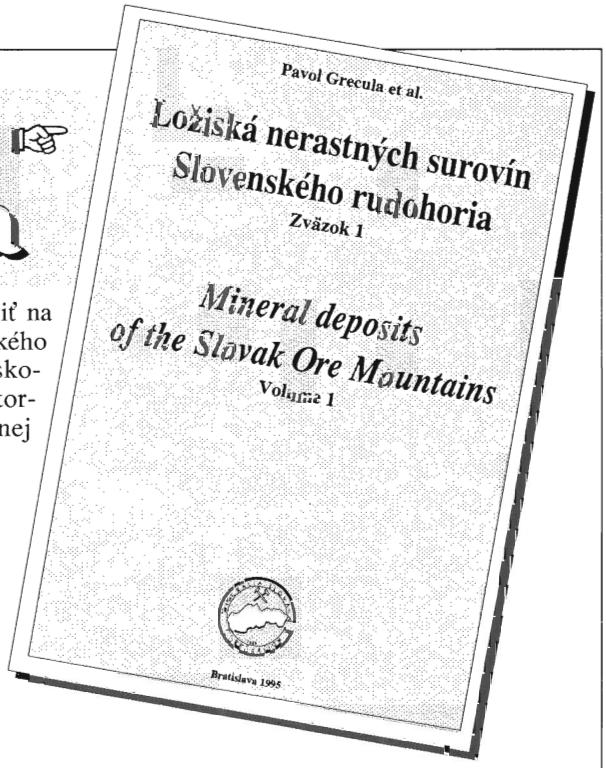
2/27/1995
ISSN 0369-2086

Mineralia slovaca

Vychádza nová kniha



Po desiatich rokoch prípravy by sa v auguste 1995 mala objaviť na knižnom trhu monografia Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria, zv. 1. Prvý zväzok monografie je venovaný Spišsko-gemerskému rudohoriu, druhý zväzok pripravovaný iným autorským kolektívom bude o ložiskách nerastných surovín západnej časti Slovenského rudohoria.

Obsahové zameranie knihy naznačuje jej členenie:

GEOLÓGIA A METALOGENÉZA
- Geologická stavba gemerika
- Metalogenetický vývoj gemerika
- Hlavné typy mineralizácie

LOŽISKÁ RUDNÝCH SUROVÍN
- Magmatogénna mineralizácia
  - Sn-W a vzácnoprvkový typ mineralizácie
  - Molybdénovo-wolfrámový typ mineralizácie
- Metamorfno-hydrotermálna žilná mineralizácia
- Sideritovo-sulfidický typ mineralizácie
  - Oblasť Novoveská Huta - Hanisková
  - Oblasť Dobšiná
  - Oblasť Mlynky - Biele Vody
  - Oblasť Gretla - Ráztoky - Bindt
  - Oblasť Rudňany - Poráč - Matejovce
  - Oblasť Krompachy - Žakarovce - Jaklovce
  - Oblasť Rejdová - Vyšná Slaná - Vlachovo
  - Oblasť Hnilec - Čierna Hora - Nálepkovo
  - Oblasť Henclová - Stará Voda - Švedlár - Mníšek nad Hnilcom
  - Oblasť Slovinky - Gelnica
  - Oblasť Mníšek nad Hnilcom - Prakovce - Perlová dolina - Kojšov
  - Oblasť Margecany - Opátka - Košická Belá - Košice area
  - Oblasť Turecká - Rožňava - Rákoš
  - Oblasť Krásnohorské Podhradie - Drnava - Úhorná
  - Oblasť Smolnícka Huta - Jedľovec - Humel - Trochanka
  - Oblasť Štós - Medzev - Poproč
  - Oblasť Brdárka - Kobeliarovo - Ochtiná - Čierna Lehota
  - Oblasť Železník - Štítnik
  - Antimonitový typ žilnej mineralizácie
- Submarinné exhalačno-sedimentárne ložiská
  - Ložiská polymetalickej sulfidickej mineralizácie
  - Stratiformné oxidické Fe rudy
  - Stratiformné mangánové rudy
  - Stratiformná uránová mineralizácia
  - Medňaté pieskovce v perme severného okraja gemerika
- Hydrotermálnometasomatické ložiská
  - Ložiská metasomatického sideritu a ankeritu
  - Ložiská magnezitu a mastenca
- Reziduálne typy ložísk
  - Bauxit a červený íl
  - Kôry zvetrávania na ultrabázikách
  - Rozsypy
- Ostatné typy mineralizácie

LOŽISKÁ NERUDNÝCH SUROVÍN
- Magmatické ložiská
  - Živcové suroviny
  - Stavebné suroviny
- Hydrotermálne ložiská nerudných surovín
  - Ložiská žilného kremeňa
  - Ložiská barytu
  - Ložiská spekularitu
  - Ložiská azbestu
- Sedimentárne ložiská
  - Ložiská sadrovca a anhydritu
  - Ložiská vysokopercentných karbonátov
  - Sialitické suroviny pre cementárske účely
  - Karbonáty, pieskovce a zlepence pre stavebné účely
  - Karbonátové dekoračné suroviny
  - Ílovité tehliarske suroviny
  - Íl a piesok pre keramickú výrobu
  - Aluviálny štrkopiesok a piesok
- Nové a netradičné druhy nerudných surovín
- Drahé a ozdobné kamene

Pri opise rudných oblastí je v úvode stručná geologicko-ložisková charakteristika oblasti a historické údaje o ťažbe a prieskume. Potom je opis žíl, ložísk, výskytov s udaním množstva zásoby nerastnej suroviny.

Monografia vzhľadom na útlm prieskumu a ťažby rúd v Spišsko-gemerskom rudohorí završuje 50 ročné obdobie intenzívneho geologického prieskumu a ťažby nerastných surovín, hoci pôvodne autorský kolektív tento cieľ nemal. Kniha poskytuje komplexný pohľad na nerastné suroviny Spišsko-gemerského rudohoria, a to od teoretických modelov vzniku ložísk až po podrobnú charakteristiku ložiskových parametrov. Je bohato ilustrovaná geologickými mapami, profilmi, schémami a tabuľkami.

Monografia Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria bude významným príspevkom k poznaniu metalogenetickej a geologicko-ložiskovej problematiky Západných Karpát.

Publikácia má 800 strán, formát A4, väzba tvrdá, 510 obrázkov v texte, 35 tabuliek, obsažný zoznam literatúry, lokalitný a geografický register. Cena zatiaľ nestanovená (pravdepodobne medzi 120 až 150 Sk).

Objednávky posielajte na adresu: **Mineralia Slovaca, P. O. Box 113, Werferova 1, 040 11 Košice**

Obsah - Contents

Mineralia slovaca 27 (1995) ■ 2

M. Slavkay & J. Beňka
Geológia, mineralógia a metalogenéza oloveno-zinkových rúd pri Ardove
Geology, mineralogy and metallogeny of lead - zinc orest at Ardovo 79

K. Marsina
Prognózne hodnotenie skarnovo-medenoporfýrovej mineralizácie v Štiavnických vrchoch na základe litogeochemických a iných kritérií
Evaluation of skarn related porphyry copper mineralization in the Štiavnické vrchy Mts. on the basis of lithogeochemical and some other criteria 89

L. Turanová, M. Khun, J. Turan & A. Čelková
Ťažké kovy v čiernych bridliciach ložiskových oblastí Západných Karpát a ich vplyv na životné prostredie
Heavy metals in the black shales from some deposits of the Western Carpathians and their influence on environment 99

D. Hovorka & K. Dubíková
Dva typy „azbestu" z Dobšinej
Two "asbestos" types from Dobšiná 106

A. Nagy, K. Fordinál, R. Brzobohatý, P. Uher & J. Raková
Vrchný miocén juhovýchodného okraja Malých Karpát (vrt Ma-1, Bratislava)
Upper Miocene from SE margin of the Malé Karpaty Mts. (well Ma-1, Bratislava) 113

N. Hudáčková
Ecotype variability of genus *Ammonia* Brünnich 1772 in the Neogene of Paratethys and their paleoecological significance
Ekotypová variabilita rodu *Ammonia* Brünnich 1772 v Paratetýde a jej paleoekologický význam 133

P. P. Hudec
Porovnanie kanadských a slovenských metód hodnotenia vhodnosti kameňa do stavebných konštrukcií 145

Geo vestník

OBÁLKA: Bradlové pásmo v okolí obce Lesnice, okres Stará Ľubovňa. Foto: J. Halečka.

COVER: Klippen belt in surrounding of Lesnice village, the Stará Ľubovňa district. Photo: J. Halečka.

Mineralia slovaca

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

Vydáva Združenie Mineralia slovaca
Published byMineralia 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
Slovenská geológia, š. p., Spišská Nová Ves

Vladimír Bezák, Geologický ústav D. Štúra, 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 Konenčný, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Ján Kozáč, Slovenská geológia, ATNS, Košice
Eduard Köhler, Geologický ústav SAV, Bratislava
Milan Mišik, 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, Slovenská geológia, 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

Technické spracovanie - Production editor
Jozef Rajňák

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
Slovenská geológia, š. p., Spišská Nová Ves
Geologicky ústav Dionýza Štúra, Bratislava
IGHP, a. s., Žilina
Nafta, a. s., Gbely
Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
Slovenské magnezitové závody, Lovinobaňa
Uránpres, s. r. o., Spišská Nová Ves
Výskum a vyhľadávanie nafty a plynu, š. p., Bratislava

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 79 - 88

Geológia, mineralógia a metalogenéza oloveno-zinkových rúd pri Ardove

MIROSLAV SLAVKAY a JOZEF BEŇKA
Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(Doručené 16.1.1995)

Geology, mineralogy and metallogeny of lead - zinc ores at Ardovo

The results of metallogenetic, mineralogical - paragenetic and geochemical research are presented in the paper. Linear or irregular shaped sphalerite and galena ore bodies with smithsonite predominating in the oxidation zone, are located within the faults in the Middle Triassic limestones and dolomites. Quartz, dolomite, pyrite, chalcopyrite, anglesite and cerussite are scarce. We associate the hydrothermal or hydrothermal - metasomatic origin of this mineralization with the Later Alpine metallogeny.

The results of lead isotope analyses have shown Cretaceous age of galena from Ardovo. According to newer results there is no doubt, that the lead isotopes in polymetallic Triassic carbonates are comparable to those in Neogen volcanic deposits.

The data are supplemented by sulphur isotope analytical results and chip sample chemical analyses of the main minerals; finally, the prognostic resources of ore and nonmetalliferous raw materials within the prognostic area in the intimate surroundings of the deposit, are estimated.

Key words: Silicikum, Slovak Karst, Ardovo, triassic carbonates, Pb-Zn ore deposit, metallogeny, prognostic resources.

Úvod

Pri metalogenetickom, mineralogickoparagenetickom a geochemickom výskume rudnej zložky v oblasti Ardova sa získali nové analytické údaje o primárnych a sekundárnych mineráloch, ich rozšírení v ložisku, identifikácii, paragenéze a sukcesii a stali sa podkladom nového hodnotenia genézy ložiska, ako aj jeho postavenia v metalogenetickom vývoji Slovenského krasu.

Podľa literárnych a archívnych údajov, ktoré stručne komentoval Pácal (1956), ložisko sa začalo dobývať roku 1680 (Maderspach, 1877). Ťažila sa Pb ruda a po objavení smithsonitu od roku 1876 aj Zn ruda. To vyvolalo nezvyčajne veľkú aktivitu prospektorov takmer na tisíc výhradných kutiskách, avšak bez očakávaného úspechu. Počas banskej činnosti sa ťažilo zo šiestich šácht a štyroch štôlní. Najvyššiu ťažbu zaznamenali v 70. rokoch 19. stor., a to 100 - 175 t Pb a Zn rudy (Papp, 1915) a roku 1912 dovedna 320 t rudy. Poslednú ťažbu, ktorá sa napokon nekonala, pripravoval J. Baťa v rokoch 1936 - 1938. Celkove sa z ložiska vyťažilo okolo 200 tis. t vyberanej bohatej rudy (Slávik et al., 1967).

Na overenie hĺbkového pokračovania známych rudných telies a nájdenie nových sa v 60. rokoch 20. stor. urobil geologický prieskum, geologické, geochemické a geofyzikálne mapovanie, šikmé vrty do 650 m, šachtice, chodby a ryhy (Abonyi a Kotras, 1964).

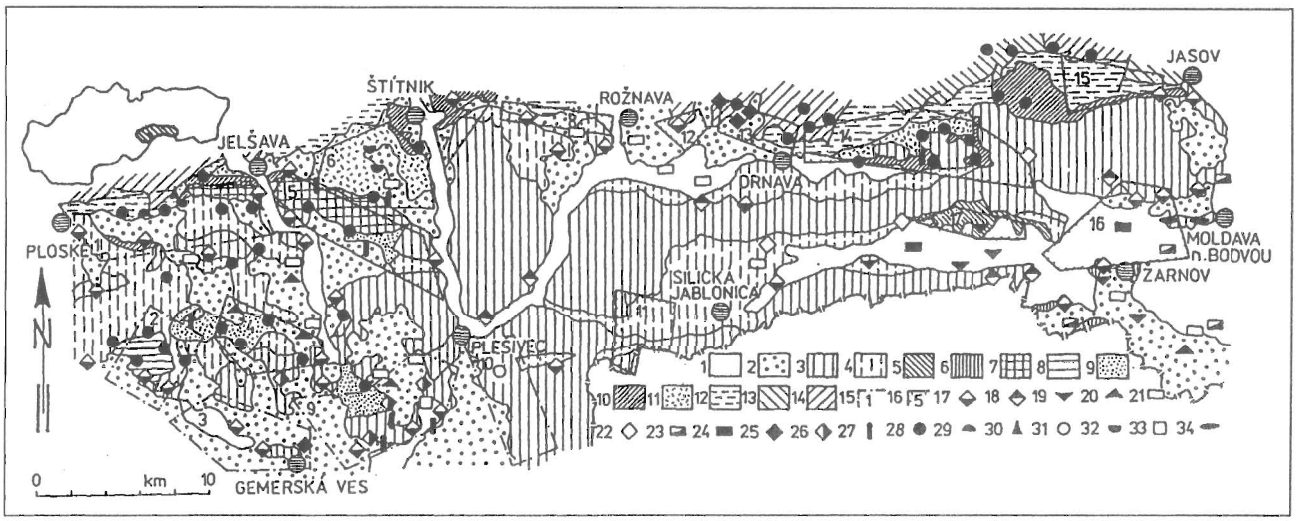
Kvalita zrudnenia je veľmi variabilná. V zásekovej vzorke dĺžky 0,5 m z oxidačnej zóny ruda obsahovala 54,5 % Pb, 0,82 % Zn a 0,06 % Cu. Hornina, popretkávaná hustou sieťou galenitových žiliek mm hrúbky, mala na úseku dlhom 2 m Pb 7,9 - 48,5 %, Zn 0,22 - 1,09% a makroskopicky nerozoznateľné zrudnenie na úseku dlhom 2 m Zn 1,38 % a Pb 0,32 % (Abonyi a Kotras, 1964). V ložisku prevláda Zn, ale vo vrchných, zoxidovaných častiach odolnejšie a ťažšie migrovateľné Pb.

Pozícia a charakteristika ložiska

Územie Slovenského krasu, ohraničené podľa regionálne geologického členenia Západných Karpát (Vass et al., 1988), budujú horniny gemerika, meliatika, turnaika, silicika a pokryvné vrchnokriedové až kvartérne útvary. Rudné výskyty a ložiská sú hlavne na severnom okraji okolo tektonického styku mezozoických hornín silicika a meliatika s horninami paleozoika gemerika (obr. 1). Menšie zastúpenie majú južnejšie, v pruhu prebiehajúcom od elevácie brusníckej antiklinály cez eleváciu meliatika pri Držkovciach smerom na SV. Na ostatnom území, budovanom hlavne mezozoickými karbonátovými horninami silicika, sa vyskytujú len ojedinele a jedným z nich je aj ložisko Pb-Zn rúd Ardovo (obr. 2).

Ložisko je vyvinuté v plešivsko-brezovskej (PB) čiastkovej jednotke, južnejšie tektonicky oddelenej od kečovskej jednotky (K). Stýkajú sa tu vrchnotriasové karbonátové horniny kečovskej jednotky so spodnotriasovými horninami plešivsko-brezovskej jednotky, ale v okolí ložiska sa styk dokumentuje iba vďaka zachovaným reliktom spodnotriasových hornín. Tento výrazný štruktúrny prvok ovplyvnil tektonický štýl okolia, v ktorom vznikli s ním paralelné poruchy. Jedna z nich, pre ložisko najvýznamnejšia, s premenlivým sklonom 85° na S a J, oddeľuje vápenec gutensteinského typu s polohami dolomitu (egej - bityn) od svetlého wettersteinského vápenca (ladin).

Tektonická línia medzi uvedenými čiastkovými tektonickými jednotkami prebieha mierne diagonálne na smer ich vrásových štruktúr, ktorých vznik zaradil Andrusov (1959) do subhercýnskej fázy vrásnenia. Na Z ich konti-



Obr. 1. Mapa ložísk a prognóz nerastných surovín, Slovenský kras (Slavkay, 1991). Schematický geologický podklad zostavil Slavkay (1992) s použitím materiálov Bajaníka et al. (1984), Elečka et al. (1985), Mella et al. (1988) a autorského originálu geologickej mapy Mella (1992). 1 - fluviálne a deluviálne sedimenty (holocén), 2 - klastické sedimenty, miestami aj sladkovodný vápenec (eocén až pleistocén); Silicikum: 3 - vápenec a dolomit (stredný trias - jura), 4 - pieskovec, bridlica a slienitý vápenec (spodný trias); Turnaikum: 5 - turnianska sekvencia - bridlice, vápence, dolomity (spodný trias - rét), 6 - rudabánska sekvencia - vápenec a bridlica (ilýr - norik), 7 - synklinálna šupina Tri peniažky - Slovenská skala - vápence a bridlice (spodný trias - norik), 8 - brusnícka antiklinála, brusnícke súvrstvie (vrchný karbón - perm); Meliatska skupina: 9 - bridlice, vápence, silicity, bazalty, glaukofanity, ultramafity (trias - jura); Gemerikum: 10 - hačavské a jelšavské súvrstvie - fylity, vápence, bridlice, dolomity, glaukofanity (trias); Gočaltovská skupina: 11 - štítnické súvrstvie - bridlica, pieskovec, vápenec (perm), 12 - drnavské súvrstvie - fylity, pieskovce, zlepence, droby, polohy ryolitového tufu (perm); Rakovecká skupina: 13 - štóske súvrstvie - fylity (stredný - vrchný? devón); Gelnická skupina: 14 - drnavské vrstvy - fylity, droby, metaryolity, tuf a tufit (spodný devón), 15 - prognózna plocha, 16 - perspektívna plocha; Nerudné suroviny: 17 - stavebný a dekoračný kameň, 18 - cementársky, hutnícky, chemický vápenec a vápenec na výrobu vápna, 19 - korekčná cementárska surovina, 20 - keramický íl, 21 - tehliarska surovina, 22 - travertín, 23 - štrk, piesok, 24 - uhlie a rašelina, 25 - baryt, 26 - anhydrit, sadrovec, 27 - azbest; Rudné suroviny: 28 - Fe, 29 - Hg, 30 - Cu, 31 - Pb, Zn, 32 - U, 33 - Cr, 34 - Al rudy.

Fig. 1. Map of deposits and prognoses of raw materials, Slovak Karst (Slavkay, 1991). Sketch geological background constructed by Slavkay (1992), with application of documents: Bajaník et al., 1984; Elečko et al., 1985; Mello et al., 1988 and the fair copy of geological map after Mello (1992). 1 - fluvial and deluvial sediments (Holocene), 2 - clastic sediments, locally with fresh water limestone (Eocene to Pleistocene); Silicicum: 3 - limestone and dolomite (Middle Triassic - Jurassic), 4 - sandstone, shale and marly limestone (Lower Triassic); Turnaicum: 5 - Turňa Sequence - shales, limestones, dolomites (Lower Triassic - Rhaet), 6 - Rudabanya Sequence - limestone and shale (Ilyrian - Norian), 7 - Tri peniažky synclinal group - Slovenská skala - limestone and shale (Lower Triassic - Norian), 8 - Brusník anticline, Brusník Formation (Upper Carboniferous - Permian); Meliata Group: 9 - shales, limestones, silicites, basalts, glaucophanites, ultramafics (Triassic - Jurassic); Gemericum: 10 - Hačava and Jelšava Beds - phyllites, limestones, shales, dolomites, glaucofanites (Triassic); Gočaltovo Group: 11 - Štítnik Formation - shale, sandstone, limestone (Permian), 12 - Drnava Formation - phyllites, sandstones, conglomerates, graywackes, rhyolitic tuff beds (Permian); Rakovec Group: 13 - Štós Formation - phyllites (Middle - Upper? Devonian); Gelnica Group: 14 - Drnava Formation - phyllites, graywackes, metarhyolites, tuffs and tuffites (Lower Devonian), 15 - prognostic area, 16 - perspective area; Nonmetalliferous raw materials: 17 - construction and decorative stone, 18 - limestone, for cement manufacture, smelting, chemical purposes and lime manufacture, 19 - addition cement material, 20 - pottery clays, 21 - brick manufacture material, 22 - travertine, 23 - gravel, sand, 24 - coal and peat, 25 - barite, 26 - anhydrite, gypsum, 27 - asbestos; Ore materials: 28 - Fe, 29 - Hg, 30 - Cu, 31 - Pb, Zn, 32 - U,33 - Cr, 34 - Al ores.

nuitný priebeh ukončuje štítnický zlom. Neďaleko, asi 1 km VSV od predpokladaného križovania týchto štruktúr, leží ložisko Ardovo.

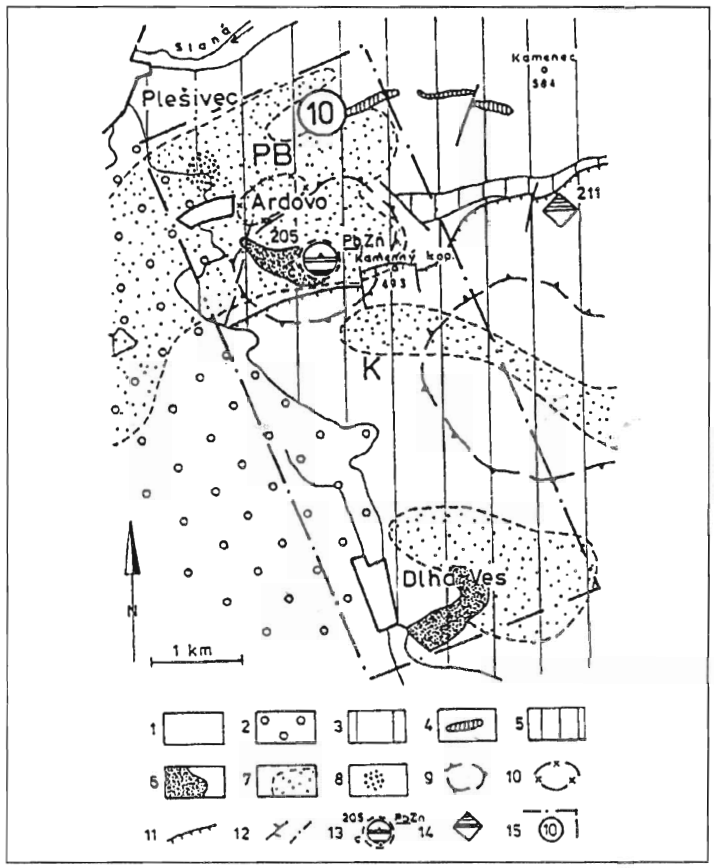
Na geologickej stavbe ložiska (obr. 3) sa zúčastňuje aj tmavý vápenec gutensteinského typu (až sparritovej mikrofácie). Na báze, ale aj vo vyšších horizontoch sú v ňom polohy kryptokryštalického až jemnokryštalického svetlosivého až ružovkastého dolomitu (egej - bityn), hrubého od niekoľkých dm do desiatok m. Nad vrstvami s dolomitom vystupuje v gutensteinskom vápenci 20 - 50 m hrubá poloha svetlého až bieleho vápenca šošovkovitého typu. V horninovom komplexe pozdĺž tektonickej línie, ktorá ho oddeľuje od wettersteinského vápenca, ako aj na navzájom paralelných medzivrstvových tektonických líniách je vyvinutá tektonická brekcia okolitých hornín.

Rudné telesá sa nachádzajú na tektonických líniách smeru V - Z so sklonom 55 - 80° na S. Tvoria epigenetické lineárne štruktúry a v ich okolí aj telesá nepravidelných tvarov s neostrým ohraničením. Z okolorudných premien prevláda dolomitizácia, ktorá postihla komplex vápencov do väčšej vzdialenosti. V malej miere sa uplatnila aj silicifikácia. Mimoriadne intenzívne sú hypergénne zmeny, ktoré spôsobili silné skrasovatenie, vylúhovanie, limonitizáciu až rozklad hornín na červenohnedú hlinu v poruchách, v okolí rudných telies aj v zónach impregnačného zrudnenia.

Zloženie rudných telies

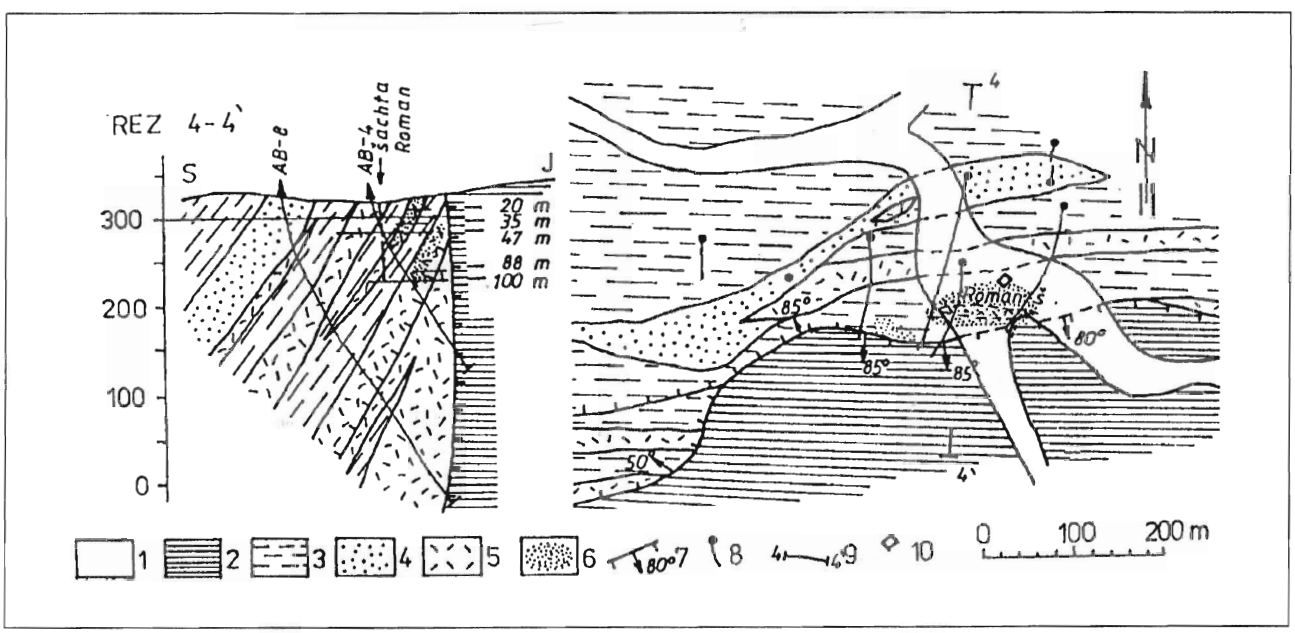
Podľa minerálneho zloženia, textúry a rozloženia úžitkovej zložky možno rudnú výplň rozdeliť na dva samostatné genetické celky, ktoré sa ťažili. Ide o:

- primárne zrudnenie, reprezentované hlavne sfaleritom, galenitom, podradne dolomitom, kremeňom, chalkopyritom a pyritom;
- zrudnenie v oxidačnej zóne a v zóne sekundárneho obohatenia s dominantným zastúpením smithsonitu, men-



Obr. 2. Pozícia ložiska Ardovo v geologickej stavbe. Výsek z regionálnej mapy ložísk a prognóz nerastných surovín, Slovenský kras. M 1 : 50 000 (Slavkay, 1992). 1 - fluviálne a proluviálne sedimenty (holocén), 2 - štrk, piesok a íl (pliocén); silicikum: 3 - vápenec, dolomit, brekcie (stredný trias), 4 - polohy tufitu vo vápenci (stredný trias), 5 - pieskovec, bridlica až slienitý vápenec (spodný trias), 6 - pôdne geochemické anomálie Pb, Zn, Ag, 7 - pôdne geochemické anomálie Zn, 8 - anomália rumelky v riečnych sedimentoch, 9 - komplex hornín s vyššou objemovou hustotou, 10 - komplex hornín s vyššou efektívnou magnetizáciou, 11 - prešmyk oddeľujúci čiastkové tektonické jednotky (PB, K), 12 - zlomy, 13 - hydrotermálne, žilníkovo-žilné ložisko polymetalických rúd Ardovo: 205 - číslo ložiska, c - karbonáty, Pb - sulfidické minerály, Zn - uhličitanové minerály, 14 - ložisko dekoračného kameňa Silická Brezová a jeho číslo, 15 - ohraničenie a číslo prognóznej plochy. Čiastkové tektonické jednotky: PB - plešivsko-brezovská, K - kečovská.

Fig.2. Position of the Ardovo deposit in the geological structure. Map of deposits and prognoses of raw materials, Slovak Karst, 1 : 50 000 (Slavkay, 1992). 1 - fluvial and deluvial sediments (Holocene), 2 - gravel, sand and clay (Pliocene);Silicicum: 3 - limestone, dolomite, breccias (Middle Triassic), 4 - beds of tuffite in limestone (Middle Triassic), 5 - sandstone, shale to marly limestone (Lower Triassic), 6 - soil geochemistry anomalies Pb, Zn, Ag, 7 - soil geochemical anomalies Zn, 8 - cinnabar anomaly in placer, 9 - higher volume density rock complex, 10 - higher effective magnetization, 11 - thrust separatig partial tectonic units (PB, K), 12 - faults, 13 - Ardovo polymetallic hydrothermal, stockwork - vein ore deposit: 205 - deposit number, c - carbonates, Pb - sulfidic minerals, Zn - carbonate minerals, 14 - Silická Brezová decoration stone deposit with number, 15 - delineation and number of prognostic area. Partial tectonic units: PB - Plešivec - Brezovo, K - Kečovo.



Obr. 3. Geologická mapa a rez ložiska Ardovo. Zostavil Slavkay (1992) podľa archívnych máp a materiálov Abonyiho (1964). 1 - aluviálne sedimenty a hlina (holocén), 2 - biely vápenec wettersteinského typu (ladin), 3 - sivý a tmavosivý vápenec gutensteinského typu, 4 - biely vápenec, 5 - dolomit (3 - 5 - spodný anis), 6 - priemet rudných telies na povrch, 7 - zlomy, často s brekciovitou výplňou, 8 - povrchový vrt a jeho priemet, 9 - geologický rez, 10 - šachta Roman.

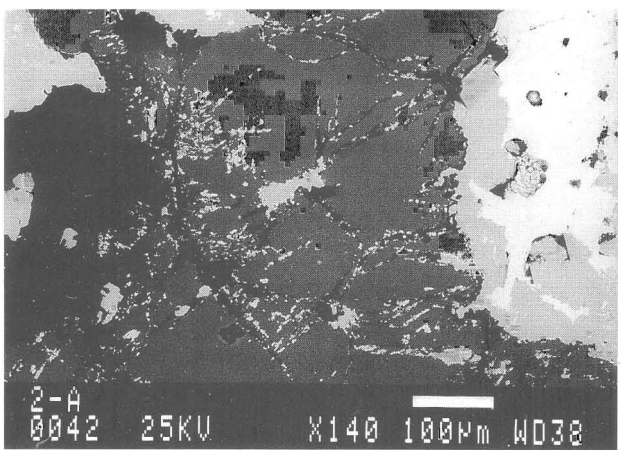
Fig.3. Geological map and section through the Ardovo deposit. Constructed by Slavkay (1992) according to archival maps and documents of Abonyi (1964). 1 - alluvial sediments and loams (Holocene), 2 - white limestone of Wetterstein type (Ladinian), 3 - grey and dark-grey limestone of Guttenstein type, 4 - white limestone, 5 - dolomite (3 - 5 Lower Anisian), 6 - projection of ore bodies at the surface, 7 - faults, often with brecciated filling, 8 - surficial drill hole and its projection, 9 - geological section, 10 - Roman shaft.

ším anglesitu, ceruzitu a ďalších sekundárnych minerálov Cu, Fe a pod.

Primárnu rudnú náplň charakterizujú najmä kompaktné masívne lokálne páskované textúry šošovkovitého vzhľadu, ktoré v podstate dokumentujú hydrotermálny až hydrotermálno-metasomatický proces vzniku. V zóne sekundárneho obohatenia prevláda textúra metasomatického zatláčania, kavernózna, páskovaná, prášková a mandľovcová s kryštalickou výplňou. Zriedkavá je brekciovitá textúra.

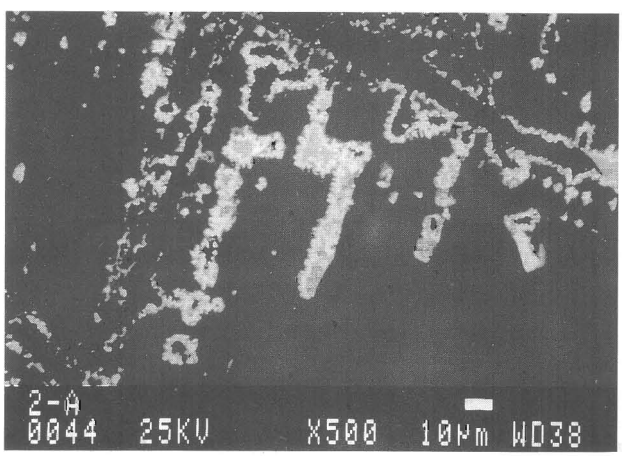
Opis minerálov

Kremeň. Má chudobné a nerovnomerné zastúpenie. Tvorí nepravidelné agregáty a hniezda šošovkovitého tvaru, zriedka menšie súvislé žilky. Býva jemnozrnný, ale miestami jeho väčšie kryštály vyčnievajú do dutín. Podľa obsahu heterogénnych prímesí je sivý až biely, redšie číry. Často je mechanicky porušený.



Obr. 4. Zatláčanie sfaleritu (tmavý) galenitom (svetlý). Sivá obruba galenitu patrí ceruzitu. Drobné šmuhy vo sfalerite sú anglesit a ceruzit.

Fig. 4. Replacement of sphalerite (dark) by galena (light). Grey fringes are cerussite. Tiny streaks in sphalerite are anglesite and cerussite.



Obr. 5. Sfalerit (čierny) je po puklinách zatláčaný anglesitom (biely) a ceruzitom (sivý).

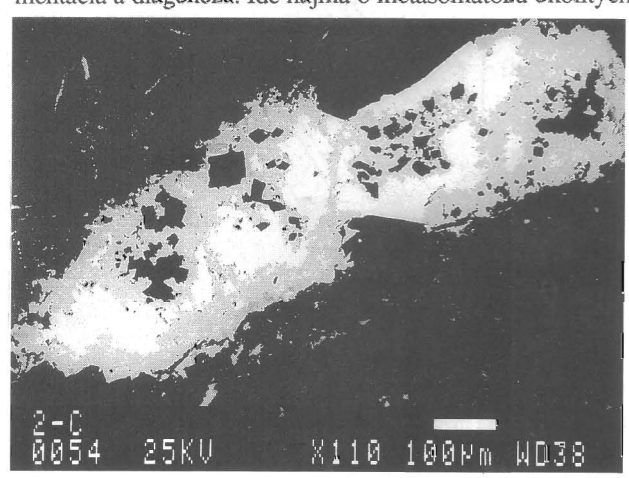
Fig. 5. Sphalerite (black) replaced along fissures by anglesite (white) and cerussite (grey).

Sfalerit. Je základným minerálom hlbších častí ložiska, kde v asociácii s galenitom tvorí nepravidelné až šošovkovité akumulácie. Najväčšie nahromadenia jeho agregátov, často až decimetrovej hrúbky, sú pri šachte Roman. Na ostatných miestach sú menšie, aj keď ich početnosť je ešte značná. Prevládajú jemnozrnné agregáty s veľmi variabilnou veľkosťou zŕn, a to od mikroskopických rozmerov až do 4 mm. Sfaleritové hniezda sú prevažne v dolomite a obsahujú menšie množstvo staršieho sprievodného kremeňa. Sfalerit je čiernohnedý až čierny, redšie žltohnedý. Rozdielne sfarbenie spôsobuje zvýšený obsah heterogenít, najmä Fe. Pri jeho pozorovaní v prechádzajúcom svetle vidieť výrazné prejavy metasomatického zatláčania anglesitom a ceruzitom (obr. 4, 5). Je pomerne čistý, ale s obsahom Fe, Cd a Hg. Ostatné prvky pokladáme za heterogénne (tab. 1). Analýzy minerálov sa vykonali na elektrónovom mikroanalyzátore Jeol JCXA (analyzoval Caňo).

Galenit. Zvýšené akumulácie sa spozorovali v asociácii so sfaleritom. Vystupuje v nich vo forme drobných zŕn. Jeho agregáty sú veľké až 5 mm. Zo spodnejších častí ložiska sa uvádzajú aj väčšie koncentrácie pekne štiepateľného galenitu (Bernard, 1969). Vo sfalerite má veľmi nepravidelnú formu (obr. 6) a spolu s kremeňom spravidla zatláča sfalerit a veľmi vzácne pyrit a chalkopyrit (Slávik, 1967). Najväčšia koncentrácia je opäť od šachty Roman.

Galenit si zachováva stále diagnostické vlastnosti, ale je resorbovanejší ako galenit z ostatných ložísk Spišsko-gemerského rudohoria. V mnohých prípadoch ho intenzívne zatláča mladší anglesit, ktorý tvorí okolo jeho zŕn nesúvislý lem a preniká ním aj po puklinách štiepateľnosti. V mnohých prípadoch ho úplne nahrádza anglesit. Chemickú charakteristiku galenitu podáva tab. 2.

Karbonáty. Kryštalický dolomit a kalcit tvoria v rudných telesách samostatné polohy, hniezda, žilky a šošovky. Kryštalická forma karbonátov, odlišná štruktúra i textúra od okolitých sedimentárnych polôh karbonátov poukazujú na ich formovanie v iných procesoch, ako je sedimentácia a diagenéza. Ide najmä o metasomatózu okolitých



Obr. 6. Galenit (biely) vo sfalerite (čierny) postupne nahrádzaný anglesitom (sivý).

Fig. 6. Galena (white) in sphalerite (black), replaced gradually by anglesite (grey).

Tab. 1
Bodové chemické analýzy sfaleritu.
Lokalita Ardovo-halda, šachta Roman, vz. č . 2a
Point electron microprobe analyses of sphalerite.
Locality Ardovo-dump, Roman shaft, sample No. 2a

Zn	66,7094	66,6901	65,9663	66,1132	66,9298	66,8387
Cu	0,0028	0,0144	0,0384	0,0026	0,0224	0,1234
Pb	0,1469	0,2002	0,1003	0,0000	0,1542	0,1721
Hg	0,0569	0,1773	0,0528	0,0285	0,0000	0,0032
Sn	0,0221	0,0000	0,0000	0,0000	0,0621	0,0032
Cd	0,1861	0,2774	0,2636	0,4717	0,4363	0,4542
Fe	0,2796	0,5511	0,8399	0,3983	0,7083	0,6983
S	33,2305	32,9383	32,9606	32,4863	31,6390	31,7329
Sb	0,0193	0,0000	0,0000	0,0193	0,0000	0,0000
Σ	100,6537	100,8489	100,2219	99,5294	99,9523	100,0260

Tab. 2
Bodové chemické analýzy galenitu.
Lokalita Ardovo-halda, šachta Roman, vz. č. 2a
Point electron microprobe analyses of galena.
Locality Ardovo-dump, Roman shaft, sample No 2a

Zn	0,0000	0,0219	0,0641	0,2321	0,3471	0,2937
Mn	0,0057	0,0092	0,0000	0,0000	0,0000	0,0300
Cu	0,0000	0,0134	0,0163	0,0000	0,0000	0,0000
Pb	86,0166	85,3172	85,7565	86,0345	85,9823	85,8943
Hg	0,1374	0,1308	0,0666	0,0721	0,0831	0,1767
Sn	0,0000	0,0226	0,0000	0,0000	0,0300	0,1003
Cd	0,0000	0,0588	0,0344	0,0003	0,0000	0,0000
Fe	0,0531	0,0371	0,0200	0,0741	0,0643	0,0451
S	13,0540	13,1154	13,5102	13,5421	13,4721	13,6310
Ag	0,2900	0,2010	0,0000	0,1321	0,2103	0,1300
Σ	99,2729	98,7264	99,4681	100,0873	100,1892	100,3011

Tab. 3
Bodové chemické analýzy dolomitu. Lokalita Ardovo-halda, vz. č. 2c
Point electron microprobe analyses of dolomite. Locality Ardovo-dump, sample No. 2c

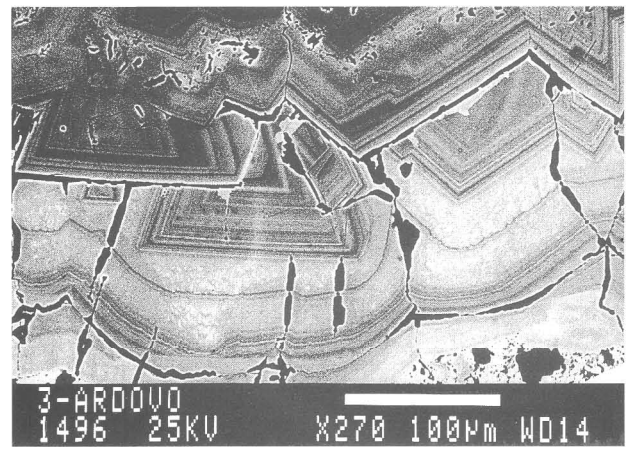
FeO	0,08	0,06	0,09	0,07	0,09	0,06
MnO	0,12	0,09	0,05	0,10	0,12	0,10
MgO	18,79	19,19	19,46	14,83	19,23	19,32
CaO	33,83	33,41	33,10	38,50	33,21	33,30
CO_2	47,18	47,25	47,30	46,50	47,35	47,40
Σ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

hornín a o vylučovanie z hydrotermálnych roztokov za vzniku epigenetických telies, žíl a impregnácií (tab. 3).

Pyrit. Jeho väčšie koncentrácie sú zriedkavejšie. Vystupuje vo forme ojedinelých idiomorfných zŕn. Zriedka tvorí drobné agregáty, po ktorých väčšinou, najmä v galenite, možno nájsť len pseudomorfózy, a to aj v spodnejších častiach ložiska.

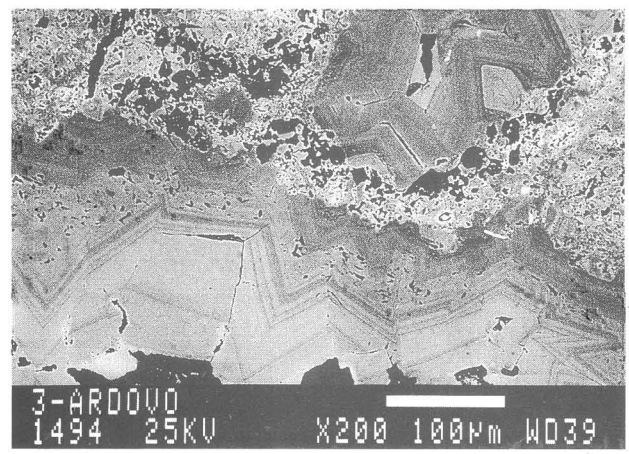
Chalkopyrit. Zistil sa len mikroskopicky v asociácii so sfaleritom a galenitom. Jeho ojedinelé drobné zrná sú často reliktmi po väčších agregátoch zatláčaných galenitom a sfaleritom.

Smithsonit. Patrí medzi najvýznamnejšie zložky rudnej výplne a najdôležitejšie rudné minerály ložiska. Spolu so sulfidmi je základnou úžitkovou zložkou najmä v horných častiach ložiska, kde tvorí drobné žilky, nepravidelné polohy a šošovky v rudných telesách. Vystupuje vo forme roz-



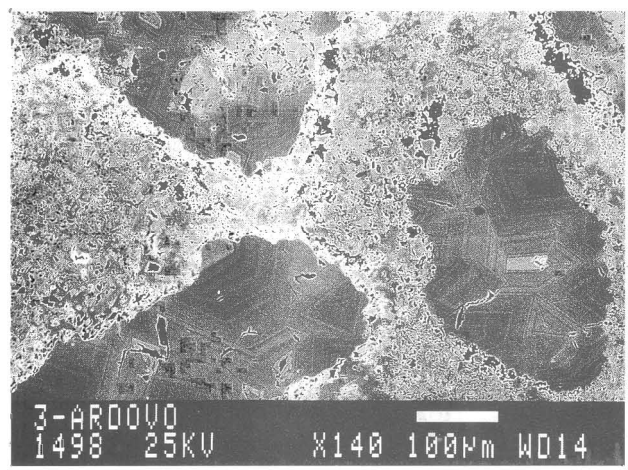
Obr. 7. Nátekové tvary smithsonitu s postupným prechodom k jeho kryštalickým formám až ku karbonátom.

Fig. 7. Coatings of smithsonite with gradual transitions to crystalline forms or to carbonates.



Obr. 8. Kryštalická výplň smithsonitu v dutine na kontakte s karbonátom so zvýšeným obsahom ZnO.

Fig. 8. Crystalline filling of smithsonite in vughs at the contact with carbonate containing increased ZnO.



Obr. 9. Nepravidelné vystupovanie smithsonitu v karbonátoch.

Fig. 9. Irregular habit of smithsonite in carbonates.

Tab. 4
Bodové chemické analýzy smithsonitu.
Lokalita Ardovo-halda, šachta Roman, vz. č. 3
Point electron microprobe analyses of smithsonite.
Locality Ardovo-dump, Roman shaft, sample No. 3

ZnO	58,1300	58,1262	59,2824	59,5591	59,5244
MnO	0,0000	0,1081	0,0161	0,0340	0,0000
FeO	0,1947	0,4964	0,0492	0,1148	0,1144
CaO	0,5795	0,5738	0,9957	0,6693	0,9008
MgO	0,7785	1,7012	2,2397	1,1715	1,7442
CdO	0,3650	0,7860	0,0183	0,4231	0,0739
PbO	5,8912	3,2478	1,0321	0,7593	2,0043
CO_2	34,1431	33,6024	35,3289	33,3143	34,3535
Σ	100,0819	98,9303	99,9624	99,1267	98,7155

ličného povlaku, hroznovitých a ľadvinovitých útvarov a masívnejších polôh. Je rôznej farby, a to od žltej cez bielu, oranžovú až po tmavohnedú. Známe sú aj jeho kryštalické formy v dutinách (obr. 7, 8, 9), ktoré sa makroskopicky len ťažko odlišujú od ostatných karbonátov. Uvedené obrázky dokumentujú postupné metasomatické zatláčanie karbonátov až po rast kryštalických foriem smithsonitu v dutinách s tvorbou kavernóznych textúr. Tento pozvoľný prechod dokumentuje aj profil analýz smerovaných od kryštalického smithsonitu do okolitého prostredia karbonátov (tab. 4).

Anglesit. Bol identifikovaný mikroskopicky a potvrdený elektrónovým mikroanalyzátorom. Zatláča galenit na kontakte so sfaleritom (obr. 6). Jeho rozmery sa pohybujú v mikroskopických dimenziách. Chemická charakteristika je v tab. 5.

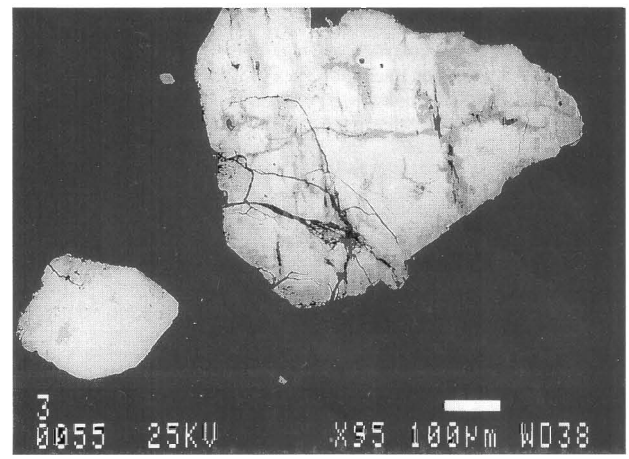
Ceruzit. Je častý, ale jeho koncentrácie sú pomerne malé. Vypĺňa priestory a dutiny mm rozmerov v anglesite a vo vzácnych prípadoch vytvára samostatné idiomorfné kryštály. Pre nepravidelné prerastanie sa s inými minerálmi (obr. 4, 5, 10) sa jeho presné chemické zloženie nepodarilo zistiť. Obsah PbO sa pohybuje v rozmedzí 70 - 77 %.

Z ostatných sekundárnych minerálov je v ložisku zastúpený najmä limonit, sadrovec, aragonit, v menšej miere hemimorfit, azurit a malachit.

Treba konštatovať, že pre nevýrazné postavenie niektorých minerálov sa mineralizácia ložiska zdá dosť jednoduchá, ale podrobný chalkografický výskum dokumentuje komplikované mineralogickoparagenetické pomery, ktoré poskytujú o tomto zaujímavom ložisku veľa nových faktov.

Tab. 5
Bodové chemické analýzy anglesitu. Lokalita Ardovo-halda, vz. č. 2a
Point electron microprobe analyses of anglesite. Locality Ardovo-dump, sample No. 2a

ZnO	0,2355	0,2142	1,3653	0,1529	0,3960	0,6251
MnO	0,0000	0,0013	0,0000	0,2678	0,0000	0,0000
FeO	0,0524	0,0481	0,0000	0,0297	0,0778	0,0030
CaO	0,0000	0,0000	0,0169	0,0000	0,0093	0,1245
CdO	0,0000	0,0000	0,1102	0,0000	0,0236	0,0321
PbO	71,3790	71,3810	71,0354	69,6963	70,2977	70,3911
SO_3	28,4933	28,4989	28,1882	29,2241	28,4908	28,0321
Σ	100,1599	100,1439	100,7159	99,3708	99,2088	99,2079



Obr. 10. Ceruzit (biely) v smithsonite. Tmavšie šmuhy v ceruzite majú zvýšený obsah PbO.

Fig. 10. Cerussite (white) in smithsonite. Darker streaks in cerussite have increased contents of PbO.

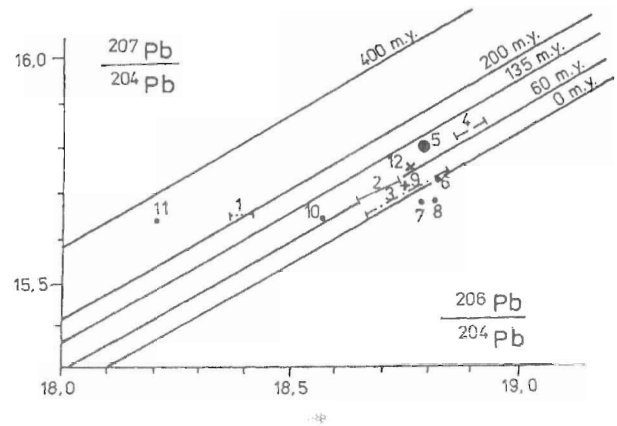
Vyčlenené minerálne asociácie, ich paragenetické vzťahy, ako aj štruktúrno-textúrne znaky poukazujú na diskontinuitný vývoj zrudnenia. Paragenetické celky signalizujú priebeh zrudňovacieho procesu v istých fázach, v rozličných fyzikálnochemických podmienkach a v rôznych teplotných režimoch. Ako prvý sa vylúčil kremeň, neskôr karbonáty reprezentované najmä dolomitom, v menšej miere kalcitom a napokon sulfidy s malým obsahom kremeňa, takže sukcesia je kremeň I - dolomit - kalcit I - pyrit - chalkopyrit - sfalerit - galenit - kremeň II - kalcit II. Takúto variabilitu základných podmienok vylučovania minerálov sotva možno interpretovať ako proces sedimentácie, najmä pri chýbaní ich základných textúr. V ložisku je pestrá oxidačná zóna.

Opísané minerálne asociácie sú charakteristické pre vyššietermálnu aj nižšietermálnu mineralizáciu. V zrudňovacom procese sú evidentné následné metasomatické vplyvy zatláčania minerálov, ich nahrádzania a menej výrazne prejavy intermineralizačnej tektoniky.

Taký hydrotermálny až hydrotermálnometasomatický pôvod zrudnenia ardovského ložiska, aký predpokladáme my, potvrdzuje aj chemické zloženie základných minerálov, najmä prítomnosť Cd a niektorých ďalších prvkov (Hg, Sn) v nich.

Otázky veku a genézy

Názory na vek a genézu polymetalických ložísk v strednotriasových karbonátoch, a teda aj ložiska Ardovo nie sú jednotné. Prisudzuje sa im sedimentárny, hydrotermálny, metasomatický aj regeneračný pôvod (stručný prehľad názorov je v práci Koděru et al., 1989 - 1990). Varček a Regásek (1962) ho považujú za epigenetické, metasomatické, súvisiace s vrchnokriedovými tektonomagmatickými procesmi a viažu na veľkú tektonickú poruchu siahajúcu hlboko do podložia mezozoika. Regeneračným procesom (v zmysle Schneiderhöhna, 1952) nepripisujú väčší význam, lebo taká variská mineralizácia, ktorá by bola mohla byť zdrojom ložísk v mezozoiku, sa nezistila. Novák

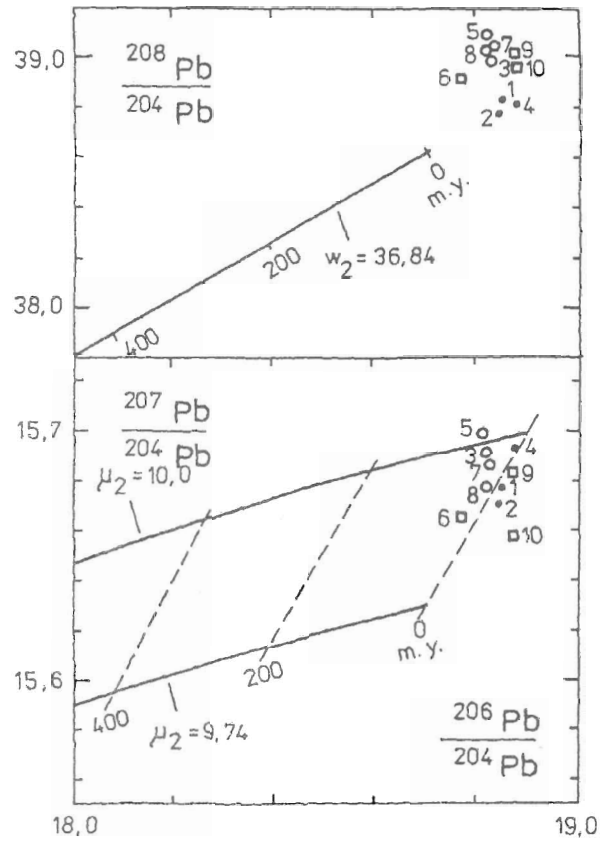


Obr. 11. Projekcia izotopového zloženia Pb niektorých ložísk Pb-Zn rúd v Holmesovom - Houtermansovom diagrame izochrón (spracované podľa Kantora, 1962, 1965; Kantora a Rybára, 1964; Kantora a Bieleho, 1965; Buriana et al., 1985). 1 - Poniky, Drieňok (v strednotriasových karbonátoch), 2 - Banská Štiavnica (zrudnenie skarnovej mineralizačnej etapy), 3 - Banská Štiavnica (metasomatické a žilné zrudnenie), 4 - Zlatá Baňa (zrudnenie v neovulkanitoch), 5 - Ardovo (v strednotriasových karbonátoch), 6 - Tisovec (metasomatické, v strednotriasových karbonátoch, na kontakte s neogénnymi dioritmi), 7 - Banská Štiavnica (metasomatické zrudnenie v spodnotriasových a strednotriasových karbonátoch), 8 - žila Špitáler (v triasovom kremenci), 9 - šobovská mineralizácia, 10 - dolina Moras (v spodnotriasových bridliciach a pieskovcoch), 11 - Veľké Pole, Ján Nepomucký (v strednotriasovom vápenci na styku s kryštalickými bridlicami), 12 - Hodruša (zrudnenie v neovulkanitoch).

Fig 11. Data points of isotopic composition of lead in some Pb-Zn deposits in the Holmes - Houtermans isochron diagram (after Kantor, 1962, 1965; Kantor and Rybár, 1964; Kantor and Biely, 1965; Burian et al., 1985, modified). 1 - Poniky, Drienok (in Middle Triassic carbonates), 2 - Banská Štiavnica (skarn stage mineralization), 3 - Banská Štiavnica (metasomatic and vein mineralization), 4 - Zlatá Baňa (mineralization in neovolcanics), 5 - Ardovo (in Middle Triassic carbonates), 6 - Tisovec (metasomatic in Middle Triassic carbonates, at the contact with Neogene diorites), 7 - Banská Štiavnica (metasomatic mineralization in Lower and Middle Triassic carbonates), 8 - Špitáler vein (in Triassic quartzite), 9 - Šobov mineralization, 10 - Moras valley (in Lower Triassic shales and sandstones), 11 - Veľké Pole, Ján Nepomucký (in Middle Triassic limestones), 12 - Hodruša (mineralization in neovolcanics).

(1962) naopak pokladá ložisko za produkt tektonickometamorfnej mobilizácie alpinotypne regenerované premiestnením starších, najmä variských ložísk. Dokladá to (Novák, 1966) špecifickým mikrochemizmom sfaleritov, ktoré vznikli pri nízkej teplote, a charakterizuje ich aj nízkym obsahom Ge, Ti, prítomnosťou Tl a chýbaním In (ktoré nie je ani v neogénnych hydrotermálnych ložiskách). Metasomatické ložiská v strednotriasových vápencoch neskôr zaradil Varček (1976) do Pb-Zn formácie ako normálne členy alpínskej hydrotermálnej mineralizácie gemerika a veporika.

Po výskume vzťahov izotopov obyčajného Pb galenitu (Kantor, 1962) spadá galenit z Ardova do polí izochrón obmedzujúcich kriedový vek (obr. 11). Kantor et al. (1968) poukazujú na úplne rozdielne izotopové zloženie Pb triasových Pb-Zn ložísk a Pb mineralizácií spätých s mladšou terciérnou intruzívnou aktivitou a predpokladá pre ne dva rozličné zdroje. Nevylučuje ani regenerovaný pôvod z variských mineralizácií, ale poukazuje na možnosť postihnutia izotopového zloženia Pb zo sekundárnych hydrotermálnych ložísk pridaním nového Pb počas transportu.

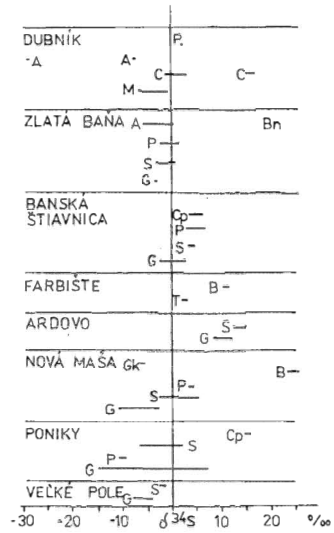


Obr. 12. Projekcia izotopového zloženia Pb niektorých Pb- Zn rúd v Staceyho - Kramersovom vývojovom diagrame, 1975 (zostavené podľa Černyševa et al., 1984). 1 - Poniky, Drieňok (v strednotriasových karbonátoch), 2 - Nová Maša, Lívius - Samuel (v strednotriasovom dolomitickom vápenci na tektonickom styku s tmavou karbónskou bridlicou), 3 - Banská Štiavnica (mineralizácia rudných žíl v neovulkanitoch), 4 - Ochtiná, Mária - Margita (v strednotriasovom až vrchnotriasovom vápenci), 5 - Banská Štiavnica, žila Ján, 6 - Tisovec, Magnet (hydrotermálnometasomatické, v strednotriasovom vápenci na kontakte s neogénnym dioritom), 7 - Banská Štiavnica (hydrotermálno-metasomatické zrudnenie v spodnotriasových a strednotriasových karbonátoch), 8 - Banská Štiavnica, žila Bieber, 9 - Zlatno, medenoporfýrová mineralizácia, 10 - Hodruša - Hámre, žilníkovoimpregnačná mineralizácia.

Fig. 12. Data points of isotopic composition of lead in some Pb-Zn deposits in the diagram of Stacey - Kramers (1975) (after Černyšev et al., 1984). 1 - Poniky, Drienok (in Middle Triassic carbonates), 2 - Nová Maša, Lívius Samuel (in Middle Triassic dolomitic limestone at the tectonic contact with Carboniferous dark shale), 3 - Banská Štiavnica (ore vein mineralization in neovolcanics), 4 - Ochtiná, Mária - Margita (in Middle- to Upper Triassic limestone), 5 - Banská Štiavnica, Ján vein, 6 - Tisovec, Magnet (hydrothermal metasomatic, in Middle Triassic limestone at the contact with Neogene diorite), 7 - Banská Štiavnica (hydrothermal metasomatic mineralization in Lower- and Middle Triassic carbonates), 8 - Banská Štiavnica, Bieber vein, 9 - Zlatno, porphyry copper mineralization, 10 - Hodruša - Hámre, stockwork - impregnational mineralization.

Abonyi a Kotras (1964) po geologickom prieskume označili ložisko za hydrotermálnometasomatické viažuce sa na tektonické línie pravdepodobne subhercýnskeho veku.

Ilavský a Sattran (1976), podobne ako ostatné Pb-Zn ložiská v triasových karbonátoch, aj ložisko Ardovo zara-



Obr. 13. Rozsah izotopov $\delta^{34}S$ v ložiskách polymetalických rúd v karbonátoch mezozoika a vulkanitoch neogénu (podľa Kantora, 1975, 1979; zostavil Slavkay). G - galenit, P - pyrit, S - sfalerit, Cp - chalkopyrit, Gk - geokronit, T - tetraedrit, B - baryt, Bn - bournonit, A - antimonit, M - markazit, C - cinabarit.

Fig. 13. Range of $\delta^{34}S$ values in polymetallic ore deposits in Mesozoic carbonates and in Neogene volcanics (after Kantor, 1975, 1979, constructed by Slavkay). G - galena, P - pyrite, S - sphalerite, Cp - chalcopyrite, Gk - geokronite, T - tetrahedrite, B - barite, Bn - bournonite, A - stibnite, M - marcasite, C - cinnabar.

ďujú do oblasti sedimentárnych a vulkanosedimentárnych formácií mezozoika a metalotektu geosynklinálneho štádia alpínskej epochy. Túto metalogenézu, ktorá sa viaže na sedimentáciu a vulkanizmus geosynklinálneho alpínskeho štádia, pokladá Ilavský (1968) za typickú len pre Západné Karpaty. Vyzdvihuje úlohu hlbinných zlomov a v súvislosti s tým spája ložisko s rožňavskou líniou (Ilavský, 1976). Neskôr svoj náhľad o syngenetickom pôvode polymetalických rúd v strednotriasových mezozoických karbonátoch Slovenského krasu oprel o výsledky izotopov S (obr. 13) a Pb, ktoré dosiahol Kantor (1965, 1975). Prirovnáva ich aj k ložiskám podobných rúd v severnom Maďarsku, severných a južných Vápencových Alpách a spája s bázickým triasovým vulkanizmom (Ilavský, 1978). Ich vývoj kladie do južnej časti karpatskej geosynklinály, v ktorej zaberajú najsevernejšiu, relatívne najhlbšiu zónu s najmenšou hrúbkou kôry a s najbázickejším vulkanizmom. Smerom na JV v geosynklinále vznikla zóna Fe-Cu rúd a v najjuhovýchodnejšom krídle zóna Fe rúd s plytkou hĺbkou mora a s relatívne hrubou kôrou.

Možnosť vzniku polymetalických ložísk tohto typu, vyvinutých súhlasne aj nesúhlasne s vrstvovitosťou, pokladá Čillík a Slavkay (1979) za výsledok hydrotermálneho procesu spätého s neogénnou vulkanickou činnosťou. Nevylučujú ani možnosť pretransportovania staršej mineralizácie do epigenetických štruktúr. Poukazujú na ich výskyt v blízkosti významných tektonických štruktúr, ktoré značne koincidujú s neoidným plánom blokov Fusána a Plančára (1979).

Novšie výskumy izotopov Pb na základe Staceyho - Kramersovho (1975) modelu (Černyšev et al., 1984) sa vo viacerých prípadoch rozchádzajú so staršími a poukazujú na podstatne mladší vek (obr. 12). Zastúpenie izotopov Pb zo vzoriek polymetalických rúd v triasových karbonátoch (Poniky - Drienok; Nová Maša, Lívius - Samuel; Ochtiná, Mária - Margita) je blízke Pb nepochybne neogénnych ložísk (Banská Štiavnica, Hodruša-Hámre; Tisovec-Magnet; Zlatno - medenoporfýrové a i.). Tak sa stávajú prijateľné aj skôr vyslovené predpoklady o terciérnom či neogénnom veku zrudnenia (napr. Ilavský a Beňo, 1958; Slavkay, 1971; Zorkovský, 1974; Burian et al., 1985), ku ktorým sa priklonil aj Rozložník (in Fusán et al., 1987).

Rozmanitosť náhľadov spôsobila nejasná väzba so zdrojom mineralizácie. Z pozície ložiska zhruba nad križovaním štítnickej zlomovej zóny (Čillík a Slavkay, 1979) s takmer východozápadnou zlomovou líniou indikovanou geofyzikálnymi meraniami (Filo, 1991) usudzujeme, že tu bolo vhodné prostredie na cirkuláciu roztokov mobilizovaných intruzívnou aktivitou a transportovaných pozdĺž uvedených hlbinných zlomových zón do vyšších horizontov. Podobne ako ložisko Poniky-Drienok (Slavkay, 1971; Slavkay et al., 1990) považujeme za súčasť mladoalpínskej metalogenézy.

Potenciál nerastných surovín

Na základe doterajších prác sa v území vyčlenila prognózna plocha 10 Ardovo - Dlhá Ves v rozsahu 18 km^2 (Slavkay, 1992) nad karbonátovými horninami silického príkrovu, sčasti nad terciérnymi a kvartérnymi sedimentmi (obr. 2). Je tu ložisko Pb-Zn rúd hydrotermálneho a hydrotermálnometasomatického typu 205 - Ardovo. Leží v blízkosti križovania štítnickej zlomovej zóny so zlomovou zónou smeru VSV - ZJZ, indikovanou fyzikálnymi rozhraniami v geofyzikálnych poliach, na sprievodných zlomoch smeru takmer V - Z a v ich nadloží. V strede plochy sa gravimetricky vyčleňujú relatívne ťažšie horniny, na S od nich horniny s vyššou magnetizáciou a na JZ drobné plochy so zvýšenou gamaaktivitou.

V severnej a južnej časti tvorí veľké anomálne plochy Zn a v nich pri Ardove a Dlhej Vsi podstatne menšie plochy (okolo 0,5 km^2) pokrývajú anomálie Pb (0,05 - 0,5 % a nad 0,5 %) a nad ardovským ložiskom aj Ag. V riečnych sedimentoch na severnom okraji Ardova je anomália Hg.

Celá prognózna plocha leží v chránenej krajinnej oblasti Slovenského krasu a v jej ochrannom pásme. Podľa prognóznych kritérií možno predpokladať výskyt podobných rudných telies ako na ložisku 205 - Ardovo a odhadnúť prognózne zdroje kategórie P_2 v množstve 100 kt s obsahom okolo 8 % Pb + Zn a 300 kt s obsahom okolo 2,0 % Pb + Zn.

Z nerudných surovín sa z ložiska 211 Silická Brezová ťažil ružový až mäsovočervený krinoidový vápenec (ladin - norik) ako dekoračný kameň známy pod názvom brezovský mramor. Karbonátové horniny sú vhodné na výrobu vápna, cementu, stavebných hmôt, ale aj na využitie v poľnohospodárstve, chemickom a metalurgickom priemysle. Ich pozícia v chránenej krajinnej oblasti znižuje záujem o ich využívanie. Napriek tomu možno odhadnúť ich prognózne zdroje v kategórii P_2 na 10 mil. m^3.

Záver

Pri metalogenetickom, mineralogickoparagenetickom a geochemickom výskume ložiska Ardovo sa dosiahli nasledujúce výsledky:

- Z rudnej výplne ložiska sa opísali a chemickou analýzou doložili základné minerály, ktoré literatúra uvádzala aj skôr, ale ich bližšia identifikácia a chemické zloženie neboli doteraz známe. Je to galenit, sfalerit, smithsonit, anglesit a dolomit. Ich zastúpenie a forma vystupovania sú veľmi rôznorodé.
- Podrobnou analýzou paragenetických vzťahov, sukcesie, mineralizácie a textúrnych znakov sa vyčlenilo niekoľko fáz postupného vylučovania minerálov.
- Uvedené fázy sú charakteristické vlastným chemickým zložením, ktoré sa prejavilo zmenou minerálnej asociácie, a sú od seba oddelené prejavmi intermineralizačnej tektoniky.
- Mineralizačný proces je podobný ako v ostatných ložiskách v Spišsko-gemerskom rudohorí, ale odlišuje sa špecifickými podmienkami prostredia. Najstaršie produkty hydroterm sú chudobné na minerálne zložky. Kalcit, dolomit a pyrit (vznikali iba neskoršou kontamináciou s okolnými horninami). Ďalšia fáza sa prejavila veľmi sporadicky a reprezentuje ju len dolomit s menším obsahom kremeňa. Samostatné postavenie má galenitovo-sfaleritová asociácia, a to vystupovaním, aj charakteristickými podmienkami vzniku, t. j. PT pomermi a zvýšenou koncentráciou S v rudonosných roztokoch.

Dominantné postavenie má posledná fáza, ktorú reprezentuje pestrá asociácia sekundárnych minerálov s prevahou karbonátov Pb a Zn nad síranmi. V menšej miere sú veľmi variabilne zastúpené ďalšie sekundárne minerály, a to Cu, Fe a i.

Podľa výskumu rudnej zložky je genéza zrudnenia jednoznačne hydrotermálna s výraznými prejavmi metasomatózy.

Naša interpretácia veku zrudnenia korešponduje s výsledkami rádioizotopického výskumu Pb Černyševa et al. (1984), ktorý ukázal, že zastúpenie izotopov Pb polymetalických rúd z triasových karbonátov je blízke Pb nepochybne neogénnych ložísk.

Literatúra

Abonyi, A. & Kotras, J. 1964: Záverečná správa, lokalita Ardovo Pb, Zn. *Manuskript - archív GP Spišská Nová Ves, 83.*

Andrusov, D. 1958, 1959, 1964: Geológia československých Karpát. *1. vyd. zv.1-3. Bratislava, SAV, 304, 375, 392.*

Bernard, J. H. 1969: Mineralogie Československa. *Acad. Praha, 251.*

Burian, J., Slavkay, M., Štohl, J. & Tözsér, J. 1985: Metalogenéza neovulkanitov Slovenska. *Monogr. - Mineralia slov., Alfa Bratislava, 296.*

Čillík, I. & Slavkay, M. 1979: Problémy vzťahu zrudnenia k hlbinnej tektonike v stredoslovenskej oblasti. *Zbor.predn. Smolenice. GÚDŠ Bratislava, 389 - 403.*

Černyšev, J. et al. 1984: Lead izotopes galenas of the West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 3, 307 - 328.*

Filo, M. 1991: Slovenský kras. Interpretácia výsledkov geofyzikálneho výskumu a prieskumu. *Manuskript - archív GÚDŠ, Bratislava.*

Fusán, O. & Plančár, J. 1979: Čiastková záverečná správa za rok 1979. Geologická stavba podložia terciéru Západných Karpát. *Manuskript - archív GÚDŠ, Bratislava.*

Ilavský, J. 1968: Zur metalogenesischen Karte der Westkarpaten 1 : 100 000. *Geol. Práce, Spr., 44 - 45, 51 - 72.*

Ilavský, J. & Beňo, J. 1958: Ku geológii a mineralógii niektorých výskytov Pb-Zn rúd v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Geol. Práce, Zpr., 14, 24 - 39.*

Ilavský, J. (red.) 1976: Vysvetlivky ku metalogenetickej mape Západných Karpát 1 : 50 000. *Manuskript - GÚDŠ Bratislava.*

Ilavský, J. & Sattran, V. 1976: Náčrt metalogenézy Československa. *Mineralia slov., 8, 3, 193 - 219.*

Kantor, J. 1962: Izotopy „obyčajného" olova na niektorých západokarpatských ložiskách. *Geol. Práce, Zoš., 175 - 199.*

Kantor, J. 1965: Tungsten in the West Carpathian metalogenetic province. *Geol. Práce, Spr., 199 - 217.*

Kantor, J. 1975: Izotopy síry v Pb-Zn ložiskách z mezozoických karbonátov Západných Karpát. *In: Ročenka GÚDŠ Bratislava, 48.*

Kantor, J., Rybár, M. & Dillnberger, K. 1968: Contribution to the problem of generation of ore deposits in Alpine orogenetic belts (Tunisia). *Geol. Práce, Zpr., 44 - 45, 5 - 18.*

Koděra, M. et al. 1989-1990: Topografická mineralógia Slovenska, 1, 2, 3. *Bratislava, SAV, 1 - 1590.*

Maderspach, L. 1877: A felsö-cardói zink és gálma fekhelyek. *Földt. Közl., 7, 121 - 124.*

Novák, F. 1962: Kriteria alpinských regeneračných procesů na hydrotermálních ložiskách gemerid. *Geol. Práce, Zoš., 61, 113 - 126.*

Novák, F. 1966: Distribucija indija v gidrotermalnich mestorožđenijach slovackich Karpat. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 17, 1, 51 - 62.*

Papp, K. V. 1915: A Magyar birodalom vasérc és köszénkészlete. *A Franklin - társulat nyomdája, Budapest, 964.*

Pácal, Z. 1956: Struční nástin historie dolování na zinkové a olovené rudy u Ardova. *Geol. Práce, Zpr., 7, 131 - 135.*

Schneiderhöhn, H. 1955: Erzlagerstätten. *VEB Verlag (Jena), 1 - 345.*

Slávik, J. et al. 1967: Nerastné suroviny Slovenska. *SVTL Bratislava, 510.*

Slavkay, M. 1971: Ložiská polymetalických rúd pri Ponikách. *Mineralia slov., 11, 181 - 213.*

Slavkay, M. 1992: Regionálna mapa ložísk a prognóz nerastných surovín, Slovenský kras (M 1 : 50 000). *Manuskript - GÚDŠ Bratislava, 150.*

Slavkay, M. et al. 1990: Regionálna mapa ložísk a prognóz rudných surovín okolia Banskej Bystrice M 1 : 50 000. *Manuskript - GÚDŠ Bratislava, 269.*

Stacey, J. S. & Kramers, J. D. 1975: Aproximation of terrestrial lead isotope evolution by a two - stage model. *Earth planet. Sci. Lett. (Amsterdam), 26, 207 - 221.*

Rozložník, L. (in: Fusan, O. et al.) 1987: Podložie terciéru vnútorných Západných Karpát. *Bratislava, GÚDŠ, 123.*

Varček, C. & Regásek, S. 1962: Zrudnenie v mezozoiku Slovenska. *Geol. Práce, Zoš. 62, 287 - 300.*

Vass, D. et al. 1988: Regionálne geologické členenie ZK a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR. *Mapa, GÚDŠ Bratislava.*

Geology, mineralogy and metallogeny of lead - zinc ores at Ardovo

The results of metallogenetic, mineralogical - paragenetic and geochemical research of the mineralization at Ardovo provided a background for the reevaluation of origin and position of the deposit in the metallogenetic development. Ore deposits of the Slovak Karst are located predominantly at its southern margin, around the tectonic contact of Mesozoic rocks of both Silicicum and Meliaticum with Paleozoic rocks of the Gemericum (Fig. 1). Scarce deposits are found in its southern part, which is floored mainly by Mesozoic carbonate rocks of the Silicicum Unit. The Ardovo deposit also belongs here.

The deposit is located in Lower Triassic carbonate rocks of the Plešivec - Brezovo unit, near the ENE running tectonic contact

with the Upper Triassic carbonates of the Kečovo unit (Fig. 2). The Štítnik fault terminates its continuity towards the west. The Guttenstein type limestone, intercalated by light dolomite (Aegean - Bithynian) are predominant rock types of the deposit. Tectonic breccias of the country rocks are developed along the fault zones.

Ore bodies form epigenetic linear structures striking E - W, dipping 55 - 80° to the N, as well as irregular bodies with smeared fringes (Fig. 3). Wall rock alterations are: dolomitization and (to a lesser extent) silicification. Extraordinarily strong hypergene alterations resulted in the karstification of rocks and formation of secondary minerals.

Primary, hydrothermal to hydrothermal - metasomatic mineralization has compact massive to banded structures, represented by strips of sphalerite and galena with subordinate dolomite, quartz, chalcopyrite and pyrite. Cavernous, banded, amygdaloidal structures and structures of metasomatic replacement, etc. prevail in the oxidation zone and the zone of secondary enrichment. Smithsonite predominates over anglesite, cerussite and other secondary minerals (Cu, Fe and others). The main minerals were analysed using the JEOL microprobe (analyst F. Caňo).

Mineral associations, their paragenetic relations and structural - textural features indicate discontinuous development of mineralization during certain phases, under various physical - chemical conditions and temperature regimes. Minerals precipitated in following order: quartz I - dolomite I - calcite I - pyrite - chalcopyrite - sphalerite - galena - quartz II - calcite II. Intermineralization tectonics took place during the time of precipitation (Figs. 4 - 10, Tabs. 1 - 5).

Opinions, as to the age and genesis of the Ardovo deposit and other polymetallic deposits in the Middle Triassic carbonates, differ. They are considered to be of sedimentary, hydrothermal, metasomatic or regeneration origin. This diversity of views is due to lack of links between the mineralization and its source. Kantor's (1962) investigations of the isotopic relations of common lead in galena have shown, that galena of Ardovo falls within the isochron fields, constraining the Cretaceous age (Fig. 11). Kantor et al. (1968) found out that isotopic composition of lead in Pb-Zn deposits differs from that of lead in those mineralizations, associated with Tertiary intrusive activity and assumed, that two discrete sources should be considered. The results of sulphur isotope analysis (Fig. 13), carried out by Kantor (1975), 1979) prompted several authors to pronounce sedimentary origin of polymetallic ores.

Newer results of lead isotope analysis (Černyšev et al., 1984), using the model of Stacey and Kramers (1975), disagree in several cases with the older data and display considerably younger age (Fig. 12). Isotopic composition of lead from the polymetallic ores in Triassic carbonates (Poniky, Drienok) is similar to that of Neogene deposits (Banská Štiavnica, Bieber vein). Thus, the earlier views, that this mineralization is of Tertiary or Neogene age, have once again become acceptable (e.g. Ilavský and Beňo, 1958; Slavkay, 1971; Zorkovský, 1974; Burian et al., 1985; Rozložník in Fusan et al., 1987).

As the position of the deposit is close to the intersection of the Štítnik fault zone (Čillík and Slavkay, 1979) with an east-west running fault line (Filo, 1991), we conclude, that this environment was favourable for circulation of fluids, mobilized due to heat flow, induced by intrusive and tectonic activity and were then transported along mentioned deep seated fault zones upwards, into higher horizons. Alike the Poniky - Drienok deposit (Slavkay, 1971; Slavkay et al., 1990), we consider, that the Ardovo deposit belongs to the Late Alpine metallogenetic system.

Based on suitable material, geophysical, mineralogical and geochemical criteria, the Ardovo - Dlhá Ves prognostic area No. 10 have been delineated in the surroundings of the deposit. The most distinct features here are the soil geochemistry anomalies, reaching the contents of Zn and Pb over 0.5%, an Ag anomaly, overlying the Pb deposit and cinnabar anomaly in placer on its northern periphery. Prognostic resources of 100 kt at 8 % Pb + Zn and 300 kt at 2 % Pb + Zn in the P_2 category were estimated. Nonmetalliferous raw materials are represented by construction stone - limestone, suitable for cement manufacture, smelting and lime production; its prognostic resources amount to 10 mil m^3 in the P_2 category.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 89 - 98

Prognózne hodnotenie skarnovo-medenoporfýrovej mineralizácie v Štiavnických vrchoch na základe litogeochemických a iných kritérií

KAROL MARSINA
Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(Doručené 30.11.1994, revidovaná verzia doručená 10.1.1995)

Evaluation of skarn related porphyry copper mineralization in the Štiavnické vrchy Mts. on the basis of lithogeochemical and some other criteria

Evaluation of three medium sized and three small skarn related porphyry copper prospects in the central zone of the Banská Štiavnica stratovolcano - Štiavnické vrchy Mts. (Central Slovakian neovolcanic region) is given here. The central zone has been the subject of intense metallogenical research including detailed lithogeochemical prospecting since 1986.

Eleven criteria with the emphasis on lithogeochemical ones were chosen to judge the significance of the six prospects from the point of view of the possible existence of economic porphyry copper and skarn related porphyry copper mineralization. The criteria, such as the area of the porphyritic intrusion on the surface, the area of the intense hydrothermal alterations on the surface, the area and intensity of the surficial copper lithogeochemical anomaly, erosion level and some others were used for quantitative comparison of all the studied prospects. The prospects were compared in two ways : a. to the medium sized Zlatno prospect, which was the best researched one and b. to each other.

According to our results and the results of some other works, there are no prospects with porphyry copper and skarn related porphyry copper mineralization of economic significance present in the researched area. The used evaluation method has proved effective and we can recommend it for use in other similar areas.

Key words: Skarn related porphyry copper prospects, lithogeochemical prospecting, Neogene volcanics and intrusives, criteria of evaluation

Úvod

Komplexným metalogenetickým výskumom centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu, ktorý od roku 1986 uskutočňuje Geologický ústav Dionýza Štúra a Geologický prieskum, š. p., geologická oblasť Banská Štiavnica v spolupráci s Geofyzikou Bratislava, š. p. (teraz Geokomplex, a. s.), sa popri známej lokalite Zlatno (Burian et al., 1980; Smolka, 1986) podarilo identifikovať a bližšie charakterizovať ďalšie dva stredné a tri malé objekty so skarnovo-medenoporfýrovou mineralizáciou (Štohl et al., 1990; Filo et al., 1990; Daubner et al., 1992). Ide o Šementlov, Sklené Teplice - Vydričnú dolinu, Handerlovú, Medené a Kozí potok (obr. 1). Treba zdôrazniť, že v prípade skarnovo-medenoporfýrovej mineralizácie v centrálnej zóne štiavnického stratovulkánu ide o nový genetický typ tzv. masového zrudnenia, opísaný prvý raz z vrtu HDŠ-3 na lokalite Zlatno (Rozložník a Zábranský, 1971). Z metalogenetického hľadiska je oblasť známa najmä výskytom žíl s ložiskovými akumuláciami drahých kovov a polymetálov, ťaženými od stredoveku.

Bohatý faktografický materiál z predmetného výskumu umožňuje zaoberať sa objektmi aj z hľadiska ich prognózneho významu. Prezentované hodnotenie vychádza z nášho litogeochemického výskumu (Marsina, 1992, 1994; Marsina et al., 1993) a posudzuje nádejnosť skarnovo-medenoporfýrovej mineralizácie najmä z hľadiska litogeochemických prognóznych kritérií doplnených o niektoré vybrané geologické, mineralogické a jedno geofyzikálne kritérium. Použitú metodiku považujeme za jeden z možných relatívne efektívnych prístupov k problematike, pretože isto je viac podobných postupov založených na výsledkoch iných špeciálnych výskumných metód (napr. komplex geofyzikálnych, petrologických, mineralogických a ďalších kritérií).

Geologická stavba, mineralizácia a premeny

Podľa poznatkov o všetkých šiestich sledovaných skarnovo-medenoporfýrových objektoch možno ich charakteristické črty z hľadiska geologickej stavby, mineralizácie a premien stručne zhrnúť takto:

- Rudonosné intrúzie granodioritového porfýru majú v povrchovej úrovni tvar dajkových rojov, ktoré na hranici vulkanity/podložie prechádzajú do štokov s množstvom blokov rozpadajúceho sa podložia (obr. 2). Horninové prostredie vo vrchnej časti tvorí najmä andezit a andezitový porfýr, v nižších úrovniach sú to variabilné pestré bridlice, pieskovec, kremenec, vápenec a dolomit mladšieho paleozoika a triasu.

- Rozlišujeme dva typy mineralizácie, a to a) chudobnejšiu medenoporfýrovú, situovanú v samej intrúzii granodioritového porfýru, prípadne v premenených andezitoch, b) bohatšiu medenoporfýrovu, viažucu sa najmä na vápe-

0 1 2 3 km
N
Banská Belá
Banská Štiavnica
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
a b
15
a b

nato-horečnaté a horečnaté exoskarny a na endoskarny v úrovni kontaktu porfýrovej intrúzie s karbonátmi (najmä dolomitom) predvulkanického podložia. Hlavným rudným minerálom je chalkopyrit, menej je pyrotínu, zriedka je prítomné aj Au, molybdenit a mnohé ďalšie minerály. V objektoch sa pozorovala aj zonalita mineralizácie, keď vyššieteplotná centrálna medená zóna na periférii prechádza do nižšieteplotnej polymetalickej zóny.

- Rozsiahle a intenzívne premeny sú zonálne usporiadané okolo rudonosnej intrúzie. V laterálnom smere sú centrálne situované premeny typu silicifikácie, sericitizácie a pyritizácie (fylická zóna), lokálne aj s biotitizáciou. Na periférii je zóna argilizácie (illit, kaolinit, pyrit, ojedinele pyrofylit) a najexternejšie sa nachádza zóna propylitizácie (chlorit - karbonát, v menšej miere s pyritom, albitom a epidotom). Zóny premien sa vyznačujú nepravidelnou geometriou s náznakmi teleskopingu. Väčšinou v hlbších úrovniach je aj skarnizácia.

Prognózne kritériá

Podľa litogeochemického výskumu skarnovo-medenoporfýrových objektov v študovanom území, ako aj komplexného metalogenetického výskumu oblasti sme každý zo šiestich sledovaných objektov posudzovali podľa 11 vybraných prognóznych kritérií, ktorých kvantitatívne vyjadrenie je v tab. 1. Pri posudzovaní kritérií a objektov sme vychádzali aj z ich porovnania s dosiaľ najlepšie preskúmaným objektom Zlatno.

Plocha intrúzie granodioritového porfýru na povrchu

Veľkosť intruzívnych telies je pri prognózovaní medenoporfýrového zrudnenia veľmi dôležitým kritériom, pretože len intrúzie určitých rozmerov (Beane a Titley, 1981) vytvárajú P-T podmienky vhodné na vznik medenoporfýrového zrudnenia.

Členité intrúzie granodioritového porfýru vystupujú na povrch vo všetkých objektoch. Najväčšiu plochu zaberá intrúzia v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline (0,4 km^2), čo je len o málo viac ako na Zlatne a Šementlove (0,35, resp. 0,33 km^2). Nasleduje lokalita Kozí potok (0,15 km^2) a najmenšiu plochu zaberá porfýrová intrúzia na lokalite Medené, resp. Handerlová (len 0,09, resp. 0,06 km^2).

Plocha intenzívnych premien

Intenzívne hydrotermálne premeny, medzi ktoré zaraďujeme najmä premeny kremeňovo-sericitovo-pyritovej (fylickej) zóny, skarnizáciu a biotitizáciu, postihujú porfýrové intrúzie a ich bezprostredné okolie. Rozsah premien je priamoúmerný mohutnosti hydrotermálneho systému.

Rozsah a intenzita premien je najväčšia v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline (1,2 km^2) a na Šementlove (0,85 km^2, avšak na dvoch oddelených miestach). Rozsahom premien je Šementlov asi na úrovni Zlatna (0,80 km^2), ale na Zlatne sme oproti Šementlovu aj Sklenému Tepliciam - Vydričnej doline nezaregistrovali prínos K (draselné premeny sa dokumentovali len petrograficky; Konečný, 1988, chýba geochemická anomália K_2O > 3,3 % nad zrudnenou zónou). Rozsah a intenzita premien v ostatných troch objektoch nedosahuje úroveň skôr spomenutých. Intenzívne premeny zaberajú na Kozom potoku plochu 0,23 km^2, v Handerlovej 0,08 km^2 a v Medenom 0,10 km^2. Rovnako ako pri Zlatne sme ani na týchto troch lokalitách - okrem malých výnimiek - prakticky nezaregistrovali draselné anomálie.

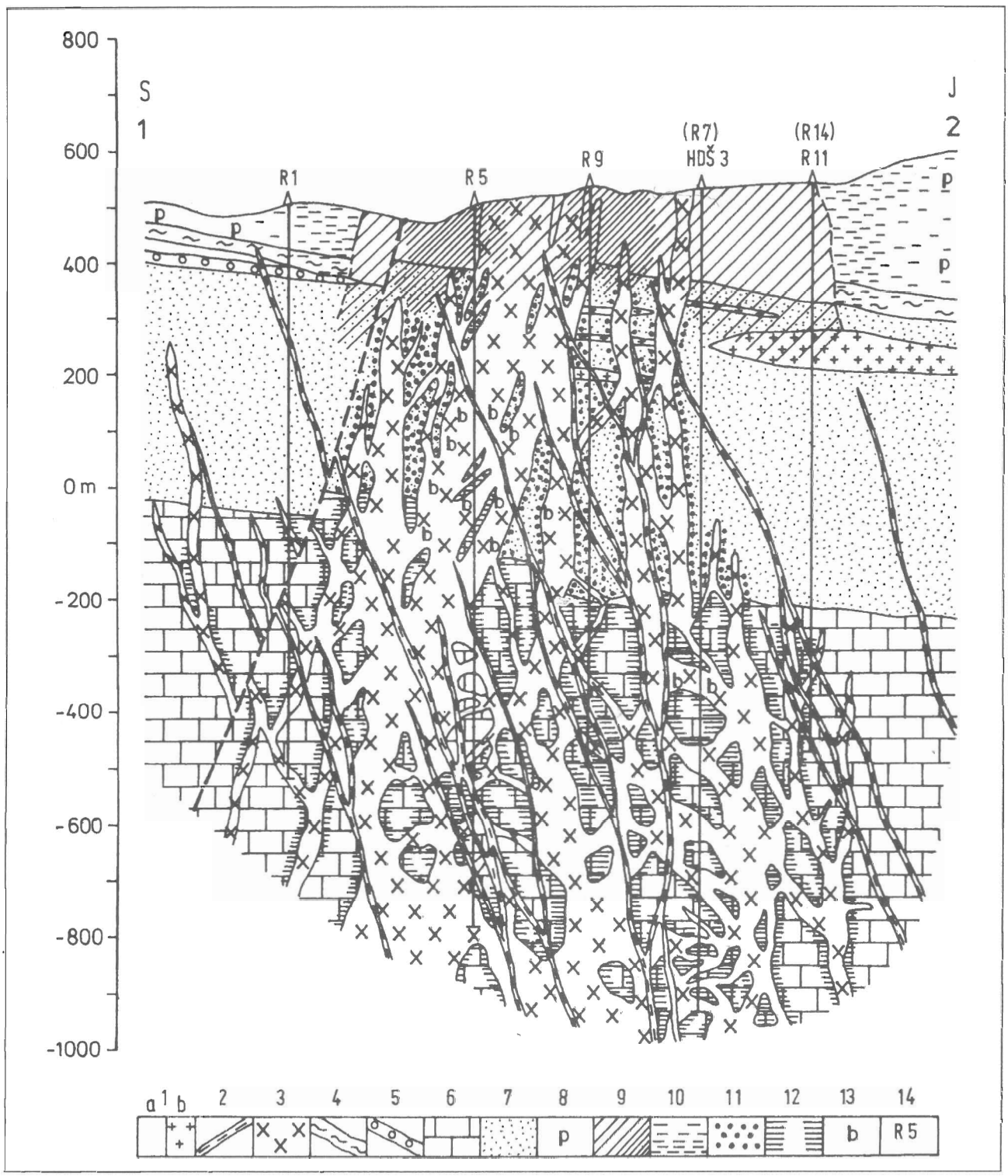
Rudolokalizujúce premeny na povrchu

Ani v jednom skarnovo-medenoporfýrovom objekte sme nezistili „modelové" zonálne usporiadanie hydrotermálnych premien. Takmer chýba najvyššie teplotná K silikátová zóna (Lowell a Gilbert, 1970; petrograficky sa zistili len náznaky K feldšpatitizácie s ortoklasom a biotitizácie), čo môžu spôsobovať relatívne malé rozmery študovaných porfýrových intrúzií (vo vyšších úrovniach navyše rozvetvené do početných apofýz), resp. ich príliš „plytké" uloženie a z toho vyplývajúce „nedostatočné" P-T podmienky tvorby typických porfýrových hydrotermálnych systémov.

Centrálna medená zóna indikujúca zrudnenie je najlepšie vyvinutá na Zlatne, potom v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline a na Šementlove, slabšie v Handerlovej, excentricky v Medenom a na Kozom potoku prakticky neexistuje. Vo väčšine objektov prechádza do periférnej nižšieteplotnej polymetalickej zóny indikovanej najmä Pb-Zn anomáliami. Medenú zónu (čiastočne aj polymetalickú) vo všetkých objektoch indikuje intenzívna pyritizácia a silicifikácia. V objektoch, v ktorých sme zistili draselné anomálie v medenej zóne (Sklené Teplice - Vydričná dolina a Še-

Obr. 1. Geologickoštruktúrna schéma hodrušsko-štiavnického hrastu (podľa Konečného, Lexu in Štohl et al., 1990). 1 - ryolitové dajky a extruzívne dómy, 2 - ryolitové vulkanoklastiká, 3 - postkalderové andezity a vulkanoklastiká, 4 - výplň kaldery: amfibolicko-biotitické andezity a vulkanoklastiká, 5 - kremitodioritové porfýry komplexu Baniska - sily, 6 - kremitodioritové porfýry komplexu Baniska - dajky, 7 - dajkové roje a štoky granodioritového porfýru komplexu Zlatna, 8 - granodiorit, 9 - diorit, 10 - predkalderové propylitizované andezity, 11 - predkalderové andezity a vulkanoklastiká, 12 - predvulkanické podložie, 13 - hrastové zlomy a okrajové kalderové zlomy, 14 - sekundárne - hydrotermálne kvarcity, 15 - skarnovo-medenoporfýrové objekty - stredné: 1 - Zlatno, 2 - Šementlov, 3 - Sklené Teplice - Vydričná dolina - malé: 4 - Handerlová, 5 - Medené, 6 - Kozí potok.

Fig. 1. Structural scheme of the resurgent horst in the central zone of the Štiavnica stratovolcano (after Konečný, Lexa in Štohl et al., 1990). 1 - rhyolite dykes and extrusive domes, 2 - rhyolite volcanoclastic rocks, 3 - postcaldera andesites and volcanoclastic rocks, 4 - caldera filling: hornblende-biotite andesites and volcanoclastic rocks, 5 - quartz-diorite porphyry sills of the Banisko complex, 6 - quartz-diorite porphyry dykes of the Banisko complex, 7 - clusters of dykes and stocks of granodiorite porphyry of the Zlatno complex, 8 - granodiorite, 9 - diorite, 10 - precaldera propylitized andesites, 11 - precaldera andesite and volcanoclastic rocks, 12 - prevolcanic basement, 13 - faults of the resurgent horst and caldera marginal faults, 14 - secondary - hydrothermal quartzites, 15 - Skarn related porphyry copper prospects - medium sized: 1 - Zlatno, 2 - Šementlov, 3 - Sklené Teplice - Vydričná dolina and small: 4 - Handerlová, 5 - Medené, 6 - Kozí potok.



Obr. 2. Geologický rez ložiskom Zlatno (podľa Lexu in Marsina et al., 1993). 1a - andezity, 1b - diorit, 2 - kremitodioritové porfýry komplexu Baniska, 3 - granodioritové porfýry komplexu Zlatna, 4 - tufizity a tufizitové brekcie, 5 - paleogénny pieskovec a konglomeráty, 6 - dolomity stredného triasu, 7 - sedimenty permu a vrchného karbónu, 8 - propylitizácia, 9 - rekryštalizácia hornín až vývoj metasomatitov, 10 - argilizácia, 11 - kontaktné rohovce, 12 - skarnizácia, 13 - biotitizácia, 14 - vrty GP.

Fig. 2. Geological cross-section across the Zlatno prospect (after Lexa in Marsina et al., 1993). 1a - andesites, 1b - diorite, 2 - quartz-diorite porphyries of Banisko complex, 3 - granodiorite porphyries of the Zlatno complex, 4 - tufisites and tufisite breccias, 5 - Paleogene sandstones and conglomerates, 6 - Middle Triassic dolomites, 7 - Permian and Upper Carboniferous sediments, 8 - propylitization, 9 - recrystallization of rocks, up to the stage of metasomatites, 10 - argillitization, 11 - hornfelses, 12 - skarnization, 13 - biotitization, 14 - prospect boreholes.

mentlov - sericitizácia sprevádzaná silicifikáciou a pyritizáciou), sme centrálnu zónu premien a mineralizácie nazvali fylickou zónou. V ostatných prípadoch (bez draselnej anomálie alebo iba s lokálne zvýšeným obsahom K_2O) ide o zónu rekryštalizácie, ktorú s ohľadom na P-T podmienky a minerálne asociácie chápeme ako fylickú zónu bez prínosu K (draselná premena sa tu potvrdila petrograficky - Zlatno, Kozí potok, Handerlová, Medené).

Za veľmi dôležitú rudolokalizujúcu premenu pokladáme skarnizáciu, lebo práve skarny sú v študovaných objektoch nositeľmi najvýznamnejšieho zrudnenia (väčšinou však v hĺbke). Na povrchu vystupuje skarnizácia len v skarnovo-medenoporfýrových objektoch Handerlová a Sklené Teplice - Vydričná dolina (na poslednom iba lokálne).

Z ostatných premien sa periférne vyskytuje argilizácia (lokálne) a propylitizácia (plošne).

Plocha zvýšeného obsahu K_2O (nad 2,5 %, t. j. jeho prínos do oblasti)

Zvýšený obsah K dávame pri sledovaných objektoch do súvislosti s K metasomatózou, ktorá tu patrí medzi charakteristické prejavy výraznejšie zrudnených porfýrových objektov. Areálny prínos K sme zistili len na lokalite Sklené Teplice - Vydričná dolina (1,7 km^2). Na ostatných lokalitách je bilancia prínosu a odnosu pomerne vyrovnaná. Dôležité je skôr to, či draslík Cu porfýrový objekt alebo jeho blízke okolie obohatil alebo ochudobnil.

Na Šementlove je prínos K evidentný najmä v zrudnenej zóne, ale lokálne sme ho zaznamenali aj mimo nej (spolu na ploche 0,6 km^2).

Na Zlatne je väčšina hodnôt obsahu K nad zrudnenou zónou pod 2 % K_2O. Jeho zvýšený obsah sme zaregistrovali na Zlatne iba lokálne mimo zrudnenej zóny na ploche 0,5 km^2. To isté v podstate platí aj o posledných troch sledovaných objektoch, ale plošný rozsah obsahu $K_2O > 2,5$ % je ešte menší (tab. 1).

Pomer K/Na

Pomer obsahu K a Na pokladáme za alternatívny spôsob zisťovania mohutnosti K metasomatózy (sericitizácia ± biotitizácia), ktorá spôsobuje aj odnos Na. Tieto zóny sa prejavujú hodnotami pomeru K/Na >> 1. Aj keď sa priemerný obsah K/Na v sledovaných objektoch výrazne neodlišujú, isté rozdiely sú. Opísaný plošný prínos K v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline sa potvrdil aj tu najvyššou priemernou hodnotou pomeru K/Na - 1,05 a vylúčené vysoké hodnoty, lokalizované väčšinou v okolí porfýrovej intrúzie, dokumentujú zónu sericitizácie ± biotitizácie. Táto zóna sa rovnakým spôsobom indikuje aj na Šementlove, ale priemerná hodnota pomeru K/Na (0,86, prakticky zhodná, resp. veľmi podobná hodnotám z Kozieho potoka, Handerlovej a Zlatna) nepoukazuje ani na Šementlove, ani v ostatných študovaných objektoch na areálny prínos K). Zvýšenú priemernú hodnotu pomeru K/Na v Medenom (1,01) spôsobil zrejme litologický faktor (prítomnosť hodrušského granodioritu - priemerná hodnota pomeru K/Na hodrušského intruzívneho komplexu je 1,43).

Plocha litogeochemickej anomálie Cu nad 100 ppm

Anomálny obsah Cu v povrchovej časti skúmaných objektov priamo potvrdzuje mobilizáciu a depozíciu Cu a je predpoklad, že je v pozitívnej korelácii s rozsahom mineralizácie. Preto Cu anomálie považujeme za jednu z najdôležitejších indícií zrudnenia v podpovrchových častiach porfýrovej intrúzie. Plocha anomálneho obsahu Cu môže zhruba načrtnúť rozsah indikovaného zrudnenia.

Najväčšia Cu anomália je na Zlatne (0,53 km^2). Anomálie v ďalších dvoch objektoch - v poradí Sklené Teplice - Vydričná dolina a Šementlov - sú asi o polovicu menšie (0,25, resp. 0,21 km^2 - skladá sa z dvoch oddelených častí). Litogeochemická Cu anomália v Handerlovej sa skladá z troch blízko pri sebe ležiacich častí, ale jej plocha je relatívne veľmi malá (0,055 km^2). Ešte menšiu plochu (0,033 km^2) zaberajú tri Cu anomálie lokality Medené, pričom sú situované excentricky, cca 600 m na J od porfýrovej intrúzie. Na Kozom potoku sme Cu anomáliu nezaregistrovali.

Kvantitatívne vyjadrenie intenzity litogeochemickej Cu anomálie

Obsah Cu môže svedčiť jednak o intenzite zrudňovacieho procesu, jednak o jeho relatívnej vzdialenosti od povrchu.

Najvyšší obsah Cu sme zaznamenali v Handerlovej (s priemerom 1070 ppm z piatich vzoriek, max. = 2524 ppm Cu vo vzorke skarnu), ale rozsahom je táto anomália veľmi malá (pozri tab. 1). Obsahom Cu je na druhom mieste objekt Zlatno (s priemerom 501 ppm z 19 vzoriek, max. = 2150 ppm vo vzorke intenzívne premeneného granodioritového porfýru), pričom je táto anomália zo všetkých sledovaných objektov najrozsiahlejšia. Potom nasleduje Šementlov (s priemernou hodnotou 294 ppm Cu z 15 vzoriek, max. = 725 ppm vo vzorke intenzívne premeneného granodioritového porfýru) a Sklené Teplice - Vydričná dolina (priemer 270 ppm Cu zo siedmich vzoriek, max. = 450 ppm vo vzorke intenzívne premeneného granodioritového porfýru). Obidve anomálie sú približne rovnako rozsiahle a zhruba o polovicu menšie ako na Zlatne (tab.1).

Cu anomálie v Medenom sú málo výrazné aj čo do intenzity (max. = 276 ppm). Na Kozom potoku Cu anomália nie je. Pozorovať tu len nevýrazné prejavy nižšieteplotnej Pb-Zn zóny, čo môže svedčiť o nedostatočnom preteplení rozmermi malej intrúzie, následkom čoho sa nevytvorila vyššie teplotná Cu zóna s typickou medenoporfýrovou mineralizáciou.

Indikačné prvky zrudnenia

Pre študovaný typ zrudnenia je najdôležitejším indikačným prvkom Cu, ktorá indikuje centrálnu vyššieteplotnú zónu. Hlavným indikátorom periférnej nižšieteplotnej zóny je Pb a Zn. Cu môže v centrálnej zóne sprevádzať Mo, v obidvoch zónach možno zistiť aj anomálie Ag. Ak je zrudnenie v skarnoch, pristupuje aj Sn a B (bližšie pozri v práci Marsinu, 1992).

Tab. 1
Vybrané prognózne kritériá pre medenoporfýrové, resp. skarnovo-medenoporfýrové objekty v študovanej oblasti
Some criteria for porphyry copper and skarn related porphyry copper prospects in the studied area

Prognózne kritériá	Zlatno	Šementlov	ST-VD	Kozí potok	Handerlová	Medené
1. Plocha intrúzie na povrchu (km^2)	0,35	0,25 + 0,08	0,40	0,15	0,06	0,09
2. Plocha intenzívnych premien (km^2)	0,80	0,60 + 0,25	1,20	0,23	0,08	0,10
3. Rudolokalizujúce premeny na povrchu	pyritizácia silicifikácia	sericitizácia (± biotitizácia) pyritizácia silicifikácia	sericitizácia (± biotitizácia) pyritizácia silicifikácia (± skarnizácia)	pyritizácia silicifikácia	skarnizácia pyritizácia silicifikácia	pyritizácia, silicifikácia skarnizácia (± sericitizácia)
4a. Plocha zvýšeného obsahu K_2O (nad 2,5 %, t. j. jeho prínos do oblasti, km^2)	0,5 (lokálne, mimo priestoru int. premien)	0,6 (v priestore int. premien, lokálne aj mimo)	1,7 (areálne)	0,3 (lokálne, mimo priestor int. premien)	0,10 (lokálne, čiast. mimo priestor int. pr.)	lokálne, mimo priestor int. premien
5a. K/Na - rozmedzie - x/N - vylúčené hodnoty	0,21 - 1,95 0,91/107 0,09, 0,10, 0,11, 0,13, 0,18, 0,19 2,30, 2,38, 3,33, 10,14, 41,28	0,22 - 1,93 0,86/66 0,12, 0,13, 2,63, 3,82, 6,36, 7,75, 8,21, 24,76 27,20, 30,12, 32,40, 34,86	0,45 - 2,94 1,05/89 3,55, 3,92, 7,30, 13,86, 14,30, 34,00, 37,17, 41,50, 46,61, 53,50, 56,08	0,26 - 1,34 0,86/25 0,02 2,32	0,26 - 1,87 0,84/18 2,24, 3,84, 5,88, 6,73, 10,48, 12,90, 14,21, 35,89, 42,87, 120,57	0,48 - 1,51 1,01/18 1,94, 2,03, 2,98, 7,85, 17,67, 56,27, 58,60
5a. Plocha litogeochemickej anomálie Cu nad 100 ppm (km^2)	0,53	0,17 + 0,04	0,25	-	0,055	0,033
5b. Cu anomália - N_{an} (počet vzor.) - x_{an} (arit. pr. Cu, ppm) - rozmedzie hodnôt Cu, ppm)	19 501 106 - 2150	15 294 104 - 725	7 270 100 - 450	- - -	5 1 070 247 - 2524	5 192 122 - 276
6. Indikačné prvky zrudnenia	Cu ± Pb, Zn	Cu ± Pb, Zn, Ag, Sn	Cu ± Pb, Zn, B, Sn	(Pb, Zn)	Cu ± Zn, B, Sn, Pb	(Pb)
7. Typ zrudnenia	1. skarnovo-Cu--porf. ± Au, Mo 2. Cu-porf. (podradne)	1. Cu-porf. ± Mo 2. skarnovo-Cu--porf. ± Au	1. skarnovo-Cu--porf. ± Au 2. Cu-porf. (podradne)	bez zrudnenia	skarnovo-Cu--porf. ± Au, Mo	náznaky skarnovo-Cu--porf. zrudnenia?
8. Plocha anomálie VP nad 5 %	0,98	0,34 + 0,37	0,44	-	-	0,05
9. Približná úroveň erozívneho rezu vo vzťahu k hranici podložie - vulkanity (m)	0 až +100	+100 až +300	-200 až 0	+300 až viac	0 až +100	-200 až -100
10. Hĺbka kontaktu intrúzie GiDP s mezozoickým podložím (m)	700 - 1000	800 - 940	0 - 600	nie je známy	na povrchu	na povrchu
11. Feissov koef. - rozmedzie - x/N - vylúčené hodnoty	1,49 - 1,89 1,66/9 -	1,56 - 1,86 1,64/12 -	1,50 - 1,95 1,65/13 1,23	1,58 - 1,86 1,67/5 -	- - -	1,34 - 1,65 1,53/5 -

Medenoporfýrové zrudnenie sa z tohto pohľadu veľmi dobre indikuje na Šementlove a potom na Zlatne.

Skarnovo-medenoporfýrové zrudnenie sa dobre indikovalo v Handerlovej a v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline (tab. 1). Len veľmi slabá indikácia možnej mineralizácie bola pri objekte Medené, a najmä Kozí potok.

Typ zrudnenia

Po litogeochemickej indikácii zrudnenia logicky nasledovalo zistenie typu zrudnenia, a to hlavne mineralogickým štúdiom.

Rozptýlené medenoporfýrové zrudnenie (max. obsah Cu okolo 0,3 %) sa zistilo v plytších úrovniach na Šementlove, kde dominuje, ale aj na Zlatne (max. hodnota okolo 0,2 %, napr. 0,18 % Cu vo vzorke z vrtu R-9/253 m) a v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline (max. obsah 0,045 % vo vzorke z povrchu), kde je zastúpené skôr podradne. Dôvodom pomerne chudobnej rozptýlenej medenoporfýrovej mineralizácie v intruzívnych horninách študovaných lokalít môže byť ich morfológia, pretože väčšinou ide o dajkové roje, resp. prstovite členené intrúzie, a nie o kompaktné intruzívne telesá. Neprítomnosť drobného sieťovitého rozpukania v intruzívnych horninách svedčí o tom, že neprešli tzv. sekundárnym varom (Marsina, 1989, 1994), spôsobujúcim ich dostatočnú priepustnosť pre rudodarné hydrotermálne roztoky. Na tento fakt poukázal Lexa a Konečný (1989) na Zlatne, ale zrejme sa to dá aplikovať aj na ostatné sledované lokality.

Dominantným a najperspektívnejším typom sa na sledovaných lokalitách javí zrudnenie viažuce sa najmä na Mg exoskarny (hlavne vo vrchnotriasovom súvrství karpat-

ského keuperu), ktoré prevažuje v hlbších úrovniach na Zlatne a v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline (tu bol dosiaľ maximálny obsah Cu, 1,05 %, zistený vo vzorke z vrtu ST-5/213 - 214 m), v povrchovej úrovni v Handerlovej a v náznakoch aj na J od intrúzie v Medenom. Identifikovalo sa však aj na Šementlove (prieskumný vrt V-12, maximálny obsah 0,45 % vo vzorke z hĺbky 918 m). Tento typ zrudnenia sa dá definovať ako prechodný hydrotermálnokontaktnometasomatický skarnovo-medenoporfýrový (Marsina, 1992). Rojkovičová in Marsina et al. (1991) opísala z exoskarnov Sklených Teplíc - Vydričnej doliny takúto asociáciu rudných minerálov: chalkopyrit, pyrit, pyrotín, markazit, magnetit, valleriit, molybdenit a Au (rýdzosť podľa pomeru Au/Ag je 90/10 až 80/20).

Prakticky bez zrudnenia sú intrúzie granodioritových porfýrov a ich bezprostredné okolie na Kozom potoku a v Medenom.

Z uvedeného vyplýva, že v objekte Zlatno, Šementlov a Sklené Teplice - Vydričná dolina je vyvinutá medenoporfýrová aj skarnovo-medenoporfýrová mineralizácia, pričom rozdiel medzi nimi je, zdá sa, len v kvantitatívnom zastúpení obidvoch typov mineralizácie.

Plocha anomálie indukovanej polarizácie nad 5 %
(rozsah a intenzita anomálií je z práce Fila et al., 1990)

Vyššie hodnoty indukovanej polarizácie signalizujú akumuláciu sulfidov (pyrit, pyrotín, chalkopyrit, galenit a i. - rozsah a intenzita ich akumulácie korešponduje s rozsahom a intenzitou hydrotermálneho systému), čo v sledovaných objektoch môže znamenať prítomnosť medenoporfýrovej, resp. skarnovo-medenoporfýrovej mineralizácie.

Najrozsiahlejšia anomália indukovanej polarizácie spomedzi všetkých sledovaných objektov je na Zlatne (0,98 km^2), pomerne rozsiahle, hoci menšie anomálie tohto druhu sú na Šementlove a v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline (0,34 + 0,37, resp. 0,44 km^2). Na ostatných študovaných lokalitách sme anomáliu indukovanej polarizácie nad 5 % nezaregistrovali (s výnimkou Medeného, plocha 0,05 km^2), z čoho pre nich rezultuje relatívne malá pravdepodobnosť existencie väčších rudných akumulácií blízko pod povrchom.

Približná úroveň erozívneho zrezu vo vzťahu k hranici podložie - vulkanity

Toto prognózne kritérium je z hľadiska doterajších výsledkov výskumu dôležité. Z nich vychodí, že vhodnejším prostredím pre skúmané zrudnenie sú horniny podložia vulkanitov ako vulkanity samotné. Malo by teda platiť, že čím je erozívny zrez hlbší, tým plytšie pri povrchu sú podložné horniny, ktoré môžu byť v prikontaktných zónach s intrúziou granodioritového porfýru nositeľmi skarnovo-medenoporfýrového zrudnenia.

Z tab.1 je zrejmé, že podľa tohto kritéria by mala byť najpriaznivejšia situácia v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline, v Handerlovej, v Medenom a na Zlatne, menej priaznivá na Šementlove a relatívne najnepriaznivejšia na Kozom potoku.

Hĺbka kontaktu intrúzie granodioritového porfýru s mezozoickým podložím

Litogeochemickým výskumom vzoriek z vrtov situovaných na Zlatne (vrty radu R, Štohl et al., 1990), v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline (vrt ST-5, Marsina et al., 1990) a na Šementlove (V-12, Daubner et al., 1992) sme zistili, že najpriaznivejším litotypom obsahujúcim najbohatšie zrudnenie skarnovo-medenoporfýrového typu (prevažujú Mg skarny) sú triasové karbonátové horniny (najmä dolomity).

Podľa tohto kritéria je najperspektívnejšia lokalita Sklené Teplice - Vydričná dolina (malý výskyt skarnov na povrchu overený do hĺbky vrtom A-26 a od 200 m vo vrte ST-5; Marsina et al., l. c.) a Handerlová (skarny na povrchu). Aj na lokalite Medené sú skarny indikované na povrchu, ale sú len veľmi slabo mineralizované (potvrdil to aj vrt A-14).

Len v hlbších úrovniach sa zistili zrudnené skarny na Zlatne (700 - 1000 m; Burian et al., 1980) a na Šementlove (800 - 940 m vo vrte V-12, Daubner et al., 1992).

Na Kozom potoku sa skarnizované triasové karbonátové horniny doteraz nepotvrdili.

Feissov koeficient

Feiss (1980) došiel k záveru, že pri viacerých rovnako priaznivo sa prejavujúcich intrúziách je pre medenoporfýrové zrudnenie najvhodnejšia tá, ktorá má najvyššiu hodnotu pomeru $Al_2O_3/K_2O + Na_2O + CaO$ (kyslejšie, peraluminózne, diferencovanejšie intrúzie), pretože pri takejto intrúzii je najväčšia pravdepodobnosť zotrvania Cu v tavenine až do oddelenia vodnej fázy. Pre kontinentálne medenoporfýrové ložiská je podľa Feissa priaznivá hodnota jeho koeficienta 1,4 a viac.

Ako je zrejmé z tab. 1, toto kritérium spĺňajú všetky objekty (okrem v Handerlovej, kde neboli k dispozícii chemické analýzy), pričom medzi nimi okrem Medeného (o niečo nižšia hodnota koeficienta) prakticky nie sú pozorovateľné nijaké rozdiely.

Na porovnanie udávame aj priemernú hodnotu Feissovho koeficienta hodrušského intruzívneho komplexu (1,4) a intruzívneho komplexu Baniska (1,58).

Prognózne hodnotenie skarnovo-medenoporfýrových objektov

Po zhodnotení študovaných medenoporfýrových objektov podľa vybraných prognóznych kritérií možno pristúpiť k ich celkovému prognóznemu hodnoteniu. Okrem výsledkov komplexného výskumu povrchu centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu sa pri posudzovaní nádejnosti sledovaných objektov opierame aj o dostupné výsledky vrtného výskumu a prieskumu, v obidvoch prípadoch s akcentom na litogeochemické metódy. Ako etalón nám slúži jednak vytvorený model medenoporfýrového ložiska danej oblasti, ktorý sme vytvorili, jednak najlepšie preskúmaný medenoporfýrový objekt Zlatno.

Podľa vybraných prognóznych kritérií by sa pri vzniku

medenoporfýrového objektu s ekonomickým zrudnením v študovanej oblasti mali splniť tieto „modelové" podmienky:

- Intrúzia granodioritového porfýru s priemerom cca 500 m, príp. viac by mala preniknúť niekoľko sto metrov mocné súvrstvie mezozoických karbonátových hornín (najmä dolomitov) za vzniku mineralizovaných endo-, a najmä Mg exoskarnov.
- Priaznivý erozívny zrez, ktorý by obnažoval, resp. len minimálne zakrýval (desiatky metrov) kontakt intrúzie granodioritového porfýru s mezozoickým karbonátovým súvrstvím.
- Na povrchu by sa opisovaný objekt prejavil:

a) rozsiahlymi hydrotermálnymi premenami s dominantným postavením kremeňovo-sericitovo-pyritovej zóny a skarnizácie ± biotitizácia, argilizácia a externe situovanou zónou propylitizácie (na ploche 1 km^2, príp. viac),

b) litogeochemickou anomáliou Cu podobného rozsahu s hodnotou Cu od stoviek do tisícov ppm v sprievode zvýšeného obsahu Mo, Sn, Ag, B, Pb, Zn, $S_{celk.}$, K_2O, príp. niektorých ďalších a zníženým obsahom najmä Na_2O, Mn, Zn,

c) anomáliou indukovanej polarizácie (VP) nad 5 % na ploche cca 1 km^2 a viac.

Medenoporfýrový objekt Zlatno okrem hĺbky kontaktu intrúzie so sedimentárnym karbonátovým súvrstvím spĺňa prakticky všetky „modelové" podmienky, ale väčšinu z nich len kvalitatívne. Ako ekonomické ložisko skarnovo-medenoporfýrového zrudnenia v danej oblasti obstojí teda len objekt s lepšími parametrami, ako má Zlatno.

Z objektov, ktoré sme študovali, sa za taký môže čiastočne pokladať iba objekt Sklené Teplice - Vydričná dolina. Oproti Zlatnu je tu kontakt granodioritového porfýru s mezozoickými karbonátmi priamo na povrchu, resp. tesne pod ním a rozsiahlejší je aj vývoj premien s priaznivejšou bilanciou K (prínos). Cu zrudnenie je na povrchu indikované slabšie a do hĺbky ho doteraz overil iba jeden vrt (ST-5). Relatívne chudobnejšie medené zrudnenie by tu však, podobne ako na Zlatne, mohlo kompenzovať Au (zatiaľ maximálny zistený obsah bol 5,2 ppm). V súčasnosti pokračuje komplexný výskum vybraných medenoporfýrových objektov v rámci projektu GÚDŠ Metalogenetický model a surovinové zdroje centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu, a navyše rozsah a intenzitu zrudnenia v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline v roku 1993 overili aj dva 300 m vrty.

Medenoporfýrový objekt Šementlov na povrchu indikujú výraznejšie hydrotermálne premeny, vrátane draselnej anomálie, ale ostatné parametre úroveň Zlatna nedosahujú, pričom na tomto objekte je veľmi dobre preskúmaný aj tretí rozmer (vrty GP radu V).

Tri opísané objekty možno napriek rozdielom zhruba zaradiť do kategórie objektov strednej veľkosti. Ostatné tri objekty sú trikrát až štyrikrát menšie.

V Handerlovej je oproti Zlatnu priaznivejšia poloha kontaktu porfýrovej intrúzie s mezozoickým karbonátovým súvrstvím, ktoré tu vystupuje na povrch spolu s mineralizovanými skarnami. Intenzita Cu anomálie je vysoká, ale plocha veľmi malá a to s kvantifikáciou ostatných sledovaných parametrov nedáva tejto lokalite veľký prognózny význam. Tretí rozmer tohto objektu prakticky nie je preskúmaný.

V Medenom, podobne ako v Handerlovej, možno nájsť mineralizované skarny priamo na povrchu, ale mineralizácia je nevýrazná (overil ju aj 300 m vrt A-14) a ani ostatné parametre nesvedčia o jej nádejnosti.

Z hľadiska nádejnosti je na poslednom mieste lokalita Kozí potok, ktorá sa nijakým zo sledovaných parametrov k etalónu Zlatno nepribližuje. Porfýrová intrúzia sa tu prejavuje len premenami typu rekryštalizácie (najmä silicifikácia a pyritizácia) a zvýšeným obsahom Pb a Zn (na povrchu aj vo vrte A-13). Tieto zistenia prakticky nedávajú tomuto objektu prognózny význam.

Na ilustráciu v podobe tabuliek uvádzame dva varianty semikvantitatívneho porovnania vybraných prognóznych kritérií sledovaných objektov. Výsledky obidvoch variantov sú rovnaké ako v uvedenom slovnom komentári.

V prvom prípade (tab. 2) sme všetky vyčíslitelné prognózne kritériá normalizovali k etalónovému objektu Zlatno, čím sme pre všetky kritériá a objekty dostali relatívnu hodnotu k etalónu. Výslednú hodnotu sme pre každý objekt dostali spočítaním čiastkových hodnôt po vydelení ich počtom.

V druhom prípade (tab. 3) sme za základ 100 % zvolili vždy najpriaznivejšie kritérium zo všetkých sledovaných objektov a k nemu sme v percentách vyjadrili ostatné. Vý-

Tab. 2
Porovnanie vybraných prognóznych kritérií sledovaných objektov s etalónovým objektom Zlatno - variant 1
Comparison of the chosen criteria of the studied prospects with the Zlatno prospect - method 1

Prognózne kritériá (opis pri tab. 1)	Zlatno	Šementlov	ST-VD	Kozí potok	Handerlová	Medené
1	1	0,714	1,143	0,429	0,171	0,257
2	1	0,75	1,50	0,287	0,075	0,125
4a	1	1,2	3,4	0,6	0,2	0,1
4b	1	0,990	1,508	0,687	0,959	0,774
5a	1	0,321	0,472	0	0,104	0,062
5b	1	0,587	0,539	0	2,136	0,383
8	1	0,347	0,408	0	0	0,051
Suma/7	1	0,701	1,28	0,286	0,52	0,25

Tab. 3
Porovnanie vybraných prognóznych kritérií sledovaných objektov - variant 2
Comparing of the chosen criteria of the studied prospects - method 2

Prognózne kritériá (opis pri tab. 1)	Zlatno	Šementlov	ST-VD	Kozí potok	Handerlová	Medené
1	87,5	62,5	100	37,5	15	22,5
2	66,7	50	100	19,2	6,7	8,3
4a	29,4	35,3	100	17,6	5,9	5
4b	86,7	81,9	100	81,9	82,7	96,2
5a	100	32,1	47,2	0	10	6,2
5b	46,8	27,5	25,2	0	100	18,9
7	100	80	100	0	100	50
8	100	34,7	44,9	0	0	5,1
10	50	50	100	50	100	100
11	100	100	100	100	100	100
Suma/10	76,7	55,4	81,7	30,6	52,0	41,2

sledná hodnota, ktorú sme opäť dostali po vydelení jednotlivých súčtov počtom porovnávaných kritérií, určila poradie sledovaných objektov z hľadiska ich prognózneho významu.

Záver

Na základe výsledkov komplexného výskumu medenoporfýrovej, resp. skarnovo-medenoporfýrovej mineralizácie v študovanej oblasti je možno konštatovať, že tento typ mineralizácie zrejme nedosahuje ekonomické parametre. Hlavnú príčinu vidíme v absencii tzv. sekundárneho varu, spôsobujúceho rozpukanie intrúzie a jej následnú permeabilitu pre rudonosné roztoky. Dôvod tejto absencie vidíme v nedostatočnom nasýtení magmy prchavými zložkami a v nepriaznivom tvare intrúzií (vo väčšej miere dajkové roje, v menšej kompaktné štoky). Preto vo väčšine objektov dominuje rudná mineralizácia viažuca sa na Mg a Mg-Ca skarny, ktorá sa vyvinula pri hranici styku intrúzií granodioritového porfýru s mezozoickým karbonátovým podložím. Druhou závažnou príčinou je príliš veľká hĺbka uloženia (niekoľko sto m) mineralizácie. Výnimkou v tomto smere je iba oblasť Sklené Teplice - Vydričná dolina (vývoj skarnovo-medenoporfýrovej mineralizácie od povrchu).

Skarnovo-medenoporfýrová mineralizácia dosahuje na Zlatne, Šementlove a v Sklených Tepliciach - Vydričnej doline (najväčšie objekty v študovanej oblasti) priemerný obsah Cu 0,1 až 0,35 % (max. do 1 %, na Zlatne až do 4,5 %) a Au 0,5 ppm (max. do 5 ppm). Na Zlatne sa vypočítala zásoba 66 miliónov ton rudy s priemernou kovnatosťou 0,34 % Cu v hĺbke 700 až 1000 m (Burian et al., 1980), na Šementlove 64 miliónov ton s priemernou kovnatosťou 0,164 % Cu a 0,124 ppm Au v hĺbke 200 až 650 m, resp. 800 až 950 m (Daubner et al., 1992). Zásoba objektu Sklené Teplice - Vydričná dolina doteraz nie je vypočítaná, avšak ani tu nemožno očakávať viac rudy ako v dvoch predchádzajúcich objektoch, ale mineralizácia je relatívne najbližšie pri povrchu (niekoľko zrudnených polôh v hĺbke 20 až 610 m; Marsina et al., 1990).

Prezentované prognózne hodnotenie skarnovo-medeno-porfýrovej mineralizácie podľa vybraných kritérií v centrálnej zóne štiavnického stratovulkánu predstavuje pomerne efektívnu metodiku použiteľnú aj v ďalších podobných oblastiach.

Vzhľadom na komplexnosť a detailnosť metalogenetického výskumu možno výskyt ďalších objektov s predmetným typom zrudnenia v študovanej oblasti vylúčiť.

Literatúra

Beane, R. E. & Titley, S. R. 1981: Porphyry copper deposits. Part II. *In: B. J. Skinner (Ed.): Hydrothermal alteration and mineralization. Econ. Geol., 75th Anniv. vol., 235 - 269.*

Burian, J., Smolka, J., Januš, J. & Valko, P. 1980 : Záverečná správa a výpočet zásob - Zlatno VP. *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Daubner, J., Mihálik, F., Novák, P., Petr, K., Marťuševová, I., Jurenka, S., Sovíček, S., Tarhanič, L., Mjartanová, H. & Stupák, I. 1992: Vysoká - Šementlov - Cu rudy, stav k 31.7.1992. [Záv. správa.] *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Feiss, P. G. 1980: Major element control on copper availability in porphyry copper systems. *In: Jankovič, S. & Sillitoe, R. H. (Ed.): European copper deposits, Belgrade, 36 - 48.*

Filo, M., Ardová, M., Kolačkovský, O., Kučera, I., Panáček, A., Piovarči, M. & Marušiak, I. ml. 1990: Štiavnicko-hodrušský rudný obvod, Pb-Zn-Cu-Au-Ag, vyhľadávací prieskum. [Záverečná správa.] *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Konečný, P. 1988: Hydrotermálno-metasomatická zonálnosť na ložisku Zlatno. [Diplomová práca.] *Manuskript - PFUK, Bratislava.*

Lexa, J. & Konečný, P. 1989: Niektoré nové poznatky z Cu-porfýrového ložiska Zlatno. *In: Zbor. referátov zo seminára Metalogenéza malých intrúzií neovulkanitov Slovenska. GÚDŠ, 13.*

Lowell, J. D. & Guilbert, J. M. 1970: Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in pophyry copper deposits. *Econ. Geol., 65, 373 - 408.*

Marsina, K. 1989: Geochemické kritériá prognózovania Cu-porfýrových rúd. [Písomná práca k odbornej kandidátskej skúške.] *Manuskript - archív GÚDŠ, 79.*

Marsina, K., Lexa, J., Štohl, J., Miháliková, A., Žáková, E., Rojkovičová, Ľ., Ivan, P., Káčer, Š., Kantor, J., Ďurkovičová, J. & Filo, M. 1990: Čzs. Geologicko-ložiskové pomery vrtu ST-5 - Sklené Teplice. *Manuskript - archív GÚDŠ, 197.*

Marsina, K., Lexa, J., Štohl, J., Miháliková, A., Žáková, E., Rojkovičová, Ľ., Ivan, P., Káčer, Š. & Filo, M. 1991: Nový skarnovo-medenoporfýrový ložiskový objekt v Štiavnických vrchoch. *Geol. Průzk., 33, 42 - 48.*

Marsina, K. 1992: Litogeochemická prospekcia Cu-porfýrového zrudnenia v Štiavnických vrchoch. *Mineralia slov., 24, 83 - 98.*

Marsina, K., Lexa, J., Konečný,V., Hojstričová,V., Žáková, E., Orlický, O., Káčer, Š. & Konečný, P. 1993: Geochemický model Cu - porfýrových zrudnení v centrálnej zóne štiavnického stratovulkánu. *Manuskript - archív GÚDŠ.*

Marsina, K. 1994: Litogeochémia hornín centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu a jej prognózny význam z hľadiska Cu-porfýrovej mineralizácie. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript - PF UK Bratislava.*

Rozložník, L. & Zábranský, F. 1971: O výskyte žilníkovo-impregnačného zrudnenia medzi obcami Banská Hodruša, Vysoká a Uhliská. *Mineralia slov., 10, 85 - 94.*

Smolka, J. 1985 : Vyhľadávacie kritériá Cu-porfýrových rúd na príklade ložiska Zlatno. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Štohl, J., Lexa, J., Konečný, V., Onačila, D., Marsina, K., Hojstričová, V., Žáková, E., Rojkovičová, Ľ., Miháliková, A., Hók, J., Káčer, Š., Vozár, J. & Konečný, P. 1990: Zhodnotenie prognóznych zdrojov Cu, Pb-Zn, Cu a Au-Ag rúd centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava.*

Evaluation of skarn related porphyry copper mineralization in the Štiavnické vrchy Mts. on the basis of lithogeochemical and some other criteria

The complex metallogenical research including geological mapping in the scale 1:10 000, lithogeochemical prospecting, geophysics, alteration and ore mineralogy, petrography, etc., which has been carried out in the central zone of Banská Štiavnica stratovolcano since 1986 identified and characterized various mineralization types. Our interest was focused on skarn related porphyry copper mineralization type, which is represented in this area by the well known and studied medium sized Zlatno prospect (it was discovered in the 1973, Fig. 2). During this research other two medium sized (Šementlov, Sklené Teplice - Vydričná dolina)

and three small prospects (Handerlová, Medené, Kozí potok) with porphyry copper and skarn related porphyry copper mineralization were identified (Fig.1) and studied in detail.

The evaluation of six prospects presented in this paper is based on the results of the complex metallogenical research mentioned above, with emphasis on lithogeochemical prospecting.

All the researched prospects have similar geological, geochemical and mineralogical features, but they differ from each other by their quantitative participation. Ore-bearing intrusions of granodiorite porphyritic composition intruded through Paleozoic (mainly sandstones and various shales) and Mesozoic (mainly carbonates) sedimentary complex into Neogene volcanics (mainly andesites). There is a poor porphyry copper mineralization present in the intrusions and Cu (up to 1%) ± Au (up to 5 ppm) skarn mineralization on the contact of granodiorite porphyry with carbonates. All the intrusions are characterized on the surface by more or less distinct mineralization zoning (central copper zones and peripheral Pb-Zn zones) and alteration zoning with dominantly evolved fyllic zones (quartz-sericite-pyrite) ± biotitization in the centre then argillization and propylitization zones on the periphery.

The six skarn related porphyry copper prospects were evaluated by 11 chosen criteria (Tab. 1): 1. area of the intrusion on the surface (km^2), 2. surficial area of the intense alterations (km^2), 3a. area of the enhanced K_2O contents (above 2,5%), 3b. K/Na ratio, 4. ore indicating alterations on the surface, 5. area (km^2) and intensity (ppm) of the copper lithogeochemical anomalies, 6. area of the induced polarization anomalies above 5 % (km^2), 7. level of erosion (m), 8. depth of the contact of porfyritic intrusion with the Mesozoic complex (m), 9. elements indicating the ore mineralization, 10. type of ore mineralization and 11. Feiss coefficient - $Al_2O_3/K_2O + Na_2O + CaO$ for distinguishing between ore-bearing and barren intrusions.

All the six studied prospects, evaluated on the basis of 11 chosen criteria were compared in two ways: 1. with the medium sized Zlatno prospect, which was the best researched one (all the criteria of Zlatno got the value 1, Tab. 2) and 2. with each other (the best criteria from all prospects got the value 100 %, Tab. 3).

According to the metallogenic research results and to the both ways of comparing, the most promising skarn related porphyry copper prospect seems to be the Sklené Teplice - Vydričná dolina prospect, were the intrusive contact with the sedimentary carbonatic complex is very near to the surface (several tens of meters in average). Unfortunately, even here, the total amount of ore is not sufficient for economic exploitation.

There are several reasons explaining the evolution of subeconomic amounts of porphyry copper and Cu ± Au skarn ore. The main reason is the absence of "second boiling" and consequently absence of fracturing of intrusions (little permeability for ore-bearing fluids), what was caused by insufficient PT conditions and by unfavourable geometry of intrusions (dyke swarms instead of stocks).

According to the complex metallogenic research of the central zone of Banská Štiavnica stratovolcano including this work, we can exclude the existence of an economic skarn related porphyry copper prospect there.

The evaluation method, presented in this paper is one from more possibilities how to judge the economy of an ore prospect and we can recommend it to use in other similar areas.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 99 - 105

Ťažké kovy v čiernych bridliciach ložiskových oblastí Západných Karpát a ich vplyv na životné prostredie

LÍDIA TURANOVÁ, MILOSLAV KHUN, JÁN TURAN a A. ČELKOVÁ
Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 18.7.1994, revidovaná verzia doručená 7.11.1994)

Heavy metals in the black shales from some deposits of the Western Carpathians and their influence on environment

The heavy metal contents of the black shales and their correlations to sulphur and organic carbon was examined. It can be stated that the increased contents of toxic heavy metals of the black shales are the natural geochemical source of pollution from the origin and protection of environment point of view. It is especially significant in the old mine fields and dump localities from where some heavy metals could be released by weathering of dumps and the meadows, wood soils and subsurface water could be contamined.

Úvod

Čierne bridlice tvoria bezprostredné okolie stratiformných magnezitových a sideritových ložísk Západných Karpát. Najmä vďaka sorpčnej a redukčnej schopnosti C majú pri koncentrácii rôznych prvkov dôležitú úlohu. Niektoré z nich, napr. As, Pb, Hg, Sb, Cr, môžu v sedimentoch a vodách tvoriť anorganické alebo organokovové zlúčeniny s výrazne toxickými, karcinogénnymi a korozívnymi účinkami, a preto sme prácu zamerali práve na štúdium ich výskytu, koncentrácie a distribúcie.

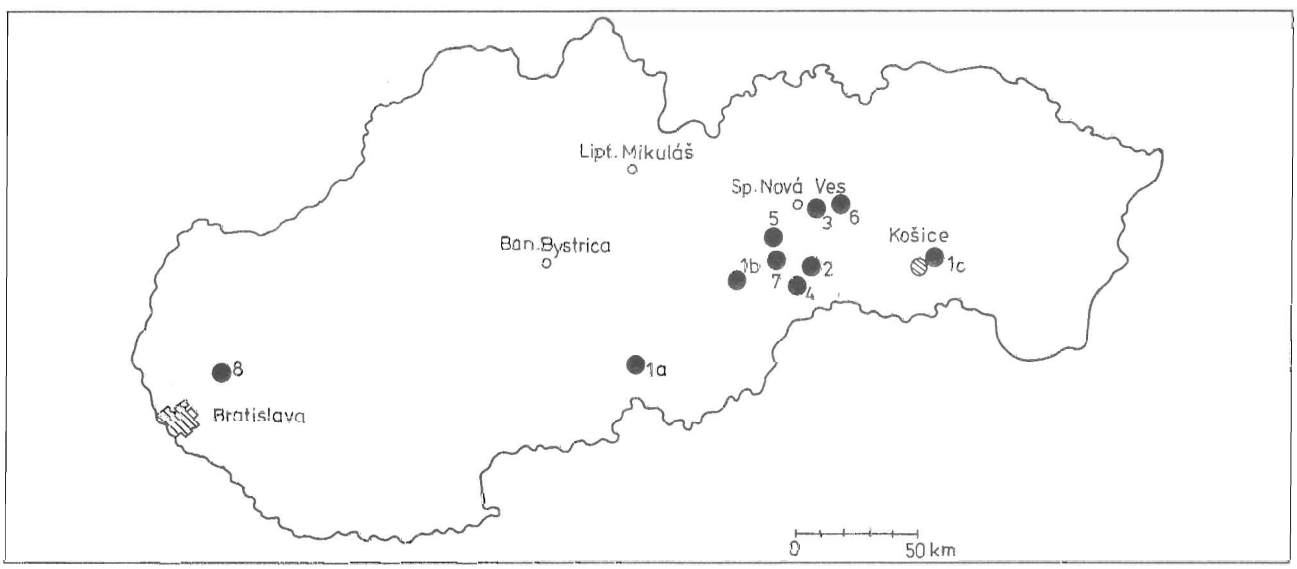
V tomto príspevku podávame iba výsledky štúdia obsahu ťažkých kovov v čiernych bridliciach. V štúdiu ich obsahu v pôde a vodách z bezprostredného okolia magnezitových ložísk sa pokračuje a venujeme mu osobitnú štúdiu.

Práce sa vykonali v rámci súčasne riešeného grantu a výsledky sú zároveň aj príspevkom do projektu IGCP 357.

Metodika stanovovania

Vzorky čiernych bridlíc sa odobrali bodovo z banských diel, povrchových lomov a dostupných vrtov.

Koncentrácia stopových prvkov, a to Sb, As, Cr, Pb



Obr. 1. Situačná mapka študovaných výskytov čiernych bridlíc. 1 - oblasť magnezitových ložísk (a - Podrečany, b - Jedľovec, c - Medvedia), 2 - Smolník, 3 - Rudňany, 4 - Rožňava, 5 - oblasť pruhu Hanková - Volovec, 6 - oblasť Slovinky - Gelnica, 7 - Nižná Slaná, 8 - Malé Karpaty.

Fig. 1. Situation sketch of the investigated black shales occurrences. 1 - region of magnesite deposits (a - Podrečany, b - Jedľovec, c - Medvedia), 2 - Smolník, 3 - Rudňany, 4 - Rožňava, 5 - belt Hanková - Volovec, 6 - Slovinky - Gelnica ore field, 7 - Nižná Slaná, 8 - productive zones of the Malé Karpaty Mts.

a Hg sa analyzovala atómovou absorpčnou spektrometriou. Pri As, Sb, Cd, Cr a Pb sa použil atómový absorpčný spektrometer model 380 Perkin - Elmer a na stanovenie Hg atómový absorpčný spektrometer TMA 254 (analyzovala Čelková, Geologický ústav PF UK v Bratislave).

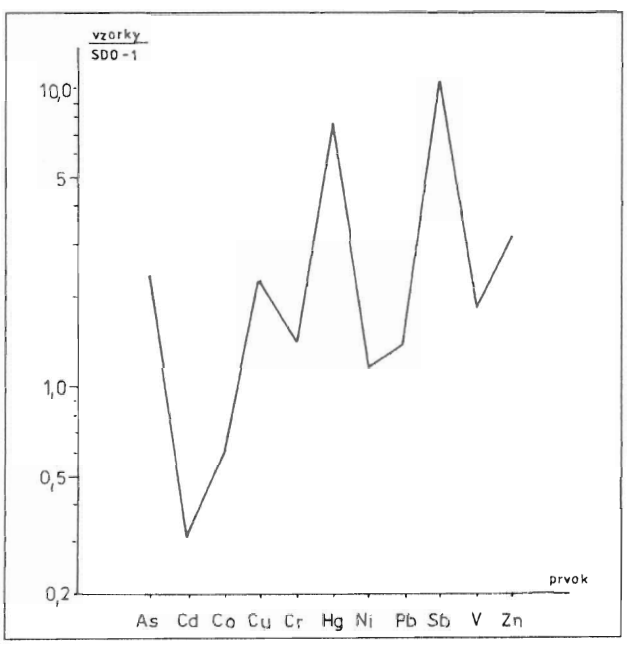
Koncentrácia stopových prvkov Ni, Co, Cu, Zn a V sa zisťovala emisnou kvantitatívnou spektrochemickou metódou na prístroji PGS-2 (Carl-Zeiss, Jena; analyzoval Vančo, GÚ PFUK v Bratislave).

Výsledné hodnoty koncentrácie jednotlivých prvkov sa štatisticky spracovali na základe desiatich opakovaných meraní. Vybrané vzorky boli analyzované paralelne. Výsledky spektrochemickej analýzy sú aritmetickým priemerom dvoch paralelných meraní. Na kontrolu správnosti stanovenia sa použili tieto certifikované referenčné materiály: čierna bridlica TS (ZGI, Berlin), ílová bridlica TB (ZGI, Berlin) a pôda SO-4 (CCRMP, Kanada) s deklarovaným obsahom stanovovaných prvkov.

Obsah C_{org} a celkový obsah S vo vybraných vzorkách sa stanovovali dodávateľsky v laboratóriách geochemického strediska podniku Moravské naftové doly Hodonín a Geologického prieskumu Spišská Nová Ves.

Výsledky štúdia

Predmetom výskumu boli čierne bridlice z ložiskovej oblasti Nižná Slaná, Slovinky, Rožňava, Rudňany, Smolník, Hanková - Volovec, magnezitové ložiská Spišsko-gemerského rudohoria ako celok a Malé Karpaty. Ich lokalizácia je na obr. 1. Skúmané čierne bridlice ležia v súvrství gelnickej, rakoveckej, črmeľskej, dobšinskej skupiny Spišsko-gemerského rudohoria a v produktívnom súvrství



Obr. 2. Normalizovaný obsah ťažkých kovov (v ppm) k USGS štandardu SDO-1 v skúmaných čiernych bridliciach.

Fig. 2. Normalized content of heavy metals to the USGS standard SDO-1 in the whole set of the studied black shales.

Tab. 1
Priemerný obsah ťažkých kovov v čiernych bridliciach skúmaných oblastí
Average content (in ppm) of heavy metals in the black shales of investigated regions

	1	2	3	4	5	6	7	8
n	6	3	3	4	12	10	10	26
As	63,19	646,98	118,46	20,00	20,00	127,14	437,20	35,02
Cd	1,95	1,98	1,53	1,28	1,05	1,37	2,14	nest.
Co	42,50	nest.	19,67	15,00	16,27	22,00	74,40	11,35
Cr	106,33	39,20	271,34	54,45	120,79	31,60	102,40	90,44
Cu	49,17	nest.	199,00	90,00	46,00	366,00	131,60	76,58
Hg	0,40	0,22	0,46	0,25	0,57	3,87	4,63	0,37
Ni	117,33	nest.	118,00	65,50	28,18	81,00	240,60	101,97
Pb	23,72	105,09	4,53	4,94	11,01	58,35	127,75	7,14
Sb	7,46	10,39	2,87	3,89	6,64	30,86	116,86	62,33
V	226,50	nest.	150,33	219,00	210,55	nest.	406,00	320,65
Zn	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	378,00	nest.	113,96

n - počet vzoriek, 1 - magnezitové ložiská, 2 - Smolník, 3 - Rudňany, 4 - Rožňava, 5 - pruh Hanková - Volovec, 6 - Slovinky - Gelnica, 7 - Nižná Slaná, 8 - Malé Karpaty
n - number of samples, 1 - magnesite deposits, 2 - Smolník, 3 - Rudňany, 4 - Rožňava, 5 - belt Hanková - Volovec, 6 - Slovinky - Gelnica ore field, 7 - Nižná Slaná, 8 - productive zones of the Malé Karpaty Mts.

Malých Karpát. Stratigraficky pokrývajú rozpätie od vrchného silúru až spodného devónu (Nižná Slaná) až po vrchný karbón (Košice, Rudňany).

Pre skúmané čierne bridlice je charakteristický vysoký priemerný obsah ťažkých kovov (tab. 1). Hodnoty sú podstatne vyššie (okrem Co a Cd) ako priemerný obsah týchto prvkov v štandarde kovonosnej čiernej bridlice SDO-1, ktorý uvádza Kane et al. (1990; obr. 2). Na obr. 3a-e sa porovnávajú základné štatistické charakteristiky (medián, celkový rozsah, 25 % a 75 % kvartil a extrémne hodnoty) ťažkých prvkov v študovaných oblastiach pomocou škatuľových diagramov. Na ich základe si možno urobiť obraz o celkovom obsahu a distribúcii ťažkých kovov v čiernych bridliciach.

Z hľadiska pôsobenia ťažkých prvkov na prostredie sú dôležité typy väzby ťažkých kovov. Charakterizovali sme ich pomocou korelačnej matice ťažkých prvkov (tab. 2) doplnenej o koreláciu ťažkých prvkov s C_{org} a S (obr. 4).

Podľa korelačnej analýzy možno ťažké kovy v skúmaných čiernych bridliciach rozdeliť do troch relatívne samostatných skupín.

Ťažké kovy vykazujúce zvýšenú afinitu k S: Cd, As, Zn, Pb a Hg

Cd. Jeho priemerný obsah je 1,56 ppm, t. j. trocha nižší ako má štandard SDO-1 (< 2). Jeho obsah je pomerne stály. Najmenší rozptyl charakterizuje hodnota variácie 1,72.

Formy výskytu Cd v čiernych bridliciach sú preskúmané pomerne slabo, ale o výskyte formy Cd_{sulf} pochybovať nemožno. Cd vystupuje ako samostatný sulfid alebo ako izomorfná prímes v sfalerite, alebo v sulfosoliach (Turanová et al., 1992). Jung et al. (1973) napríklad uvádzajú, že v čiernych bridliciach typu Kupferschiefer priemerný obsah Cd zjavne závisí od typu rudy, t. j. od množstva zastúpeného sfaleritu. Cu typ rudy obsahuje 2 - 5 ppm Cd, Pb typ 4 - 20 ppm Cd a Zn typ 12 - 83 ppm Cd. Podobnú veľmi významnú koreláciu Cd so Zn (r = 0,904) vykazujú aj

Tab. 2
Korelačná matica ťažkých kovov v skúmaných čiernych bridliciach
Correlation matrix of heavy metals in the studied black shales

	V	Zn	Cu	Co	Ni	Hg	Pb	Cr	Cd	Sb	As
As	0,282	0,769	0,099	0,569	0,515	0,503	0,840	0,155	0,320	0,560	1,000
Sb	0,062	0,019	0,002	0,198	0,132	0,208	0,241	0,027	0,242	1,000	
Cd	0,089	0,904	-0,083	0,450	0,264	0,553	0,439	-0,165	1,000		
Cr	0,169	-0,008	0,054	0,033	0,100	-0,023	0,041	1,000			
Pb	0,235	0,931	0,128	0,608	0,436	0,789	1,000				
Hg	0,273	0,917	0,145	0,498	0,321	1,000					
Ni	0,243	0,039	0,213	0,570	1,000						
Co	0,100	0,603	0,163	1,000							
Cu	0,143	0,345	1,000								
Zn	-0,117	1,000									
V	1,000										

skúmané čierne bridlice, čo znamená, že Cd veľmi pravdepodobne vstupuje do zloženia ZnS.

Sulfid Cd je veľmi toxický (Merck, 1992/1993) a v kyslom prostredí rozpustný (Betechtin, 1955). Toxická dávka Cd pre človeka je 3 - 300 mg/deň (Čurlík, 1983).

As. Jeho priemerný obsah v čiernych bridliciach je 159,2 ppm, čiže o viac ako polovicu vyšší ako v štandarde SDO-1 (obr. 2). Zo skúmaných oblastí majú najvyšší priemerný obsah (podstatne vyšší, ako je priemerný obsah i rozsah) čierne bridlice z oblasti ložiska Smolník a Nižná Slaná (647 ppm, resp. 437 ppm). Priemerný obsah As prudko klesá v čiernych bridliciach z Malých Karpát a z pruhu Hanková - Volovec.

Podľa analógie s uhlím možno pripustiť, že sa v čiernych bridliciach vyskytujú najmenej dve formy As, a to prevládajúca sulfidická (arzenopyrit) a organická. Už korelačný koeficient As so S poukazuje na výskyt As s prevahou sulfidickej formy. Arzenopyrit ložiska Nižná Slaná tvorí dokonca samostatné polohy a je limitujúcim faktorom ťažby rudy. V študovaných čiernych bridliciach sa potvrdila prítomnosť arzenopyritu a gersdorffitu aj elektrónovým mikroanalyzátorom (Turanová et al., 1992). As sa v prírodných vodách a v atmosfére vyskytuje aj vo forme metylarzenátu a dimetylarzenátu CH_3As^{2+}, $(CH_3)_2As^+$, ich derivátov $(CH_3)_3As$, $(CH_3)_3AsH$, $(CH_3)_3AsO$ a arzenobetaínu $(CH_3)_3As^+$ (Craig, 1985).

Sulfidy As sú rozpustné v kyslom prostredí (Anderlík, 1955) a ich rozkladom sa tvorí toxický oxid As (Betechtin, 1955). Zlúčeniny As sú toxické a karcinogénne (Merck, 1992/1993). Toxická dávka As je 5 - 50 mg/deň (Čurlík, 1983).

Zn. Jeho priemerný obsah je 203,8 ppm, v štandarde SDO-1 64,1 ppm, ale stanovil sa iba na lokalite Slovinky a Malé Karpaty, kde bol priemerný obsah 378 ppm a 113,9 ppm.

Dve geochemické črty Zn - biofilnosť a tiofilnosť - podmieňujú aj jeho dve formy vystupovania v čiernych bridliciach - Zn_{org} a Zn_{sulf}. Významný koeficient Zn so S (r = 0,656) poukazuje na prevahu sulfidickej formy.

Niektoré zlúčeniny Zn majú korozívny účinok (Merck, 1992/1993). Toxická dávka Zn je 150 - 600 mg/deň (Čurlík, 1983).

Pb. Jeho priemerný obsah je 38,1 ppm, priemerný obsah v štandarde SDO-1 27,9 ppm. Výrazne vyšší ako priemerný obsah má v čiernych bridliciach z ložiskovej oblasti Nižná Slaná, Smolník a Slovinky.

Podľa korelačného koeficienta Pb/S r = 0,543 v študovaných horninách prevláda sulfidická forma, ale môžu existovať aj iné formy, napr. Pb viažuce sa na organickú ílovitú alebo karbonátovú hmotu (Kizil´štejn et al., 1986). Vo vode a v niektorých sedimentoch môže tvoriť organokovové zlúčeniny typu $(CH_3)_4Pb$ a $(CH_3)_nPb^{(4-n)+}$ (National Research Council of Canada, 1985).

Anorganické aj organické zlúčeniny Pb majú karcinogénny účinok (Merck, 1992/1993). Toxická dávka Pb je 1 mg/deň (Čurlík, 1983).

Hg. Priemerný obsah Hg je 1,4 ppm, čo podstatne prevyšuje priemerný obsah v štandarde SDO-1. Výraznejší je v čiernych bridliciach z oblastí Nižnej Slanej a Sloviniek. Iba mierne vyšší obsah Hg je v čiernych bridliciach lokality Rudňany, a to napriek tomu, že sa tam Hg ťažila.

Cameron a Jonasson (1972) opisujú z čiernych bridlíc dve formy Hg: Hg_{org} a Hg_{sulf}. Významný korelačný koeficient Hg/S signalizuje prevahu sulfidickej formy. Ale vylúčiť nemožno ani organickú formu Hg, najmä v čiernych bridliciach Malých Karpát, v menšej miere v bridliciach z bezprostredného okolia magnezitových ložísk, kde korelačný koeficient Hg/C_{org} = 0,573, resp. r = 0,371. V sedimentoch, prírodných vodách a v atmosfére sa zistili aj zlúčeniny CH_3Hg^+ a CH_2Hg (Craig, 1985).

Okrem HgS sú zlúčeniny Hg silné jedy (Merck, 1992/1993). Toxická dávka Hg pre človeka je 0,4 mg/deň (Čurlík, 1983).

Ťažké kovy vykazujúce rovnakú afinitu k C_{org} aj k S: Ni, Cu a V

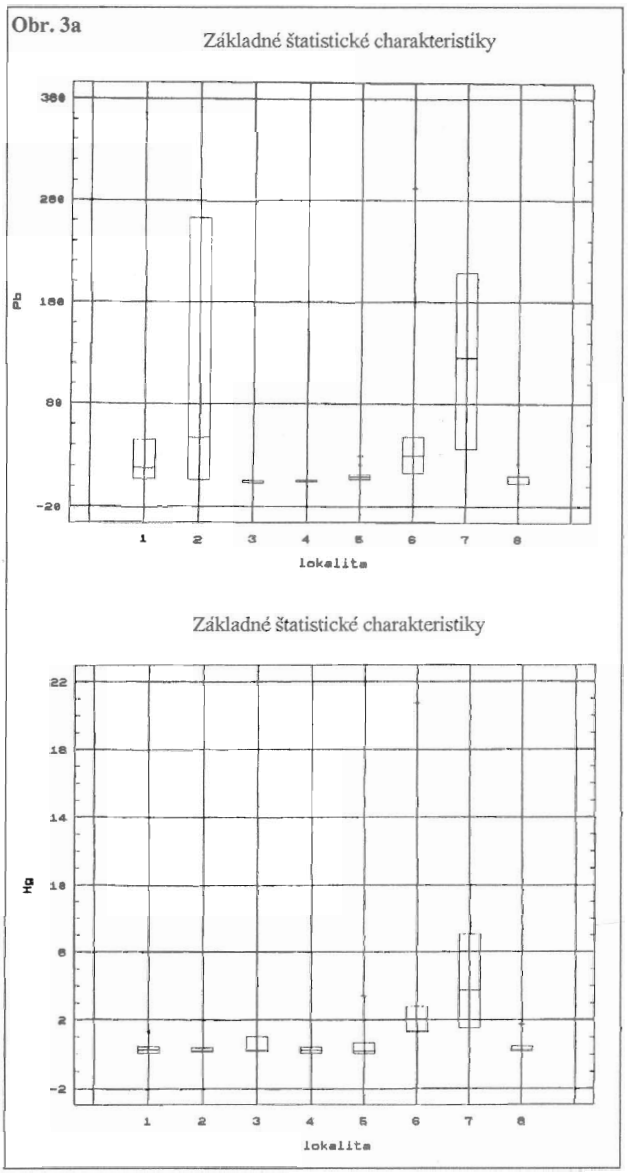
Ni. Priemerný obsah dosahuje 113,3 ppm a je trochu vyšší, ako má štandard SDO-1 (99,5 ppm). Celkový priemer v čiernych bridliciach Západných Karpát podstatne prevyšuje iba jeho obsah na lokalite Nižná Slaná.

V študovanom súbore čiernych bridlíc sú zaujímavé bridlice z pruhu Hanková - Volovec, kde sú korelačné koeficienty Ni s C_{org} aj so S negatívne (Ni/C_{org} = -0,367, Ni/S = -0,514). Tu treba hľadať inú formu vystupovania Ni, napr. väzbu na karbonáty. Takúto formu väzby uvádza Bull´čin et al. (1977).

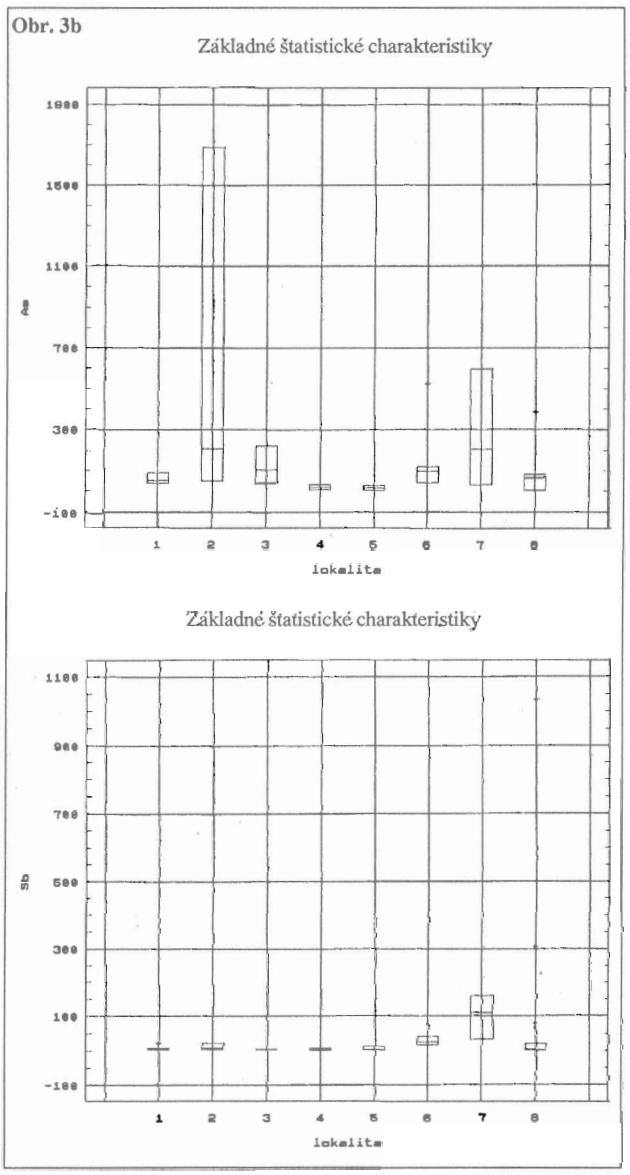
Všetky zlúčeniny Ni sú silne toxické (Merck, 1992/1993). Údaj o toxickej dávke Ni nie je známy.

Cu. Priemerný obsah Cu má hodnotu 135,6 ppm a viac

Obr. 3a



Obr. 3b



ako dvojnásobne prevyšuje priemerný obsah v štandarde SDO-1. V nadpriemernom obsahu je v ložisku Slovinky a Rudňany. V obidvoch prípadoch ide o ložiská, kde je Cu hlavnou užitkovou zložkou ťaženej suroviny.

Prakticky rovnaký korelačný koeficient Cu a C_{org} aj so S poukazuje na rovnaké zastúpenie obidvoch foriem jej výskytu v študovaných horninách. Obidve formy bežne uvádza literatúra (Nisenbaum a Swaine, 1976; Desborough et al., 1976).

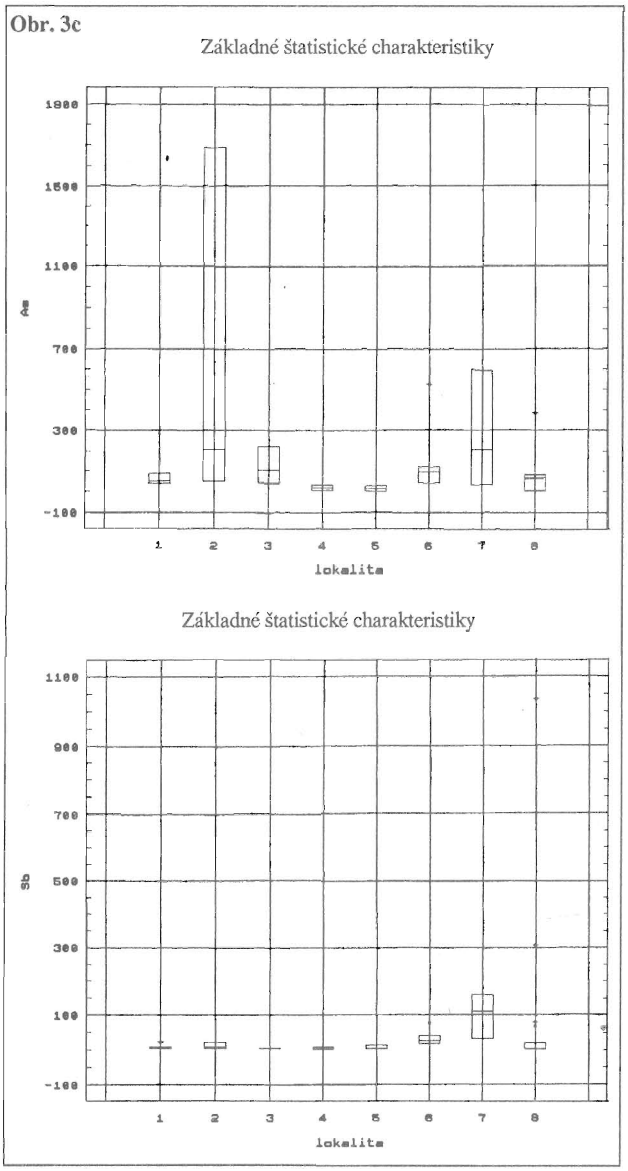
Niektoré zlúčeniny Cu, ako je chlorid, karbonát, sulfát, sú karcinogénne (Merck, 1992/1993). Toxická dávka pre človeka je 250 mg/deň (Curlík, 1983).

V. Má priemerný obsah 292,3 ppm, priemerný obsah v štandarde SDO-1 je 160 ppm. V množstve podstatne prevyšujúcom celkový priemerný obsah sa vyskytuje v oblasti Nižnej Slanej a Malých Karpát.

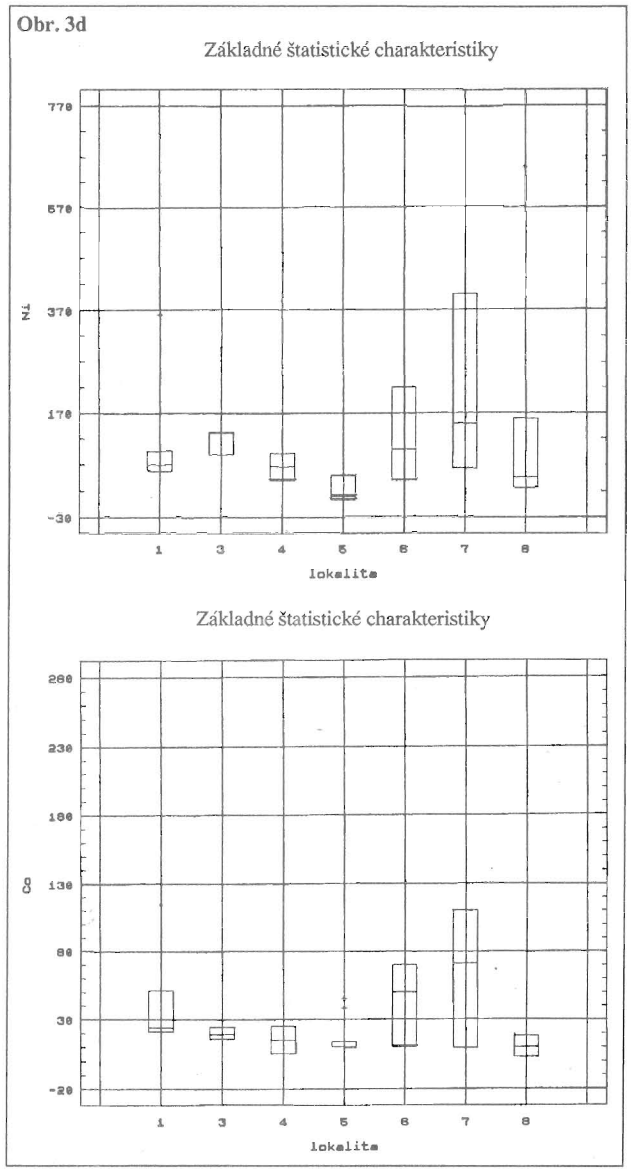
Podobne ako Cu vykazuje rovnakú mieru afinity k C_{org} aj S. Forma V_{org} je v čiernych bridliciach bežná, najmä v porfyrínoch. Podľa niektorých autorov (napr. Lewan a Maynard, 1982) je časť V v čiernych bridliciach v minerálnych formách (špecifické autigénne formy, ako sú sulfidy, silikáty, vanádaty a i.). Dôležitou zákonitosťou je tu genetické spojenie V_{min} a V_{org}, ktorého podstatou je, že podľa miery karbonifikácie organickej hmoty čiernych bridlíc sa pri katagenéze časť V uvoľňuje a môže sa rozdeliť do novovznikajúcich autigénnych minerálnych fáz. Významnú koreláciu V s C_{org} a S v skúmaných čiernych bridliciach môže spôsobovať to, že ich organická hmota má vyšší podiel S (napr. merkaptánov so skupinami SH) a dobrú koreláciu so S potom podmieňuje dobrá korelácia s C_{org} (príklad ložiska Mina Regra v Peru). Tento fakt si však treba overiť.

Niektoré zlúčeniny V (napr. chlorid) majú karcinogénny účinok, iné pôsobia ako jed (oxid vanádu, Merck, 1992/1993). Údaje o toxickej dávke V nie sú známe.

Obr. 3c



Obr. 3d



Prvky nekorelujúce s C_{org} ani so S: Sb, Co a Cr

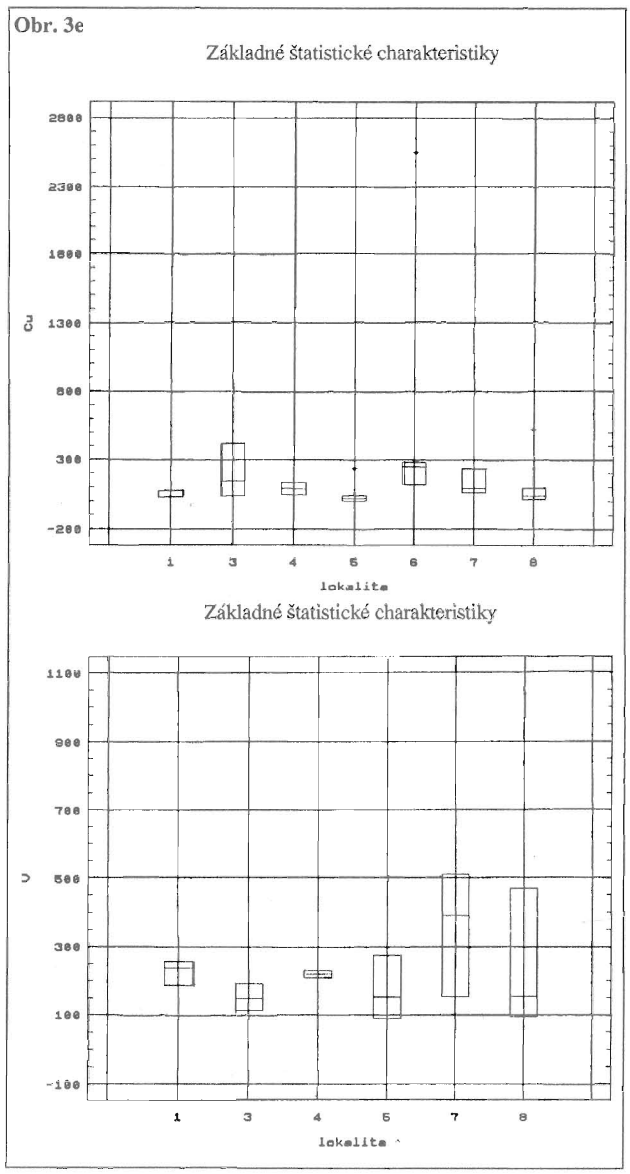
Sb. Jeho priemerný obsah v čiernych bridliciach je 45,5 ppm a približne desaťnásobne prevyšuje priemerný obsah Sb v štandarde čiernej bridlice SDO-1 (obr. 2). Výrazne vyššia koncentrácia ako jeho priemerný obsah je v čiernych bridliciach z oblasti Nižná Slaná a Malé Karpaty. Ostatné skúmané lokality majú obsah Sb podstatne nižší.

Sb má veľmi nízky korelačný koeficient s C_{org} a S. Napriek nízkej korelácii so S sa v banských dielach, kde je jeho obsah relatívne vysoký, mikroskopicky aj elektrónovým mikroanalyzátorom dokázala prítomnosť sulfidov a sulfosolí s výskytom Sb - tetraedrit, bournonit, boulangerit, jamesonit (Turanová et al., 1992). Možno predpokladať aj jeho vystupovanie v sorbovanej forme na ílovitú a karbonátovú zložku.

Väčšina spomenutých zlúčenín je v kyslom prostredí aspoň čiastočne rozpustná (Anderlík, 1955), pričom sa uvoľňuje S a Sb_2O_3 (Betechtin, 1955). V prírodných vodách môže tvoriť organokovové zlúčeniny $CH_3SbO(OH)_2$ alebo $(CH_3)_2SbO(OH)$ (Andreae et al., 1981). V každom prípade ide o silne toxické látky s karcinogénnym, teratogénnym a mutagénnym účinkom (Merck, 1992/1993). Toxická dávka Sb pre človeka je 100 mg/deň (Čurlík, 1983).

Co. Jeho priemerný obsah je 28,3 ppm a je asi o polovicu nižší ako v štandarde SDO-1 (obr. 2). Vo vyššom ako priemernom obsahu sa vyskytuje iba v oblasti Nižnej Slanej a magnezitových ložísk.

Podľa údajov o geochémii Co v hypergenéze možno v čiernych bridliciach očakávať dve formy vystupovania Co, a to v organickej hmote ako Co_{org} a v zložení sulfidov ako Co_{sulf}. Okrem toho by sa v čiernych bridliciach, najmä z oblastí s vulkanickou aktivitou, mala vyskytovať nešpecifická klastogénna forma - silikátový Co. Teoreticky nemožno vylúčiť ani existenciu autigénnej formy Co_{sil}. Vo vode sa najpravdepodobnejšie vyskytuje vo forme uhliči-



Obr. 3. Základné štatistické charakteristiky (medián, celkový rozsah, kvartily, extrémne hodnoty) obsahu ťažkých prvkov (v ppm) v skúmaných oblastiach. Vysvetlivky ako pri obr. 1.

Fig. 3. Basic statistical parameters (median, total range, quartiles, extreme values) of heavy metal contents (in ppm) of studied regions. For explanations see Fig. 1.

tanu a chloridu (Bruland, 1983), ale môže tvoriť deriváty metylkobalamínu (Craig, 1985).

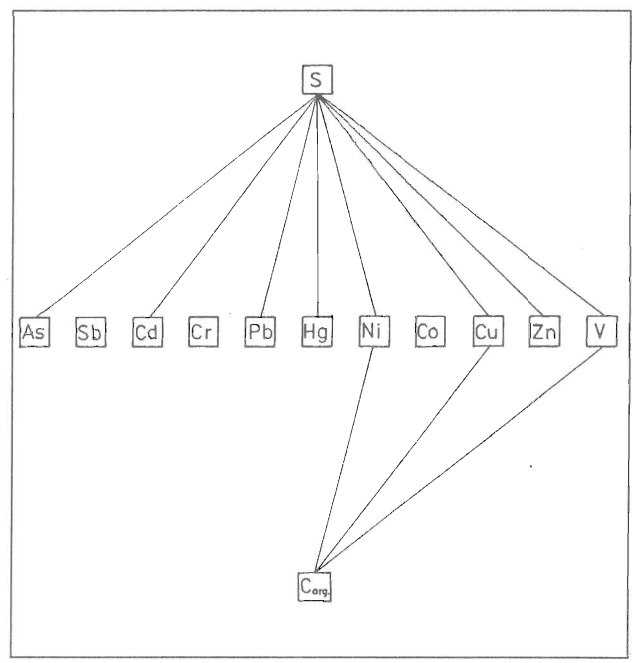
Podľa nízkeho nevýznačného korelačného koeficienta Co a C_{org} a S možno usudzovať, že Co tu vystupuje v niektorej z už uvedených nešpecifických foriem.

Podľa Mercka (1992, 1993) prakticky všetky zlúčeniny Co - včítane oxidu, karbonátu, chloridu aj organokovových - sú silne toxické. Toxická dávka pre človeka je 500 mg/deň (Čurlík, 1983).

Cr. Priemerný obsah Cr je 93,6 ppm, v štandarde SDO-1 iba 66,4 ppm. Vo vyššom ako v priemernom obsahu v čiernych bridliciach sa vyskytuje v čiernych bridliciach Západných Karpát z oblasti Rudnian, magnezitových ložísk a Nižnej Slanej.

Cr je výrazne litofilný prvok, čo potvrdzuje aj nevýznamný korelačný koeficient s C_{org}. Fesser (1968) z karbonátových posidóniových čiernych bridlíc sz. Nemecka udáva kladnú koreláciu s obsahom ílovitej zložky. Súčasne opisuje aj prítomnosť Cr v karbonátovej frakcii. Pri skúmaných čiernych bridliciach možno uvažovať práve o takýchto formách vystupovania Cr. V organizmoch sa Cr vyskytuje aj v rámci glukózového metabolizmu (Macášek, ústna informácia). Vyšší obsah Cr v skúmaných lokalitách, najmä v magnezitových ložiskách je podmienený prítomnosťou bázického vulkanizmu.

Zlúčeniny Cr sú veľmi toxické, niektoré s karcinogénnym účinkom (Merck, 1992, 1993). Toxická dávka Cr je 200 mg/deň (Čurlík, 1983).



1	r		r_p	2	r		r_p
As	0,1534	(44)	0,300	As	0,6864	(35)	0,324
Sb	-0,0079	(56)	0,270	Sb	0,0926	(47)	0,282
Cd	-0,0872	(32)	0,350	Cd	0,4791	(23)	0,380
Cr	0,0288	(58)	0,250	Cr	0,0878	(49)	0,273
Pb	0,1467	(54)	0,270	Pb	0,5430	(45)	0,287
Hg	0,2096	(58)	0,250	Hg	0,5709	(49)	0,273
Ni	0,4008	(56)	0,268	Ni	0,4318	(47)	0,280
Co	0,1128	(54)	0,270	Co	0,1692	(45)	0,287
Cu	0,4340	(54)	0,270	Cu	0,4215	(46)	0,286
Zn	0,1828	(33)	0,350	Zn	0,6561	(33)	0,324
V	0,6334	(49)	0,273	V	0,6828	(40)	0,304

Obr. 4. Korelácia skúmaných ťažkých kovov k C_{org} (1) a S (2). r - korelačný koeficient, ( ) - číslo v zátvorke udáva počet korelovaných párov, r_p - kritická hodnota výberového koeficienta korelácie na príslušný počet párových dvojíc, na obrázku sú len korelácie prevyšujúce kritickú hodnotu.

Fig. 4. Correlation of studied heavy metals to C_{org} (1) and S (2) r - correlation coefficient, ( ) - number in the brackets gives the amount of correlated pairs, r_p - tabelated critical values of correlation coefficient for competent number of correlated pairs. Presented are only correlations which values exceed the critical ones.

Záver

Náš výskum opätovne potvrdil, že sa v čiernych bridliciach koncentrujú ťažké kovy. Ich vyššia koncentrácia odráža ich koncentráciu v samom ložisku a v okolitých horninách. Preto neprekvapuje, že sa najvyššia koncentrácia Cu, Hg, As viaže na čierne bridlice sideritových ložísk a naopak zvýšená koncentrácia Cr je v čiernych bridliciach magnezitových ložísk. Hlavnou príčinou takéhoto stavu sú nielen sorpčné a redukčné vlastnosti C_{org}, ale aj vhodnosť prostredia na tvorbu sulfidov.

Tento príspevok zhŕňa základné údaje o koncentrácii a distribúcii ťažkých kovov v ložiskách a v niektorých oblastiach Západných Karpát s výskytom čiernych bridlíc.

Ťažké kovy môžu tvoriť v sedimentoch a vo vodách anorganické, ale aj organokovové zlúčeniny s výrazne toxickými, karcinogénnymi a korozívnymi účinkami. Aj keď v samých čiernych bridliciach sa vyskytujú v netoxickej, príp. málo toxickej forme, sú potenciálnym zdrojom ťažkých kovov, z ktorých sa pôsobením zriedených kyselín môžu uvoľňovať.

Potreba študovať nastolené otázky je aktuálna najmä v oblastiach výstupu čiernych bridlíc na povrch alebo ich výskytu na haldách banských diel, kde sa pri zvetrávaní a pôsobení kyslých dažďov uvoľňujú ťažké kovy a následne nastáva kontaminácia lúčnej a lesnej pôdy. Z pôdy sa časť komponentov dostáva do rastlín (na ne pri vyššej koncentrácii pôsobia toxicky), a tak sa stávajú súčasťou potravinového reťazca, resp. priesakom kontaminujú aj podzemnú vodu.

Literatúra

Anderlík, K. 1955: Laboratorní tabulky. *Vyd. 7, SPN Praha, 1 - 310.*

Andreae, M. O., Asmodí, J. F., Foster, P. & Van´dack, L. 1981: Determination of antimony (III), antimony (V), and methylantimony species in natural waters by atomic absorption spectrometry with hydride generation. *Anal. Chem. (Ohio), 53, 1766 - 1771.*

Betechtin, A. G. 1955: Mineralógia. *SVTL Bratislava, 1 - 800.*

Bruland, K. W. 1983: Trace elements in sea-water. *Chemical oceanography. Academic Press, London, 157 - 220.*

Bul´čin, E. I., Zelizna, S. T. & Fedušak, M. J. 1977: Geochimija mikroelementov v bituminoznych porodach Ukrajinskich Karpat. *In: Sbornik statej po zakončennym naučno-issledovateľskim rabotam Instituta geologii i geochimii gorjučich iskopaemych. AN USSR, vyp. 9, Kijev, 129 - 140.*

Cameron, E. M. & Jonasson, T. R. 1972: Mercury in precambrian shales of the Canadian Shield. Geochim. cosmochim. *Acta (Oxford), 36, 9, 985 - 1005.*

Craig, P. J. (Ed.) 1985: Organometallic compounds in the environment. *Longman Ltd., London.*

Čurlík, J. 1983: Geochémia životného prostredia. *PF UK Bratislava, 1 - 162.*

Desborough, G. A., Pitman, J. K. & Huffman, C. I. 1976: Concentration and mineralogical residence of elements in rich-oil shales of the Green River Formation Piceance Creec Basin, Colorado and the Uinta Basin, Utah - a preliminary report. *Chem. Geol. (Amsterdam), 17, 1, 13 - 26.*

Fesser, H. 1968: Zur Geochemie des Posidonienschiefers in Nordwestdeutschland. *Beitr. Geol. (Berlin), 58, 221 - 286.*

Jung, W., Knitzschke, G. & Gerlach, R. 1973: Zur Kadmium und Thalliumführung des Kupferschiefers im SE-Harzvorland. *Z. angew. Geol. (Berlin), 19, 12, 593 - 600.*

Kane, J. S., Arbogast, B. & Leventhal, J. 1990: Characterization of Devonian Ohio Shale SDO-1 as a USGS Geochemical Reference Sample. *Geostandards Newsletter, Reston, 14, 1, 169 - 196.*

Kizil´štejn, L. J., Mostovoj, P. P. & Rylov, V. G. 1986: Elementy primesy v gorjučich slancach Volžskogo bassejna. *Gorjučie slancy, Tallin, 3, 3, 283 - 289.*

Lewan, M. D. & Maynard, J. B. 1982: Factors controlling enrichment of vanadium and nickel in the bitumen of organic sedimentary rocks. *Geochim. cosmochim. Acta (Oxford), 46, 12, 2547 - 2560.*

Merck, E. 1992/1993: Reagents - Diagnostics - Chemicals. *Darmstadt, 1 - 1596.*

National Research Council of Canada, 1985.

Nisenbaum, A. & Swaine, D. J. 1976: Organic matter - metal interactions in Recent sediments: the role of humic substances. *Geochim. cosmochim. Acta (Oxford), 40, 7, 809 - 816.*

Turanová, L., Turan, J. & Depta, M. 1992: The Accessories in the "Black Shales" of the Siderite Deposits from the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. *In: Kříbek, B. (Ed.) 1992: Metallogeny and anoxic Environments, Praque, 51 - 54.*

Heavy metals in the black shales from some deposits of the Western Carpathians and their influence on environment

It is known and it was also proved by our reasearch that heavy metals are concentrated in the black shales. Some of these elements like As, Pb, Hg, Sb, Cr can form inorganic and organometal compounds with harmful, very toxic, toxic and corrosive properties.

Basic statistical data about concentration and distribution of heavy metals in the Western Carpathians deposits and areas are shown in this contribution.

Based on the correlation of heavy metals with organic carbon and sulphur, these elements can be divided into three groups:

I. Heavy metals showing increased affinity to sulphur: Cd, As, Zn, Pb a Hg.

II. Heavy metal showing the same affinity not only to organic carbon, but to sulphur as well: Ni, Cu a V.

III. Elements showing affinity neither to organic carbon nor to sulphur: Sb, Co a Cr.

It can be stated that the increased contents of toxic heavy metals of the black shales are the natural geochemical source of pollution from the origin and protection of environmental point of view. It is especially significant in the old mine fields and dump localities from where some heavy metals could be released by weathering of dumps and the meadows, wood soils and subsurface water could be contamined.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 106 - 112

Dva typy „azbestu" z Dobšinej

DUŠAN HOVORKA a KATARÍNA DUBÍKOVÁ

Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 10.10.1994)

Two "asbestos" types from Dobšiná

From the body of lizardite-chrysotile serpentinite located in the Triassic sedimentary sequences of the Meliata unit except of tens various minerals also chrysotile and amphibole of asbest-like morphology have been described in the past.

Samples in museum collections as well as samples described in the past have been mentioned under the locality Dobšiná/Dobschau. Definition of the complex of high-grade metamorphic rocks in Gemeric unit with metaultrabasite bodies together with body of lizardite-chrysotile serpentinite in the Triassic after realized laboratory study allows us formulate the nowadays knowledge as follows:

a) vein chrysotile is present in the Triassic body of lizardite-chrysotile serpentinite (locality Kälbel, Dobšiná) which belong to the Meliata unit. Chrysotile is present also as veinlets (to 3 mm thickness) in the body of antigorite serpentinite within metamorphites recrystallized under amphibolite facies conditions (the Klátov Group);

b) amphibole (actinolite and anthophyllite) locally with radial orientation with long columnar till asbestiform morphology forms nests and positions (0,2 - 10 cm) in amphibolite facies metamorphites only. Such asbestiform monoclinic amphibole we have also described from the gallery Dorothea in the Slovinky ore field.

In connection with discussed problematic it would be useful to mention that olivine described in the past from the Dobšiná lizardite-chrysotile serpentinite body as fayalite corresponds to forsterite (Fo89-92).

Key words: Dobšiná, chrysotile (Mesozoic), actinolite, anthofylite (Early Paleozoic)

Úvod

Dobšiná je pre bohatstvo minerálov rozličnej genetickej proveniencie aj dnes, v čase výrazného útlmu banskej a prieskumnej aktivity, v popredí záujmu geológov. V tomto príspevku vyjadrujeme stanovisko k výskytom chryzotilového a amfibolového azbestu z tejto lokality.

Základom našej interpretácie je dlhodobé sledovanie problematiky ultrabázických telies Západných Karpát jedným z autorov (D. H.), ako aj vykonaná identifikácia amfibolov z Dobšinej a zo Sloviniek.

Z telesa lizarditovo-chryzotilového serpentinitu (pôvodnou horninou je spinelový peridotit, miestami s fáciami harzburgitu a lherzolitu, ale aj dunitu; Hovorka, 1978) vystupujúceho na hrebienku Kälbel sa uvádza prítomnosť amfibolových azbestov (amiant, Jonas, 1820; Leonhard, 1843; Posewitz, 1878; Tóth, 1882; Ebengreuth, 1890; všetky citácie in Koděra et al., 1986). Podľa spomenutých autorov tvoria výplň puklín v serpentinite spolu s chryzotilom a so zelenými granátmi. Z intenzívne premenených častí serpentinitu sa ojedinele uvádzajú aj obyčajné amfiboly (Posewitz, 1878).

K literárnym údajom uvádzame: Jeden z autorov tohto príspevku (D. H.) navštevuje ťažený lom v Dobšinej príležitostne viac ako 25 rokov, ale prítomnosť amfibolov v serpentinitovom telese sa mu zistiť nepodarilo. Po detailných identifikačných prácach v samom ultrabázickom telese, resp. po identifikovaní serpentínových minerálov, ktoré tvoria jeho žilnú výplň (Hovorka et al., 1980), pokladáme ich výskyt za vylúčený. Ide totiž o serpentinitové teleso lizarditovo-chryzotilového typu, v ktorom anchimetamorfné (hydratačné) procesy spôsobili vznik uvedených dvoch typomorfných serpentínových minerálov. Na to, aby vznikol amfibol, sú nevyhnutné metamorfné PT podmienky (podľa typu amfibolu) v rozmedzí od PT podmienok fácie zelených bridlíc až po vysokoteplotnú amfibolitovú fáciu. Súčasne si treba všimnúť, že amfiboly v serpentinitovom telese tejto lokality uvádzajú len autori z 19. stor. keď boli identifikačné metódy na nízkej úrovni, makroskopicky sa minerály určili ako azbest, čo sa v literatúre cituje doteraz (naposledy pozri napr. Topografická mineralógia Slovenska I, heslo Dobšiná; Koděra et al., 1986). Amfiboly z telesa serpentinitu, resp. zo žiliek v ňom nikto z autorov v posledných 30 rokoch neuvádza.

Z poznávania geológie širšej oblasti Dobšinej je novým zistenie prítomnosti metamorfitov amfibolitovej fácie (Rozložník, 1965; Hovorka et al., 1984) na jednej a telesa serpentinitov v tomto horninovom komplexe na druhej strane (Hovorka a Ivan, 1981). Toto teleso (resp. telesá) v doline Tešnárky, ale aj mnohé ďalšie telesá v tomto komplexe metamorfitov (l. c.) tvorí antigorit ako vedúci serpentínový minerál, t. j. serpentín, ktorý na svoj vznik potrebuje PT podmienky fácie zelených bridlíc, resp. vyššie PT podmienky.

Cez komplex metamorfitov amfibolitovej fácie (klátovský príkrov, Hovorka et al., 1984; klátovská skupina, Spišiak et al., 1985) prenikli mnohé banské diela. V ňom sú hydrotermálne žily s Ni-Co-Cu mineralizáciou. Jednou z najvýznamnejších z nich bol rudný ťah Georgi. Podľa

Ivana a Hovorku (1980) a Hovorku a Ivana (1981) sú zdrojom Ni a Co telesá antigoritických serpentinitov tohto horninového komplexu. Na priaznivých (tektonických) štruktúrach v týchto horninách nastalo hydrotermálne vylúhovanie uvedených kovov a ich deponovanie na vhodných štruktúrach v nadloží.

V telesách antigoritických serpentinitov v doline Tešnárky (v práci Hovorku a Ivana, 1981, sa lokalita uvádza ako Dobšiná-Tešnárky) sú prítomné monoklinické amfiboly (l. c.). Tvoria súčasť horniny najmä v okrajových častiach telesa/telies, resp. na jeho/ich mylonitizovaných zónach. Ako produkt naloženej hydrotermálnej aktivity sa v daných telesách v žilných štruktúrach (ale aj ako súčasť masy horniny) zistil chryzotil (Hovorka a Ivan, 1981).

Lokalizácia vzoriek

Pri návšteve múzea Bergakademie vo Freibergu získal jeden z autorov (D. H.) vzorku radiálne usporiadaného agregátu amfibolu (obr. 3), pri ktorej sa ako lokalita uvádza Dobšiná (bez bližšieho označenia). Rozložník na prelome 70. a 80. rokov tomu istému autorovi oznámil, že sa amfibolové azbesty zastihli aj v Dobšinskej dedičnej štôlni, t. j. v metamorfitoch (ruly, amfibolity, metakarbonáty) amfibolitovej fácie. Vzorku, ktorú ďalej identifikujeme, nám poskytol Jacko zo zbierky Rozložníka. Aj ona má len označenie Dobšiná.

Na základe uvedených širších súvislostí problematiku vláknitých silikátov v oblasti Dobšinej charakterizujeme nasledujúco:

Chryzotilový „azbest" je známy z telesa serpentínovej melanže vystupujúcej na hrebienku Kälbel už viac ako 200 rokov (prehľad starších údajov o telese pozri v práci Koděru et al., 1986). Chryzotil tvorí výplň žiliek variabilnej mocnosti, pričom ide o „priečne vláknitý typ". Identifikoval sa viacerými metódami (Kouřimský a Filčáková, 1954; Hovorka et al., 1980). Podľa priestorového usporiadania žiliek chryzotilu v lizarditovo-chryzotilovom serpentinite ide o individuálne žilky, systémy paralelných žiliek, resp. o „malú" a „veľkú" sieťku (obr. 1, 2).

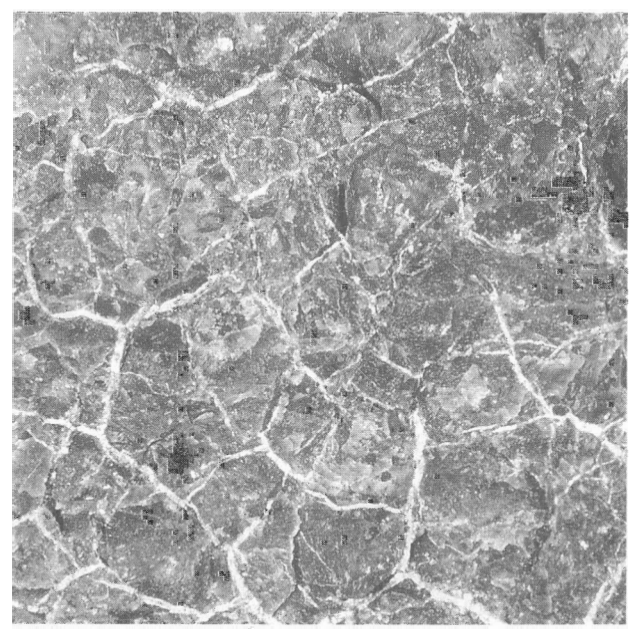
Amfibolový „azbest". V práci sú analýzy vzoriek amfibolov nepresnej lokalizácie deponovaných v zbierkach pod lokalitou Dobšiná (D/F - vzorka zo zbierok Bergakademie vo Freibergu, tab. 1, a D/R - vzorka zo zbierok katedry geológie TU v Košiciach, tab. 2), získaných pomocou elektrónového mikroanalyzátora. Podobný charakter ako vzorka D/R má aj vláknitý typ monoklinického amfibolu zo žily Dorotea od Sloviniek (v tab. 2 je označená S/S, materiál nám láskavo poskytol Sasvári). Amfibol v tomto prípade tvorí agregát paralelný s priebehom dvoj- až trojmilimetrovej pukliny.

Charakteristika vzoriek

Vzorka D/F (veľkosť 14 x 10 x 5 cm) bola (1986) uložená vo výstavnej vitríne múzea Bergakademie vo Freibergu s označením „Asbest, Dobschau, Tschechoslowakei", *inv. č.* 26001 (F III/11/30). Zo vzorky sme na požiadanie jedného z autorov (D. H.) získali malé úlomky.

Obr. 1. Planparalelný žilník priečne vláknitého chryzotilu. Dobšiná, prirodzená veľkosť.

Fig 1. Planparallel orientation of cross-fiber chrysotile. Dobšiná, natural size.



Obr. 2. Polygonálna orientácia priečne vláknitých žiliek chryzotilu. Dobšiná, prirodzená veľkosť.

Fig. 2. Polygonal orientation of cross-fiber chrysotile. Dobšiná, natural size.

Dostali sme aj pozitívy dvoch rôznych vzoriek z tejto lokality (obr. 3, 4). Podľa kustóda múzea Knopfeho bola vzorka zaregistrovaná v období medzi dvoma svetovými vojnami.

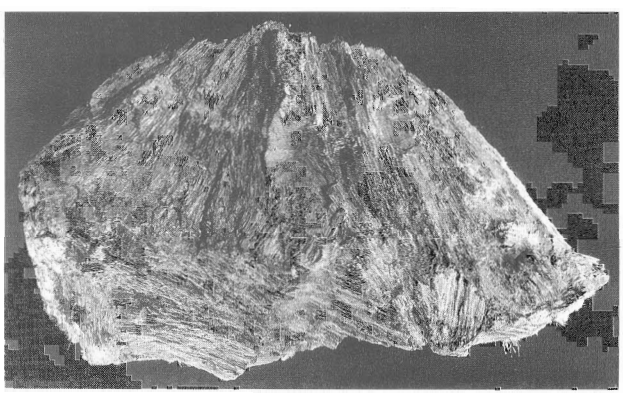
Pozitív, z ktorého je vyhotovený obr. 3, zodpovedá vzorke vystavenej vo vitríne, z ktorej sme vykonali identifikáciu. Obr. 4 reprezentuje vzorku z tej istej lokality (inv. č. 26000) uloženú v depozite uvedeného múzea.

Tab. 1
Analýza vzorky D/F
Sample D/F analyse

	D/F - 1	D/F - 2	D/F - 3
SiO_2	64,45	63,17	61,96
TiO_2	0,08	0,09	0,05
Al_2O_3	0,13	0,24	0,10
Cr_2O_3	0,07	0,04	0,05
FeO	1,03	1,20	1,46
MnO	0,03	0,03	0,00
MgO	31,28	30,37	31,25
CaO	0,01	0,00	0,03
Na_2O	0,06	0,05	0,05
K_2O	0,00	0,02	0,01
Spolu	97,14	95,21	94,96

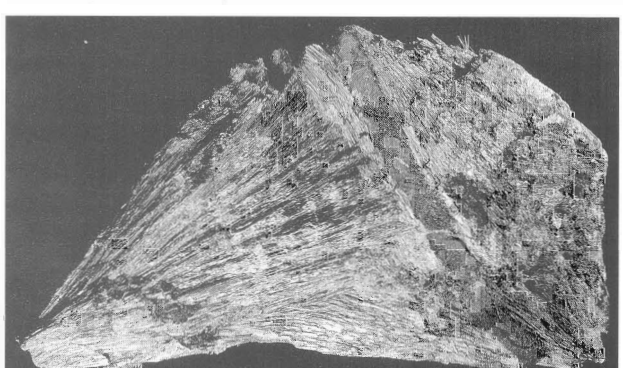
Analýza vzorky urobená na elektrónovom mikroanalyzátore JEOL JCXA-733 Superprobe (GÚDŠ Bratislava, operátor Caňo), urýchľovacie napätie 15 kV, prúd 2.10^{-8} A, ZAF; použité štandardy: Na, Si, Al - albit, K - ortoklas, Mn - willemit, Fe, Cr - chromit, Ca - wollastonit, Mg - MgO, Ti - TiO_2

Analyse has been performed by JEOL JCXA-733 Superprobe (D. Stur´s Geol. Inst. Geol. Bratislava, Caňo operator), accelerating voltage 15kV, beam current 2.10^{-8} A, Intensity ZAF, used standards: Na, Si, Al - albite, K - orthoclase, Mn - willemite, Fe, Cr - chromite, Ca - wollastonite, Mg - MgO, Ti - TiO_2.



Obr. 3. Amfibolový azbest z Dobšinej zo zbierok Bergakademie vo Freibergu, inv. č. 26001 - D/F. Prirodzená veľkosť.

Fig 3. Amphibole "asbest" from Dobšiná. Bergakademie Freiberg collection, No. 26001 - D/F. Deminished to 50 % of natural size.



Obr. 4. Amfibolový azbest z Dobšinej zo zbierok Bergakademie vo Freibergu, inv. č. 26000. Prirodzená veľkosť.

Fig 4. Amphibole "asbest" from Dobšiná. Bergakademie Freiberg collection, No. 26000. Deminished to 50 % of natural size.

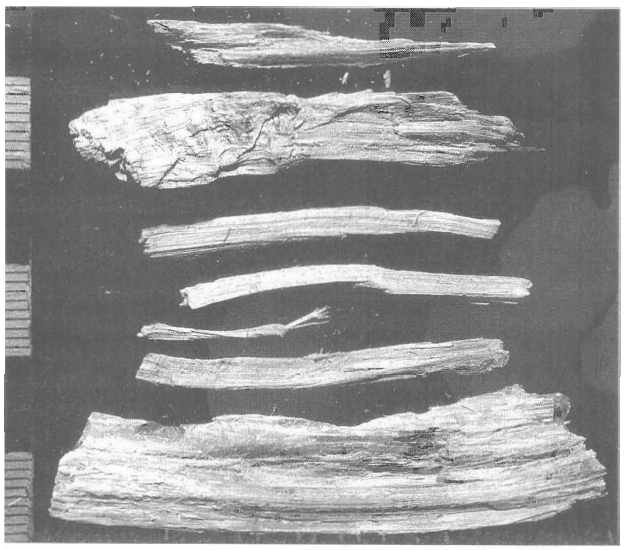
Tab. 2
Analýzy vzoriek D/R a S/S
Samples D/R and S/S analyses

	1	2	3	4	5	6
	D/R - 1	S/S - 1	S/S - 2	D/R - 1	S/S - 1	S/S - 2
SiO_2	56,03	53,88	55,41	56,03	53,88	55,41
TiO_2	0,01	0,05	0,02	0,01	0,05	0,02
Al_2O_3	0,25	1,20	0,80	0,25	1,20	0,80
Cr_2O_3	0,01	-	0,01	0,01	-	0,01
Fe_2O_3	-	-	-	0,48	1,37	0,41
FeO	10,23	13,50	9,26	9,79	12,27	8,89
MnO	0,31	0,49	0,41	0,31	0,49	0,41
MgO	17,67	14,94	17,96	17,67	14,94	17,96
CaO	12,98	12,48	12,99	12,98	12,48	12,99
Na_2O	0,09	0,14	0,20	0,09	0,14	0,20
K_2O	0,03	0,08	0,03	0,03	0,08	0,03
H_2O	2,11	2,05	2,10	2,11	2,06	2,10
Spolu	99,72	98,81	99,19	99,77	98,96	99,23
Si^{IV}	7,97	7,87	7,90	7,96	7,84	7,89
Al^{IV}	0,03	0,13	0,10	0,04	0,16	0,11
Fe^{3+}	-	-	-	-	-	-
Ti^{IV}	-	-	-	-	-	-
T pozícia	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al^{VI}	0,01	0,08	0,04	0,00	0,05	0,03
Fe^{3+}	-	-	-	0,05	0,15	0,04
Ti	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Cr	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00
Mg	3,75	3,25	3,82	3,74	3,24	3,81
Fe^{2+}	1,22	1,65	1,10	1,16	1,49	1,06
Mn	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	0,05
Ca	-	-	-	0,00	0,00	0,00
Pozície M1, 2, 3	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mg	-	-	-	-	-	-
Fe^{2+}	-	-	-	-	-	-
Mn	0,01	0,04	0,01	-	-	-
Ca	1,98	1,96	1,98	1,98	1,96	1,98
Na	0,01	0,00	0,01	0,02	0,04	0,02
M4 pozícia	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ca	-	-	-	-	-	-
Na	0,01	0,04	0,04	0,00	-	0,03
K	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
A pozícia	0,02	0,05	0,05	0,01	0,01	0,04
O	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
OH	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mg/ (Mg + Fe^{2+})	0,75	0,66	0,78	0,76	0,68	0,78

Prístroj a podmienky ako v tab. 1. Stĺpec 1, 2, 3 - prepočet analýz na 22 O a 2 (OH + F + Cl), stĺpec 4, 5, 6 - prepočet analýz na 13 katiónov; obsah Fe_2O_3 a FeO v týchto stĺpcoch spresnený prepočtom uvedenou metódou. Obsah H_2O je dopočítaný vo všetkých stĺpcoch pri prepočtoch.

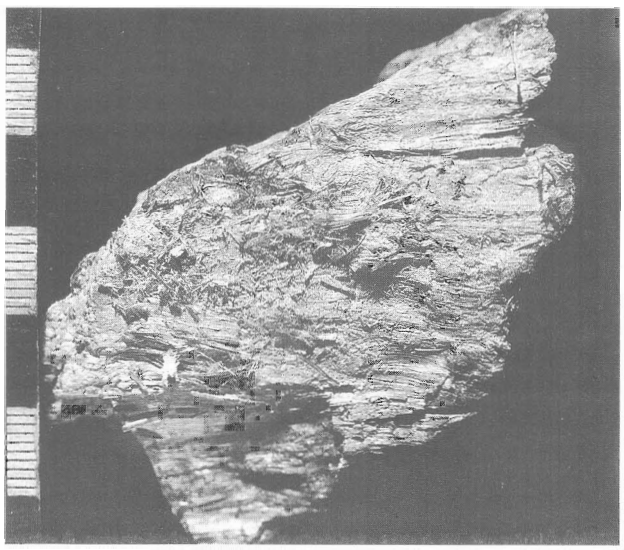
Device and operation conditions identical with those in table 1. Column 1, 2, 3 - calculation on base of 22 oxygens and 2(OH + F + Cl), coulumn 4, 5, 6 - calculation on base of 13 cations; contents of Fe_2O_3 and FeO in mentioned columns precised by the use of mentioned method, H_2O content in all columns calculated.

Vzorky sa odlišujú najmä dĺžkou kryštálov a ich priestorovým usporiadaním. Vzorku 26001, z ktorej sme vykonali identifikáciu, tvoria rozlične orientované agregátne



Obr. 5. Amfibolový azbest z Dobšinej zo zbierok katedry geológie TU v Košiciach - D/R.

Fig. 5. Amphibole "asbest" from Dobšiná. Department of Geology, Technical University Košice collection. Sample: D/R.



Obr. 6. Amfibolový azbest zo Sloviniek, štôlňa Dorota - S/S.

Fig 6. Amphibole "asbest" from Dorothea gallery, Slovinky. Sample: S/S.

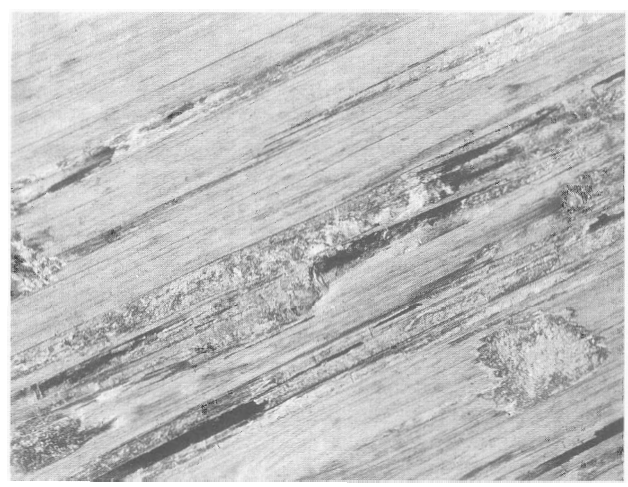
zhluky vláknitého charakteru s dĺžkou vlákien 2 - 4 cm. Je striebornobieleho sfarbenia. Po dezintegrácii sú vlákna ohybné. Druhá vzorka z depozitu (inv. č. 26000) má výrazne radiálnu stavbu s tenkými stĺpikmi/vláknami dlhými do 10 cm. Sfarbenie je rovnaké ako vo vzorke z obr. 3. Preniká ju žilka kremeňa mocná 1 cm (obr. 4).

Vzorka D/R. Rozložník jednému z autorov tohto príspevku po publikovaní prác o azbestoch (Hovorka et al., 1980, 1983) roku 1984 alebo 1985 oznámil, že sa v Dobšinskej dedičnej štôlni vyskytujú vláknité agregáty paralelnej orientácie v komplexe „tonalitických rúl a amfibolitov" (označenie podľa Rozložníka, 1965) lokalizované na polohy hrubokryštalických karbonátov. Po úmrtí L. Rozložníka nám z jeho pozostalosti Jacko poskytol vzorku s označením Dobšiná. Identifikovali sme ju pod označením D/R. Ide o homogénny planparalelne orientovaný dlhostĺpikovitý (dĺžka niekoľko cm) monominerálny agregát špinavobielej až sivozelenkastej farby. Agregát je neohybný a trieskovite odlučný (obr. 5). Tvorí kompaktné snopce a po ich mechanickom rozdružení sú vzniknuté do 5 cm dlhé striebrobiele vlákna ohybné.

Vzorka S/S. Pod týmto označením sme identifikovali vzorku minerálu, ktorú nám pod lokalizáciou Slovinky-štôlňa Dorota poskytol Sasvári. Identifikovaný minerál vystupuje ako planparalelný agregát niekoľko milimetrovej mocnosti v tektonizovanej zóne (obr. 6). Ivan ovzorkoval a zdokumentoval výskyt minerálu rovnakého typu zo štôlne Dorota v Slovinkách v prostredí metapyroklastík bazaltov. Vláknité útvary vzorky sú dlhé 2 - 3 cm, svetlozelenkasté a ohybné. Sú v jemnozrnitej masívnej sivonazelenkastej hornine metapyroklastického vzhľadu. Horninou v blízkosti vláknitého amfibolu prenikajú posttektonické žilky kremeňa mocné 2 - 4 mm s drobnými (0,X mm) sulfidmi.

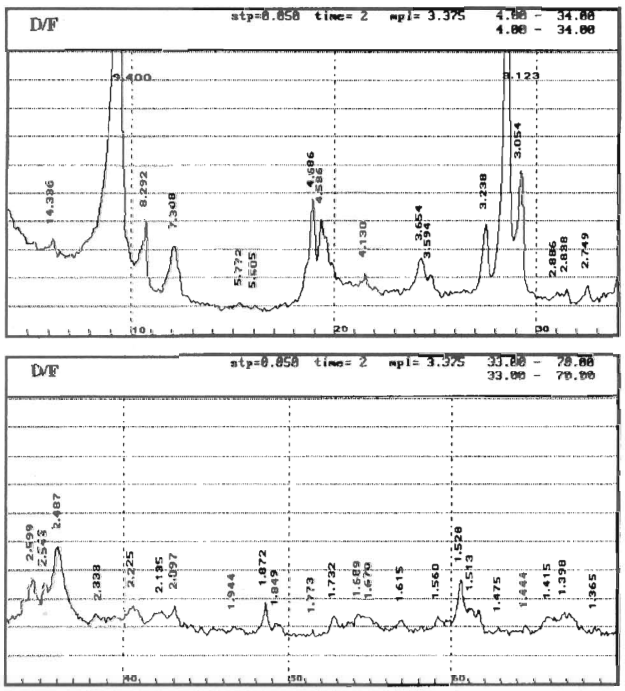
Z výsledkov analýz vzorky D/F (tab. 1) elektrónovým mikroanalyzátorom - vo všetkých troch prípadoch pozoruhodných najmä vysokým obsahom MgO, ktorý je odrazom zatláčania amfibolu mastencom, resp. chryzotilom (obr. 7), nebolo možno vzorku klasifikovať aplikovaním Leakovej (1978) nomenklatúry (in Grecula a Faryad, 1985). K dispozícii sme mali aj orientačné určenie práškového preparátu vzorky D/F pomocou rtg fázovej difrakčnej analýzy (obr. 8). Na tomto základe, ale aj podľa veľmi nízkeho, resp. nulového obsahu CaO vo vzorke amfibolového azbestu z Dobšinej získanej zo zbierok z Freibergu sme ho predbežne označili ako antofylitický azbest (pravdepodobne ide o horečnatý antofylit).

Vzorky D/R a S/S sa podľa chemického zloženia zisteného elektrónovým mikroanalyzátorom a po jeho prepočítaní na štandardný vzorec na základe 22 O a 2 (OH + F + Cl), resp. na 13 katiónov, pretože ide o Ca amfiboly (Fejdiová, 1991,



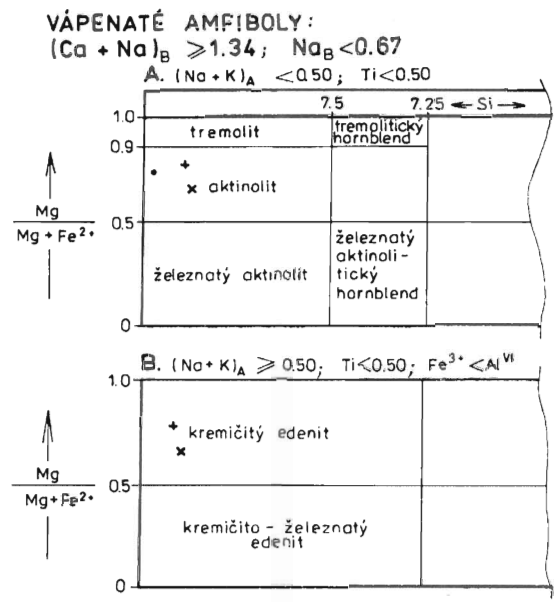
Obr. 7. Zatláčanie amfibolu mastencom. Mikrosnímka vzorky D/F. Zv. 48x.

Fig 7. Transformation of amphibole to talc. Micrograph of the sample D/F. Enlargement 48x.



Obr. 8. Rtg difrakčný záznam vzorky D/F; pozitívne štandardy: mastenec, horečnatý antofylit, antofylit a chryzotil. Záznam zhotovený na prístroji URD-6 (GÚDŠ Bratislava). Žiarenie CuKα, Ni filter, napätie 40 kV, prúd 40 mA, rozsah 4 - 70° 2Θ, krok 0,05° 2Θ, čas 2 s. Programy: ZDS (grafický výstup, peak-search d/I); Rifran (hodnotenie d/I pomocou databázy PDF-1).

Fig. 8. Rtg pattern of the sample D/F; positive standards: talc, Mg-anthophylite, anthophylite, chrysotile. Device URD-6 (D. Stur's Geol. Inst., Bratislava) has been used. Radiation CuK_{α}, Ni filter, voltage 40 kV, Current 40 mA, span 4 - 70° 2Θ step 0,05° 2Θ, time - 2 sec. Programs: ZDS (graphical output, peak-search d/I); Rifran (d/I evaluation by the use of database PDF-1).



Obr. 9. Pozícia analýz zhotovených elektrónovým mikroanalyzátorom v klasifikačnom diagrame (Leake, 1978, in Grecula a Faryad,1985). • - D/R po prepočte na 23 kyslíkov (poloha analýzy D/R prepočítanej na 13 katiónov sa prekrýva s predchádzajúcou); x - S/S-1, + - S/S-2 v oblasti aktinolitu - prepočet na 13 katiónov, x - S/S-1, + - S/S-2 v oblasti kremičitého edenitu - prepočet na 23 kyslíkov.

Obr. 9. Plot of analyses performed by microprobe in diagram by Leake (1978, in Grecula and Faryad, 1985). • - D/R after calculation on base of 23 oxygens (position of analyse D/R calculated on base of 13 cations is overlapping with previous one); x - S/S-1, + - S/S-2 in the actinolite field - calculation on base of 13 cations, x - S/S-1, + - S/S-2 in the field of Si-edenite: calculation on 23 oxygens.

tab. 2), klasifikovali pomocou Leakovej nomenklatúry ako monoklinické Ca amfiboly spadajúce v rámci tremolitového radu do oblasti aktinolitu. Priemetný bod prepočtu analýzy S/S-1 aj S/S-2 na 23 atómov O leží v oblasti kremičitého edenitu - $(Na + K)_A \geq 0,5$ (obr. 9).

Orientačné stanovenie vzorky D/R a S/S rtg fázovou difrakčnou analýzou (obr. 10, 11) potvrdzuje, že ide o zmes amfibolov tremolitového radu, ktoré touto metódou nemožno bližšie špecifikovať.

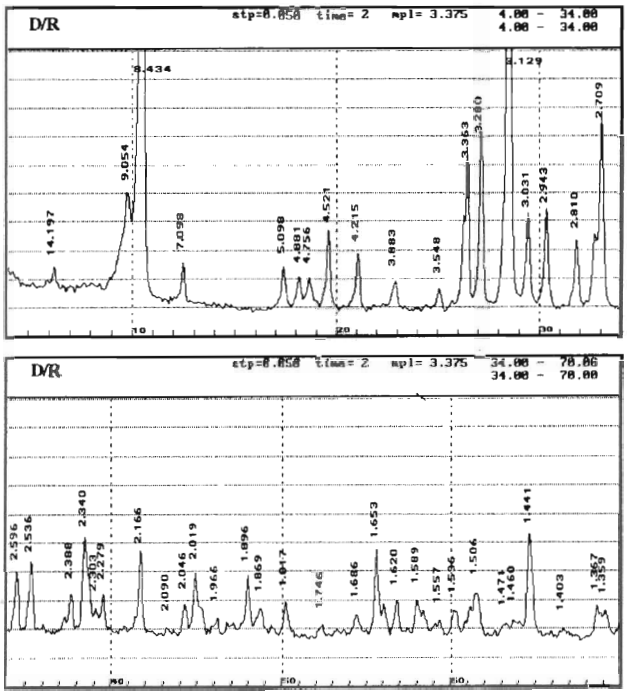
Diskusia

Geologická stavba Dobšinej je veľmi komplikovaná. Zúčastňujú sa na nej komplexy staršieho paleozoika, karbónu aj triasu. Odráža sa to aj v pestrej hominovej náplni okolia mesta. Keď sa vezme do úvahy aj zistená prítomnosť komplexu metamorfitov amfibolitovej fácie (Rozložník, 1965; Hovorka et al., 1984; Spišiak et al., 1985), ktoré sa v minulosti prevažne považovali za súčasť zloženého intruzívneho telesa gabrodioritového zloženia, otázka výskytu dvoch typov azbestu sa javí nasledujúco:

a) Chryzotilový azbest a amfibol azbestovej morfológie sa dokumentovali/deponovali v minulosti (l. c.) pod lokalitou Dobšiná (napr. vzorka D/F, resp. D/R z pozostalosti L. Rozložníka). Rozložník vykonával systematické banské mapovanie Dobšinskej dedičnej štôlne, komunikujúcej s rudným ťahom Georgi, čiastočne lokalizovanom v rulovo-amfibolitovom komplexe (v klátovskej skupine; Spišiak et al., 1985).

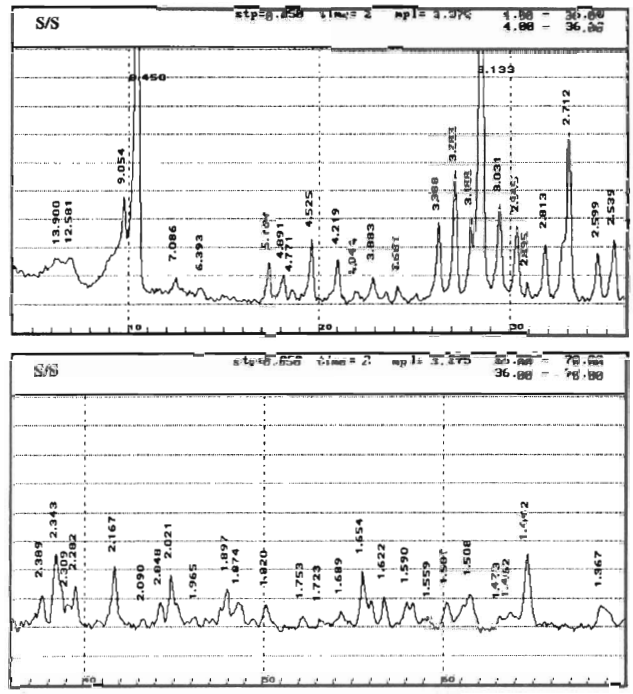
b) Syngenetický výskyt chryzotilu na jednej a amfibolu na druhej strane v anchimetamorfovanom lizarditovo-chryzotilovom serpentinite v triase danej lokality je vylúčený. Tieto minerály vznikajú v odlišných PT podmienkach; chryzotil je produkt hydratácie, resp. anchimetamorfózy pôvodného peridotitu. Amfibol na svoj vznik vyžaduje vyššiu teplotu, na rozdiel od chryzotilu nie hydratáciu, ale metamorfnú rekryštalizáciu v podmienkach fácie zelených bridlíc až amfibolitovej fácie.

c) 19. stor. bolo obdobím najväčšieho rozkvetu ťažby najmä Ni a Co arzenidov. Už vtedy bolo aspoň sčasti ťažbou otvorené povrchové teleso L-Ch serpentinitu v triase. Preto je logické a pravdepodobné, že sa veľmi ľahko miešali vzorky vláknitých silikátov (azbestov) jednak z L-Ch telesa serpentinizovaných peridotitov, jednak z rulovo-amfibolitového komplexu (klátovské súvrstvie = amfibolitová fácia). To je dôvod, prečo sa pod označením lokality Dobšiná uvádzali vláknité chryzotily, ale súčasne aj dlhostĺpikovité až vláknité amfiboly (naposledy napr. in Koděra et al., 1986).



Obr. 10. Rtg difrakčný záznam vzorky D/R; pozitívne štandardy: tremolit, edenit, hastingsit. Prístroj a podmienky zhotovenia záznamu zhodné s obr. 8.

Fig 10. Rtg pattern of sample D/R; positive standards: tremolite, edenite, hastingsite. Device and conditions of operation identical with those of Fig. 8.



Obr. 11. Rtg difrakčný záznam vzorky S/S; pozitívne štandardy: tremolit, sodný edenit, vápenatý richterit, hastingsit, chlorit. Prístroj a podmienky zhotovenia záznamu zhodné s obr. 8.

Fig. 11. Rtg pattern of sample S/S; positive standards: tremolite, natrium edenite, calcareous richterite, hastingsite, chlorite. Device and conditions of operation identical with those of Fig. 8.

Podľa už uvedeného a v súlade s predchádzajúcimi zverejneniami (l. c.) chryzotil žilného typu sa geneticky aj priestorovo viaže na teleso L-Ch serpentinizovaného peridotitu v triase, z ktorého ťažba chryzotilového azbestu je pre vyčerpanie zásob pred skončením. Naproti tomu minerály označené ako amfibol, obyčajný amfibol a amiant (pozri Koděra et al., 1986) geneticky aj priestorovo viažeme na komplex metamorfitov amfibolitovej fácie (klátovský príkrov; Hovorka et al., 1984; klátovská skupina; Spišiak et al., 1985), resp. na komplex tonalitických rúl a amfibolitov (v zmysle Rozložníka, 1965).

Napriek tomu, že presná priestorová pozícia identifikovaných amfibolov dlhostĺpikovitého až vláknitého habitu v rámci klátovského súvrstvia nie je známa, za najpravdepodobnejšie prostredie ich vzniku v procesoch metamorfnej rekryštalizácie v podmienkach nízkej amfibolitovej fácie pokladáme polohy bázických pyroklastík v karbonátovom prostredí. Takéto šošovky karbonátov boli zastihnuté v profile Dobšinskej dedičnej štôlne v horninách dobovo považovaných za „dobšinský diorit či granodiorit" (ruly a amfibolity klátovského súvrstvia). Zároveň nemožno vylúčiť, že trsovité monominerálne zhluky monoklinických amfibolov s dĺžkou do 10 cm predstavujú reakčnometasomatickú zónu (blackwall) medzi telesom antigoritických serpentinitov (Hovorka a Ivan, 1981) a okolitými metamorfitmi stredného metamorfného stupňa (klátovská skupina).

V súvislosti s otázkami genetickej väzby chryzotilového a amfibolového azbestu z Dobšinej pokladáme za vhodné komentovať aj uvádzanú prítomnosť fayalitu z telesa L-Ch serpentinitov (Ďurovič a Kamenický, 1955; Koděra et al., 1986). Toto určenie považujeme za nesprávne. Dôvodom je fakt, že sa v telesách peridotitov ofiolitového komplexu (čo je aj prípad telesa v Dobšinej a na Dankovej) vyskytujú minerály olivínoveho radu s 88 - 91 % Fo molekuly (Coleman, 1977). Takéto zloženie, t. j. forsterit, sa dokázalo aj analýzami reliktov olivínov zo Sedlíc, ale aj z ďalších telies serpentinitov v mezozoiku meliatika gemerika (Hovorka et al., 1980) pomocou elektrónového mikroanalyzátora.

Záver

Podľa súčasných poznatkov o geologickej stavbe širšieho okolia Dobšinej, ako aj poznania zloženia či náplne telies metaultrabazitov v okolí Dobšinej možno problematiku „azbestov" tejto lokality zhrnúť takto:

a) Chryzotil „azbestového" typu je prítomný v telese lizardikovo-chryzotilových serpentinitov (serpentinitovej melanže) vystupujúceho v triasových sekvenciách na hrebeni Kálbel priamo v Dobšinej. Bol a je predmetom doznievajúcej ťažby.

b) Chryzotil ako výplň sporadických žiliek (mocných do 3 mm) vystupuje aj ako produkt hydrotermálnej alterácie telesa antigoritického serpentinitu, ktoré je súčasťou komplexu metamorfitov amfibolitovej fácie (klátovská

skupina, klátovský príkrov). Teleso/telesá tohto typu je/sú súčasne známe z lokality Dobšiná-Tešnárky.

c) Tenkostĺpikovité až vláknité svetlozelené amfiboly (často až „azbestového" vzhľadu) sú prítomné iba v komplexe metamorfitov staršieho paleozoika (klátovský príkrov, klátovská skupina v zmysle Hovorku et al., 1984, a Spišiaka et al., 1985), kde tvoria (často radiálne usporiadané) výplň polôh až žiliek, niekedy mocných až do 10 cm.

Podľa uvedeného je informácia o prítomnosti amfibolového azbestu v telese lizarditovo-chryzotilových serpentinitov z Dobšinej jednoznačne nesprávna, a preto ju neodporúčame uvádzať. Priestupnosť metamorfitov amfibolitovej fácie banskými dielami v minulosti spôsobila, že sa pri nedostatočnej lokalizácii vzoriek autormi v minulosti mylne lokalizovali dlhostĺpikovité až vláknité monoklinické amfiboly do telesa lizarditovo-chryzotilového serpentinitu v triase.

d) Dlhostĺpikovitý až vláknitý monoklinický amfibol tremolitového radu sme identifikovali aj zo štôlne Dorota v Slovinkách, t. j. z horninového prostredia acidných metavulkanitov a ich metapyroklastík. Takto sa známe výskyty chryzotilových azbestov z telies lizarditovo-chryzotilových serpentinitov v mezozoiku meliatika v gemeriku rozširujú aj o ojedinelé výskyty „azbestov" v staršom paleozoiku. Posledné patria do skupiny monoklinických amfibolov.

e) V súvislosti s údajmi o prítomnosti „fayalitu" v telese lizarditovo-chryzotilových serpentinitov v mezozoiku lokality Kälbel vyjadrujeme vážne pochybnosti o príslušnosti olivínu serpentinizovaných peridotitov v mezozoiku meliatika do uvedeného Fe člena olivínového radu. Vyplýva to zo stanovenia podielu Fo molekuly z niekoľkých telies serpentinizovaných peridotitov v mezozoiku meliatika v gemeriku (Fo89-92; Hovorka et al., 1985).

Poďakovanie. Ďakujeme kolegom - prof. Jackovi a doc. Sasvarimu - za poskytnutie vzoriek amfibolových azbestov z Dobšinej a Sloviniek.

Literatúra

Coleman, R. G. 1977: Ophiolites. *Springer Verlag, Berlin - New York, 229.*

Ďurovič, S. & Kamenický, J. 1955: Niekoľko poznámok k nálezu novej minerálnej paragenézy v gemeridných serpentinitoch. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, Bratislava, 6, 3 - 4, 319 - 322.*

Fejdiová, V. 1991: Amfiboly: chemické zloženie, kryštálové štruktúry, spracovanie výsledkov elektrónovej mikroanalýzy. *Mineralia slov., 23, 179 - 183.*

Grecula, P. & Faryad, S. W. 1985: Návrh slovenských názvov amfibolov. Mineralia slov., 17, 457 - 465.

Hovorka, D., Dubíková, K., Gerthofferová, H., Šamajová, E. & Turan, J. 1980: Serpentine-group minerals of the Western Carpathians ultramafics. I - Bodies of the Gemeride Mesozoic. *Mineralia slov., 12, 481 - 505.*

Hovorka, D. & Ivan, P. 1981: A hydrotermal leaching of an ultrabasic body - a determinant phenomen of the Co-Ni arsenides vein deposit genesis (Dobšiná, the West Carpathians). *Unesco Int. Symp. Metallog. Mafic and Ultramafic Compl.: East. Mediterr. West Asia Area and Comp. Similar Metallog. Environment World. Athens, Oct. 9 - 11, 1980, 2, 172 - 184.*

Hovorka, D., Dubíková, K., Gerthofferová, H., Šamajová, E. & Turan, J. 1983: Serpentine-group minerals of the Western Carpathians ultramafics. II - Bodies of the pre-Mesozoic metamorphic complexes. *Mineralia slov., 15, 23 - 47.*

Hovorka, D., Jaroš, J., Kratochvíl, M. & Mock, R. 1984: The Mesozoic Ophiolites of the Western Carpathians. *Krystalinikum, 17, 143 - 157.*

Hovorka, D. (with contribution by P. Ivan, J. Jaroš, M. Kratochvíl, P. Reichwalder, I. Rojkovič, J. Spišiak, L. Turanová) 1985: Ultramafic rocks of the Western Carpathians, Czechoslovakia. *GÚDŠ, Bratislava, 260.*

Ivan, P. & Hovorka, D. 1980: Co-Ni mineralizácia v Spišsko-gemerskom rudohorí, námety na vyhľadávanie. *Geol. Průzk., 8, 225 - 228.*

Koděra, M. a kol. 1986: Topografická mineralógia Slovenska I. *Veda, Vydav. SAV, Bratislava, 577.*

Kouřimský, J. & Filčáková, E. 1954: Výskum hadcŭ z dobšinských hald. *Sbor. Nár. Muz. (Praha), 10, B, 4, Min. 1, 3 - 19.*

Rozložník, L. 1965: Petrografia, petrotektonika a petrochémia granitizovaných hornín rakoveckej série a ich vzťah k zrudneniu v okolí Dobšinej. *Západ. Karpaty, 4, GÚDŠ, 95 - 144.*

Spišiak, J., Hovorka, D. & Ivan, P. 1985: Klátovská skupina - reprezentant metamorfitov amfibolitovej fácie vnútorných Západných Karpát. *Geol. Práce, Spr., 82, 203 - 220.*

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 113 - 132

Vrchný miocén juhovýchodného okraja Malých Karpát (vrt Ma-1, Bratislava)

ALEXANDER NAGY[1], KLEMENT FORDINÁL[1], ROSTISLAV BRZOBOHATÝ[2] PAVEL UHER[3] a JARMILA RAKOVÁ[1]

[1]Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava
[2]Katedra geológie a paleontológie PF Masarykovej univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
[3]Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava

(Doručené 16.11.1994, revidovaná verzia doručená 10.1.1995)

Upper Miocene from SE margin of the Malé Karpaty Mts. (well Ma-1, Bratislava)

The well Ma-1 was drilled near SE margin of the Malé Karpaty Mts. in Danube Basin not far from Bratislava and passed trough the Quaternary gravels, Upper Miocene (Pannonian) sediments and granitoids of the Bratislava massif. Lithofacial analysis pointed on the fact that Pannonian sediments of C - E zones were deposited in the shallow-water brackish environment on tidal flats, and sediments of F - H? zones were deposited in the fresh-water lacustrine or swampy environment.

Key words: Danube Basin, Pannonian, lithology, fauna

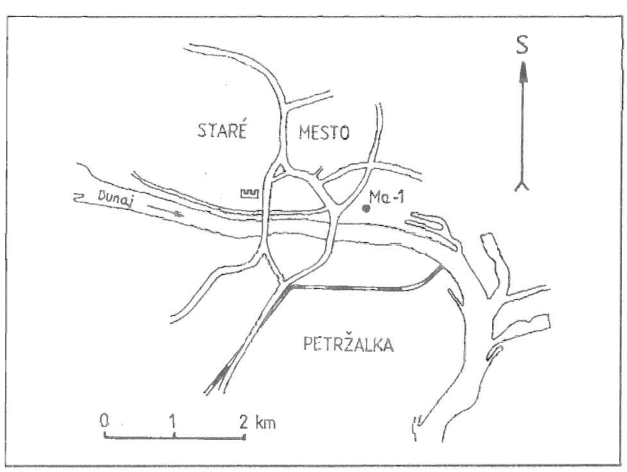
Úvod

Na území Bratislavy (Podunajská nížina, jv. okraj Malých Karpát) bol vyhĺbený vrt Ma-1 (obr. 1). Pôvodne sa pod označením VD-2 hĺbil iba do hĺbky 60 m, neskôr do 210 m.

Ma-1 prevŕtal kvartérny štrk (0 - 15 m), vrchnomiocénne (panónske) sedimenty (15,0 - 196,5 m) a granitoidy bratislavského masívu (196,5 - 210,0 m; obr. 2, 3).

Makroskopický opis panónskych sedimentov a ich litofaciálnu analýzu urobil Nagy, petrografický rozbor Uher, mäkkýše spracoval Fordinál, otolity Brzobohatý a vápnitý nanoplanktón Raková. Z vrtu sa čiastočne spracovali aj ostrakóda (Tuba in Fordinál a Tuba, 1988, in Fordinál, Mataniová a Tuba, 1990) a sporomorfy z vrchnej časti vrtu (z vrtu VD-2; Mataniová in Fordinál, Mataniová a Tuba, 1990).

Sedimenty vrtu Ma-1 stratigraficky podľa spoločenstiev



Obr. 1. Situovanie vrtu Ma-1.
Fig. 1. Situation map of the well Ma-1.

mäkkýšov a litológie sedimentov zaradil Fordinál a Nagy. Použilo sa pôvodné delenie panónu podľa Pappa (1951) v interpretácii Rögla et al. (1993).

Pretože sa v panóne sedimentačné prostredie v študovanom území zásadne zmenilo, vyčleňujeme tzv. brakický a sladkovodný vývoj panónu.

Brakický vývoj panónu

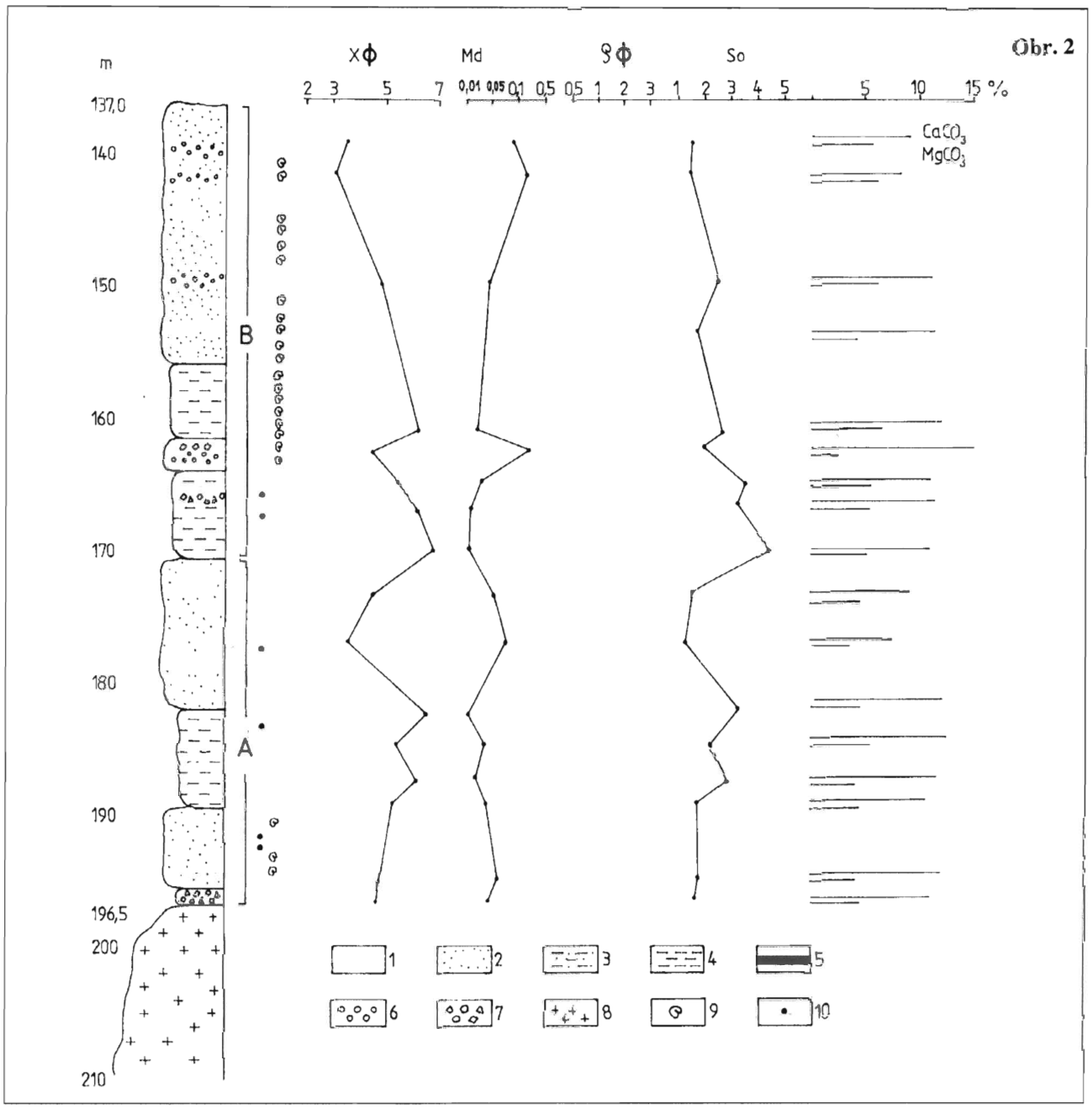
Litológia

Panónske sedimenty vrtu Ma-1 možno na základe nášho štúdia rozdeliť na tzv. brakické a sladkovodné.

Podľa výskumu spoločenstiev mäkkýšov a litológie hornín sme tzv. brakický vývoj vyčlenili v hĺbke 137,0 - 196,5 m (obr. 2). Sedimenty tohto intervalu tvorí sivý až zelenosivý sľudnatý slabovápnitý piesok striedajúci sa so sivým prachom s premenlivým obsahom ílovej zložky. V terminálnej časti piesku sú časté šikmé (5°), laminárne, zriedka aj šošovkovité krížové veľmi drobné zvrstvenia s hrúbkou lamín 2 - 3 mm vyskytujúce sa až v 2 m hrubých polohách.

Sporadické sú polohy drobnozrnného kremenného dobre ováľaného štrku, hrubé maximálne 5 cm. V piesku, ale aj v prachu sa vyskytujú polohy so zväčša rozlámanými schránkami mäkkýšov, hrubé až 30 cm.

Z piesku sa odobralo 8 vzoriek. Priemerné zastúpenie piesčitej frakcie je 67,57 %. Štrková frakcia sa zistila len v troch vzorkách, a to iba v zanedbateľnom množstve (tab. 1a). Prímes prachovej a ílovej frakcie je veľmi premenlivá. Priemerný obsah prachovej frakcie je 25,95 a ílovej 5,7 %. Vo vzorkách, v ktorých prímes prachovej a ílovej frakcie dosahuje viac ako 50 %, má vplyv aj na hodnoty stredného momentu zrnitosti $X\phi$ (obr. 4). Z nich vychodí, že piesok je veľmi jemnozrnný a dosahuje až hodnoty zodpovedajúce hrubozrnnému prachu. Priemerná hodnota $\sigma\phi$ 1,45 (podľa Friedmanna, 1967) zodpovedá mierne až zle triede-



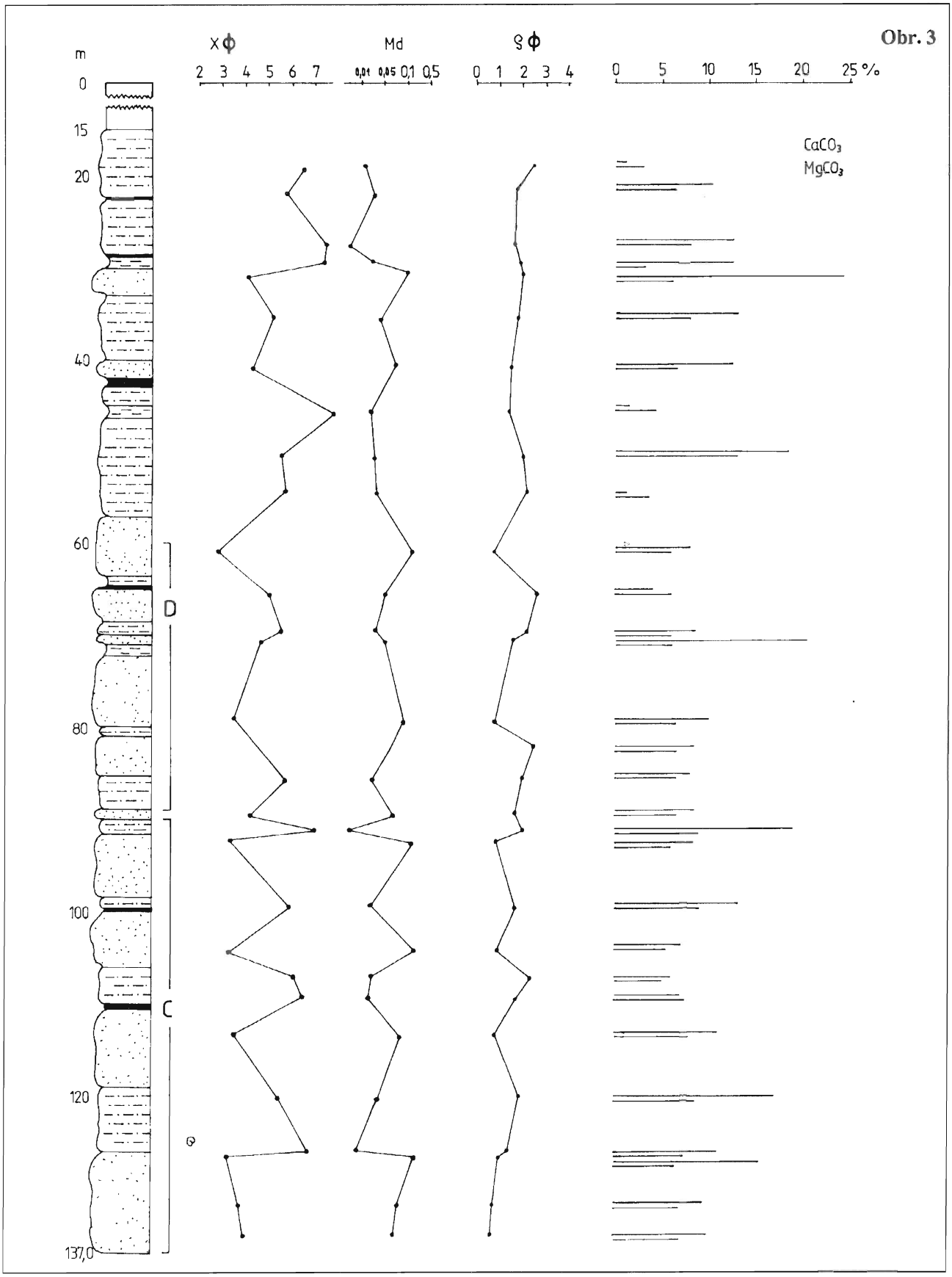
Obr. 2, 3. Schematický geologický profil vrtu Ma-1 s hodnotami vybraných zrnitostných parametrov a obsahu $CaCO_3$, $MgCO_3$. 1 - kvartérne sedimenty, 2 - piesok, 3 - prach, 4 - íl, 5 - uhoľný íl, lignit, 6 - štrk, 7 - konglomeráty a úlomky schránok mäkkýšov, 8 - granitoidy, 9 - výskyt mäkkýšov (aj otolitov), 10 - výskyt vápnitého nanoplanktónu.

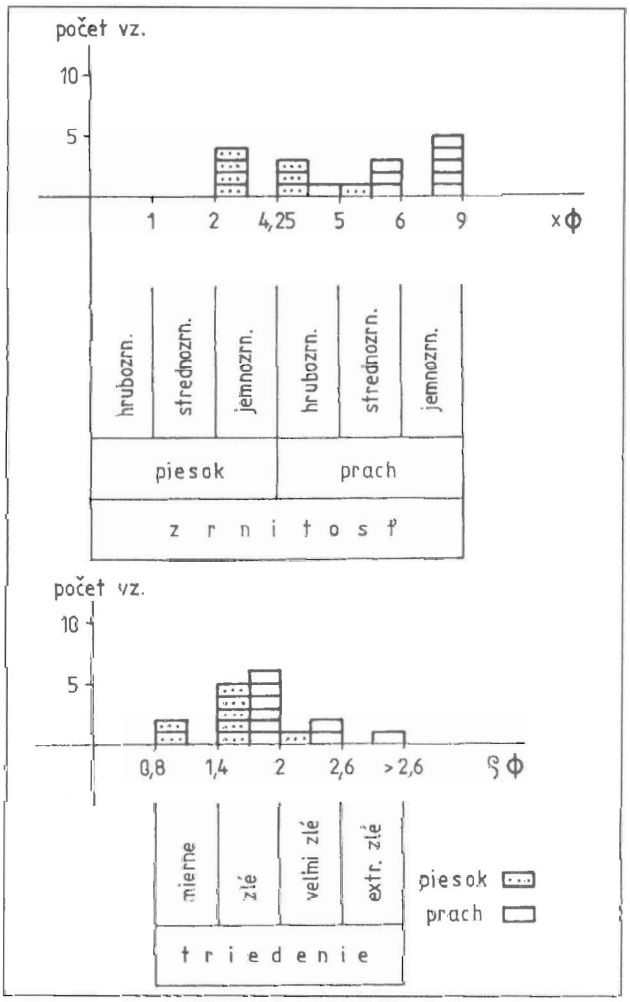
Fig. 2, 3. Schematic geological section of the well Ma-1 with values of grain-size parameters and $CaCO_3$, $MgCO_3$ content. 1 - Quaternary sediments, 2 - sands, 3 - silts, 4 - clays, 5 - coal clays, lignite, 6 - gravels, 7 - conglomerates and fragments of mollusc schells, 8 - granitoids, 9 - occurrence of the mollusc (also otolits), 10 - occurrence of the calcareous Nanoplankton.

nému piesku (obr. 4). V hodnotách symetrie zrnitostných kriviek SKϕ polovica zodpovedá negatívnej a polovica pozitívnej symetrii. 98 % vzoriek má leptokurtický tvar zrnitostnej krivky (Kϕ3; obr. 5). Priemerný obsah $CaCO_3$ je 10,38 a $MgCO_3$ 4,74 %. Súčet priemerného zastúpenia $CaCO_3$ a $MgCO_3$ je 15,1 % a pieskovec možno v zmysle Mišíka (1959) považovať za slabokarbonatický.

Podľa DTA je kalcit najhojnejším karbonátom v piesku (12 %). Podradne je zastúpený dolomit. DTA potvrdila aj prítomnosť organickej hmoty a pyritu, resp. markazitu.

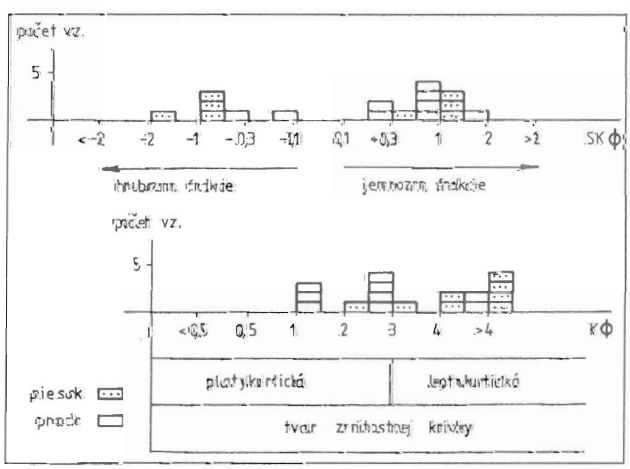
Prach tvorí približne 1/3 hrúbky sedimentov brakického vývoja panónu. Zhodnotených je 9 vzoriek. Priemerné zastúpenie prachovej frakcie je 51,8 %. Prach je podľa hodnoty Xϕ stredno-zrnný až jemno-zrnný a zle až veľmi zle


Obr. 3
m
0
15
20
40
60
80
100
120
137,0
D
C
Xϕ
2 3 4 5 6 7
Md
0,01 0,05 0,1 0,5
Sϕ
0 1 2 3 4
0 5 10 15 20 25 %
CaCO3
MgCO3



Obr. 4. Hodnotenie zrnitosti a triedenie piesku a prachu brakického vývoja panónu.

Fig. 4. Granulometry and sorting evaluation of the Pannonian sands and silts in brakisch development.



Obr. 5. Hodnoty zastúpenia zrnitostných frakcií a tvar zrnitostnej krivky piesku a prachu brakického vývoja panónu.

Fig. 5. Values of the grain-size fractions content and the shape of the cumulative curve of the Pannonian sands and silts in brackish development.

vytriedený (obr. 4). Prevláda pozitívna symetria zrnitostnej krivky a platykurtický typ prevláda nad leptokurtickým. Zastúpenie $CaCO_3$ je veľmi vyrovnané a dosahuje priemernú hodnotu 11,56 %. Podobne je to aj pri obsahu MgCO (4,78 %). Prach je o trochu viac karbonatický ako piesok, ale tiež patrí medzi slabokarbonatické sedimenty.

Zo sedimentov brakického vývoja panónu sa zhodnotilo 10 koncentrátov ťažkých minerálov (ďalej ŤM). Osobitne sa hodnotila zrnitostná frakcia 0,25 - 0,10 mm a osobitne 0,10 - 0,05 mm. Dovedna sa identifikovalo 16 minerálov a ich kvantitatívne zastúpenie vypočítané na základe priemeru z 300 - 400 zŕn v objemových percentách je v tab. 2.

Všetky skúmané vzorky obsahujú asociáciu typickú pre metapelity až metapsamity typu fylitov, svorových rúl až pararúl. Dokumentuje to vysoký obsah fylosilikátov (muskovit, chlorit, biotit) granátu a staurolitu. Sú to typické indexové minerály biotitovej, granátovej a staurolitovo-chloritovej metamorfnej zóny z kryštalinika bratislavského masívu Malých Karpát (Korikovskij et al., 1984).

Za zdrojové horniny možno pokladať aj metabázika (amfibolity, aktinolitické bridlice), ktoré sa v asociácii ŤM prejavujú najmä prítomnosťou epidotu, zeleného amfibolu a ilmenitu. Ale ilmenit sa vyskytuje aj v metapelitoch a granitoidoch bratislavského masívu.

V tejto absolútne dominantnej metamorfogénnej asociácii miestnej proveniencie prevládajú minerály z vysokometamorfovaných a strednometamorfovaných hornín pararulového a svorového charakteru, avšak obsah granátu a staurolitu vo vzorke č. 28 a 29 indikuje pokles prínosu klastík z vyššiemetamorfovaných hornín, čo poukazuje na zmenu znosovej oblasti.

Prekvapujúce je minimálne zastúpenie ŤM z granitoidných hornín, najmä z bezprostredne susediaceho bratislavského granitoidného masívu, ktoré sa zistili napr. v neďalekom vrte Ču-1 pri Čuňove v panónskych a romanských sedimentoch (Fejdiová in Vass et al., 1992; Fejdiová, 1993; Uher, nepubl. údaje). Ide najmä o zriedkavý až neprítomný zirkón, apatit, príp. chýbajúci monazit a xenotím, teda minerály typické pre bratislavský granitoidný masív (Mišík, 1955; Veselský, 1972; Broska a Uher, 1991) a zistené už aj v bádenských a sarmatských sedimentoch západného okraja bratislavského masívu (Uher a Kováč, 1993). Podobne nízky je obsah resedimentovaných minerálov redeponovaných najmä zo starších klastických sedimentov (rutil, turmalín).

Uvedené fakty poukazujú na to, že znosovú oblasť, t. j. východnú časť bratislavského masívu mohol ešte v panóne zakrývať metamorfný plášť.

Podľa kvalitatívnych a kvantitatívnych zmien distribúcie ŤM, ich zastúpenia v objemových % a podielu v hornine v hmotnostných % (J) vyčleňujeme sedimentárny cyklus A a sedimentárny cyklus B (tab. 2 a 3).

Cyklus A zahŕňa vzorku 32 až 30 (hĺbka 172,1 - 191,4 m). Ide o kvalitatívne chudobné asociácie (cca 0,5 - 0,7 %) so zjemňovaním zŕn ťažkých minerálov do nadložia (J stúpa od 0,0 po 0,44).

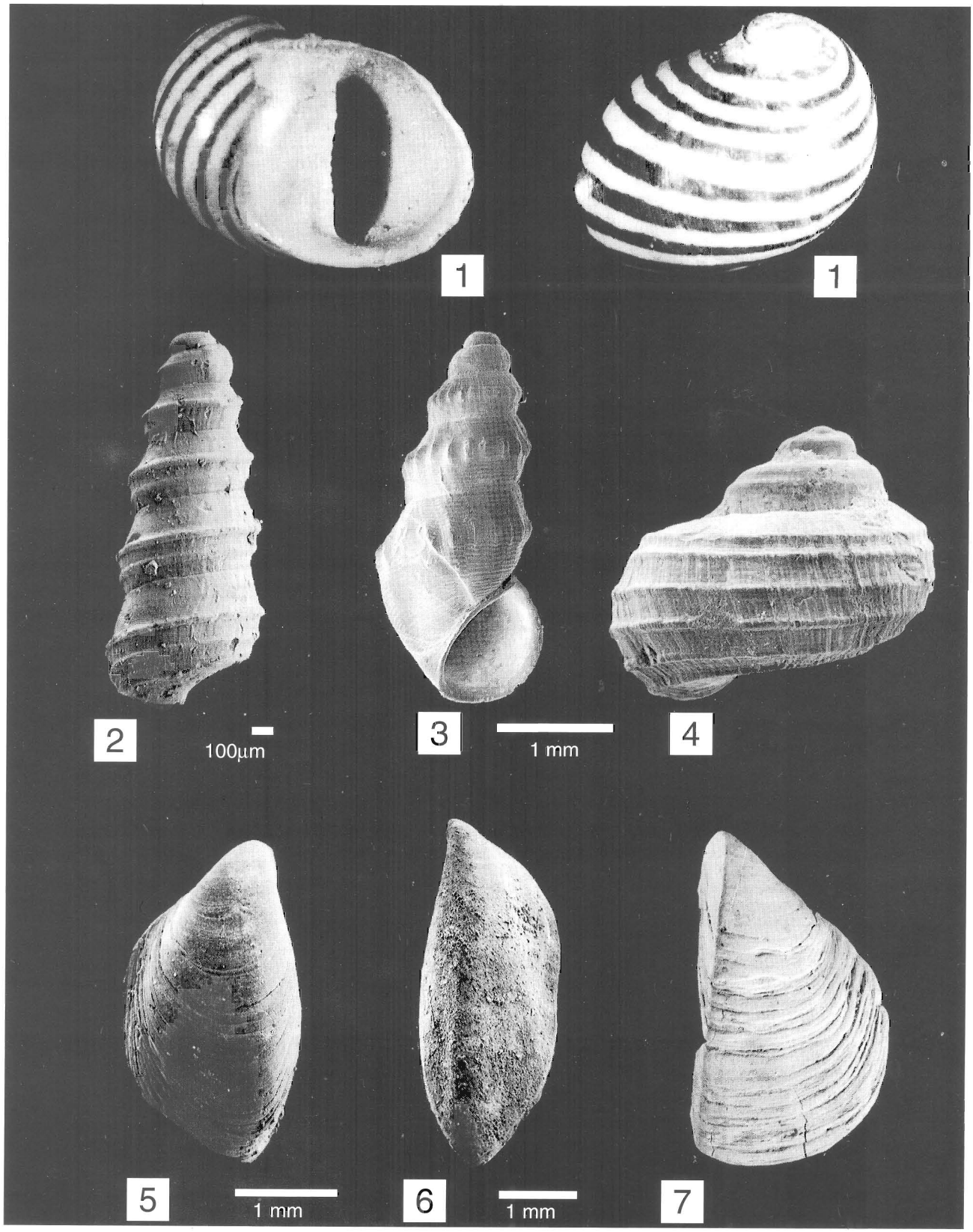
Cyklus B zahŕňa vzorku 29 a 28 (hĺbka 145,0 - 156,0 m). V ňom je hrubozrnnejšia frakcia ŤM (J = 0,05) na báze a oproti cyklu A sa prejavuje výrazne vyšším zastúpením

Tab. 1a
Zastúpenie zrnitostných frakcií (v %), hodnoty vybraných zrnitostných parametrov, obsah $CaCO_3$ a $MgCO_3$
Content of grain-size fraction (in %), values of selected grain-size parameters, $CaCO_3$ and $MgCO_3$ content

Hĺbka (m)	Zrnitostné frakcie, obsah uhličitanov (v %) a hodnoty zrnitostných parametrov											
	štrk	piesok	prach	Ĩl	Md	So	Xϕ	σϕ	SKϕ	Kϕ	$CaCO_3$	$MgCO_3$
Piesok												
139,5 - 139,8	1,2	76,8	21,9	0,0	0,084	1,69	3,56	1,07	-1,17	7,38	9,01	5,90
142,5 - 142,7	1,0	91,5	7,4	0,0	0,142	1,54	3,01	0,96	-0,87	7,68	8,26	6,54
150,5 - 150,7	0,0	48,1	38,1	13,8	0,042	2,51	4,95	2,10	0,79	2,76	11,01	6,12
153,0 - 153,2	0,0	48,3	39,7	12,0	0,048	1,77	5,04	1,74	1,47	4,18	11,01	4,23
162,7 - 162,9	3,6	88,9	7,3	0,0	0,195	1,99	2,29	1,53	-0,54	3,27	15,02	2,53
174,1 - 174,3	0,0	50,7	41,6	7,7	0,050	1,63	4,74	1,52	1,68	6,08	9,26	4,43
177,1 - 177,3	0,0	79,9	20,1	0,0	0,075	1,33	3,76	0,86	-0,87	5,29	7,50	3,80
193,5 - 193,7	0,0	56,4	31,5	12,1	0,056	1,83	4,88	1,86	1,14	4,08	12,01	4,43
Prach												
160,1 - 160,3	0,0	9,1	67,9	23,9	0,020	2,62	6,23	1,83	0,61	2,24	12,26	4,23
165,1 - 165,2	0,0	33,7	42,2	24,1	0,029	3,57	5,45	2,67	-0,15	2,50	11,01	5,06
167,6 - 167,8	0,0	20,1	51,5	28,4	0,017	3,47	6,28	2,12	0,18	2,00	11,51	5,06
169,9 - 170,0	0,0	15,3	49,1	35,6	0,012	4,38	6,68	2,12	-0,05	1,98	11,01	5,06
182,0 - 182,2	0,0	14,6	54,2	31,2	0,014	3,35	6,50	1,99	0,14	1,96	12,26	4,85
184,5 - 184,7	0,0	37,8	45,4	16,8	0,038	2,23	5,40	1,92	0,92	2,95	12,51	5,06
186,5 - 186,7	0,0	19,6	56,0	24,4	0,022	2,90	6,10	1,99	0,49	2,12	11,76	4,43
188,9 - 190,1	0,0	32,7	55,1	12,2	0,038	1,73	5,25	1,71	1,30	4,06	10,51	4,43
196,3 - 196,5	0,0	43,5	46,4	10,1	0,044	1,72	4,78	1,94	0,53	4,49	11,26	4,85

Tab. 1b
Zastúpenie zrnitostných frakcií (v %), hodnoty vybraných zrnitostných parametrov, obsah $CaCO_3$ a $MgCO_3$
Content of grain-size fraction (in %), values of selected grain-size parameters, $CaCO_3$ and $MgCO_3$ content

Hĺbka (m)	Zrnitostné frakcie, obsah uhličitanov (v %) a hodnoty zrnitostných parametrov											
	štrk	piesok	prach	Ĩl	Md	So	Xϕ	σϕ	SKϕ	Kϕ	$CaCO_3$	$MgCO_3$
Piesok												
31,3 - 31,4	0,0	74,1	17,0	8,9	0,101	-	4,02	2,0	1,48	4,27	24,40	6,30
40,5 - 40,7	0,0	75,0	18,0	7,0	0,072	-	4,35	1,67	1,67	5,35	12,44	6,72
61,0 - 61,2	0,1	90,5	9,2	0,0	0,160	1,37	2,93	0,81	0,96	6,03	8,00	5,90
65,1 - 65,3	2,3	49,7	30,3	17,7	0,052	3,08	5,00	2,41	0,05	3,42	3,75	5,69
70,1 - 70,3	0,0	55,0	37,8	7,2	0,055	1,69	4,57	1,61	1,34	4,77	20,52	5,90
78,5 - 78,7	0,0	81,0	19,0	0,0	0,089	1,57	3,53	0,90	0,14	2,31	10,01	6,54
82,7 - 83,0	0,0	56,8	28,1	15,1	0,064	2,83	4,62	2,34	0,78	2,65	8,76	6,54
89,5 - 89,7	0,0	67,6	26,3	6,1	0,078	1,98	4,14	1,69	1,44	4,85	8,51	6,54
94,8 - 95,0	0,0	82,7	17,1	0,0	0,131	1,66	3,26	0,93	0,64	3,05	8,51	5,69
104,2 - 104,5	0,0	83,8	16,1	0,0	0,136	1,63	3,21	0,93	0,75	2,88	7,00	5,27
113,0 - 113,2	0,0	85,4	14,6	0,0	0,085	1,56	3,55	0,83	-0,08	3,24	10,76	7,80
127,5 - 127,7	0,3	80,2	19,4	0,0	0,153	1,41	3,11	1,00	0,69	4,28	15,52	6,75
131,5 - 131,7	0,0	84,9	15,0	0,0	0,079	1,32	3,69	0,74	-0,10	3,26	9,51	7,17
134,9 - 140,1	0,0	82,6	17,4	0,0	0,073	1,28	3,86	0,66	-0,33	4,45	10,01	7,17
Prach												
18,5 - 18,6	0,0	20,0	47,0	33,0	0,015	-	6,46	2,24	0,05	1,78	1,00	2,72
21,5 - 21,6	0,0	16,3	66,6	17,1	0,024	-	5,89	1,74	0,70	2,75	10,21	6,51
27,2 - 27,3	0,0	3,8	59,6	36,6	0,007	-	7,22	1,67	-0,31	2,70	12,21	7,97
35,3 - 35,6	0,0	37,3	52,4	10,3	0,040	-	5,08	1,79	0,96	3,53	12,94	7,97
50,3 - 50,4	0,0	28,1	51,4	20,5	0,027	-	5,75	2,06	0,45	2,21	18,42	13,01
54,4 - 54,6	0,0	33,1	42,7	24,2	0,029	-	5,82	2,17	0,50	1,96	1,00	3,35
68,2 - 68,5	0,0	31,7	49,6	18,7	0,031	2,67	5,35	2,07	0,37	2,80	3,51	5,12
86,2 - 86,4	0,0	27,3	53,4	19,3	0,025	2,75	5,64	2,05	0,32	2,24	8,00	6,75
91,8 - 92,0	0,0	8,0	52,2	39,8	0,007	2,99	6,96	2,00	-0,62	3,10	19,02	8,86
98,1 - 98,3	0,0	14,2	71,0	14,8	0,023	2,04	5,85	1,68	0,66	3,44	13,26	9,07
106,7 - 106,9	0,0	31,8	35,3	32,9	0,023	4,52	6,03	2,32	0,27	1,67	6,00	5,06
109,1 - 109,3	0,0	7,4	68,3	24,6	0,014	2,45	6,44	1,68	0,38	2,19	6,76	7,38
120,0 - 120,3	0,0	33,0	53,8	13,2	0,034	2,25	5,37	1,82	0,80	2,96	17,27	8,22
125,5 - 125,7	0,0	1,4	62,1	31,5	0,009	2,24	6,69	2,16	-1,26	5,32	12,01	7,59
Ĩl												
28,3 - 28,4	0,0	5,9	31,0	63,1	0,002	-	7,90	1,86	-1,20	3,85	12,5	3,79
45,5 - 45,7	0,0	1,5	26,6	72,3	0,002	-	8,37	1,42	-1,92	9,03	1,5	4,41



Tab. 1. 1 - *Theodoxus vetranici* (Brusina), 194,4 - 194,5 m, zv. 10x, 2 - *Pyrgula* cf. *archimedis* Fuchs, 161,5 - 162,5 m, 3 - *Micromelania variabilis* Lörenthey, 162,5 - 163,5 m, 4 - *Valvata gradata* Fuchs, 161,5 - 162,5 m, 5 - *Congeria martonfii pseudoauricularis* Lörenthey, 194,1 - 194,4 m, 6 - *Congeria martonfii martonfii* Lörenthey, 194,1 - 194,4 m, 7 - *Congeria simulans* Brusina, 146,0 - 146,2 m.

ŤM a zvýšeným obsahom autigénneho pyritu, resp. markazitu (vzorka 29). Smerom do nadložia sa zrná prudko zjemňujú (J = 3,58) a prínos klastického materiálu zintenzívňuje (cca 4 % ŤM).

Charakter a typ panónskych sedimentov brakického vývoja poukazuje na plytkovodné sedimentačné prostredie. Hlavným typom hornín súvrstvia je piesok a prach s premenlivou ílovou prímesou. Priemerná veľkosť zŕn (Md) prevažnej väčšiny piesku je 0,08 až 0,6 mm (obr. 2), prachu 0,01 až 0,05 mm. Hodnota triedenia sedimentu (So) piesku je 1,2 - 1,9 a prachu väčšinou 2,9 - 4,4. V zmysle Kukala (1958, 1964) takéto zastúpenie zrnitostných frakcií, ako aj tvar zrnitostných kriviek zodpovedá sedimentom watov.

Waty (prílivové plošiny) sú prostredím, ktorého povrch prílivové a odlivové prúdy udržiavajú približne v úrovni výšky hladiny medzi prílivom a odlivom. Sedimentačné fácie watov zhruba zodpovedajú ich morfológii. Plošiny s úrovňou nehlboko pod hladinou vody za prílivu zvyčajne tvorí piesok, kým mierne priehlbiny sú vyplnené jemnejšími sedimentmi, tzv. šlikmi. Podľa Hansena (in Kukal, 1958) zodpovedajú prachu.

Materiál piesčitých watov pri vhodných podmienkach - vlnenie pozdĺž pobrežia, smer vetrov, obdobia, keď príliv dosahuje minimálnu výšku a časť sedimentov je unášaná pozdĺž pobrežia - nemusí obsahovať materiál z blízkych znosových oblastí (Kukal, 1958). Napr. piesok holandských watov pochádza z erodovaných pieskovcov pobrežia La Manche (Veen in Kukal, 1958). Aj to by mohlo vysvetľovať neprítomnosť niektorých asociácií ŤM z granitoidných hornín bratislavského masívu v sedimentoch.

Hrubozrnnými sedimentmi watov sú nahromadeniny naplavených schránok mäkkýšov, príp. ich úlomkov a polohy drobnozrnného štrku. Vo vrte Ma-1 dosahovali hrúbku až 1 m (obr. 2). Ich prítomnosť poukazuje na veľkú triediacu schopnosť vlnenia a prúdov plytkého mora na watoch.

Podľa Trusheima a Schäfera (in Kukal, 1958) takéto fenomény vznikajú pod vplyvom vlnenia a prílivových prúdov, ktoré materiál triedia a naplavujú na miesta, kde ich unášacia sila zaniká. Je to na okrajoch odtokových kanálov vznikajúcich pri odlive, ale aj v prudkých ohyboch pobrežia.

Zo sedimentárnych textúr najčastejšie sa vyskytujúcich vo watoch sa nám podarilo identifikovať tzv. výčasové zvrstvenie (137,0 - 151,5 m), tvoriace až 2 m hrubé polohy (pozri Kukal, 1964). Možnosť vzniku takéhoto zvrstvenia dokázal meraním rýchlosti prúdov pri prílive a odlive Luders (in Kukal, 1958).

Prílivový prúd má väčšiu rýchlosť a unášaciu silu, a preto usádza viac hruboklastického materiálu, ako dokáže odlivový prúd odplaviť. Po odlivovom prúde zostáva lamina najhrubšieho materiálu naneseného týmto prúdom. V závere odlivového prúdu na túto lamínu sedimentuje lamina jemnozrnnejšieho materiálu, ktorý bol v suspenzii. Tak vzniká dvojica lamín, ktorá sa za vhodných podmienok a pri pozvoľnom poklesávaní pobrežia, resp. stúpaní hladiny môže dlhodobo opakovať. Tak vzniká „výčasové zvrstvenie".

Pre sedimenty watov je typická prímes sulfidov a organickej hmoty (priemerný obsah $CaCO_3$ 9,56 %; Schwet in Kukal, 1958). Podľa Schweta (ibid.) obsah karbonátov závisí od zloženia sedimentov, pretože s rastúcim obsahom ílovej zložky pravidelne stúpa. Ten istý autor zistil takúto závislosť medzi salinitou vody a obsahom karbonátov: čím je vyššia salinita, tým vyšší je aj obsah karbonátov v sedimente. To dobre korešponduje s priemerným obsahom $CaCO_3$ (10,87 %) v brakických sedimentoch, ktoré sme študovali.

Štúdium ŤM nám potvrdilo prítomnosť autigénneho pyritu, resp. markazitu, ktorý podľa Diremanna (in Kukal, 1958) vzniká bakteriálnou premenou organických látok na sirovodík a jeho reakciou so železnatými soľami morskej vody.

Prímes pyritu, resp. markazitu potvrdila rtg analýza a DTA navyše aj prímes organickej hmoty.

V panóne bola časť územia Bratislavy oblasťou poklesávajúceho pobrežia, čo je pre vznik watových sedimentov charakteristické. Podľa uvedených faktov možno predpokladať, že v oblasti vrtu Ma-1 bolo v panóne obdobie, ktoré v plytkovodnom prostredí vytvorilo podmienky typické pre sedimentáciu watov.

Mäkkýše
(tab. 1 a 2)

Sedimenty tzv. brakického vývoja panónu obsahovali bohaté spoločenstvá mäkkýšov, ktoré nám (v zmysle Pappa, 1951, tab. 4) umožnili rozčleniť tieto sedimenty do zón panónu.

V bazálnej časti vrtu v intervale 194,1 - 195,5 m sa v sedimentoch zistili druhy (poddruhy) *Congeria martonfii martonfii* Lörenthey, *C. martonfii pseudoauricularis* Lörenthey, *Lymnocardium spinosum* Lörenthey, *L. promultistriatum* Jekelius, *Parvidacna tinnyana* (Lörenthey) a *P. turislavica* (Jekelius), ktoré nám umožňujú zaradiť sedimenty do zóny C panónu.

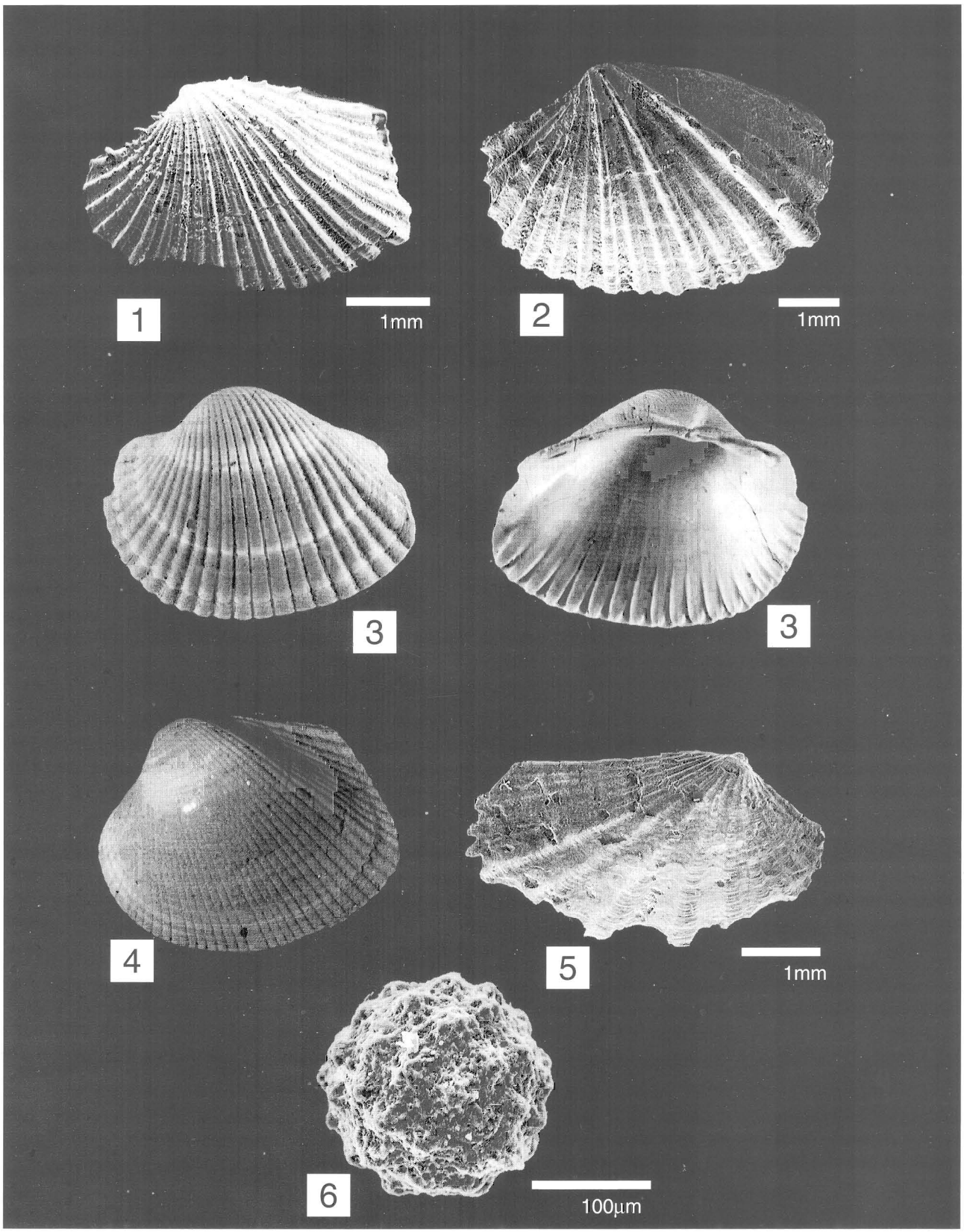
Okrem spomenutých stratigraficky významných druhov sa v sedimentoch zóny C panónu zistila i prítomnosť druhov *Theodoxus vetranici* Brusina, *Melanopsis tihanyensis* Wenz (Fordinál et al., 1993) a *Parvidacna petkovici* (Pavlovic) (Fordinál, 1993), ktoré z tejto zóny neboli doteraz známe.

Zatiaľ najstarší výskyt *Theodoxus vetranici* Brusina sa zaznamenal v Rakúsku, a to v zóne D panónu (Lueger, 1980). Ale najčastejšie sa vyskytuje v sedimentoch strednej a vrchnej časti vrchného panónu Maďarska, čo zodpovedá zóne G - H panónu vo viedenskej panve (Bartha in Bartha et al., 1971).

Melanopsis tihanyensis Wenz bol doteraz známy len zo sedimentov spodnej a strednej časti vrchného panónu Maďarska, čo odpovedá zóne F-H panónu vo viedenskej panve (l. c.).

Parvidacna petkovici (Pavlovic) bola opísaná zo zóny E panónu Srbska (Pavlovic, 1927) a doteraz najstarší výskyt tohto druhu sa zistil v zóne D panónu Rakúska (Lueger, 1980).

V hĺbke 163,8 - 194,1 m sa nenašli nijaké určiteľné zvyšky mäkkýšov.



Tab. 2. 1 - *Lymnocardium spinosum* Lörenthey, 194,1 - 194,4 m, 2 - *Caladacna ornata bisepta* (Papp), 155,5 - 155,6 m, 3 - *Lymnocardium conjungens* (Hoernes), 146,5 - 146,6 m, 4 - *Didacna deserta* (Stoliczka), 146,0 - 146,2 m, 5 - *Parvidacna petkovici* (Pavlovic), 161,5 - 162,5 m, 6 - radiolária ? *Praeconocaryomma* sp., 147,0 - 147,2 m.

Sedimenty z hĺbky 142,0 - 163,8 m sme na základe prítomnosti druhov *Melanopsis austriaca* Handmann, *M. pumila* Brusina, *Caladacna ornata ornata* (Pavlovic), *C. ornata bisepta* (Papp), *Lymnocardium conjungens* (Hoernes) a *Didacna deserta* (Stoliczka) zaradili do zóny D panónu. V sedimentoch, ktoré sme skúmali, sa prvýkrát v zóne D našiel druh *Parvidacna loerenthey* (Pavlovic) a *P. pannonica* (Lörenthey) (Fordinál, 1993).

Doteraz bola *Parvidacna loerenthey* (Pavlovic) známa len zo zóny E panónu Srbska a Rakúska a *P. pannonica* (Lörenthey) iba zo spodnej a strednej časti vrchného panónu Maďarska a zo zóny F panónu Rakúska (Sauerzopf, 1952).

Zónu D panónu vo vrte Ma-1 tvoria dve litofácie, piesčitá a pelitická, a na ne sa viažu aj odlišné spoločenstvá mäkkýšov (Fordinál et al., 1993).

Interval 142,0 - 148,4 m a 161,5 - 163,8 m tvorí piesčitá litofácia a charakterizuje ho hojný výskyt *Dreissena auricularis* (Fuchs) a nasledujúcimi zástupcami rodu *Melanopsis: M. austriaca* Handmann, *M. pygmaea pygmaea* M. Hoernes, *M. bouei affinis* Handmann, *M. bouei multicostata* Handmann a *M. lebedai* Lueger. Z bivalvií sú okrem *Dreissena auricularis* (Fuchs) pre túto litofáciu charakteristické *Congeria neumayri* Andrusov, *C. ramphophora* Brusina, *Lymnocardium conjungens* (Hoernes) a *Didacna deserta* (Stoliczka).

V intervale 151,0 - 160,0 m, ktorý tvorí prevažne pelitická litofácia, sa zistili chudobnejšie spoločenstvá mäkkýšov ako v piesčitej litofácii. Charakteristické pre ňu je výskyt bivalvií *Caladacna ornata bisepta* (Papp), *Pisidium sp., Lymnocardium sp.* a *Caspia sp.*

V hĺbke 141,0 - 142,0 m sa našli iba priebežné druhy. Podľa superpozície a neprítomnosti druhov typických pre zónu D panónu usudzujeme, že tento interval by mohol patriť už do zóny E panónu.

Na základe paleoekologických nárokov spoločenstiev mäkkýšov (Korpás a Hodi, 1981), ktoré sme zistili, možno konštatovať, že sa piesčité sedimenty z hĺbky 141,0 - 148,4 m a 161,5 - 163,8 m usádzali v plytkom (0 - 10 m) mezohalinnom až miohalinnom brakickom prostredí a pelitické sedimenty z hĺbky 151,0 - 160,0 m v trochu hlbšom prostredí.

Otolity

Vo vrte Ma-1 sa v hĺbke 141,0 - 188,3 m ojedinele vyskytujú otolity kostnatých rýb. Ide o zriedkavé nálezy obmedzené najmä na pelitickú fáciu. V piesčitej fácii sa našli len fragmenty otolitov. Zistili sa nasledujúce taxóny: *Sciaenidae indet*, fragment (141,0 - 141,6 m), *Atherina sp.*, fragment (146,0 - 146,2 m), *„Raniceps" pannonicus* Pana (153,0 - 153,5 m, 155,2 - 155,4 m, 155,5 - 155,6 m, 188,0 - 188,3 m), *„genus aff. Umbrina" kokeni* (Schubert) (160,4 - 160,8 m), *Sciaenidae indet a Perciformes indet*, fragmenty (161,5 - 162,5 m). V hĺbke 162,5 - 163,5 m sa našli aj izolované gombíkovité zuby pravdepodobne rýb čeľade *Sparidae*.

Otolity z panónskych sedimentov pre ich ojedinelé spracovanie jednoznačne nemožno ani na stratigrafické účely použiť.

Výskyt druhu *„Raniceps" pannonicus* Pana v štyroch úrovniach vrtu viac-menej poukazuje na relatívnu hojnosť otolitov v študovanom profile. Táto bohatosť zreteľne pripomína pomery v panve Beuis v Rumunsku, kde je *„R." pannonicus* Pana hojný v úrovni vrstiev s *Congeria hoernensis* a *C. partschi*, teda v úrovni zóny C - D panónu (Pana, 1982; Brzobohatý a Pana, 1985). Uvedené porovnanie je o to dôveryhodnejšie, že *„R." pannonicus* Pana chýba v spoločenstve otolitov zóny E panónu z ílovíska v Pezinku, ako aj v relatívne bohatých spoločenstvách otolitov revidovaných lokalít zóny F panónu rakúskej časti viedenskej panvy (Brzobohatý, 1992; Rögl et al., 1993).

Systematické zaradenie naposledy spomenutého druhu do rodu *Raniceps* (Pana, 1982) bude treba revidovať, ale zaradenie do podčeľade *Lotinae* je zrejme oprávnené. Až väčšie množstvo dospelých exemplárov a podrobné porovnanie s recentným materiálom môže rozhodnúť, či ide o endemický druh doteraz neznámeho rodu. Nevyhnutnosť revidovať otolity treskovitých rýb z panónskych sedimentov potvrdzujú aj ďalšie údaje. Weinfurter (1954) uvádza z Vösendorfu druh *Ot. (Gadidarum) ponticum* Weinf., ktorého validita nie je jednoznačná, a opisuje aj otolit *Gadidae gen. et spec. indet*, podobný recentným zástupcom rodu *Lota*.

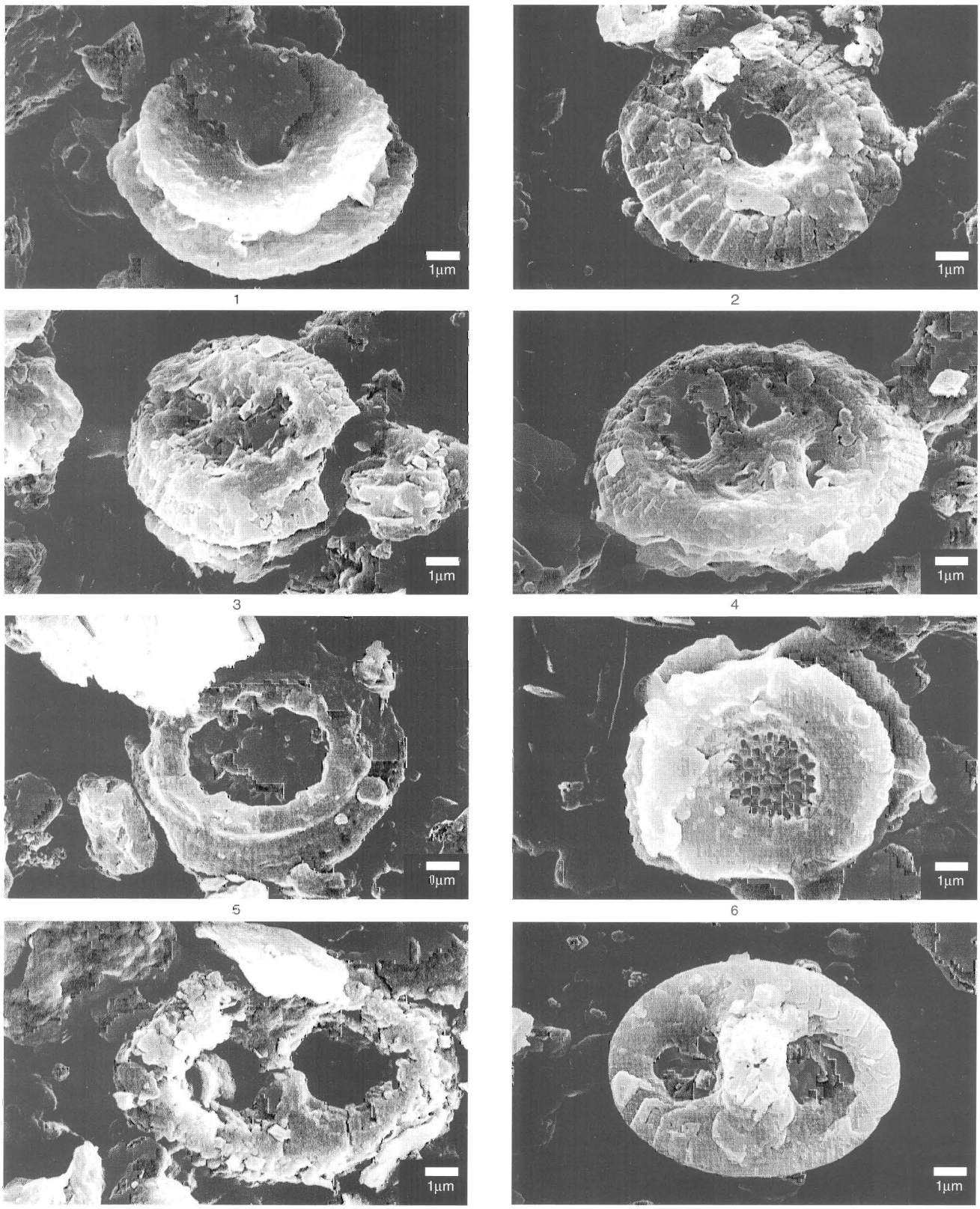
Všeobecne možno konštatovať, že asociácia otolitov z panónskych sedimentov vrtu Ma-1 patrí do skupiny primárne morských rýb, ktoré často vytvárajú vikarujúce brakické alebo až sladkovodné taxóny (*Atherinidae, Lotinae, Sciaenidae* - „transfuges", Gaudant, 1982). Sú charakteristické pre endemickú faunu vysladzovaných a izolovaných panví. Zloženie spoločenstiev týchto rýb a prípadná dominancia jednotlivých taxónov v priestore čiastkových panónskych panví vertikálne aj horizontálne kolíše (Brzobohatý a Pana, 1985). Ale moderná syntéza panónskej rybej fauny chýba.

Spoločenstvá tohto typu sa na presnejšiu rekonštrukciu salinity prostredia dajú použiť iba veľmi ťažko. Neprítomnosť primárne sladkovodných skupín rýb v študovaných sedimentoch svedčí o prostredí s vyššou salinitou, ako je oligohalinná brakická (0,5 - 3,0 ‰) ktorá mohla i kolísať.

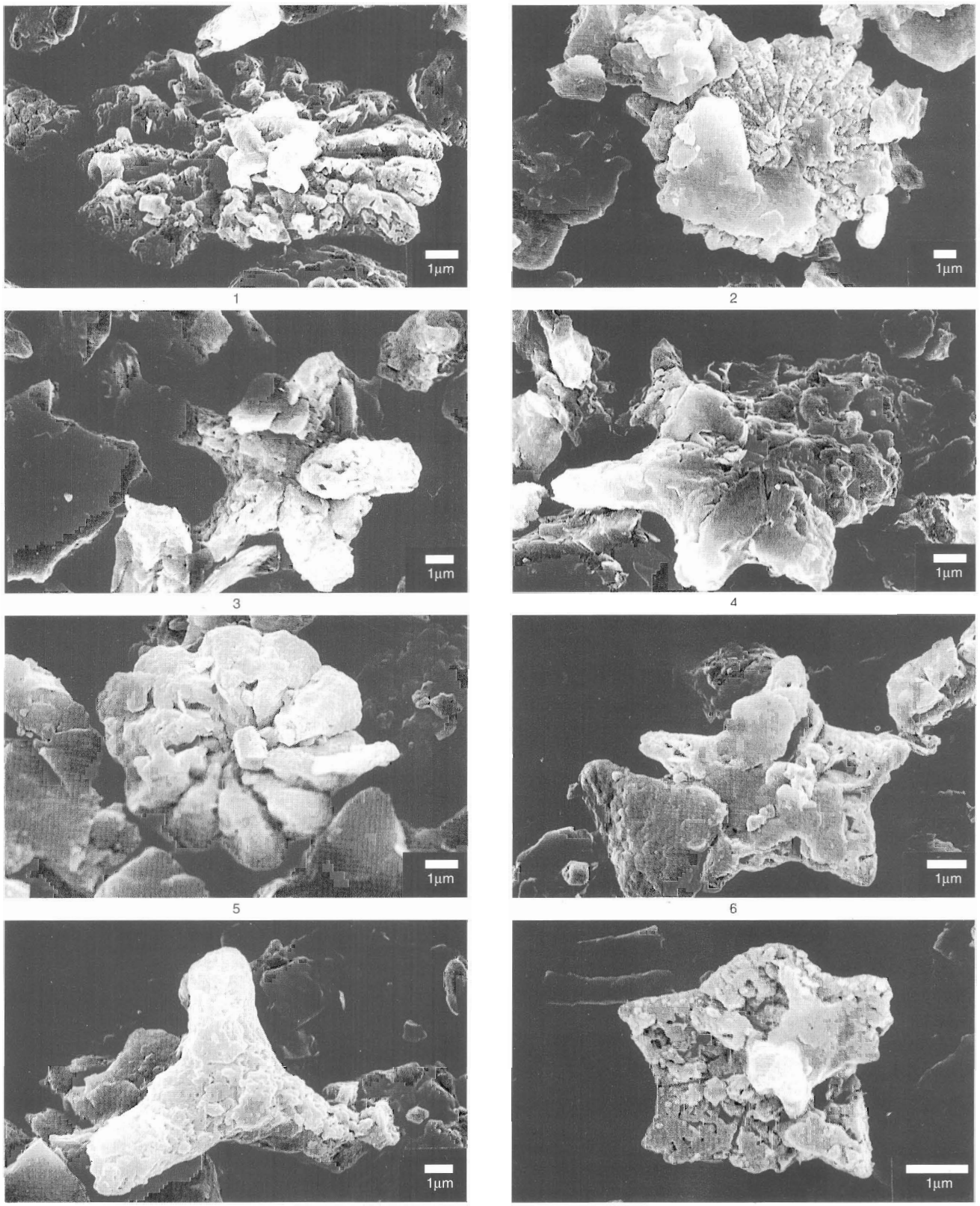
Určitým prekvapením je neprítomnosť otolitov čeľade *Gobiidae*, ktoré bývajú bežnou súčasťou panónskej rybej fauny (niekedy sú dokonca dominantné) aj v širšom okolí Bratislavy. Dôvody treba hľadať mimo litofaciálnej či biofaciálnej charakteristiky.

Vápnitý nanoplanktón
(tab. 3 - 6)

V sedimentoch vrtu Ma-1 sa v hĺbke 166,0 - 193,0 m zistil vápnitý nanoplanktón (Tab. 5). Prevažnú časť tvorili redeponované druhy z kriedy až z oligocénu, ktoré sem v panóne zaniesol (Pra?) Dunaj z flyšových sedimentov Viedenského lesa (Fordinál et al., 1993). Panónsky vek sa určil podľa prítomnosti druhov *Coccolithus ex. gr. pelagicus* (Wallich) Schiller, *Thoracosphaera deflandrei* Kamptner, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) a zástupcov rodu *Noelarhabdus* (*N. bozinovicae* Jerkovic, *N. jerkovici* Bóna et Gál, *N. aff. jerkovici* Bóna et Gál). V Západných



Tab. 3. 1 - *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, vz. R. 206/90, 178,8 m, 2 - *Ericsonia formosa* (Kamptner) Haq, vz. R 206/90, 178,8 m, 3 - *Chiasmolithus cf. californicus* (Sullivan) Hay et Mohler, vz. R 209/90, 193,5 m, 4 - *Chiasmolithus solitus* (Bramlette et Sullivan) Locker, vz. R 209/90, 193,5 m, 5 - *Reticulofenestra lockeri* Müller, vz. R 206/90, 178,8 m, 6 - *Cribrocentrum reticulatum* (Gartner et Smith) P. - Nielsen, vz. 207/90, 182,7 m, 7 - *Lophodolithus* sp., vz. R 204/90, 166,0 m, 8 - *Zygodiscus sigmoides* Bramlette et Sullivan, vz. R 209/90, 193,5 m.



Tab. 4. 1 - *Discoaster barbadiensis* Tan, vz. R 207/90, 182,7 m, 2 - *Discoaster multiradiatus* Bramlette et Riedel, vz. R 204/90, 166,0 m, 3 - *Discoaster tani* Bramlette et Riedel, vz. R 205/90, 168,0 m, 4 - *Discoaster lodoensis* Bramlette et Riedel, vz. R 207/90, 182,7 m, 5 - *Discoaster mohliery* Bukry et Percival, vz. R 204/90, 166,0 m, 6 - *Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel, vz. R 209/90, 193,5 m, 7 - *Tribrachiatus orthostylus* Shamrai, vz. R 205/90, 168,0 m, 8 - *Braarudosphaera africana* Stradner, vz. R 207/90, 182,7 m.

Tab. 2
Zastúpenie ťažkých minerálov (v obj. %) vo vrte Ma-1 v zrnitostnej triede 0,25 - 0,10 mm (prvý riadok) a 0,10 - 0,05 mm (druhý riadok)
Content of heavy minerals (vol %) in 0,25 - 0,10 mm fraction (1. line) and in 0,10 - 0,05 mm fraction (2. line)

Č. vzorky	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Muskovit	29,6	9,6	9,3	4,0	11,9	19,9	24,2	22,6	25,5	18,0	18,7
	10,9	16,3	38,4	3,2	14,6	28,3	12,2	22,8	16,9	17,8	19,9
Chlorit	40,1	12,3	3,1	13,7	5,1	66,4	30,3	16,8	18,6	12,0	13,4
	17,2	10,8	4,0	7,6	6,6	35,0	23,0	21,6	12,5	13,9	9,9
Biotit	Ch	6,3	Ch	4,7	3,9	Ch	15,0	13,3	31,0	16,1	30,7
	Ch	4,2	Ch	0,5	0,5	Ch	7,1	6,0	12,5	5,8	12,6
Granát	3,6	31,8	0,6	36,5	2,1	-	+	8,0	1,0	13,8	7,1
	11,7	9,6	0,2	35,8	2,1	-	2,9	3,6	1,3	10,6	9,4
Staurolit	2,7	6,0	-	5,3	0,2	-	0,4	5,8	+	21,0	5,8
	5,1	3,3	-	5,4	1,4	-	2,7	4,0	4,4	13,9	9,4
Sillimanit	0,7	1,0	-	0,5	-	-	+	-	-	-	-
	-	-	-	0,2	-	-	+	-	-	-	-
Epidot	10,3	10,8	1,5	19,3	0,4	+	1,9	2,3	6,2	6,5	2,9
	19,1	5,6	0,8	11,3	1,4	4,6	17,1	0,8	5,6	7,7	13,6
Amfibol	-	1,2	+	0,5	-	-	+	-	-	0,5	-
	-	1,5	+	1,4	-	-	1,3	-	-	-	-
Ilmenit	6,1	12,0	+	11,2	+	+	2,1	3,3	+	-	+
	30,5	18,3	2,6	29,6	3,8	23,7	22,6	10,4	27,5	19,7	13,1
Rutil	0,2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,4	-	-	0,5	0,2	-	+	0,4	3,8	0,5	0,5
Turmalín	0,9	4,6	0,3	2,3	0,2	+	0,2	1,0	-	0,5	0,7
	2,5	2,3	0,3	2,5	0,2	1,4	7,3	-	-	1,4	2,1
Zirkón	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	+	+	-	0,2	-	-	+	-	0,6	1,0	-
Apatit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	+	-	0,3	-	-	-	-	4,4	-	-
Pyrit	-	1,9	60,3	0,2	74,1	+	-	8,8	+	4,6	0,5
	-	27,1	45,5	0,8	67,7	1,4	-	3,2	-	1,9	3,1
Limonit	2,3	0,5	24,9	-	1,6	-	-	4,0	17,8	0,5	1,9
	0,4	0,6	7,7	-	-0,5	-	-	4,0	10,6	0,5	2,1
Leukoxén	3,4	1,9	+	1,9	0,4	13,7	25,9	14,1	+	6,5	18,2
	2,1	0,4	0,3	0,7	1,0	5,7	3,8	23,2	-	5,3	4,2
H	0,69	3,56	9,83	3,37	9,26	3,50	1,72	2,84	0,68	1,21	1,11
	1,03	3,17	0,80	7,97	1,06	0,89	6,15	0,15	0,30	0,20	0,10

H - podiel ťažkých minerálov v hornine; H - heavy mineral content in the rock

Karpatoch ide o prvý nález endemickej nanoflóry v panóne z panvových sedimentov. Rod *Noelarhabdus* je doteraz známy zo Srbska (Jerkovic, 1970), Maďarska (Bóna et Gál, 1985) a Rumunska (Marunteanu, ústna informácia). Predpokladáme, že sa výskyt tohto rodu viazal na plytkovodné prostredie s výrazne nižšou salinitou vody.

Iné fosílne zvyšky

V piesku v hĺbke 147,0 - 147,2 m sa našiel redeponovaný zástupca rádiolárií *?Praeconocaryomma sp.* (určila Ondrejičková).

Sladkovodný vývoj panónu

Litológia

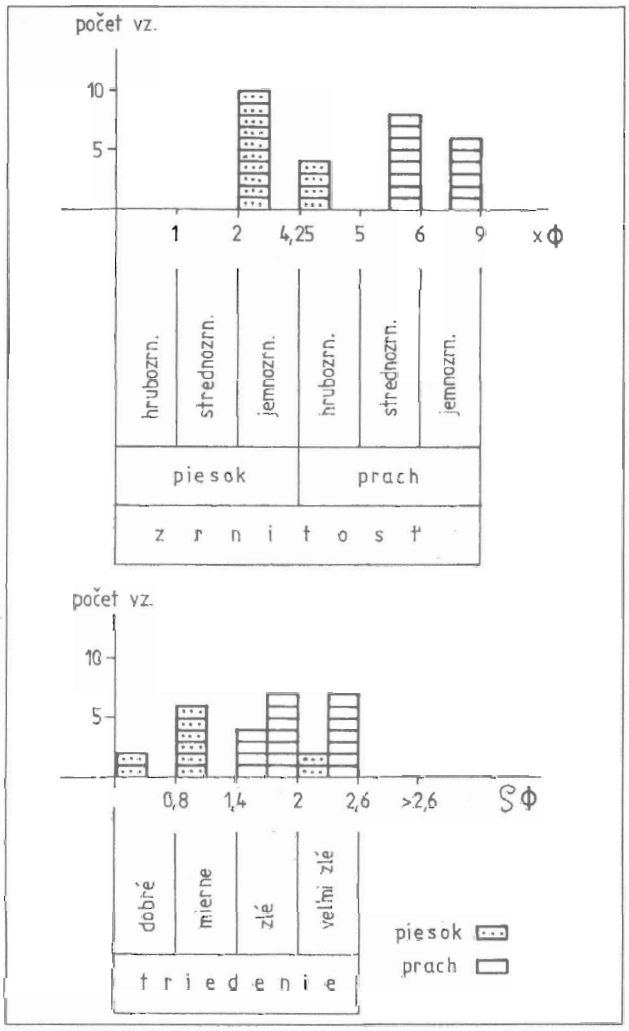
Panónske sedimenty sladkovodného vývoja boli vo vrte Ma-1 identifikované v hĺbke 15,0 - 137,0 m. Tvorí ich sľudnatý piesok, prach a íl. Prevláda sivá a sivozelená farba sedimentov. V pelitoch vrchnej časti vrtu sú aj polohy hrdzavoškvrnitého a bledošmuhovaného ílu. Časté sú aj vložky so zuhoľnatenou rastlinnou sečkou a uhoľný íl s lignitovými polohami, hrubými maximálne 5 cm.

V pelitických sedimentoch sa vyskytujú aj polohy obsahujúce drobné (do priemeru 1 cm) sivé vápnité konkrécie. Ich prítomnosť zvýšila obsah $CaCO_3$ (tab. 1b).

Tab. 3
Pomer podielu ťažkých minerálov jemnejšej a hrubšej zrnitostnej triedy
Ratio of heavy mineral content of the finer and coarser fraction

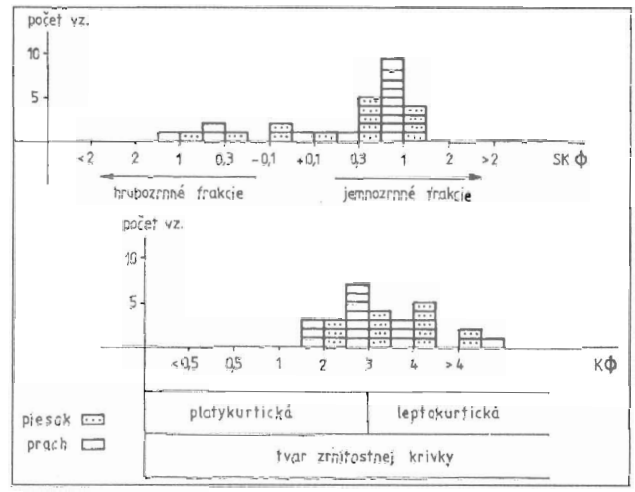
Č. v.	Hĺbka (m)	J	HP	Cyklus	Pozn.
22	66,4 - 66,6	1,50	0,86	D	
23	75,0 - 75,2	0,89	3,37	D	
24	87,4 - 87,6	0,08	5,32	D	+Py, -Gar, -St
25	97,5 - 97,7	2,36	5,67	C	
26	123,7 - 123,9	0,11	5,16	C	+Py
27	136,1 - 136,3	0,25	2,18	C	-Gar, -St
28	145,0 - 145,2	3,58	3,94	B	
29	155,8 - 156,0	0,05	1,50	B	
30	172,1 - 172,3	0,44	0,49	A	
31	179,0 - 179,2	0,17	0,71	A	
32	191,2 - 191,4	0,09	0,61	A	

$J = H_{(0,10 - 0,05)}/H_{(0,25 - 0,10)}$, priemerný podiel ťažkých minerálov v hornine, $HP = (H_{(0,25 - 0,10)} + H_{(0,10 - 0,05)}/2)$. Sedimentačný cyklus a objavenie sa (+), resp. vymiznutie (-) pyritu (Py), granátu (Gar) a staurolitu (St) vo vrte Ma-1



Obr. 6. Hodnotenie zrnitosti a triedenia piesku a prachu sladkovodného vývoja panónu.

Fig. 6. Values of the grain-size fraction content and the shape of the cumulative curve of the Pannonian sands and silts in fresh-water development.



Obr. 7. Hodnoty zastúpenia zrnitostných frakcií a tvar zrnitostnej krivky piesku a prachu sladkovodného vývoja panónu.

Fig. 7. Values of the grain-size fractions content and the shape of the cumulative curve of the Pannonian sands and silts in fresh-water development.

Výrazné štrkové polohy sme neidentifikovali. V troch vzorkách bola len štrková prímes.

V spodnej časti uvedeného intervalu má dominantné postavenie piesok. Z neho sa urobilo 14 analýz (tab. 1b). Prevládajúcou zložkou je piesčitá frakcia (priemerný obsah 68,62 %). Priemerný obsah prachovej frakcie je 20,37 % a ílovej 4,42 %.

V štyroch vzorkách je obsah prachovej prímesi viac ako 25 %, čo má vplyv na hodnotu XΦ. Kým ostatné vzorky sa kvalifikujú ako jemnozrnný piesok, uvedené štyri vzorky majú hodnoty XΦ zodpovedajúce hrubozrnnému prachu (obr. 6). Triedenie je mierne až zlé ($\sigma\Phi$ = 1,33). Prevláda pozitívna symetria zrnitostnej krivky, t. j. piesok má rozptyl zŕn vo frakciách jemnejších, ako je stredný moment zrnitosti. Väčšina vzoriek má leptokurtický tvar krivky (obr. 7).

Obsah $MgCO_3$ je vyrovnaný (6,02 %). Obsah $CaCO_3$ je najvyšší v strednej a vrchnej časti študovaného súvrstvia. Priemerný obsah je 11,26 %. Piesok je teda slabovápnitý. Najhojnejším karbonátom je kalcit, ktorý podľa hodnôt DTA dosahuje 10 %, vo vrchnej časti piesčitej polohy dokonca 45 %.

Z prachu sa analyzovalo 13 vzoriek. Priemerný obsah prachovej frakcie je 58,87 %. Obsah prímesí je veľmi premenlivý (tab. 1b), ale ílová (25,88 %) v priemere prevláda nad piesčitou (17,32 %). Prach je strednozrnný až jemnozrnný a zle až veľmi zle vytriedený (obr. 6). Väčšina zrnitostných kriviek má pozitívnu symetriu a platykurtický tvar (obr. 7). Obsah $CaCO_3$ a $MgCO_3$ je značne premenlivý a v priemere dosahuje 11,2 a 7,73 %. Súčet hodnôt obsahu dovoľuje hodnotiť prach ako slabokarbonatický.

Vzorky z vrchnej časti vrtu (VD-2) sa nezachovali, a tak sa ŤM zhodnotili len z intervalu 60,0 - 137,0 m (12 vzoriek). Charakter minerálnych asociácií je skoro rovnaký ako v sedimentoch brakického vývoja panónu. Najhojnejšia je asociácia staurolitovo-sillimanitovej metamorfnej zóny kryštalinika Malých Karpát. Vo vzorke 24 a 27 táto asociácia chýba, čo pravdepodobne indikuje znos z menej metamorfných hornín fylitového charakteru.

V sledovanom profile sa štúdiom ŤM podarilo vyčleniť dva sedimentárne cykly (C a D; tab. 3).

Cyklus C zahŕňa vzorku 25 až 27 (hĺbka 97,5 - 136,3 m). Začína sa nástupom hrubozrnnejších (I = 0,25) ŤM s náhlym vymiznutím granátu a staurolitu, ktoré sú bežné v sedimentoch brakického vývoja panónu. Súčasne sa zvýšil podiel chloritu, muskovitu a ilmenitu (vo frakcii 0,10 - 0,05 mm).

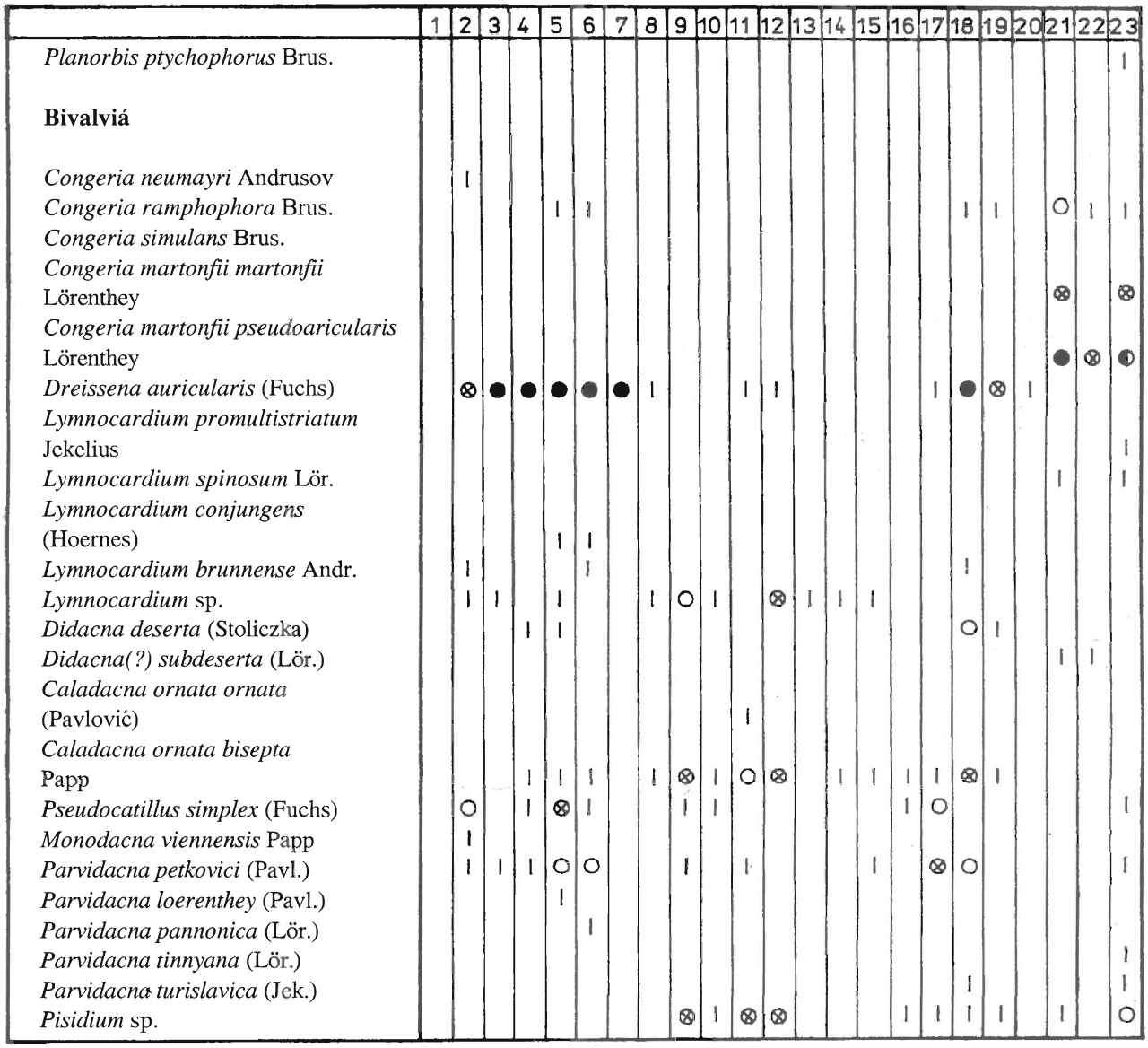
Nadložná vzorka č. 26 sa vyznačuje zvýšeným obsahom autigénneho pyritu (markazitu), čo poukazuje na redukčné prostredie. Vzorka č. 25 dokumentuje návrat k oxidačnému režimu so zvýšeným prínosom jemnej klastogénnej zložky (5,67 % ŤM, I = 2,36).

Cyklus D zahŕňa vzorku 22 až 24 (hĺbka 60,0 - 95,0 m).

Tab. 4
Kvantitatívne zastúpenie jednotlivých druhov mäkkýšov (gastropód a bivalvií) vo vrte Ma-1.
Quantitative content of the mollusc (gastropods and bivalves) in the well Ma-1

Druhy \ Hĺbka	126,3 – 126,4	141,0 – 141,6	141,6 – 142,0	146,0 – 146,2	146,5 – 146,6	147,0 – 147,2	148,0 – 148,4	151,0 – 151,1	153,0 – 153,5	153,7 – 153,8	155,2 – 155,4	155,5 – 156,0	157,8 – 157,9	158,7 – 158,8	159,5 – 159,8	159,8 – 160,0	160,4 – 160,8	161,5 – 162,5	162,5 – 163,5	163,5 – 163,8	191,1 – 194,4	194,4 – 194,5	195,0 – 195,5
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Gastropóda																							
Theodoxus soceni Jek.																							
Theodoxus vetranici Brus.																							
Theodoxus leobersdorfensis dacicus Jek.																							
Theodoxus zlatarici Brus.																							
Theodoxus tortuosus Jek.																							
Theodoxus brenneri (Handm.)																							
Theodoxus mariae (Handm.)																							
Theodoxus carasiensis Jek.																							
Theodoxus sp.																							
Valvata gradata Fuchs																							
Valvata minima Fuchs																							
Orygoceras sp.																							
Pyrgula angulata Fuchs																							
Pyrgula cf. *archimedis* Fuchs																							
Bithynia sp. (operculum)																							
Micromelania variabilis Lör.																							
Micromelania fuchsiana Brus.																							
Caspia dybowskii Brus.																							
Caspia vujici Brus.																							
Caspia latior (Sandb.)																							
Caspia sp.																							
Melanopsis fossilis constricta Handm.																							
Melanopsis vindobonensis Fuchs																							
Melanopsis pumila Brus.																							
Melanopsis bouei affinis Handm.																							
Melanopsis bouei multicostata Handm.																							
Melanopsis lebedai Lueger																							
Melanopsis pygmaea pygmaea M. Hoernes																							
Melanopsis pygmaea mucronata Handm.																							
Melanopsis tihanyensis Wenz																							
Melanopsis carasiensis Jek.																							
Melanopsis austriaca Handm.																							
Melanopsis sp.																							
Melanoptychia brusingi Jek.																							
Gyraulus micromphalus (Fuchs)																							

Pokračovanie tab. 4. - Continuation of tab. 4.



1 - 1 - 5 ks, 2 - 6 - 10 ks, 3 - 11 - 30 ks, 4 - 31 - 50 ks, 5 - 51 a viac.

Začína sa opäť prudkou kvantitatívnou a kvalitatívnou zmenou oproti predchádzajúcemu cyklu. Nastúpilo anoxické prostredie s pyritom (markazitom), opäť bez granátu a staurolitu (vz. č. 24). Vo vzorke č. 23 a 22 sa znova objavujú vysokometamorfované minerály (granát, staurolit, sillimanit), zrno sa postupne zjemňuje a prínos klastického materiálu klesá. Nie je vylúčené, že vzorka č. 24 predstavuje začiatok samostatného cyklu pokračujúceho do nadložia.

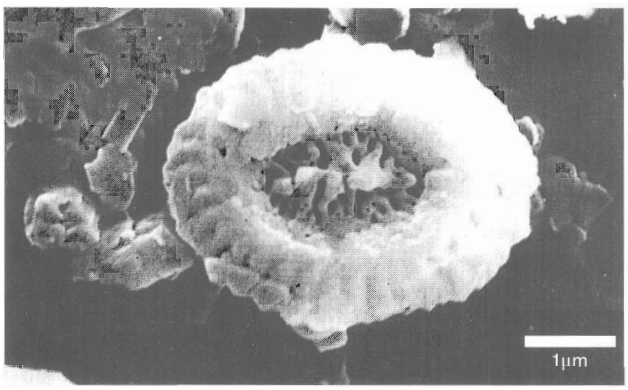
Podľa litofaciálnej náplne, zrnitostných charakteristík, ako aj celkovej stavby súvrstvia možno konštatovať, že sedimenty sladkovodného vývoja panónu vznikli v jazernom prostredí, ktoré neskôr vystriedali močiare.

Piesčité sedimenty v spodnej časti uvedeného súvrstvia pravdepodobne vznikli na pobreží väčšieho vysladzujúceho sa jazera, zrejme so značným prínosom materiálu zo vzdialenejších častí pobrežia.

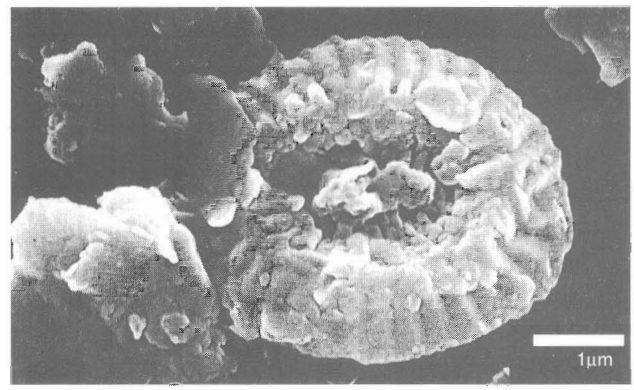
Sedimenty strednej a vrchnej časti sladkovodného vývoja vznikli najpravdepodobnejšie v močiarnom prostredí.

Mäkkýše

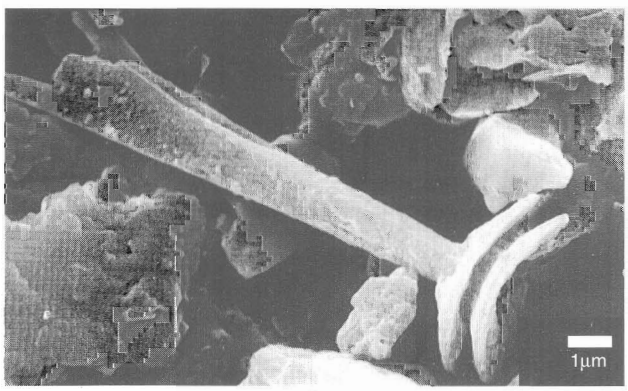
Sedimenty sladkovodného vývoja panónu obsahovali zriedkavú faunu mäkkýšov. V hĺbke 36,5 - 36,6 m sa našli viečka gastropód rodu *Bithynia*, *Planorbis* sp. a v 126,3 - 126,4 m viečka gastropód rodu *Bithynia*, *?Viviparus* sp., úlomky schránok rodu Unio a oogónia characei.



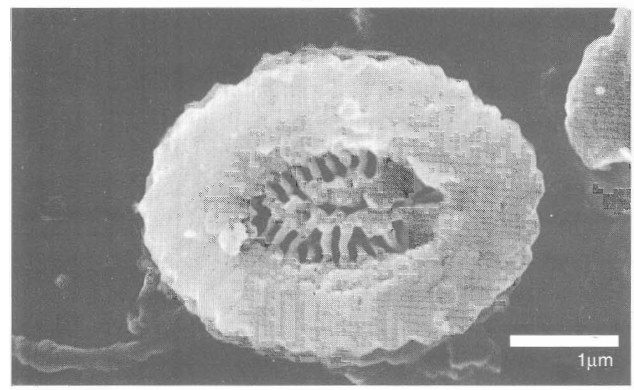
1



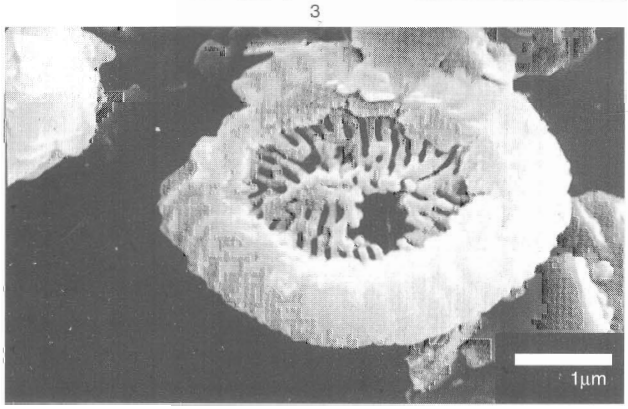
2



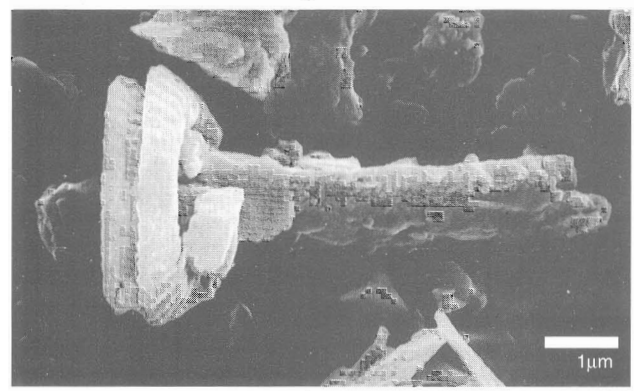
3



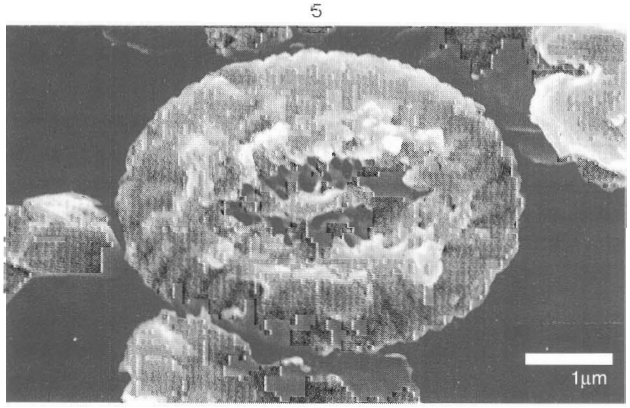
4



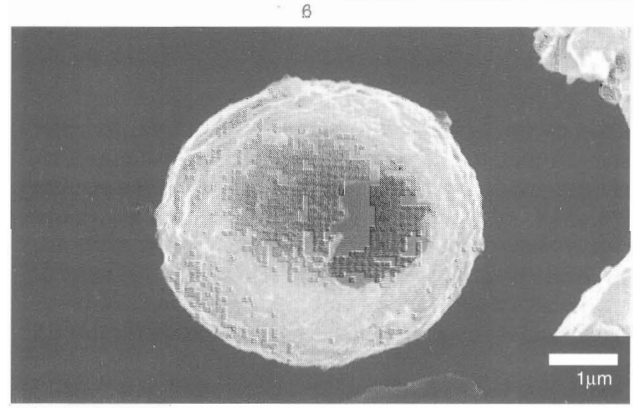
5



6

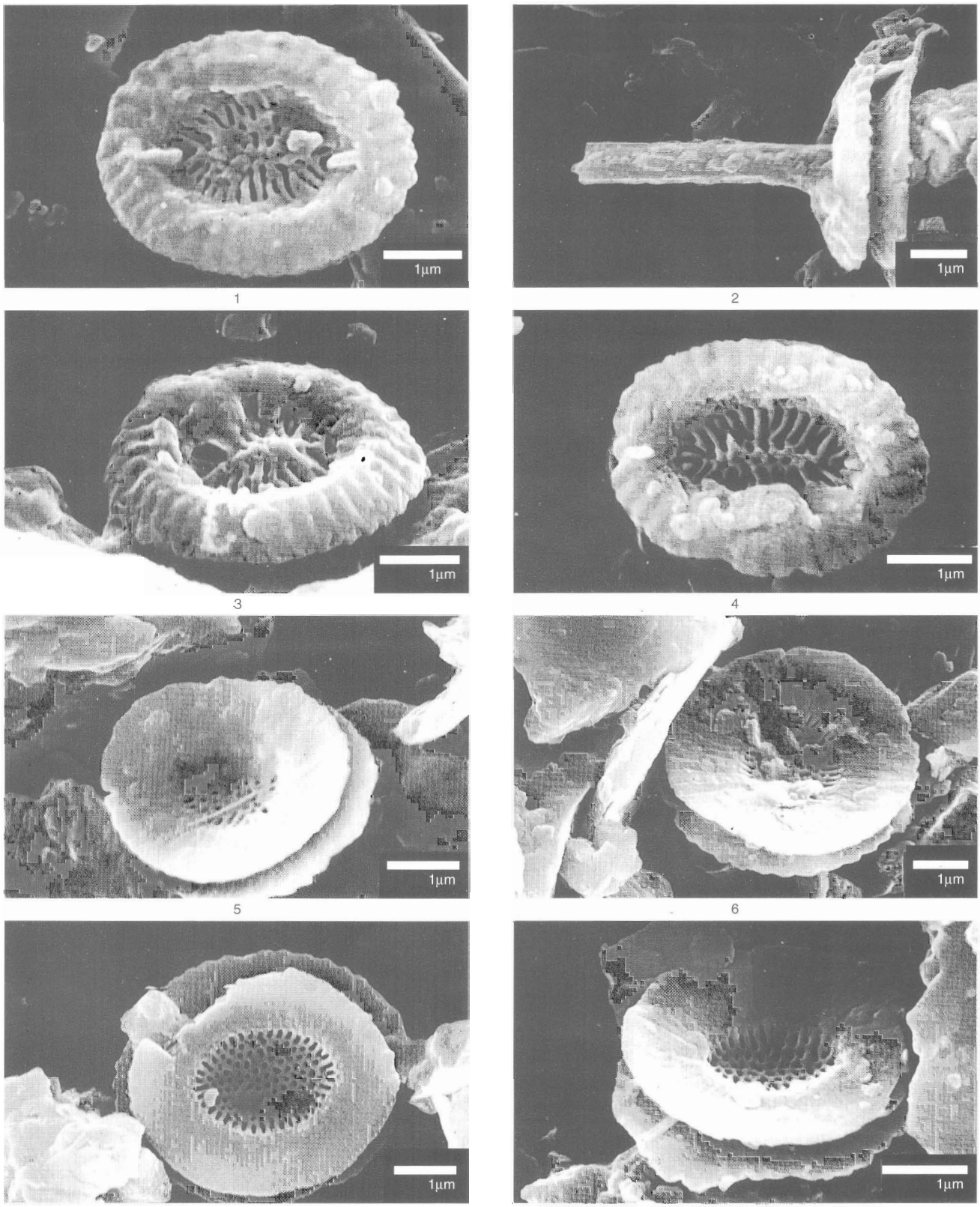


7



8

Tab. 5. 1 - *Noelaerhabdus jerkovici* Bóna et Gál, vz. R 209/90, 193,5 m, 2 - *Noelaerhabdus jerkovici* Bóna et Gál, vz. R 207/90, 182,7 m, 3 - *Noelaerhabdus jerkovici* Bóna et Gál, vz. R 206/90, 178,8 m, 4 - *Noelaerhabdus jerkovici* Bóna et Gál, vz. R 206/90, 178,8 m, 5 - *Noelaerhabdus* aff. *jerkovici* Bóna et Gál, vz. R 204/90, 166,0 m, 6 - *Noelaerhabdus* aff. *jerkovici* Bóna et Gál, vz. R 209/90, 193,5 m, 7 - *Noelaerhabdus jerkovici* Bóna et Gál, vz. R 204/90, 166,0 m, 8 - *Thoracosphaera deflandrei* Kamptner, vz. R 207/90, 182,7 m.



Tab. 6. 1 - *Noelaerhabdus bozinovicae* Jerkovic, vz. R 206/90, 178,8 m, 2 - *Noelaerhabdus bozinovicae* Jerkovic, vz. R 209/90, 193,5 m, 3 - *Noelaerhabdus bozinovicae* Jerkovic, vz. R 207/90, 182,7 m, 4 - *Noelaerhabdus bozinovicae* Jerkovic, vz. R 206/90, 178,8 m, 5 - *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Gartner) Gart., vz. R 204/90, 166,0 m, 6 - *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Gartner) Gart., vz. R 209/90, 193,5 m, 7 - *Reticulofenestra* sp., vz. R 205/90, 168,0 m, 8 - *Reticulofenestra* sp., vz. R 207/90, 182,7 m.

Tab. 5. Výskyt vápnitého nanoplanktónu vo vrte Ma-1
Tab. 5. Occurrence of the calcareous Nanoplankton in the well Ma-1

Druhy	Hĺbka					
	166,00 m	168,00 m	178,80 m	182,70 m	192,00 m	193,50 m
Braarudosphaera africana Stradner			+			
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	+	+	+	+	+	+
Coccolithus eopelagicus (Bramlette et Riedel) Bramlette et Sullivan	+		+		+	+
Cyclicargolithus floridanus (Roth et Hay) Bukry	+	+	+	+	+	+
Cyclicargolithus abisectus (Müller) Wise			+	+	cf.	
cf. Calcidiscus sp.	+					
Cribrocentrum coenurum (Reinhardt) P.-Nielsen			+	+	+	
Cribrocentrum reticulatum (Gartner et Smith) P.-Nielsen	+		+	+		+
Coronocyclus nitescens (Kamptner) Bramlette et Wilcoxon						+
Chiasmolithus solitus (Bramlette et Sullivan) Locker						+
Chiasmolithus californicus (Sullivan) Hay et Mohler						+
Chiasmolithus sp.	+					
Chiasmolithus grandis (Bramlette et Riedel) Radomski				+		
Dictyococcites bisectus (Hay, Mohler et Wade) Bukry et Percival	+	cf.	+	+		+
Dictyococcites callidus Perch-Nielsen			cf.			
Discoaster mohleri Bukry et Percival	+					
Discoaster binodosus Martini				+		
Discoaster multiradiatus Bramlette et Riedel	+					
Discoaster salisburgensis Stradner	+					
Discoaster lodoensis Bramlette et Riedel				+		
Discoaster saipanensis Bramlette et Riedel				+		
Discoaster tani Bramlette et Riedel		+				
Discoaster tani nodifer Bramlette et Riedel		+				
Discoaster barbadiensis Tan	cf.		+	+		
Discoaster elegans Bramlette et Sullivan		cf.				
Discoaster sp.		+				+
Ellipsolithus sp.				+		
Ericsonia formosa (Kamptner) Haq	+	+	+	+	+	+
Ericsonia subpertusa Hay et Mohler	+					
Ericsonia ovalis Black	+					
Fasciculithus sp.						+
Helicosphaera seminulum Bramlette et Sullivan			cf.			
Helicosphaera sp.	+					
Lophodolithus nascens Bramlette et Sullivan			cf.			
Lophodolithus sp.	+					
Marthasterites furcatus (Deflandre) Deflandre						+
Noelaerhabdus bozinovicae Jerkovič	+	+	+	+		+
Noelaerhabdus jerkovici Bóna et Gál	+	+	+	+		+
Noelaerhabdus aff. jerkovici Bóna et Gál	+					+
Pontosphaera multipora (Kamptner) Roth	+		+			
Pontosphaera sp.	+		+			+
Pontosphaera enormis (Locker) P.-Nielsen			+			
Pontosphaera latelliptica (B.-Beke et Baldi) P.-Nielsen	+					+
Reticulofenestra umbilicus (Levin) Martini et Ritzkowski	+		+		+	+
Reticulofenestra dictyoda (Deflandre) Stradner	cf.	+	+	+	+	+
Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner) Gart.	+	+				cf.
Reticulofenestra lockeri Müller			+	+		
Reticulofenestra sp.	+	+	+	+	+	
Reticulofenestra minuta Roth	cf.					
Reticulofenestra ornata Müller						cf.
Sphenolithus pseudoradians Bramlette et Wilcoxon				+		
Sphenolithus furcatolithoides Locker						+
Sphenolithus moriformis (Bröunmann et Stradner) Bramlette et Wilcoxon						+
Thoracosphaera sp.			+	+		
Thoracosphaera deflandrei Kamptner				+		
Tribrachiatus orthostylus Shamrai		+				
Zygodiscus sigmoides Bramlette et Sullivan	+					+
Zygodiscuas plectopons Bramlette et Sullivan	+					
Watznaueria barnesae (Black) P.-Nielsen	+	+	+			+
Micula sp.			+			
Podorhabdus sp.	+		+			
Prediscoasphaera grandis P.-is P.-Nielsen						+
Eiffellithus turriseiffelii (Deflandre) Reinhardt						+
Cribrosphaerella ehrenbergii (Arkhangelsky) Deflandre				+		
Neochiastozygus sp.			+			

Záver

Štúdiom sedimentov vrtu Ma-1 a fosílnych zvyškov v nich sa zistili nasledujúce fakty:

Sedimenty vrtu Ma-1 nachádzajúce sa v nadloží granitoidov bratislavského masívu na základe fauny mäkkýšov a litológie hornín patria do zóny C - H? panónu (Papp, 1951; Rögl et al., 1993).

Podľa charakteru fauny mäkkýšov vyčleňujeme v panóne dva vývoje, tzv. brakický, zahŕňajúci sedimenty zóny C - E panónu, a sladkovodný, ktorého sedimenty patria do zóny F - H? panónu.

Brakický vývoj panónu rozdeľujeme podľa stratigrafického rozšírenia druhov mäkkýšov (gastropód a bivalvií).

Sladkovodný vývoj panónu sme zaradili na základe:

1. Výskytu sporomorf teplomilného druhu *Tricolporopollenites microhenrici* (R. Pot) W. Kr. v sedimentoch z hĺbky 43,0 - 43,3 m, ktorého stratigrafické rozšírenie je panón - sp. pont (Mataniová in Fordinál, Mataniová a Tuba, 1990);

2. korelácie s litologickými a stratigrafickými pomermi v iných vrtoch z centrálnej časti Bratislavy (Fordinál a Tuba, 1992), v ktorých sú v nadloží piesku brakického vývoja panónu pelity s vložkami piesku a lignitov zaradené podľa fauny (Congeria zahalkai Spalek, C. neumayri Andrusov) do zóny F panónu[1];

3. superpozície a litologického charakteru hornín.

V terminálnej časti vrchnomiocénnych sedimentov sa vyskytuje hrdzavoškvrnitý íl, o ktorom predpokladáme, že patrí do tzv. pestrej série, stratigraficky zaraďovanej do zóny H panónu.

Litofaciálna analýza poukázala na to, že panónske sedimenty zóny C - E vznikli v plytkovodnom brakickom prostredí svahov a sedimenty zóny F - H? v sladkovodnom jazernom až močiarnom prostredí.

Z kvalitatívneho hodnotenia ŤM vyplýva, že znosovú oblasť panónskych sedimentov vrtu Ma-1 treba hľadať v jeho bezprostrednom okolí, v kryštalických bridliciach metamorfného plášťa bratislavského masívu. Granitoidné horniny tohto masívu v znosovej oblasti v panóne ešte prikrýval ich metamorfný plášť.

V sedimentoch vrtu Ma-1 patriacich do zóny C - D panónu sa zistili otolity druhu *„Raniceps" pannonicus* Pana. Tento druh bol doteraz známy len z Rumunska z panvy Beuis zo sedimentov rovnakého veku (Pana, 1982).

Z vrtu je prvý nález autochtónnej nanoflóry panónskeho veku v Západných Karpatoch.

Poďakovanie. Autori ďakujú dr. Marunteanu (Institutul de Geologie si Geofizica Bucurest) za pomoc pri určovaní panónskeho nanoplanktónu a RNDr. A. Ondrejičkovej, CSc. (GÚDŠ Bratislava), za určenie zástupcu rádiolárií.

Literatúra

Bartha, F. 1971: A magyarországi pannon biosztratigráfiai vizsgálata. In: Bartha, F. et al. 1971: A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai. *Akadémiai kiadó, 13 - 172.*

Broska, I. & Uher, P. 1991: Regional typology of zircon and its relationship to allanite/monazite antagonism (on an example of Hercynian granitoids of Western Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 42, 271 - 277.*

Brzobohatý, R. 1992: Otolithen aus dem obermiozän, Pontien, des Wiener Beckens (Götzendorf und Stixneusiedl, NO). *Ann. Naturhistor. Mus. Wien, 94, A, 1 - 6.*

Brzobohatý, R. & Pana, I. 1985: Die Fischfauna des Pannonien. *In: Papp, A., Jámbor, A. & Steininger, F. F.: M6, Pannonien (Slavo-nien und Serbien). Chronostratigraphie und Neostratotypen, 7, Budapest, 429 - 439.*

Fejdiová, O. 1993: Analysis of heavy minerals - its significance for litostratigraphy of Upper Neogene sediments in the well Ču-1 Čuňovo (Danube basin). *In: Hamršmíd, B. (Ed.): Nové výsledky v terciéru Západních Karpat. Sbor. referátu z 10. konference o mladším terciéru, Brno, 27. - 28.4.1992). Knihovnička ZPN, 15, 225 - 233.*

Fordinál, K. & Tuba, L. 1988: Ekostratigrafia panónu a pontu Veľkej Bratislavy na základe mäkkýšov a ostrakód. *GÚDŠ Bratislava, 46.*

Fordinál, K., Mataniová, D. & Tuba, L. 1990: Ekostratigrafia vrchného miocénu a pliocénu Bratislavy. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 60.*

Fordinál, K. & Tuba, L. 1993: Biostratigrafické a paleoekologické vyhodnotenie sedimentov územia centrálnej časti Bratislavy. *Geol. Práce, Spr., 96, 63 - 68.*

Fordinál, K., Nagy, A. & Raková, I. 1993: Nové poznatky o geologickej stavbe centrálnej časti Bratislavy. *In: Hamršmíd, B. (Ed.): Nové výsledky v terciéru Západních Karpat. (Sbor. referátu z 10. konference o mladším terciéru, Brno, 27. - 28.4.1992). Knihovnička ZPN, 215 - 223.*

Friedman, G. M. 1967: Dynamic processes and statistical parametres compared for size frequence distribution of beach and river sand. *J. sed. Petrology, 37, 2, 327 - 354.*

Gaudant, J. 1982: Apport de l ichtyofaune a la caractérisation des milieux saumatres cénozoiques. *Mem. Soc. géol. FR., N. S., 144, 139 - 146.*

Korikovskij, S. P., Cambel, B., Miklóš, J. & Janák, M. 1984: Metamorfizm kristallinikuma Malych Karpat: etapy, zonalnosť, svjaz s granitoidami. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 437 - 462.*

Korpás-Hódi, M. 1983: A Dunamenti-Középhegység északi előtere pannóniai mollusca faunájának paleoökológiai és biosztratigráfiai vissgálata. *Magy áll. földt. Intéz. Évk., 66, 7 - 141.*

Kukal, Z. 1958: Watty a jejich význam pro výzkum recentních a fosilních sedimentů. *Čas. Mineral. Geol., 3, 73 - 96.*

Kukal, Z. 1964: Geologie recentních sedimentů. *ČSAV, Praha, 441.*

Lueger, J. P. 1980: Die Molluskenfauna aus dem Pannon (Obermiozän) des Föllgberges (Eisenstädter Bucht) im Burgenland (Österreich). *Mitt. Österr. geol. Gesell., 73, 95 - 134.*

Mišík, M. 1955: Akcesorické minerály malokarpatských žulových masívov. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 6, 161 - 176.*

Mišík, M. 1959: Návrh na jednotnú klasifikáciu a terminológiu zmiešaných karbonatických hornín. *Geol. Práce, Zpr., 16, 61 - 78.*

Nolf, D. 1985: Otolithi Piscium. *In: Schultze, H. P. (Ed.): Handbook of Paleoichtyology. Stuttgart, New York, 10.*

Pana, I. 1982: Débris de poissons dans le dépots pannoniens du Basin de Beuis (Roumanie). *Rev. roum. Géol., Geophys., Géogr., Sér. Géol., 26, 3 - 14.*

Papp, A. 1951: Das Pannon des Wiener Beckens. *Mitt. Geol. Gesell. (Wien), 39 - 41, 99 - 193.*

Papp, A. 1985: Die Gliederung des Pannonien. *In: Papp, A., Jámbor, A. & Steininger, F. F.: M6, Pannonien (Slavonien und Serbien). Chronostratigraphie und Neostratotypen, 7, Budapest, 28 - 29.*

Pavlovic, P. 1927: Donjopontiski nalazišći iz okoline Beograda (s naročitim obzirom na fosilnu faunu okoline sela Vrčina). *Poseb. Izd. (priród. i matem. spisi), 66, 17, 1 - 121.*

Rögl, F., Zapfe, H., Bernor, R. L., Brzobohatý, R., Daxner-Hock, G., Draxler, I., Fejfar, O., Gaudant, J., Herrmann, P., Rabeder, G., Schultz, O. & Zetter, R. 1993: Die Primatenfundstelle Götzendorf an der Leitha (Obermiozän des Wiener Beckens, Niederösterreich). *Jb. Geol. B.-A., 136, 2, 503 - 526.*

Uher, P. & Kováč, M. 1993: Asociácie ťažkých minerálov v neogénnych sekvenciách Malých Karpát - obraz paleogeografickej evolúcie znosových oblastí. *Geol. Práce, Spr., 98, 85 - 100.*

Vass, D., Pagáč, P., Fejdiová, O., Planderová, E. & Nagy, A. 1992: Neskorý neogén na západnom okraji podunajskej panvy. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 16, 85 - 118.*

Weinfurter, E. 1954: D. Wirbeltiere. a, Pisces. *In: Papp, A. & Thenius, E.: Vösendorf - ein Lebensbild aus dem Pannon des Wiener Beckens. Mitt. Geol. Gesell. (Wien), 1953, 46, 30 - 47.*

[1]Fordinál a Tuba (1992) tieto sedimenty v zmysle vtedajšieho zadeľovania zón do stupňov (Papp, 1985) zaradili do pontu.

Upper Miocene from the SE margin of the Malé Karpaty Mts. (well Ma-1, Bratislava)

The well Ma-1 provided the significant information about the age of the Upper Miocene sediments around the SE margin of the Malé Karpaty Mts. and in the region of Bratislava as well (obr. 1).

The well passed through the Quaternary Danube gravels (0 - 15 m), Pannonian sediments (15,0 - 196,5 m) and granitoids of the crystalline core of the Malé Karpaty Mts. (196,5 - 210,0 m) (Figs. 2, 3).

The type of molluscan fauna (gastropods, bivalves) enabled the definition of two developments during the Pannonian - brackish, including the sediments of C - E Pannonian zones, and fresh water one, corresponding to F - H zones.

Brackish sediments contain the rich assemblages of molluscan fauna (Tab. 4).

The folloving species and/or subspecies were identified from the Pannonian C-zone: *Congeria martonfii martonfii* Lörenthey, *C. martonfii psudoauricularis* Lörenthey, *Lymnocardium spinosum* Lörenthey, *L. promultistriatum* Jekelius, *Parvidacna tinnyana* (Lörenthey), etc.

Characteristic taxons of the Pannonian D-zone are as follows: *Melanopsis austriaca* Handmann, *M. pumila* Brusina, *Caladacna ornata ornata* (Pavlovic), *C. ornata bisepta* (Papp), *Lymnocardium conjungens* (Hoernes), etc. (Papp, 1951).

Lithofacial analysis pointed on the fact that Pannonian sediments of the C - E zones were deposited in the shallow-water brackish environment on tidal flates, and sediments of the F - H? zones were deposited in the fresh water lacustrine und/or swampy environment.

Heavy mineral association were evaluated from the well Ma-1 as well. Samples contained the association typical for metapelites provenience - phyllite, micaceous gneiss and paragneiss. Surprising was the minimum content of heavy minerals for granitoid source rocks, from the near-occuring Bratislava granitoid massif. The solution we can proposed is that the granitoid rocks in the source area were still covered by metamorfic mantle during Pannonian.

The occurrence of otolites of the species *"Raniceps" pannonicus* Pana was observed in the Pannonian C - D zones. This species has been known only from Roumanian Beuis Basin from to the sediments of equal age (Pana, 1982).

The autochtonous nannoflora of Pannonian age has been found in Western Carpathians for the first time in the well Ma-1, before it has been known only from Hungaria, Serbia and Roumania.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 133 - 144

Ecotype variability of genus *Ammonia* Brünnich 1772 in the Neogene of Paratethys and their paleoecological significance

NATÁLIA HUDÁČKOVÁ

Department of Geology and Paleontology, Commenius University, Mlynská dolina G1, 842 15 Bratislava

(Doručené 17.5.1994)

Abstract

Specimens of the genus *Ammonia* Brünnich 1772 and the relation of their morphology to paleoenvironment were studied in analysed material from 18 samples from the Neogene of Paratethys with the stratigraphical range the Eggenburgian to the Upper Sarmatian. This was determined on the basis of quantitative and qualitative selected assemblages, separated from the samples by usual methods. On the basis of biometrical analysis 3 species of *Ammonia* were determined in the samples: *Ammonia beccarii* (L.), *Ammonia parkinsoniana* (d´Orb.), and *Ammonia perlucida* Heron - Allen and Earland. Some paleoecological requirements of the species were interpreted.

Key words: Central Paratethys, Neogene, Foraminifera, Paleoecology, biometry, Ammonia

Introduction

Genus *Ammonia* Brünnich 1772 abundantly occurs in the shallow-water sediments of Paratethys. There is important very detailed study to give us more detailed information about paleoenvironment and stratigraphy of sediments. Paleoecology and ecology is very popular topic in the international literature. Now there are three main taxonomical concepts for genus *Ammonia*:

1 - genus *Ammonia* may be regarded as very morphologically variable and its variability is confirmed through several subspecies or varietes (Chang and Kaesler 1974; Schnitker 1974),

2 - not to allow wide variability in species and to regard morphologically different forms as species (Hoffker, 1971; Banner and Williamson, 1973),

3 - admission of two species as morphostocks: the typical mediterranean species *Ammonia beccarii* (L.) and the species *Ammonia parkinsoniana* (Cush.) characteristic of the recent Western Atlantic (Bermudez, 1952; Poag, 1978; Jorissen, 1988).

Material and methods

Localities were situated in the southern part of Slovakia - from Vienna Basin (Podivín), from Pannonian Basin (Bernolákovo, Špačince, Kamenica, Dežerice, Modrany, Bajtava, Malý Krtíš, Hámor, Slovenské Ďarmoty, Lipovany; Fig. 1). Two samples - Mys Majkop and Mys Tardom come from the southern part of Ukraine (from Krym). Stratigraphical range of the samples was from the Eggerian to Sarmatian. The lithology was represented by fine to middle coarsed sandstones, "schlier", sandstones and clay marls or calcareous clay marls. More characteristics follows in Tab. I.

Foraminifera were separated using the usual methods. Quantitative selected assemblages had 300 summed up specimens. Assemblages were characterized on the basis of the percentages of plankton, miliolid, rotalid and agglutinated taxons in the sample and diversity. At the diversity computation (D) we issued from a Simpson´s formula where $D = n.(n-1)/\Sigma (n_i(n_i-1))$ (Losos, 1984), where n is number of species and n_i is number of specimens of some species.

At the biometrical characteristic of the species *Ammonia* data was elaborated on the computer PC-10 27cs by "Statgraph". The following statistical characteristics were measured for each variante (length, width, total number of the chambers): number of analyses, average, median, mode, geometrical mean, variance, standard asymetry, standard deviation, maximum, minimum, range. There were used mainly median, mode, variance, average and group range in result evaluation.

Assemblage characteristics: For a better understanding the results are introduced in the table (Tab. 1).

Biometrical characteristics of species: Specimens of the species *Ammonia* were studied from 18 samples from different stratigraphical levels of the Paratethys Neogene (Fig. 1).

20 - 25 specimens of the species *Ammonia* were selected from assemblages after the separation of a fraction (≤ 0.08 mm) with Foraminifera. There were selected at least 10 species with well-preserved distinguished marks. There were totaly elaborated 284 specimens.

In studied species there were considered these limiting factors: we measured the biggest diameter of the test and the diameter perpendicular to it (Fig. 2), the number of chambers in the last whorl and their total number (Mjatljuk, 1953; Subbotina, 1960; Jorissen, 1988). On the

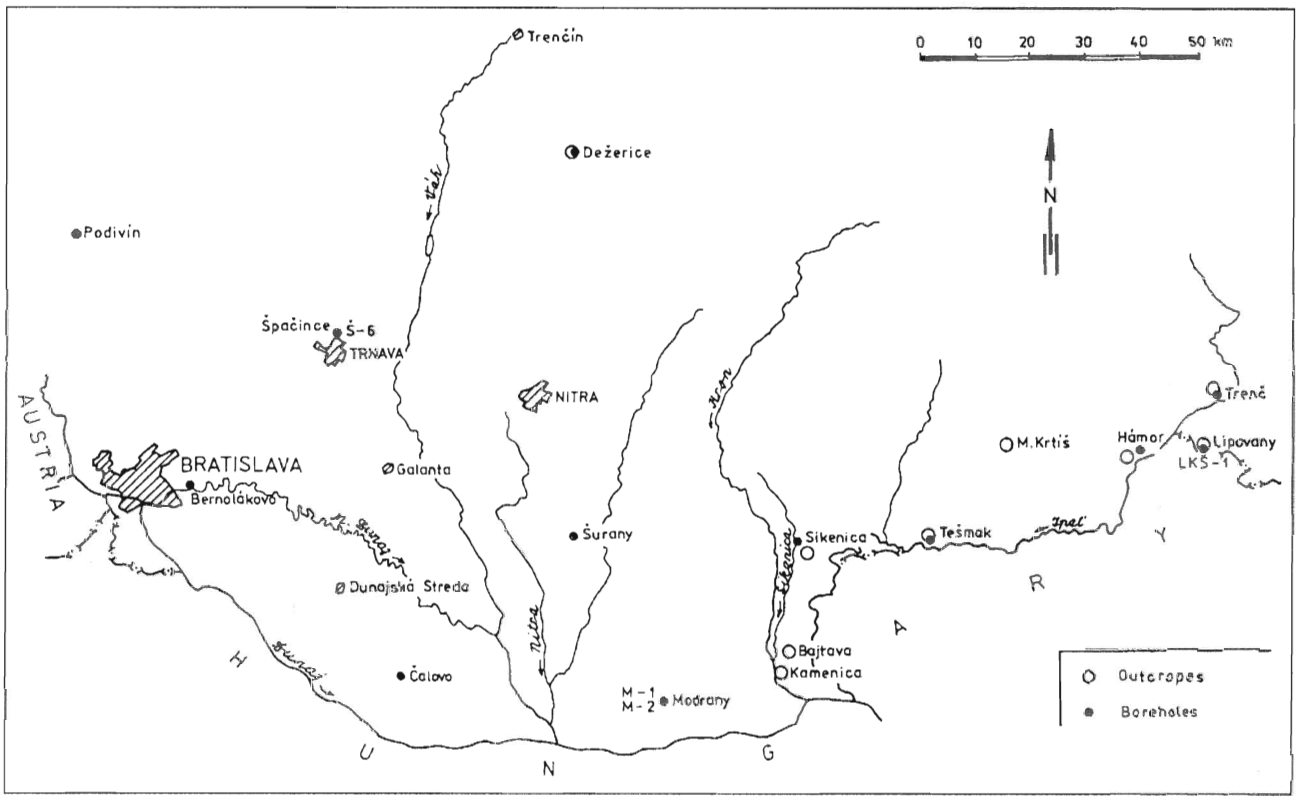


Fig. 1. Sketch map of the part of Slovakia with localities of samples.

basis of SEM photographs there were taken into account in the word description the presence or absence of the umbilical knob, wall-thickness and wall-perforation, position of the aperture and sutures - shape, compactness and connections of chambers in last whorl, their inflation, shape on the ventral side and total test ornamentation. From previous factors there were chosen, according to priority in determination of different authors (Jorissen, 1988; Mjatljuk, 1953), the most characteristic: test size, wall-thickness, pore shape and inflation of the chambers.

Test diameter of genus *Ammonia* (Fig. 2) were measured with an optical microscope with measure scale. This method was verified on group of 112 specimens measured with the stereomicroscope system Wild. There

Tab. 1
Lithology and paleoecology of studied samples. Typical Ammonia forms for analysed associations are given

Locality	Age	Lithology	Ammonia paleoenvironment		Simpsons		Typical foraminiferal fauna
			Forma	Murray 1973	Diversity	P/B	Fauna
Slovenské Darmoty	Eggerian	yellow-browny finegrainsy sands		hyposaline marsch	01.73	OP	Ammonia
Lipovany	Eggenburgian	finegrainsy siltstones, sandstones		normal marine	04.03	08.30	diversified
Malý Krtíš	Lowermost Karpatian	light, yellowish fine-middlegrainy sands		hypo/hypersaline shelf	10.06	04.80	Bolivina/Cibicidoides
Tešmak	Karpatian	schliere, fine-middlegrainy sandstone		hypo/hypersaline shelf	03.75	02.40	Ammonia/Florillus/Cibicidoides
Borehole LKŠ1-187 m	Karpatian	gray „schlier"		normal marine	08.00	03.80	Elphidium/Cibicidoides
Borehole LKŠ1-181 m	Karpatian	gray „schlier"		normal or hyposal shelf	08.73	02.50	Gyroidina/Ammonia
Borehole LKŠ-175 m	Karpatian	fine-grainy gray „schlier"		normal or hyposal shelf	08.79	04.00	miliolids/Elphidium
Mys Majkop Ukraine	Karpatian-Badenian	fine-grainy gray „schlier"		hypersaline lagoon	16.60	32.40	miliolids/Elphidium
Podivín	Lower Badenian	yellow/browny weathered sandstones		hypersaline lagoon	02.96	04.20	Elphidium/Ammonia/Asterigerina
Bajtava	Lower Badenian	yellow/browny weathered siltstones		normal marine	20.00	87.20	diversified
Kamenica	Lower Badenian	yellowish sterny sandstones		hypersaline lagoon	02.30	00.90	Ammonia
Hámor	Lower Badenian	clay marl		normal shelf	04.00	07.50	Ammonia/Asterigerinata
Borehole Modrany1-1147 m	Lower Badenian	calcareous, clay marl		hypersaline marsch	10.5	01.40	Elphidium/Asterigerinata
Borehole Modrany1-1056 m	Middle Badenian	sandstones		hypo or normal lagoon	35.00	01.70	rich association
Borehole Modrany-1098 m	Middle Badenian	sandstones		hypo or normal lagoon	03.00	00.00	Elphidium/Ammonia
Mys Tardom Ukraine	Middle Badenian	fine/grainy „schlier"		normal lagoon	33.80	04.50	miliolids
Borehole Spacince6-759 m	Middle Badenian	calcareous, clay marl		normal shelf	07.20	12.50	Bolivina/Bulimina
Borehole Modrany2-1211 m	Lower Sarmatian	calcareous, clay marl		hyposaline marsch	06.50	OP	Elphidium
Borehole Bernolákovo1-1103 m	Sarmatian	calcareous, clay marl		hyposaline marsch	09.20	OP	Ammonia/Porosononion

Legends: given for Fig. 8

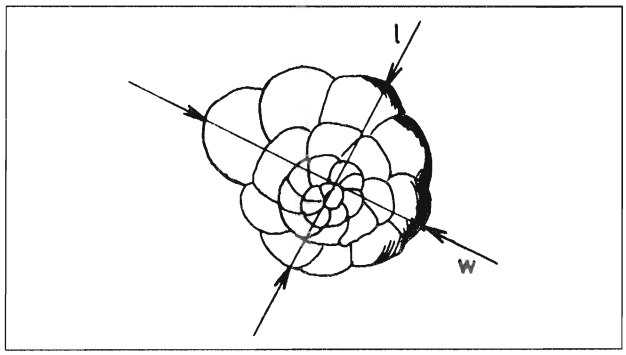


Fig. 2. Measured characteristics of Ammonia test. w - width - the biggest size of the test, l - length - the parameter perpendicular to width.

were two samples identical in both groups. The result of the measured quantities (width, length, number of chambers) were linear regression graphs of length to width, three-dimensional histograms of this dependency, then histograms of the number of chambers, width, length, ratio of width to length. Analogical graphs were made in the verified group from analogical input data. The graphs show an existence of two groups (Fig. 3, 4). The correlation coefficient (c) for the ratio of length to width C = 0.99 supported the supposition that in given groups the ratio of length to width rests preserved. There exist a close dependency also in relation between number of chambers and test diameter where C = 0.74 (Fig. 4.).

On the basis of evaluated biometric parameters there can be distinguished two main groups which are visible in Figs. 5, 6, Tab. 2.

Tab. 2
Reached groups of measured Ammonnia specimens.

Group	Group dispersion	Average of width [mm]	Number of chambers dispersion	Number of chambers average	Remarks
1	400 - 600	500	18 - 24	21	Ammonia parkinsoniana
1*	90 - 290	190	7 - 19	13	juvenile or tetratological specimen
1**	320 - 400	360	18 - 20	19	Ammonia parkinsoniana f. tepida
2	600 - 1200	900	25 - 32	28,5	Ammonia beccarii

Systematical part

Order Foraminiferida
Suborder Rotaliina
Superfamily Rotaliace
Family Rotaliidae
Subfamily Rotaliinae
Genus Ammonia Brünnich, 1772

Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)
(Pl.1, Figs. 1 - 4)

1775 *Nautillus beccarii* Linnaeus - fide B. F. Ellis et A. R. Messina: Catalogue of Foraminifera
1862 *Rosalina inflata* Seguenza - fide B. F. Ellis et A. R. Messina: Catalogue of Foraminifera
1953 *Rotalia beccarii* (Linné) emend H. B. Brady - E. V. Mjatljuk: Spirillinidy, rotallinidy etc. , Iskop. Foraminiery SSSR p. 138 - 139, Pl. 28. Fig. 3a - c.
1979 *Ammonia beccarii* (Linné) var. beccarii (Linné) - J. Hageman: Benthic foraminiferal etc. Ut. Micropal. Bull., 20, p. 87, Pl. 1, Fig 1.
1979 *Ammonia beccarii* (Linné) var. inflata (Seguenza) - J. Hageman: Benthic Foraminiferal etc. Ut. Micropal. Bull., 20, p. 88, Pl. 1, Fig. 2.
1986 *Ammonia beccarii* (Linné) - C. Rupp: Paläookologieder Foraminiferen etc. Beitr. Paläont. Osterr., 12, p. 1 - 180, p. 56, Pl. 2, Figs. 1 - 3.
1988 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) - F. J. Jorissen: Benthic Foraminifera etc. Ut. Micropal. Bull., 37, p. 1 - 174, Pl. 2, Fig. 5, Pl. 5 - 6.

Description: Trochoidal hyaline test rounded in 2.5 whorls with rectangular chambers in the last whorl with the umbilical knob on the dorsal side, 8 - 9 chambers in the last whorl. It has relatively large round pores. Apertura - intramarginally.

Dimensions: 400 - 1200 microns.

Remark: It can be distinguished from *A. parkinsoniana* (Cush.) by its larger dimension, its deeply incised sutures in the last whorl and by its larger pores. It is characterized by its chamber flaps, the rectangular shape of the chambers on the dorsal side, the limbate sutures on the dorsal side. Adult specimens have a knobby ornamentation along the sutures on both sides in the older part of the test. The diameter of the test ranges from 370 - 1200 microns (Fig. 3).

In the studied material we noticed a transition between two extreme morphotypes :

1 - typical form *A. beccarii* type *beccarii* (Pl. 1, Figs. 1 - 2), which has a characteristic flattened dorsal side, a well developed umbilical knob, 9 - 10 chambers in the last whorl, flap-like projection into the umbilicus and larger rounded pores.

2 - the second morphotype - *A. beccarii* type *inflata* (Pl. 1, Fig. 4) has a more convex dorsal side, less embracing whorls. A well-developed umbilical knob is absent. There are 8 - 9 chambers in the last whorl. The umbilical area is obscured by the knobby ornamentation pattern. Its pores are smaller than the *A. beccarii* ones.

Age: Lower Badenian.

Locality: Podivín, Majkop, borehole Modrany-1 (1098 - 1103 m).

Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839)
(Pl. 2, Figs. 1 - 5, Pl. 3, Figs. 1 - 4)

1839 *Rosalina parkinsoniana* d'Orbigny - fide B. F. Ellis et. A. R. Messina: Catalogue of Foraminifera
1926 *Rotalia beccarii* (Linné) var. tepida Cushman - fide B. F. Ellis et.Messina: Catalogue of Foraminifera
1934 *Rotalia beccarii* (Linné) var. sobrina Shupack - Shupack in Am. Mus. Nat. Hist., Novit., 737, p. 6, Fig. 4a-c
1957 *Streblus beccarii* (Linné) var. tepida (Cushman) - J. S. Bradshow: Laboratory studies etc. Journ. Paleont., 31, p. 1138 - 1147, text. Fig. 1

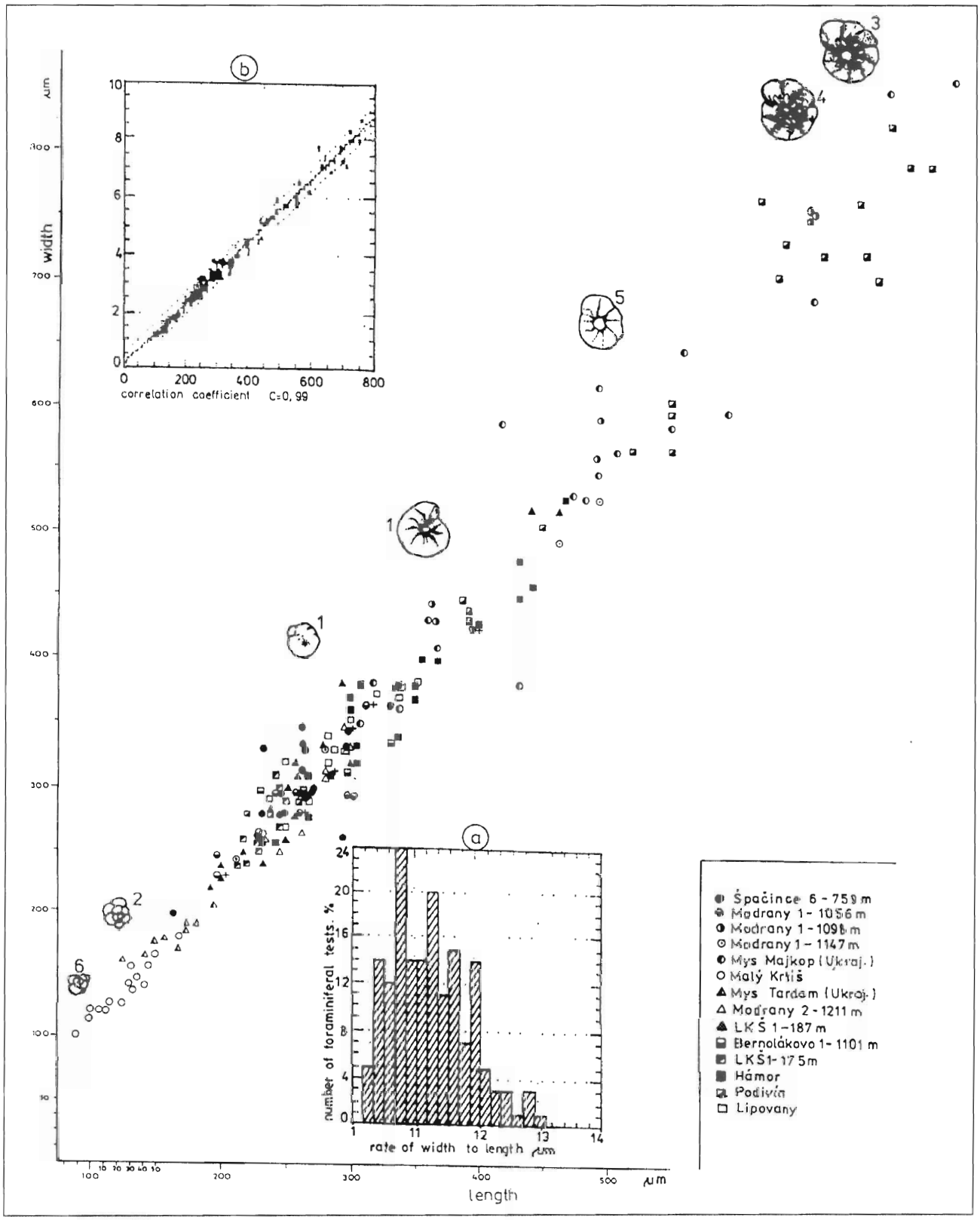


Fig. 3. Relation between width and length of Ammonia test from studying samples, a - ratio histogram of parameters above, b - correlation coefficient for dependency length on width. 1 - Ammonia beccarii forma beccarii (L.), 2 - Ammonia beccarii forma inflata (Seg.), 3 - Ammonia parkinsoniana forma parkinsoniana (Orb.), 4 - Ammonia parkinsoniana forma tepida (Cush.), 5 - Ammonia parkinsoniana forma parkinsoniana type sobrina (Shup.), 6 - Ammonia parkinsoniana forma tepida (Cush.) - tetratological specimens.

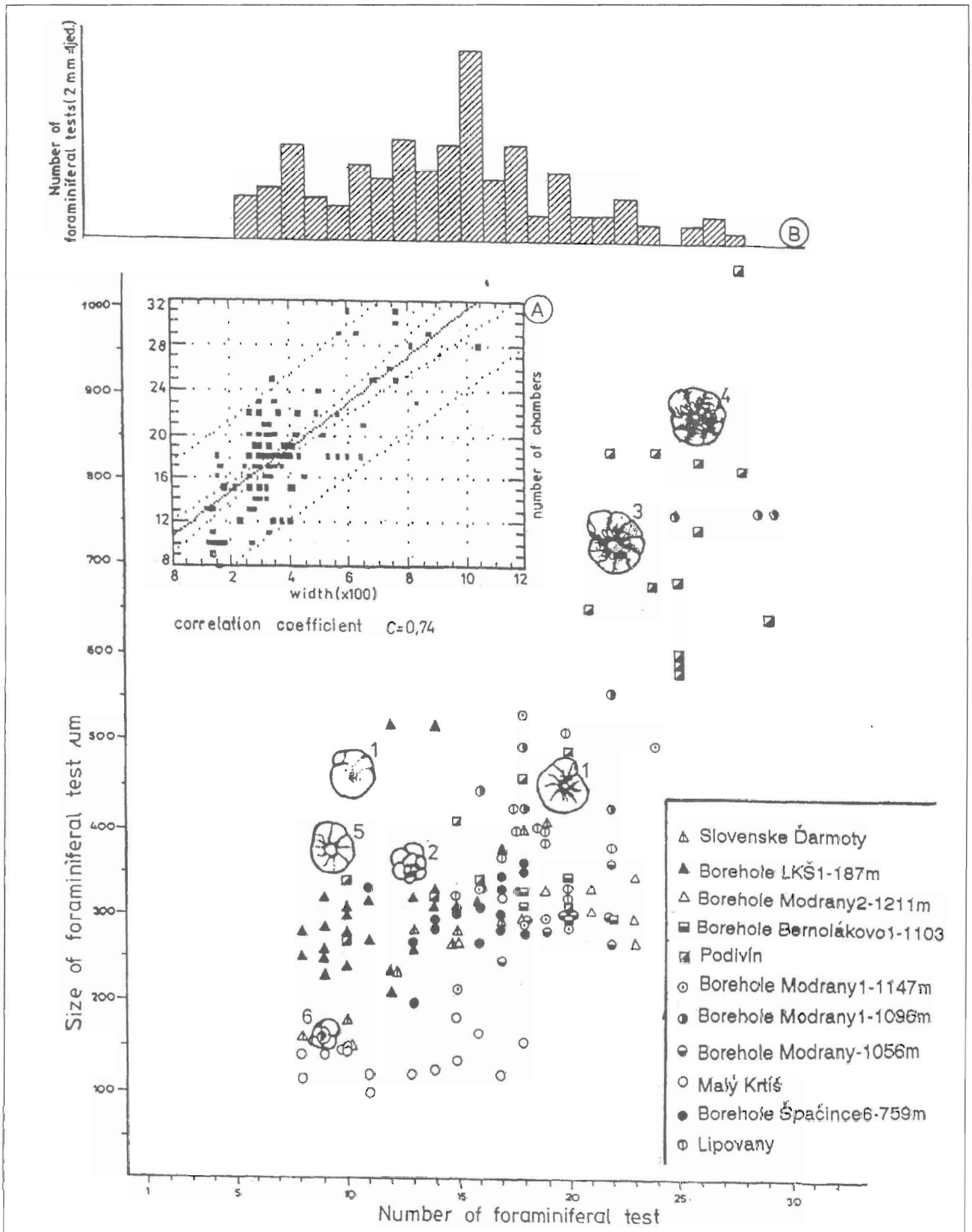
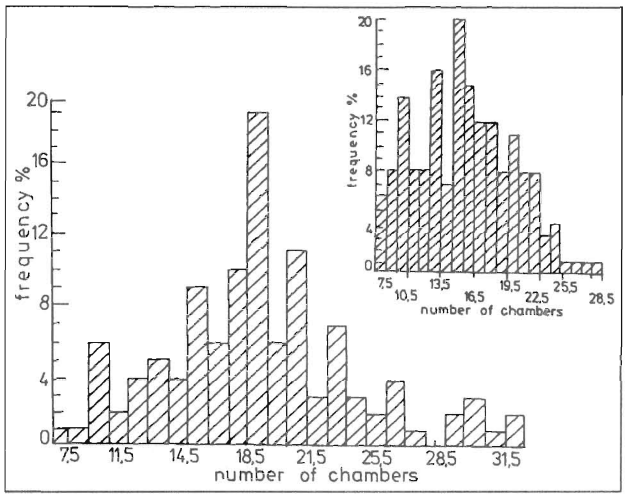


Fig. 4. Relation between average test size of Ammonia and number of chambers. A - correlation coefficiant for this dependency, B - histogram of number of chambers of typical Ammonia forms for distinguished groups.



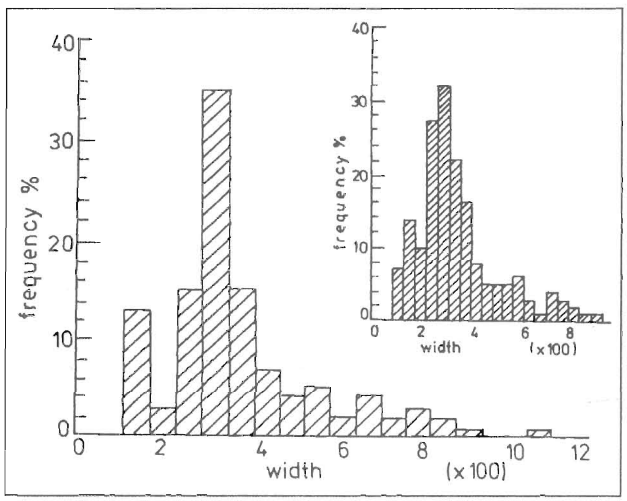


Fig. 5. Frequency histograms for both measured groups of Ammonia tests. a - frequency of number of chambers, b - frequency of length of measured Ammonia.

1979 *Ammonia beccarii* (Linné) var. tepida (Cushman) - J. Hageman: Benthic foraminiferal etc. Ut. Miropal. Bull., 20, 171 pp., p. 88, Pl. 1, Fig. 3

1986 *Ammonia parkinsoniana* (D´Orbigni) - C. Rupp: Paläookologie der Foraminifera etc. Beitr. Paläont. Österr., 12, p.1 - 180, p. 56, Pl. 1, Figs. 4 - 6

1988 *Ammonia parkinsoniana* (D´Orbigni) - F. J. Jorissen: Benthic Foraminifera etc. Ut. Micropal. Bull., 37, p.1 - 170, p. 56 Pl. 2, Fig. 8a, b, Pl. 7 - 10.

Description: Low trochoidal hyaline test rounded in 2 - 2.5 whorls, test relatively small. Sutures are only depressed. Dorsal side can be with or without umbilical knob. It has small pores, 7 - 9 chambers in the last whorl, sometimes with strongly lobate outline. Apertura - intramarginally.

Dimensions: 370 - 460 microns.

Remark: Compared with *Ammonia beccarii* (L.) the test is relatively small, up to 370 microns (Figs. 3, 4). The sutures on the dorsal side are only depressed, the umbilical chambers flaps are relatively larger, the pores are smaller. The dorsal side is never ornamented. The existence of two extreme morphotypes 1. *A. parkinsoniana f. parkinsoniana* and 2. *A. parkinsoniana f. tepida* is recordable. There are numerous intermediate types between them.

1. forma *A. parkinsoniana* (Pl. 2, Fig. 1 - 5) is relatively large (morphotype *A. sobrina* to the length of 460 microns), thickly calcified, with 8 - 9 chambers in the last whorl. The umbilicus is relatively closed, and provided with a variable conspicuous umbilical knob. The pores often have an irregular shape. The position of the aperture is somewhat more extra-umbilical that it is in forma *A. tepida.* The morphotype *A. parkinsoniana f. parkinsoniana type sobrina* with narrow deep sutures on the umbilical side with a conspicuous smooth knob can be distinguished here (Pl. 2, Fig. 1a, b, c).

2. forma *A. tepida* (Pl. 3, Fig. 1 - 4) differs from previous forma by a more thin-walled test with a lobate outline. The position of the aperture is more-umbilical and an umbilical knob is absent. Within forma tepida we distinguished morphotypes M - 1, 2, 3.

M-1 (Pl. 3, Fig. 1) is a type with inflated chambers and an extremely large protokonch. It has a strongly lobate outline. Along the sutures on the ventral side there is a fine pearly ornamentation. There is a gradual transition through transitional forms into the morphotype M-3 (Pl. 3, Figs. 3, 4) which has a more thick-walled test, less inflated chambers. There are 7 - 9 chambers in the last whorl, the intra-umbilical area of the aperture is more weakly developed.

Age: Eggenburgian - Sarmatian.

Locality: Lipovany, Ďarmoty, Tešmak, Hámor, Mys Tardom, LKŠ-1, 187 m, 181 m, 175 m, Modrany-1 1146 m, 1056 m, Modrany-2 1211 m, Špačince-6 753 m, Bernolákovo-1 1103 m.

Ammonia perlucida (Heron-Allen and Earland)
(Pl. 2, Fig. 6a, b, c)

1913 *Rotalia perlucida* Heron-Allen and Earland - fide B. F. Ellis et A. R. Messina: Catalogue of Foraminifera

1977 *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen and Earland - Rupp: Paläookologie der Foraminifera etc. Beitr. Paläont. Osterr., 12, p. 1 - 180, p. 56, Pl. 4, Figs. 5 - 7

1988 *Ammonia perlucida* (Heron-Allen and Earland) - F. J. Jorissen: Benthic Foraminifera etc. Ut. Micropal. Bull., 37, p. 1 - 170, p 5, Pl. 10, Figs. 4, 5.

Description: Small low trochoidal test rounded in 2 whorls, lobate chambers with pearled ornamentation on the dorsal side. Umbilical knob is absent. In the last whorl there are 5 - 6 chambers. Apertura - intramarginally.

Dimensions: up to 200 microns.

Remark: It is morphologically different from the previous, it has a small diameter - up to 200 microns, less lobate more angular shaped chambers and the umbilical knob is absent. The ornamentation is represented by knobby and blistered formations. It is developed also on the septum of the last chamber. The position of aperture is

intra-marginal. The number of chambers in the test runs up to 20 and there are 5 - 6 chambers in the last whorl.

Paleoecology of the species: The ecology of the recent *Ammonia* have been studied by Murray (1973), Schnittker (1974), Barbero (1982), Jorissen (1988), etc. They worked mainly with recent material. Their results are not completely corresponding, as a result of the wide tolerance of this taxon to the stress factors and a variable adaptative ability to some microbiotop. There is a wide eco-phenotypical variability (Schnittker, 1974; Kaesler and Chang, 1974).

The characteristic of the living requirements of Ammonia: Species *Ammonia beccarii* (L.) is shallow water, found at water depth of 15 or 20 m (Jorrisen, 1988) to 50 m (Murray, 1973). *A. beccarii forma beccarii* lives on the mud substratum with sand fraction content to 2 % and intermedial percentages of organic matter. This forma is less tolerant than *A. forma inflata*. *A. beccarii forma inflata* can live in two essentially different types substratum -1 - in a sandy substratum where the percentages of organic matter are 0.2 - 0.8 % and -2 - in a clayey substratum where the percentages of organic matter are over 1 %. This forma has smaller food requirements and can live in the vegetated assemblages. According to Jorissen's (1988) results it could prefer some particular type of food. In our opinion it is more tolerant to a reduction in oxygen availability at the bottom (Fig. 10). Species *A. parkinsoniana* lives at a water depth of between 10 - 30 m (Jorissen, 1988), in inner neritics (Walton, 1964), prefers hyposaline cold clean fresh waters (Bradshow, 1961; Seiglie, 1975). Its tolerance to the effects of increased nutrient supply could be greater then that of *A. beccarii forma beccarii*.

A. parkinsoniana forma tepida dominates in the sea rich in food and particularly poor in oxygen concentration (Seiglie, 1975), it has great tolerance to all kinds of stressed conditions (Bradshow, 1975, 1961; Labin et al., 1992). According to Liebau (1974) it is an epiphytic type. Its maximum temperature is 15 °C (Boltovskoy, 1961). The temperatury boundary for reproduction is 20 °C (Bradshow, 1968).

As for the life position of *Ammonia* with respect to the substratum there are different opinions:

Brooks (1967): *A. beccarii*, top to 3 cm
Atkinson (1969): *A. beccarii* has an epiphitic life position
Ellison (1972): *A. beccarii* has two maximum frequences
1 - in the sediment top
2 - between 6 - 9 cm of sediment
Matera and Lee (1972): *A. beccarii* lives in sediment top
Seiglie (1975): *A. tepida* has an inbenthic life position
Dobson and Haynes (1973): *A. batava* lives on hydroids
Dobson and Haynes (1976): *A. batava* lives adhered to Chlamys Collison (1980): *A. batavus* lives in sediment top
Labin et al. (1992): *A. parkinsoniana tepida* lives in sediment top.

Described morphotypes have different live conditions, they completely belong to the shallow water biotop of marginal sea with the possibility of salinity oscillation in the proximity of the river mouths or by basin cutting off.

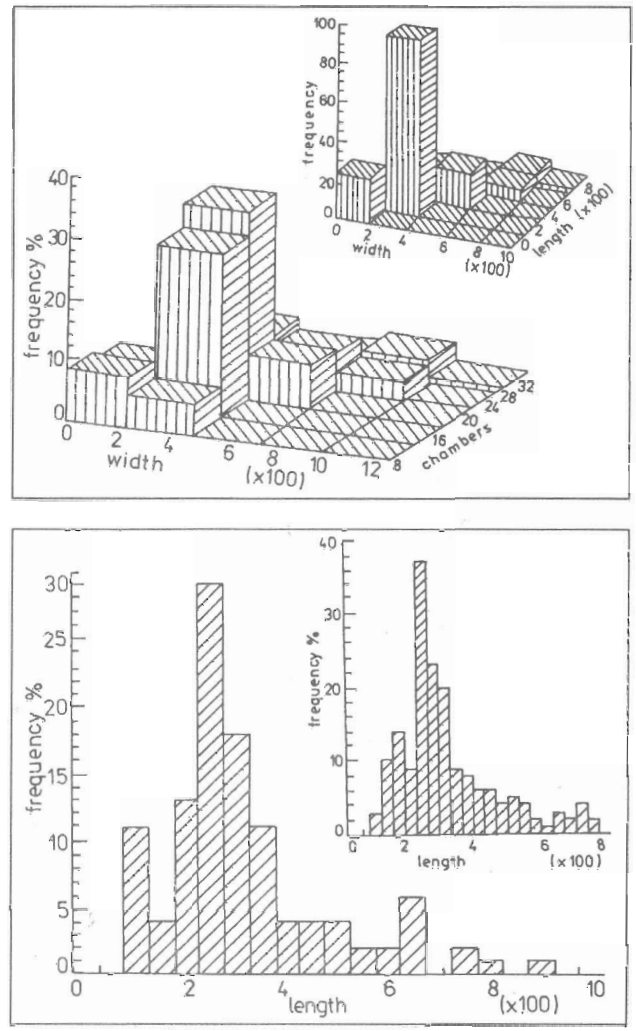
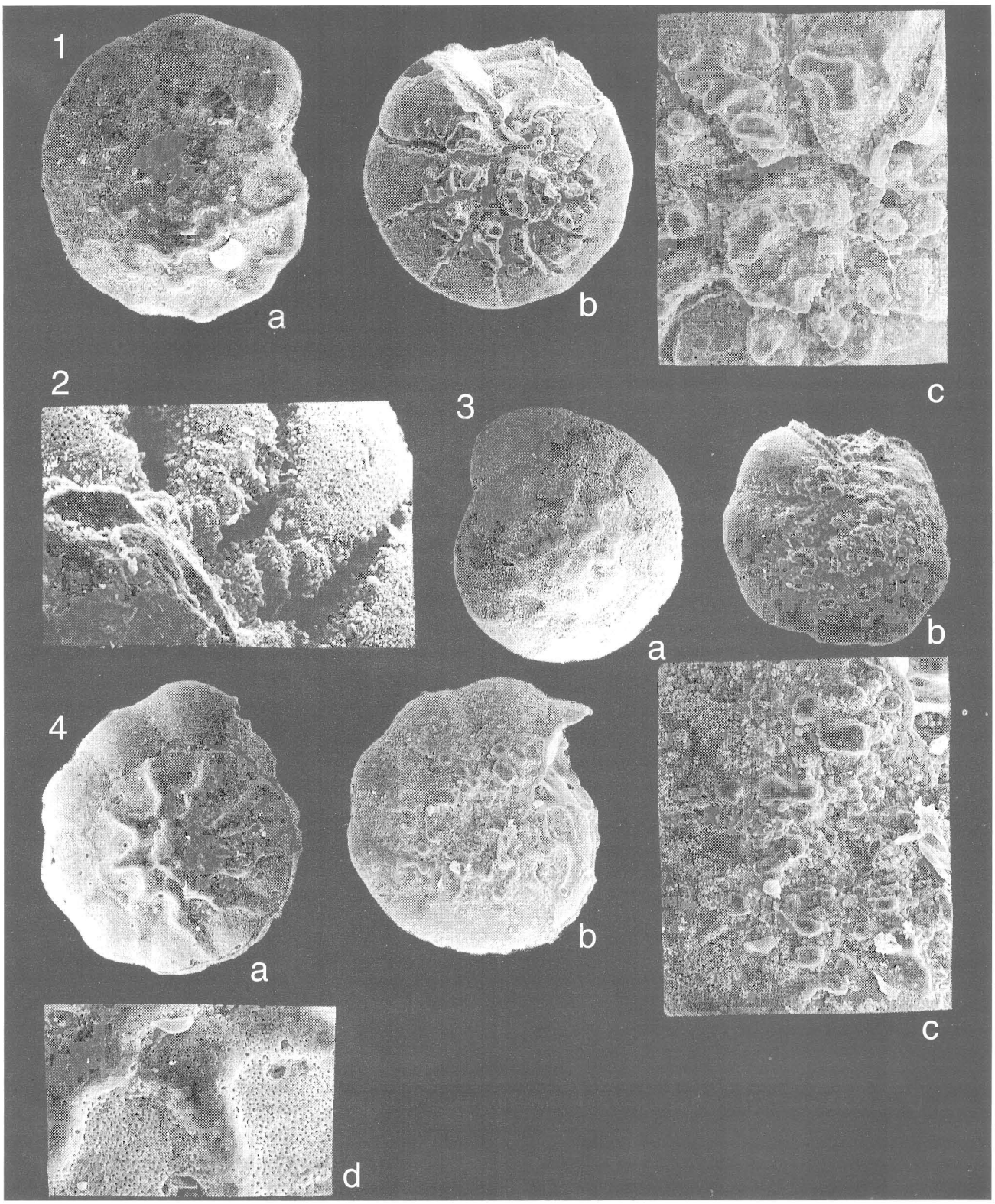


Fig. 6. Frequency histograms for both measured groups of Ammonia tests. a - frequency of width of measured Ammonia, b - three-dimensional histograms for relation width and chambers.

Genus *Ammonia* lives in the shallow water biotop of marginal sea with the possibility of salinity oscillation in the proximity of the river mouths, lagoons, marshes or isolated basins.

Now there are two different opinions for the interpretation of intraspecific variation in benthic organism. The distribution of the two phenotypes is correlated with two factors - salinity and temperature. In Poag's (1978) opinion, smaller thin calcified morphotypes are the result of reproductive acceleration and are found under near-optimum conditions. Larger, thickly calcified morphotypes with numerous chambers should be the result of a delayed reproductive maturity resulting from a minimum requirements. Wang and Lutze (1986) introduced similar results for benthic foraminifera, different ontogenetic stages: an early stage with older ontogenetic stages, thick - walled chambers, and a later stage with inflated, thinner-walled chambers. The compact types are characteristic for optimum conditions in open marine waters,



Pl. 1. 1 - Ammonia beccarii forma beccarii (L.), magn. x170, Podivín, Lower Badenian, a - dorsal side of typical specimen, magn. x75, b - ventral side of typical specimen with umbilical knob, magn. x75, c - detail of umbilical area, magn. x100, 2 - Ammonia beccarii forma beccarii (L.), magn. x170, Podivín, Lower Badenian, narrow sutures in the umbilical area, 3 - Ammonia beccarii forma beccarii (L.) Podivín, Lower Badenian, transitional morphotype to A. beccarii forma inflata (Seg.), a - dorsal side, magn. x45, b - ventral side, magn. x60, 4 - Ammonia beccarii forma inflata (Seg.) Majkop, Lower Badenian, typical specimen, a - dorsal side of typical specimen, magn. x76, b - ventral side without umbilical knob with rich ornamentation, magn. x87, c - detail of umbilical area, magn. x175, d - detail of dorsal side, magn. x255.

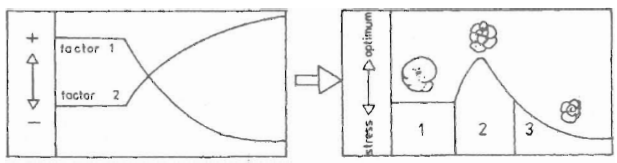


Fig. 7. Jorissen's hypothetical zonation model resulting from the involvement of two contrasting environmental factors. Distribution of Ammonia ecophenotypes in the zonation.

whereas inflated types for more marginal environments. We applied the hypothetical model (Poag, 1978) with studied *Ammonia* and we tried to adjoin individual morphotypes to some paleoecological conditions (Fig. 7). 1 - in a zone where the optimum conditions are - there is no question of stress. We presume that this is characterized by the presence of compact morphotypes as *A. parkinsoniana forma parkinsoniana* with a slow increase of the protoplasm volume and a delayed reproductive maturity (in elaborating samples in Hámor and Modrany-1 (1147 m). 2 - in a zone where the food availability causes optimum conditions for the given taxon, following this comes an oxygen shortage which becomes a limiting factor. In this zone we presume the forms which are typical for near-optimum conditions - *A. parkinsoniana forma tepida,* so the lobate forms which can be explained as being the result of a more rapid increase in protoplasm volume and hasty reproduction. The samples from LKŠ-1 (187 m), Tardom, Tesmak should respond to this biotop. 3 - in a zone where combined reproduction of oxygen availability is becoming a considerable limiting factor. The abundance strongly decreases and the tetralogical specimens can grow. LKŠ-1 (187 m). Such changes (dependent on food availability) may be seasonal type autumn - summer (Nelson, 1970) and in fossil record can be shown by the presence of various morphotype in one thanatocenosis. We could consider these limiting factors affecting a distribution of morphotypes *Ammonia*: water temperature, salinity, oxygen concentracion, food availability and substratum. In Poag's (1978) model there are two limiting factors - temperature and salinity, in Jorissen's (1988) - food availability and oxygen concentracion, in Liebau's (1978) - origin of the substratum as adaptation to the epipsammitic biotop. Other limiting factors are salinity (Tufescu, 1968; Seiglie, 1975), chemical polution (Jorissen, 1988) and light penetration.

We have not marked concrete factors into the modified model. There is an influence of complex factors in ecophenotypes distribution of the genus *Ammonia,* from which were got the main factors by elimination. There was observed *oxygen concentration* on the basis of percentage content of the genus *Uvigerina, Bulimina* and *Bolivina,* pyrite, and dark sediment colour. According to the results it could be one of the more significant limiting factors (Fig. 8). There was observed also *salinity* on the basis of diversity changes and occurrence of the genus *Elphidium* and *Asterigerinata.* In our case the salinity will surely considerably influence a morphotype spreading. At study we have not confirm *substratum dependency* (Fig. 2). But

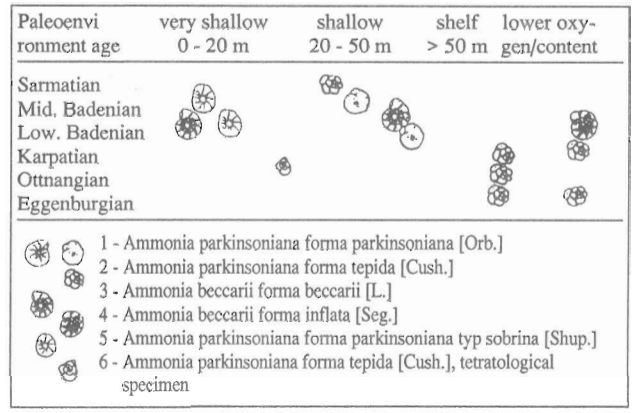


Fig. 8. Occurrence of typical Ammonia forms in different paleoenvironments in analysed material.

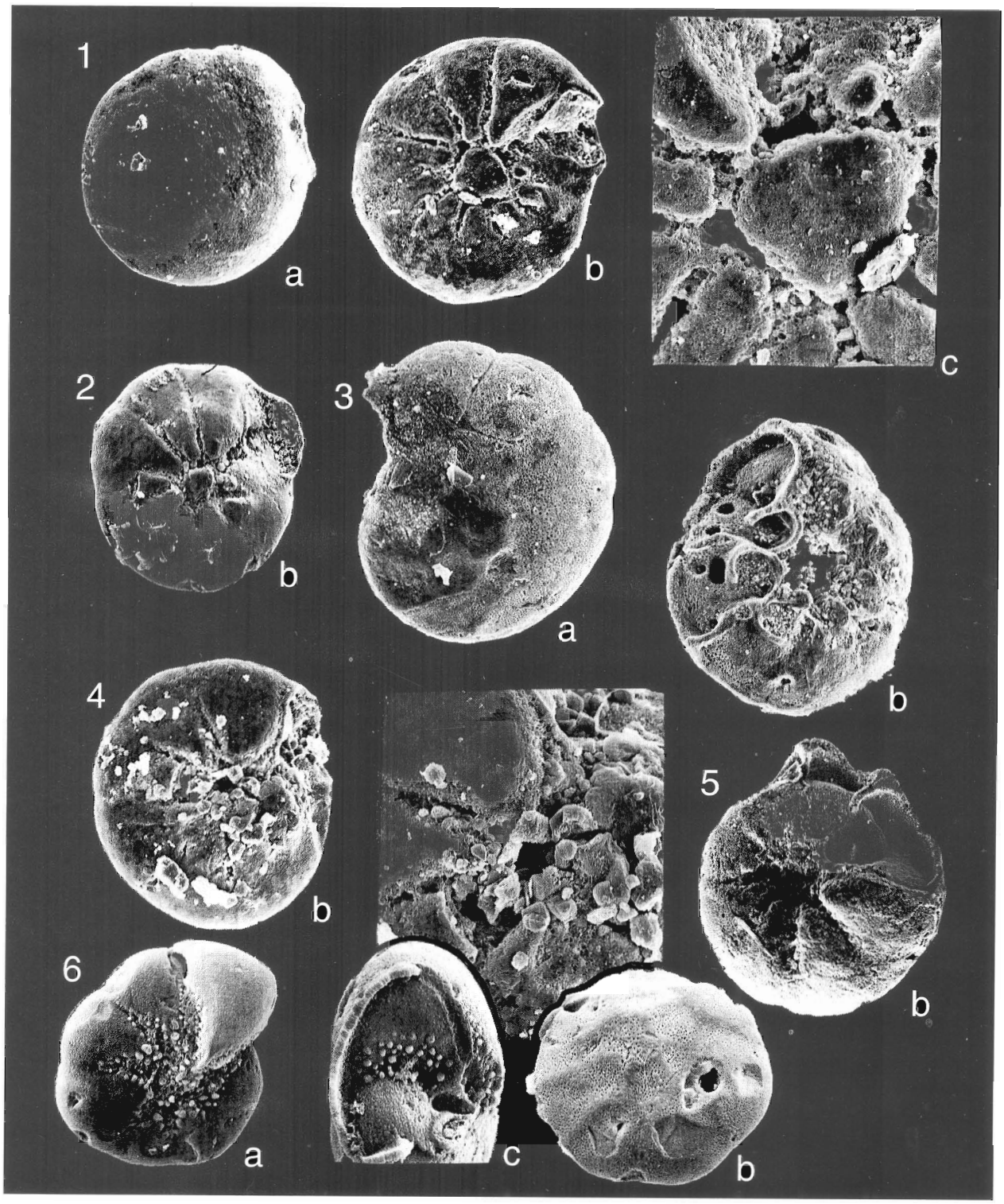
it is possible that there is a small influence on the distribution. It can be observed in record only according to the granularity of the sample, what can be misrepresented.

According to results on the basis of graphs defining the shallow and deeper- water assemblages suffering from the oxygen shortage, we reached the following table (Fig. 8), from vhich could be presumed that 1. *A. parkinsoniana forma tepida* has higher tolerance to low - oxygen stress and increasing depth than *A. parkinsoniana forma parkinsoniana* 2. In the most shallow assemblages *A. parkinsoniana forma parkinsoniana type sobrina* occurs and is replaced by *A. beccarii* in the Lower Badenian. More tolerant morphotype *A. beccarii forma inflata* is in deeper water assemblages of the Lower Badenian, suffering from the oxygen shortage at the bottom. Then we tried to express the evolution dependence of *Ammonia* on age and to confirm Liebau's (1974) or Jorissen's (1988) theories about a substratum dependency (Fig. 2). There is no distinct phylogenetic line in the table. More distinct is *A. beccari* (L.) dependency on the Lower Badenian where it occurs together with *A. parkinsoniana forma parkinsoniana type sobrina,* which has a large test and an umbilical knob as above. According to results it will be more likely the adaptation type for more complex change of paleoecological conditions. On the basis of these results we cannot conclude the presumed substratum dependency.

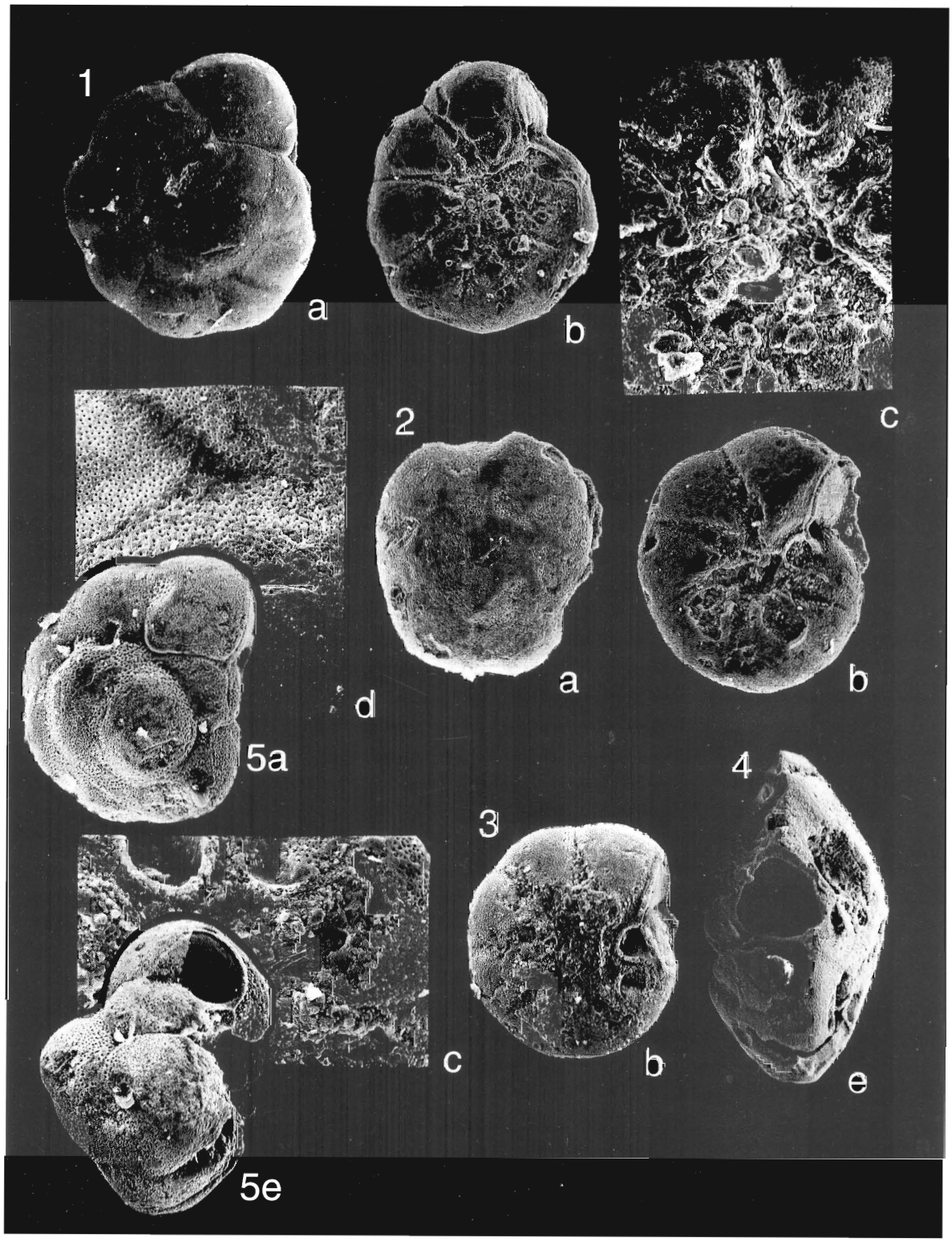
Conclusion

1. On the basis of clasic and biometric statistical study of variability of the species *Ammonia* Brünnich 1772 there were determined 3 species in 19 samples: *Ammonia beccarii* (Linné), *Ammonia parkinsoniana* (Orbigny), *Ammonia perlucida* Heron - Allen and Earland.

2. There were determined in this species 4 boundary morphotypes - *A. beccarii forma beccarii, A. beccarii forma inflata, A. parkinsoniana forma parkinsoniana, A. parkinsoniana* forma *tepida.* There were determined 3 intermediate morphotypes M1, M2, M3 and one extreme morphotype *Ammonia parkinsoniana forma parkin-*



Pl. 2. 1 - Ammonia parkinsoniana forma parkinsoniana (Orb.) Hámor, Lower Badenian, Extreme morphotype - sobrina, a - dorsal side of typical specimen, magn. x116, b - ventral side of this specimen with big umbilical knob, magn. x125, c - detail of umbilical area, magn. x350, 2 - Ammonia parkinsoniana forma parkinsoniana (Orb.) Hámor, Lower Badenian, b - ventral side of the specimen with little umbilical knob, magn. x70, 3 - Ammonia parkinsoniana forma parkinsoniana (Orb.) borehole LKŠ-1 181 m, Karpat, typical specimen, a - dorsal side, magn. x140, b - ventral side of identical specimen with abrupted last chambers, magn. x170, 4 - Ammonia parkinsoniana forma parkinsoniana (Orb.) Hámor, typical specimen, b - ventral side, magn. x200, c - detail of umbilical area, magn. x400, 5 - Ammonia parkinsoniana forma parkinsoniana (Orb.) Malý Krtíš, Lowermost Karpatian, typical specimen, b - ventral side of typical specimen without umbilical knob, magn. x300, 6 - Ammonia perlucida Heron- Allen and Earland Malý Krtíš, Lowermost Karpatian, typical specimen, a - dorsal side, magn. x150, b - ventral side, magn. x170, e - ornamentation of septum of the last chamber, magn. x220.



Pl. 3. 1 - Ammonia parkinsoniana forma tepida (Cush.) borehole LKŠ-1 187 m, Karpatian, typical specimen, a - dorsal side (morphotype M1 after Jorissen, 1988), magn. x100, b - ventral side, magn. x100, c - detail of umbilical area, magn. x710, d - detail of pores and sutures on dorsal side, magn. x350, 2 - Ammonia parkinsoniana forma tepida (Cush.) borehole LKŠ-1 187 m, Karpatian, typical specimen, a - dorsal side of the non-lobate morphotype M3 (Jorissen, 1988), magn. x173, b - ventral side, magn. x200, 3 - Ammonia parkinsoniana forma tepida (Cush.) Lipovany, Eggenburgian, b - ventral side, magn. x90, c - detail of umbilical area of identical specimen, magn. x200, 4 - Ammonia parkinsoniana forma tepida (Cush.) Gemerské Dechtáre, Egerian, e - apertural view, magn. x90, 5 - Ammonia parkinsoniana forma tepida (Cush.) borehole LKŠ-1 187 m, Karpatian, tetratological specimen, a - dorsal side, magn. x150, e - umbilical view, magn. x153.

soniana type sobrina (Shup.) in the variation ridge. We chose following the most characteristic features: test size, lobateness of outline, compactness and wall perforation.

3. On the basis of complex study of the samples there were adjoined determined morphotypes to probable paleoecological environments: 1. *Ammonia parkinsoniana forma parkinsoniana type sobrina* (Shup.) lives in the shallow-water biotop (at the depth to 30 m) similarly like *A. beccarii forma beccarii* (L.) which occurs only in the Lower Badenian. 2. *A. parkinsoniana forma tepida* (Cush.) has higher tolerance to stress factors - low oxygen stress and increasing depth. 3. *Ammonia beccarii forma inflata* (Seg.) occurs in the Lower Badenian assemblages suffering from the oxygen shortage.

4. It can be concluded that there is no dependency between compactness and sculpture of the test and the type substratum. There is no distinct phylogenetic line of individual forms.

References

Albani, A. D. & Barbero, R. S. 1982: Foraminiferal fauna from the Lagon of Venece, Italy. *J. Foram. Res. (Amsterdam), 12, 3, 234 - 241.*

Atkinson, K. 1969: The asociation of living foraminifera with algae from the litoral zone, scuth Cardigan Bay. *Walles., J. Natur. Hist. (New York), 3, 517 - 542.*

Banner, F. T. & Williams, E. 1973: Test structure, organic skeleton and extrathalamous cytoplasm of Ammonia Brünnich 1772. *J. Foram. Res. (Amsterdam), 3, 49 - 69.*

Bermudez, P. J. 1952: Estudio sistematico de los Foraminiferos rotaliformes. *Minist. Minas Hidrocarb., Venezuela, Bol. Geol., 2, 230.*

Boltovskoy, E. 1976: Distribution of recent foraminifera of the South American Region. *In: Hedley, R. H. and Adams, C. (Eds.): Foraminifera 2, Ac. press. London,171 - 236.* Bradshow, J. S. 1957: Laboratory studies of the rate of growth of the foraminifera genus "Streblus beccarii (Linné) var. tepida (Cushman)". *J. Palaeont. (Tulsa), 31, 6, 1138 - 1147.*

Bradshow, J. S. 1961: Laboratory experiments on the ecology of foraminifera. *J. Foram. Res. (Amsterdam) 12, 87 - 106.*

Brooks, A. L. 1967: Studing crop, vertical distribution, and morphometrics of Ammonia beccarii (Linné). *Oceanogr. Limnol. 12, 607 - 684.*

Collison, P. 1980: Vertical distribution of foraminifera of the Coast of Northumberland, England. *J. Foram. Res. (Amsterdam) 10, 75 - 7.*

Dobson, M. & Haynes, J. 1973: Association of foraminifera with hydroids on the shelf. *Micropaleontology. (New York) 19, 78 - 90.*

Ellis, B. F. & Messina, A. R. 1940 - 1963: Catalogue of Foraminifera. *Spec. Publ. Nac. Mus. (New York).*

Hageman, J. 1979: Benthic foraminiferal assemblages from Plio-Pleistocene open bay to lagonal sediments of the Western Peloponesus (Grece). *Utrecht micropaleont. Bull., 20, 171.*

Hansen, H. J. & Reiss, Z. 1971: Electron microscopy of Rotaliacean wall structures. *Bull. Geol. Soc. Denmark, 20, 329 - 346.*

Hofker, J. 1971: Studies on Foraminifera, part III., systhematic problems. *Publ. Nat. Gen. (Limburg.), 21, 202.*

Chang, Y. M. & Kaesler, R. L. 1974: Morphological variation of the foraminifer Ammonia beccarii (Linné), from the Atlantic coast of the United States. *Palaeont. Contr. Univ. Kansas, 69, 23.*

Jorissen, F. J. 1988: Benthic foramonifera from the Adriatic Sea, principles of phenotypic variation. *Utrecht micropal. Bull. 37, 160.*

Labin, A. A., Perelis-Grossovicz, L. & Raab, M. 1992: Living Ammonia from a hypersaline inland pool, Dead Sea area, Israel. *J. Foram. Res. (Amsterdam), 22, 3, 257 - 266.*

Liebau, U. 1978: Abriebt - geschützte Foraminifera. *Neu. Jb. Geol. Paläont., Abh., 157 - 166.*

Loeblich, J. A. & Tappan, H. 1964: Treatise of invertebrate Paleontology Part C. *Protista 2, 1, 2, 900.*

Losos, B. 1984 : Vlastnosti zoocenóz. *In: Losos et al.: Ekologie živočichů. SPN Praha.*

Mjatljuk, E. V. 1953: Spirillinidy, Rotaliidy, epistominidy i asterigerinidy. Iskopajemyje foraminifery SSSR. *Trudy Vsesojuz. Neft. Nauč. Issled. Geol. Razv. Inst. VNIGRI, (Leningrad, Moskva), nov. ser. 221.*

Murray, J. W. 1973: Distribution and ecology of living bentic foraminiferids. *Heineman Education books LTD, (London), 274.*

Murray, J. W. 1991: Ecology and Palaecology of Benthic Foraminifera, (New York), 396.

Nelson, B. W. 1970: Hydrography, sediment dispersal, and recent historical development of the Po river delta, Italy., S.E.P.M. *Spec. publ. (New York), 15, 152 - 184.*

Poag, C. W. 1978: Paired foraminiferal ecophenotypes in Gulf Coast estuaries: ecological and paleoecological implications. *Trans. Gulf Coast and Ass. Geol. Soc. (Tulsa), 28, 395 - 421.*

Rupp, C. 1986: Paläoökologie des Foraminiferen im der Sandschaler zone (Badenien, Miozän) des Wiener Becken. *Beitr. Paläont. Österr. (Wien) 12, 1 - 180.*

Seiglie, G. A. 1975 : Foraminiferes of Guanilla Bay, their use as environmental indicators. *Rev. espan. Micropaleont. 7, 453 - 487.*

Schnitker, D. 1974: Ecotypic variation in Ammonia beccarii (Linné). *J. Foram. Res. (Amsterdam), 4, 4, 216 - 223.*

Tufescu, M. 1968 - Ammonia tepida (Cushman) (Ord. Foraminifera). Some features of its variability in the black sea basin. *Res. Rumun. Biol., Ser. Zool., 13, 169 - 177.*

Van Der Zyann, Z. 1982: Quantitative analyses and the reconstructions of benthic foraminiferal communities. *Utrecht micropaleont. Bull., 30, 49 - 69.*

Wang, P. & Lutze, G. F. 1986: Inflated later chambers: ontogenetic changes of some recent hyaline benthic foraminifera. *J. Foram. Res. (Amsterdam), 16, 48 - 62.*

Ekotypová variabilita rodu *Ammonia* Brünnich 1772 v Paratetýde a jej paleoekologický význam

V spracúvanom materiáli osemnástich vzoriek z neogénu Paratetýdy so stratigrafickým rozpätím egenburg až vrchný sarmat sa zistili jedince rodu *Ammonia* Brünnich 1772 a vzťah ich morfológie k predpokladanému paleoprostrediu, ktoré sa určovalo kvantitatívnym a kvalitatívnym hodnotením spoločenstiev vyseparovaných zo vzoriek zvyčajnými postupmi. Biometrickou analýzou sa vo vzorkách identifikovali tri druhy rodu Ammonia, a to *Ammonia beccarii* (L.), *Ammonia parkinsoniana* (d'Orb.) a *Ammonia perlucida* Heron-Allen and Earland a priradili sa im predpokladané paleoekologické prostredia. Podľa štatistického spracovania zameraného na ohraničenie plytkovodných a hlbokovodnejších spoločenstiev, ako aj podľa spoločenstiev trpiacich nedostatkom O_2 možno predpokladať:

1. *A. parkinsoniana forma tepida* má vyššiu toleranciu k úbytku O_2 a rastúcej hĺbke ako *A. parkinsoniana forma parkinsoniana*.

2. V najplytších spoločenstvách sa vyskytuje morfotyp *A. parkinsoniana forma parkinsoniana typ sobrina* a v spodnom bádene ju nahrádza morfotyp *A. beccarii forma beccarii*.

3. Tolerantnejší morfotyp *A. beccarii forma inflata* vystupuje v hlbokovodnejších spoločenstvách spodného bádenu trpiacich menším nedostatkom O_2 pri dne.

Z výsledkov nemožno vybadať fylogenetickú líniu v rode Ammonia. Viditeľnejšia je väzba druhu *A. beccarii* (L.) na spodný báden, kde sa vyskytuje spolu s morfotypom *A. parkinsoniana f. parkinsoniana typ sobrina*.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 145 - 152

Porovnanie kanadských a slovenských metód hodnotenia vhodnosti kameňa do stavebných konštrukcií

PETER P. HUDEC
Geology Department University of Windsor, Ontario, Canada

(Doručené 28. 10. 1994)

Úvod

Komerčná hodnota kameňa do rôznych stavebných konštrukcií v Kanade a vo väčšine rozvinutých krajín je porovnateľná s hodnotou produkovaných kovov alebo ju prevyšuje. Označenie kameň (stone) v Kanade zahŕňa rozličné produkty, z ktorých základné sú: podrvené kamenivo (crushed stone) a preddrvený štrk (crushed gravel), kameň na hrubú kamenársku výrobu (dimension stone) a kameň na chemickotechnologické spracovanie, resp. spracovanie tavením (chemical stone) vrátane cementárskych surovín. Väčšina kameňa je určená na miestne použitie, ale niektoré špeciálne výrobky sa vyvážajú, resp. dovážajú.

Aby bol kameň vhodný na isté použitie, musí mať požadované vlastnosti na takéto použitie a vo všeobecnosti musí byť odolný voči zvetrávaniu ako prirodzenému procesu alebo antropogénnemu vplyvu. V závislosti od použitia musí kameň spĺňať určité kritériá, z ktorých každé sa špecifikuje súborom skúšok. Najrozšírenejšie je použitie drveného a prírodného kameniva do betónu a asfaltu.

Cieľom tohto článku je porovnať testovacie metódy používané pri hodnotení vhodnosti kameňa na tieto účely v Kanade (presnejšie v provincii Ontario) a na Slovensku. Pri každej metóde sa zdôrazní jej vhodnosť a základné vlastnosti horniny, ktoré sa ňou posudzujú.

Autor najlepšie pozná skúšky a kritériá používané v Ontariu, a s nimi bude porovnávať skúšky a normy používané na Slovensku. Zároveň prosí o prepáčenie, ak mylne interpretuje, príp. ak neuvedie niektorú zo skúšok používaných v súčasnosti na Slovensku, pretože jeho možnosti oboznámiť sa s nimi boli obmedzené. Článok je koncipovaný ako prehľad, nie ako vyčerpávajúca správa.

Podklady na hodnotenie slovenských noriem na stanovovanie vhodnosti kameňa vychádzajú z technologických skúšok firmy Geologický prieskum, š. p., Spišská Nová Ves, geologická oblasť Banská Bystrica, z niektorých ložísk kameňa na strednom Slovensku, a to bazaltu ložiska Brdhary a Čamovce, andezitu z okolia Detvy a Horného Tisovníka a vápenca z Tisovca. Výsledky poskytol Galko a Hrnčár. Hoci z hľadiska pestrosti petrografických typov ide o obmedzený výber, dajú sa z neho vyvodiť určité závery. Normy provincie Ontario sa posudzujú podľa výsledkov viac ako sto technologických skúšok zo sto rozličných ložísk drveného kameniva a štrku, reprezentujúcich široké spektrum petrografických typov.

Normy Ontaria určilo Ministerstvo dopravy provincie Ontario (Ontario Ministry of Transport - MTO) a priebežne ich upravovalo. Niektoré skúšky sa zdokonaľujú a niektoré - so slabou reprodukovateľnosťou alebo s nízkou informačnou hodnotou - sa vypúšťajú.

Posledná veľká úprava noriem v Ontariu bola v apríli 1992. Väčšina skúšok základných vlastností je prevzatá z kanadských štátnych noriem CSA (Canadian Standards Association), z amerických noriem ASTM a ASSHTO (American Society for Testing & Materials, American Association of State Highway & Transportation) a z britských noriem BS (British Standard). Niektoré, konkrétne normy týkajúce sa trvanlivosti kameniva, sú obsiahnuté iba v normách MTO.

Zásady hodnotenia vhodnosti kameniva v provincii Ontario (MTO)

1. Všetky skúšky sa vykonávajú na drvenom hrubom kamenive alebo na drvenom, príp. prírodnom piesku. Iba v ojedinelých prípadoch sa skúšky robia na kockách alebo hranoloch vyrezaných z kameňa. Niektoré skúšky sa vykonávajú na betónových hranoloch s obsahom skúšaného kameniva.

2. Hrubé drvené kamenivo zahŕňa drvenú skalnú horninu a drvený štrk. Štrk sa vždy drví.

3. Väčšina hrubého kameniva musí mať aspoň jednu dobre vyvinutú plochu s hranou. Zaoblený, teda nedrvený štrk sa nepoužíva.

4. Na kvalitu piesčitej frakcie sa kladie rovnaký dôraz ako na kvalitu hrubého kameniva.

5. Väčšina skúšok prebieha v komerčných laboratóriách s minimálnymi investíciami do zariadenia. MTO bežné skúšky (okrem problémových rozhodnutí) nerobí.

6. Technickí pracovníci vykonávajúci skúšky musia mať osvedčenie (napr. musia absolvovať kurzy usporadúvané MTO).

7. Zdroje kameňa na projekty subvencované vládou provincie (cesty, mosty akď.) sa overujú na vzorkách zo

skládok suroviny (surovinové haldy), nie z vrtných jadier, ani nie na výlomových vzorkách z lomov. Každé ložisko sa na potvrdenie kvalitatívnej triedy skúša periodicky.

8. Projekty subvencované miestnou správou sa spoliehajú na zdroje overené MTO alebo skúšajú surovinu podľa metodiky MTO.

9. Zdroje hrubého a jemného kameniva sa testujú v komerčných skúšobniach bezprostredne pred realizáciou projektu na vzorkách zo surovinovej haldy určenej pre projekt. Testovanie pokračuje pri realizácii projektu, a to najmä na výrobkoch (stavebných prvkoch), ktoré sa práve majú použiť do stavených konštrukcií, napr. kameninové výsypky, čerstvý betón alebo asfalt.

10. MTO periodicky vykonáva tzv. obežníkové (round-robin) previerky komerčných laboratórnych skúšobní zadávaním súboru skúšok rovnakého kameniva všetkým laboratóriám. Výsledky sa porovnávajú štatistickými metódami a laboratóriá, ktorých výsledky niektorej zo skúšok prekračujú odchýlku danú použitou štatistickou metódou, sú povinné svoje skúšobné metódy skontrolovať.

Zásady hodnotenia vhodnosti kameniva na Slovensku

Na Slovensku sa ložisko kameniva dôkladne skúma aj z technologickej stránky počas geologickoprieskumných prác in situ. Navyše sa každý výrobok musí periodicky skúšať v štátnej skúšobni (TASÚS) po odovzdaní ložiska ťažobnej organizácii.

1. Potenciálne ložisko kameniva sa dôkladne skúma vrtnými (niekedy geofyzikálnymi) prácami. V Severnej Amerike vrtné práce (ako najdrahšia prieskumná metóda) vo väčšine len zhruba ohraničujú ložisko a poskytujú predbežný odhad kvality suroviny.

2. Na Slovensku sa na odskúšanie suroviny používa vrtné jadro a blokové vzorky. Dôraz sa kladie na testovanie tvarovo opracovaných vzoriek (kociek, hranolov, trámcov). Surovinové haldy sa skúšajú zriedka (alebo sa neskúšajú). V Ontariu sa na vzorkách z vrtného jadra stanovuje kvalita kameniva iba predbežne. Konečné rozhodnutie sa prijíma na základe vzoriek zo surovinovej haldy.

3. Všetky skúšky sa vykonávajú v laboratóriách štátnych podnikov (aj keď sa teraz situácia radikálne mení), kým v Ontariu je to naopak.*

Diskusia a porovnanie slovenských (STN) a kanadských (MTO) testovacích metód

Testovacie metódy možno rozdeliť do dvoch veľkých skupín. Prvú tvoria metódy, ktorými sa zisťujú niektoré špecifické vlastnosti horniny, ako je merná hmotnosť, pórovitosť, priepustnosť a pod., druhú prevádzkové hodnotiace skúšky, t. j. také, ktoré simulujú odolnosť horniny voči dlhotrvajúcemu pôsobeniu antropogénnych vplyvov alebo prírodných zvetrávacích procesov (trvanlivosť, obrusnosť a otĺk). Ontario má osobitný súbor skúšok hrubého kameniva (nad 4,75 mm) a osobitný drobného kameniva a piesku (pod 4,75 mm).

Podľa STN sa piesčitá frakcia (okrem zrnitosti) osobitne neskúša. V diskusii porovnávame len skúšky hrubého kameniva.

Tab. 1

Porovnanie testovacích metód používaných v Kanade a na Slovensku

Skúška	Kanada	Slovensko
Merná hmotnosť, pórovitosť	NIE	ÁNO
Nasiakavosť, objemová hmotnosť (sypaná)	ÁNO	ÁNO
Trvanlivosť	mangánovo-sulfátový	sodíkovo-sulfátový
Mrazuvzdornosť	5 cyklov	25 cyklov
	3 % NaCl	voda
Petrografické číslo	ÁNO	NIE
Petrografický rozbor	ÁNO	ÁNO
Otĺk (v bubne Los Angeles)	ÁNO	ÁNO
Zrnitosť (sitová analýza)	ÁNO	ÁNO
Percentuálne zastúpenie podrvených častíc	ÁNO	NIE
Tvarový index	ÁNO	ÁNO
Reaktivita s alkáliami (silikátových hornín)	ÁNO	ÁNO
	maltový	frakcia
	trámec	0,125 - 0,25 mm
Alkalická rozpínavosť uhličitanov	ÁNO	ÁNO
	chem. analýza	hornínový hranol

Stanovovanie vlastností horniny

Objemová hmotnosť a nasiakavosť

Horninu tvorí zoskupenie minerálov a prírodných dutín (pórov) medzi minerálnymi zrnami. Objemová hmotnosť je daná hlavným horninotvorným minerálom a pórovitosťou, nasiakavosť pórovitosťou. Objemová hmotnosť a všetky bežné skúšky základných vlastností sa v USA a Kanade stanovujú výhradne na drvenom hrubom kamenive odobranom zo surovinovej haldy.

Použité normy sú: ASTM C127, C125, AASHTO T85, BS812, CSA A23-2-12A a MTO LS-604. Ekvivalentná norma používaná na Slovensku je STN 72 1154.

Merná hmotnosť a pórovitosť, ako ich opisujú STN 72 1154, sa v Severnej Amerike bežne nestanovujú. Vykonať skúšku na drvenej vzorke je náročné a z jej výsledkov ťažko posudzovať kvalitu a trvanlivosť materiálu. Merná hmotnosť sa stanovuje pyknometricky a slúži najmä na identifikáciu prevládajúcich minerálov vo vzorke, a teda na indikáciu možných zmien pod vplyvom alterácie a zvetrávania. Vizuálnou identifikáciou (petrografickým rozborom) a jednoduchšími fyzikálnymi skúškami (tvrdosť) možno tieto vlastnosti stanoviť rýchlejšie.

Pórovitosť je vo vzájomnom vzťahu k pevnosti. Pri danom petrografickom type platí: čím väčšia je pórovitosť, tým menšia je pevnosť.

Obr. 1 znázorňuje vzájomný vzťah pevnosti a pórovitosti kameniva. Malé zoskupenie vzoriek mimo hlavného trendu patrí vzorkám karbonátových hornín z Tisovca s nižšou pevnosťou.

STN 72 1154 používa tvarové vzorky alebo niekoľko väčších nepravidelných parafínovaných vzoriek. Tieto vzorky sa v Kanade nepovažujú za reprezentatívne. Vyberajú sa z horniny, ktorá je na pohľad „lepšia", t. j.

* *Poznámka prekladateľa:* Od 1. 1. 1992 nový Banský zákon zaraďuje stavebný kameň k nevyhradeným nerastom. Preto mnohé z uvedených tvrdení už nie sú aktuálne.

schopná poskytnúť vzorky dostatočnej veľkosti na skúšky. Absolútnu pórovitosť tvoria tri typy dutín (pórov): také, ktoré sa ľahko zapĺňajú vodou pri normálnej saturácii (absorpcia), také, ktoré sa zapĺňajú iba pri predĺženej, príp. vákuovej saturácii, a také, ktoré nie sú prepojené s inými alebo sú izolované vnútri vzorky, napr. zostávajú suché pri akýchkoľvek podmienkach saturácie. Z hľadiska trvanlivosti horniny je najdôležitejší prvý typ, t. j. normálna absorpcia (efektívna pórovitosť).

Obr. 2 ukazuje vzťah medzi výsledkami skúšok na absolútnu a efektívnu pórovitosť podľa STN 72 1154. Závislosť je podľa očakávania výborná.

Absolútnu pórovitosť možno odčítať z regresnej rovnice spomenutého vzájomného vzťahu.

Pevnosť horniny (po vysušení, po nasiaknutí a po zmrazení)

STN 72 1512 jej stanovenie nevyžaduje, ale STN 72 1860 (kameň na stavebné účely) áno.

Skúška na tvarovaných vzorkách opísaná STN 72 1157 sa v Kanade a USA bežne nevykonáva, pretože pevnosť priemernej horniny používanej ako kamenivo bežnú pevnosť betónu vysoko prevyšuje. Ak sa berú do úvahy normálne horninové typy používané na tieto účely, pevnosť aj najslabšej horniny výrazne prevyšuje pevnosť betónu, a preto je stanovovanie pevnosti horniny zbytočné.

STN požaduje stanovenie pevnosti v tlaku na kockách, ktoré sa sušili, saturovali a zmrazovali v cykloch. Porovnanie pevnosti po vysušení, nasiaknutí a zmrazení bazaltov z Bulhár a Čamoviec podľa príslušnej STN je na obr. 3. Ako vidieť medzi troma pevnosťami bazaltov zdanlivo nie je štatistický rozdiel. Preto by sa mohlo namietať, že stačí stanoviť pevnosť po vysušení, lebo po nasiaknutí a zmrazení sú výsledky pravdepodobne iba o málo nižšie ako pri skúške pevnosti v tlaku po vysušení. Prešetrenie regresných rovníc z obr. 3 ukazuje, že pevnosť v tlaku vzoriek po nasiaknutí, resp. po zmrazení je asi o 4 %, resp. 11 % nižšia ako pevnosť v tlaku vzorky po vysušení, ale stále ešte nad konštrukčnou pevnosťou priemerného betónu.

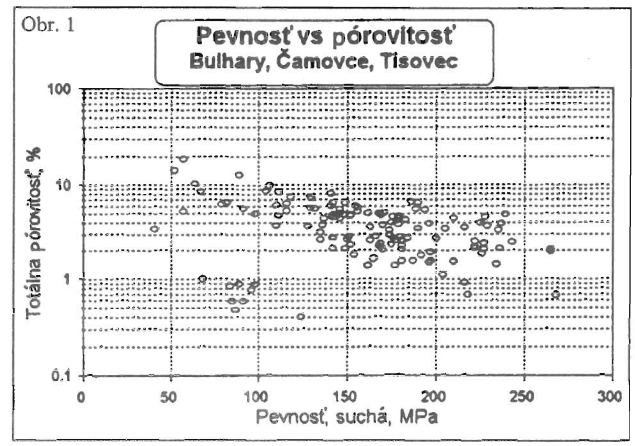
Prevádzkové hodnotiace skúšky

Trvanlivosť a mrazuvzdornosť kameniva

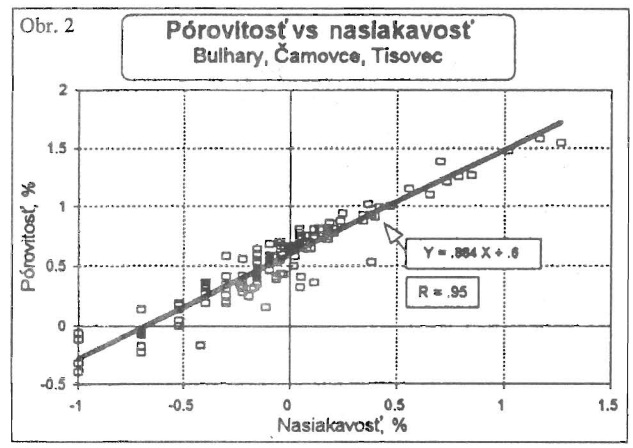
STN 72 1176 rozlišuje trvanlivosť a mrazuvzdornosť ako dva nezávislé prejavy. Avšak viacročný výskum autora a iných potvrdil, že sú si blízke. Trvanlivosť vplýva na dĺžku prijateľného používania a stupeň odolnosti na opotrebenie (zdravosť) prírodnými a antropogénnymi vplyvmi. Zmrazovanie a rozmrazovanie je jedným z činiteľov opotrebúvania a odolnosťou voči mrazu je daná aj odolnosť voči ostatným vplyvom opotrebovania.

STN 72 1176 používa 5-cyklový Na-sulfátový test na zdravosť (soundness) podobný ontarijskej skúške podľa LS-606, ktorá však používa mangánovo-sulfátový test. Podobné skúšky, ako je Na-sulfátový test, sa používajú v mnohých štátoch USA. Sulfátové testy v USA a v Kanade sa používajú ako simulované skúšky mrazuvzdornosti. V Ontariu sa od testu LS-606 upúšťa, a to väčšinou pre jeho slabú reprodukovateľnosť, ale aj preto, že dáva špecifické výsledky vzhľadom na horninový typ, napr. postihuje niektoré horninové typy v oveľa väčšej miere ako iné. Napríklad pieskovec sa vo všeobecnosti počas testu rozpadá, hoci by sa mohol použiť ako úplne prijateľné kamenivo. V obežníkových testoch spomenutých v úvode článku boli výsledky mangánovo-sulfátového testu toho istého kameniva také rôznorodé, že by aplikácia príslušných noriem v praxi bola nezmyselná.

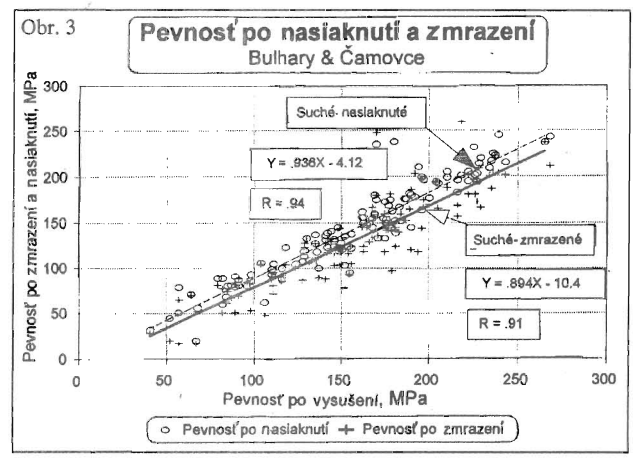
Obr. 1



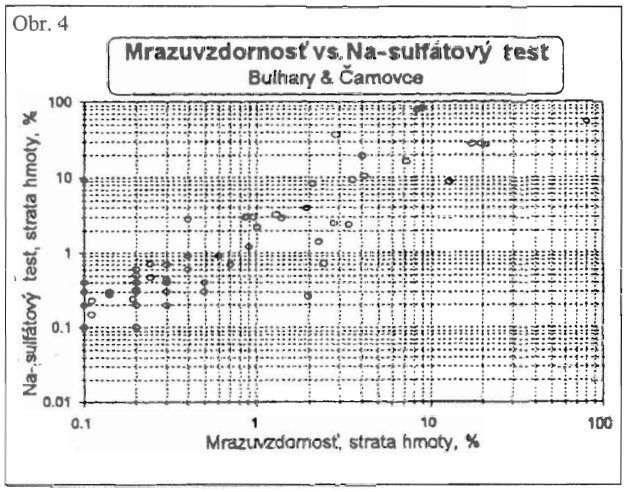
Obr. 2



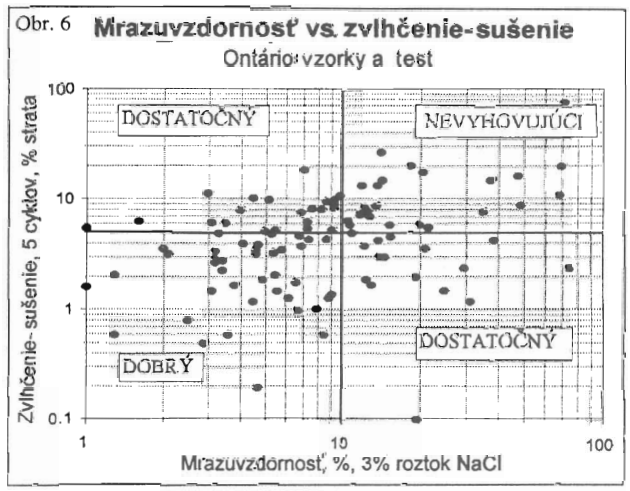
Obr. 3



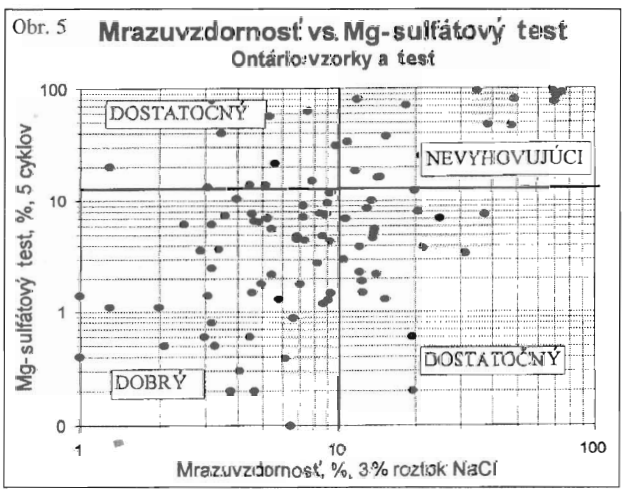
Obr. 4



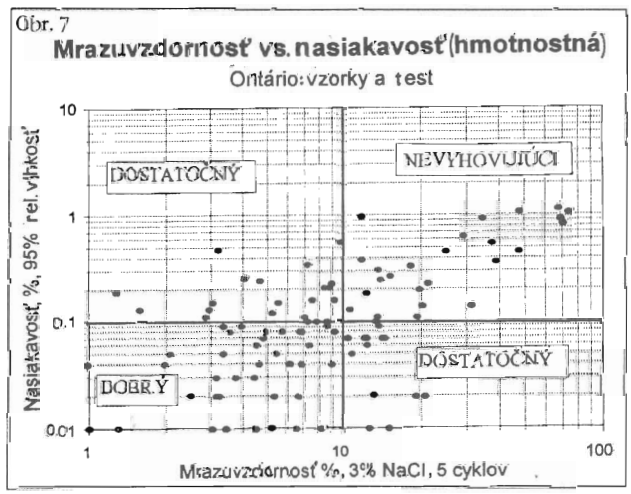
Obr. 6



Obr. 5



Obr. 7



Mangánovo-sulfátový test zdravosti hrubého kameniva sa v Ontariu nahrádza priamo zrýchleným testom mrazuvzdornosti, ktorý pôvodne vypracoval autor článku. Mangánovo-sulfátový test sa na drobné kamenivo v laboratóriách riadených MTO používa naďalej. Sodíkovo-sulfátový test je asi z jednej tretiny taký agresívny ako mangánovo-sulfátový, ale pravdepodobne sú pri ňom také isté problémy s reprodukovateľnosťou, keďže testovacie podmienky sa musia podrobne sledovať a aj malé odchýlky môžu spôsobiť vo výsledkoch veľké rozdiely.

Obr. 4 ukazuje vzájomný vzťah medzi výsledkami sodíkovo-sulfátového tesu a skúškami mrazuvzdornosti podľa STN 72 1176. Závislosť je vo všeobecnosti lineárna a ukazuje, že výsledky skúšok odrážajú v podstate tie isté vlastnosti. Relatívne dobrú koreláciu spôsobuje uniformný horninový typ - bazalty. Podobné výsledky poskytuje hodnotenie súboru skúšok kameniva podľa MTO (obr. 5), aj keď sa použije iná skúšobná metóda - mangánovo-sulfátový test (MTO LS-606) a zrýchlený päťcyklový test mrazuvzdornosti s 3 % roztokom NaCl (MTO LS-614).

Hoci vzájomný vzťah medzi dvoma testami nie je veľmi dobrý, je stále štatisticky významný. Nemožno zabúdať, na to, že súbor vzoriek z Ontaria zahŕňa rozmanité horninové typy a sulfátové testy majú sklon dávať špecifické výsledky pri určitých horninových typoch, čo vysvetľuje bodový rozptyl. V iných porovnaniach pri karbonátových horninách je napríklad zhoda medzi dvoma testami oveľa väčšia.

Pokiaľ test mrazuvzdornosti poskytuje lepšiu reprodukovateľnosť a je menej náročný na realizáciu, vyberá sa na posudzovanie ako trvanlivosti, tak aj mrazuvzdornosti. Obidva testy sa môžu použiť spolu na presnejšiu klasifikáciu trvanlivosti kameniva do kategórií GOOD (= dobrý), FAIR (= dostatočný) a POOR (= nevyhovujúci), a to na základe stanovených limitov každého z testov. Kategórie znázorňuje obr. 5 a nasledujúce obrázky.

Obr. 6 ukazuje vzájomný vzťah medzi hmotnostnými stratami po piatich cykloch zvlhčovania a vysušovania a zmrazovacími a rozmrazovacími stratami pri metodike MTO.

Obr. 7 znázorňuje podobný vzťah medzi stratami pri zmrazovaní a rozmrazovaní a pri nasiakavostnej skúške (72-hodinová expozícia pri 95 % relatívnej vlhkosti a 20 °C). Nasiakavosť je v týchto podmienkach mierou veľkosti mikrokapilár v hornine, ktoré sa pokladajú za najdeštruktívnejší činiteľ vo zvetrávacom procese. Nasiakavosť, zvlhčovanie a vysušanie, zmrazovanie a rozmrazovanie sa pokladajú za najdôležitejšie faktory zvetrávania v miernej

Ministry of Transportation Ontario

COARSE AGGREGATE PETROGRAPHIC ANALYSIS

PIT NAME _____ LAB. NO. _____

DATE _____ FRACTION _____ ANALYST _____

TYPE NO	TYPE	MASS	%	GRANULAR & 160 mm TYPE B CORRECTION	
1	CARBONATES (hard)				
20	CARBONATES (slightly weathered; medium hard)				
2	CARBONATES (sandy, hard and medium hard)				
21	CARBONATES (slightly cherty)				
23	CARBONATES CRYSTALLINE (hard)				
3	SANDSTONE-ARKOSE (hard)				
22	SANDSTONE-ARKOSE (medium hard)				
4	GNEISS - SCHIST (hard)				
5	QUARTZITE (coarse and fine grained)				
6	GREYWACKE -ARGILLITE (hard)				
7	VOLCANIC (hard and slightly weathered)				
8	GRANITE - DIORITE - GABBRO				
9	TRAP				
10	QUARTZ				
	TOTAL GOOD AGGREGATE				
24	CARBONATES CRYSTALLINE (slightly weathered)			× 2	
40	CARBONATES (soft; slightly shaley)			× 2	
41	CARBONATES (sandy, soft; soft, pitted)			× 2	
42	CARBONATES (weathered)				
25	GNEISS(brittle) SCHIST (medium hard)			× 2	
26	CHERT - CHERTY CARBONATES (unleached)			× 2	
27	GRANITE - DIORITE - GABBRO (brittle)			× 2	
28	VOLCANIC (soft)			× 2	
52	ENCRUSTATION			× 2	
29	GREYWACKE - ARGILLITE (medium hard)			× 2	
30	SANDSTONE-ARKOSE (brittle)			× 2	
	TOTAL FAIR AGGREGATE				
43	CARBONATES (shaley or clayey)				
44	CARBONATES (ochreous)				
45	CHERT - CHERTY CARBONATES (leached)			× 5	
46	SANDSTONE-ARKOSE (friable)			× 3	
48	VOLCANIC (very soft, porous)			× 3	
49	CARBONATES CRYSTALLINE (soft)			× 3	
50	GNEISS (friable)			× 3	
51	GRANITE - DIORITE - GABBRO (friable)			× 3	
53	CEMENTATIONS			× 3	
54	CEMENTATIONS (total)			× 3	
55	SCHIST (soft)			× 3	
56	SILTSTONE (friable)			× 3	
86	ARGILLITE - TUFF ARGILLITE - SLATE (unweathered)				
97	GREYWACKE (friable)			× 3	
	TOTAL POOR AGGREGATE				
60	OCHRE				
61	SHALE				
62	CLAY				
63	VOLCANIC OR SCHIST (decomposed)				
32	ARGILLITE - TUFF ARGILLITE - SLATE (weathered)				
	TOTAL DELETERIOUS AGGREGATE				
	TOTALS				

% GOOD _____ × 1 = _____

% FAIR _____ × 3 = _____

% POOR _____ × 6 = _____

% DELETERIOUS _____ × 10 = _____

EST. PERCENT CRUSHED

EST. PERCENT FLATS & ELONGATED

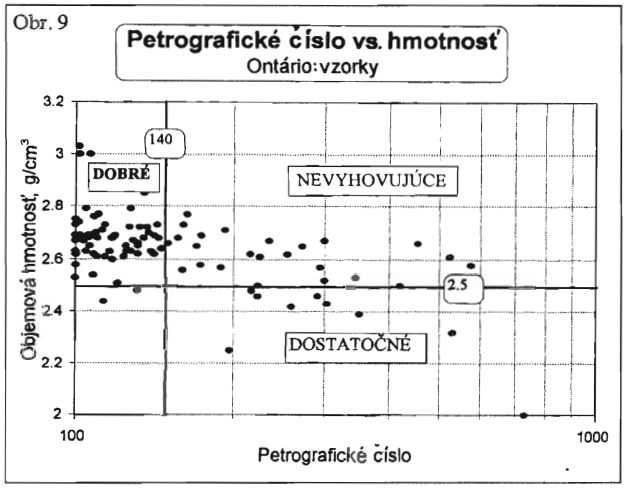
HOT MIX, SURF. TREAT. AND CONCRETE P.N.

CORRECTED GRANULAR AND 16.0 mm TYPE B P.N.

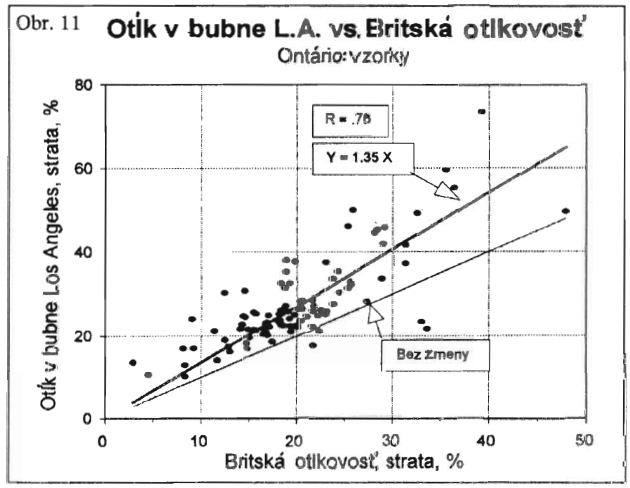
PH-CC-345 87-09

Obr. 8 Formulár petrografickej analýzy, MTO LS-614

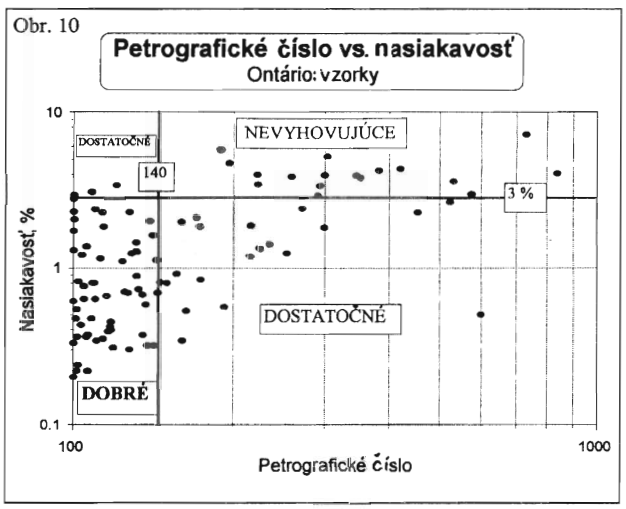
Obr. 9



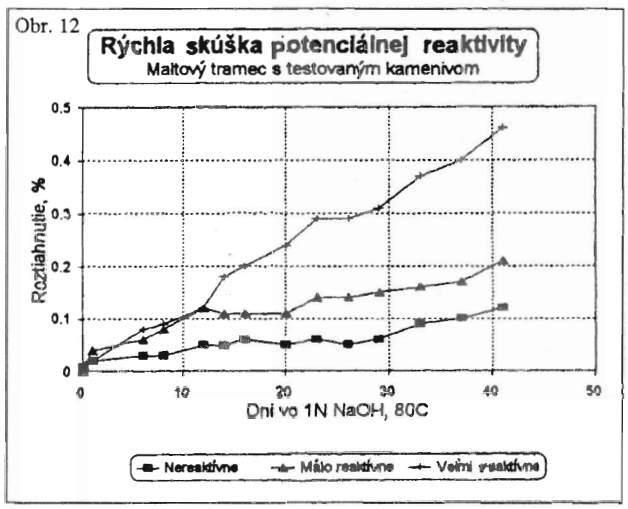
Obr. 11



Obr. 10



Obr. 12



klíme. Vzájomné vzťahy ukazujú, že sú tieto procesy podobné a hociktorý zo skúšobných testov sa môže použiť na ich stanovenie. Skúška mrazuvzdornosti je najagresívnejšia, a preto má najväčšiu rozlíšiteľnosť, najmä pri horninových typoch so strednou odolnosťou voči zvetrávaniu. Treba poznamenať, že mangánovo-sulfátový test nekoreluje ani s nasiakavosťou, ani so skúškou zvlhčovania a vysúšania.

Autor uprednostňuje zrýchlený test mrazuvzdornosti ako indikačnú skúšku životnosti kameniva pri normálnych a antropogénnych zvetrávacích vplyvoch (napr. solenie ciest).

Skúška nie je náročná. Podrobné inštrukcie sú v norme MTO LS-614.

Opis metodiky skúšky. Testujú sa štyri frakcie drveného kameniva: 19; 13,2; 9,5 a 4,75 mm. Ako saturačné médium sa používa 3 % roztok NaCl. Zistilo sa, že 3 % koncentrácia NaCl je deštruktívnejšia ako väčšia alebo menšia koncentrácia. Na saturáciu a zmrazovanie vzorky sa používajú vzduchotesné sklené nádoby, bežne používané pri konzervovaní.

Vzorky sa saturujú v nádobách 24 ± 2 hod., potom sa rýchlo sušia v nádobe s niekoľkými ml roztoku. Nádoby sú utesnené, aby sa udržala 100 % relatívna vlhkosť. Nádoby sa zmrazujú na -18 ± 2 °C za 16 ± 2 hod. a rozmrazujú približne ± 8 hod. pri izbovej teplote. Po každom cykle sa nádoba pootočí o 1/4 otáčky, aby roztok vplýval na všetky častice rovnomerne.

Po piatich cykloch sa vzorka umyje a cez noc vysuší pri 110 ± 5 °C. Strata sa stanovuje opätovným preosiatím cez rovnaké sitá a udáva sa ako vážený priemer jednotlivých frakcií.

Kvalitatívna petrografická analýza kameniva - petrografické číslo

Jednou z najosobitejších a najužitočnejších skúšok hrubého kameniva používanou v rámci MTO je petrografické číslo (Petrographic Number, PN). V podstate každá častica drviny sa posudzuje z petrografického hľadiska a z hľadiska jej pevnosti a odolnosti na základe predchádzajúcich údajov a skúseností z daného horninového typu. Kolektori alebo geológovia sa špeciálne učia rozoznávať, ktoré častice by mohli pri použití v betóne, asfalte alebo vo východiskovej surovine spôsobovať ťažkosti. Napr. analyzujeme 1000 g vzorky zo zásobníka frakcie 25 mm. Každá častica sa na základe

petrografickej podobnosti podľa uvedených hľadísk pevnosti a odolnosti zaraďuje do príslušnej skupiny.

Kategória	Charakteristika	Faktor
Dobrý (GOOD)	výborný materiál, dlhá životnosť	1
Dostatočný (FAIR)	stredne kvalitný materiál, obmedzená životnosť	3
Nevyhovujúci (POOR)	málo kvalitný materiál, malá životnosť	6
Škodlivý (DELETERIOUS)	neprijateľný materiál, nebezpečné	10

Faktor je číslo, ktorým sa násobí percentuálny podiel materiálu patriaceho do každej z uvedených kategórií. Súčet dosiahnutých hodnôt je petrografické číslo. PN okolo 100 je pri výbornom materiáli, PN 140 je horným limitom kameniva do betónu.

Príklad formulára používaného pri analýze je na obr. 8. Formulár ilustruje, že uvedené kategórie v zásade vychádzajú zo stupňa zvetrania vzorky a z obsahu ílových minerálov v horninových časticiach. Test je ideálny na základné rýchle posudzovanie lokalít s horninami postihnutými rôznym stupňom premeny, ako je to na mnohých ložiskách stavebného kameňa na Slovensku.

Pri petrografickom horninovom type, ako sú karbonáty, má PN dobrú koreláciu so skúškami mrazuvzdornosti, trvanlivosti (mangánovo-sulfátový test), nasiakavosti a otĺku v bubne Los Angeles. Korelácia s uvedenými skúškami je menšia v rozličných horninových typoch. Obr. 9 a 10 ukazujú závislosť PN a objemovej hmotnosti a nasiakavosti. PN zohľadňuje stupeň zvetrania a obsah ílových minerálov v kamenive, čoho prejavom je závislosť na objemovej hmotnosti. Tendencia zvetraných hornín obsahovať viac pórov sa prejavuje vo väčšej nasiakavosti.

Obrus a otĺk

STN aj severoamerické normy používajú skúšky otĺku v bubne Los Angeles (Los Angeles abrasion test). Stanovenie limitov strát je obdobné. Niektoré štáty USA používajú Devalovu skúšku otĺkovosti (Deval abrasion test), ktorá sa podobá testu LA s výnimkou, keď je proces roztĺkania autogénny, bez použitia oceľových gulí. Experimenty autora ukazujú, že skúška otĺku v bubne LA dobre koreluje s britskou skúškou otĺkovosti (obr. 11). Najvýraznejšie straty spôsobuje v mäkkých a pórovitých horninách, ktoré môžu byť vhodné na použitie do masívneho betónu nevystaveného otĺku. Pretože britská skúška otĺkovosti je jednoduchšia, možno ju pokladať za alternatívny alebo rýchly indikačný test.

Skúška reaktivity s alkáliami

V Ontariu a niektorých štátoch USA sa nedávno skúšky kameniva na reaktivitu s alkáliami výrazne revidovali. V Ontariu sú dve normy: jedna pre alkalickú rozpínavosť karbonátov (alkali-carbonate expansive aggregate) a jedna pre alkalickú rozpínavosť kremeňa (alkali-silica expansive aggregate). Prvá je chemickou analytickou metódou, kde je pomer CaO : MgO vynesený k Al_2O_3 a poloha v diagrame určuje potenciálnu reaktivitu (MTO LS-616, ASTM C294). Reaktivita kremeňa (MTO LS620) je skúška vychádzajúca z juhoafrických skúseností, ktoré opísal Oberholster a Davies. Skladá sa z prípravy štandardného maltového trámca obsahujúceho testované kamenivo a z rýchlej prípravy vzorky pri 80 °C počas 24 hodín. Po príprave sa zmeria dĺžka hranola a hranol sa potom pri 80 °C uloží do roztoku 1 N NaOH. Dĺžka trámca sa premeriava po niekoľkých dňoch, celkove 14 dní. Roztiahnutie o vyše 0,3 % značí prítomnosť expanzívneho kremeňa v kamenive. Typické výsledky testu sú uvedené na obr. 12 a ukazujú výsledné hodnoty nereaktívneho, stredne reaktívneho a vysoko reaktívneho kameniva.

Diskusia a odporúčania

Je veľa ekonomických a technických príčin, prečo treba súčasné hodnotenie kameniva zmeniť. Zdá sa, že pri rýchlo sa meniacej ekonomickej situácii na Slovensku ekonomické dôvody prevažujú nad technickými.

1. Zdroje kameniva (lomy a ťažobne) čoskoro prejdú do súkromného vlastníctva a budú si konkurovať cenou a kvalitou. Zákazníci budú požadovať záruky kvality. Väčšina veľkých zdrojov kameniva na Západe má svoje vlastné laboratórne skúšobne kvality kameniva na mieste ťažby a komerčné laboratóriá sa využívajú na porovnávacie skúšky. Zavedú sa jednoduchšie progresívnejšie skúšobné metódy, ktoré umožnia testovať produkty priamo na mieste ťažby, kým náročnejšie skúšky budú robiť komerčné laboratóriá.

2. Jedným z najväčších odberateľov kameniva býva štát (výstavba diaľnic, mostov, železníc a i.). Štát bude nútený kontrolovať kvalitu suroviny zo zdrojov, ktoré už nebudú v jeho vlastníctve (resp. vo vlastníctve štátnych podnikov), a preto bude treba zaviesť moderný testovací program a vybudovať laboratóriá. Niektoré zo súčasných metód testovania nie sú pre prácnosť a vysoké náklady na takýto program vhodné.

3. Kvalita suroviny hociktorého zdroja sa môže pod vplyvom geologických faktorov zmeniť - rozličné stratigrafické jednotky, rôzny stupeň zvetrávania atď. Konečným produktom sú surovinové haldy drveného kameniva. Všetky skúšky kvality sa musia robiť na konečných produktoch (frakciách), nie na zdrojových horninách, ale súčasné skúšobné metódy nie sú na takýto typ testovania prispôsobené.

4. Skúšobné metódy je potrebné kompletne prehodnotiť podľa najnovších poznatkov o testovaní životnosti kameniva. Skúsenosti z najprogresívnejších štátnych agentúr v Európe a Severnej Amerike spolu s kontrolou kvality a s normami by sa mali použiť a prevziať do revidovaných slovenských noriem.

Je navrhnutý výskumný program, zahŕňajúci vzorkovanie všetkých v súčasnosti dostupných a potenciálnych zdrojov kameniva, prednostne z ich surovinových háld. Všetky v súčasnosti ťažené horninové typy by sa mali

ovzorkovať. Na testovanie je potrebné zhromaždiť štatisticky významné počty analýz vzoriek z každého horninového typu.

Vzorky by sa podrobili testovaniu podľa:

a) súčasných noriem platných na Slovensku (STN), kde je to užitočné a možné na drvenom kamenive,

b) najpoužívanejších súčasných západoeurópskych a severoamerických normiem,

c) nových modifikovaných testov a) alebo b), ak sa ukážu ako vhodné.

Výsledky skúšok by sa mali navzájom štatisticky porovnávať aj s existujúcimi údajmi o zdrojoch aj s existujúcimi normami a podľa výsledkov by sa mal spracovať súbor nových alebo modifikovaných noriem.

Záver

Článok je stručným prehľadom a porovnaním skúšok používaných na Slovensku a v kanadskej provincii Ontario. V porovnaní s aktuálnym stavom noriem (po nedávnej revízii) v Ontariu a v Severnej Amerike sú STN relatívne zastarané, a preto ich treba podľa súčasných skúseností a vedomostí o životnosti kameniva modifikovať.

Predchádzajúcu diskusiu možno chápať ako podnet do spomenutej inovácie. Slovenské normy by sa pochopiteľne mali viac priblížiť európskym normám, ako severoamerickým, ale nemalo by sa zabúdať ani na severoamerické skúsenosti so životnosťou kameniva .

Geovestník

Informačný spravodajca pre geológiu, baníctvo, úpravníctvo a životné prostredie

Príloha časopisu Mineralia slovaca, roč. 27, č. 2

Obsah

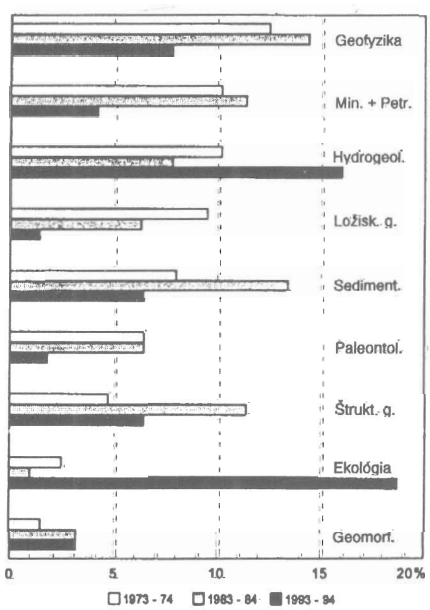
Zmena v smerovaní geologických vied 1
Nové možnosti rekultivácie pôdy 2
Geotermálna energia na východnom Slovensku 3
Informácie 4
Kolokviá, semináre 7
Kronika 13
Terminologický slovník 16

Zmena v smerovaní geologických vied

Nedávno sa v Spojených štátoch volalo po zrušení U. S. Geological Survey. Analýza príčin potvrdila, že to mohol spôsobiť aj fakt, že pracovníci geovedných disciplín málo propagujú výsledky svojej práce a ich aplikáciu na národné potreby.

Rast spoločenskej potreby geológie sa datuje do obdobia priemyselnej revolúcie. Informácie o minerálnych ložiskách a zdrojoch energie sa vtedy stali strategickou nevyhnutnosťou. Dve svetové vojny a ďalšie lokálne konflikty, ako napr. kórejský a vietnamský, rovnako ako „studená vojna" dvoch odlišných politických a ekonomických zoskupení spôsobili, že sa vyhľadávanie strategických energetických a rudných zdrojov stalo prvoradou úlohou národných geologických inštitúcií. To sa v súčasnom období zmenilo. Koniec studenej vojny, maximálny dôraz na ekologické otázky a vývoj globálnej ekonomiky potlačili výlučne národný aspekt týchto aktivít.

Vo vyspelom svete patrili geovedné pracoviská medzi prekvitajúce priemyselné odvetvia ešte nedávno. Stratigrafia a štruktúrna geológia spolu s paleontológiou, geofyzikou a sedimentológiou slúžili petrolejárskemu priemyslu pri vyhľadávaní ropy a plynu. Mineralógia, petrológia vyvretých hornín a geochémia sa uplatňovali hlavne v rudnom baníctve. Záujem o štúdium geovedných disciplín mali vtedy až dve tretiny študentov prírodovedných disciplín. V súčasnosti sú domáce aktivity spomenutých priemyselných odvetví výrazne nižšie. Vyspelé štáty sú menej ohrozované vojensky a oveľa viac otázok sa vynára vo sfére ekológie. To vedie aj k podstatným štruk-



Posun v záujme o odborníkov z geologických disciplín v priebehu troch desaťročí.

turálnym zmenám v zamestnanosti. Školské osnovy geovedných disciplín zaostali za vývojom a sú vo väčšine prípadov ešte stále prispôsobené starým realitám. Súčasné spoločenské záujmy sú celkom odlišné, a preto aj budúcnosť profesijnej orientácie musí byť výrazne iná.

Rýchly vývoj prírodných vied, ktorý vyžaduje od pracovníkov, aby zvážili možnosti rekvalifikácie a súčasne podľa všeobecných trendov orientovali výchovu ďalšej generácie odborníkov.

Uvedené zmeny sa odzrkadľujú aj na súčasnom trhu práce v prípade geovedných disciplín. Záujem o pracovníkov z hydrogeológie a inžinierskej geológie vzrástol o viac ako 40 %. Z pohľadu súčasnej geovednej praxe sú perspektívnymi špecialisti orientovaní na geochémiu nízkoteplotných procesov, petrológiu a v oblasti nerúd na prírodné zdroje, ako je voda, piesok a štrk. Nepochybne väčší praktický význam bude mať štúdium pribrežných a riečnych procesov ako teoretické štúdium princípov rozširovania oceánskeho dna. Podobná zákonitosť platí pri štúdiu procesov najmladších a najplytších úrovní zemskej kôry. Prax bude vyžadovať prácu odborníkov v minulosti podceňovaných oblastiach, ako je geomorfológia, hydrogeológia a exogénna geológia.

Ignorovať tieto fakty je pri nedostatočne pružnej reorientácii výchovno-vzdelávacieho procesu celospoločenským rizikom, ale aj nebezpečenstvom pre málo adaptabilných pracovníkov z menej perspektívnych geovedných disciplín.

Zmeny vo výchovno-vzdelávacom pro-

cese vyžadujú istý čas a pružnú zmenu učebných osnov. Napríklad zameranie na likvidáciu nebezpečného a toxického odpadu rozličného druhu bude vyžadovať vzdelávanie aj vo fyzikálnej chémii a hydrodynamike. Ekologické otázky budú vyžadovať poznatky z organickej chémie a biológie. Zmeneným nárokom zodpovedá aj orientácia študentov geologických disciplín na počítačové vedy, štatistiku, ba dokonca aj na ekonomiku a sociológiu. Úlohou moderných učebných osnov bude popri poskytovaní základných geovedných poznatkov aj výchova k intelektuálnej flexibilite. Ona umožní budúcim odborníkom vyrovnať sa s profesijnými posunmi spôsobenými meniacimi sa spoločenskými potrebami.

Podľa Geotimes 1/1995
spracoval zn

Nové možnosti rekultivácie pôdy

V šesťdesiatych a sedemdesiatych rokoch sa úsilie o regeneráciu životného prostredia sústreďovalo na riešenie znečistenia ovzdušia a povrchových vôd. Neskôr sa zistilo, že kontaminanty prenikli aj do podzemných vôd, a tak sa pozornosť od osemdesiatych rokov orientuje aj na ich rekultiváciu. Pôsobenie kontaminantov v pôde bolo neznáme až do posledných rokov, keď sa zistilo, že aj pôda môže byť zdrojom dlhodobého znečisťovania a môže spôsobovať kontamináciu ovzdušia, povrchových aj podzemných vôd.

Väčšia koncentrácia kontaminantov, ako sú soli, ťažké kovy, pesticídy a ropné produkty, býva prekážkou rastu vegetácie, a tým vzniká ohrozenie pôd eróziou. Takéto prípady sú bežné na miestach ťažby ropy a zemného plynu, ako aj na haldách banskej hlušiny alebo odpadu z úprav.

Pôda je zložité médium plynných, kvapalných a pevných fáz, medzi ktorými môžu participovať kontaminanty. Tekutá fáza môže obsahovať vodu a kvapaliny organického pôvodu, pevnú tvoria minerály, organická hmota a nerozpustné organické zvyšky. Každý z komponentov môže ovplyvňovať správanie a konečný stav polutantov.

Rekultivačné postupy

Odborníci na rekultiváciu pôdy poznajú veľa rekultivačných postupov. Patria medzi ne fyzikálne, chemické a biologické procesy. Niektoré postupy sú účinné iba vo vrchnom pôdnom kryte do hĺbky 15 - 30 cm, iné do 1 m, resp. sú aplikovateľné v pásme prevzdušnenia až do hĺbky desiatok metrov.

Znižovanie kontaminácie

Znečistenie takmer každej pôdy sa dá znížiť jej zmiešaním s nekontaminovanou pôdou. Ale takýto postup je pri veľkom objeme kontaminovanej pôdy finančne náročný, ba ak sa ním znehodnotí ešte väčšie množstvo pôdy, aj nežiadúci. Inou metódou je uvoľňovanie rozpustných solí z pôdy. Nevýhodou premývania pôdy je veľký objem kontaminovanej vody. Soľami kontaminovaná pôda sa rekultivuje aj použitím vápnika a potom vylúhovaním solí. Oblasti veľmi vysokej koncentrácie solí sa najlepšie rekultivujú hydrologickou izoláciou, ich pokrytím vrstvou štrku, ktorý pôsobí ako kapilárna bariéra. Tá sa potom pokrýva vrstvou zeme na zakorenenie vegetácie.

Pranie pôdy

Organické kontaminanty sa dajú z vykopanej zeminy preprať organickými rozpúšťadlami, akým je napr. metanol, ale nevýhodou je veľký objem znečistených rozpúšťadiel. Pranie pôdy sa už použilo aj na separáciu ílových frakcií so zvýšeným obsahom kovov z hrubozrnnejšieho piesku a štrku. Separácia na princípe rozdielnej veľkosti častíc môže viesť k značnému zníženiu obsahu kovu reziduálnej zrnitej frakcie, ale generuje veľký objem mokrej jemnej frakcie a tá si vyžaduje odvoz na nové miesto uloženia.

Čistenie plynnou fázou

Tento postup sa úspešne použil na odstránenie prchavých organických kontaminantov z pôdy. Čistenie plynnou fázou pozostáva z pretláčania vzduchu cez prevzdušnené pásmo zeminy použitím suchých vrtov napojených na vákuové pumpy. Vzduch môže vstupovať do pôdy z povrchu alebo sa môže vháňať do vrtu, aby potom pôsobil na objem znečistenej pôdy. Tento postup je zvlášť výhodný pri dispergovanej emulzii, ktorá kontaminuje pôdu pod budovami a cestami. Pri tejto metóde sa pôda zrekultivuje po 6 až 12 mesiacoch bez inej manipulácie so zeminou. Postup sa môže použiť aj v prípade starších háld zeminy. Kyslík zavádzaný do pôdy v tomto procese má i ďalší pozitívny vplyv na urýchlenie biodegradácie neprchavých zvyškov.

Biologické procesy

Biorekultivácia sa využíva stále častejšie. Pôda obsahuje zmiešanú populáciu mikroorganizmov, ktoré môžu transformovať a degradovať väčšinu organických kontaminantov. Prírodné baktérie, plesne a iné mikroorganizmy profitujú v územiach s prítomnosťou kontaminantov, ako je ropa, odpadové kaly alebo relikty potravinárskej výroby. Degradácia je často veľmi rýchla. Polčas životnosti ropy v pôde v teplom klimatickom pásme je spravidla 6 až 9 mesiacov. Rozptýlené potravinárske produkty, napr. koncentrát pomarančového džúsu alebo pivo, sa v pôde biodegradujú v priebehu niekoľkých týždňov.

Biodegradácia sa môže uskutočniť pridaním živín alebo iných organicky ľahko rozložiteľných materiálov, ako je seno alebo kompost, skvalitnením prevzdušnenia pôdy inštaláciou odvodnenia, kultiváciou pôdy alebo umožnením ventilácie pôdy, ak je vyťažená a navŕšená v haldách.

Vyťažená pôda sa dá často rekultivovať na koncentrácie umožňujúce jej opätovné využitie. Niekedy sa vŕši do priestorov ohraničených plastickými materiálmi, kde je biorekultivácia optimalizovaná a možný únik kontaminantov sa minimalizuje. Takýto krok je mimoriadne dôležitý, ak sú produkty degradácie mobilnejšie a toxickejšie ako pôvodné kontaminanty.

Pri starostlivom riadení rekultivačných prác, ktoré zahŕňa pridanie väčšieho množstva organickej hmoty a obmedzený prístup kyslíka, možno isté kovy - vrátane selénu a snáď aj arzenidov - do plynnej formy, ktorú možno uvoľniť do atmosféry. Je to schodná cesta, ak množstvo uvoľneného plynu neprevyšuje štandardy kvality ovzdušia.

Fytorekultivácia

Rekultivovať pôdu môžu aj rastliny. Aj keď pri odstraňovaní organických znečisťovateľov nie sú efektívne, v Holandsku sa úspešne využívajú na odstraňovanie solí z pôdy. Známe sú aj rastliny hyperakumulátory, ktoré sú schopné extrahovať z pôdy veľké množstvo kovov, ako je kobalt, nikel a zinok, a koncentrovať ich do listov a stebiel. Hoci rekultivácia touto metódou môže trvať až desaťročie, projektované náklady sú podstatne nižšie ako pri tradičných metódach spätých s výkopmi a s opätovným navážaním zeminy.

Záverom možno podstatu uvedených rekultivačných metód definovať ako oživenie vegetácie na kontaminovanej pôde a zastavenie úniku kontaminantov do ovzdušia, povrchových alebo podzemných vôd.

Podľa článku K. W. Browna New Horizons in Soil Remediation v časopise Geotimes zo septembra 1994 spracoval zn

Geotermálna energia na východnom Slovensku

Stav podnikania v jej využívaní

Eduard Dobra

Geotermálny program na Slovensku sa vďaka iniciatíve Geologického ústavu Dionýza Štúra začal realizovať už roku 1971 . V rámci neho sa v Slovenskej republike vymedzilo 25 perspektívnych oblastí, ale technické práce vrátane geotermálneho výskumu sa orientovali iba na západnú časť Slovenska, kde bolo v rokoch 1971 - 1991 vyhĺbených 61 geotermálnych vrtov do hĺbky 210,5 - 2800 m v celkovej metráži 112 131,20 b. m. Z týchto vrtov bolo iba 5 negatívnych. Dokumentuje to vysokú pozitívnosť geotermálneho programu (92-percentná úspešnosť). Dovedna sa tu overilo 980 l/s^{-1} s teplotou 20 - 92 °C.

Spomenuté výsledky sa priaznivo prejavili vo využívaní termálnych vôd na západnom Slovensku, a to na rekreačné a liečebné účely, na vykurovanie bytových a sociálnych objektov, ako aj na využívanie geotermálnej energie na pestovanie skorej zeleniny.

Región východného Slovenska v súčasnosti nemôže západnému Slovensku konkurovať, hoci práve on koncentruje najvyššie hodnoty zemského tepla a tepelného toku v strednej a východnej Európe. V rámci geotermálneho programu Slovenska sa v tejto oblasti neurobil ani jeden geotermálny vrt.

Súčasný geotermický potenciál východného Slovenska je definovaný na základe hĺbkových vrtov na vyhľadávanie uhľovodíkov a výsledkov hydrogeologického prieskumu na zabezpečenie pitnej vody.

Napriek uvedeným faktom dnes o využívanie geotermálnej energie východného Slovenska prejavujú záujem nielen domáci, ale aj zahraniční podnikatelia. Z hľadiska obchodných a podnikateľských aktivít to treba uvítať, ale na druhej strane prináša isté riziko, najmä pre životnosť využívania geotermálnych zdrojov, čo pramení práve z toho, že sa tu geotermálny výskum nevykonal.

Podnikateľské aktivity v tejto oblasti by mala koordinovať odborne erudovaná inštitúcia so sídlom na východnom Slovensku. Jej cieľom by malo byť zabezpečenie maximálnej proporcionality vo využívaní geotermálnych zdrojov a vylúčenie vzájomného ovplyvňovania výdatnosti, resp. ohrozenia existujúcich zdrojov.

Podnikateľskú aktivitu v regióne tlmí hlavne nedostatok finančných prostriedkov. Týka sa to najmä lokalít s nízkopotenciálnymi geotermálnymi zdrojmi v blízkosti Košíc, ako sú Valaliky, Anička, Košický Klečenov atď.

Na východnom Slovensku sa dnes eviduje viac ako 15 lokalít, ktoré sú potenciálnym zdrojom geotermálnej energie.

Z nich sa využíva iba lokalita Vrbov v Popradskom okrese, a to na rekreačné účely, v rybnom hospodárstve a na pestovanie skorej zeleniny. Ďalšie lokality, ako sú Arnutovce, Poprad a Borša v Trebišovskom okrese, sa pripravujú na využívanie hlavne v rekreačnej sfére.

V katastrálnom území Repiská pod Starým Smokovcom začala súkromná firma Terno Europa Shop hĺbiť geotermálny vrt, ale pre nedostatok finančných prostriedkov sa vŕtanie v hĺbke 1700 m zastavilo. Termálnu vodu z tohto vrtu chce využívať na rekreačno-kúpeľné účely a na vykurovanie miestnych objektov.

Veľké ambície v zužitkúvaní geotermálnej energie v podtatranskej oblasti má a. s. Tatra-Thermal so sídlom v Poprade za účasti zahraničného kapitálu. V katastrálnom území Stará Lesná plánuje vrt do hĺbky 3750 b. m s predpokladanou teplotou 85 - 90 °C a s výdatnosťou 20 - 40 $l.s^{-1}$. Termálna voda z vrtu sa bude využívať v kúpeľno-rekreačnom komplexe vyššieho štandardu na ploche 50 ha.

Nebývalý záujem o geotermálnu energiu na východnom Slovensku prejavila Svetová banka z Washingtonu (vypracovala aj štúdiu) a izraelská firma Ormat, ktorá je známa exportom geotermálnych elektrární do celého sveta. Ide hlavne o Košickú kotlinu, kde sa v 1. etape uvažuje s vrtom do hĺbky 3000 m a kde sa teplota fluidného média pohybuje od 130 - 150 °C. Zemské teplo z tejto lokality by sa využívalo najmä na vykurovanie sídelnej aglomerácie Košíc. Podľa predbežných štúdií by vyhliadnutá lokalita v Košickej kotline mohla pokryť 50 % spotreby tepla v meste.

Posledné rokovania so Svetovou bankou boli úspešné v tom, že sa našli finančné prostriedky z rôznych nadácií na výskum 1. etapy geotermálneho programu. Okrem toho východné Slovensko, najmä podtatranská oblasť, Košická kotlina a okolie Levoče, je predmetom marketingovej štúdie na využitie geotermálnej energie v Slovenskej republike, ktorú roku 1993 pripravilo Ministerstvo životného prostredia SR v spolupráci s francúzskou spoločnosťou Compagnie Française pour la géothermie. Štúdia je výsledkom konferencie Využitie geotermálnej energie v Herľanoch roku 1992, ktorú usporiadal Francúzsky dom východného Slovenska, Banícka fakulta TU Košice a francúzska firma BRGM Orléans.

Záverom treba zdôrazniť, že využívanie geotermálnej energie vo vyspelých štátoch sveta riadia centrálne špecializované podniky a inštitúcie. Takýto model by bol výhodný aj pre východoslovenský región.

Keďže na efektívnu exploatáciu geotermálnej energie sú nevyhnutné finančné prostriedky, ale zároveň treba vyriešiť rad technických otázok, a to vrátane dokonalej analýzy návratnosti vložených financií, na koncepcii aj realizácii sa musí zúčastňovať aj vláda, lebo bez jej podpory svetovú úroveň využívania tejto energie nebude možno dosiahnuť.

Európska federácia geológov (EFG)

V mnohých krajinách sú popri vedeckých geologických spoločnostiach - podobne ako v ostatných rokoch aj u nás - profesijné asociácie geológov, ktoré riešia problémy svojich členov vo vzťahu k štátnym orgánom, zamestnávateľom, objednávateľom geologických prác, prístup ku konkurzom, otázky právnej zodpovednosti a ochrany, poistenia za hmotnú zodpovednosť, tarif, honorárov a pod. Ide o úlohy, ktorým sa učené spoločnosti nevenujú. Ako sme už informovali v časopise Geologický průzkum (5/1992, s. 145 - 147, Pašek a Ondrášik), veľká časť európskych asociácií sa združila do Európskej federácie geológov, a tak vytvorila partnerskú organizáciu pre orgány Európskeho spoločenstva (EC).

Keďže EFG začína hrať pri ochrane profesijných záujmov geológov v rámci Európskeho spoločenstva významnú integračnú úlohu a nadviazala sa spolupráca aj s Americkým inštitútom odborných geológov (AIPG), prinášame doplňujúce aktuálne informácie.

Európska federácia geológov vznikla po dohode predstaviteľov národných asociácií geológov Veľkej Británie, Španielska, Francúzska a Talianska v Londýne roku 1978. Na zakladajúcom zasadnutí boli pripravené aj jej stanovy, ktoré dostali konečnú podobu na zasadnutí v Paríži a Madride roku 1979.

Oficiálne bola federácia založená v Paríži roku 1980 počas 26. medzinárodného geologického kongresu. Zakladajúcimi boli odborné asociácie Španielska (AGE - ICOG), Talianska (AN-GI--ONG), Portugalska (APG), Veľkej Británie (IG, teraz zahrnutého do GS), Francúzska (UFG), Belgicka a Luxemburska (UBLG). V júli toho istého roku bol štatút federácie prezentovaný Európskemu hospodárskemu spoločenstvu v Bruseli.

Geológovia Nemeckej spolkovej republiky (BDG) sa stali členmi EFG roku 1985, Írska (IAEG) 1988, Fínska (FUG) a Švédska (SN) 1989, Grécka (AGG) a Holandska (KNGMG) 1993.

EFG v súčasnosti združuje 65 000 geológov z 13 krajín. Slovensko (reprezentované zástupcom Slovenskej asociácie inžinierskych geológov) spolu s Českom má od roku 1991 štatút pozorovateľa.

EFG si vytýčila nasledujúce ciele:

1. Reprezentovať geologickú profesiu v Európe. Od roku 1993 vyvíja činnosť Komisia geológov Európskeho spoločenstva (CGEC) a je poverená zastupovať EFG v Európskej únii a v jej orgánoch.

2. Ochraňovať a podporovať súčasné a budúce záujmy geologickej profesie v Európe, najmä:

- garantovať voľný pohyb geológov v Európe a vzájomne uznávať akademickú a odbornú kvalifikáciu na základe prijatia titulu európsky geológ,
- podporovať zosúlaďovanie vzdelávania a výcviku,
- definovať a chrániť titul geológ a príbuzné odborné tituly,
- podporovať kód odbornej etiky EFG,
- poskytovať rady a pomoc kmeňovým členom národných asociácií.

3. Podporovať európsku geologickú politiku

- vo vzťahu k zodpovednému využívaniu prírodných zdrojov Zeme, a to najmä energetických, surovinových a hydrogeologických,
- vo vzťahu k otázkam znečistenia týchto zdrojov,
- vo vzťahu ku geologickým problémom vo využívaní krajiny, environmentálnej ochrany a ťažby surovín.

K uvedeným okruhom problémov bude EFG predkladať dokumenty orgánom Európskeho spoločenstva. Členské odborné asociácie môžu tiež posielať kópie všetkých dokumentov predložených Európskej únii príslušným reprezentatívnym orgánom svojich krajín.

Organizačne je činnosť zabezpečená tak, že každú členskú krajinu zastupujú maximálne dvaja delegáti určení alebo zvolení príslušnou národnou asociáciou. Schôdzky EFG sa konajú každých šesť mesiacov, pričom sa členské krajiny v usporadúvaní striedajú. Oficiálnym jazykom EFG je angličtina, španielčina a francúzština.

Súčasným prezidentom EFG je Gunnar Hultquist zo Švédska, stály sekretariát je v Paríži a predstaviteľ pre Európske spoločenstvo sídli v Bruseli. Organizačná schéma EFG je na priloženej schéme.

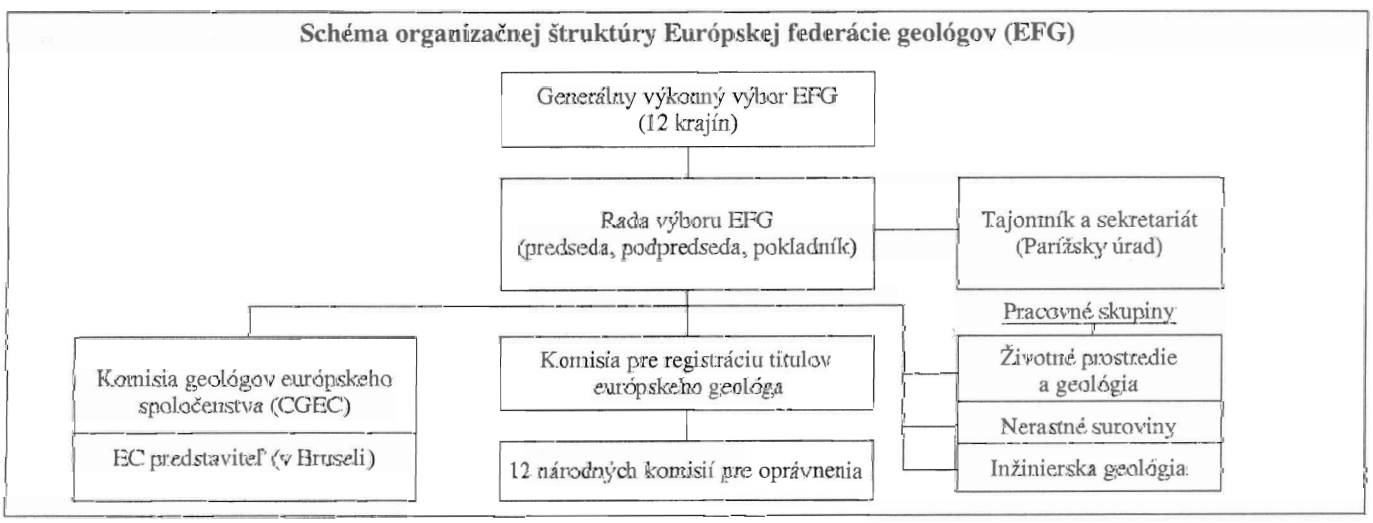
EFG vydáva aj informačný časopis Europages, ktorý publikuje aktuálne informácie o členských a pozorovateľských krajinách, o skúsenostiach z Amerického ústavu odborných geológov (AIPG), ako aj o aktivitách orgánov EFG.

Roku 1993 boli udelené prvé tituly eurogeológ, akceptované v každej členskej krajine. Stanovilo sa, že každý európsky geológ môže mať vyznačené tri oblasti odbornosti. Chápanie kategórií odbornosti je voľnejšie, ako sme zvyknutí u nás. Z tohto hľadiska je zaujímavé, aké kategórie odbornosti boli doteraz udelené. Sú to: výpočtová technika, štatutárny poradca pre investície, devónsko--karbónska stratigrafia, ložiskový výskum, hodnotenie vplyvu na životné prostredie, environmentálne vedy a využívanie technológií, hodnotenie a postup ložiskového prieskumu v Írsku, riadenie prieskumu, priemyselné ložiská, prieskum ložísk, ich hodnotenie a postupnosť prác, riadenie ložiskového prieskumu, banská geológia, financovanie ložiskových projektov, paleogeografia Európy, kontrola techniky.

Je v našom záujme udržiavať kontakt s výkonným výborom EFG a pripraviť sa na požiadanie o vstup do tejto organizácie za riadneho člena.

Rudolf Ondrášik

Schéma organizačnej štruktúry Európskej federácie geológov (EFG)



Poznatky o získavaní tepla zo suchých hornín v regióne Soultz-sous-Forets vo francúzskom Alsasku

Získavanie tepla zo suchých hornín je založené na umelom vytváraní výmenníkovej zóny v horninovom masíve a v odbornej literatúre sa označuje ako HDR (hot dry rocks). Vo svete sú v súčasnosti známe štyri lokality, kde takýto experiment prebieha. Ide o Los Alamos v USA, Cornwalle v Anglicku, Hijijori v Japonsku a Soultz vo Francúzsku. Ďalšie projekty sa pripravujú vo Švédsku na lokalite Fjällbacka, 150 km na S od Göteborgu, a v Nemecku na lokalite Bad Urach (Swabian Alb). U nás sa touto problematikou v 80. rokoch teoreticky zaoberal O. Zembjak.

Región Soutz-sous-Forets je v sv. Francúzsku, v Alsasku, 30 km na S od Strasbourgu v tektonickej štruktúre rýnskeho grabenu. V rámci geotermálneho programu sa tu vyhĺbilo päť vrtov, z ktorých bol GPK-1 najhlbší a dosiahol 3590 m. Vŕtanie sa začalo roku 1987 a skončilo sa roku 1992. Pre región je charakteristická geotermálna anomália a termický gradient na 100 m dosahuje 10 °C do hĺbky 1000 m. V hĺbke 2000 - 3590 m je veľmi nízky, cca 160 °C. Umelý výmenník tepla je v telese porfýrického granitu, obsahujúceho draselné živce veľké až 5 cm. Granitové teleso je intenzívne tektonicky porušené a hydrotermálne premenené. Pokrýva ho 1400 m mocná vrstva sedimentárnych hornín triasu a terciéru. V granitovom telese je podzemná voda typu $NaClSO_4Ca$ vysokej salinity s mineralizáciou 100 g/l a výdatnosťou 1 - 2 m^3/hod. Táto voda zrejme pochádza z nadložných sedimentov. Podľa geotermických prepočtov voda cirkulujúca vo väčšej hĺbke ako je hĺbka vrtu GPK-1, môže v tektonickej jednotke rýnskeho grabenu dosahovať teplotu 220 - 260 °C.

Vybrané hydraulické skúšky puklinového systému ukázali, že granitový masív je takmer nepriepustný. Prvé hydraulické skúšky stimulácie v hĺbkovom intervale 2850 - 3400 m ukázali, že sa pri maximálnom tlaku 10,5 MPa na hlave vrtu dosiahla injektážna výdatnosť 36 l/s^{-1}. Celkove tu počas dvoch týždňov bolo vtlačených 25 000 m^3 vody.

Druhá stimulačná skúška sa vykonala v hĺbke 2850 - 3590 m trvajúca týždeň pri výdatnosti 41 - 51 l/s^{-1}. Do granitového telesa sa pri nej injektovalo 20 000 m^3 vody.

Uvedené skúšky ukázali možnosť injektáže vody vysokej výdatnosti. Z toho vyplýva, že priepustnosť granitového telesa možno zlepšiť hydraulickou stimuláciou. Preto sa dá hĺbkový výmenník tepla na lokalite Soultz pokladať z hľadiska výroby elektrickej energie za veľmi sľubný.

Nebolo by od veci skúsenosti získané z lokality Soultz využiť aj na východnom Slovensku na geotermálnej štruktúre Čičarovce-Beša, kde sa vo vulkanickosedimentárnom komplexe v hĺbke 3000 - 4000 m zistila teplota od 157 - 209 °C.

E. Dobra

Dinosaurie stopy

Neďaleko Fort Wingate v Novom Mexiku objavili vedci asi najstaršie dinosaurie stopy v Severnej Amerike. Štyri veľké stopy patria bylinožravému dinosaurovi rodu Ornithischian, ktorý žil pred 225 miliónmi rokov. Stopy sa našli v povodňovej oblasti, v riečišti na SZ Nového Mexika.

Pretože stopy z Nového Mexika sú veľmi podobné stopám nájdeným vo Francúzku, ktoré boli datované na 240 miliónov rokov, môže to poukazovať na fakt, že dinosaury tu žili skôr, ako sa predpokladalo. Najstaršia stopa po mäsožravom dinosaurovi, objavená v Argentíne roku 1993 neďaleko Paul Serena, je spred 228 miliónov rokov. Pred objavom vo Fort Wingate bola v Severnej Amerike najstaršia stopa mäsožravého dinosaura v Severnej Karolíne, ktorej vek sa určil na 200 miliónov rokov.

Stopy z oblasti Fort Wingate sa datovali stratigraficky z vrstiev, v ktorých sa našli. Vyskytovali sa spolu so skamenelinami plazov a mnohých iných fosílií živočíchov a rastlín.

Podľa Geotimes 9/1994 spracoval Ga

Žijú geológovia dlhšie?

Kauzálny prehľad úmrtí za posledných 20 rokov ukazuje, že geológovia žijú dlhšie, ako je priemerný vek ľudí štandardných povolaní. Zdá sa, že s výnimkou niekoľkých ľahko identifikovateľných nešťastí - autonehôd, horolezeckých nešťastí a pod. - sa geológovia naozaj dožívajú vyššieho veku ako zvyšná populácia.

Vysvetlenia a príčiny , prečo je to tak, sú niekedy až anekdotické. Pohyb, terénna práca, čistý vzduch, pivo, údené slede, jablká, pohyb na slnku, ako aj časté návštevy bufetov a staničných reštaurácií medzi nimi nechýbajú. Avšak považovať pestrý životný štýl geológa za konštantný je rovnako nemožné, ako znehybniť pacifickú platňu a posúvať severoamerickú platňu proti nej. Všetko je to len teória. Lenže bez vetra sa ani lístok nepohne. „Anekdotické" dôkazy sa nedávno skúmali na rozsiahlejšej vzorke a z nich vyšlo: „Vedci žijú dlšie ako nevedci".

Príbeh sa začal v USA roku 1922, keď sa psychológ Lewis Terman pustil do zbierania údajov pre longitudinálnu štúdiu nadaných detí. Hľadal cesty, ako získať viac študentov na vedeckú prácu. Roku 1951 vybral skupinu 327 nevedcov a 284 vedcov z jeho prvotnej vzorky na ďalšie štúdium. Pokúšal sa nájsť vysvetlenie pre rast konfliktov medzi vedcami a politikmi, resp. vládnymi úradníkmi počas McCarthyho éry v päťdesiatych rokoch. Termanovu prácu na tému. Sú vedci odlišní? publikoval Scientific American roku 1955. Výsledok bol: „Áno, vedci sú odlišní". Zistil, že vedci sú menej spoločenskí, plachejší a menej sa zaujímajú o sociálne vzťahy, takže v porovnaní s nevedcami majú menšie sociálne skúsenosti. Terman pripisuje zvyčajné napätie medzi vedcami a politikmi či právnikmi práve týmto charakteristikám. Samozrejme, údaje nie sú dokonalé. Terman vybral primárnu študijnú skupinu spomedzi mimoriadne nadaných detí, a tak boli priemerní predstavitelia populácie vylúčení. Skúmanými objektmi boli len muži a z 99 % belosi. Publikované údaje nešpecifikujú geológov ako samostatnú skupinu vedcov.

V štúdiách pokračovala skupina vedcov z kalifornskej univerzity Riverside pod vedením psychológa Howarda Friedmana. Svoje pozorovania založila na Termanových údajoch zo Stanfordskej univerzity, vychodiacich z najdlhšie študovanej jednoduchej skupiny a položili si otázku: „Žijú vedci dlhšie?" Skúmal mortalitu a testoval faktory vedúce k dlhšiemu životu. Dr. Friedman nedávno konštatoval: „Bol to veľký kus špekulácie. Niektoré dôkazy poukazujú, že spoločenskí ľudia žijú dlhšie." Výsledky ukázali, že nevedci mali o 26 % vyššiu pravdepodobnosť umrieť v istom veku ako vedci. Pokým 72 % zo študovanej skupiny vedcov vo veku 70 rokov stále žije, tejto hranice sa dožíva len 67 % nevedcov. Čo môže spôsobovať takéto rozdiely. Výskum vylúčil obezitu (Koľko geológov možno považovať u nás za obéznych? Z čoho by stučneli?) ako významný faktor, pretože sa nenašli významné rozdiely medzi vedcami a nevedcami. Prekvapujúco sa nezistil ani jej významný vplyv na dlhovekosť. Podľa výskumu vedci mierne menej fajčia a pijú alkoholické nápoje ako nevedci. Avšak efekt z tohto faktu sa nezdá byť významný.

Ako základný a dlhovekosť najviac ovplyvňujúci sa ukazuje sociálny aspekt, resp. jeho nedostatok. Menšie sociálne skúsenosti boli najvýznamnejším zisteným faktorom ovplyvňujúcim dlhovekosť. Vedci sa menej trápia nad tým, čo si myslia iní ľudia. Študenti so slabšími skúsenosťami v medziľudských vzťahoch sú náchylnejší dať sa na vedeckú dráhu, resp. u ľudí idúcich na túto dráhu sa málokedy plne rozvinú takéto skúsenosti.

Je niekedy podozrivé, že lepšie zdravie týchto vysokých sociálnych väzieb patrí k výhodám osobnosti. Vedci z Kalifornskej univerzity na záver zhrnuli: „ Nie je pravda, že mladý inteligentný vysoko spoločensky založený muž bude neskôr vedecky orientovaná nespoločenská osoba". Dr. Friedman zhrnul výsledky štúdia do konštatovania:" Vedci majú menej stresov. Vo svojom povolaní našli vhodné uplatnenie pre svoje záujmy a osobnosť. Termanovi sa podarilo nájsť cesty, ako pritiahnuť vynikajúcich študentov k vede. Kto by si neželal kariéru, ktorá prináša možnosť dlhšie a pokojnejšie žiť.

Vážení kolegovia, budeme pokračovať v našej zaujímavej práci ďaleko od stresov kancelárií s nádejou dožiť sa vysokého veku?

Podľa Geotimes 8/1994 spracoval D.N.

Baktérie sa zistili hlboko pod oceánskym dnom

Zemská biosféra je oveľa rozsiahlejšia a obsahuje podstatne viac života, ako vedci ešte donedávna predpokladali. Štúdium sedimentov zo dna Tichého oceána starších ako 4 milióny rokov poskytlo prekvapujúci poznatok, že baktérie žijú pod týmto dnom v hĺbkach minimálne 500 m.

Vedci predpokladali, že tlak a teplo v takej hĺbke pod dnom mora vylučuje možnosť akéhokoľvek života. Rovnako nebolo možno predstaviť si v týchto podmienkach metabolizmus mikroorganizmov. Ale niekoľko geochemikov začalo tušiť, že isté formy rozkladu organického materiálu pozorované v hlbokom oceáne by mohli patriť baktériám.

Staršie zistenia mikroorganizmov pod oceánskym dnom sa vysvetľovali ich zavlečením do takejto hĺbky pri vrtných prácach.

Najnovší objav tímu Johna Parkesa z Univerzity v Bristole v Anglicku preukázal populáciu organizmov, ktoré boli podstatne väčšie ako dávnejšie zistené mikroorganizmy, pričom sa bakteriálna kontaminácia počas vŕtania vylučuje.

Mikroskopické štúdiá zistených mikroorganizmov odhalili proces ich delenia, pokladaný za dôkaz ich životaschopnosti. Množstvo a aktivita baktérií závisí od dostupnosti potravy. Výrazný rast počtu anaeróbnych baktérií sa zistil v hĺbke 360 m rovnako ako metánu a ďalších uhľovodíkov, ktoré slúžili ako ich potrava.

Vedci predpokladajú, že vzorky sedimentov obsahujú aj ďalšie doteraz neznáme druhy baktérií. Význam objavu spočíva aj v jeho možnom uplatnení pri progresívnych biotechnológiách.

Podľa Geotimes 1/1995 spracoval zn

Klenoty Zeme - nová mineralogická expozícia v Slovenskom národnom múzeu

18. januára 1995 bola vo vstupnej výstavnej sále Slovenského národného múzea otvorená nová mineralogická expozícia. Expozícia zaberá plochu cca 200 m^2 a jej autormi sú odborní pracovníci mineralogicko-petrologického oddelenia Prírodovedného múzea SNM dr. E. Nelišerová, dr. O. Belešová, CSc. a dr. O. Miko, CSc. Architektonické riešenie navrhol Ing. arch. P. Brtko z Projektového ústavu kultúry a technicky expozíciu pripravila firma N a V Design pod vedením M. Veselého.

Nová expozícia tvorí ucelený mineralogický systém podľa klasifikácie H. Strunza. Vystavených je vyše 1100 vzoriek minerálov zo Slovenska aj zo svetových lokalít, predstavujúcich okolo 700 druhov minerálov. Väčšina exponátov je v dobrej až špičkovej kvalite. Triedy minerálov sú zastúpené adekvátne rozsahu. Prevládajú stredne veľké vzorky (cca 10 - 20 cm) a malé sú vystavené len v prípadoch, keď sa uvedený minerál vo väčších exemplároch ani nevyskytuje. Expozíciu mineralogického systému vhodne dopĺňajú pultovky s brúsenými drahými kameňmi a esteticky pôsobivé veľké vzorky minerálov v kryštalickom vývoji. Expozícia je moderná, s citom doplnená o najnevyhutnejšie texty a farebné fotografie. Podrobnejšie informácie o mineráloch môže návštevník získať v počítači, ktorý je súčasťou expozície.

Mimoriadnu pozornosť si zaslúžia nádherné vzorky kermezitu z Pezinka (odtiaľ sú azda najkrajšie vzorky vo svetovom meradle), esteticky príťažlivé ihličkovité antimonity narastené na kryštalických drúzach kremeňa z Kremnice, veľmi kvalitné vzorky strieborných minerálov z Banskej Štiavnice, valentinit z Pezinku a pod. Pozoruhodné sú aj vzorky minerálov prvý raz opísané na svete zo slovenských lokalít, ako je euchroit a libethenit z Ľubietovej, vashegyit a evansit zo Železníka, hauerit z Kalinky a hodrušit z Banskej Hodruše. Zo svetových lokalít je osobitne cenná vzorka hessitu z lokality Botes v Rumunsku, nádherné kryštály azuritu z lokality Tsumeb v Namíbii, rôznofarebné variety berylu, turmalínu, spodumenu alebo fluoritu, často v drahokamovej kvalite.

Je pochopiteľné, že vkus a záujem návštevníkov je rôznorodý, ale každý si v novej expozícii môže nájsť „ten svoj" kameň, ktorý mu prinesie potešenie a obohatí poznanie. Preto si myslíme, že by si návštevník Bratislavy nemal nechať ujsť príležitosť užitočnú a zaujímavú expozíciu navštíviť.

Rudolf Ďuďa

Kolokvium '95 katedry mineralógie a petrológie

Vybrané problémy mineralógie a petrológie v Západných Karpatoch

Kolokvium sa uskutočnilo 19.1.1995 v odbornej skupine mineralógia - geochémia bratislavskej pobočky SGS

V. ĎUROVIČ: **Sedimentárno-petrografický výskum keuperu v centrálnych Západných Karpatoch**

Sedimentárno-petrografický výskum hornín keuperu v oblasti Západných Karpát Slovenska umožňuje sformulovať nasledujúce závery:

1. Horniny keuperu reprezentuje rytmické striedanie pestrofarebných, ale hlavne červených hornín (pieskovce, prachovce a ílovité bridlice) vyvinutých v keuperi obalovej jednotky. Klastiká, modrosivý a zelený dolomit sú rozsiahle vyvinuté v keuperi krížňanskej jednotky. Evapority sa pozorovali ako výplň puklín a dutín v dolomite.

2. Zistili sa aj extraformačné ortokonglomeráty, najmä kremité, živcové, kvarcity, ako aj intraformačné konglomeráty.

3. Pieskovce možno klasifikovať ako drobové, arkózovité a kremité. Tmelí ich sekundárny kremeň, karbonát, ako aj železitý tmel a ílovitá základná hmota. Od uloženia postupne podliehali diagenetickým procesom. Pieskovec je jemnozrnný, takmer symetrický, všeobecne slabo vytriedený.

4. Ťažké (akcesorické) minerály tvorí opakový magnetit, ilmenit, hematit a leukoxén, ďalej zirkón, turmalín, rutil, granát, apatit a monazit. Vyvreté, metamorfované, ako aj staršie sedimentárne horniny boli hlavným zdrojom tejto minerálnej asociácie.

5. Hlavnými ílovými minerálmi sú illit a chlorit, ako aj kaolinit a palygorskit/sepiolit. Kaolinit a palygorskit sa identifikovali v ílovej frakcii dolomitov.

6. Penekontemporánne, ranodiagenetické dolomity vznikali v supralitorálnom prostredí lagún s hypersalinnými podmienkami. Charakteristické pre ne sú jemnozrnné dolomitické štruktúry, ďalej štruktúra „birdseye", stopy vyťubovania evaporitov, rast sepiolitu s obsahom ostrakód a stromatolitov. Vyskytuje sa tu aj neskorodiagenetický dolomit.

7. Súvrstvie keuperu reprezentuje litorálne a kontinentálne uloženiny vznikajúce v aridných klimatických podmienkach. Oblasť uloženín keuperu ovplyvnili zmeny oscilácie morskej hladiny, ako i občasná regresia a ingresia mora.

M. JANÁK: **Problémy vysokostupňovej metamorfózy - parciálnej anatexie v kryštaliniku Západných Karpát (diskusia)**

Vysokostupňové metamorfity a migmatity sú významnou súčasťou kryštalinika Západných Karpát. Vystupujú v úzkom vzťahu s granitoidmi najmä v tatriku (napr. Tatry, Nízke Tatry, Malá Fatra, Strážovské vrchy) a veporiku. Vysoký stupeň metamorfózy na hranici amfibolitovej, granulitovej až eklogitovej fácie charakterizuje prítomnosť minerálnych asociácií v rôznych litologických typoch - v metapelitoch aj metabazitoch. Pre vysokotlakové podmienky metamorfózy v metapelitoch je typická asociácia kyanit + granát + plagioklas + muskovit ± K živec, v nižšietlakových podmienkach je namiesto kyanitu stabilný sillimanit. Prítomnosť K živca môže byť prejavom a) subsolidových metamorfných reakcií rozkladu muskovitu a biotitu, b) vodou nasýteného tavenia za vzniku minimovej taveniny granitového zloženia, c) dehydratačného tavenia muskovitu, príp. aj biotitu. Vysoký stupeň metamorfózy v metabazitoch je indikovaný prítomnosťou granátu, klinopyroxénu a pargasitického amfibolu, ktoré sú reliktom vysokotlakovej metamorfózy eklogitovej fácie granát + klinopyroxén + kremeň + rutil ± amfibol, resp. vysokotlakovej granulitovej fácie granát + klinopyroxén + plagioklas + kremeň + rutil + amfibol. Pri nižšom tlaku je prítomná asociácia amfibol + plagioklas + kremeň + ilmenit. V niektorých prípadoch je stabilný aj klinopyroxén (diopsid). Migmatitizácia amfibolitov je miestami rozsiahla (Tatry, Nízke Tatry, Malá Fatra, sz. veporikum), pričom tavenina má trondhjemitové až tonalitové zloženie. Potenciálnym zdrojom trondhjemitovo-tonalitových tavenín je najmä dehydratačné tavenie amfibolu za vzniku rezídua bohatého na granát a klinopyroxén (eklogit, resp. granulit). Vysoké PT podmienky (ca 700 - 750 °C) v pomerne širokom tlakovom intervale (5 - 15 kbar) poukazujú na možnosť parciálneho tavenia v rozličnej hĺbke kôry, pričom pri vzniku mobilnej granitoidnej magmy väčšieho objemu treba uvažovať o dehydratačnom tavení sľudy a amfibolu. Vodou nasýtené tavenie je schopné produkovať len objemovo menšie množstvo taveniny kryštalizujúcej prevažne in situ. Deformácia a reologické vlastnosti hornín majú pre mobilitu taveniny, jej segregáciu a vznik textúrne rozličných typov migmatitu rozhodujúci význam.

S. IRÓ a M. RADVANEC: **Genetický model Fe karbonátov ložiska Nižná Slaná**

Zistili sme, že stratiformné Fe karbonáty sú metasomatického pôvodu. Z pozorovaní v dobývacom priestore ložiska, mikroanalýz karbonátov, sulfidov a analýz stabilných izotopov C a O v karbonátoch vyplýva, že ide o dve minerálne asociácie: 1. kalcit + pyrit1 + ?grafit; 2. CaMg ankerit + Fe ankerit + sideroplezit + siderit + kremeň + pyrit2 + tetraedrit + arzenopyrit + ?grafit + kalcit.

Prvá asociácia kryštalizovala pred druhou a je reliktom z predmetamorfného štádia, druhá (metasomatická) kryštalizovala na relikte prvej, tiež zatláčaním jej minerálov. Z dvoch generácií pyritu starší Py1 je chemicky zonálny (v strede často s As, Sb). Je vtrúsený v karbonátoch. Mladší Py2 narastá na stred Py1, je vtrúsený v karbonátoch a tvorí aj zhluky až lúčovité polohy. Prítomnosť Mn v Py2 indikuje jeho súčasnú kryštalizáciu s Fe karbonátmi a metamorfogénny pôvod. Dominantnú úlohu pri kryštalizácii karbonátov mal C z mobilizácie karbonátových hornín a menej vplyv aj C z organického materiálu z okolia vápenca. Zdrojový roztok karbonátov má hodnotu $\delta^{13}C$ = -1 až -3 ‰ (PDB) a zloženie O pre T = 350 °C je $\delta^{18}O$ = + 10 až +14 ‰ (SMOW), čo poukazuje na metamorfný pôvod zdrojového roztoku.

Kryštalizácia karbonátov sa začala v sedimente na relikte kalcitu metasomaticky CaMg ankeritom (odhad teploty T = 400 °C), neskôr Fe ankeritom. Skončila sa vznikom sideroplezitu a sideritu (odhad teploty T = 200 °C) z jedného roztoku fluida.

P. HVOŽĎARA: **Metalogenéza zlata vo veporiku**

Au vo veporiku je známe z primárnych výskytov, na ktorých vystupuje ako samostatný (prevládajúci) minerál (napr. Kokava nad Rimavicou, Uderiná) alebo ako sprievodný minerál so sulfidmi (arzenopyrit, chalkopyrit, pyrotín, pyrit, tetraedrit, jamesonit, galenit, sfalerit), v ktorých je spravidla prímesou (napr. Klenovec, Hnúšťa, Rákoš, Chyžné a iné menšie výskyty). Viac informácií o distribúcii Au sme získali mineralogicko-geochemickými prospekčnými metódami, ktoré ukázali podstatne väčšie zastúpenie Au vo forme sekundárnych aureol. Au vystupuje vo všetkých zónach veporika a pozorovateľná je istá závislosť jeho distribúcie od geologických štruktúr. Najväčšia hustota výskytov Au je v južnom veporiku (zóna Kohúta).

Predpokladáme, že Au ako siderofilný prvok má pôvodný zdroj v ultrabázických a bázických horninách (čo indikuje aj jeho zvýšený obsah v takomto type hornín z lokality Kalinovo, Uhorské a Uderiná). Au sa z hornín mohlo dostať do pohybu procesmi, ktoré uviedli do kolobehu vodu pri metamorfóze.

Podľa doterajších poznatkov zaraďujeme výskyty Au v metamorfovaných vulkanosedimentárnych komplexoch do typu „green stone belts" a na lokalitách s intrúziou granitoidov „green stone belt granites".

D. HOVORKA: **Ofiolity mezozoika Karpát**

Geodynamický režim v mezozoiku, ale najmä nasledujúce tektonické procesy spôsobili, že sa v súčasnom eróznom zreze Karpát v nijaktej čiastkovej jednotke (terane) ofiolitový komplex nevyskytuje vo svojom kompletnom vývoji.

O ofiolitoch mezozoika v Západných Karpatoch možno konštatovať nasledujúce:

a) Sú známe z pieninskej zóny bradlového pásma ako detritus (minerálov a hornín) ofiolitového komplexu i ako jeho vysokotlakovo metamorfované deriváty (eklogity, glaukofanické bridlice).

b) Prakticky všetky základné horninové členy ofiolitového komplexu sú v podobe obliakov v zlepencoch kriedy pri Dobšinskej ľadovej jaskyni.

c) Serpentinizované peridotity, tholeiitické bazalty, resp. ich vysokotlakové deriváty (glaukofanické bridlice) a v údolí Bodvy (na území Maďarska) aj gabrá v meliatiku reprezentujú typické tektonicky rozčlenené ofiolity.

d) Jeden z najmohutnejších (8 x 3 km) mezozoických komplexov bazitov je dobre odkrytý komplex v kaňonovitom údolí v okolí Szarvaskö v jz. časti Bukových vrchov v Maďarsku. Tvoria ho prevládajúce tholeiitické lávy typu pillow s vložkami rádiolaritov a silá gabier až plagioklasových peridotitov (wehrlitov - typová lokalita). Komplex vystupuje v jurských turbiditných sedimentoch.

e) V oblasti pahorkatiny Darnó tholeiitické lávy typu pillow vystupujú na ploche asi 10 km^2.

Vo Východných Karpatoch (územie Ukrajiny a Rumunska) sú olistolity hornín ofiolitového komplexu (v rozmeroch 0,X m^3 až km) známe z transylvánskych príkrovov (Persani, Haghimas, Olt), z centrálnych východokarpatských príkrovov (najmä zo skupiny bukovinských príkrovov) a z príkrovov vonkajších dacíd. Najmä príkrovy čierneho flyšu, Ceahlau a Barvaoltu obsahujú mnohé telesá ultrabazitov a bazitov. Okrem rozsiahlej hydrotermálnej metamorfózy (ocean floor metamorphism) sa lokálne uplatnila aj hP/1T metamorfóza za vzniku glaukofánu.

V Južných Karpatoch (v príkrove Severin, najmä na plate Mehedinti) sú v serpentínovej melanži prítomné bloky tholeiitických bazaltov, gabier, ale aj rodingitov a blokov kryštalického fundamentu.

V južnej časti Apusenských vrchov v údolí rieky Maros je najmohutnejší ofiolitový komplex v Karpatoch. Vystupuje v zóne dlhej 180 km. Formoval sa dlhodobo (180 - 120 Ma). Možno ho rozdeliť do troch časových etáp: na báze sú tholeiity typu bazaltov stredných oceánskych chrbtov (OFB); nad nimi vulkanické sekvencie pestrého zloženia (s vrstvičkami terestrických, resp. plytkovodných/močiarových sedimentov) a produktom posledných fáz vulkanickej aktivity sú spility. Telesá gabier a plagioklasových peridotitov sú porovnateľné s podobnými telesami komplexu Szarvaskö.

M. CHOVAN: **Hlavné typy zlatej mineralizácie v tatriku Západných Karpát**

V tatriku Západných Karpát sa vyčlenili tieto hlavné typy mineralizácie s Au: I. „Neviditeľné" Au chemicky sa viažuce v arzenopyrite a v pyrite. Sulfidy tvoria impregnácie v žilnom kremeni alebo v hydrotermálne premenených okolitých horninách. Obsah Au v arzenopyrite je v priemere okolo 100 ppm, v pyrite v desiatkach ppm. Mineralizácia je vyššieteplotná (300 - 400 °C) a vznikala z endogénneho metamorfného alebo magmatického fluida. V bodových analýzach (mikrosonda) z lokality Trojárová je maximálny obsah Au v arzenopyrite 5000 - 6500 ppm. Typovou lokalitou je Pezinok. II. Au v žilnom kremeni, niekedy s premenlivým obsahom arzenopyritu a pyritu, vystupuje vo forme zlatiniek, je vysoko rýdze (nad 950) a najrozšírenejšie v nízkotatranských ložiskách. Kremenno-zlatá mineralizácia je staršia a teplejšia ako sulfidická Sb, Cu, Pb mineralizácia v Au-Sb (W) ložiskách. Typovou lokalitou je Magurka. III. Au v sulfidickej mineralizácii vystupuje vo forme zlatiniek spolu s antimonitom, galenitom, tetraedritom a pyritom. Je to najmladšie Au, charakteristické nižšou rýdzosťou (okolo 800) a je zriedkavejšie ako Au II. Vyšší obsah Ag zodpovedá paragenéze so striebronosným tetraedritom, galenitom a Pb - Sb sulfosoľami. Tento typ mineralizácie je nižšieteplotný (100 - 200 °C) a vznikal zo zmiešaného endogénneho a meteorického fluida. Vyskytuje sa vo viacerých ložiskách v Nízkych Tatrách a v Malých Karpatoch na lokalite Pezinok-Staré Mesto. Okrem toho sa Au ojedinele zistilo na kremenných žilách so scheelitom a v aluviálnych sedimentoch.

M. DYDA: **Resorpcia a distribúcia granátu v malokarpatských periplutonických zónach**

Malokarpatské periplutonické zóny sú vzhľadom na rozsah metamorfných reakcií a objemové aj dehydratačné zmeny podmienené periplutonickým procesom definované dostatočne. Vo vybraných profiloch poskytuje výskyt indexových minerálov, modálny obsah progresívnych reakčných produktov aj postupnosť dehydratácie dôkaz o diskontinuite zmien. Tieto periplutonické zóny pokladáme za tektonické zvyšky rozsiahlejších predtým existujúcich metamorfných zón. Metapelity zón obsahujú morfologicky rozdielne typy granátov ako produktov termálnych kulminačných etáp. Distribúcia veľkosti zŕn granátov vo vzorkách indikuje kontaktnometamorfný proces idioblastického vývinu týchto granátov a regionálnometamorfnú rekryštalizáciu pri xenoblastických granátoch s rozdielnou distribúciou a morfologickými vlastnosťami. Hodnotenie morfológie skupín granátov môže kvantifikovať rozdielnu nukleačnú rýchlosť a rast granátov v individuálnych tektonických blokoch, ako aj rozdiely v rezidenčnom čase ich kryštalizácie a reakcií, ktorých sú progresívnym produktom. Rozsah hmotnostného transferu počas chladnutia v postkulminačných etapách odzrkadľuje regionálny termálny proces vzoriek, ktoré majú teraz periplutonickú tektonickú pozíciu. Je zrejmé, že orogénny transport horninových blokov v priebehu alpínskych pohybov rozrušil kryštalickú bázu Tatrika a včlenil ju do nových štruktúrnych pozícií.

M. PUTIŠ: **Petrologicko-reologické prejavy extenzných strižných zón vo fundamente veporika a východného okraja austroalpinika**

Extenzné strižné zóny signalizujú stenčenie litosféry a výstup hlbokých krustálnych úrovní k povrchu. Existuje tzv. reologická stratifikácia litosféry minimálne do troch vrstiev: vrchnokôrová - riadená reológiou kremeňa, spodnokôrová - riadená reológiou plagioklasu, vrchnoplášťová - riadená reológiou olivínu. Reologické rozhrania sú potenciálnymi miestami tvorby litosférických extenzných zlomov (normal detachment faults). Úroveň ich založenia závisí od veľkosti strižného napätia a od teplotného toku. Pri ich raste sa úroveň vysúva až na spodnú hranu vrchnej kôry.

Prejavom zlomu litosférického extenzného odtrhnutia v západokarpatskom fundamente môže byť pohorelská strižná zóna, ktorej recentná erozívna úroveň s perfektnou reológiou kremeňa a semiduktilnou živcov zodpovedá hĺbke 12 - 15 km s teplotou okolo 450 °C. Je to polyfunkčný zlom, ktorý mal úlohu oddeľovacieho zlomu (detachment fault) v ranoalpínskom období, keď nad ním vznikali bazény: struženícky, foederátsky, juhoveporický; úlohu kompresného zlomu v spodnokriedovej etape hrubokôrovej (thick-skinned) tektoniky, funkciu transpresného zlomu v spodnokriedovom až strednokriedovom období v súvislosti s prvou fázou výzdvihu metamorfovaných segmentov veporika a s ich násunom na supratatrikum v etape strednokriedovej tenkokôrovej (thin-skinned) tektoniky, a napokon funkciu extenzného zlomu v neskorokriedovo- terciérnej etape, spätej s ďalšou etapou exhumácie veporika.

Reológiu extenzného výzdvihu jednotky stredného austroalpinika môže dokumentovať duktilná páskovaná stavba, mikroštruktúry a modely prednostnej orientácie minerálov eklogitov (omfacit, zoisit), granulitických rúl a granitických ortorúl (plagioklas, kremeň) a mramoru (kalcit) počas obdukcie aj formovania terciérneho dómu. Dekompresný výzdvih naznačujú reakčné lemy Cpx(Dps)-Hbl-Pl na styku zŕn omfacitu v eklogitoch; rekryštalizačný modrozelený Hbl2 na styku Gt a Hbl1 v Gt amfibolitoch.

Seminár Organické látky a zrudnenie

(Bratislava 14. 12. 1995)

J. BABČAN a J. ŠEVC: **Kadmium v systémoch s organickými látkami**

V rámci systematického experimentálneho výskumu vplyvu organických látok na migráciu a akumuláciu chemických prvkov sme študovali systémy s obsahom Cd a organických látok v sedimentoch, zvetraninách, pôde a pod. Pri meniacom sa pH prostredia od 1 do 13 sme skúmali účinok humínových kyselín a fulvokyselín, z aminokyselín alanínu, glycínu a cisteínu, kyseliny citrónovej, octovej, oxalovej a vínnej, ako aj glukózy, celulózy a škrobu na vznik rozpustných, resp. nerozpustných systémov s iónmi Cd^{2+}.

Na rozdiel od predchádzajúceho štúdia s Hg^{2+} a Pb^{2+} väčšina uvedených organických látok nemala na Cd^{2+}-ióny v roztokoch výraznejší vplyv. V ich prítomnosti sa Cd^{2+} správali ako v tzv. čisto vodných roztokoch, teda bez prísady organických látok. Pozoruhodnejšie odlišnosti sa zistili v systémoch s kyselinou oxalovou (veľmi znížená rozpustnosť Cd^{2+} už od pH 2), s alanínom a glycínom (posun hydrolýzy Cd^{2+} k vyššej hodnote pH prostredia; 8 - 9) a obdobne aj s kyselinou citrónovou.

Vznik nerozpustných systémov Cd už v kyslej oblasti (pH 4 - 7) a naopak rozpustných systémov v alkalickej oblasti (pH 10 - 12) podmienila prítomnosť fulvokyselín a cisteínu.

M. KHUN: **Stopové prvky ako indikátory sedimentačného prostredia čiernych bridlíc slovinsko-gelnického rudného poľa**

Určiť charakter sedimentačného prostredia je dôležité nielen z hľadiska paleografického štúdia, stratigrafickej korelácie, ale aj z ložiskového hľadiska, teda pri hľadaní zdroja prvkov a podmienok ich migrácie a nasledujúceho uchovania v sedimente. Náš príspevok je pokusom o približné určenie prostredia sedimentácie čiernych bridlíc v slovinsko-gelnickom rudnom poli podľa distribúcie niektorých stopových prvkov (B, Ga, Th, U, Rb, V, Cr, Cu, Se). Z výsledkov vyplýva, že stanoviť ostré hranice prostredia sedimentácie (morské, resp. spádkovodné) slovinsko-gelnických čiernych bridlíc ako celku alebo jednotlivých oblastí iba na základe obsahu stopových prvkov je pomerne ťažké. Ani jeden zo sledovaných parametrov nehovorí jednoznačne v prospech určitého typu sedimentačného prostredia. Obsah B nie je signifikantne vysoký a pohybuje sa viac-menej okolo limitov typických pre morské prostredie (306 ppm v Hrubej žile). Nevyrovnaný obsah na jednotlivých obzoroch mohla spôsobiť prítomnosť kyslých vulkanitov (nižší obsah B), vyšší na 17., 33. a 37. obzore vyššia aridita klímy v čase sedimentácie. V gelnických čiernych bridliciach obsah ekvivalentného B zodpovedá sladkovodnému prostrediu, ale zatiaľ si možno ťažko predstaviť také ostré hranice medzi slovinskými a gelnickými čiernymi bridlicami. Nevyhranenosť prostredia potvrdzuje aj vzťah B a Ga, z ktorého možno usudzovať o kombinácii (resp. miešaní) dvoch sedimentačných prostredí. Podobne ani obsah ďalších stopových prvkov nepotvrdil jednoznačné rozdiely; Ga inklinuje k morskému, kým Th a Rb skôr k sladkovodnému prostrediu. Aj údaje o ostatných sledovaných stopových prvkoch sú v nerovnakej miere blízke údajom z literatúry, a to či už o morskom alebo sladkovodnom prostredí. Zároveň sa potvrdil predpoklad z predchádzajúcich prác o sladkovodnejšom prostredí sedimentácie gelnických čiernych bridlíc. Možno predpokladať, že sa pri sedimentácii čiernych bridlíc slovinsko-gelnického rudného poľa miešali obidve sedimentačné prostredia, teda aj morská a sladká voda. Je to bežné v zóne miešania prímorskej vody z kontinentu a mineralizovanej oceánskej vody. O kombinovanom sedimentačnom prostredí svedčia nasledujúce fakty:

1. Vzťah B a Ga, ako aj rozličná inklinácia obsahu indikátorových prvkov k jednotlivým prostrediam.
2. V prímorskej oblasti sa pri miešaní sladkej kontinentálnej vody so slanou morskou organickou hmotou plytkovodných terigénnych sedimentov najviac púta Cu a Se. Zistila sa významná korelácia medzi týmito prvkami a organickou hmotou.
3. Nízku vypočítanú paleosalinitu (Gelnica 5,76 %, Hrubá žila 22,85 %) mohol spôsobiť aj prínos riečnej vody. Bazén sa viac vysládzal zrejme v oblasti Gelnice. Svedčí o tom aj pomer V/Cr, potvrdzujúci viackyslíkaté prostredie gelnických čiernych bridlíc.
4. Čierne bridlice Hrubej žily majú obsah ekvivalentného B 306 ppm, gelnické 132 ppm, t. j. prvé by mohli predstavovať hlbšie časti oproti gelnickým, ktoré sú bližšie pri brehu.

Z výskumu vychodí, že najvhodnejším modelom sedimentačného prostredia čiernych bridlíc slovinsko-gelnického rudného poľa je model kontinentálneho šelfu - prímorskej zóny plytkej morskej vody s prínosom sladkej vody a organickej hmoty z kontinentu. Ale takýto záver treba chápať iba ako príspevok do diskusie.

B. BUCHARDT a B. MOLÁK: **Zloženie stabilných izotopov uhlíka v niektorých uhlíkatých formáciách Slovenska**

V domácej literatúre je pomerne dosť informácií o izotopickom zložení C v karbonátoch Západných Karpát, ale o redukovanom C v uhlíkatých formáciách sú údaje veľmi vzácne a súhrnnejšia zhodnocujúca štúdia chýba. Tento nedostatok odstraňujeme tým, že zhŕňame všetky namerané údaje (okolo 100 meraní) z rôznych jednotiek Západných Karpát a interpretujeme ich. Na porovnanie používame aj niekoľko analýz cudzokrajných uhlíkatých materiálov. Analýzy sú z vyseparovaných grafitických, subgrafitických alebo uhoľných materiálov. Prevažná väčšina meraní sa robila na hmotnostnom spektrometri Varian MAT 250 geologického oddelenia kodanskej univerzity. Priemerné hodnoty $\delta^{13}C$ vypočítané pre niektoré jednotky Západných Karpát sú v tabuľke.

Jednotka/vzorka	Pohorie	$\delta^{13}C$ ‰	n
Tatrikum	(Nízke Tatry)	- 26,21	40
	(Malá Fatra)	- 23,02	5
	(Suchý, Malá Magura)	- 32,57	2
Gemerikum		-25,25	7
Magnezitový karbón		- 15,59	5
Veporikum		-27,91	9

Diskusia

Hodnoty δ vo väčšine analyzovaných vzoriek naznačujú organický pôvod C. Veľmi záporné hodnoty δ (napr. vo vzorkách zo Suchého, Malej Magury a v niektorých z Nízkych Tatier) by mohli pochádzať z prekambrického (bakteriálneho či algálneho) zdroja. Viaceré vzorky z tektonicky exponovaných zón Nízkych Tatier majú mierne zvýšený obsah ťažkého izotopu C, čo sa vysvetľuje reekvilibráciou s karbonátovým C alebo s hlbinným C z fluidnej

fázy obohatenej o CO_2. Fluidá s CO_2 cirkulovali v strižných zónach, ktoré vznikli v kryštalických bridliciach ako výsledok variských tektonicko-termických udalostí.

Výrazné zvýšenie obsahu ťažkého C vo vzorkách z magnezitového karbónu signalizuje najmä primárny (t. j. sedimentárno-diagenetický) podiel karbonátového C. Nasledujúca reekvilibrácia už zrejme mala iba podružný význam, pretože v tejto oblasti sa uplatnil nízky stupeň metamorfózy a výraznejší podiel na sekundárnom „oťažení" prítomného antracitu v týchto čiernych bridliciach a dolomitoch treba pripísať skôr reekvilibrácii s fluidnou fázou s obsahom CO_2.

Okrem tu uvedených výsledkov sa ešte spracovali ďalšie individuálne vzorky. Súborné výsledky a interpretácia izotopického výskumu západokarpatských, ako aj zahraničných porovnávacích vzoriek sa v súčasnosti pripravujú na zverejnenie.

I. ROJKOVIČ: **U-TR-Au mineralizácia v gelnickej skupine gemerika a jej spätosť s čiernymi bridlicami**

Chemické zloženie stopových prvkov v čiernych bridliciach a lyditoch v gelnickej skupine staršieho paleozoika gemerika vykazuje tri základné asociácie:

- C_{org} združuje U, Pb (viažuce sa najmä na U), Au, Ag, V, Co;
- P_2O_5 a CaO v apatite združujú Y, La a ostatné prvky vzácnych zemín (TR);
- K_2O, Al_2O_3 a H_2O^+ sú charakteristické pre sericitizáciu a výrazne korelujú s B, Sn, Mo a Cu, t. j. s prvkami charakteristickými pre obohatenie v leukokratných granitoch.

Uvedené prvky sú typické aj pre kremenné žily. V gelnickej skupine gemerika vystupujú v blízkosti granitov kremenné žily s uránovou mineralizáciou a s rýdzim Au na lokalite Peklisko a v závere doliny Zimná voda. Hlavnými rudnými minerálmi obidvoch lokalít sú: uraninit, brannerit, arzenopyrit a pyrit, ktoré sprevádza rýdze Au. Na S od Čučmy sú kremeňovo-apatitové žily s U-TR mineralizáciou, ktorú reprezentuje uraninit, autunit, torbernit, apatit, xenotím-(Y), monazit-(Ce), goyazit-(Ce) a plumbogumit-(Ce).

Podľa doterajších výsledkov je veľmi pravdepodobné, že čierne bridlice, lydity a fosfáty vystupujúce v ich asociácii sú významným, ale nie jediným zdrojom prvkov žilnej mineralizácie.

L. TURANOVÁ, M. KHUN a J. TURAN: **Vplyv ťažkých kovov čiernych bridlíc na životné prostredie**

Autori študovali výskyt, koncentráciu, distribúciu a formu vystupovania ťažkých kovov v čiernych bridliciach vybraných oblastí Západných Karpát. Zvýšená koncentrácia ťažkých kovov v skúmaných čiernych bridliciach odráža ich koncentráciu v ložisku a v okolitých horninách.

Ťažké kovy sa v čiernych bridliciach vyskytujú prevažne v nízko toxickej alebo netoxickej forme, ale v sedimentoch a vodách môžu tvoriť aj anorganické a organokovové zlúčeniny s výrazne toxickými, karcinogénnymi a korozívnymi účinkami na živé organizmy. Aj keď sa v čiernych bridliciach vyskytujú v netoxickej, príp. málo toxickej forme, sú potenciálnym zdrojom ťažkých kovov, z ktorého sa pôsobením zriedených kyselín môžu uvoľňovať, kontaminovať pôdu a podzemné vody, hromadiť sa v rastlinách, a tak sa stať súčasťou potravinového reťazca.

Z uvedeného je zrejmé, že oblasti, v ktorých čierne bridlice vystupujú na povrch alebo sú na haldách banských diel, treba nevyhnutne sledovať, lebo sa tam zvetrávaním a pôsobením kyslých dažďov zrejme uvoľňujú ťažké kovy.

Seminár Fórum mladých geológov

(Bratislava 26.1.1995)

Bratislavská pobočka SGS usporiadala 26. januára 1995 seminár zameraný na nové poznatky z vedeckovýskumnej činnosti mladých vedeckých pracovníkov, predovšetkým postgraduálnych študentov geológie z bratislavských pracovísk. Na seminári bolo 11 referátov, obsahujúcich väčšinou čiastkové výsledky z pripravovaných doktorandských dizertačných prác, ale aj z niektorých aplikačne orientovaných prác.

Bratislavská pobočka bude v súlade s jedným z hlavných poslaní SGS, ktorým je pomoc pri odbornej a etickej výchove mladých geológov, vždy v júni a januári pod názvom Fórum mladých geológov organizovať podobné odborné semináre, a tým poskytovať možnosť najmä postgraduantom verejne prezentovať výsledky ich vedeckej práce.

Peter Reichwalder

V. KOLLÁROVÁ: **Porovnanie zloženia pyroxénov neoidných bazaltov a bazaltoidných andezitov Západných Karpát a ich význam pre genézu a evolúciu magiem**

Neoidné bazalty a bazaltoidné andezity oblasti stredoslovenských neovulkanitov a Novohradu (okolie Lučenca, Fiľakova a Balgótarjánu) patria do dvoch petrogenetických sérií: vápenato-alkalickej a alkalickej. Pre horniny obidvoch sérií sú pyroxény významnými horninotvornými minerálmi. Vo vápenato-alkalických (CA) bazaltoch a bazaltoidných andezitoch sú prítomné klinopyroxény aj ortopyroxény (ortopyroxény najmä v horninách bohatších na SiO_2). Klinopyroxény väčšinou zodpovedajú augitu, v menšej miere diopsidu a ortopyroxény enstatitu. Tvoria izolované zrná, glomeroporfýrické zhluky alebo súčasť uzavretín zloženia pyroxén ± plagioklas ± olivín + magnetit. O týchto uzavretinách sa predpokladá, že by mohli predstavovať autolity - zvyšky skôr vykryštalizovaného hrubozrnného materiálu, ktorý bol strhnutý ďalšou erupciou magmy. Zonálnosť (niekedy zložitá) klinopyroxénov môže poukazovať na zložitý vývoj magmatickej taveniny. Zaujímavé je narastanie klinopyroxénu na ortopyroxén v bazaltoidnom andezite turčeckej formácie, čo by mohlo poukazovať na miešanie magiem. Nízky obsah Al, Ti a Na v pyroxénoch CA bazaltov a bazaltoidných andezitov môže poukazovať na vznik pyroxénov pri nízkom tlaku, čo môže potvrdiť ich fenokrystovú povahu. V alkalických bazaltoch sú prevažne klinopyroxény. Svojím zložením väčšinou zodpovedajú diopsidu a menej augitu a hedenbergitu. V alkalických bazaltoch sú tri druhy výrastlíc klinopyroxénov: fenokrysty (titánaugity a titándiopsidy rôznych odtieňov hnedej farby, často zonálne), megakrysty a xenokrysty (zelené fassaitové a ferosalitové - salitové a bezfarebné chrómdiopsidové jadrá fenokrystov). Vďaka tomu je zloženie pyroxénov alkalických bazaltov oveľa variabilnejšie ako pyroxénov CA bazaltov a bazaltoidných andezitov. Vyšší obsah Ti a nižší Al^{VI} najmä v tmavohnedých okrajoch titánaugitov alkalických bazaltov

poukazuje na nižší tlak a menšiu hĺbku vzniku ako ich svetlohnedé vnútorné časti. O ferosalitových (salitových) jadrách sa predpokladá, že sú to zvyšky rozdrobených plášťových xenolitov alebo poukazujú na vrchnoplášťovú metasomatózu. Fassaitové jadrá sú produktmi vyvinutejších magiem (majú vyšší obsah Fe ako titánaugity), alebo pozostatky výplne žíl vo vrchnom plášti, cez ktoré vystupovala bazaltová magma. Vrchnoplášťový pôvod majú aj chrómdiopsidové jadrá. Zloženie klinopyroxénov sa dá použiť aj na diskriminačné účely, pričom sa potvrdilo rozdelenie bazaltov na dve petrogenetické série.

T. LÁNCZOS: **Aplikácia chemickej termodynamiky na interpretáciu analýz krasových vôd**

Študovaná lokalita sa nachádza asi 2 km na V od obce Poľanovce v pohorí Branisko na východnom Slovensku. Naším cieľom bolo overiť predpokladané prepojenie ponoru Diablova diera, kde sa stráca voda z Dolného potoka, s prameňmi s poradovým číslom 206, 207 a 208 s použitím interpretácie chemických analýz vzoriek vody z prepadu a uvedených prameňov a ich prepočtov počítačovým programom PCWATEQ. Z prepočtov sa použili indexy nasýtenia vody ku K sľude, anortitu, kremeňu a kalcitu. Pod indexom nasýtenia sa rozumie logaritmus pomeru iónaktivitného produktu a termodynamickej rovnovážnej konštanty rozpúšťania daného minerálu. Predbežne sa stopovacou skúškou dokázalo prepojenie ponoru s prameňom č. 206 a 207.

V prípade prameňa č. 207 sa predpokladá miešanie vody z uvedeného prepadu s vodou infiltrujúcou cez pôdny pokryv, ktorá potom presakuje cez permské pieskovce a podložné jurské kryštalické vápence.

Podľa chemického zloženia a indexov nasýtenia vody z prameňa č. 208 možno predpokladať, že aj voda pochádza z potoka, pravdepodobne zo skrytého prestupu povyše ponoru, ktorý sa identifikoval hydrometrovacím meraním. Táto voda je najbližšie k rovnováhe s kalcitom, čo môže poukazovať jednak na dlhší čas zdržania vo vápencovom prostredí, alebo na intenzívnejšie rozpúšťanie vápenca pod vplyvom zvýšeného obsahu voľného CO_2.

Medzi prepadom a prameňom č. 206 sa dokázalo priame prepojenie. Chemické zloženie vody z prameňa č. 206 sa však podľa všetkého vyvíjalo miešaním vody z prepadu s vodou podobnej genézy, ako je voda z prameňa č. 208.

P. PAUDITŠ: **Cs, Rb, Li, Sr, Be a Ba vo vulkanických sklách jastrabskej formácie**

Jastrabská formácia, ktorú vyčlenil Konečný et al. (1993), je priestorovo nesúvislým súborom dajok, extrúzií a vulkanoklastík ryolitového až ryodacitového charakteru. V oblasti jz. okraja Kremnických vrchov a sv. okraja Štiavnických vrchov na styku so Žiarskou kotlinou, kde sú tieto komplexy najrozšírenejšie, je častý aj sklovitý vývoj hornín v troch petrologických typoch: sklovité okraje ryolitových extrúzií (teleso Klinčok, Kopernica, Sabóova skala a i.), sklovité prúdy (ložisko Jastrabá) a vitroklastické tufy.

Stopové prvky Cs, Rb, Li, Sr, Be a Ba sa v 11 vzorkách skiel pozorovali s ohľadom na sledované petrologické typy a geologickú pozíciu v rámci jastrabskej formácie. Pri príprave vzoriek sa kladol dôraz na čistotu amorfnej sklovitej fázy, najmä na elimináciu biotitu, ktorý by mohol ovplyvniť výsledky stanovenia prvkov (napr. Rb). Všetky vyseparované vzorky predstavovali len amorfnú fázu bez difrakčných maxím kryštalických fáz. Ba, Sr, Li a Be sa stanovovali metódou AES-ICP, Cs a Rb metódou AASF, všetky vo firme EL, s r. o, Spišská Nová Ves.

Hodnoty obsahu mikroprvkov v sklách sa v jednotlivých petrologických typoch výrazne neodlišujú. Celkove sú blízke klarkovým hodnotám a obsahu v kryštalických ekvivalentoch - ryolitoch (Forgáč a Kupčo, 1974) - s výnimkou Cs, ktoré prevyšuje klarkové hodnoty v priemere 4-krát. Napriek tomu obsah Cs nie je anomálny (ca 500 ppm až do 1 %, Lebedeva, 1973). Klarkové hodnoty v sklách aj v ryolitoch prevyšujú aj obsah Ba a Rb a naopak obsah Li a Sr je nižší ako ich klarky.

Najvýraznejšie je zastúpené Ba: 679 - 719 ppm (v priemere 700,1 ppm), potom nasleduje Rb: 176 - 281 ppm (196,6), Sr: 90 - 130 ppm (111,4) Li: 14 - 45 ppm (24,27), Cs: 10 - 23 ppm (13,73) a Be: 2,0 - 2,28 ppm (2,11).

Na náznaky kladnej korelácie poukazuje vzťah Rb a Cs, čiastočne aj Be a Cs. Negatívnu koreláciu vykazuje Rb a Sr, Cs a Sr, ako aj Rb a Li. Tieto korelačné vzťahy sú obdobné ako v kryštalických ekvivalentoch - ryolitoch stredoslovenského regiónu (Forgáč a Kupčo, 1974). Ako anomálne vyšší v porovnaní s inými sa ukazuje obsah Rb a Cs vo vzorke z vrtu v telese Kopernica, vystupujúcom západnejšie od ostatných telies. Táto mierna anomália môže signalizovať vyššiu aciditu skla a ryolitu v tomto telese, prípadne vyšší obsah K.

Zaujímavá je aj mobilita prvkov počas alterácie vulkanických skiel, resp. koncentrácie prvkov v produktoch ich premien - v íloch a zeolitoch - v prírodných a laboratórnych podmienkach, ktorá je predmetom ďalšieho štúdia.

P. KODĚRA: **Fe skarnový proces a mineralogicko-paragenetické pomery skarnového ložiska Vyhne - Klokoč**

Skarnové ložisko Vyhne - Klokoč sa viaže na intruzívny komplex centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu. Apofýzy granodioritu tu na kontakte s karbonátmi série Veľkého boka spôsobili rozsiahle metasomatické premeny. Magnetitové zrudnenie sa vyvinulo pri podloží skarnových telies.

V súlade s publikovanými klasickými schémami vývoja skarnov sa na ložisku uplatnili tri základné štádiá: izochemické, metasomatické a retrográdne. V izochemickom štádiu má skarnizačný proces prevažne charakter termickej kontaktnej metamorfózy. Rekryštalizáciou vznikali mramory, rohovce a bezvodné silikáty (zonálny grossulár - andradit, menej diopsid - hedenbergit, epidot a tremolit, klinochlór). Metasomatické štádium je charakteristické prienikom metasomatizujúcich fluid bohatých na Fe. Vznikal epidot, tremolit, viaceré generácie granátu, najmä andradity, lokálne aj pennín. Hlavný rudný minerál magnetit zatláčal karbonáty a staršie skarnové asociácie. Retrográdne štádium poznamenal pozvoľný pokles teploty, nerovnovážny stav kryštalizácie minerálov a časté zmeny oxidačnoredukčného potenciálu prínosových fluid. Spočiatku vznikal grossulár - andradit (intenzívne zonálny), viaceré generácie hematitu a magnetitu (sprevádzané prejavmi martitizácie a müsketovitizácie), amfibol (tremolit - Mn aktinolit), epidot a pennín. Prechod medzi skarnovým a hydrotermálnym režimom ložiska predstavuje epidotovo-kalcitové štádium, prejavujúce sa v podobe tenkých žilíc. Retrográdna hydrotermálna mineralizácia sa uplatnila v piatich štádiách ako prejav doznievajúcej aktivity zdroja prínosových fluid. Teplota a rozsah zastúpenia mali klesajúcu tendenciu. Len prvé pyritovo-chalkopyritové štádium s dominantným pyritom má väčšie rozšírenie. Polymetalické štádium (piknochlorit, galenit, sfalerit, chalkopyrit, hematit, pyrit) má osobitné postavenie v priestore, kde počas vývoja skarnovej mineralizácie vznikali granáty (granatickopolymetalický skarn). Posledné tri štádiá sa vyskytujú už len sporadicky na puklinách.

Infiltráciu možno považovať za hlavný spôsob migrácie fluid.

O slabšom uplatnení sa bimetasomatickej difúzie svedčí neprítomnosť endoskarnovej mineralizácie. Ložisko možno klasifikovať ako Ca exoskarn, na základe dominantného ekonomicky využiteľného kovu ako Fe skarn s niektorými znakmi Zn-Pb skarnu (svedčí o tom zvýšený obsah Mn a S, ako aj prítomnosť Mn aktinolitu).

J. PRCÚCH: **Ti a Fe-Ti oxidy južnej časti veporika**

Predmetom výskumu je rutil, anatas a ilmenit z južnej časti veporika (širšia oblasť Kocihy, Seliec, Českého Brezova). Tieto minerály sú bežnými akcesóriami metamorfitov, granitoidov a bázických hornín; pochádzajú zo šlichových (alúvium aj delúvium), ako aj z drvených horninových vzoriek.

Pre rutil je charakteristická veľká variabilita v zastúpení stopových a vedľajších prvkov. Rtg mikroanalýza ukázala systematické zastúpenie FeO, Nb_2O_5 a WO_3, zriedkavejšie je zastúpený V, Cr, Ta a Sn. Obsah W v rutile spôsobuje jeho nehomogenitu, ktorá sa prejavuje odmiešanými fázami s niekoľkonásobne vyšším obsahom WO_3.

Anatas prevažne zastupujú typické dipyramidálne, menej často tabuľkovité kryštály. Jeho najvýznamnejšou prímesou je Nb a Fe (pričom vždy platí Fe > Nb pri žltom a Fe < Nb pri modrom anatase) a zriedkavejšia je prímes V, Ta a W.

Vyčlenili sa dva typy ilmenitu, a to Mg ilmenit ($Fe_1Ti_{0,9}Mg_{0,1}O_3$) pochádzajúci z vulkanoklastík a Mn ilmenit ($Fe_{0,9}Ti_1Mn_{0,1}O_3$) pochádzajúci z kryštalinika.

L. ŠIMON: **Hydrovulkanizmus - nový fenomén genézy vulkanitov Vtáčnika**

Hydrovulkanizmus vzniká interakciou magmy alebo magmatického tepla s vodou (Wohletz a Heiken, 1992). Pri kontakte vody s magmou náhle odovzdáva teplo láva vode, tá sa mení na paru, expanduje, a tak výsledná mechanická energia produkuje explozívnu aktivitu (Šimon, 1995). Produkty hydrovulkanizmu sa v odbornej literatúre pomenúvajú rozličnými termínmi, a to ako freatiká, freatomagmatiká (Gary et al., 1974), freatiká (Ollier, 1979), hyalotufy (Honnovez a Kirst, 1975), hyaloklastiká (Bonnati, 1965), hydroklastiká alebo pyroklastiká (Fischer a Schmincke, 1984). Produkty hydrovulkanizmu Vtáčnika označujeme opisným termínom freatopyroklastiká.

Freatopyroklastiká reprezentujú tri litogenetické typy vulkanoklastík: napadané pyroklastiká, pyroklastické prívaly a explozívne brekcie.

Napadané pyroklastiká sú popolavé a lapilové tufy. Tufy sú tenké tmavo sfarbené zvrstvené vrstvy. Vrstvy sú chudobné na litické fragmenty a tvorí ich napadaná pemza, bomby, popol, minerály a popolovo-tufový matrix.

Pyroklastické prívaly sú tvorené polohami masívnych zvrstvených uložení. Polohy sú z fragmentov veľkosti hrubého popola a lapíl a ojedinele sa vyskytujú aj väčšie fragmenty.

Fragmenty hornín sú slabo pórovité a silne sklovité. Matrix je zelenosivej farby, palagonitizovaný a tvorí ho vulkanické sklo a minerály a štruktúra horniny je masívna alebo zvrstvená. Explozívne brekcie sú hrubozrnné chaotické pyroklastické uloženiny umiestnené okolo kráteru. Brekcia je z hrubých angulárnych fragmentov pemzy, andezitu a nevulkanického materiálu uložených v zelenosivom palagonitizovanom popolovo-lapilovom matrixe.

Opísané freatopyroklastiká sú charakteristické najmä prítomnosťou akrečných lapíl, petrifikovaného dreva, freatických bombičiek a nevulkanického materiálu.

Freatopyroklastiká vtáčnických vulkanitov sa vyskytujú:

1. v spodnom bádene v kamenskom súvrství vo vrte Š1 - NB III (pri Prievidzi; Šimon in Elečko, 1994),
2. vo vrchnom bádene - spodnom sarmate vo formácii Kľacká dolina:
   a) v grabenovej štruktúre na SV od Janovej Lehoty (Šimon et al., 1991),
   b) mimo grabenovej štruktúry v okolí telesa Kňazov kopec (k. 694), Veľký Grič (k. 971 m), v závere dolín 1 km nad Podhradím a v Baskovej doline (Šimon et al., 1994b),
3. v strednom sarmate vo vtáčnickej formácii pri banskej vetracej šachte (k. 611; Šimon et al., 1994a).

R. LEHOTSKÝ: **Epsomit z neogénneho paleokrasu Devínskych Karpát**

Pri jaskynnom prieskume územia Devínskych Karpát bol zaregistrovaný výskyt epsomitu v 6,25 m dlhej paleokrasovej jaskyni Pri amfiteátri v Devínskom hradnom vrchu. Epsomit tu vytvára kryštalickú kôru, paralelnovláknité a vatovité agregáty, ale aj kryštálové ihličkovité jedince dlhé do 12 mm. Geneticky súvisí s pyritovým zvetrávaním akcesorického pyritu v liasových karbonátových brekciách s prevahou dolomitových klastov. Obdobnú genézu majú aj ďalšie dva výskyty, kde sa síranová mineralizácia viaže na bádenské bazálne konglomeráty (Weitov lom) a ílovito-piesčité bridlice (ústie abráznej jaskyne). Prítomnosť tohto minerálu sa potvrdila viacerými identifikačnými metódami. Pravdepodobný je aj výskyt ďalších sekundárnych síranov. Ide o prvý známy výskyt epsomitu z krasových jaskýň na Slovensku.

A. MOJZEŠ, R. PAŠTEKA a M. NIKOLAJ: **Možnosti povrchového geofyzikálneho prieskumu pri mapovaní a vyhľadávaní štruktúr**

Na základe komplexu podrobných prospekčných geologických, geochemických a atmoaurimetrických prác spĺňa lokalita širšieho okolia kóty Sokolec (799 m n. m.) v sv. časti Tríbeča všetky základné pozitívne kritériá poukazujúce na prítomnosť impregnačnej Au mineralizácie carlinského typu (Knésl a Knéslová, 1993; Oružinský et al., 1994). Na takýto účel sa tu realizovali aj geofyzikálne práce, ktoré spomenutý komplex doplnili. Keďže v zmysle overenia použitej metodiky išlo o pokusné, predbežné merania, na riešenie problematiky sa použili „rýchle" a „operatívne" geofyzikálne metódy, poskytujúce skôr povrchovú a plošnú ako hĺbkovú informáciu. Preto bolo ich cieľom najmä spresniť priebeh styku horninových celkov, zistiť tektonické línie a prípadne priestorovo vysledovať sekundárne alterované zóny silicifikácie. Použila sa na to profilová magnetometria, symetrické odporové profilovanie (SOP), metóda veľmi dlhých vĺn (VDV) a profilová gamaspektrometria. Týmito metódami bolo premeraných 252 bodov na ploche cca 1,68 km^2.

Namerané výsledky v konfrontácii s geologickou situáciou potvrdili, že použitý komplex geofyzikálnych metód je vhodný nielen ako prostriedok geologického mapovania, ale prináša aj určitú hĺbkovú informáciu, ktorá vyplýva z princípu danej metódy. Podľa rastúceho možného hĺbkového dosahu možno použité geofyzikálne metódy približne zoradiť do takejto postupnosti: gamaspektrometria - SOP - VDV - magnetometria. V prípade študovanej lokality môže ísť o hĺbku až do cca 150 m.

Geofyzikálny prieskum lokality Sokolec podporil základné predpoklady výskytu impregnačnej Au mineralizácie typu Carlin. Azda najväčším prínosom bolo zistenie prítomnosti intruzívneho komplexu v tesnej blízkosti sedimentárnych formácií, ktorý mohol byť zdrojom alteračných médií.

K šesťdesiatinám Ing. Rudolfa Rudinca, DrSc.

V apríli 1995 sa v zdraví a plný životného optimizmu dožil šesťdesiatin popredný slovenský ropný geológ a úspešný manažér a. s. Nafta Gbely Ing. Rudolf Rudinec, DrSc.

Jubilant sa narodil v Lúkach pri Divíne v Žilinskom okrese. Základné školské vzdelanie získal v rodnej obci a strednú školu absolvoval v Žiline. Po maturite študoval na Vysokej škole banskej v Ostrave a úspešne ju skončil roku 1958. Po získaní inžinierskeho diplomu sa na celý život upísal ropnej geológii, keď vstúpil do služieb Československých naftových dolov v Hodoníne. Jeho prvým pracoviskom bol závod ČND v Gbeloch. Odtiaľ po skrátenej vojenskej službe prešiel do Prieskumného závodu Michalovce a tomuto pracovisku ostal verný až dodnes, i keď toto pracovisko prešlo mnohými organizačnými zmenami. Začínal od piky ako vrtný geológ, neskoršie bol oblastným prieskumným geológom, potom zástupcom hlavného geológa a od roku 1964 desať rokov vykonával funkciu hlavného geológa závodu. V sedemdesiatych rokoch ho z tejto funkcie odvolali. Potom viedol oddelenie predneogénnych útvarov.

Po spoločenskopolitických zmenách a po začatí transformácie ekonomiky na trhovú jubilanta roku 1990 vymenovali za riaditeľa michalovského závodu, nového samostatného podniku Nafta Gbely, a. s. V tejto funkcii preukázal mimoriadne organizačné schopnosti a jeho zásluhou sa michalovský závod stal najúspešnejšou zložkou a. s. Nafta Gbely v oblasti ropného prieskumu. Po získaní vedeckej hodnosti kandidáta vied bol v časoch „normalizácie" jeho odborný a vedecký rast umelo brzdený.

Situácia sa zmenila po novembri 1989. Jubilant úspešne obhájil doktorskú dizertačnú prácu a roku 1990 získal hodnosť doktora vied (DrSc.). Jeho nevšedná odborno-organizačná aktivita ho predurčila na členstvo v Banskej rade pri Ministerstve hospodárstva SR. Je tiež členom vedeckej rady Technickej univerzity v Košiciach a členom redakčnej rady časopisu Mineralia Slovaca.

Jubilantova vedecká a odborná aktivita cez problematiku ložísk uhľovodíkov pokrýva geológiu východného Slovenska. Najviac jeho odborných a vedeckých prác sa týka východoslovenskej panvy. Ďalšou oblasťou jubilantovho záujmu bol centrálnokarpatský paleogén, flyšové a bradlové pásmo na východnom Slovensku. Tematicky sa sústredil na otázky ložísk uhľovodíkov, ale v šírke jeho záberu bola i paleogeografia - tektonika, vulkanizmus, geotermálna energia anomálne tlaky a hydrogeológia.

V prvých prácach so spoluautormi zhodnotil hlavne výsledky plytkého vrtného prieskumu v podvihorlatskej a severnej časti východoslovenskej panvy a zovšeobecnil poznatky o veku niektorých súvrství a vrstvových členov panvy. V ďalších prácach sa zaoberal tektonikou a vulkanizmom sprevádzajúcim vývoj a zapĺňanie východoslovenskej panvy. Geologickej verejnosti sprístupnil poznatky o geológii a o uhľovodíkoch získané hlbokými vrtmi v rôznych častiach východoslovenskej panvy aj mimo nej. V početných prácach zameraných na overovanie perspektív uhľovodíkov a zhodnocujúcich výsledky vyhľadávacieho prieskumu na zemný plyn zhrnul prínos vrtov pre poznanie geologickej stavby východoslovenskej panvy a zhodnotil ložiskovú problematiku zemného plynu, ako aj výskyty a akumulácie kysličníka uhličitanového. Pri vyhľadávaní zemného plynu presadzoval nové metodiky. Okrem iného vykonal pionierskú prácu v oblasti organickej geochémie, ktorá viedla k definovaniu generačných okien uhľovodíkov vo východoslovenskej panve. Samostatne alebo v spoluautorstve a pri rozličných príležitostiach sa vracal k ložiskám zemného plynu východného Slovenska. Súborne hodnotil rozširujúce sa poznatky o jednotlivých ložiskách a vymedzoval nové perspektívne oblasti v panve. V súvislosti s ložiskami plynu riešil otázky tlakových a teplotných pomerov vo východoslovenskej panve a vo flyši a zaoberal sa geologickými a technickými problémami pri hĺbení hlbokých vrtov. Jeho pozornosti neušli ani iné typy nerastných surovín. Zamýšľal sa nad distribúciou karpatských, ako aj bádenských solí na východnom Slovensku. Mnoho úsilia venoval odhaľovaniu zákonitostí distribúcie zemského tepla vo východoslovenskej panve, vo flyšovom pásme a v centrálnokarpatskom paleogéne. Poukazoval na možnosti využívania geotermálnej energie na východnom Slovensku. Z tohto aspektu zhodnotil výskyty termálnych vôd v panve, v okolí Staroľubovnianskych kúpeľov a pod centrálnokarpatským paleogénom na S od Braniska. Uvažoval aj o možnostiach výstavby zásobníkov plynu. Pri vrtných prácach sledoval správanie sa hladiny spodnej vody a na základe pozorovaní opísal výskyty podzemných vôd s napätou hladinou v Košickej kotline. Rad prác venoval problematike východoslovenského flyšového pásma a centrálnokarpatského paleogénu, v ktorých popri nových geologických poznatkoch predložil aj hodnotenie perspektív výskytov uhľovodíkov v týchto územiach. Venoval sa tiež otázkam paleogeografického vývoja výplne východoslovenskej panvy. Vďaka hlbokým vrtom, ktoré prenikli do predneogénneho podložia východoslovenskej panvy, sa venoval aj litologickej náplni, veku, stavbe a možnostiam výskytu uhľovodíkov v predneogénnych jednotkách podstielajúcich panvu.

Bohaté skúsenosti z geológie východného Slovenska jubilant zhodnotil vo viacerých zhrňujúcich prácach o východoslovenskej, resp. transkarpatskej panve a o centrálnokarpatskom paleogéne, najmä v monografii, ktorú predložil ako dizertačnú prácu na získanie titulu doktora vied.

Jubilant svoje bohaté skúsenosti z ropnej a plynovej prospekcie nezištne odovzdáva adeptom geovedných disciplín - študentom Baníckej fakulty Technickej univerzity v Košiciach v cykle prednášok z praxe. Geovedné disciplíny propagoval aj v populárnonáučných článkoch a ropnú problematiku na stránkach dennej tlače.

V osobnosti Ing. Rudolfa Rudinca, DrSc., má slovenská geológia pilier podopierajúci dve významné geovedné disciplíny. Jednou je základná geológia, do ktorej vniesol mnoho nových poznatkov o geologickej stavbe východného Slovenska, druhou aplikovaná geológia, v ktorej osobitným spôsobom rozvíjal a rozvíja poznatky o uhľovodíkoch, ale aj o rezervách geotermálnej energie na východnom Slovensku.

Slovenská geologická obec želá jubilantovi pevné zdravie, ďalšie pracovné úspechy a nezmenšujúcu sa zanietenosť pre uhľovodíkovú prospekciu a odkrývanie tajov karpatskej a slovenskej geológie.

Dionýz Vass

Zoznam vedeckých prác

Čverčko, J., Ďurica, D. & Rudinec, R. 1963: Niekoľko poznámok k veku vrchnej uhľonosnej série v podvihorlatskej uhoľnej panve. *Geol. Práce, Zpr., 30, 183 - 188.*

Ďurica, D. & Rudinec, R. 1963: Výsledky prieskumu na plynovom nálezišti Pozdišovce-Trhovište. *Zpr. geol. Výsk. v r. 1963, 2, 173 - 174.*

Rudinec, R. 1964: Výsledky pionierskeho prieskumu štruktúry Kolčovo Dlhé. *Zpr. geol. Výsk. v r. 1963, 175 - 176.*

—1966: Výron zemného plynu na vrte Stretava-10. *Geol. Průzk., 9, 4, 125 - 126.*

—1967: Artézske vody v Košickej kotline. *Geol. Průzk., 4, 1, 8.*

—1967: Výsledky naftovo-geologického prieskumu na štruktúre Sečovce-juh. *Geol. Práce, Zpr. 41, 121 - 127.*

Čverčko, J., Rudinec, R., Slávik, J. & Spitkovskaja, S. M. 1967: Pogrebonnaja vulkaničeskaja grada na južnoj granice Zakarpatskogo vnutrenogo progiba. *Tekt. Zbor., Geol. Zakarp., Lvov - Univ.*

Ďurica, D. & Rudinec, R. 1967: Nálezište zemného plynu Trhovište-Pozdišovce do ťažby. *Geol. Průzk., 9, 1, 14 - 16.*

Merilič, B. B., Slávik, J., Spitkovskaja, S. M., Rudinec, R. & Čverčko, J. 1968: Cep neogenovych pogrobennych vulkanov v južnej časti Zakarpatskogo vnutrennogo progiba. *Geol. Sbor. (Lvov), 11, 1 - 20.*

Čverčko, J., Ďurica, D. & Rudinec, R. 1968: Příspěvek k hranici tortón-sarmat ve vychodoslovenské neogénní pánvi. *Zpr. geol. Výsk. v r. 1967, 252 - 254.*

Orenčák, J. & Rudinec, R. 1968: História a výsledky naftového prieskumu vo východoslovenskom neogéne. *Zbor. Slov. ban. Múz. (Banská Štiavnica), 4, 11 - 37.*

Rudinec, R. 1968: Geologické a naftovo-geologické výsledky vo východoslovenskom neogéne. *Zem. Plyn Nafta, XIII, 3, 225 - 233.*

Slávik, J., Čverčko, J. & Rudinec, R. 1968: Geology of Neogene volcanism in East Slovakia. *Geol. Práce, Spr., 44 - 43, 215 - 239.*

Slávik, J., Danilovič, L. G., Čverčko, J. & Rudinec, R. 1968: Tectonics and Subsequent Volcanism in the Western Part of East Carpathians. *In: XXIII International geolog. Congres, Praha, 2, 61 - 71.*

Rudinec, R. 1969: Prvé plynové ložisko vo východoslovenskom neogéne v ťažbe. *Zem. Plyn Nafta, XIV, 2, 171 - 178.*

— 1969: Výskyt kysličníka uhličitého pri Vranove. *Geol. Průzk., 11, 5, 132 - 133.*

—1969: Výsledky nového štruktúrneho prieskumu v západnej časti podvihorlatskej depresie. *Geol. Práce, Spr., 48, 135 - 142.*

—1969: Poznámky k podložiu východoslovenskej neogénnej panvy. *Geol. Práce, Spr., 50, 71 - 80.*

—1969: Anomálne tlakové a teplotné pomery vo východoslovenskom neogéne. *Geol. Průzk., 11, 1, 100 - 103.*

Čverčko, J. & Rudinec, R. 1969: Klasifikácia zlomov vo východoslovenskom neogéne. *Geol. Práce, Spr., 47, 252 - 254.*

Bílek, K., Gaža, B. & Rudinec, R. 1970: Ložiská uhľovodíka v Slovačkoj. *In: Bull. Jugoslovenski svetskog komitet kongresa za naftu. Nafta (Zagreb), XXI, 351 - 358.*

Rudinec, R. & Slávik, J. 1970: Geologická stavba podložia východoslovenského neogénu. *Geol. Práce, Spr., 53, 143 - 155.*

Čverčko, J. & Rudinec, R. 1971: O geologických pomeroch vrtu Ďurkov-1. *Geol. Práce, Spr., 53, 111 - 116.*

—1972: Geologická stavba plynového náleziska Ptrukša. *Mineralia slov., 14, 13 - 22.*

Rudinec, R. & Tereska, C. 1972: Nafto-plynonádejnosť vulkanických štruktúr vo východoslovenskom neogéne. *Mineralia slov., 14, 23 - 28.*

Rudinec, R. 1972: Výskyt termálnej vody vo východoslovenskom neogéne. *Geol. Průzk., 14, 7, 205 - 206.*

—1972: Orientačná správa o možnosti budovania podzemných zásobníkov plynu vo východoslovenskom neogéne. *Zem. Plyn Nafta, XVII, 3, 239 - 242.*

Rudinec, R. & Slávik, J. 1973: Fázy vrásnenia a paleogeografický vývoj neogénu východného Slovenska. *Geol. Práce, Spr., 60, 225 - 236.*

Rudinec, R. 1973: Neogénna výplň a predneogénne podložie juhovýchodnej časti podvihorlatskej oblasti (vrt Vysoká-1). *Geol. Práce, Spr., 61, 211 - 218.*

Čverčko, J. & Rudinec, R. 1974: Ložisko kysličníka uhličitého v centrálnej časti Košickej kotliny. *Geol. Průzk., 16, 8, 241 - 244.*

Rudinec, R. 1974: Problémy vŕtania hlbokých vrtov vzhľadom k vysokým teplotám a tlakom vo východoslovenskom neogéne. *Zem. Plyn Nafta, XIX, 3, 3 - 14.*

—1974: 20 rokov naftového prieskumu vo východoslovenskom neogéne a jeho výsledky. *Geol. Průzk., 16, 8, 250 - 251.*

Čverčko, J. & Rudinec, R. 1975: Naftovo-geologické výsledky vrtu Kecerovské Pekľany-1 a širšieho okolia. *Zem. Plyn Nafta, 3, 229 - 249.*

Tözsér, J. & Rudinec, R. 1975: Geologická stavba a nerastné suroviny neogénu východného Slovenska a jeho podložia. *Mineralia slov., 7, 81 - 104.*

—1975: Neogén východného Slovenska a jeho podložie (sprievodca). *Mineralia slov., 7, 81 - 100.*

Rudinec, R. 1976: Neogénny vulkanizmus na východnom Slovensku a geotermická energia. *Geol. Průzk., 16, 8, 225 - 227.*

—1976: Niektoré geologicko-technické problémy pri hĺbení najhlbšieho vrtu vo východoslovenskom neogéne (Trhovište-26). *Zem. Plyn Nafta, XXI, 3, 275 - 280.*

—1976: Ložiská uhľovodíkov vo východoslovenskom neogéne. *Mineralia slov., 6, 4, 269 - 318.*

—1978: Vysoké vrstvové tlaky vo východoslovenskom neogéne a ich možná interpretácia. *Zem. Plyn Nafta, XXIII, 2, 205 - 210.*

—1978: Paleogeografical, lithofacial and tectonogenetic development of the Neogene in Eastern Slovakia and relation to volcanism and deep tectonics. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 29, 2, 225 - 240.*

—1978: Anomálne vrstvové tlaky a teploty vo východoslovenskej neogénnej panve Západných Karpát. *Mineralia slov., 10, 6, 481 - 504.*

—1978: Nový pohľad na rozšírenie soľonosného súvrstvia karpatu a vnútrokarpatského paleogénu. *Geol. Práce, Spr., 71, 59 - 68.*

Rudinec, R., Magyar, J. & Smetana, J. 1979: Sto rokov herľanského gejzíru. *Geol. Průzk., 21, 4, 104 - 106.*

Nemčok, J. & Rudinec, R. 1979: Geologické profily cez východoslovenské flyšové pásmo. *In: Tektonické profily Západných Karpát, GÚDŠ Bratislava, 65 - 76.*

Magyar, J. & Rudinec, R. 1980: Nové poznatky o podloží neogénu pozdišovsko-iňačovského bloku na východnom Slovensku (vrt Bunkovce-1). *Mineralia slov., 12, 1, 63 - 74.*

Rudinec, R. & Magyar, J. 1980: Zakryté vulkanické štruktúry na východnom Slovensku vo svetle ropného prieskumu. *Geol. Průzk., 22, 7, 153 - 195.*

Nemčok, J. & Rudinec, R. 1980: Termálne vody pod centrálno-karpatským paleogénom severne od Braniska. *Geol. Průzk., 22, 10, 292 - 295.*

Rudinec, R. 1980: Možnosti výskytu ropy a plynu v predneogénnom podloží východoslovenskej neogénnej panvy. *Mineralia slov., 12, 507 - 531.*

—1980: Východoslovenská neogénna oblasť vo svetle naftovo-geologického prieskumu. *Sbor. Vys. Šk. báň. (Ostrava), XXVI, 1, Ř. horn. geol., 125 - 138.*

—1980: Predneogénne podložie východoslovenskej neogénnej panvy a jeho plynonádejnosť. *In: Zbor. prednášok - Smolenice 1979, GÚDŠ Bratislava, 141 - 148.*

Magyar, J. & Rudinec, R. 1981: Hlboký štruktúrny vrt Ložín-1 a jeho problémy. *Zem. Plyn Nafta, XXVI, 3, 385 - 399.*

Rudinec, R. 1981: Nové geologické a naftovo-geologické výsledky v podvihorlatskej oblasti na východnom Slovensku. *In: Zbor. prednášok IV. Slov. geol. konferencia, Bratislava, 4, 87 - 94.*

Rudinec, R., Tomek, Č. & Jiříček, R. 1981: Sedimentary and structural evolution of the Transcarpathian Depresion. *Earth Evolution Sci. (Braunschweig-Wiesbaden), 1, 205 - 211.*

Leško, B., Chmelík, F. & Rudinec, R. 1982: Perspektívne územie na ropu a zemný plyn východne od Vysokých Tatier. *Geol. Práce, Spr., 24, 2, 37 - 39.*

Rudinec, R., Franko, O., Malatinský, K. & Malík, P. 1982: In: Zbor. prednášok Energetické využitie geotermálneho tepla. *ČSVTS Košice, 50.*

Ďurkovič, T., Koráb, T. & Rudinec, R. et al. 1982: Hlboký štruktúrny vrt Zboj-1. *Region. Geol. Západ. Karpát, 1 - 75.*

Rudinec, R. 1983: Geologická stavba sobraneckej gravimetrickej anomálie a jej perspektívnosť na výskyt ropy a plynu. *Mineralia slov., 15, 175 - 183.*

Rudinec, R. 1983: Niektoré problémy späté s prevŕtavaním nízko a vysokotlakých obzorov vo flyšových súvrstviach východného Slovenska. *Zem. Plyn Nafta, XXVIII, 4, 551 - 555.*

Magyar, J. & Rudinec, R. 1983: Výsledky z neogénu a jeho podložia v južnej časti Košickej kotliny (vrt Čaňa-1). *Mineralia slov., 15, 271 - 277.*

Nemčok, J. & Rudinec, R. 1983: Tektonický pulz terciéru východného Slovenska a jeho vzťah k bradlovému pásmu. *Mineralia slov., 15, 501 - 516.*

Rudinec, R. & Leško, B. 1984: Súčasné naftovo-geologické výsledky z flyšových súvrství východného Slovenska. *Geol. Průzk., 26, 273 - 275.*

Čverčko, J., Lunga, S. & Rudinec, R. 1984: Ropo-plynonosnosť východného Slovenska. *In: J. Bednaříková a A. Thon (Ed.): Naftový průmysl na území Československa. Knihovnička Zem. Plyn Nafta, 1 - 367.*

Rudinec, R. 1984: Teplotno-tlakové problémy vo flyšových oblastiach a bradlovom pásme na východnom Slovensku. *Mineralia slov., 16, 5, 467 - 484.*

—1984: Geoizotermy ako nepriamy indikátor rozšírenia mezozoických súvrství v podloží neogénu na východnom Slovensku a ich význam pre možnú realizáciu vrtov do hĺbok 5000 m. *Zem. Plyn Nafta, XXIX, 4, 537 - 548.*

—1984: Niekoľko poznámok k tektonickým líniám pod neogénnou výplňou na východnom Slovensku. *Stud. geogr. (Brno), 87, 107 - 110.*

—1985: Možnosti získania termálnych vôd v podvihorlatskej oblasti na východnom Slovensku. *Geol. Průzk., 27, 7, 197 - 200.*

Slavkay, M., Čverčko, J., Daniel, J., Gaža, B., Hudáček, J., Macko, J., Rozložník, L., Rudinec, R., Štohl, J., Tréger, M., Varček, C. & Zaris, V. 1985: Výsledky výskumu a prieskumu nerastných surovín Slovenska. *Mineralia slov., 17, 3, 231 - 251.*

Leško, B., Chmelík, F., Rudinec, R., Nemec, F., Kadlečík, J., Kocák, A., Novosileckij, R. M., Burov, V. S., Turčanenko, H. T., Turko, A. A., Fedorovič, G. P. & Chripta, I. I. 1985: Perspektívy naftogazonosti Západných Karpát na teritorii ČSSR. *Geol. Ž. (Kijev), 45, 3.*

Rudinec, R., Magyar, J. & Hrinda, J. 1982: Ďalšie nové výsledky z neogénu a podložia JV časti podvihorlatskej oblasti (vrt Pavlovce-1). *Zbor. Pedag. Fak. Univ. Šafár. (Prešov), prír. Vedy, XXI, 1, 181 - 202.*

Rudinec, R. & Leško, B. et al. 1985: Oporný vrt Hanušovce-1 (6003 m). *Region. Geol. Západ. Karpát, 20, 1 - 205.*

Rudinec, R. 1986: Štruktúra Lipany a niektoré zaujímavé geologické a ropno-geologické výsledky. *Zem. Plyn Nafta, XXXI, 4, 521 - 527.*

Janků, J., Nemec, F., Koráb, T. & Rudinec, R. 1987: Výsledky výskumných prác na prírodné uhľovodíky na území SSR a vyhľadávacieho prieskumu v predneogénnych útvaroch na východnom Slovensku v r. 1978 - 1986. *In: Naftovogeologická konferencia, Kostelec. Knihovnička Zem. Plyn Nafta, 7, 63 - 75.*

Rudinec, R. 1987: Centrálnokarpatský paleogén - nová plynoropná provincia na východnom Slovensku. *Sbor. Prací Vys. Šk. báň. (Ostrava), Ř. horn. geol. XXXIII, 83 - 98.*

—1987: Súčasne predstavy o úložných pomeroch vo flyšových súvrstviach, bradlovom pásme a ich podloží na východnom Slovensku z pohľadu ropnej geológie. *In: Konferencia II. geologické dni J. Slávika - Zbor. Geologická stavba Z. Karpát vo vzťahu k prognózam nerastných surovín. Košice, 261 - 270.*

—1988: Geotermálne ložisko vo východoslovenskom neogéne viazané na pochovanú vulkanickú štruktúru Beša-Čičarovce. *Mineralia slov., 20, 123 - 131.*

Rudinec, R., Čverčko, J. & Magyar, J. 1988: Výsledky a perspektívy naftovo-geologického prieskumu na východnom Slovensku (30 rokov naftového prieskumu). *Zem. Plyn Nafta, XXXIII, 1, 11 - 39.*

Rudinec, R. & Smetana, J. 1988: Termálne vody pri Ľubovnianskych kúpeľoch (vrt Plávnica-1). *Geol. Průzk., 30, 11, 338 - 339.*

Kullmanová, A. & Rudinec, R. 1988: Paleogénne súvrstvie a jeho mezozoické podložie v Spišsko-Šarišskom medzihorí (vrt Plávnica-1). *Mineralia slov., 20, 5, 455 - 461.*

Rudinec, R. 1988: Dvojetážová stavba vnútrokarpatského paleogénu pri južnom úpätí bradlového pásma na východnom Slovensku. *Geol. Práce, Spr., 88, 121 - 126.*

—1989: Nový pohľad na paleogeografický vývoj Transkarpatskej depresie v neogéne. *Mineralia slov., 21, 27 - 42.*

Franců, J., Rudinec, R. & Šimánek, V. 1989: Hydrocarbon generation zone in the East Slovakian Neogene basin. Model and geochemical evidence. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 40, 3, 355 - 384.*

Rudinec, R. 1989: Zdroje ropy, zemného plynu a geotermálnej energie na východnom Slovensku. *Mineralia slov. - Monogr., Bratislava, Alfa, 1 - 162.*

Nemčok, J. & Rudinec, R. 1990: Čergov - jedna z kľúčových roponádejných oblastí flyšového pásma východného Slovenska. *Mineralia slov., 22, 175 - 178.*

Rudinec, R. 1990: Vertikálna distribúcia neogénnych sedimentov v transkarpatskej depresii. *Mineralia slov., 22, 393 - 397.*

—1990: Niektoré zaujímavosti z ropnogeologického prieskumu flyšových súvrství východného Slovenska. *Mineralia slov., 22, 435 - 436.*

—1990: Odpoveď na diskusiu M. Fendeka a M. Kráľa: Poznámky k teplotno-tlakovým pomerom a geotermálnej energii východného Slovenska uverejneným ku knihe R. Rudinca: Zdroje ropy, zemného plynu a geotermálnej energie na Východnom Slovensku. *Mineralia slov., 22, 479 - 480.*

—1990: Geologická stavba a prieskum uhľovodíkov v súvrstviach paleogénu a jeho podložia v Ľubotinskej pahorkatine. *Mineralia slov., 22, 507 - 518.*

—1991: Možnosti prieskumu a ťažby ropy a zemného plynu na východnom Slovensku. *In: Zbor. z konferencie Využívanie surovinovej základne v podmienkach trhovej ekonomiky. Banská Bystrica, 98 - 103.*

Keith., J. F., Nemčok, M., Fleischman, K. H., Nemčok, M., Gross, P., Rudinec, R. & Kanes, W. H. 1991: Sedimentary basins of Slovakia. Part III. Hydrocarbon potential of the Central Carpathian Paleogene Basin. *Earth Sci. Resources (Inst. Univ. South Carolina), 1 - 385.*

Blížkovský, M., Ciprys, V., Franců, J., Hodáň, Š., Hrušecký, I., Kocák, A., Milička, J., Mořkovský, M., Müller, M., Pereszlényi, M. & Rudinec, R. 1991: Structures and Hydrocarbon Potential of the Intra-Carpathian Basins of Czechoslovakia (Poster). *AAPG International conference and Exibition The way ahead hydrocarbons for the 1990 in London.*

Rudinec, R. & Čverčko, J. 1991: Súčasné a perspektívne energetické zdroje Zemplína. *In: Konferencia Regióny a medzinárodná spolupráca. Michalovce, 96 - 100.*

Koráb, T., Rudinec, R. & Wunder, D. 1991: Geologický výskum a prieskum vo východoslovenskom flyši. *In: Konferencia Perspektívy naftového priemyslu. Luhačovice.*

Šályová, B., Ostrolucký, P., Gaža, B., Rudinec, R. & Hlavatý, V. 1992: The results and outlook of the exploration for hydrocarbons in the Slovakian territory (Poster) *4th Conference APGE&E, Paris.*

Rudinec, R. 1992: Ropné a plynové akumulácie pri Lipanoch na východnom Slovensku, ich osobitosti a problémy. *Mineralia slov., 24, 3, 357 - 366.*

—1992: Prieskumno-ťažobný závod v Michalovciach 35. ročný. *Zem. Plyn Nafta, 37, 4, 371 - 377.*

Čverčko, J., Magyar, J. & Rudinec, R. 1992: Výsledky a perspektívy naftovo-geologického prieskumu na východnom Slovensku. *Zem. Plyn Nafta, 37, 4, 391 - 401.*

—1992: Cesta do vnútra zeme. Krásy Slovenska (Bratislava), LXIX, 9.

Soták, J., Rudinec, R. & Spišiak, J. 1993: The penninic „pull - apart" dome in pre-Neogene of the Transcarpathian Depression (Eastern Slovakia). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 44, 1, 11 - 16.*

Mořkovský, M., Čverčko, J., Magyar, J. & Rudinec, R. 1993: Hydrocarbons, tectonics and volcanism during the Neogene in the Pannonian Basin of East Slovakia (Poster). *5th Conference EAGP&E Stavanger.*

Magyar, J. & Rudinec, R. 1993: Nové výsledky o rozšírení bádenského soľonosného súvrstvia v JV krídle neogénu Východoslovenskej nížiny a ich ropno-geologický význam (vrt Pavlovce-3). *Zem. Plyn Nafta, 38, 2, 31 - 39.*

Rudinec, R. & Magyar, J. 1994: Temperature and Pressure Relations in Eastern Slovakia (Poster). *6th Conference EAPG&E Wien.*

Čverčko, J., Magyar, J., Mořkovský, M. & Rudinec, R. 1994: Výsledky ropného podnikania na východnom Slovensku v podmienkach trhového hospodárstva. *In: Konferencia III. Geologické dni Jána Slávika, Košice.*

Čverčko, J. & Rudinec, R. 1994: Nová filozofia ropného podnikania v podmienkach trhového hospodárstva na východnom Slovensku.

Pasívne vety v odborných textoch

V poznámke sa pokúsime stručne vysvetliť, ako je to s pasívnymi vetami v spisovnej slovenčine, najmä s ich funkciou a fungovaním v odborných textoch. Ilustratívne príklady čerpáme hlavne z rukopisov vedeckých štúdií geológov, ale odporúčania a závery sa dotýkajú textov z akejkoľvek odbornej oblasti.

V spisovnej slovenčine (podobne ako v iných jazykoch) sa rozlišuje aktívny a pasívny slovesný rod (aktívum a pasívum), aktívne a pasívne slovesné tvary, ako aj aktívne a pasívne vety. Aj keď bezpríznakové, prirodzenejšie a oveľa frekventovanejšie sú aktívne vety, ba v textoch viacerých štýlov pasívnych viet takmer niet, v istých druhoch textov majú pasívne vety pevné miesto a niektoré štylistické funkcie plnia veľmi dobre.

O pasíve v spisovnej slovenčine možno hovoriť iba pri činnostných slovesách vyjadrujúcich dej, ktorý má vykonávateľa (to je činiteľ, agens, označme ho A), ako aj cieľ, t. j. substanciu zasiahnutú dejom (to je trpiteľ, paciens, označme ho P). Na pochopenie rozdielu medzi aktívnymi a pasívnymi vetami treba ešte vedieť, čo je podmet vety (subjekt, označme ho S).

Jednoducho a jednoznačne rozhodnúť, či je veta aktívna, alebo pasívna, možno podľa tejto procedúry:

1. Ak S = A, veta je aktívna.
2. Ak S = P, veta je pasívna.

Z uvedeného vyplýva, že napr. veta **Geológ hľadá zlato** je aktívna, lebo geológ je subjektom vety (S) a zároveň aj agensom deja (A). Rovnako sa hodnotí napr. veta **Baník doloval uhlie, Náš ústav skúma minerály** atď. Na druhej strane veta **Zlato je hľadané** alebo nebodaj aj *Zlato je hľadané geológom* je pasívna, lebo zlato je odrazu subjektom vety (S), ale aj cieľom deja, teda pacientom (P). Takého istého druhu je aj veta **Ruda je dobývaná, Minerály boli skúmané, Lokalita bude sledovaná**, resp. *Ruda je dobývaná baníkmi, Minerály sú skúmané pracovníkmi ústavu...*

Osobitne treba zdôrazniť, že sme výpočet druhov pasívnych viet ešte nevyčerpali. Pasívne sú totiž aj vety typu **Uhlie sa doluje, Minerály sa skúmali, Ložisko sa študuje, Lokalita sa bude sledovať** a pod., lebo aj v nich je subjekt vety (S) totožný s cieľom deja, pacientom (P).

Ako vidno, pasívum je dvojaké. Prvé (napr. vo vete **Zlato je hľadané, Zlato bolo hľadané**, resp. *Lokalita bude sledovaná geológmi, Minerály budú skúmané našimi pracovníkmi...*) je tzv. opisné (má tvary typu som chytaný, si chytaný, je chytaný, sme chytaní...) a druhé tzv. zvratné (skladá sa z aktívnych slovesných tvarov a zo slovka sa, napr. vo vete **Ruda sa ťaží, Minerály sa skúmali...**). Pri zvratných pasívnych vetách je nevyhnutné mať na pamäti, že v ich subjekte (S) musí byť substancia neschopná vykonávať činnosť vyjadrenú slovesom (ruda sa nemôže ťažiť sama, minerály sa neskúmali samy...).

Podľa uvedených príkladov je zrejmé, že aktívne vety nie sú príznakové (nevzbudzujú nijaké podozrenie z nekorektnosti, netreba pri nich vysvetľovať, prečo majú práve takú konštrukciu, akú majú, prečo ich autor použil atď.). Ich náhrada napr. v hovorovom štýle pasívnymi vetami by pôsobila priam komicky (napr. *Jano bol bitý dedinskými mládencami, Pivo je čapované krčmárom* a pod.). Ale pasívne vety - najmä s opisným pasívom - sú príznakové, a preto by mal byť vždy nejaký rozumný dôvod, prečo ich autor chce v konkrétnych prípadoch uprednostniť pred aktívnymi vetami.

Z pasívnych viet obidvoch typov (**Zlato je hľadané, Kryštály boli skúmané; Ruda sa doluje, Minerály sa skúmali**) možno ľahko vyčítať, prečo sú v odborných textoch časté (a naozaj sú). Pri vedeckom výklade - jeho nápadnou črtou je objektívnosť - ide totiž o tendenciu osvetliť predmet záujmu z rozličných strán, uhlov, hľadísk, nie o to, kto ho opisuje, skúma, báda a pod., čiže prítomnosť autora (resp. agensa) v texte sa vedome potláča. Práve preto sa paciens (P) dáva na exponované miesto vo vete, stáva sa subjektom (podmetom) vety (S).

Dúfame, že sme predchádzajúcou konštatáciou aspoň časť autorov odborných textov presvedčili, že pasívne vety typu *Zlato je hľadané geológom, Lokalita bola skúmaná naším ústavom, Problematika bola nami sledovaná* a pod. sú síce možné, ale veľmi príznakové, a preto v súťaži s aktívnymi vetami typu **Geológ hľadá zlato, Minerály skúmal náš ústav** a pod. nemôžu byť úspešné. To, že pre nejaký typologicky odlišný jazyk (napr. angličtinu) sú takéto pasívne vety charakteristické, nie je nijaký argument na ich napodobňovanie v slovenčine. A platí to aj o preklade. Na druhej strane je očividné, že vety so zvratným pasívom, ako je **Ruda sa doluje, Minerály sa skúmali, Vzorky sa budú analyzovať spektograficky...**, dobre plnia požiadavku, aby sa dejom zasiahnutá substancia pomenovala na exponovanom mieste vety, teda aby plnila funkciu subjektu vety (S). Mimoriadne dôrazne akcentujeme, že odborná lingvistická literatúra má pravdu, keď tvrdí: "Zvratné pasívum sa v odbornom štýle takmer nepociťuje ako zásah do neutrálnej (aktívnej) konštrukcie...(Morfológia slovenského jazyka. Bratislava, VSAV 1966, s. 552). Aj z osobnej skúsenosti vieme, že mnohí jazykovo špeciálne neškolení autori odborných textov o tom, že jestvuje zvratné pasívum, ani nevedia, a preto vety s ním spontánne pokladajú za aktívne.

Z toho, čo sme napísali doteraz, nemožno robiť záver, že vety so zloženým pasívom do slovenských textov vôbec nepatria. Dôležité je, aby sa pod heslom odbornosti bez príčiny neuprednostňovali pred aktívnymi vetami, resp. pred vetami so zvratným pasívom. Nadmerné používanie viet so zloženým pasívom nie je potvrdením odbornosti textu, ale môže prezrádzať slabšie jazykové povedomie autora, resp. nekritické priame alebo sprostredkované preberanie vetných konštrukcií z iných jazykov (najnovšie takmer bez výnimky z angličtiny), v ktorých má pasívum celkom iné postavenie a oveľa širšie uplatnenie ako v spisovnej slovenčine. Podľa nášho náhľadu ide v niektorých prípadoch (najmä pri forsírovaní viet typu *Minerály boli skúmané naším ústavom*) až o číročíry jazykový snobizmus.

Na ilustráciu nášho postoja uvádzame, že by veta *Mineralizácia bola študovaná iba z háld* vyzerala lepšie v podobe **Mineralizáciu sa študovala iba z háld**, resp. **Študovala sa iba mineralizácia z háld**, že vetu *Tento komplex je niektorými autormi pokladaný za tektonický* treba - a to bez akýchkoľvek rozpakov - preštylizovať napr. takto: **Niektorí autori pokladajú tento komplex za tektonický**. Aj keď sa veta *Svetlá sľuda bola analyzovaná Kozákovou*, ktorá je rovnako ako iné príklady z tohto odseku vypísaná z rukopisu odbornej štúdie (zmenili sme iba meno geologičky), skladá zo samých slovenských slov a tvarov, má štruktúru anglickej vety, a preto sa patrí dať ju do podoby **Svetlú sľudu analyzovala Kozáková**. Aj veta *Hlavné mechanizmy sekvencie boli kontrolované pozíciou hladiny mora* by bola trocha lepšia v takejto úprave: **Hlavné mechanizmy sekvencie kontrolovala pozícia hladiny mora**. Ale naozaj sú aj prípady, v ktorých by neuvážená premena pasívnej konštrukcie na aktívnu, resp. na pasívnu so zvratným pasívom mohla viesť k nedorozumeniu. Preto ťažko niečo namietať proti vete so zloženým pasívom **Tieto štruktúry sú sprevádzané mylonizovanými zónami** alebo **Pôvodné štruktúry smeru V - Z boli deštruované mladšími procesmi**. Rovnako veta **Vysoký stupeň metamorfózy je indikovaný prítomnosťou granátu** je korektná a jej mechanická premena na aktívnu *Vysoký stupeň metamorfózy indikuje prítomnosť granátu* by mohla spôsobiť nedorozumenie, lebo z nej nie je jasné, čo je agens (A) a čo paciens (P). Taký istý argument sa dá použiť aj proti aktívnej vete *Peridotity reprezentujú typické ofiolity alebo Kryštalický fundament a klastiká prekrývajú najmä triasové karbonáty kryhy Hradiska.*

Zhŕňame. V spisovnej slovenčine sú bezpríznakové aktívne vety. V odborných textoch sú veľmi časté aj pasívne vety. Vety so zvratným pasívom sa v nich takmer nepociťujú ako príznakové. Vety so zloženým pasívom sú vhodné najmä v prípadoch, v ktorých by aktívna konštrukcia alebo konštrukcia so zvratným pasívom mohla viesť k nedorozumeniu. Mechanické napodobňovanie syntaktickej stavby viet z iného jazyka nie je prípustné.

P. Kušnír

Mineralia slovaca (ISSN 0369-2086) vychádza šesťkrát ročne. Vydavateľ: Geocomplex, a. s., Bratislava. Spoluvydavateľ: Slovenská geológia, š. p., Spišská Nová Ves. Sadzba v redakcii Mineralia slovaca systémom DTP Apple Macintosh. Tlač:Graf-Opal Prešov.
Predplatné v roku 1995: Členovia Slovenskej geologickej spoločnosti 78,- Sk, študenti 40,- Sk, nečlenovia spoločnosti a organizácie 228.-Sk (+DPH). Cena jednotlivého čísla je 38,- Sk. Časopis možno objednať v redakcii.
Inzeráty: Požiadavky zasielať redakcii. Adresa redakcie: Mineralia slovaca, Werferova 1, P.O. Box 113, 040 11 Košice. Telefón/fax: 095/437 846.

Mineralia slovaca (ISSN 0369-2086) is published bimonthly by the Geocomplex, a.s., Bratislava and Slovenská geológia, 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 1995 calendar year: 92 USD including postage. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Subscription can be sent Mineralia slovaca, Werferova 1, P.O.Box 113, 040 11 Košice, Slovakia.
Advertising: Contact managing editor. Address of the Editorial office: Mineralia slovaca,Werferova 1, P.O.Box 113, 040 11 Košice, Slovakia; Phone/fax: 42 /95 /437 846.
© Geocomplex, a.s., Bratislava