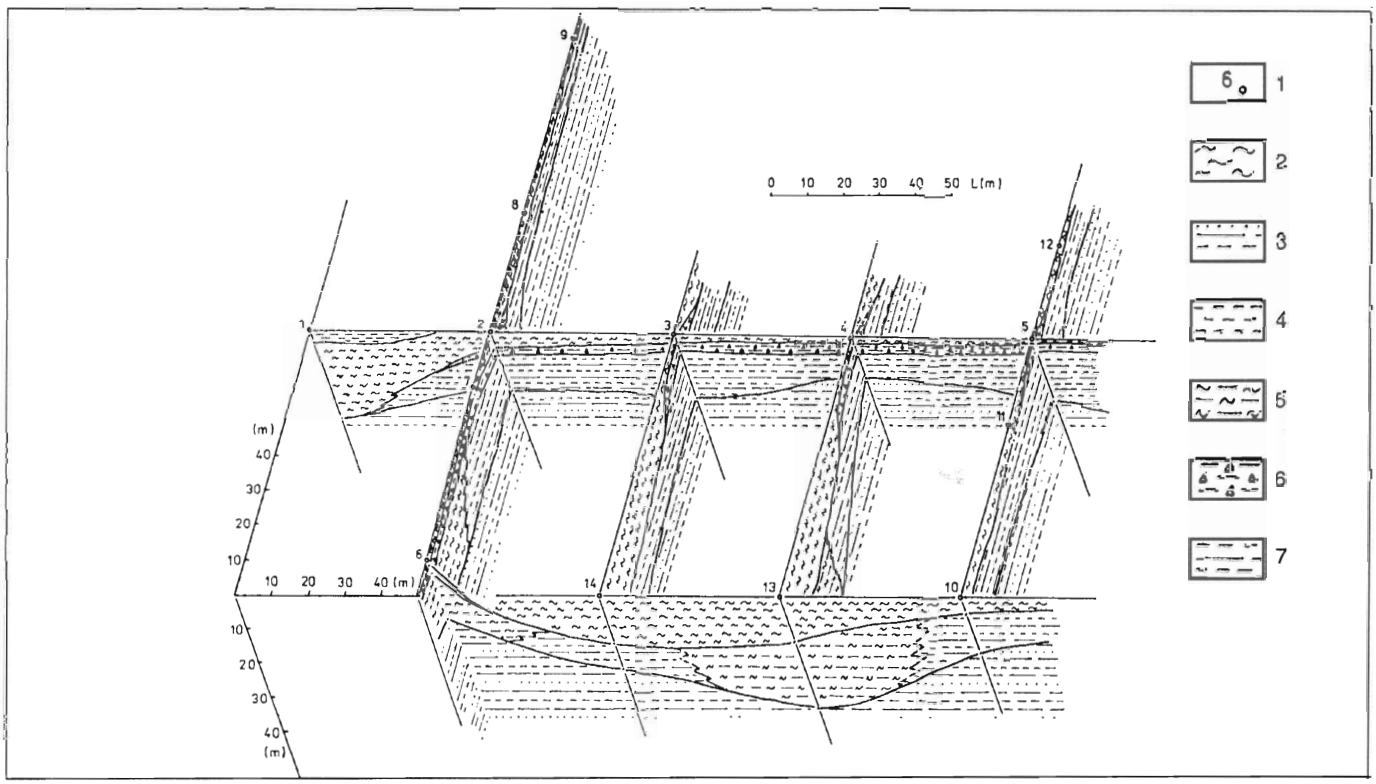
Interpolácia a geometrická analýza 2D a 3D sa môžu veľmi efektívne využívať pri tvorbe a napĺňaní rôznych environmentálnych modelov (napr. erózie, prúdenia znečisteného ovzdušia a podzemnej vody). V súčasnosti sa využívajú najmä zjednodušené modely 2D späté s vplyvom reliéfu.

V. GAJDOŠ a K. ROZIMANT: **Geofyzikálny výskum zemníka v Bošáci**

Na posúdenie možnosti využiť zeminu z lokality Kopce v obci Bošáca (už v minulosti tu bola menšia tehelňa) ako tehliarsku surovinu sme použili geologické podklady, výsledky geofyzikálnych meraní, vlastného dokumentovania prirodzených



Obr. 1. Priestorové zobrazenie magnetických údajov (vrchná plocha) a odporových údajov (spodná plocha).



Obr. 2. Priestorové rozloženie geologických telies zostrojené na základe geofyzikálnych údajov. 1 - poloha sond UES, 2 - spraš, 3 - pieskovec a ílovec, 4 - hlina, 5 - sprašová hlina, 6 - hlinito-kamenitá poloha, 7 - vápnitý íl.

odkryvov v okolí lokality a na lokalite, ako aj laboratórne skúšky zeminy.

Na zistenie litologickej štruktúry zemníka sme merali zdanlivý merný elektrický odpor metódou odporového profilovania a vertikálnej elektrickej sondáže, ako aj magnetické pole Zeme (T zložky), ktorého hodnoty s odporovými údajmi dobre korelujú (obr. 1). Z výsledkov vyplýva, že sa v predmetnom priestore striedajú rozličné druhy zeminy, pričom horninové telesá majú zhruba tvar subhorizontálnych dosiek. Podložie tvoria pevnejšie, ale nie skalné horniny, a tak podľa apriórnej geologickej situácie to môže byť komplex ílovca a pieskovca alebo slienitý vápenec. Reliéf podložia je mierne zvlnený a jeho priemerná hĺbka je 17 m pod povrchom terénu. Nad ním je v priemere 7 m mocná poloha vápnitého ílu, ktorá vo východnej a južnej časti zemníka vykliňuje. Vápnitý íl je na celej ploche prekrytý sprašou a sprašovou hlinou. Mocnosť spraše je premenlivá, najväčšia (okolo 15 m) v južnej a východnej časti zemníka. Smerom na SZ sa poloha spraše a sprašovej hliny stenčuje na 1 - 2 m.

V tejto časti je medzi sprašou a vápnitým ílom poloha ílu (hliny) so zvýšeným výskytom úlomkov kameňov (do 2 m).

Z uvedeného vychodí, že zemina vhodná na tehliarske účely je prevažne v južnej a východnej časti zemníka. Dĺžka tejto polohy v smere S - J je asi 200 m. Podľa uloženia je táto zemina striedavo sprašou, sprašovou hlinou až ílovou hlinou (obr. 2).

M. JANÁK a P. PITOŇÁK: **Niektoré petrochemické výpočty s použitím počítača**

Petrochemické výpočty na počítači sú špecializovanou témou iba zdanlivo. V skutočnosti zasahujú do radu ďalších geologických a iných vied, ako je geofyzika, informatika, fyzikálna chémia a i. V príspevku sa stručne zamýšľame nad niektorými všeobecnejšími oblasťami, ako sú databázové systémy, elementárne štatistické metódy, nad elementárnymi mineralogickými a petrochemickými prepočtami a napokon nad vyspelejšími, špecializovanými petrologickými prepočtami a programami.

Zdá sa, že otázka petrochemických databáz by sa mala riešiť prioritne a že až na jej základe je možný ďalší pokrok. Prax však ukazuje, že si vedeckí pracovníci najprv vytvárajú vlastné databázy v rôznych formátoch optimalizované na ich potreby a centralizované databázy sa aspoň u nás a vo vedeckej praxi využívajú pomerne málo. Je to pochopiteľné, pretože analýza napr. okrajovej časti minerálu má hodnotu len s množstvom doplnkových údajov (napr. s analýzou centra minerálu, celkovou paragenézou horniny, typu a s analýzou horniny atď.) a tvorba a údržba komplexných centralizovaných databáz je nesmierne náročná, avšak potrebná. Zdá sa, že sa v našej praxi presadzujú relačné typy databáz typu XBase (dBase, FoxPro) a „spreadsheety" typu Lotus 1-2-3 (Quattro, Excel). Ich výhodou je štandardný formát umožňujúci prenos do väčšiny aplikačných programov a mimoriadne ľahká údržba. Medzi nevýhody patrí pevný formát - v každej analýze musí byť rezervované miesto pre všetky prvky, ktoré sa v databáze vyskytujú, problémy sú so zadávaním údajov typu „menej ako", „stopy", „nestanovovalo sa" a konečne pomerne ťažkopádne získavanie doplnkových údajov z ďalších databáz. Posledný problém by bolo možno riešiť hierarchickou, resp. sieťovou štruktúrou údajov.

Štatistické metódy v geológii sú osobitnou kapitolou, niekedy podceňovanou až znevažovanou, inokedy preceňovanou až zneužívanou. Práve prístupnosť kvalitného a používateľsky príjemného

softvéru, okamžité intuitívne pochopiteľné grafické výstupy spôsobujú, že sa záujem o tieto metódy zvyšuje, interpretácie sú správnejšie a hlbšie. Z komerčných programov považujeme za najvhodnejší Statgraphics a na náročnejšie použitie SPSS. Bežné databázy sa osvedčujú len pri najzákladnejších štatistických výpočtoch, pretože sú zamerané najmä na ekonomiku.

Z programov na mineralogické prepočty sa pomerne dobre osvedčil program Minfile. Napriek zastaranému ovládaniu a vlastnej, úplne nekompatibilnej databáze je obľubený predovšetkým pre variabilitu prepočtov, ktoré umožňuje, ľahkú rozšíriteľnosť a modifikovateľnosť. Na jeho základe vzniklo niekoľko komerčných klonov.

Na bežné základné petrochemické prepočty je neprekonateľný program Newpet. Umožňuje import z formátu 1-2-3, hodnotenie cca 40 typov bežne používaných diskriminačných diagramov, tvorbu vlastných diskriminačných diagramov, prepočty CIPW a mezonormu, ako aj jednoduché modelovanie zmiešavania dvoch koncových členov, parciálneho tavenia a frakčnej kryštalizácie. Program sa stále inovuje a je k dispozícii na Internetovej adrese sparky 2. esd. mun. ca.

Thermocalc je predstaviteľom poslednej skupiny programov zaoberajúcich sa termodynamickými výpočtami v petrologii. Tento program umožňuje vypočítať priemerný tlak a teplotu horninovej asociácie, ako aj výpočty fázových diagramov. Vstupom do programu sú prítomné minerály v asociácii s ich aktivitami spolu s rozmedzím podmienok, v ktorom sa má počítať. Výstupom sú v prvom prípade priemerné P-T podmienky rovnováhy asociácie, v druhom tabuľky petrologických gridov. V programe trochu chýba grafický výstup. Jeho autorom je Holland a Powell (1990). Program využíva vlastnú termodynamickú databázu, stojí 10 libier, možno ho získať na Internetovej adrese pd-software.lancaster. ac. uk.

GEO-CALC a jeho klon PTX, PTAXSS sú ľahko ovládateľné na výpočty fázových diagramov. Sú založené na stavových rovniciach a termodynamickej databáze Bermana. Vstupom do programu sú prvky zúčastňujúce sa na reakciách. Program ponúka na výber možné minerály v asociácii. Výstupom je elegantný fázový diagram. GEO-CALC je produktom firmy GEO-CALC software.

Variabilnosťou a vhodnosťou na pedagogické účely vyniká program Gibbs Speara a Menarda (ver. 4,0 z roku 1989). Umožňuje výpočet metamorfných P-T ciest zo zonálnych metamorfných minerálov a opačne výpočet modelovej zonálnosti minerálov na základe P-T cesty, výpočet PX, TX alebo PT izoplet, ako aj výpočet fázových diagramov. Na rozdiel od predchádzajúcich programov je založený na relatívnej termobarometrii a používa Gibbsovu metódu výpočtov. Má pekný grafický výstup.

Za najvýkonnejší program na výpočty fázových diagramov sa v súčasnosti pokladá PERPLEX, ktorý je založený na algoritmoch Connollyho (1990) a Connollyho a Kerricka (1987).

Prednáškové popoludnie

(SGS Košice, 21.10.1993)

Z. NÉMETH: **Geologická stavba ostrovov Chios a Lesbos v Egejskom mori**

Regionálnym výskumom sa na ostrove Chios a Lesbos vyčlenila autochtónna a allochtónna jednotka (Teller, 1880; Ktenas, 1928; Paeckelmann, 1939; Renz, 1955; Besenecker et al., 1968, 1971; Katsikatsos et al., 1968 a ďalší).

Autochtón ostrova Chios je tvorený 3 - 4 km mocným súborom sedimentárnych hornín (droby a bridlice s vložkami zlepencov, kvarcitov) s početnými šošovkami karbonátov a lyditov (silúr), karbonátov (ludlov a spodný devón), pyroklastík a vulkanitov (vrchný devón až vestfál). Rozloženie izolovaných odkryvov silúrskeho, devónskeho a karbónskeho veku (datovaných biostratigraficky) na SZ ostrova Chios sa považovalo za veľmi chaotické. Na niektorých miestach sa zistil bezprostredný kontakt silúrskych a karbónskych hornín. To viedlo Papanikolaoua a Siderisa (1983) k novej interpretácii stavby paleozoika v tejto časti ostrova, podľa ktorej sú paleozoické horniny (silúr - karbón) paleoolistolitmi a nie šošovkami a vložkami v prostredí drob a bridlíc. Vyčlenili štyri olistostrómové jednotky (Melanios, Nenitouria, Drymonas a Agrelopos). Detritický matrix vykazuje znaky divokého flyša a autori predpokladajú jej permský vek. Paleoolistolitová interpretácia mnohých účastníkov terénnej exkurzie Projektu IGCP 276 (28. - 29. máj 1992) iniciovala k diskusii o iných možných riešeniach, zvlášť keď na mnohých miestach sú evidentné pozvoľné prechody matrix - teleso olistostrómy. Na paleozoický autochtón transgredujú triasové sedimenty a na ne vrchnojurské vápence. Najmladšími sedimentmi autochtónnej jednotky sú paleogénne zlepence.

Bázu allochtónu ostrova Chios tvoria flyšoidné súvrstvia (karbón - spodný perm) v nadloží s plytkovodnými platformnými karbonátmi strednopermského veku. Triasové horniny chýbajú. Takmer všade paleozoikum transgresívne prekrývajú spodnoliasové bridlice malej mocnosti. Červenú klastickú formáciu prekrývajú hrubovrstvovité a slabo deformované jurské vápence a dolomity.

Autochtónna, podobne ako aj allochtónna jednotka ostrova Chios, je na niektorých miestach prekrytá nezvrásnenými neogénnymi sedimentmi.

Autochtónna jednotka ostrova Lesbos pozostáva z mladopaleozoických až vrchnotriasových súvrství bez diskordancií. Obsahuje metaklastické horniny so šošovkami a vložkami kryštalických vápencov a dolomitov (Katsikatsos et al., 1986). Charakterizuje ju veľmi nízky stupeň metamorfózy, početná fauna a neprítomnosť magmatických hornín.

Komplexy allochtónnej jednotky ostrova Lesbos tvoria dva príkrovy. Spodný príkrov pozostáva z triasových vulkanosedimentárnych hornín (metabáziká, metasedimenty) metamorfovaný v podmienkach pumpellyitovo-aktinolitovo-chloritovej zóny. Vyššietlakovú metamorfózu potvrdzuje sporadický výskyt glaukofánu. Vrchný príkrov ofiolitov tvorí rozsiahle povrchové výskyty na JV ostrova Lesbos. Jeho spodná časť pozostáva z metamorfovaných ofiolitov, vrchná z ultramafických hornín s rôznymi stupňami serpentinizácie.

V západnej časti ostrova Lesbos majú produkty neogénneho vulkanizmu veľké plošné rozšírenie.

J. JETEL: **Poznatky o hydrogeológii a hydrogeochémii Hornádskej kotliny**

Hydrogeologický výskum Hornádskej kotliny, realizovaný v rokoch 1986 - 1990 Geologickým ústavom D. Štúra, zistil v podloží komplexov paleogénu medzi Hrabušicami, Spišským Štvrtkom a Smižanmi rozsiahle teleso triasových dolomitických brekcií (pravdepodobne pokračovanie vernárskeho pruhu s posunutím na V), na ktoré sa viažu významné zdroje pitnej a termálnej vody. Vrt HKJ-3 Arnutovce zastihol v tomto telese v hĺbke 506 - 1133 m preliv 11,8 l/s vody s teplotou na ústí vrtu 31 °C a s mineralizáciou 1,28 - 1,37 g/l typu C^{Ca}_{I}.

Regionálne spracovanie výsledkov 129 hydrodynamických skúšok ukázalo nezávislosť priemernej priepustnosti pripovrchovej zóny hornín paleogénu na litológii. V zuberskom a menej významne aj v bielopotockom súvrství sa zistilo v skúšaných

úsekoch so zmenšujúcim sa podielom pieskovcov zvyšovanie priemernej priepustnosti. Priemerná priepustnosť v pripovrchovej zóne závisí predovšetkým na hĺbkovej pozícii: zmenšuje sa priemerne o 21 - 37 % východiskovej hodnoty na každých 10 m hĺbky. Úspešne sa osvedčila nepriama metóda odhadu priemernej prietočnosti z podzemného odtoku (Jetel a Kullman, 1987) a metóda odhadu priemernej priepustnosti z hydrochemických a geomorfometrických parametrov zostupných prameňov (Jetel, 1986).

Regionálny subsystém prúdenia podzemnej vody má smer od S na J k hlavnej drenážnej báze, ktorú predstavuje tok Hornádu. Z hľadiska hydrauliky sú nereálne staršie predstavy o prestupoch podzemnej vody zo Slovenského raja do Hornádskej kotliny v prírodných piezometrických podmienkach a o napájaní baldovských minerálnych vôd od J. Merný podzemný odtok dosahuje v priemere 1,37 $l.s^{-1}$. km^{-2}. Prognózne využiteľné množstvo podzemnej vody v kotline bolo vyčíslené na 438 l/s, z toho 132 l/s z podložných triasových karbonátov napájaných prestupmi z priľahlých regiónov, 153 l/s z hornín paleogénu s doplňaním zo zrážok v kotline a ďalších 153 l/s z kvartérnych kolektorov v dnovej výplni nív s napájaním z povrchových tokov.

Osobitosti vývoja vertikálnej hydrogeochemickej zonálnosti (pomerne hlboký dosah najvrchnejších podzón a nízky gradient mineralizácie medzi pripovrchovou zónou a hlbšími časťami) sú dôsledkom pozície územia ako vnútrohorskej kotliny. Pri južnom okraji kotliny bola zastihnutá aj voda spodnej (chloridovej) zóny ako prejav vzostupnej drenáže vôd batymorfnej mineralizácie do regionálnej bázy odvodnenia. Určitý podiel litomorfnej mineralizácie predstavuje zvýšený obsah sulfátov (rozpúšťanie evaporitov zo sedimentov spodného triasu a permu).

P. IVAN: **Variscidy Západných Karpát: niektoré problémy členenia a geodynamickej pozície vzniku (Brno 15. 4. 1993)**

Variscidy Západných Karpát sa podľa starších predstáv pokladali za výrazne odlišné od variscíd Českého masívu. Ale geochemický výskum metabazaltov a metasedimentov a z neho vychodiace nové členenie predalpínskeho fundaemntu Západných Karpát (Hovorka, Méres a Ivan, 1992) poukázali na mnohé spoločné črty geologickej stavby obidvoch oblastí. Nové členenie definuje v Západných Karpatocjh štyri skupiny komplexov odlišujúcich sa látkovou náplňou, miestom vzniku, metamorfnou históriou a sčasti aj vekom. Leptynitovo-amfibolitové komplexy (LACWECA) sú intenzívne prepracovanou bázou kôry kontinentálneho typu. Zrejme vznikli nahromadením a diferenciáciou magmy na rozhraní kôra - plášť (magma underplating), následne podľahli vysokostupňovej metamorfóze (až do granulitovej fácie) a radu retrográdnych premien, niekedy spätých s migmatitizáciou a anatexiou. Obsahujú enklávy amfibolitizovaných eklogitov a metaperidotitov zrejme reprezentujúcich relikty starej subdukovanej oceánskej kôry. Staropaleozoické komplexy Západných Karpát (EPAWECA) sú podľa doteraz získaných údajov predstavované vulkanickosedimentárnymi komplexmi s variabilným zastúpením klastických metasedimentov, acidných metavulkanitov a metavulkanoklastík a bázických metavulkanitov. Medzi bázickými metavulkanitmi dominujú typy blízke E-MORB/OIT, ako aj N-MORB. Tieto komplexy sa zväčša tvorili na okraji zaoblúkových bazénov, resp. predstavujú relikty kôry týchto bazénov. Niektoré z nich nesú znaky metamorfného prepracovania v zónach subdukcie. Komplexy predalpínskych granitov (PAGWECA) reprezentujú granitoidy dvoch základných typov: 1. „in situ" granitoidy tvoriace sa tavením leptynitovo-amfibilitových komplexov a 2. granitoidy intruzívneho typu vystupujúce vo vyšších úrovniach variskej kôry. Mladopaleozoické komplexy fundamentu Západných Karpát (LAPWECA) predstavujú zväčša komplexy slabometamorfovaných klastických sedimentov s prejavmi acidného a sporadicky i bázického vulkanizmu. Na rozdiel od vekovo analogických komplexov na báze chočského príkrovu nie je ich väzba na magmatický oblúk subdukčnej zóny natoľko zrejmá. Predalpínske komplexy fundamentu Západných Karpát - dnes už súčasť alpínskej stavby - sú teda pestrou mozaikou rôznych hĺbkových úrovní variskej kôry. Dominujúcim geodynamickým prostredím, v ktorom sa predalpínske komplexy fundamentu Západných Karpát tvorili, bol zrejme zaoblúkový bazén (resp. bazény) v rôznych štádiách svojho vývoja.

KDE OBJEDNAŤ GEOMÉDIÁ ? • KDE OBJEDNAŤ GEOMÉDIÁ ? • KDE OBJEDNAŤ GEOMÉDIÁ ?

Academic Press/Harcourt Brace Jovanovich, 6277, Sea Harbor Drive, Orlando, Fla. 32821, USA
American Association of Petroleum Geologists, Box 79, Tulsa, Okla. 74101-0979, USA
American Geological Institute, 4220 King St., Alexandria, Va. 22302-1507, USA
American Geophysical Union, 2000 Florida Ave. N. W., Washington, D. C. 20009, USA
Australian Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Publication Sales, GPO Box 378, Canberra, ACT 2601, Australia
Blackwell Scientific Publications, 3 Cambridge Center, Cambridge, Mass. 02142, USA
Cambridge University Press, 40 W. 20th St., New York, 10011, USA
Český geologický ústav, Malostranské nám. 19, 118 21 Praha, ČR
Economic Geology Publications Co., University, of Texas, Box 637, El Paso, 79968-0637, USA
Editions du Bureau de Recherche et Géologiques Minières, B. P. 6009, 45060 Orleans Cedex 2, France
Elsevier Science Publishers, Box 882, Madison Square Station, New York, 10159, USA
Geological Society Publishing House, Unit 7, Brassmill Enterprise Centre, Brassmill Lane, Bath BA1 3JN Avon, United Kingdom
Geological Survey of Canada, 601 Booth St., Ottawa, Ontario K1A 0E8, Canada
Geological Society of America, Box 9140, Boulder, Colo. 80301, USA
Geological Society of London, Burlington House, Picadilly, London, W1V OJU, U.K.
Geological Survey of Iran, Box 13185, Tehran
Geological Association of Canada, Dept. of Earth Sciences, Memorial University of Newfoundland, St. John´s Newfoundland A1B 3X5,Can.
Geofond, Bukureštská 4, 811 04 Bratislava
Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava
Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava
Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, Postfach 154, 1031 Wien, Austria
Harvard University Press, 79 Garden St., Cambridge, Mass. 02138, USA
Hungarian Academy of Sciences, Alkotmány u. 21, 1054 Budapest, Hungary
Japan Geological Survey, 1-1-3 Yatabe-machi, Tsukuba-gun, Ibaraki-ken 305, Japan
John Wiley & Sons, 1 Wiley Drive, Somerset, N. J. 08875-1272, USA
Macmillan Publishing Co., 866 Third Ave., New York, 10022 , USA
Mineralia slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice
Mineralogical Society of America, Suite 330, 1130 17th St. N. W., Washington, D. C. 20036,USA

KDE OBJEDNAŤ GEOMÉDIÁ ? • KDE OBJEDNAŤ GEOMÉDIÁ ? • KDE OBJEDNAŤ GEOMÉDIÁ ?

8. zasadanie Asociácie európskych geologických spoločností

Prvé prezentatívne vystúpenie geológov Slovenskej republiky na medzinárodnom podujatí

19. - 26. septembra 1993 sa v Budapešti konalo 8. zasadanie Asociácie európskych geologických spoločností (AEGS). AEGS bola po viacročných diskusiách založená v Dubrovníku (Juhoslávia) v októbri 1987. Asociácia má štatút adoptovanej, resp. pridruženej organizácie (The Status of Affiliated Organisation) Medzinárodnej únie geologických vied (IUGS). Jej hlavným cieľom je posilňovať spoluprácu medzi geologickými spoločnosťami v Európe. Túto myšlienku uvádzajú do života periodické zasadania asociácie od roku 1975. Členstvo v asociácii je otvorené pre všetky nevládne spoločnosti, inštitúcie a organizácie v Európe, ktoré sa na celom území krajiny venujú geológii alebo vedám o Zemi v jednej alebo viacerých disciplínach. Členstvo je bezplatné, podobne IUGS nepožaduje poplatok za pridruženie.

Na zachovanie kontinuity periodických zasadaní sa ustanovil výkonný výbor asociácie. Skladá sa z dvoch bezprostredne minulých predsedov alebo ich nominantov, tajomníka zo spoločnosti - budúceho usporiadateľa zasadania - a ďalších (max. 15) členov spoločností. Výkonný výbor spolupracuje s organizačným výborom budúceho zasadania.

Zasadania sa usporadúvajú v rozličných európskych krajinách. Ich tému navrhuje usporadujúca krajina, ale má čo najviac vyhovovať geologickej obci. Zasadanie trvá 3 - 4 dni a tvorí ho plenárne zasadanie a zasadanie sekcií. Zasadanie dopĺňajú výstavy, exkurzie a spoločenský program. Účasť sa zabezpečuje individuálnymi prihláškami. Zvyčajne sa publikujú iba abstrakty.

Členmi AEGS sú: Albánsko, Belgicko, Bulharsko, Česko, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Juhoslávia, Maďarsko, Nemecko, Nórsko, Poľsko, Portugalsko, Rakúsko, Rumunsko, Slovensko, Španielsko, Švédsko, Švajčiarsko, Veľká Británia a bývalý ZSSR.

Predchádzajúce zasadania sa konali takto:

1. READING, Anglicko, 8. - 12.9.1975
Téma: Európa - od kôry k jadru
Usporiadateľ (sponzor): Londýnska geologická spoločnosť a Univerzita v Readingu.

2. AMSTERDAM, Holandsko, 8. - 11.5.1978
Téma: Európa - bazény a zdrojové oblasti
Usporiadateľ: Kráľovská a banská geologická spoločnosť Holandska, Geologický ústav Holandska a Národné múzeum geológie a mineralógie v Leydene.

3. ERLANGEN, Nemecko, 30.5. - 4.6.1983
Téma: Európa na geologickej mape
Usporiadateľ: Univerzita Alexandra Fridricha v Erlangene-Nürnbergu.

4. EDINBURGH, Škótsko, 9. - 12.4.1985
Téma: Vývoj európskej litosféry
Usporiadateľ: Edinburghská geologická spoločnosť, Britský geologický ústav, Kráľovské škótske múzeum a Kráľovská spoločnosť Edinburghu.

5. DUBROVNÍK, Juhoslávia, 6. - 9.10.1987
Téma: Orogenéza, magmatizmus a metalogenéza v Európe
Usporiadateľ: Únia geologických spoločností Juhoslávie, Európske centrum pre pokoj a rozvoj v Belehrade a Federálna komora pre ekonomiku Juhoslávie.

6. LISABON, Portugalsko, 2. - 4.10.1990
Téma: Atlantik a jeho vzťah k Európe
Usporiadateľ: Portugalská geologická spoločnosť, Národný ústav vedeckých výskumov, Národné združenie vedeckého výskumu a technológie, Geologická služba Portugalska.

7. PARÍŽ, Francúzsko, 10. - 12.9.1991
Téma: Seizmický a vrtný výskum európskej kôry
Usporiadateľ: Francúzska geologická spoločnosť

8. BUDAPEŠŤ, Maďarsko, 19. - 26.9.1993
Téma: Vývoj medzihorských panví na príklade panónskej panvy
Usporiadateľ: Maďarská geologická spoločnosť, Asociácia maďarských geofyzikov.

ÚV SGS v Bratislave 22. októbra 1992 na návrh O. Franka prijal uznesenie, že SGS v spolupráci s GÚDŠ zabezpečí organizované reprezentatívne vystúpenie slovenskej geológie na 8. zasadaní AEGS v Budapešti. Na prípravu akcie vymenovali organizačnú skupinu pod vedením vedeckého tajomníka SGS O. Franka v zložení: D. Hovorka, M. Kováč, D. Vass a neskôr M. Rakús. Vedenie GÚDŠ zastupoval jeho riaditeľ T. Koráb, neskôr jeho zástupca J. Lexa a SGS jej predseda O. Samuel. Organizačne akciu zabezpečovala sekretárka SGS M. Mašurová.

Organizátori 8. zasadania AEGS vyžiadali referáty do troch sekcií:

1. Tektonika, seizmo-, sekvenčno-, bio- a magnetostratigrafia
2. Vývoj panónskej panvy
3. Aplikovaná a environmentálna geológia.

Organizačná skupina rozhodla, že sa do prvých dvoch sekcií vyberú najkvalitnejšie referáty zo seminára GÚDŠ Geodynamický model a hlbinná stavba ZK. Seminár sa konal na PFUK v Bratislave 17. - 18. decembra 1992. O vhodné referáty do 3. sekcie požiadal O. Franko viacerých do úvahy prichádzajúcich autorov po odsúhlasení organizačnou skupinou. Na zasadanie bolo poslaných 26 abstraktov a sú uvedené v Abstraktoch príspevkov. Referáty v plnom znení (do 25 strán) tých autorov, ktorí ich odovzdali do 15. októbra 1993, uverejnia Acta Hungarica. Ďalej sa rozhodlo, že referáty prednesú najmä mladí, nádejní geológovia, ktorí majú dobrý prednes a ovládajú angličtinu (ich mená sú vytlačené výraznejšie).

1. sekcia

- Geológia slovenskej časti podunajskej panvy vo svetle reinterpretácie starších a interpretácie nových geofyzikálnych údajov (**I. Hrušecký**, M. Pereszlényi, J. Hók, J. Šefara, D. Vass)
- Neogénna tektonika juhoslovenských depresií a Vnútorných Západných Karpát (D. Vass, **J. Hók**, P. Kováč, M. Elečko)
- Materiál oceánskej kôry v geologickej histórii orogénu Západných Karpát - pokus o genetickú klasifikáciu (**P. Ivan**, Š. Méres, D. Hovorka)
- Štruktúrny a paleogeografický vývoj západného okraja Centrálnych Západných Karpát (M. Kováč, F. Marko, **I. Barát**)
- Vývoj mezozoických tenzných paniev v alpsko-karpatskom šelfe (**J. Michalík**)
- Príspevok k riešeniu paleogeografie sedimentačnej oblasti hronika (M. Havrila)
- Pozícia inačovsko-kričevskej jednotky v štruktúrnom pláne Západných Karpát (**J. Soták**, R. Rudinec, J. Spišák)

- Možné interpretácie pochovaných magnetických anomálií v transkarpatskej depresii - východné Slovensko (I. Gnojek, J. Vozár).

2. sekcia

- P-T podmienky a oxidačný stav vrchného plášťa v oblasti južného Slovenska (**P. Konečný**, M. Huraiová)
- Neogénne vulkanické horniny v karpatsko-panónskom priestore - ich rozšírenie v priestore a čase (**J. Lexa**, V. Konečný, M. Kaličiak, V. Hojstričová)
- Vývoj alkalického bazaltového vulkanizmu na južnom Slovensku podľa K/Ar datovania (**V. Konečný**, K. Balogh, D. Vass, O. Orlický, J. Lexa)
- Geochémia a petrológia variských granitoidov Západných Karpát a porovnanie s granitoidmi panónskej panvy (**I. Petrík**, V. Bezák, I. Broska, P. Uher)
- Illitizácia smektitu - indikátor pochovaného metamorfizmu v neogénnych sedimentoch podunajskej panvy (**V. Šucha**, D. Vass, M. Macíková)
- Marinné paleoprostredie v juhoslovenskej panve - následok lokálneho alebo globálneho vývoja? (**K. Šutovská**)
- Kyslíkové a uhlíkové izotopové zloženie foraminiferových a moluskových schránok v neogéne Západných Karpát (J. Kantor, E. Harčová, **K. Fordinál**, K. Šutovská)
- Deltovo-svahové depozičné procesy v „malých" deltách východoslovenskej neogénnej panvy - Západné Karpaty, Slovensko (**J. Janočko**)
- Evaporitové fácie v neogéne východoslovenskej panvy (**S. Karoli**).

3. sekcia

- Podzemná voda v slovenskej časti dunajského alúvia (**I. Mucha**, E. Paulíková, D. Rodák, Z. Hlavatý)
- Geotermálna aktivita v podunajskej panve (**M. Král**)
- Nádrž geotermálnych vôd v podunajskej panve (**M. Fendek**, O. Franko, A. Remšík)
- Vývoj pôvodu a tvorby geotermálnych vôd v podunajskej panve (**D. Bodiš**, O. Franko, J. Michalko,P. Povinec)
- Organická geochémia a modelovanie vzniku uhľovodíkov v podunajskej panve (**J. Milička**, M. Pereszlényi, D. Vass)
- Výsledky programu komplexného výskumu životného prostredia na Slovensku (**K. Vrana**, D. Bodiš, I. Modlitba, S. Rapant)
- Hodnotenie inžinierskogeologických faktorov životného prostredia Slovenska (**M. Kováčik**, M. Lobík, M. Kováčiková, Ľ. Petro, Z. Spišák)
- Výsledky výskumu abiotickej zložky životného prostredia Veľkej Bratislavy (**J. Hricko**, J. Viskup, J. Vozár)
- Obsah ťažkých kovov v poľnohospodárskej pôde Žitného ostrova (**Y. Mejeed**).

Organizačná skupina uznala za potrebné urobiť „generálku" prednesu referátov na GÚDŠ v Bratislave 9. septembra 1993. Aj keď sa na nej nezúčastnili všetci prednášatelia, svoj cieľ splnila. V úvode D. Hovorka oboznámil prítomných so zásadami prednesu na medzinárodnom podujatí v angličtine (sú uverejnené v časopise Geologický průzkum, č. 1 z roku 1991). Poslucháči upozornili prednášajúcich na jazykové, ako aj technické nedostatky (diapozitívy, fólie). Vzorový prednes mal V. Šucha. Prednes v Budapešti bol v priemere na veľmi dobrej úrovni. Príspevky boli kvalitné, čo sa odzrkadlilo v diskusii k nim.

Vlastné zasadanie sa konalo v hoteli AGRO 22. - 24. septembra 1993. Na plenárnom zasadaní odzneli štyri prednášky:

- Vývoj Tethydy v Európe počas mezozoika a kenozoika. Most medzi dvoma megakontinentmi (J. Dercourt)
- Recentná geodynamika panónskej panvy (F. Horváth).
- Kenozoický vývoj v panónskej panve (Gy. Pogácsás).
- Systémy prúdenia podzemnej vody v panónskom bazéne (**L. Deák**, P. Liebe, Gy. Tóth).

Piata prednáška Koncepcie sekvenčnej stratigrafie a ich aplikácia na európske panvy (P. R. Vail, T. Jacquin, P. Ch. de Graciansky) sa nekonala.

Ostatné prednášky neboli prednesené v troch, ale v dvoch sekciách (A, B) na tieto témy:



Účastníci 8. zasadania AEGS zo Slovenska na schodoch hotela AGRO

Sekcia A

1. Sedimentácia a paleoprostredie
2. Stratigrafia a paleontológia
3. Magmatizmus a paleomagnetizmus
4. Podstavec (basement) a štruktúrny vývoj
5. Procesy vypĺňania panví

Sekcia B

1. Hydrogeológia a geotermika
2. Environmentálna geológia
3. Prírodné zdroje
4. Vývoj karpatského oblúka
5. Neotektonika a petrofyzika

V obidvoch sekciách bolo na programe 68 prednášok, z toho 26 zo Slovenska, čo je asi 39 %. Z rozličných príčin sa niektoré prednášky nekonali, z našej strany to bolo 5 prednášok. Súčasťou zasadania bola panelová prezentácia (23), hlavne však maďarských geológov, resp. organizácií. Počet uverejnených abstraktov je 101, z toho 26 zo Slovenska, čo je cca 26 %.

Okrem prednášok sa pred zasadaním konala dvojdňová (19. - 20. septembra) exkurzia na tému Okrajové fácie panónskej panvy na trase Budapešť - Pásztó - Tata - Várpalota - Budapešť. V rámci kultúrneho programu bola 23. septembra zabezpečená o 20.00 hod. účasť na koncerte orientálnej dixielandovej skupiny. Na zasadaní bolo dovedna 156 účastníkov z 24 štátov, z toho 25 zo Slovenska.

Doprava pre našich účastníkov bola zabezpečená autobusom. Prispela na ňu SGS, GÚDŠ a GÚ SAV. Ubytovanie (3 noci) bolo v rekreačnom zariadení fy VIKUV Budapešť (fy, ktorá vŕtala geotermálne vrty na Slovensku) vo Vyšegrade (400 HF á 1 noc á 1 osoba; v hoteli AGRO 50 - 80 USD á 1 noc á 1 - 2 osoby). Organizátorom, najmä predsedovi organizačného výboru E. Dudičovi treba poďakovať za bezplatnú účasť našich geológov (vložné bolo zaplatené len za pracovníkov GÚDŠ - 260 USD á 1 osoba) tak na zasadaniach, ako aj na privítacom večierku. Za sprostredkovanie tejto možnosti, ako aj bezproblémovej účasti našich geológov na zasadaní treba poďakovať vedúcemu zahraničného oddelenia GÚDŠ J. Gregušovi, ktorý má so zahraničným oddelením MÁFI Budapešť veľmi dobré vzťahy.

V závere zasadania sa konala plenárna schôdza AEGS, na ktorej bol za člena výkonného výboru okrem predsedu E. Dudiča a J. Dercourta zvolený predseda organizačného výboru budúceho zasadania v St. Petersburgu roku 1995 V. Glebovitskij.

Na záver hodnotenia našej účasti na 8. zasadaní AEGS treba povedať, že tento cieľavedomý počin môže byť príkladom aj pre ďalšie medzinárodné podujatia. Ešte chcem dodať, že technickú stránku našich vystúpení musíme zlepšiť. Najefektívnejšie boli vystúpenia, keď sa pri prednášanom probléme súčasne premietali dva farebné diapozitívy (mapa - krajina, územie, mapa - rez, rez - odkryv, tabuľka - diagram a pod.) a dopĺňal to komentár k premietaným fóliám. Premietajú sa aj texty (osnova, hlavné myšlienky, problémy, závery). K dispozícii musí byť miestnosť na prípravu diapozitívov a fólií. O zlepšovanie komentárov v angličtine sa treba starať permanentne.

Ondrej Franko

Slovenská republika - nový účastník v Spoločnej organizácii Interoceanmetal

Vláda Slovenskej republiky uznesením č. 215 zo 6. apríla 1993 schválila účasť Slovenskej republiky v Spoločnej organizácii Interoceanmetal, ktorá má sídlo v Štetíne. Podľa tohto rozhodnutia sa bude Slovenská republika spolu s Ruskou federáciou, Poľskom, Bulharskom, Českou republikou a Kubou priamo zúčastňovať na geologickom výskume a prieskume „ložísk" mangánových konkrécií v pridelenej oblasti (claime) Tichého oceána v priestore hlbokých zlomov Clarion a Clipperton na Z od Mexika.

V súlade s Konvenciou OSN o morskom práve z roku 1982 27. apríla 1987 podpísali a neskôr parlamenty ratifikovali dohodu o založení Spoločnej organizácie Interoceanmetal. Záväzky vyplývajúce z dohody za bývalú ČSSR prevzal Český geologický úrad. Po zániku ČSFR záväzky v rovnakom pomere na základe uznesení vlád ČR a SR prevzalo Ministerstvo hospodárstva ČRa Ministerstvo hospodárstva SR. Účasť obidvoch republík finančne zabezpečujú ich ministerstvá zahraničných vecí. Hlavným poslaním tejto medzinárodnej organizácie je geologický prieskum mangánových konkrécií vo vyhradenej oblasti Tichého oceána s perspektívou budúcej ťažby a ich metalurgického spracovania v hutníckych prevádzkach na území Kubánskej republiky.

Po založení Interoceanmetalu v rokoch 1988 - 1991 bola vo východnej časti Tichého oceána medzi zlomami Clipperton a Clarion preskúmaná oblasť v celkovej rozlohe 540 000 km^2. Po vylúčení morfologicky veľmi členitých častí oceánskeho dna ďalšie výskumné práce pokračovali na ploche 300 000 km^2. Dovedna sa vykonalo 12 expedičných plavieb na výskumných plavidlách bývalého ZSSR a Poľskej republiky a každá z nich trvala okolo 6 mesiacov. V septembri 1993 odovzdali organizácii novú 13-poschodovú budovu s prevádzkovými priestormi a bytmi pracovníkov. Postavili ju z vkladov účastníckych štátov.

Výskyt mangánových konkrécií v priestore zlomov Clarion - Clipperton je známy už od čias Darwinovej expedície na lodi Challenger v rokoch 1873 - 1876. Roku 1957 ho potvrdili výskumné práce v rámci Medzinárodného geofyzikálneho roka. Od roku 1960 je táto oblasť stredobodom pozornosti niektorých vyspelých priemyselných krajín a medzinárodných konzorcií, ktoré majú od Prípravnej komisie OSN pre morské dno pridelené oblasti „claimy" (USA, Kanada, Francúzsko, Anglicko, NSR, Holandsko, Belgicko, Japonsko, Čína, Rusko).

Na podanie žiadosti o pridelenie oblasti (claim) bolo treba vykonať v nej stanovené výskumné práce v sieti 12,5 x 12,5 km. Na profiloch navigovaných družicami sa vykonali seizmoakustické, magnetometrické a echosondážne merania s celkovou dĺžkou profilov 75 000 km. Ďalej sa vykonalo teleprofilovanie (2640 km), fotografovanie oceánskeho dna (1500 km), gravimetria a echosondáž metódou side - scan - sonar (2800 km), odber vzoriek sedimentov oceánskeho dna s dĺžkou jadra 3 - 8 m a podmorské dragovanie na odber vzoriek mangánových konkrécií v sieti 25 x 12,5 km s lokálnym zahustením v sieti 12,5 x 12,5 a 6,25 x 6,25 km na výskumné účely a poloprevádzkové skúšky. Spolu bolo odobratých 1469 vzoriek sedimentov oceánskeho dna, z toho 1154 s konkréciami a 31 veľkoobjemových vzoriek. Presnosť odberu vzoriek sa pohybovala v hraniciach ± 400 m. Na určenie stratigrafie sedimentov oceánskeho dna a jeho podložia sa využili výsledky programu Deep Sea Drilling. Odobraný materiál sa laboratórne skúmal priamo na lodiach a sčasti v laboratóriách na pevnine (ČSFR, Poľsko, Rusko, Kuba). Dovedna bolo vykonaných 25 000 komplexných analýz a ich výsledky sa spracovali na počítačoch. Po predložení výsledkov výskumu Prípravná komisia OSN pre morské dno v auguste 1991 zaregistrovala Interoceanmetal ako priekopníckeho investora a pridelila mu ťažbové právo na oblasť v rozlohe 150 000 km^2 a rovnakú preskúmanú plochu si podľa ustanovení Konvencie ponechala pre prípadných záujemcov z rozvojových krajín (tzv. skupina 77).

Časť oceánskeho dna pridelená Interoceanmetalu leží 1200 km na V od mexického prístavu Mazanillo a Ensenada. Susedné ťažbové oblasti pridelili konzorciu OMA (Ocean Mining

Associates - Belgicko, USA, Holandsko), KCOM (Kennecot Consorcium - Japonsko, Kanada, USA, V. Británia) a OMI (Ocean Management Incorporated - Japonsko, Kanada, USA a NSR). V suchozemskom slova zmysle má oceánske dno tvar pahorkatiny. Abysálna plošina s mangánovými konkréciami má priemerný sklon 6 - 8° na Z a leží na svahu východopacifického riftu. Maximálna hĺbka Tichého oceána v severnej časti prideleného územia je 4100 - 4200 m a v južnej 4300 - 4400 m. Smerom na Z sa hĺbka oceána zvyšuje až na 6000 m. Abysálna plošina má výraznú blokovú stavbu s rozmermi blokov 100 x 400 km, amplitúdou pohybu 100 - 300 m a s množstvom podmorských vulkánov. Niektoré vulkány dosahujú výšku 700 - 2500 m.

Časť oceánskeho dna medzi zlomami Clipperton a Clarion s rozmermi 5000 x 1000 km vznikla tektonickými procesmi v miocéne. Podložie má výraznú blokovú stavbu, v ktorej prevažujú poklesy nad posunmi. Gravimetrické merania potvrdili, že sa oceánska kôra v podloží neogénnych sedimentov skladá z troch vrstiev s celkovou mocnosťou 10,6 - 10,8 km v pomere 1:15:50. Vrt 159 v rámci programu DSDP v rokoch 1968 - 1975 navŕtal pod neogénnymi sedimentmi tholeiitové bazalty patriace do II. oceánskej vrstvy. Ich absolútny vek bol určený na 23 mil. rokov. Na bazaltoch je naložená kremičito-ílovcová bridlica, slienitý vápenec a vápnitý íl, rádiolárový íl s vložkami vápnitého ílu, miopelagický rádiolárový íl a eupelagický červený íl so zeolitmi. Stratigraficky zodpovedajú vrchnému oligocénu až kvartéru (Kotliński, 1992). Mocnosť sedimentov od Z na V je 400 - 100 m. V sedimentárnej výplni sa lokálne vyskytujú bazaltové prúdy pliocénno-pleistocénneho veku. Mocnosť kvartérnych sedimentov je veľmi malá, čo spôsobil rozmyv sedimentov a ich odnos morským prúdom.

Gigantické „ložisko" mangánových konkrécií je najpreskúmanejšou oblasťou dna Tichého oceána. Mangánové konkrécie sa vyskytujú voľne na oceánskom dne alebo sú ponorené v morskom bahne a v porovnaní s konkréciami z iných oblastí svetového oceána majú zvýšený obsah Mn, Ni a Cu. Laboratórnym výskumom sa v nich identifikovalo okolo 60 minerálnych foriem, z ktorých 42 - 70 % pripadá na minerály skupiny železa a mangánu, 7 - 17 % na minerály medi, 19 - 43 % na silikáty a 4 - 5 % karbonáty. Podľa obsahu kovov a morfológie sa stanovili tri typy mangánových konkrécií:

- *Typ A* s obsahom Mn 24,95 %, Fe 9,34 %, Ni 1,15 %, Cu 0,73 %, Co 0,24 %, H_2O 31,2 %, šp. hmotnosť 1,94 g.cm^{-3}, veľkosť 2 - 4 cm;
- *Typ C* s obsahom Mn 31,7 %, Ni 1,35 %, Cu 1,24 %, Fe 4,99 %, Co 0,19 %, H_2O 33 %, šp. hmotnosť 1,91 g.cm^{-3}, veľkosť 6 - 15 cm;
- *Typ B* tvorí prechod medzi typom A a C.

Z hľadiska budúceho využitia je okrem obsahu kovov dôležitá najmä plošná koncentrácia mangánových konkrécií. Priemerná koncentrácia v oblasti pridelenej Interoceanmetalu je 9 kg.m^{-2} oceánskeho dna.

Účasťou v Spoločnej organizácii Interoceanmetal si Slovenská republika otvorila prístup k surovinovým zdrojom na dne Tichého oceána. Od septembra 1993 pracujú v aparáte Interoceanmetalu dvaja občania Slovenskej republiky: RNDr. Igor Modlitba, CSc. (GÚDŠ), rieši otázky podmorskej inžinierskej geológie a Ing. Miroslav Vlasák, CSc. (Rudný projekt Košice), úlohy úpravy a metalurgického spracúvania mangánových konkrécií. Nie je vylúčené, že s rastom objemu prác sa účasť Slovenskej republiky rozšíri o ďalších našich výskumníkov a organizácie, ktoré budú pri využívaní mangánových konkrécií spolupracovať.

RNDr. Pavel Malík, CSc.
splnomocnenec vlády SR v SO INTEROCEANMETAL
Ministerstvo hospodárstva SR, Bratislava

Geologické termíny so zhodným prívlastkom

Z požiadavky na presnosť termínu prirodzene vychodí, že sa v rozličných vedných oblastiach využívajú viacslovné termíny (združené pomenovania) veľmi často.

Základným typom sú dvojslovné a viacslovné terminologické združené pomenovania so zhodným prívlastkom. Práve takéto termíny sme si povšimli v Geologickom terminologickom slovníku (Inžinierska geológia, 1. vyd. Bratislava, GÚDŠ 1992, 126 s. + 20 s. obr. a tab.). A pretože podľa predslovu (s. 5) ide o súčasť pozoruhodne koncipovaného radu terminologických slovníkov geologických vied, pokladáme za užitočné venovať termínom so zhodným prívlastkom niekoľko poznámok.

Zostavovatelia slovníka už v úvode (s. 7) upozorňujú na to, že sú termíny usporiadané podľa abecedy a že pri zložených termínoch - s výnimkou ojedinelých prípadov - sa na prvé miesto stavia substantívum (napr. *geológia inžinierska*).

Väčšina hesiel sledovaného typu má naozaj signalizovanú štruktúru, t. j. postponovaný zhodný prívlastok (typ substantívum + adjektívum), napr. *aktivita koloidná, bod geodetický pevný, časť zosuvu akumulačná, číslo Poissonovo, kapacita horniny plná vodná, prostredie životné, prístroj šmykový* a desiatky ďalších.

Z tzv. výnimiek (s antepovaným zhodným prívlastkom, typ adjektívum + substantívum a pod.) je v slovníku napr. **deformačná zóna pod základom, filtračné vlastnosti hornín, klasifikačné systémy hornín a zemín, poruchová zóna, Brandtlova teória plastickej rovnováhy, seizmická energia** a pod.

Ale jednoznačné stanovisko, ktorá podoba termínov je vlastne korektná, explicitne vyjadrené nie je.

Z jazykového hľadiska treba odmietnuť prvú skupinu termínov, čiže *aktivita koloidná, akumulácia zosuvná, číslo Poissonovo, kapacita horniny plná vodná* a pod. Náležitá podoba týchto a analogických termínov je **koloidná aktivita, zosuvná akumulácia, Poissonovo číslo, plná vodná kapacita horniny** atď.

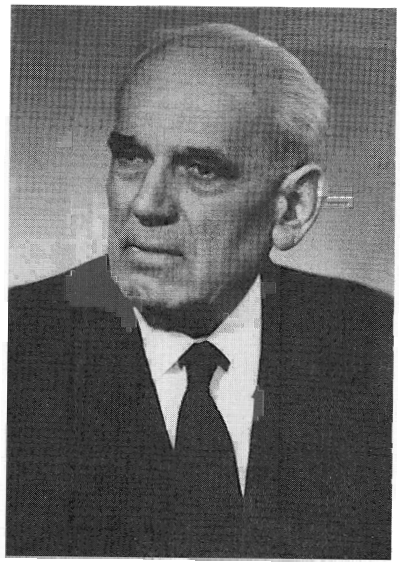
V slovenskej terminológii sú aj výnimky z tzv. ľavostrannej linearizácie, t.j. z umiestnenia zhodného prívlastku pred substantívom, ale iba v presne stanovených oblastiach, akou je napr. chemická, botanická, zoologická a telovýchovná terminológia (nomenklatúra). Tam je typ substantívum + adjektívum záväzný, napr. **kyselina sírová, kysličník uhličitý, ďateľ bielochrbtý, stoj spätný** a pod. Ale ani v jednej z čiastkových geologických terminológií (numenklatúr) sa takáto pozícia zhodného prívlastku nepripúšťa.

Prípadnú námietku autorov, že jadrom viacslovného termínu je substantívum a že práve ono ukazuje používateľovi cestu k hľadanému termínu, uznávame, lenže na to sa má využiť register (napr. takto: **kameň, - dekoračný 144, - lomový 145, - stavebný 146** *a pod.*).

Nejednoznačnosť v kodifikácii termínov môže viesť k nejednotnosti v praxi. To sa dá ilustrovať dokonca aj na príkladoch zo slovníka, o ktorom je reč. Napr. v tab. 2 sú adjektíva v termínoch na správnom mieste **(hrubý štrk, jemný piesok, tesnená stavebná jama)**, v obr. 3 sa náležité podoby **(hlinitý piesok, prachovitá hlina)** striedajú s nesprávnymi *(ílovitá hlina piesčitá)* a rovnako je to aj s obr. 13 (**jemnozrnná zemina**, ale *piesok hlinitý* a pod.).

P. Kušnír

Zomrel akademik Quido Záruba



8. septembra 1993 po dlhšej chorobe vo veku 94 rokov zomrel prof. Ing. dr. Quido Záruba, DrSc., zakladateľ modernej českej a slovenskej inžinierskej geológie, známej vo svete aj ako Zárubova inžinierskogeologická škola.

Po skončení Stavebnej fakulty ČVUT pracoval ako stavebný inžinier v otcovej stavebnej firme Pfefermann - Záruba a po otcovej smrti až do znárodnenia ju viedol. Od roku 1945 do roku 1970 prednášal geológiu a inžiniersku geológiu na Stavebnej fakulte ČVUT v Prahe. Jeho zásluhou sa tu po vojne vybudoval moderný geologický ústav s rozsiahlymi petrografickými zbierkami. Založil bohato navštevovaný seminár inžinierskej geológie, kde sa študenti, ale aj odborná verejnosť zoznamovali s najnovšími poznatkami v tomto odbore. Bol jedinečným znalcom vzájomného vzťahu a podmienenosti geologického prostredia a stavebných diel, vštepoval to do povedomia celej generácii stavebných inžinierov, a tým u mnohých vzbudil trvalý záujem o inžiniersku geológiu. Odbornej verejnosti je známy najmä ako vynikajúci inžiniersky geológ, ale významné úspechy dosiahol aj v geológii, kvartérnej geológii, paleontológii a v botanike.

Prof. Quido Záruba sa významnou mierou zúčastňoval aj na riešení geologických a inžinierskogeologických úloh na Slovensku, z ktorých spomenieme napr. geologické štúdie flyšu na moravsko-slovenských hraniciach, geologické pomery ropného územia pri Papradne, štúdium limnických sedimentov pri Mikšovej, podhorských kužeľov na úpätí Malej Fatry, zosunov v neogénnych sedimentoch Turčianskej kotliny, problémov pri budovaní vodných diel na Váhu a Hornáde, Harmaneckého tunela a železničnej trate Banská Bystrica - Diviaky, využitie vodnej energie Dunajca, ochrana národného parku Pieniny a i.

Napísal viac ako 230 vedeckých prác, monografií, učebníc a článkov, z ktorých sú u nás najznámejšie učebnice Inženýrska geologie a Sesuvy a zabezpečování svahů (spolu s prof. V. Menclom), ktoré vyšli vo viacerých vydaniach a boli preložené do niekoľkých svetových jazykov.

Zásluhy prof. Zárubu o rozvoj inžinierskej geológie, výstavbu inžinierskych diel, jeho pedagogická a vedecká činnosť boli ocenené mnohými poctami; napr. Zlatou medailou prof. Felbera od ČVUT, Zlatou medailou Pošepného a Striebornou plaketou za zásluhy o vedu a ľudstvo od ČSAV, Medailou Leopolda von Bucha od Geologickej spoločnosti SRN, Medailou Hansa Cloosa od Medzinárodnej asociácie inžinierskej geológie, ktorej prezidentom bol v rokoch 1968 - 1972.

Odchodom akademika Q. Zárubu strácame nielen vynikajúceho pedagóga a vedca, zakladateľa medzinárodne uznávanej inžinierskogeologickej školy, ale aj ušľachtilého a spravodlivého človeka.

V. Letko

10 rokov odbornej skupiny zberateľov nerastov pri Slovenskej geologickej spoločnosti

2. júla 1993 uplynulo 10 rokov od chvíle, keď sa v Kultúrnom dome na Čermáni v Nitre konalo I. celoslovenské stretnutie zberateľov nerastov. Stretnutie zavŕšilo vyše desaťročné úsilie slovenských zberateľov minerálov a skamenelín o vlastnú odbornú skupinu, ktorá by vyvíjala činnosť v rámci Slovenskej geologickej spoločnosti.

Organizovaním zberateľov sa zaoberali viaceré inštitúcie aj jednotlivci. Najvýznamnejšiu úlohu zohral Klub zberateľov minerálov v Banskej Štiavnici, ktorý vznikol z iniciatívy Ing. Ivana Herčka, CSc., 9. decembra 1972. Menšie skupiny vyvíjali činnosť v Prešove, Bratislave a v Nitre. Klub zberateľov minerálov v Banskej Štiavnici síce po čase zanikol, ale podnietil spoluprácu najmä s českými a moravskými zberateľmi, ktorí si postupne v rámci ČSMG založili svoje organizácie v Prahe, Brne a ďalších mestách.

Prvé predsedníctvo odbornej skupiny zberateľov nerastov pri SGS SAV v Bratislave malo nasledujúce zloženie: RNDr. Ján Miškovic, CSc., predseda Ing. Ivan Herčko, CSc., Ing. Marián Košuth, Mgr. Ján Jahn, RNDr. Pavol Ženiš.

Vďaka obetavosti a organizačným schopnostiam predsedníctva odbornej skupiny sa od začiatku začala vykonávať systematická a cieľavedomá činnosť ústiaca najmä do pravidelných stretnutí s výmenou nazbieraného materiálu. Burzy zberateľov sa postupne udomácnili najmä v Bratislave, Banskej Bystrici a Prešove, sporadicky sa objavili v Nitre, Hodruši-Hámroch, Rožňave, Banskej Štiavnici a najnovšie aj v Košiciach.

Okrem založenia odbornej skupiny zberateľov nerastov pri SGS boli položené základné evidencie reálneho stavu zberateľov na Slovensku. Prvý adresár neskôr prebrali ďalšie organizácie bývalého Česko-Slovenska a zahraničia.

Odborná aktivita vyspelejších zberateľov vyústila do úzkej spolupráce so špecializovanými múzeami na Slovensku aj v Čechách. Vybudovali sa regionálne zbierky, objavili nové lokality alebo minerály a publikovali sa nálezové správy v česko-slovenských geologických periodikách.

Činnosť slovenských zberateľov nerastov usmerňovali celoštátne vydávané mineralogicko-geologické publikácie a iná tlač. Mimoriadnu motivačnú úlohu zohrali zbierky venované školám (atlasy minerálov, hornín, skamenelín, určovacie kľúče, obrazové publikácie).

Pri hodnotení rozvoja zberateľskej činnosti za posledné desaťročie nemožno obísť osvetovú aktivitu slovenských múzeí, a to najmä tých, ktoré mali stále geologické expozície a primeraný okruh odborných pracovníkov. Ide najmä o Slovenské národné múzeum v Bratislave, Turčianske múzeum A. Kmeťa v Martine, Slovenské banské múzeum v Banskej Štiavnici, Banícke múzeum v Rožňave, Múzeum slovenského krasu a ochrany prírody v Liptovskom Mikuláši, Podtatranské múzeum v Poprade-Veľkej, Múzeum TANAP-u v Tatranskej Lomnici, Múzeum SRR v Prešove, Východoslovenské múzeum a Technické múzeum v Košiciach.

Potrebné rady a metodické návody poskytovali centrálne múzeá v Prahe, Brne, Olomouci, Ostrave atď. Z nich najmä Národné múzeum v Prahe zásobovalo zberateľov cennými informáciami zachytenými v materiáloch vydávaných v súčinnosti so Spoločnosťou priateľov Národného múzea.

Významnú úlohu zohrali pedagógovia všetkých stupňov našich škôl, pracovníci výskumných ústavov, geologických a banských organizácií a v neposlednom rade aj pracovníci v oblasti kultúry a osvety.

Význam zberateľskej činnosti je aj v súčasnom období aktuálny ako jedna z účinných metód popularizácie geologických vied.

J. Miškovic a J. Jahn

IGCP - Nové projekty pre roky 1992 - 1996 schválené Komisiou IGCP v dňoch 3. - 7. 2. 1992

Projekt 306
Stratigrafická korelácia v juhovýchodnej Ázii - návrh Tong-Dzuy Thanh, Dang Vu Khuc (Vietnam), Ph. Janvier (Francúzsko) 1992 - 1995

Projekt 319
Svetová paleogeografia záverečného prekambria a báza paleozoika - návrh V. Khain, K. Seslavinsky (býv. ZSSR), 1992 - 1996

Projekt 322
Jurské eventy v Južnej Amerike - návrh A. - C. Riccardi (Argentína), 1992 - 1996

Projekt 326
Prechod oligocénu a miocénu na severnej hemisfére - návrh V.-Zu. Reshetov, M.-A. Akhmetiev (býv. ZSSR), 1992 - 1996

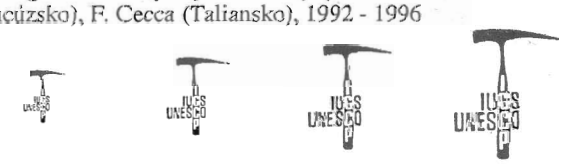
Projekt 329
Neogén Paratethydy - návrh N. Krstic (Juhoslávia) 1992 - 1996 - spojiť s Projektom 337 Palinspastická rekonštrukcia centrálnej Paratethydy - návrh A. Nagymarossy (Maďarsko)

Projekt 336
Vnútroplatňový magmatizmus a metalogenéza - návrh M.-L. Zientek (USA), 1992 - 1996

Projekt 339
Geomagnetický rovník - návrh Nguzen Thi Kim Thoa (Vietnam), 1992 - 1995

Projekt 342
Vek a izotopy rúd Južnej Ameriky - návrh M. Zentilli (Kanada), 1992 - 1996

Projekt 343
Stratigrafická analýza pánve Tethydy - návrh J. Dercourt (Francúzsko), F. Cecca (Taliansko), 1992 - 1996



Nové projekty IGCP pre roky 1993 - 1998 schválené Komisiou IGCP v dňoch 1. - 5. 2. 1993

Projekt 335
Znovuobjavenie sa života po hromadných vymretiach - návrh Douglas H. Erwin, Erle G. Kauffmann (USA), 1993 - 1997

Projekt 341
Paleo- a neoklímy južnej hemisféry - návrh Wolfgang Volkheimer, Petre P. Smolka (Argentína), 1993 - 1997

Projekt 344
Biosedimentológia a korelácia mikrobiologických konštrukcií - návrh C. Monty (Francúzsko), 1993 - 1997

Projekt 345
Litosférický vývoj andského kontinentálneho okraja - návrh M. C. Gardeweg (Čile), R. Pankhurst (V. Británia), C. Rapela (Argentína), 1993 - 1997

Projekt 348
Mozambik a jeho zlomové pásma - návrh S. Muhongo (Tanzánia), S. Berhe (Anglicko), 1993 - 1998

Projekt 349
Okraje púští a paleomonzúnov počas 135 000 rokov pred Kristom - návrh E. Derbyshire (V. Británia), A. K. Singhvi (India), An Zhiseng (Čína), 1993 - 1996

Projekt 350
Zmeny prostredia v kriede východnej a južnej Ázie - návrh Hakuyu Okada (Japonsko), 1993 - 1997

Projekt 351
Vývoj staršieho paleozoika v severozápadnej Gondwane - návrh Bruno A. Baldis, Florencio Acenolaza (Argentína), 1993 - 1997

Projekt 353
Posledná interglaciálna perióda okoloarktickej oblasti - John V. Matthews Jr., Anne de Vernal (Kanada), 1993 - 1995

Projekt 355
Vývoj neogénu v oblasti Tichého oceánu - návrh Susumu Nishimura (Japonsko), 1993 - 1997

Projekt 356
Karpato-balkánska tektonika platní a metalogenéza - návrh Éva Vető-Ákos (Maďarsko), 1993 - 1997

Projekt 357
Organické látky a rudné ložiská - návrh Jan Pašava (Praha), 1993 - 1997

Projekt 359
Korelácia tethydného permotriasu okolo Pacifiku a na okrajoch Gondwany - návrh Yin Hongfu (Čína), 1993 - 1997

Projekt 360
Svetové geochemické štandarty (referencie) - návrh A. G. Darnley (Kanada), 1993 - 1997

Projekt 361
Aktívne zóny mezozoika vo východnej Ázii - návrh R. Barsbold, Chen Guoda, A. Yanshin (Mongolsko), 1993 - 1997

Projekt 362
Tethydná a boreálna kriedа - návrh Han Leereveld (Holandsko), Jozef Michalík (Slovensko)

GEOCONFINE 93

Pri príležitosti prvého medzinárodného sympózia Geoconfine 93 Geológia a ukladanie toxických odpadov, ktoré sa konalo 8. - 11. júna 1993 v Montpelier vo Francúzsku, vyšiel 1. diel materiálov z tohto významného podujatia.

Redaktorom vydanej publikácie je M. Arnould (Ecole des Mines de Paris) a M. Barrés - B. Come (BRGM Orléans).

1. diel vyšiel v edícii A. A. Balkema v Rotterdame a má 610 strán. Uverejnené prednášky sú sčasti vo francúzštine a angličtine a začlenené do 5. kapitol:

1. Prírodné geologické bariéry.
2. Zlepšovanie úložísk geologickými materiálmi.
3. Pokrývanie a izolácia úložísk.
4. Systém kontroly a bezpečnosti uskladňovaného odpadu.
5. Nové koncepcie uskladňovania toxického odpadu.

Koncom roka 1993 vyjde 2. diel s postsympóziovými materiálmi.

1. diel materiálov zo sympózia odporúčame najmä tým, ktorí sa zaoberajú otázkami uskladňovania priemyselného odpadu v rozličných geologických formáciách.

ed

GEOLOGICKÝ PRIESKUM, š.p.

Markušovská cesta 1
052 40 Spišská Nová Ves

Riaditeľ podniku: RNDr. Karol Együd
Tel.: (0965) 223 60, Fax: (0965) 267 09

Geol.-výrob. nám.: Ing. Milan Tréger, CSc.
Tel.: (0965) 249 55, Fax: (0965) 265 15

Fin.-ekonom. nám.: Ing. Pavol Regec
Tel.: (0965) 245 63, Fax: (0965) 265 15

Marketing: RNDr. Viliam Štubňa
Tel.: (0965) 255 72, Fax: (0965) 267 09

Regionálne zastúpenia Geologického prieskumu

Geologická oblasť
Kynceľovská 10
975 80 Banská Bystrica
Tel. Fax: (088) 44195

Geologická oblasť
Šafárikova 114
048 39 Rožňava
Tel.: (0942) 227 55
Fax: (0942) 227 46

Geologická oblasť
Werferova 1
040 11 Košice
Tel. Fax: (095) 437 874

Geologická oblasť
Framborská 9
010 01 Žilina
Tel.: (089) 341 37
Fax: (089) 215 76

Geologické stredisko
Geologická 18
825 52 Bratislava
Tel. Fax: (07) 243 688

Geologická oblasť
Markušovská cesta 1
052 40 Spišská Nová Ves
Tel.: (0965) 233 35
Fax: (0965) 267 09

Špecializované pracoviská

Geoekologické laboratóriá
052 40 Spišská Nová Ves
Tel. Fax: (0965) 260 96

039 01 Turčianske Teplice
Tel. Fax: (0841) 2445

Geofyzikálna oblasť
052 40 Spišská Nová Ves
Tel.: (0965) 232 67
Fax: (0965) 265 15

Stredisko reprodukčných prác
052 40 Spišská Nová Ves
Tel.: (0965) 212 41
Fax: (0965) 267 09

MATGEO
052 40 Spišská Nová Ves
Tel.: (0965) 212 41
Fax: (0965) 267 09

ATNS
Jesenského 8
040 11 Košice
Tel.: (095) 62 208 94
Fax: (095) 62 243 15

Stredisko ťažby malých ložísk
052 40 Spišská Nová Ves
Tel.: (0965) 212 41
Fax: (0965) 267 09

GEOCONSULT, a. s.

Werferova 1
040 11 Košice
Tel.: (095) 437 850 - ústredňa, (095) 437 873
Fax: (095) 437 886

Predstavenstvo:

Ing. Stanislav Petrík - predseda
Ing. Ján Koščo - podpredseda
Ing. Ján Zimmermann - člen

Management:

Ing. Stanislav Petrík - výkonný riaditeľ
RNDr. Dušan Grman - geologický riaditeľ
Ing. Ján Zimmermann - ekonomický riaditeľ
Ing. Ján Koščo - technický riaditeľ
Ing. Vladimír Fabian - vedúci obchod. odd.

Dozorná rada:

Ing. Radomír Tóth - predseda
Ing. Juraj Major
RNDr. Juraj Tözsér
Ing. Juraj Jánoš
Pavol Vaško

1994

Január
New Delhi, India
XIII International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering.
- S. K. Gulhati, 13rd ICSMFE, India Geotechnical Society, c/o Civil Engineering Department. Indian Institute of Technology, New Delhi, 110016, Inde.

10. - 14. Január
Haidarabad, India
Gondwana intern. symposium.
- Gondwana, c/o intern. Wing, Geological Survey of India, 27 J. L. Nehru Road, Calcutta, 700 016 Inde. Fax 033 29 6958.

27. Január - 4. Február
Hanoi, Vietnam
Seismotectonics and seismic hazard in South East Asia.
Michio Hashizume, 7, place Fontenoy, 75007 Paris, France. 1/2 GRA.
Tél. 33/1 45 68 41 22. Fax 33/1 43 06 11 22 ou
- National Center XXX for Scientific Research of Vietnam. Institut of Geophysics, Box 411 Büu dien Bô Hô, Hanoi, Vietnam. Tél. 84/43 52 380. Fax 84/43 52 483. Télex 411 525 NGSRVT.

31. Január - 2. Február
New Orléans, U.S.A.
2nd thematic conference on remote sensing for marine & coastal environments. In No. 47.
- Robet Rogers, ERIM, Box 134 001, Ann Harbor, Mi 48 113-4001, U.S.A. Tél. 1/313 994 1200 ext 3234. Fax 1/313 994 51 23.

1. - 3. Február
Brighton, Veľká Británia
Groundwater: draught, pollution and management.
- H. R. Wallingford, Howberry Park, Wallingford, Oxon, OX10 8BA. G.-B. Tel. + 44 491 35 381. Fax + 44 491 26 703.

1. - 4. Február
Chartum, Sudán
Efficient utilization and management of water ressources in Africa. Intern. conf.
- Gamal M. Abdo, Fac. of Engineering & architecture, Univ. of Khartoum. P. O. Box 321, Khartoum, Soudan. Tél. 33249/11 759 31. Fax 33249/11 44 898. Télex 22 738 KUP SD.

7. - 10. Február
Madrid, Španielsko
An´alisis y evoluclucion de la contaminacion de las aguas subter raneas. Congreso nacional.
- Congreso, Dpt. de Geologia, Univ. de Alcala, Fac. de Ciencias, Campus universitario, 28 871 Acal´a de Henarez, Madrid, Spain. Tel. 91/885 49 04. Fax 91/885 49 53.

7. - 12. Február
Hamilton, Nový Zéland
International Inter-INQUA Field Conference and Workshop on Tephrochronology, Loess and Paleopedology.
- D. J. Lowe, Department of Earth Sciences, University of Waikato, Private Bag 3105, Hamilton, New Zélande. Fax + 64 (7) 856-0115. Tel. + 64 (7) 856-2889.

8. - 9. Február
Orléans, Francúzsko
Géothermie 94 en Europe: de la recherche à l´exploitation. Symposium international.
- BRGM-IMRG, Fl. Jaudin, B. P. 6009, F 45060 Orléans Cedex 02. France. Tel. 33/38 64 31 61. Fax 33/38 64 39 80.

18. - 23. Február
San Francisco, U.S.A.
American Association for the advancement of Science, ann. mtg.
- AAAS 1333 H St. N. W. Washington D. C. 20005, U.S.A.

1. Marec
Havana, Kuba
2th intern. symposium on management and protection of water resources in tropical climates.
- Centro de Investigaciones de Recursos Hidraulicos, 2th symp. P. O. Box 23, General Peraza, 19210 La Havane, Cuba. Tél. 53/7 4678 Santiago de. Fax Las Vegas. Telex 511 559, 51210, 512107.

10. - 11. Marec
Turín, Taliansko
IV Geoengineering intern. Congress: soil and groundwater protection.
- IV convegno di geoingeneria, Associazione Mineraria Subalpina, c/o Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi, 24. 10 129 Turin, Italie.

11. - 15. Apríl
Zurich, Švajčiarsko
IAHR symposium on transport and reactive processes in aquifers.
- Th. Dracos or F. Stauffer, Institut of Hydromechanics and water resources management (IHW), ETH-Hönggerberg. CH 8093 Zurich. Suisse. Tel. 01 377 30 66. Fax 01 371 22 83.

19. - 21. Marec
San Diego, Ca, U.S.A.
GSA Penrose Conference, Interdisciplinary perspectives on the history of the Earth Sciences.
- Léo F. Laporte, Earth Sciences Dpt, Univ. of California, Santa Cruz 95064, U.S.A. Tél. 1/408 459 2248. Fax 1/408 459 3074.

11. - 15. Apríl
Ankara, Turecko
10th Petroleum Congress and Exhibition of Turkey. In No. 47.
- Ali Kaya, TPAO Arama Grubu, Oda 1715, Mustafa Kemal Mahallesi, 2. Cadde No. 86. 06520 Ankara, Turkey. Tél. 90/4 286 91 00. Fax 90/4 286 90 49. Télex 42626 42044 TPAO-TR.

13. - 14. Apríl
Nottingham, V. Británia
Models for mineral deposits in sedimentary basins.
- The Conference Office, The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, London, W1N 4BR, G.-B.
Tél. 44/71 580 3802. Fax 44/71 436 5388.

15. Apríl
Nottingham, V. Británia
BGS Minerals Industry Forum II.
- The Conference Office, The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, London, W1N 4BR, G.-B.
Tél. 44/71 580 3802. Fax 44/71 436 5388.

17. - 20. Apríl
Sheffield, V. Británia
Extractive Industry Geology´94.
- The Conference Office, The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, W1N 4BR, G.-B. London.
Tél. 44/71 580 3802. Fax 44/71 436 5388.

18. - 19. Apríl
Paríž, Francúzsko
Géoprospective 1994. Le temps en géologie: du passé au futur. In No. 47.
- Géoprospective 94. École des Mines de Paris, 35, rue St-Honoré, F 77305 Fontainebleau, France. Fax 33/1 64 69 49 35.

3. - 6. Máj
Marseille, Francúzsko
Récifs et plates-formes carbonatées miocènes de Méditerranée.
- J.-P. Saint Martin ou J.-J. Cornée, univ. de Provence, Centre de sédimentologie-paléontologie, URA CNRS 1208, case 67, place Victor-Hugo, 13331 Marseille Cedex, Francia. Tel. 33/91 10 63 26. Fax 33/91 64 99 64.

9. - 12. Máj
San Antonio, Texas, U.S.A.
11th thematic conference geologic remote sensing.
- Environmental Research Institute of Michigan, Conf. Serv. Dpt., P. O. Box 134001, Ann Harbor, MI 48113-4001, U.S.A. Tél. 1/313 994 1200 ext. 3234. Fax 1/313 994 5123.

10. - 14. Máj
Santiago, Chile
Challenges in the Mining Industry.
- Mineria Latinoamericana, The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, London W1N 4BR, G.-B. Tél. 44/71 580 38 02. Fax 44/71 436 53 88.

15. - 18. Máj
Waterloo, Ontario, Kanada
Geological association of Canada and Mineralogical association of Canada: annual meeting.
- Alan V. Morgan, Dpt Earth Sciences, Univ. of Waterloo, Ontario, Canada N2L 3GI. Tél. 1/519 885 1211.

23. - 28. Máj
Constanca, Rumunsko
Impact des activités industrielles sur les eaux souterraines. Symposium intern.
- F. Zamfirescu, univ. de Bucarest, fac. de géologie et géophysique, str. Traian Vuia 6, R-70139 Bucarest, Roumanie. Tél. 40/1611 1103. Fax 40/1613 1760.

22. - 28. Máj
Morgantown, Virginia, U.S.A.
IACMAG 94, 8th intern. conference on computer methods and advances in geomechanics.
- J. Siriwardane, IACMAG 94, College of Engineering, 637 Engineering Building, West Virginia University, Morgantown, WV 26 506 U. S. A. Tel. + 304 293 3031 ext. 620. Fax + 304 293 5024.

23. Máj - 2. Jún
Belehrad, Juhoslávia
General and applied karst hydrogeology. Intern. symposium and field seminar.
- Z. Stevanovic, PUTNIK, Head Office, D. Jovanovica 1, P. O. Box 126, Belgrade, Yougoslavie. Tel. 332 591 et 338 653. Fax 011/344 505. Telex 11 324.

25. - 29. Máj
Thessaloniky, Grécko
7th congress of the geological of Thessaloniki. In No. 47.
- D. Mountrakis, Aristote Univ. of Thessaloniki. Dpt of Geology. Thessalonique, Gr 54 006 Gréce. Tél. 30/31 99 1063. Fax 30/206 138 ou 200 392. Télex 412 181 AUTH GR.

1. Jún
Praha, Česká republika
GEOINFO V: 5th intern. Conference on Geoscience information.
- J. Hruška, Geofond, GEOINFO V Kostelní 26. 170 21 Praha 7. Tel. 00422 379 341. Fax 00422 370 647.

5. - 11. Jún
Berkeley, U.S.A.
Geochronology, cosmochronology and isotope geology (ICOG - 8).
- Garniss H Curtis, Institute of Human Origins-Geochronology Center, 2453 Ridge Road, Berkeley, CA 94709. Tel. 415/845.4003. Fax 415/845-9453.

6. - 10. Jún
Viedeň, Rakúsko
European Association of Exploration Geophysicists: 56th annual Meeting.
- Evert Van der Gaag, European Association of Exploration Geophysicists, Utrechtseweg 62, NL-3704 HE Zeist, Pays-Bas. Tel. (03404) 56 997. Fax (03404) 56 997. Fax (03404) 62640.

12. - 15. Jún
Denver, U.S.A.
AAPG: annual meeting.
- AAPG, Box 979, Tulsa, Okl., U.S.A. 74 101. Tél. 1/918 584 2555. Fax 1/918 584 0469.

13. - 16. Jún
Helsinki, Fínsko
Future groundwater resources at risk. Intern. conf.
- Jouko Severi, FGR 94, P. O. Box 250, 00101 Helsinki, Finlandia. Tel. + 358 0 40 28 258. Fax + 358 0 40 28 345.

20. - 24. Jún
Ponte di Legno (BS), Taliansko
Man and mountain´94. First intern. symposium on protection and development of mountain environment.
- Man and mountain´94, Valdepur Service S. R. L., via Seradello 225, 25068 Sarezzo.

27. - 29. Jún
Cuenca, Španielsko
III Coloquio de Estratigrafia y Paleo geografia del Triasico y Permico de Espana.
In No. 47.
- Alfredo Arche, Institute de Geologia Economica, CSIC-UCM, Fac. de Geologia, 3ª planta, 28040 Madrid, Espagne.
Tél. 34/91 394 4818.
Fax 34/91 3944 808.

5. - 7. Júl
Londýn, V. Británia
Tunnelling 94.
- Conference Office, The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, London, W1N 4BR, G.-B.
Fax 44/71 436 53 88.

6. - 8. Júl
Berkeley, Cal., U.S.A.
Forams´94.
- Forams´94, Museum of Paleontology, univ. of California, Berkeley, CA 94720, U.S.A.

11. - 15. Júl
Cambridge, Veľká Británia
Hydromet 94.
- The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Places, Londres, W1N 4BR, G.-B. Tel. 071 580 3802.
Fax 071 436 5388.

16. - 20. Júl
Angers, Francúzsko
12. colloque africain de micropaléontologie.
- J.-P. Debenay, lab. géologie, 2, bld Lavoisier, 49045 Angers Cedex. France. Tel. 33/41 73 53 82. Fax 33/41 73 53 52.

24. - 31. Júl
Rio Claro, Brazília
3th symposium on Cretaceous of Brazil.
- Dpt de Geologia Sedimentar, IGCE/UNESP, Campus de Rio Claro-SP 13506-900 CP 178 Brésil. Tél. 55/195 34 0327. Fax 55/195 24 9644 ou 9622.
Télex 11 21 911 UFMBRIGCE/RC.

25. - 29. Júl
Postdam, Nemecko
11th intern. conf. on basement tectonics.
- O. Oncken, Geo Forschungs Zentrum Potsdam, Telegrafenberg A26, D. O. 1561 Potsdam. Tel. (049-331) 310 306.
Fax (049-331) 310 601.
Telex 361 148 GFZD.

August
Recife, Brazília
IAS 94.
- 14th International Sedimentological Congress, Caixa Postal 7801, Cidade Universitária, 50739 Recife PE Brasil.
Tel. (081) 271 8240.

20. - 26. August
Recife, Brazília
IAS 94
- 14th International Sedimentological Congress, Caixa Postal 7801, Cidade Universitaria, 50739 Recife PE Brésil.
Tél. 55 (081) 271 8240.

21. - 24. August
Kuala Lumpur, Malaisia
AAPG, international meeting.
- AAPG, Box 979, Tulsa, Okla 74 101, U.S.A. Tel. 918/584 2555. Fax 918/584 0469.

22. - 26. August
Brasilia, Brazília
Regionical seismological assembly in South-America.
- Observatorio Sismologico, Univ. de Brasilia, 70910-900 Brasilia, DF-Brésil. Tél. 55/61 348 2145/2675. Fax 55/61 274 5927. Télex 612 730 UNBS BR.

22. - 26. August
Trondheim, Nórsko
IAHR Symposium on ice.
- IAHR Secretariat, P. O. Box 177, 2600 MH Delft, Pays-Bas.
Tél. 31/15 56 93 53. Fax 31/15 61 96 74.

28. August - 7. September
Švajčiarsko, Rakúsko, Taliansko
Glacier and debris flow activity in alpine regions.
- W. Schirmer, Geology, Univ. Düsseldorf, Universitätsstr. 1, 4000 D - Düsseldorf, NSR.

28. August - 2. September
Viedeň, Rakúsko
10th European Conference on Earthquake Engineering.
- R. Flesch, c/o BVFA Arsenal Faradaygasse 3, A-1030 Wien, Austria.

29. August - 1. September
Windhoek, Namíbia
Proterozoic crustal and metallogenic evolution. Intern. conference.
- GIC Schneider, Geological Society of Namibia. P. O. Box 699. Windhoek, Namibie. Tél. 264/61 37017 GSF Windhoek.

4. - 8. September
Pisa, Taliansko
Intern. Mineralogical Association, 8th general meeting.
- Stefano Merlino, Dpto di Scienze della Terra, Univ. of Pisa, Via S. Maria 53, 56100 Pise, Italy.

5. - 7. September
Sankt Petersburg, Rusko
Prospecting in areas of glaciated terrain conference.
- The Conference Office. The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, London W1N 4BR, G.-B. Tél. 44/71 580 38 02. Fax 44/71 436 53 08.

5. - 9. September
Lisabon, Portugalsko
7th International Congress of the IAEG.
- Organizing committee, Sociedade Portuguesa de Geotecnia (SPG) c/o LNEC, Avenida do Brasil, 101, 1799 Lisbon, Portugal. Tel. 351.1.847 3822. Fax 351.1.897 660.

12. - 14. September
Toulouse, Francúzsko
1. Congres francais de Stratigraphie, CFS´94. In No.46.
- J. Rey ou B. Peybernes, Laboratoire de Géologie sédimentaire et paléontologie, Université Paul-Sabatier, 39, allées Jules-Guesde, 31062 Toulouse Cedex, France. Tel. (33) 61 53 02 35.
Fax (33) 62 26 71 40.

12. - 15. September
Krakov, Poľsko
3rd intern. symposium on environmental geochemistry.
- Edeltranda Helios Rybicka, Fac. of Geology, Geophysics and Environmental Protection, University of Mining and Metallurgy, Al Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland. Tel. 48/12-33 32 80. Fax 48/12-33 29 36.

12. - 16. September
Sofia, Bulharsko
16e congrès minier mondial et exposition.
- Secrétariat 16e CMM, rue Rakovski 108, 1000 Sofia, Bulgarie. Tél. 359/800 747. Fax 359/879 360. Télex 22 185 FNTS BG.

12. - 16. September
Ankara, Turkey
International volcanological congress.
- Ayla Tankut, Organizing Secretary, International volcanological Congress. Dépt. of Geological Engineering, Middle East Technical University, 06531 Ankara, Turkey. Tel. 90 (4) 210 10 00, ext. 2682-2679. Fax 90 (4) 286 86 28. Telex 42 761 odtk tr.

12. - 17. September
Budapešť, Maďarsko
6th intern. symposium on seismic reflection: Probing of the continents and their margins.
- Károly Posgay, eötvös Lorand Geophysical Institute of Hungary, Budapest, POB 35. Tél. 36/1183 65 33. Fax 36/1163 72 56. Télex (61) 22 6194 ELGI H.

14. - 16. September
Nimes, Francúzsko
Crues et inondations: 23e journées de l´hydraulique.
- Société hydrotechnique de France, 199, rue de Grenelle, 75007 Paris, France. Tél. 33/1 4705 13 37. Fax 33/1 4556 97 46.

19. - 21. September
Jaca, Španielsko
II Congreso Espanol del Terciaro.
- Congreso del Terciaro, Area de Estratigrafia, Dpto de Ciencias de la Tierra, Univ. de Zaragoza, Plaza de San Francisco, 50009 Zaragoza, Espagne. Tél. 976-351 114. Fax 34/976-565 852.

25. September - 1. Október
Vysoké Tatry, Slovensko
Variscan metallogeny in the Alpine orogenic belt.
International conference.
- Geocomplex, geological division, Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia. Tél/Fax +4295 437 846.

26. - 29. September
Tunis, Tunisko
Tunisie´94. Excursion annuelle du groupe francais du Trias.
- B. Peybernés, GFT, lab. Géologie sédimentaire et paléontologie, URA (CNRS) 1405, univ. P.-Sabatier, 39, allées Jules-Guesde. 32062 Toulouse Cedex. France. Tel. 33/61 53 02 35 poste 350. Fax 33/62 26 71 40.

26. - 29. September
Lisabon, Portugalsko
Littoral 94. European coastal zone association for science and technology.
2th intern. symposium.
- Association EUROCOAST-Portugal, a/c Instituto de Hidraulica e Recursos Hidricos, Fac. de Engenharia, Univ. do Porto, Rua dos Bragas, 4099 Porto codex Portugal. Fax 351/2 310870 ou 319280.

1. Október
Kahira, Egypt
8th IWRA world congress.
- IWRA, univ. of Illinois, 205 North Mathews avenue, Urbana, ILL 61801-2397, U.S.A. Tél. 1/217 333 0536. Fax 1/217 244 6633.

4. - 7. Okt.óber
Heidelberg, NSR
Basin formation and inversion in Europe.
- T. Bechstadt, geologisches-palaontologisches Institut, Ruprecht-Karls Universität, Im Neuenheimer Feld 234, D-6900 Heidelberg, Germany. Tél. 010 496 221 562 831.

15. - 17. Október
Las Vegas, U.S.A.
Intern. Stromatolite symposium 94.
Excursions: 11-14 et 18-21 oct.
- R. Riding, Dpt of Geology, Univ. of Cardiff, Cardiff CF1 3YE, G.-B. Tél. 44/222 874 329. Fax 44/222 874 326.

18. - 20. Október
Istanbul, Turecko
Third intern. symposium on mine planning and equipment selection.
- Conference secret., Mining Eng. Dpt, Middle East Technical University (ODTÜ), 06 531, Ankara, Turkey. Tel. 90/4223 7100 ext. 2654. Fax 90/4286 8630.

20. - 21. Október
Paríž, Francúzsko
Gestion des ressources et protection de l´eau.
Journées d´études du CEIFICI.
- CEIFICI, 10, rue Washington, F 75008 Paris, France. Tél. 33/1 45 61 04 21. Fax 33/1 43 59 54 54.

1995

29. Máj - 2. Jún
Glasgow, Veľká Británia
European Association of Exploration Geophysicists: 57th annual Meeting.
- Evert Van der Gaag, European Association of Exploration Geophysicists, Utrechtseweg 62, NL-3704 HE Zeist, Pays-Bas. Tel. (03404) 56997. Fax (03404)

GEORADAR Rový prieskum

nová geofyzikálna metóda na podpovrchovú detekciu

Georadar na podpovrchový radarový prieskum (PRP) je ideálny prístroj na riešenie úloh environmentálnej ochrany, prieskum geologických štruktúr a na inžinierske účely. Všetky práce sa realizujú nedeštruktívne, rýchlo, jednoducho, presne a cenovo efektívne.

Princíp metódy spočíva v tom, že sa z povrchu vysielajú vysokofrekvenčné elektromagnetické impulzy vysielacou anténou a druhá, prijímacia anténa odrazené signály registruje. Odrazy prichádzajúce späť od geologických inhomogenít, t. j. vrstiev, geologických štruktúr a ďalších objektov pod povrchom, možno skúmať v časových/hĺbkových rezoch radarového profilovania.

Prístrojová technika je charakteristická nízkou hmotnosťou, modulárnym vybavením, batériovými zdrojmi, digitálnymi operáciami plne kontrolovanými počítačom, vysokou prevádzkovou a rozlišovacou schopnosťou, vysokým pomerom signál verzus šum, počítačovým zberom terénnych dát, predspracovaním dát priamo v teréne, možnosťou zobraziť rez v reálnom čase na obrazovke, resp. tlačiarňou.

Hĺbkový dosah závisí od nominálnej frekvencie vysielaného elektromagnetického signálu a od vlnového útlmu v pôde. Prispôsobením hardveru vytýčenej úlohe (výber aparatúry a antény) sa hĺbkový dosah môže pohybovať od niekoľko cm (napr. zisťovanie nehomogenít v stenách, resp. podlahách budov) až po 5 m (pri hydrogeologických či ekologických problémoch). Vlnový útlm závisí od vodivosti pôdy a dielektrických vlastností skúmaného prostredia.

pulseEKKO 1000

Charakteristika prístroja

- prístroj je vyvinutý špeciálne pre aplikácie, kde sa vyžaduje vysoká rozlišovacia schopnosť
- umožňuje použiť 3 rôzne antény (225 MHz, 450 MHz, 900 MHz) a v závislosti na tom regulovať detailnosť rozlíšenia a hĺbkový dosah cca od 5 cm do 6 m
- indikuje nehomogenity na základe ich odlišných elektrických vlastností

Použitie

- indikácia kovových a nekovových potrubí
- kontrola homogenity vrstiev vozoviek, letištných plôch, podláh ap.
- detekcia dutín pod rozličnými druhmi krytiny
- mapovanie kontaminovaných oblastí cudzorodými látkami
- detekcia podpovrchových kontajnerov
- plytká stratifikácia hornín
- určovanie geometrických parametrov zosuvov
- archeologický prieskum

Geocomplex, a.s., Geologická 21, 822 07 Bratislava



Zisťovanie podpovrchových geologických podmienok
Tradičné metódy mapovania a detekovania podpovrchového horninového zloženia sú drahé a časovo náročné. Geologický prieskum vyžaduje presné a detailné informácie.
PRP mapuje a detekuje skryté balvany, hranice vrstiev, vodnú hladinu, zloženie pôdy, zlomy a dutiny rýchlo, jednoducho a presne.



Lokalizovanie rizikového odpadu
Zisťovanie a mapovanie skrytého rizikového odpadu môžu byť časovo náročné a nebezpečné. Deštruktívne techniky môžu skomplikovať už aj tak vážnu situáciu.
PRP bezpečne detekuje kontaminované oblasti, nádoby s odpadom, staré odkopy a pod.



Zisťovanie poškodenia železničného zvrška
Georadarom možno rýchlo a efektívne stanoviť mocnosť vrchnej a spodnej štrkovej, ako aj základovej vrstvy. Súčasne možno detekovať miesta vymyté vodou, znečistenie a inhomogenity v oblasti železničného zvrška.



Detekovanie dutín
Diaľnice, tunely, letiská, bane a budovy treba pravidelne kontrolovať pri výstavbe, ako aj pri prevádzkovaní.
PRP možno tieto úlohy vyriešiť nedeštruktívne, rýchlo, čo šetrí čas aj peniaze.



Vyhľadávanie skrytých potrubí
PRP lokalizuje kovové a nekovové potrubia. Je schopný presne zaznamenať hĺbku a miesto potrubí, káblov, rúrok a ďalších umelých či prírodných objektov.