

1/30/1998

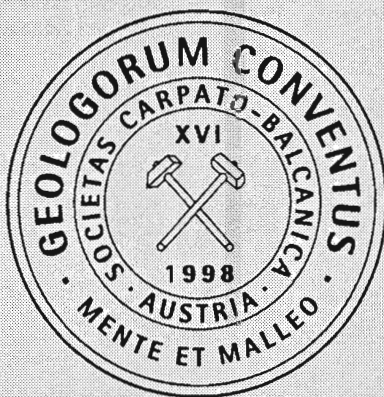
ISSN 0369-2086

Mineralia Slovaca



Au-Sb ruda,
ložisko Magurka
Au-Sb ore,
Magurka deposit

CARPATHIAN-BALKAN GEOLOGICAL ASSOCIATION XVI CONGRESS



August 30th to September 2nd, 1998
Geocenter, University of Vienna,
Althanstraße 14,
1090 Vienna, Austria



Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) vychádza šesťkrát ročne. Vydavateľ: Geocomplex, a. s., Bratislava. Sadzba v redakcii Mineralia Slovaca systémom DTP Apple Macintosh. Tlač: Grafotlač, Prešov.
Predplatné v roku 1998: Členovia Slovenskej geologickej spoločnosti 80 Sk, študenti 40 Sk, organizácie 228,- Sk (+ 6 % DPH). Cena jednotlivého čísla je 38,- Sk. Časopis možno objednať v redakcii.
Inzeráty: Požiadavky zasielať redakcii. Adresa redakcie: Mineralia Slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice. Telefón: 095/437 846.

Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) is published bimonthly by the Geocomplex, a. s., Bratislava. Text was written, edited and composed on a DTP system using Apple Macintosh computers in the editorial office Mineralia Slovaca.

Subscription for 1998 calendar year: 92 USD including postage. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Subscription can be sent Mineralia Slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia and SLOVART - G.T.G., Krupinská 4, P. O. Box 152, 852 99 Bratislava.

Advertising: Contact managing editor. Address of the Editorial office: Mineralia Slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia; Phone: 421/95/437 846.

© Geocomplex, a. s., Bratislava



**Mineralia
Slovaca**

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

Vydáva Združenie Mineralia Slovaca
Published by Mineralia Slovaca Corporation

Vedúci redaktor - Chief editor

PAVOL GREČULA

Geologická služba SR

Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovakia

REDAKČNÁ RADA - EDITORIAL BOARD

Predseda - Chairman

Michal Kaličiak

Geologická služba SR, Bratislava

Vladimír Bezák, Geologická služba SR, Bratislava

Miroslav Filo, Geocomplex, a. s., Bratislava

Dušan Grman, Geoconsult, a. s., Košice

Dušan Hovorka, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Pavel Hvoždara, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Vlastimil Konečný, Geologická služba SR, Bratislava

Ján Kozáč, Geologická služba SR, ATNS, Košice

Jozef Lanc, Geocomplex, a. s., Bratislava

Jozef Michalík, Geologický ústav SAV, Bratislava

Milan Mišík, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Ladislav Novotný, Uranpres, s. r. o., Spišská Nová Ves

Ivan Pagáč, SPP-OZ VVNP, š. p., Bratislava

Martin Radvanec, Geologická služba SR, Spišská Nová Ves

Miroslav Račický, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava

Peter Reichwalder, Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava

Rudolf Rudinec, Nafta, a. s., Michalovce

Juraj Tözsér, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava

Dionýz Vass, Geologická služba SR, Bratislava

Ivan Vrabel, Geospektrum, s. r. o., Bratislava

REDAKCIA - EDITORIAL STAFF

Vedúci redakcie - Managing editor

Alena Wolfová

Redaktor - Editorial assistant

Mária Dryjová

Technické spracovanie - Production editor

Alena Wolfová

Združenie MINERALIA SLOVACA Corporation

Predseda - Chairman

Karol Együd

Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava

Členovia združenia - Members of the corporation

Geocomplex, a. s., Bratislava

Geologická služba SR, Bratislava

Geoconsult, a. s., Košice

Geospektrum, s. r. o., Bratislava

Geologia, s. r. o., Spišská Nová Ves

Gradient, s. r. o., Bratislava

Geoprieskum, a. s., Nová Baňa

Geohyco, a. s., Bratislava

Ingeo, a. s., Žilina

Maseva, s.r.o., Košice

MŽP SR, Bratislava

Nafta, a. s., Gbely

Sensor, s. r. o., Bratislava

Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava

Uranpres, s. r. o., Spišská Nová Ves

SPP-OZ VVNP, š. p., Bratislava

Esprit, s. r. o., Banská Štiavnica

EnviGeo, s.r.o., Banská Bystrica

Články/Articles

M. Háber

- Historické aspekty geologického a montanistického výskumu v Nízkych Tatrách**
(Historical aspects of geological and montanistic research in the Nízke Tatry Mts.) 1

M. Chovan, M. Slavkay & J. Michálek

- Metalogenéza Ďumbierskej časti Nízkych Tatier**
(Metallogeny of the Ďumbier Mts., Western Carpathians) 3

D. Kubíny

- Z autorovho výskumu po roku 1955**
(Results of author's latter geological research after 1955) 9

J. Spišiak, D. Hovorka & P. Pitoňák

- Báziká a ultrabáziká v Ďumbierskej zóne Nízkych Tatier - petrologické a metalogenetické aspekty**
(Basites and ultrabasites in the Ďumbier zone of the Nízke Tatry Mts. - petrologic and metallogenic aspects) 15

B. Molák

- Problematika metasedimentárnych hornín v oblasti severne a západne od Jasenia - súhrn poznatkov**
(Problematics of metasedimentary rocks in the area to the north and west from Jasenie - compendium of recent knowledge) 23

J. Michálek & M. Chovan

- Štruktúrno-geologické a mineralogické zhodnotenie Sb ložiska Dúbrava**
(Structural-geological and mineralogical evaluation of the Sb deposit Dúbrava) 25

Š. Dávidová

- Granitový pegmatit ložiska Dúbrava v Nízkych Tatrách - mineralogická charakteristika a petrogenéza**
(Granitic pegmatite from the Dúbrava deposit in the Nízke Tatry Mts. - mineralogical characteristic and petrogenesis) 36

J. Michálek

- Geologická stavba a rudná mineralizácia v okolí ložiska Magurka**
(Geological setting and ore mineralization in the surroundings of the Magurka deposit) 44

J. Majzlan, M. Chovan & J. Michálek

- Rudné výskyty na Rišianke a Malom Železnom - minerálne zloženie a paragenéza**
(Ore occurrences at Rišianka and Malé Železné - mineralogy and assemblages) 52

J. Stankovič

- Zlatonosné zrudnenia s arzenopyritom na západnom okraji Nízkych Tatier (Liptovská Lúžna, Korytnica, Donovaly, Harmanec)**
(Gold bearing ore mineralizations with arsenopyrite on western border of Nízke Tatry Mts. (Liptovská Lúžna, Korytnica, Donovaly, Harmanec) 60

M. Lang & K. Novák

- Srovnání cínonosných granitů Krušných hor a Slovenského rudohoří metodou izokon**
(Comparison of tin-bearing granites from the Krušné hory Mts. and the Slovenské rudohorie Mts. using the isogone method) 63

I. Rojkovič

- Stratiformná U-Cu mineralizácia v perme Nízkych Tatier**
(Stratiform U-Cu mineralization in the Permian rocks of the Nízke Tatry Mts.) 66

Spomienkové referáty/Remembrance reviews

L. Sombathy

- História geologicko-montanistického výskumu Ďumbierskej časti Nízkych Tatier**
(History of geological-montanistic research of the Ďumbier part of the Nízke Tatry Mts.) 72

Z. Poutba

- První česko-slovenská geologická expedice v Nízkých Tatrách**
(First Czecho-Slovak geological expedition in the Nízke Tatry Mts.) 76

I. Kravjanský

- Prieskum Sb-Au rúd na Magurke v päťdesiatych rokoch**
(Survey of Sb-Au ores in the Magurka area in 1950s) 78

Abstrakty/Abstracts

V. Bezák & A. Biely

Geologicko-tektonická stavba Ďumbierskej časti Nízkych Tatier a paralely so štúdiou D. Andrusova et al. (1951)

(Geological-tectonic setting of the Ďumbier part of the Nízke Tatry Mts., parallelism with the study by D. Andrusov et al., 1951) 81

J. Gubač

O hlavných výsledkoch geochemického mapovania v tatridnej časti Nízkych Tatier

(The main results of geochemical mapping in the tatridic part of the Nízke Tatry Mts.) 83

M. Kohút

Niektoré geochemické aspekty tvorby granitoidov Nízkych Tatier

(Several geochemical aspects of the granitoids generation in the Nízke Tatry Mts.) 83

P. Pitoňák, J. Spišiak & J. Janák

Problematica metamorfózy nízkotatranského kryštalinika

(Problematics of the metamorphism of the Nízke Tatry Mts. crystalline basement) 84

B. Cambel & J. Král

Geochronologické údaje z kryštalinika Nízkych Tatier

(Geochronological data from the crystalline basement of the Nízke Tatry Mts.) 85

I. Čillík

Otázky možného využitia nerastného bohatstva Nízkych Tatier

(Questions of possible exploitation of the Nízke Tatry Mts. mineral resources) 85

T. Sasváry

Nové výsledky drobnoštruktúrnej analýzy z Sb ložiska Dúbrava

(New results of mesostructural analysis from the Sb deposit Dúbrava) 86

M. Orvošová, J. Majzlan & M. Chovan

Hydrotermálna alterácia hornín Sb-Au ložiska Dúbrava

(Hydrothermal alteration of rocks from the Sb-Au deposit Dúbrava) 87

M. Arvensis

Dúbrava - vplyv odkalísk a banskej činnosti na životné prostredie

(The Dúbrava deposit - influence of setting pits and mining activities on living environment) 88

M. Bláha & A. Vitásek

Au-W ložisko Jasenie

(Au-W deposit Jasenie) 89

J. Majzlan & M. Chovan

Hydrotermálna mineralizácia v Mlynnej doline

(Hydrothermal mineralization in the Mlynná valley) 90

D. Ozdín & M. Chovan

Rudné mineralizácie v okolí Vyšnej Boce

(Ore mineralization in the surroundings of the Vyšná Boca village) 91

P. Andráš, M. Chovan & D. Ozdín

Neviditeľné Au v sulfidoch Nízkych Tatier

(Invisible gold in sulphides in the Nízke Tatry Mts.) 92

P. Uher & P. Černý

Vzácnoprvková mineralizácia v granitových pegmatitoch Nízkych Tatier

(Rare element mineralization in granite pegmatites in the Nízke Tatry Mts.) 93

P. Hvožd'ara & Z. Pouba

Zlato v juhozápadnom veporiku

(Gold in southwestern Veporicum) 94

GeoVestník

OBÁLKA: Hore: Pohľad na starú banícku osadu Magurka v Nízkych Tatrách. V pozadí pohorie Veľká Fatra. Pohľad na kryštalické jadro vrásky Tlstej, budované granitom typu Prašivá a mezozoickými sekvenciami Červenej Magury. Vľavo úpätie Latiborskej hole so starými banskými prácami na ložisku Sb-Au rúd Magurka, situovaného v granitoidoch typu Prašivá (Foto J. Michálek).

COVER: The scene above images the old mining settlement Magurka in the Nízke Tatry Mts. The Veľká Fatra Mts. are in the back. Sight on the crystalline core of the Tlstá megafold, built with the granite of the Prašivá type and the Mesozoic sequences of Červená Magura. The Latiborská hole foot on the left locates the old mines of the Sb-Au ores Magurka developed in the granitoids of the Prašivá type (Photo by J. Michálek).

Historické aspekty geologického a montanistického výskumu v Nízkych Tatrách

(Kolektív Ďumbier - montanisti)

Seminár

Magurka 26. - 28. augusta 1997

Výbor pobočky Slovenskej geologickej spoločnosti v Banskej Bystrici za organizačnej spolupráce Slovenskej banskej spoločnosti, Geologického ústavu SAV, Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave, Geologickej služby Slovenskej republiky a spoločnosti ENVIGEO v Banskej Bystrici usporiadal pri príležitosti 46. výročia vydania záverečnej správy Výsledky základného a montanisticko-geologického výskumu v južnej a severozápadnej časti nízkotatranského kryštallického jadra v roku 1950 kolektívu českých a slovenských geológov pod vedením D. Andrusova, J. Koutka a V. Zoubka usporiadal odborný seminár pod názvom Kolektív Ďumbier - montanisti.

Seminár prebiehal na chate Magurka v Nízkych Tatrách 26. - 28. augusta 1997 za účasti 73 riadiacich, vedeckých, pedagogických pracovníkov a študentov zo Slovenska a z Českej republiky (obr. 1) a odznelo na ňom 32 odborných referátov. Jeho súčasťou bola aj exkurzia po starej baníckej ceste na staré haldy v okolí Magurky (vedúci M. Chovan) a na komplex kryštallických hornín Hliniska (vedúci J. Michálek), ako aj odhalenie pamätnej tabule na budove chaty geológom, ktorí

sa zaslúžili o poznanie geologickej stavby a metalogenézy Ďumbierskej časti Nízkych Tatier (obr. 2).

Do priateľskej atmosféry seminára vhodne zapadlo aj odovzdanie vyznamenania SAV Zlatej medaily Dionýza Štúra účastníkovi výskumu roku 1951 prof. RNDr. Zdenkovi Poubovi pri jeho životnom jubileu za celoživotné dielo, ktoré z veľkej časti venoval aj poznávaniu metalogenézy Západných Karpát (obr. 3).

Referujúci sa venovali spomienkam na terénne a výskumné práce vtedajšieho kolektívu, ale najmä odbornej konfrontácii záverov správy z roku 1951 s najnovšími poznatkami z geologického, geochemického, mineralogického a ložiskového výskumu a prieskumu ložísk rudných surovín (Au, Sb, W ai.) v kryštaliniku tejto časti Nízkych Tatier. Hlavné referáty súčasne publikuje časopis Mineralia Slovaca.

Organizačný výbor ďakuje s. r. o. ENVIGEO, firme ARGOSI a AUREX v Banskej Bystrici za čiastočné finančné sponzorovanie seminára a vedeniu chaty Magurka za vytvorenie neopakovateľnej atmosféry počas celého jeho priebehu.

M. Háber

Historical aspects of geological and montanistic research in the Nízke Tatry Mts.

Commission of the branch office of Slovak Geological Society in Banská Bystrica in collaboration with the Slovak Mining Society, Geological institute of Slovak Academy of Science, the Natural department of UK in Bratislava, Geological Survey of Slovak Republic and the ENVIGEO Ltd. in Banská Bystrica organized the scientific seminar Society Ďumbier - montanists. It was held on the occasion of 46th jubilee of issuing of the final report Results of the primary and montanistic-geological research in the southern and north-western part of the Nízke Tatry Mts. crystalline core in 1950 compiled by the group of Czech and Slovak geologists under guidance of D. Andrusov, J. Koutek and V. Zoubek.

The seminary was held at the Magurka hostel in the Low Tatra Mts. on 26th-28th August 1997 with 73 present participating managing, scientific, pedagogical authorities and students from Slovakia and Czech Republic (Fig. 1). Presented there were 32 scientific reports. The seminar consisted also from excursion directed through the old mining road to the old mine dump in the Magurka surroundings (leader M. Chovan) and to the complex of crystalline rocks of Hlinisko (leader J. Michálek). On the wall of Magurka hostel there was exposed the memorial board devoted to geologists, earned to

knowledge of geological setting and metallogenesis of the Ďumbier part of the Nízke Tatry Mts. (Fig. 2).

The friendly atmosphere was involved by decorating of Professor Dr. Zdeněk Poubá, the participant of research in 1951, with the Slovak Academy of Sciences decoration Gold medal of Dionýz Štúr. The honour was tributed during his life jubilee (Fig. 3) to his whole-life scientific work, partly devoted to study of metallogenesis of Western Carpathians.

Lecturers commemorated the field and scientific works of the former research team. They were also comparing the results of the report from 1951 with the latest knowledge from geological, geochemical, mineralogical and metallogenetical investigation and research of deposits of ore minerals (Au, Sb, W a.o.) in the crystalline basement of this part of the Nízke Tatry Mts. The main presentations are published in the journal Mineralia Slovaca.

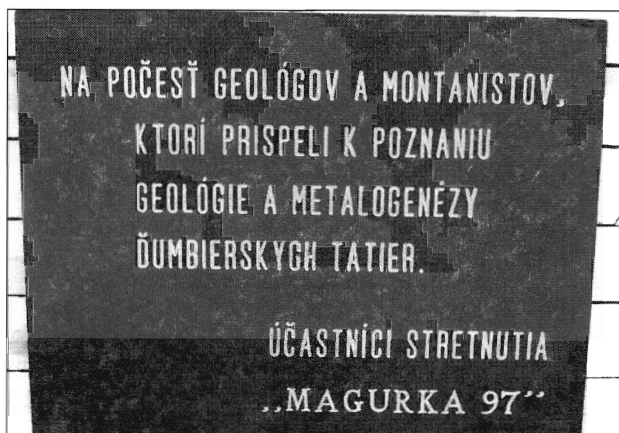
The organizing committee thanks to ENVIGEO Ltd. and to firms ARGOSI and AUREX in Banská Bystrica for partial financial sponsoring of seminar and to the management of the Magurka hostel for non-repetitive atmosphere during the whole seminar.

M. Háber



Obr. 1. Účastníci seminára Kolektív Ďumbier - montanisti na chate Magurka.

Fig. 1. Participants of seminar The society Ďumbier - montanists at the Magurka hostel.



Obr. 2. Pamätná tabuľa na chate Magurka.

Fig. 2. Memorial board on the wall of the Magurka hostel.



Obr. 2a. Účastníci exkurzie po starej baníckej ceste.

Fig. 2a. Participants of excursion on the old mining road.



Obr. 3. RNDr. V. Rušíň, DrSc., odovzdáva Zlatú medailu D. Štúra prof. Dr. Zdeňkovi Poubovi z Prírodovedeckej fakulty UK v Prahe za jeho prínos do poznania metalogenézy Západných Karpát.

Fig. 3. Dr. Rušíň is decorating Prof. Dr. Zdeněk Pouba from the Department of Sciences of the Charles University in Prague with the Gold medal of Dionýz Štúr for his contribution to investigation of the metallogenesis of the Western Carpathians.

Metalogenéza Ďumbierskej časti Nízkyh Tatier

MARTIN CHOVAN¹, MIROSLAV SLAVKAY² a JOZEF MICHÁLEK³

¹Katedra mineralógie a petrológie, Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

²Geologická služba Slovenskej republiky, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

³EnvGeo, s. r. o., Kynceľova 10, 975 90 Banská Bystrica

(Doručené 13. 10. 1997, revidovaná verzia doručená 25. 11. 1997)

Metallogeny of the Ďumbierske Tatry Mts. (Western Carpathians)

Western part of the Nízke Tatry Mts. (the Ďumbier anticlinorium, Tatricum) is composed of Lower Paleozoic, high-grade (amphibolite facies) complexes of paragneisses, amphibolites and migmatites. The granites - granodiorites - tonalites intruded the Lower Paleozoic metasedimentary sequences in Upper Paleozoic (by whole rock Rb/Sr ages 368 ± 21 Ma, K/Ar ages of muscovites 302 ± 40 Ma). Autochthonous Mesozoic sedimentary cover as well as the crystalline cores are overthrust by Subtatric Mesozoic nappes. Basal parts of both Mesozoic sequences are composed of Permo-Triassic terrigenous or evaporitic formations. The Ďumbier anticlinorium is divided into several segments by deep reaching faults following the N-S direction. Other fault systems of the NW, NE, to a lesser extent of the NEE directions probably represent primary Hercynian deformation structures of the granitoid pluton.

Formation of the most important ore mineralizations is believed to be linked either with Hercynian granitoids, or metamorphism. Scheelite, molybdenite and pyrite-arsenopyrite mineralization has been formed at highest temperatures. The arsenopyrite, less frequently pyrite, are usually rich in gold. Au-bearing quartz mineralization is often associated with stibnite mineralization - the most important and the most abundant in the Nízke Tatry Mts. The stibnite mineralization is accompanied by Pb, Zn sulphides and Pb-Sb sulphosalts, Ag-bearing tetrahedrite and barite mineralization. Barite mineralization with Ag-bearing galena is thought to be formed during Hercynian tectono-metamorphic events, although the Alpine remobilization cannot be ruled out. Siderite-sulphide mineralization of the Nízke Tatry Mts. may be analogous to the vein type of siderite mineralization of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. Most frequently its Alpine age is regarded, although there exist indications of the Hercynian age, and/or the Alpine remobilization. Permian volcanic-sedimentary complexes of the northern Tatricum unit carry minor occurrences of primary U, (Mo, Cu) mineralization. Negligible concentrations of barite and Cu minerals are connected with the Permian melaphyre volcanism. Small occurrences of base metal and hematite mineralizations in Mesozoic sequences probably have been formed during the Alpine epoch.

Fluid inclusion and sulphur and oxygen isotopic study indicate metamorphic and/or magmatic origin of the CO₂-rich fluids from the high-temperature scheelite, molybdenite and arsenopyrite stages and participation of meteoritic fluids in later zinckenite, stibnite, tetrahedrite and barite stages of mineral-forming process. The latest fluids (barite stage) of this mineralization are probably genetically linked with Triassic evaporite formations.

Key words: Hydrothermal mineralization, Hercynian granitoids and metamorphism, origin of mineralization

Úvod

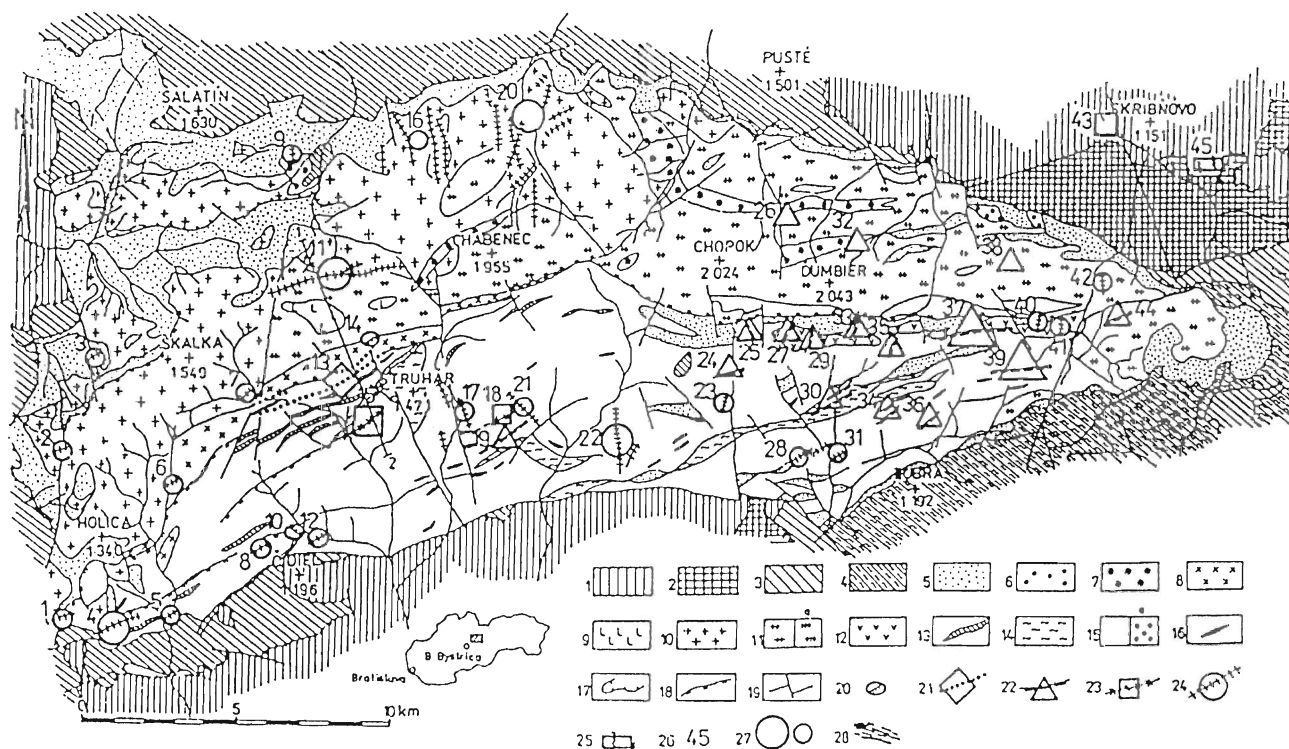
Ďumbierska časť Nízkyh Tatier patrí medzi významné rudné oblasti Západných Karpát, z minulosti známe ťažbou Au (z aluviálnych sedimentov od 13. stor.), neskôr Fe a Cu rúd (v 18. a 19. stor.) a antimonitu (spolu so Au a Ag od prvej polovice 17. do konca 20. stor.).

Geologická stavba a tektonika

Západnú časť Nízkyh Tatier, tzv. Ďumbierske antiklinórium, buduje variský komplex kryštalicích hornín tatrika, zastúpený na S granitoidným plutónom (obr. 1). Peralumínové granitoidy kráľíčskeho typu (s vekom metódou

Rb/Sr stanoveným na 368 Ma; Cambel et al., 1990) a latiborského typu sa zaraďujú do typu S, kým granitoidy Ďumbierskeho a prašivského typu (368 Ma metódou Rb/Sr; Cambel et al., 1990) zodpovedajú metaaluminóznym granodioritom až tonalitom typu I (Petrík et al., 1993).

Na južnej strane Nízkyh Tatier prevládajú kryštalicé bridlice, hlavne rula, v menšej miere amfibolity, metasedimenty (vek amfibolitov z Bystrej doliny zistený metódou ⁴⁰Ar/³⁹Ar je 429 Ma; Dallmeyer et al., 1993). Kryštalínium je obklopené mezozoickým, v menšej miere mladopaleozoickým obalom a nasunutými prikrovmi. Ich podložnú časť na viacerých miestach tvoria permotriasové terigénne a evaporitové formácie. Obalové mezozoikum je niekedy zavrásnené a zaklesnuté v horninách kryštaliní-



Obr. 1. Schematická mapa rudných ložísk v Ďumbierskej časti Nízke Tatry (zostavil M. Slavkay, geologická situácia podľa Bieleho, ed., 1992). Hronikum: 1 - kremenec, pieskovec, bridlica, vápenec a dolomit (trias - krieda), 2 - bridlica, pieskovec, zlepenec so súvrstviami prevažne bazaltových vulkanogénnych hornín (karbón - perm). Veporikum: 3 - bridlica, pieskovec, arkóza, dolomit a vápenec (perm - krieda), 4 - granitoidy a kryštalická bridlica, serpentinity, amfibolity (paleozoikum - proterozoikum?). Tatricum: 5 - kremenec, bridlica, pieskovec, vápenec, dolomit (trias - krieda), 6 - arkóza, droba (perm), magmatické horniny: 7 - leukokratický granit, 8 - biotitické granodiority až tonality s nebulitickými textúrami, 9 - biotitický a dvojsľudný granit (latiborský typ), 10 - muskoviticko-biotitické granodiority až granit (prašivský typ), 11 - biotitické tonality až granodiority (ďumbiersky typ), 12 - biotitický a dvojsľudný granit (kráľčický typ). Metamorfované horniny: 13 - fylity, metavulkanoklastiká a pararuly s grafitickou prímiesou, 14 - ortoruly struhárskeho typu, 15 - biotitická a dvojsľudná rula s okatou alebo páskovanou textúrou a biotitickými pararulami, 16 - amfibolické ruly a amfibolity, 17 - príkrovové plochy, 18 - prešmyky, 19 - geologické hranice a zlomy, ložiská s vyznačením smerného priebehu: 20 - Au rudy, 21 - W rudy, 22 - Fe rudy, 23 - polymetalické (Pb, Zn) rudy, 24 - Sb rudy, 25 - barytové žily, 26 - číslo lokality, 27 - veľké alebo významné ložisko, malé ložisko alebo výskyt. Číslo lokality (polotučne - veľké alebo významné ložiská): 1 - Hiadeľ (Sb), 2 - Korytnica (Sb, Au), 3 - Banské, Liptovská Lúžna (Sb, Au), 4 - Medzibrod (Sb, Au), 5 - Javorinka (Sb), 6 - Ramženské (Sb, Au), 7 - Husárka (Sb), 8 - Seče (Sb, Au), 9 - Malé Železné (Sb, Au, Mo), 10 - Jasenie - Suchý potok (Au), 11 - Magurka (Sb, Au), 12 - Jasenie - Suchá dolina (Sb, Au, Ag), 13 - Jasenie - Kyslá (W, Au), 14 - Špičková dolina (Au), 15 - Jasenie - Soviansko (Pb, Ag), 16 - Rišianka (Sb, Au), 17 - Lomnista - Studená dolina (Sb, Au), 18 - Ždiar, Dve vody (Ba, Pb), 19 - Ždiar, Dve vody (Fe, Cu), 20 - Dúbrava (Sb, Au), 21 - Dve vody (Sb, Au), 22 - Lom (Sb, Au), 23 - Bystrianska (Sb), 24 - Standiarka (Fe), 25 - Trangoška (Ba, Fe, Pb, Cu), 26 - Demänovka (Fe), 27 - Zadné Komôrky (Fe, Cu), 28 - Hviezda, Mlynná dolina (Sb, Au), 29 - Raktár (Fe), 30 - Mlynná dolina (Fe), 31 - Mlynná dolina, Zingoty (Sb, Pb), 32 - Ludarova hoľa, Krečaková (Fe), 33 - Kačské, Mlynná dolina (Fe), 34 - Malý Gápeľ (Fe), 35 - Kráľčická, Mária (Fe, Ba), 36 - Jarabá - Trojačka (Fe), 37 - Stará Boca - Pod István (Fe), 38 - Liptovský Ján - Rovná hoľa (Fe, Ba), 39 - Vyšná Boca - Kľesňava (Fe), 40, 41 - Vyšná Boca, Chopec (Sb, Au, Pb, Zn, Cu), 42 - Nižná Boca (Sb, Au, Cu), 43 - Malužiná, Olovienka (Pb), 44 - Vyšná Boca-Fišianka (Fe), 45 - Malužiná (Ba).

Fig. 1. Schematic map of ore deposits in the Ďumbier part of the Nízke Tatry Mts. (compiled by Slavkay, geological situation adapted after Biely, ed., 1992). Hronikum: 1 - quartzites, sandstones, shales, limestones and dolomites (Triassic - Cretaceous), 2 - shales, sandstones, conglomerates with beds mostly of basaltic volcanogenic rocks (Carboniferous - Permian); Veporikum: 3 - shales, sandstones, arcose, dolomites and limestones (Permian - Cretaceous), 4 - granitoids and crystalline rocks, serpentinites, amphibolites (Paleozoic - Proterozoic?); Tatricum: 5 - quartzites, shales, sandstones, limestones, dolomites (Triassic - Cretaceous), 6 - arcoses, graywackes (Permian), magmatic rocks, 7 - leucocratic granites, 8 - biotite granodiorites to tonalities with nebulitic structures, 9 - biotite and two-mica granites (Latiborská hoľa type), 10 - muscovite-biotite granodiorites to granites (Prašivá type), 11 - biotite tonalities to granodiorites (Ďumbier type), 12 - biotite to two-mica granites (Kráľčická type); Metamorphosed rocks: 13 - phyllites, metavolcanoclastic rocks, paragneisses with graphitic admixture, 14 - orthogneisses (Struhár type), 15 - biotite and two-mica gneisses with eyed or banded structure, biotite paragneisses, 16 - amphibolitic gneisses and amphibolites, 17 - nappe overthrust planes, 18 - upthrusts, 19 - geological boundaries and faults; Deposits (with indication of run of the lode): 20 - gold ores, 21 - tungsten ores, 22 - iron ores, 23 - base metal ores, 24 - stibium ores, 25 - barite veins, 26 - locality number, 27 - large or important deposit, small deposit or an occurrence. Locality number (fat - large or important deposit): 1 - Hiadeľ (Sb), 2 - Korytnica (Sb, Au), 3 - Banské, Liptovská Lúžna (Sb, Au), 4 - Medzibrod (Sb, Au), 5 - Javorinka (Sb), 6 - Ramženské (Sb, Au), 7 - Husárka (Sb), 8 - Seče (Sb, Au), 9 - Malé Železné (Sb, Au, Mo), 10 - Jasenie - Suchý potok (Au), 11 - Magurka (Sb, Au), 12 - Jasenie - Suchá dolina (Sb, Au, Ag), 13 - Jasenie - Kyslá (W, Au), 14 - Špičková dolina (Au), 15 - Jasenie - Soviansko (Pb, Ag), 16 - Rišianka (Sb, Au), 17 - Lomnista - Studená dolina (Sb, Au), 18 - Ždiar, Dve vody (Ba, Pb), 19 - Ždiar, Dve vody (Fe, Cu), 20 - Dúbrava (Sb, Au), 21 - Dve vody (Sb, Au), 22 - Lom (Sb, Au), 23 - Bystrianska (Sb), 24 - Standiarka (Fe), 25 - Trangoška (Ba, Fe, Pb, Cu), 26 - Demänovka (Fe), 27 - Zadné Komôrky (Fe, Cu), 28 - Hviezda, Mlynná dolina (Sb, Au), 29 - Raktár (Fe), 30 - Mlynná dolina (Fe), 31 - Mlynná dolina, Zingoty (Sb, Pb), 32 - Ludarova hoľa, Krečaková (Fe), 33 - Kačské, Mlynná dolina (Fe), 34 - Malý Gápeľ (Fe), 35 - Kráľčická, Mária (Fe, Ba), 36 - Jarabá - Trojačka (Fe), 37 - Stará Boca - Pod István (Fe), 38 - Liptovský Ján - Rovná hoľa (Fe, Ba), 39 - Vyšná Boca - Kľesňava (Fe), 40, 41 - Vyšná Boca, Chopec (Sb, Au, Pb, Zn, Cu), 42 - Nižná Boca (Sb, Au, Cu), 43 - Malužiná, Olovienka (Pb), 44 - Vyšná Boca-Fišianka (Fe), 45 - Malužiná (Ba).

ka. Na južnom a sv. okraji sa tatrikum pozdĺž čertovickej línie stýka s horninami veporika a hronika (obr. 1). Najnovšie údaje o geologickej stavbe zhŕňa geologická mapa Nízkych Tatier (Biely, ed., 1992).

Rupturálne a plikatívne tektonické deformácie sú vyvinuté v dvoch hlavných systémoch orientovaných zhruba v poludníkovom smere S-J až SZ-JJV (najvýznamnejší je revúcky zlom) a v rovnobežkovom smere V-Z až VVS-ZZJ. Tieto deformačné štruktúry sú primárne variské, omladené v alpínskom orogénnom cykle a pri tvorbe hydrotermálnej sulfidickej mineralizácie mali rozhodujúci význam (Siegl, 1976). Sasvári a Rozložník (1993) pokladajú smery V-Z za najstaršie, pravdepodobne kadómskeho veku. Diagonálne sú zlomy smeru SV-JZ (zlom Šifrovej) a SZ-JV (významný je mýtňanský zlom, v ktorého okolí je ložisko Dúbrava, Lom, a ďalšie výskyty). Veľmi dôležitým faktorom pri tvorbe rudných akumulácií je štruktúrna predispozícia, ktorú v d'umbierskej časti Nízkych Tatier predstavuje zlomový systém smeru S-J ako protoštruktúrny základ každého ložiska a výskytu. Rudné telesá sa vyskytujú na sperených a strižných systémoch nižšieho rádu (Michálek, 1986, 1994; Sasvári a Rozložník, l. c.).

V tatrickom kryštaliniku v Bystrej doline sa potvrdila variská tektonotermálna aktivita, určená metódou $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ z muskovitu mylonitizovaných ortorúl na 330 Ma. Alpínsky vek 80-100 Ma sa tou istou metódou získal v strednoteplotných a nízkoteplotných duktilných strižných zónach (Dallmeyer et al., 1993).

Rudná mineralizácia

O lokalizácii hydrotermálnych ložísk rozhodli štruktúrne a látkové faktory, a to ich vývoj v pôvodných sedimentárnych priestoroch, v období orogenetických pohybov a potom po alpínskom skrátení kóry aj v ich alochtónnej pozícii.

Základná klasifikácia rudných mineralizácií je v práci Andrusova, Koutka a Zoubka (1951). Vyčleňuje sa v nej: 1. formácia karbonátových Fe rúd (žily sideritu, ankeritu s barytom a s pyritom, tetraedritom, chalkopyritom), 2. kremenná formácia Sb-Au rúd, 3. formácia kremených žíl s Pb minerálmi, 4. pyritová Au formácia.

Touto problematikou sa zaoberal rad iných autorov. Na základe ďalších detailných prác vyčleňujeme v d'umbierskej časti Nízkych Tatier desať základných mineralizácií (Chovan et al., 1996; tab. 1). Všetky typy sa často vyskytujú v tých istých ložiskách spoločne, ale sú medzi nimi genetické aj vekové rozdiely.

Najvýraznejšie odlišnosti v morfológii zrudnenia sú medzi ložiskami severnej a južnej strany d'umbierskej časti Nízkych Tatier. Kým v severnej sú takmer iba pravé žily a žilníky so sprievodnou impregnáciou (ložisko Dúbrava), ktoré kontrolujú puklinové systémy sprevádzajúce pásma diastrofie, rudné telesá ložísk južnej časti tvoria najmä ložné žily a šošovky konformné s bridličnatosťou okolitých kryštalických bridlíc (ložisko Medzibrod) alebo sú ich kombináciou s pravými žilami. V južných ložiskách je obsah As v rude (0,X %) o rád vyšší ako v severných. S tým pravdepodobne súvisí aj dva až päť ráz vyšší obsah Au (Michálek, 1994).

Vznik rudnej mineralizácie

U mineralizácia sa pokladá za najstarší typ rudnej mineralizácie a zistila sa v hercýnskom granitovom pegmatite ložiska Sb rúd Dúbrava. S mobilizáciou U zo starších typov mineralizácie môže súvisieť výskyt autinitu v Malom Železnom (Stankovič a Jančula, 1987), ako aj mineralizácia, ktorá sa prejavuje zvýšenou rádioaktivitou v oblasti Malého Železného a viaže sa na systém zlomov smeru SV-JZ a na žily kersantitu. Tréger (1975) ju považuje za postpermskú.

Vývoj Mo, W, arzenopyritovo-pyritovej a Sb (zinckenitovej, antimónitovej, tetraedritovej a barytovej) mineralizácie sa podrobil detailnému paragenetickému výskumu, výskumu fluidných inklúzií, izotopov S, H a O a koexistujúcich sulfidov na ložisku Dúbrava a Jasenie-Kyslá.

Predpokladáme, že S pochádza z viacerých zdrojov a že vznikala izotopická frakcionácia medzi jej rozličnými zložkami v roztokoch za zvýšenej fugacity O. Časť S môže mať pôvod v endogénnom zdroji (metamorfogénnom alebo magmatickom), lebo má izotopické zloženie blízke nule (obr. 2), čo je charakteristické pre nekontaminovaný plášťový S. Platí to najmä o analýze pyritu a arzenopyritu z W mineralizácie a sfaleritu. Väčšina hodnôt ^{34}S je v rozmedzí -1 až +7 ‰ a pri kryštalizácii sulfidov z hydrotermálnych roztokov prevažovali redukované zložky S (H_2S) nad oxidovanými (SO_4). Roztoky sa postupne miešali a zdrojom S pri spomenutých hodnotách mohla byť recyklovaná S kôrových hornín (Žák et al., 1991). V ďalšej fáze prebiehala kontaminácia roztokov hlbinného pôvodu s roztokmi plytkého obehu obsahujúcimi voľný O a nasýtenými sulfátmi z nadložných sedimentov s evaporitmi. Signalizujú to hlavne vysoké kladné hodnoty ^{34}S pyritu z ložiska Jasenie-Kyslá, o ktorých sa predpokladá, že vznikli ako výsledok pripovrchových procesov redukcie sulfátov pomocou redukujúcich baktérií alebo miešaním endogénnych roztokov s pripovrchovými (Kantor a Eliáš, 1983). Baryt vznikol zo zmiešaného sulfátu pochádzajúceho z oxidácie sírovodíka roztokmi hlbšieho pôvodu (nižšie hodnoty ^{34}S), ale aj mobilizácie permských evaporitov (vyššie kladné hodnoty ^{34}S ; Sachan a Kantor, 1990). Miešanie roztokov rozmanitého pôvodu potvrdzujú aj výsledky štúdia fluidných inklúzií a izotopov O z ložiska Dúbrava a Jasenie-Kyslá.

Štúdiom fluidných inklúzií ložiska Dúbrava (Chovan et al., 1995) sa zistilo, že staršie, vyššiemerálné asociácie so scheelitom, molybdenitom a arzenopyritovo-pyritová so Au vznikali z $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \pm \text{CH}_4$ a nízkosalinných fluid pri teplote 300 - 400 °C a tlaku okolo 2 kbar. Pre tieto mineralizácie je typický rast salinity roztokov pri súčasnom poklese teploty, čo mohlo uvoľňovať prchavé komponenty (CO_2), prípadne zvyšovať salinitu roztokov počas varu (obr. 3, 4). Hodnoty ^{18}O vody v rovnováhe s kremenom scheelitovej a arzenopyritovej mineralizácie (od +3,3 do +8,5 ‰) potvrdzujú predpoklad o existencii metamorfnej (alebo magmatickej) vody vo vysokoteplotných roztokoch bohatých na CO_2 . Arzenopyritovým termometrom sa stanovila teplota vzniku okolo 400 °C (Sachan a Chovan, 1991). Podobné podmienky sa zistili na ložisku Jase-

Tab. 1

Hlavné typy mineralizácie v Ľuberskej časti Nízkych Tatier
Principal types of mineralizations in the Ľuberske Tatry Mts.

Mineralizácia a minerály	Ložiská	Okolité horniny
Uránová uraninit autunit	Dúbrava (20) Malé Železné (9)	pegmatity
Molybdénová molybdenit	Malé Železné (9) Dúbrava (20)	pegmatity granodiority
Volfrámová scheelit	Jasenie-Kyslá (13) Dúbrava (20)	rula
Pyritová asp, py ± neviditeľné Au	Dúbrava (20), Magurka (11) Jasenie-Kyslá (13) Soviarsko (15), Medzibrod (4)	granodiority rula
Zlatá kremeň Au	Magurka (11), Špíglová (14) Mlynná dolina (28) Dve vody (21)	granodiority rula
Antimónová antimonit (asp + py (Au), Au, sph, ga, Pb-Sb sulph, td (Ag), Cu-Pb-Sb (Bi) sulph baryt)	Dúbrava (20), Magurka (11) Lom (22), Medzibrod (4) Malé Železné (9) Rišianka (16), Dve vody (21) Mlynná dolina (28), Lomníštá (17)	granodiority rula
Polymetalická galenit (Ag)	Soviarsko (15) Ždiar-Dve vody (18)	rula triasové sedi- menty
sfalerit baryt	Malužiná - Olovienka (43)	
Fe sideritová + Cu, Sb, Pb, Bi sulfidy	Vyšná Boca (39) Ždiar-Dve vody (19) Trangoška (25)	rula granodiority triasové sedi- menty
Barytová baryt + Cu sulfidy	Malužiná (45)	permské ba- zaly sedimenty
Fe hematitová	Magurka (11) Jasenie (15) Trangoška (25)	granodiority rula triasové sedi- menty

asp - arsenopyrit, py - pyrit, sph - sfalerit, ga - galenit, td - tetraedrit,
sulph - sulfosoli

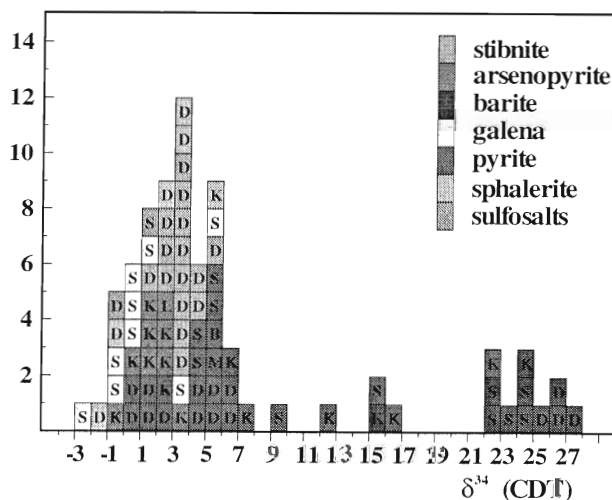
asp - arsenopyrite, py - pyrite, sph - sphalerite, ga - galena, td - tetra-
hedrite, sulph - sulphosalts

nie-Kyslá (Bláha, 1994), kde scheelitová mineralizácia vznikala z nízko mineralizovaných fluid bohatých na CO_2 pri teplote okolo 470 °C a tlaku 2 kbar. Pravdepodobne metamorfny (alebo magmatický) vznik sa dá odvodzovať aj na základe hodnoty D a ^{18}O z fluidných inklúzií, ktoré sa premietajú v poli metamorfnej vody v tesnej blízkosti poľa magmatickej vody (Bláha, 1994). Sasvári a Rozložník (1993) viažu vysokotermálnu kremeňovo-scheelitovú mineralizáciu na štruktúry hercýnskeho založenia na zákla-

de modelového veku granitizácie (podľa biotitu metódou Ar/K odhadovanej na 330 Ma; Molák et al., 1989) a záverečnej fázy diferenciácie (podľa biotitu II odhadovanej na 305 Ma). S ňou spájajú aj lokálnu greizenizáciu, skarnovú paragenézu a sulfidickú mineralizáciu na okrajoch pegmatitových a aplitových žíl.

Kryštalizácia antimonitových rúd (Pb-Sb sulfosoli, antimonit, tetraedrit) ložiska Dúbrava súvisí s cirkuláciou $\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{KCl}$ fluid so salinitou 6-24 hmot. % NaCl ekv. Epitermálne podmienky vzniku týchto rúd potvrdzuje aj teplota homogenizácie 105 - 170 °C. Miešanie endogénnych a meteorických fluid dokumentuje klesajúci trend salinity súčasne s klesajúcou teplotou homogenizácie (obr. 3, 4), ako aj negatívne hodnoty ^{18}O „rovnovážnej vody“ - 1,5 až - 9,3 ‰. Kremeň posledného z vodných fluid bohatých na CaCl_2 , ktoré mohli geneticky súvisieť s formáciou triasových evaporitov (Chovan et al., 1995). Antimonitovú mineralizáciu pokladáme za neskorovariskú. V horninách mezozoika sa nezistila, avšak jej rekryštalizácia v alpínskom tektonometamorfnom cykle je pravdepodobná. Slavkay (1971) dokazuje väzbu antimonitových žíl na alpínske štruktúrne prvky na ložisku Lomníštá.

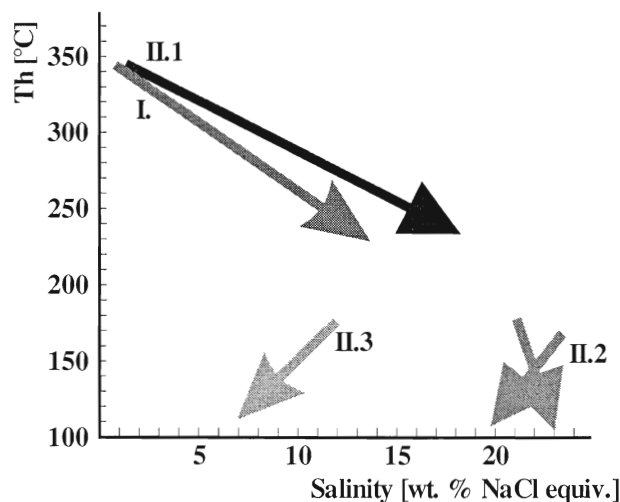
Modelový vek antimonitu z Dúbravy určený na základe izotopov Pb je okolo 220 Ma, čo možno interpretovať ako prejav starokimerskej fázy variského orogénu (Andráš a Chovan, 1997).



D Dúbrava
M Magurka
S Jasenie-Soviarsko
K Jasenie-Kyslá, Špíglová, Šifrová a Gelfúsova dolina
B Banková
L Mlynná dolina

Obr. 2. $\delta^{34}\text{S}$ hodnoty sulfidov a barytu antimonovej, polymetalickej a W mineralizácie. Izotopové údaje (113 analýz) podľa Kantor a Eliáša (1983), Sachana a Kantor (1990), Bláhu (1994), Ferenčíkovej a Repčoka (1995).

Fig. 2. $\delta^{34}\text{S}$ values of sulphide and barite of the Sb, base metals and W mineralization. Isotopic data (113 anal.) after Kantor and Eliáš (1983), Sachan and Kantor (1990), Bláha (1994) and Ferenčíkova and Repčok (1995).

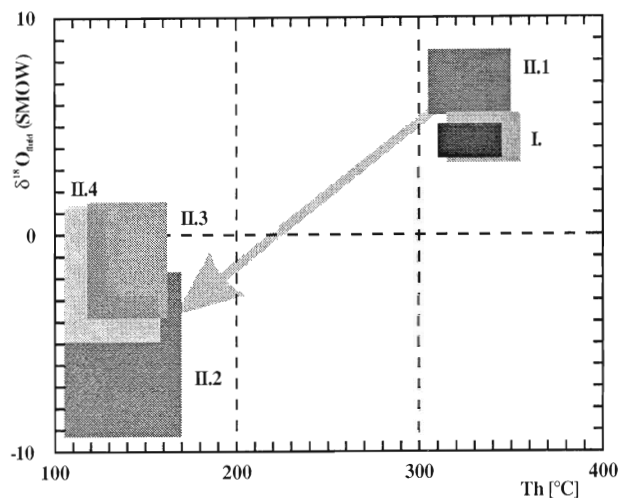


Obr. 3. Vzťah teploty úplnej homogenizácie (Th) a salinity fluidných inklúzií rudonosných fluid z ložiska Dúbrava (upravené podľa Chovana et al., 1995). Mikrotermometrické údaje pre kremeň sú z: I. scheelitovej a molybdenitovej asociácie, II. 1 - pyritovo-arsenopyritovej, II. 2 - zinckenitovej a antimonitovej, II. 3 - tetraedritovej periódy.

Fig. 3. Correlation between homogenization temperatures and salinities of ore-forming fluids from the Dúbrava deposit (adapted after Chovan et al., 1995). Microthermometry data for quartz from: I. scheelite and molybdenite assemblages, II. 1 - pyrite-arsenopyrite, II. 2 - zinkenite and stibnite, II. 3 - tetrahedrite stages.

Galenitová mineralizácia sa vyvinula najmä v kryštaliniku Nízkych Tatier, ale spolu so sideritovou a barytovou zasahuje aj do hornín mezozoika. Podľa modelového veku určeného na základe izotopov Pb (Kantor a Rybár, 1964; Černýšev et al., 1984) možno vyčleniť dve skupiny galenitu. Do prvej - s vekom 320 - 300 Ma - patrí galenit z ložiska Trangoška, Jasenie-Soviansko a Dve vody, do druhej - s vekom 270 - 240 Ma - z ložiska Lom a Ždiar-Dve vody, kde mohla nastať kontaminácia Pb z okolia. Mineralizácia je variská až postvariská. Alpínska metalogenéza mohla spôsobiť regeneráciu starších rudných koncentrácií alebo remobilizáciu rozptýlených rudných prvkov rozličného veku (Černýšev et al., 1984).

Sideritová mineralizácia oblasti Jasenia, niekedy s kremeňom a remobilizovaným scheelitom, je mladšia ako variské scheelitové zrudnenie a je lokalizovaná na alpínskych štruktúrach. Potvrdili to Ar/K analýzy sericitu z mylonitu plochy smeru V-Z s modelovým vekom 110-108 Ma a z mladšej alpínskej mylonitovej zóny s vekom 81,9-78,4 Ma (Sasvári a Rozložník, 1993). Rozložník (1990) spája jej vznik s regionálnym rozšírením strižných zón. Fe, Mg, Mn, Ti, Cu, Co a Ni mali plášťový zdroj a mobilizovali sa z podsunutých fragmentov bázik a ultrabázik oceánskej kôry pod internidy Západných Karpát. Podsúvanie prebiehalo v kriede. Minerálnym zložením sa sideritová a sulfidická hydrotermálna žilná mineralizácia (Vyšná Boca, Trangoška) podobá sideritovej mineralizácii v Spišsko-gemerskom rudohorí. Jej vznik sa v súčasnosti spája s variskými metamorfnými procesmi (Grecula et al., 1991, a i.), ale nevylučuje sa ani kriedová - alpínska mobilizácia.



Obr. 4. Vzťah teploty úplnej homogenizácie a hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ rudonosných fluid z ložiska Dúbrava (upravené podľa Chovana et al., 1995). Údaje sú pre kremeň z: I. scheelitovej a molybdenitovej asociácie, II. 1 - pyritovo-arsenopyritovej, II. 2 - antimonitovej, II. 3 - tetraedritovej, II. 4 - barytovej periódy.

Fig. 4. Correlation between homogenization temperatures and $\delta^{18}\text{O}$ values of ore-forming fluids from the Dúbrava deposit (adapted after Chovan et al., 1995). Data for quartz from: I. scheelite and molybdenite assemblages, II. 1 - pyrite-arsenopyrite, II. 2 - stibnite, II. 3 - tetrahedrite and II. 4 - baryte stages.

Baryt ložiska Malužiná sa geneticky spája s permskou vulkanickou aktivitou. Barytové žily sulfidických ložísk sa pokladajú za najmladšie štádium mineralizácie a vznikali z vodných fluid, ktoré mohli geneticky súvisieť s formáciou triasových evaporitov. Hematitovú mineralizáciu považujeme za alpínsku.

Väčšinu doteraz známych typov hydrotermálnej mineralizácie d'umbierskej časti Nízkych Tatier možno geneticky spájať s metamorfovanými (príp. magmatickými) horninami hercýnskeho kryštalinika. Niektoré jej typy sa rekrystalizovali alebo vznikali mobilizáciou prvkov z okolitých hornín v alpínskom metalogenetickom cykle a vyskytujú sa aj v horninách mezozoika.

Literatúra

- Andráš, P. & Chovan, M., 1997: Pb isotope study in stibnites of Tatric unit (Western Carpathians). *Glasgow, Mineral Deposits Studies Group (MDSG) - annual meeting, IGCP No. 356, 2.*
- Andrusov, D., Koutek, J. & Zoubek, V., 1951: Výsledky základného a montanisticko-geologického výzkumu v j. a sz. časti nízkotatranského krystalinického jadra v r. 1950. *Manuskript - archív Geofond Bratislava.*
- Biely, A., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier, 1:50 000. *GÚDŠ Bratislava.*
- Bláha, M., 1994: Jasenie - Kyslá, W - Au deposit. In: P. Grecula & Z. Németh (Eds.): *Variscan metallogeny in the Alpine orogenic belt. Abstracts and excursion guide, Geocomplex, 127-131.*
- Cambel, B., Král, J. & Burchart, J., 1990: Izotopová geochronológia kryštalinika Západných Karpát. *Veda Bratislava, 183.*
- Černýšev, I., Cambel, B. & Koděra, M., 1984: Lead isotopes in galenas from the Western Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 3, 307-328.*

- Dallmeyer, R. D., Neubauer, F. & Putiš, M., 1993: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral age controls for the Pre-Alpine and Alpine tectonic evolution of nappe complexes in the Western Carpathians. In: P. Pitoňák & J. Spišiak (Eds.): *Pre-Alpine events in the Western Carpathian realm. Excursion guide, Stará Lesná*, 13—20.
- Ferenčíková, E. & Repčok, I., 1995: Izotopický výskum rudných ložísk a výskytov. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava*, 1—15.
- Grecula, P., Radvanec, M. & Bartalský, B., 1991: Critical thermal isograds in metamorphic hydrothermal model of vein mineralization on the background of the Variscan events, Gemericum unit, Western Carpathians. *Mineralia Slov.*, 23, 403—412.
- Chovan, M., Hurai, V., Sachan, H. K. & Kantor, J., 1995: Origin of the fluids associated with granodiorite-hosted, Sb-As-Au-W mineralization at Dúbrava (Nízke Tatry Mts., Western Carpathians). *Mineral. Depos.*, 30, 48—54.
- Chovan, M., Slavkay, M. & Michálek, J., 1996: Ore mineralization of the Dumbierske Tatry Mts. (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Carpath.*, 47, 6, 371—382.
- Kantor, J. & Rybár, M., 1964: Isotopes of lead from several deposits of West Carpathian crystalline. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied*, 15, 2, 285—297.
- Kantor, J. & Eliáš, K., 1983: Izotopový a paleotermometrický výskum. In: Pecho (Ed.): *Scheelitovo-zlatonosné zrudnenie v Nízkych Tatrách*. GÚDŠ Bratislava, 122.
- Michálek, J., 1986: Hlavné faktory lokalizácie Sb zrudnenia na ložisku Dúbrava v Nízkych Tatrách. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript - archív PFUK Bratislava*.
- Michálek, J., 1994: Projekt geologickoprieskumných prác, Nízke Tatry Au. *Manuskript - archív Envigeo*.
- Molák, B., Kantor, J. & Bláha, M., 1989: Biotit - možný indikátor podmienok vzniku a veku scheelitovo-zlatonosného zrudnenia v oblasti Kyslej pri Jasení (Nízke Tatry). In: *Scheelitová mineralizácia v Československu*. SGS, Banská Bystrica, 62—69.
- Petrík, I., Broska, I., Uher, P. & Král, J., 1993: Evolution of the Variscan granitoid magmatism in the Western Carpathians realm. *Geol. Carpath.*, 44, 4, 265—266.
- Rozložník, L., 1990: Strižná zóna gemerika - nositeľka sideritovej mineralizácie. *Mineralia Slov.*, 22, 1, 47—54.
- Sachan, H. K. & Chovan, M., 1991: Temperature estimation of arsenopyrite - pyrite mineralization in the Dúbrava antimony deposit (Western Carpathians). *Geol. Carpath.*, 42, 5, 265—269.
- Sachan, H. K. & Kantor, J., 1990: Sulphur isotopic study of the Dúbrava antimony deposit. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41, 6, 749—757.
- Sasvári, T. & Rozložník, L., 1993: Štruktúro-metalogenetické predpoklady scheelitového zrudnenia juhovýchodnej časti Nízkych Tatier. *Mineralia Slov.*, 25, 320—322.
- Siegl, K., 1976: The structure of the Low Tatra pluton. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41, 6, 749—757.
- Slavkay, M., 1971: Vzťah niektorých nízkotatranských antimonových ložísk ku geologickým štruktúram. *Mineralia Slov.*, 3, 9, 5—22.
- Stankovič, J. & Jančula, D., 1987: U mineralizácia na Sb-Mo zrudnení Malé Železné v Nízkych Tatrách. In: *Zbor. Mineralógia uránových a s nimi súvisiacich nerastných surovín*. ČSVTS Spišská Nová Ves, 159—160.
- Tréger, M., 1975: Výsledky geologicko-geofyzikálnych prác GPÚP v tatroveporidách. In: *Zbor. Problémy geológie a metalogenézy tatroveporid*. GP, Banská Bystrica, 61—81.
- Žák, K., Radvanec, M., Bartalský, B. & Grecula, P., 1991: S, C, O, Sr isotopes and metamorphic - hydrothermal model of vein mineralization of the Gemericum. *Mineralia Slov.*, 23, 95—108.

Z autorovho výskumu po roku 1955

DUŠAN KUBÍNÝ

Trieda SNP 32, 974 00 Banská Bystrica

(Doručené 13. 10. 1997, revidovaná verzia doručená 16. 12. 1997)

Results of author's latter geological research after 1955

Using geological mapping and research there was fundamentally detailed the intrusive mechanism of granitoids of the Dumbier part of Nízke Tatry Mts. The older Dumbier-type intrusion has tongue shape with different crystalline schists present in hanging wall cover, frontal and footwall parts of intrusion. The younger intrusion of Prašivá-type granites is markedly vertically differentiated. The intrusion metasomatically changed the petrochemical character of the Dumbier-type granitoids and caused the origin of numerous ore occurrences. The pegmatites with grey-black microclines are the youngest demonstrations of granites absent on surface.

The study precised the tectonic structure of the massif. There was found the farther reaching of the complicated Mýtina-Dúbrava fault and its environment. From the genetical point of view it is prototectonic, rotational-dynamic, multiple-reactivated and belong to the system of the system of the global faults. By scale the fault is more important than the Čertovica line and disconnects this line northward of Mýto pod Dumbierom village.

Úvod

V roku 1951 kolektív českých a slovenských geológov pod vedením Andrusova, Koutka a Zoubka dokončil mapovanie veľkej časti nízkotatranského kryštalinika a okrem geologickej mapy v mierke 1 : 25 000 prvýkrát súborne spracoval aj väčšinu rudných indícií a ložísk. Táto mapa dodnes slúži geológom pracujúcim v tomto pohorí.

V rokoch 1953–1958 sme v rámci prípravy edície prehľadných geologických máp v mierke 1 : 200 000 dokončili mapovanie celého územia Slovenska, čo možno označiť za historický čin, veď každý mapovač musel na tento cieľ ročne zmapovať 150–200 km² územia, čo si vyžiadalo enormné vypätie síl.

V rokoch 1953–1958 som zmapoval veľkú plochu severného a sv. veporika, nízkotatranského granitoidného masívu a Ľubochňianskeho jadra. Napr. roku 1957 som zmapoval 360 km², z toho 50 km² nad 1500 m n. m. S ďalšími, nekonkretizovanými mapami ide o plochu 1200 km².

V Nízkych Tatrách sme pre spomenutú edíciu zmapovali územie veporika s Kráľovou hoľou a v západnej, Ľubochňianskej časti granitoidný masív. Región kryštalickej bridlice zmapoval uvedený kolektív už predtým.

Novšie práce o granitoidnom masíve priniesli rad zásadných poznatkov.

Koutkom (1930) definované prašivské a Ľubochňianske granitoidy sme po zmapovaní Ľubochňianskeho granitoidného masívu v roku 1954 definovali ako samostatné intrúzívne fázy (Kubíny, 1956, 1958; Zoubek a Kubíny, 1956).

Geológia intrúzií Ľubochňianskej časti Nízkych Tatier

Ľubochňiansky granitoidný masív je v porovnaní s prašivským magmaticky menej diferencovaný. Na severných svahoch pohoria sú pruhy s magmaticky pohltenými sepmi koreňov kryštalickej bridlice a pruhy magmaticky obohatené o pegmatity a aplity vcelku smeru Z-V.

Ako výsledok jazykovitého tvaru intrúzie Ľubochňianskeho granitoidu, ktorá prenikla od S na J, pri intrúzii vznikli odlišné typy granitizačných prejavov v pôvodných kryštalickej bridliciach južného - podložného a severného - nadložného kryštalinika typu Kliniska. Biotitické fylity, makroskopicky, pozíciou a blízkosťou výskytov ekvivalentné Klinisku, sú v kontaktnej pozícii kryštalickeho plášťa Ľubochňianskeho granitoidu prevažne prekryté druhohornými sériami alebo glaciálnymi akumuláciami Bystrého potoka, vyúsťujúceho pri horárni Pred Bystrou do Štiavice, resp. do Jánskej doliny.

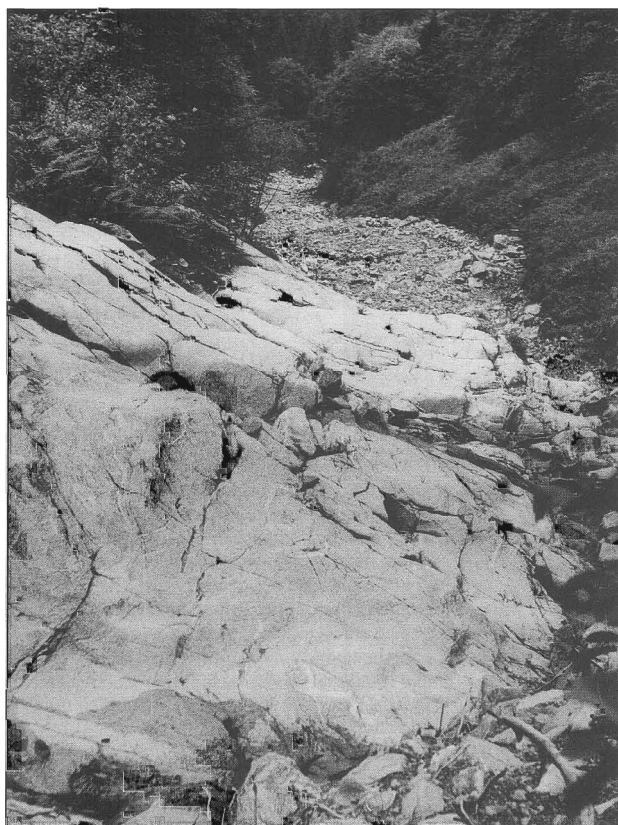
Rovnako ako na Klinisku ani tu nie sú biotitické fylity rozsiahlejšie granitizované alebo migmatizované, čo potvrdzuje, že teplota horného okraja jazykovitého, intrudujúceho telesa bola podstatne nižšia ako teplota čela a spodnej časti intrúzie. Granitoidná magma v čele a podloží spôsobila v prikontaktnej a exokontaktnej zóne ďalekosiahle granitizačné a migmatizačné zmeny (Kubíny, 1956).

Čiastkové, zrejme apikálne časti Ľubochňianskej intrúzie som zistil v kryštaliniku severných svahov Veľkého Gápla na J od zložitého trangoškého, brachysynklinálneho tektonického systému.



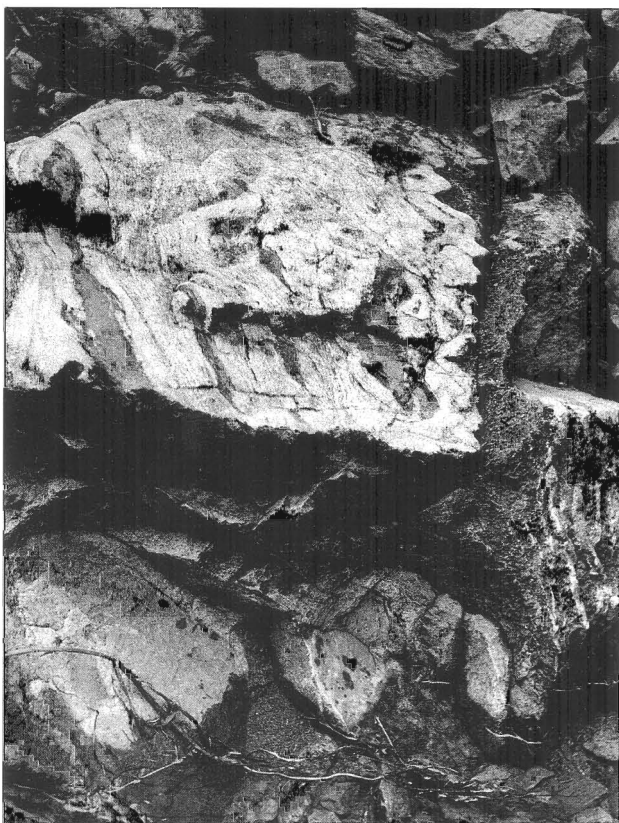
Obr. 1. Celo kamennej lavíny v doline Veľké.

Fig. 1. Front of the rock avalanche in the Veľké valley



Obr. 2. „Vyhobľované“ dno doliny Veľké.

Fig. 2. „Polished“ bottom of the Veľké valley.



V kryštaliniku južných svahov Nízkych Tatier sa vyvinulo viac typov migmatitov. Prírodnú expozíciu vytvorilo „vyhobľovanie“ dna doliny Veľké na západných svahoch Veľkého Gáplu v lete 1966. Kamená lavína odkryla aj viaceré galenitové žilky. Podobnú prírodnú expozíciu vytvorila kamená lavína v doline Skaliská vo východných svahoch Veľkého Gáplu s údolnými kamennými akumuláciami v Mlynnej doline na jar 1959.

Iniciálne miesta odtrhov obidvoch lavín ležia na tektonických líniach smeru S-J v doline Skaliská a smeru SSZ-JJV v hornej časti doliny Veľké.

Prašivské granitoidy sú okrem pohltých sept koreňov kryštallických bridlíc plášťa, ktoré majú generálny smer S-J, veľmi rozsiahle, autometamorfne a magmaticky diferencované od ultrabázických po extrémne kyslé typy. Veľmi rozsiahle sú aj prejavy metasomatózy do dumbierskych granitoidov.

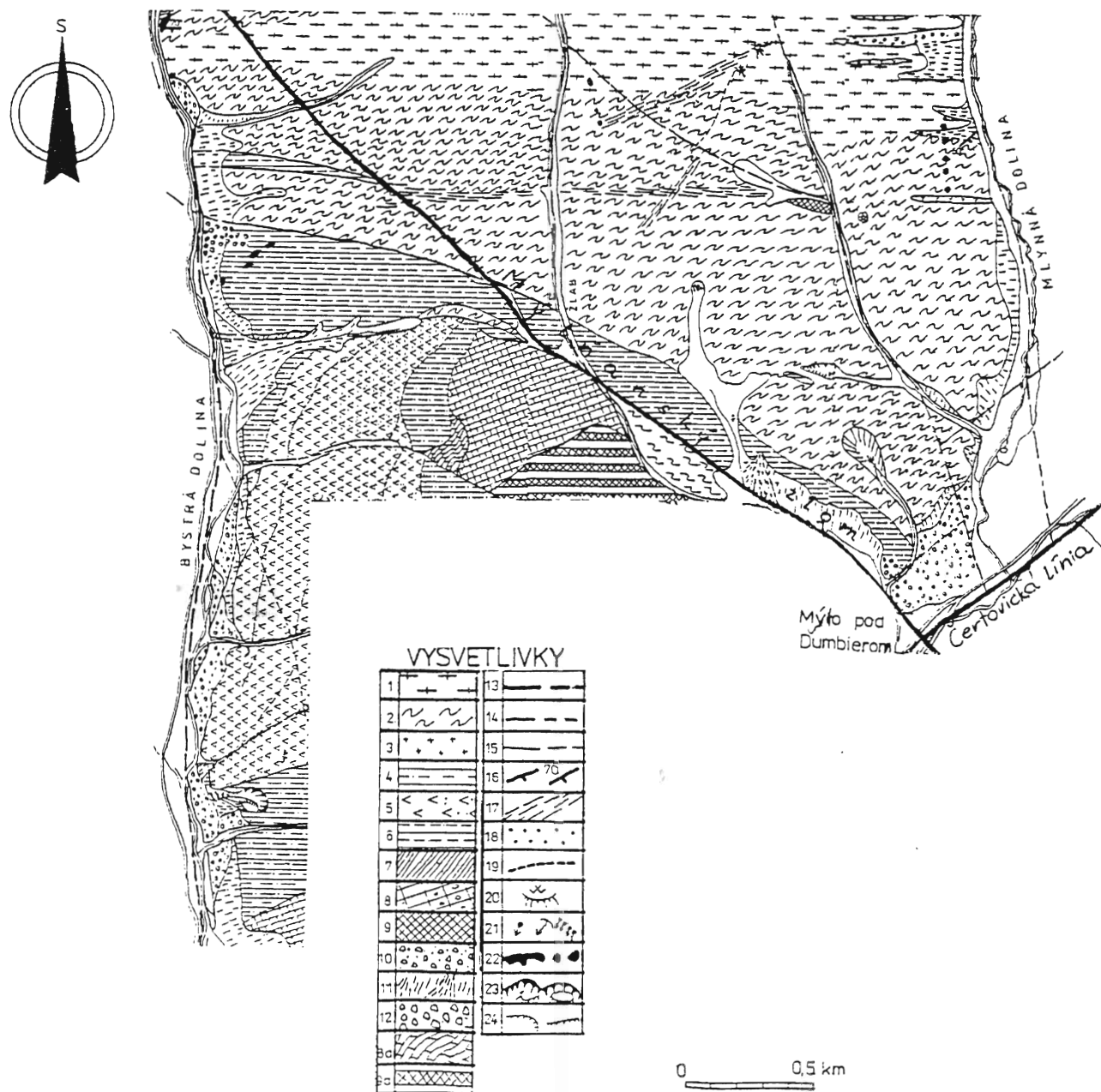
V kryštaliniku Veľkého Gáplu, ale aj inde sa vyskytujú pegmatity so sivými až čiernymi draselnými živcami. Patria intruzívnej fáze porfyrovitých granitov s porfyroblastmi sivočiernych mikroklinov veľkých až 5 cm. Jediné teleso takéhoto granitu som našiel na lazoch pri Malej Čause. Táto intrúzia sa javí ako najmladšia sérogénna variského magmatizmu (Kubíny, 1971).

Magmatická diferencácia prašivskej intrúzie musela vyústiť do úniku pneumatolitických a hydrotermálnych



Obr. 3, 4, 5, 6, 7. Typy migmatitov v doline Veľké.

Fig. 3, 4, 5, 6 and 7. Various types of migmatites in the Veľké valley.



Obr. 8. Tektonická mapa okolia mýtnanského zlomu. 1 - nízkotatranské kryštalinikum (pararuly, migmatity) - staršie paleozoikum, 2 - blastomylonity kryštalinika - staršie paleozoikum, 3 - granitoidný masív - staršie paleozoikum, 4 - usadeniny permu, 5 - vulkanity - melafýry, porfýrovité melafýry, perm, 6 - kremenec a pieskovec - spodný trias, 7 - bridlice, spodný trias, 8 - vápenec, stredný trias, 8a - slienitý vápenec s rohovcami, doger, 9 - dolomity, stredný trias, 9a - bridlice a dolomity - keuper, 10 - glaciáluvalné terasovité akumulácie - pleistocén, 11 - sutinové akumulácie a dejekčné kužele, pleistocén, holocén, 12 - balvanoblokovité svahové akumulácie, pleistocén, holocén, 13 - tektonické hlbinné zlomy 1. významovej kategórie, 14 - tektonické zlomy 2. významovej kategórie, 15 - tektonické zlomy a hranice 3. významovej kategórie, 16 - smer a sklon bridličnatej foliácie, 17 - pruhy hydrotermálne metamorfovaných blastomylonitov a migmatitov, 18 - neusmernená hydrotermálna metamorfóza, 19 - rudné žily, 20 - staré banské diela, 21 - sústredené, rozptýlené, líniovité pramene, 22 - odkryvové defilé, odkryvy, 23 - blokové a planárne zosuny, 24 - reliéfové stupne.

Fig. 8. Tectonic map of the Mýtna fault surrounding area. 1 - the Nízke Tatry crystalline basement (paragneisses, migmatites), 2 - blastomylonites of crystalline basement, 3 - granitoid massif, 1-3 - Early Paleozoic, 4 - Permian sediments, 5 - volcanites - melaphyres, porphyritic melaphyres, Permian, 6 - quartzstones and sandstones, Lower Triassic, 7 - shales, Lower Triassic, 8 - limestone, Middle Triassic, 8a - marly limestone with hornfelses, Dogger, 9 - dolostone, Middle Triassic, 9a - shales and dolostones, Keuper, 10 - glacial-fluvial terrace accumulations, Pleistocene, 11 - debris accumulations and dejection cones, 12 - boulder-blocky slope accumulations, 11-12 - Pleistocene - Holocene, 13 - deep-reaching faults of the 1st category, 14 - faults of the 2nd category, 15 - faults and lithological boundaries of the 3rd category, 16 - direction and inclination of schistosity, 17 - strips of hydrothermally altered blastomylonites and migmatites, 18 - non-directive hydrothermal alteration, 19 - ore veins, 20 - old mines, 21 - concentrated, scattered and lineated springs, 22 - outcrop defile, outcrops, 23 - blocky and planar landslides, 24 - relief stages.

roztokov a výsledkom toho sú aj mnohé ložiská a indicie Sb, Au a iných kovov.

Zlomové tektonické poruchy

Tektonické ukončenie magurských žíl

Dokončilo sa mapovanie pruhu mylonitov smeru S-J, na ktorom sa končí systém magurských žíl na Z. Podľa doliny Biela voda sa táto tektonická porucha volá bielovodská. Tektonický mikroblok granitoidov s rudnými žilami bol od bielej poruchy na V poklesnutý, na Z vyzdvižený. Východné ukončenie magurských žíl spôsobuje jasenský zlom smeru S-J. Na V od neho prebieha ďalší zlom smeru S-J, a to bystrianský. Sopotnický a jasenský zlom porušujú nízkotatranský zlom tektonického styku granitoidného masívu s masívom kryštallických bridlíc. Bielovodská porucha sa končí na uvedenom rozhraní smeru V-Z. Tektonické mikrobloky ohraničené spomenutými zlomami sú voči sebe zložito posunuté vertikálne aj horizontálne. Doriešenie stavby masívu by pomohlo pri objasňovaní rozšírenia rudných ložísk.

Mýtňansko-dúbravský zlom

Mýtňanský zlom smeru SZ-JV sa chápal ako tektonické ukončenie hronského mezozoika. Podrobným mapovaním na S od Mýta pod Ďumbierom som zistil jeho výrazné pokračovanie na SZ do tatrika a na JV do veporika. V prostredí mýtňanského zlomu je všade intenzívna mylonitizácia hornín, čo spôsobuje eróziu a potom morfológické zvýraznenie priebehu zlomu. Tektonická mapa zobrazuje aj rozsiahle zošupinatenie geologických útvarov kryštalinika a mezozoika, cez ktoré mýtňanský zlom preráža.

Vo veporiku sa mýtňanský zlom prejavuje dolinou Žubalka v sedle Šanské a v eróznej dolinke, ktorá vyúsťuje do Štiavnickej doliny. V Štiavnickej doline seká mýtňanský zlom čertovickú líniu (Kubíny, 1992).

Mýtňanský zlom patrí do smerového systému prototektonických zlomov, ktoré sa v geologickej histórii veľa ráz oživil a majú, ako to potvrdzuje aj mýtňansko-dúbravský zlom, zložitý priebeh.

V zložitom tektonickom uzle medzi Štiavnicou dolinou na V a Bystrickou na Z sú okrem mnohých rudných výskytov aj pruhy hydrotermálneho pseudokremenca, mladšieho, ako sú blastomylonity, ale aj rudné výskyt, čo naznačuje, že ide o prejav neogénneho vulkanizmu. Pravdepodobnosť tohto predpokladu podporuje fakt, že na mýtňanskom zlome na S od Polhory vyvrel andezit Vysokej - kóty 926 m n. m. Tento hydrokremenec by bolo treba geochemicky preskúmať.

Ďalším ložiskovo-tektonickým uzlom je Sb ložisko Dúbrava. Jeho širšie okolie s plochou 12 km² som roku 1974 geologicky podrobne zmapoval v mierke 1 : 10 000.

Z rovnakého územia som zostavil tektonickú mapu so zobrazením makrotektonických aj drobnotektonických štruktúr. Mapy som komentoval v odbornej tlači (Kubíny, 1979). Zostavil som a publikoval aj prvú

ucelenú koncepciu Sb ložiska L. Dúbrava (Kubíny a Pastor, 1972).

Diskusia a záver

V posledných 30 rokoch sa poznatky o granitoidných masívoch Veľkej Fatry a Nízkyh Tatier podstatne rozšírili. V rozlišovaní základných typov granitoidov v ľubochnianskom masíve sa niektorí autori, napr. Kohút (1987), Kováčik a Kohút (1991), vcelku stotožňujú so starším členením granitoidov (Kubíny, 1958, 1962; ale aj in Andrusov, 1958). Čiastočne odlišné je zaraďovanie rozličných granitoidov do intruzívnych fáz.

Geochemiu granitoidov spracovali mladší autori podstatne detailnejšie, ale s tendenciami zbližovať pôvod odlišných typov granitoidov nesúhlasím.

V uplynulom období vznikli aj nové geologické mapy. Kým ľubochnianský masív zmapovali už uvedení autori, z Ďumbierskej časti Nízkyh Tatier bola zostavená geologická mapa všetkých geologických útvarov v mierke 1 : 50 000 z geologických máp rozličnej mierky za redakcie A. Bieleho (1992; zostavovatelia: P. Beňuška, V. Bezák, A. Bujnovský, R. Halouzka, J. Ivanička, M. Kohút, A. Klinec, F. Lukáčik, J. Maglay, O. Miko, M. Pulec, M. Putiš, J. Vozár) s využitím máp nasledujúcich autorov: J. Badár, S. Bajaník, J. Bystrický, V. Ďurovič, P. Grecula, P. Gross, J. Hanzlík, L. Hraško, J. Jaroš, L. Kalaš, J. Kamenický, R. Kettner, J. Koutek, D. Kubíny, I. Lehotský, R. Marschalko, J. Michálek, Z. Misař, L. Novotný, D. Plašienka, V. Pôbiš, J. Pristaš, L. Snopko, A. Škvarček, V. Šťastný, J. Vaškovský, A. Vozárová, J. Zellman, V. Zoubek.

Geologickú mapu kryštalinika od Chopku a Bystrej doliny na Z 1 : 25 000 podľa geologických máp Hraška (1983), Klinca et al. (1984), Kubínyho (1974), Lukáčika (1979), Lehotského et al. (1973), Michálka (1974, 1979, 1985), Mika et al. (1977), Mikoláša (1983), Moláka a Goreka (1983) zostavil Michálek (1988).

Spomenuté kolektívne mapy sú, prirodzene, poznačené rukopisom redaktorov, zostavovateľov a autorov a v nemalej miere chápaním štýlu geologickej stavby územia ich redaktormi. Zobrazenie geologických javov v nich nie vždy súhlasí s uvedenou mierkou máp.

Literatúra

- Andrusov, D., Koutek, J. & Zoubek, V., 1951: Výsledky základného a montanisticko-geologického výskumu v južnej a severozápadnej časti nízkotatranského kryštallického jadra v roce 1950. *Manuskript - archív Geofond Praha, Bratislava*.
- Andrusov, D., 1958: Geológia československých Karpát. Zv. I. Vyd. Slov. Akad. Vied, Bratislava, 304.
- Biely, A. et al., 1992: Geologická mapa Nízkyh Tatier 1 : 50 000. *Manuskript - Geofond Bratislava*.
- Kohút, M., 1987: Geologicko-štruktúrne pomery kryštalinika východnej časti Veľkej Fatry. *Spr. geol. Výsk. č. 22. GÚDŠ Bratislava*, 97–101.
- Koutek, J., 1930: Geologické studie na SZ Nízkyh Tater. *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 9.
- Kováčik, M. & Kohút, M., 1991: Geochemická a petrologická charak-

- teristika granitoidných hornín východnej časti Veľkej Fatry. *Geol. Práce, Spr.*, 92, 71—88.
- Kubíny, D., 1956: Zpráva o výskume ústrednej časti Ľumbierskeho masívu. *Geol. Práce, Zpr.*, 9, 110—119.
- Kubíny, D., 1958: Predbežné výsledky z geologického mapovania nízko-tatranského granitoidného masívu. *Geol. Práce, Zpr.*, 14, 129—133.
- Kubíny, D., 1962: Mladé granitoidy Západných Karpát a ich vzťah ku granitoidom variským. *Geol. Práce, Zoš.*, 62, 33—64.
- Kubíny, D., 1971: Výsledky vyhľadávania a výskumu živcových surovín na Slovensku. *Mineralia Slov.*, 3, 12 - 13, 371—382.
- Kubíny, D. & Pastor, J., 1972: Vplyv tektoniky na vznik Sb ložiska Dúbrava v Nízkych Tatrách. *Mineralia Slov.*, 4, 16, 249—256.
- Kubíny, D., 1979: Niektoré príklady na styku kryštalinika s mladšími útvarmi v Nízkych Tatrách. Tektonické profily Západných Karpát. *GÚDŠ Bratislava*, 139—152.
- Kubíny, D., 1992: Rajonizácia územia pre návrh sprístupnenia porastov vo funkčne diferenciovaných a antropicky narušených lesoch s využitím DPZ. *Spr. o Výsk. N 05-531-935-01. LVÚ Zvolen*, 34.
- Michálek, J. et al., 1987: Geologická mapa západnej časti Ľumbierskych Tatier 1 : 25 000. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*.
- Zoubek, V. & Kubíny, D., 1959: Predbežná zpráva o prehľadnom výskume západnej časti nízko-tatranského jadra. *Geol. Práce, Zpr.*, 9, 107—109.

Báziká a ultrabáziká v Ľumbierskej zóne Nízkych Tatier - - petrologické a metalogenetické aspekty

JÁN SPIŠIAK¹, DUŠAN HOVORKA² a PAVEL PITOŇÁK¹

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

²Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 13. 10 1997, revidovaná verzia doručená 27. 4. 1998)

Basites and ultrabasites in the Ľumbier zone of the Nízke Tatry Mts. - - petrologic and metallogenic aspects

Basites, metabasites and metaultrabasites from the Ľumbier zone of Nízke Tatry Mts. have manifold geological positions, belong to different geological units and have variable stratigraphic enlistment. The most variegated types are present in pre-Carboniferous complexes, but common are also in Mesozoic complexes. In the pre-Carboniferous complexes these are represented mainly with metabasites and metaultrabasites belonging to complex of so-called banded amphibolites and various basite types in the complex of stromatolites and ophiolites. The individual rock types in these complexes are lamprophyric rocks. In Mesozoic sequences they are present in granitoids (the L. Dúbrava area), in the cover Mesozoic of Trangoška and in the Krížna nappe (wider surrounding of the Salatín hill). Mesozoic basalts are distinctly different compared to pre-Carboniferous ones and have the nature of alkali basalts to alkali lamprophyres. Despite small dimensions of majority of these rock bodies, the possible metallogenetic importance of several bodies earns notice.

Key words: the Ľumbier zone, the Nízke Tatry Mts., basites, metaultrabasites, metallogenesis

Úvod

V Ľumbierskom kryštaliniku okrem granitov a migmatitov vystupujú aj rozmanité typy bázických a ultrabázických hornín. Najpestrejšie sú zastúpené v predkarbónskych, ale bežné sú aj v mezozoických komplexoch. Poznatky o predkarbónskych komplexoch Ľumbierkej zóny Nízkych Tatier a o mezozoických jednotkách tejto časti pohoria v posledných rokoch výrazne obohatili predstavy o stavbe Západných Karpát. Súčasne možno konštatovať, že poznatky z iných jednotiek Západných Karpát ovplyvnili smerovanie terénnych a laboratórnych geologických výskumov a zároveň ovplyvnili v súčasnosti akceptované predstavy o geologickej stavbe, litologickej náplni, resp. o stratigrafii základných geologických jednotiek Ľumbierskej časti Nízkych Tatier. Cieľom tejto štúdie je zosumarizovať poznatky o bázických a ultrabázických horninách Ľumbierskej zóny Nízkych Tatier a doplniť ich o najnovšie zistenia.

Predkarbónske komplexy

Metabazity v páskovanom komplexe

Mnohonásobné striedanie metabazitov (prevažne amfibolitov) a svetlých polôh premenlivého minerálneho zloženia v minulosti v podstate nezávisle viedli k definovaniu tohto horninového komplexu ako „páskovaných am-

fibolitov” (Spišiak a Pitoňák, 1990; Spišiak a Pitoňák, 1992), resp. „leptynitovo-amfibolitového komplexu — LAC” (Hovorka et al., 1992, 1993; Hovorka a Méres, 1993). Pre podstatu sledovanej problematiky je dôležitá interpretácia genézy. Kým Spišiak a Pitoňák (l. c.) pokladali „páskované amfibolity” za možný litologický ekvivalent hornín iniciálneho štádia tvorby ostrovného oblúka, resp. reliktné oceánskej kôry, Hovorka et al. (l. c.) považujú LAC za komplex spodnej kontinentálnej kôry. Dôležité je zistenie, že LAC netvorí iba prevládajúce amfibolity a svetlé (leptynitické) polohy, ale aj telesá peridotitov (prevažne intenzívne serpentinizované, resp. tepelne rekryštalizované = deuteroperidotity; Hovorka a Spišiak, 1986), telesá metagabier až troktolitov (Ivan et al., 1996), a najmä retrogresne rekryštalizovaných eklogitov (Hovorka a Méres, 1990, 1992; Hovorka et al., 1992). Komplex pri svojej exhumácii, resp. pri alpínskych procesoch prekonal v podstate premeny dvoch základných typov — dekompresné anatektické tavenie za vzniku tavenín s nízkym iniciálnym pomerom $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ (za vzniku trondhjemitických tavenín) a retrogresnú rekryštalizáciu v podmienkach fácie zelených bridlíc (Hovorka et al., 1992; Hovorka a Méres, 1994).

Metabazity v zóne migmatitov

Amfibolity s rulami a s rozličnými typmi migmatitov patria medzi základné horninové typy tzv. pásma oftalmi-

Hornblendity - meladiority

tov a stromatitov (pásmo Špíglovej). Vyskytujú sa aj v pásme Struhára a v nebulitovej zóne (pásmo Zámostskej hole), ale tam sú veľmi zriedkavé. Amfibolity a amfibolické ruly tvoria konformné, často rozblokové (rozbudované) polohy. Mocnosť amfibolitových telies je od niekoľkých dm až do niekoľkých metrov. Väčšina amfibolických hornín mala pôvodne tufogénny charakter. Svedčí o tom malá mocnosť a relatívne konštantná hrúbka preplástkov amfibolických hornín, striedanie polôh hornín bez amfibolu s amfibolitmi a amfibolickými rulami v rámci odkryvu.

Pokúsili sme sa zistiť (Spišiak a Pitoňák, 1988) zastúpenie bázičného vulkanického a terigénneho materiálu v pararulách, amfibolických rulách a amfibolitoch. Na modelovanie sme použili faktorovú analýzu a upravený program GENMIX (Le Maitre, 1981). Na základe použitých modelov zovšeobecňujeme, že protolit typických pararúl nízkotatranského kryštalinika obsahoval 0 až 25 % prímеси bázičného vulkanického materiálu a amfibolity naopak 0 až 25 % prímеси terigénneho sedimentárneho materiálu.

Amfibolity majú pomerne jednoduché minerálne zloženie: amfibol, plagioklas, kremeň, biotit, granát, pyroxén, minerály epidotovo-zoisitovej skupiny, chlorit a pod. Podľa modálneho zastúpenia vedľajších minerálov možno vyčleniť viac variét amfibolitov.

Z geochemického hľadiska (tab. 1, obr. 1a, b, c) sú amfibolity páskovaného komplexu a komplexu stromatitov a oftalmítov odlišné. To je veľmi dôležité zistenie aj z geologického a tektonického hľadiska. Pomerne výrazné rozdiely v zložení amfibolických hornín z páskovaného komplexu a komplexu tzv. stromatitov a oftalmítov (hlavne obsah TiO_2 , FeO_{tot} , MnO , Na_2O a P_2O_5) poukazujú na rozdielne geotektonické podmienky ich formovania, čiže na to, že obidva komplexy vznikli v odlišných podmienkach a ich dnešné zblíženie je až výsledkom nasledujúcich tektonických procesov. V prospech takejto interpretácie svedčia aj ďalšie litologické a petrologické kritériá (odlišná horninová náplň, charakter a stupeň metamorfózy, typ zrudnenia a pod.).

V hybridných faciách Ľumbierskeho tonalitu a granitu/granodioritu prašivského typu Ľumbierskeho kryštalinika Nízkych Tatier je známych niekoľko malých telies hrubozrnných, prevažne anchimonominerálnych hornín masívnej stavby. Niektoré z nich vystupujú v počve doliny na S od Liptovskej Lúžnej a ďalšie teleso na severnej rázsoche hlavného hrebeňa pri haldách banských diel na Magurke a Liptovskej Dúbrave.

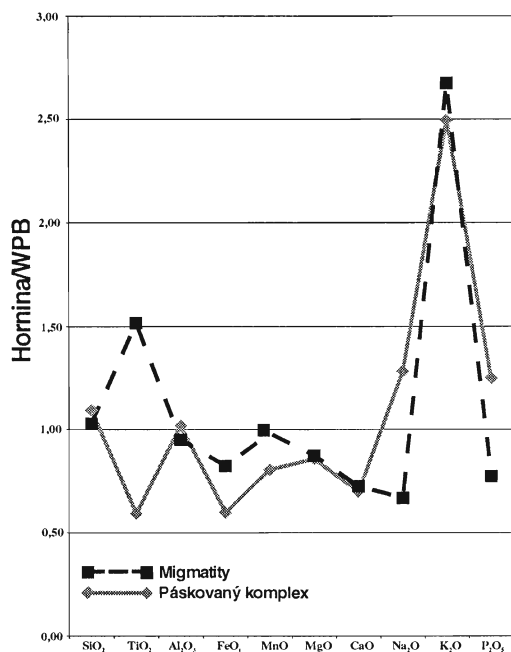
Horniny podobného typu vystupujú prakticky vo všetkých jadrových pohoriach Slovenska i vo veporickom kryštaliniku Slovenského rudohoria. Charakteristická je ich priestorová spätosť s okrajovými (hybridnými) faciami jednotlivých masívov granitoidov. Ich genéza sa doteraz nevenovala náležitej pozornosti. V prípade Malých Karpát Koutek a Zoubek (1937) ich pokladali za „bázičských predchodcov žulového magmatizmu“ a novšie štúdie (Cambel a Pitoňák, 1980) za asimilované a anatekticky prepracované ekvivalenty amfibolitov. Cambel a Vilinovič (1987) sa vrátili k pôvodnej hypotéze, a tak pokladajú diority za produkt bázičko-intermediálneho vulkanizmu, ktorý predchádzal granitovému magmatizmu. Petrík (1993) ich považuje za relikť nemiešateľnej bázičkej taveniny, ktorá vyvolala tavenie granitoidov.

Predbežné výsledky terénneho a laboratórneho štúdia, ktoré sme vykonali v rozličných pohoriach Západných Karpát, svedčia v prospech predstavy, že vo väčšine prípadov (nie vo všetkých!) ide o rekryštalizované asimiláty pôvodne amfibolitového typu, ktoré rekryštalizovali ako výsledok tepelného účinku granitových tavenín na horniny ich metamorfovaného plášťa (rula, amfibolit). Dosť špecifickou skupinou sú dioritické horniny s výrazlicami titanitu. Takéto typy z oblasti Inovca opísal Petrík (1993), ale sú známe aj od Liptovskej Dúbravy, kde ich zachytili vrty (Chovan et al., 1990). Ich charakteristickou črtou sú nepravidelné zrná, resp. zhluky zrn titanitu obklopené plagioklasom. Hornina má v takom prípade očkatú textúru. Tento typ hornín by mohol byť bázičnejším diferenciátom granitovej magmy, resp. reliktom bázičkej magmy, ktorá sa vyskytovala

Tab. 1

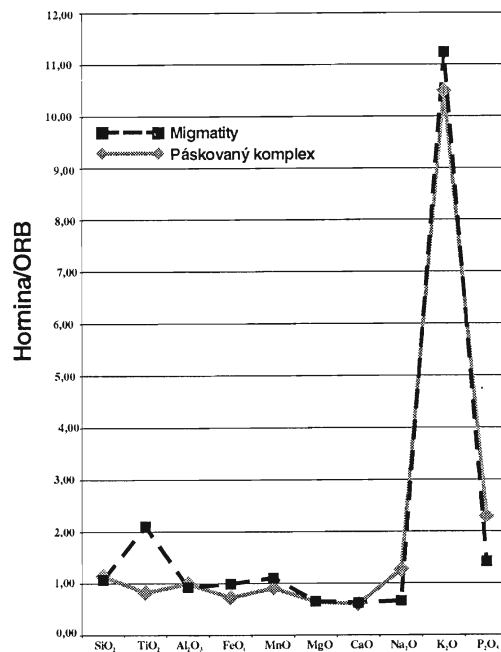
Vybrané analýzy amfibolitov z komplexu páskovaných hornín a komplexu migmatitov z Ľumbierskej zóny Nízkych Tatier
Selected analyses of amphibolites from the complex of banded rocks and migmatite complex from the Ľumbier zone of the Nízke Tatry Mts.

Anal.	páskovaný komplex						komplex stromatitov a oftalmítov							
	J-259	J-251	J-273	J-275	priemer	st. od.	J-2	J-38	J-42	J-112	J-118	J-11	priemer	st. od.
SiO_2	51,42	55,68	58,30	58,86	56,07	3,39	48,92	52,09	52,83	53,57	53,96	54,72	52,68	2,05
TiO_2	0,87	0,83	0,33	1,80	0,96	0,61	2,19	2,12	3,24	2,03	1,81	3,36	2,46	0,67
Al_2O_3	15,55	16,14	16,19	14,02	15,48	1,01	15,41	14,80	13,98	14,90	13,29	14,27	14,44	0,75
Fe_2O_3	1,26	0,97	3,65	6,20	3,02	2,44	1,44	1,53	1,18	2,11	2,18	2,47	1,82	0,5
FeO	6,57	5,50	2,56	3,70	4,58	1,79	9,33	8,87	10,18	7,01	6,80	8,39	8,43	1,32
MnO	0,15	0,12	0,13	0,18	0,15	0,03	0,22	0,16	0,17	0,16	0,17	0,18	0,18	0,02
MgO	8,06	5,33	5,46	2,13	5,25	2,43	6,54	5,35	4,01	5,62	2,95	3,62	5,35	1,33
CaO	8,80	9,24	5,08	5,10	7,06	2,28	7,64	8,81	6,94	8,22	7,45	4,85	7,32	1,37
Na_2O	2,56	3,22	3,20	3,18	3,04	0,32	1,18	1,35	2,16	1,18	2,17	1,45	1,58	0,46
K_2O	1,89	1,36	2,60	2,54	2,10	0,59	3,42	1,81	1,87	1,94	1,58	2,86	2,25	0,72
P_2O_5	0,10	0,12	0,20	0,68	0,28	0,27	0,35	0,33	0,34	0,00	0,00	0,00	0,17	0,19
H_2O^+	0,27	0,34	0,32	0,20	0,28	0,20	0,60	0,61	0,63	0,06	0,04	0,08	0,34	0,03
H_2O^-	2,34	1,51	1,51	1,04	1,60	3,98	2,71	1,71	1,57	2,03	2,87	2,71	2,27	0,57
Total	99,84	100,36	99,53	99,63			99,95	99,54	99,10	98,83	99,27	98,96		



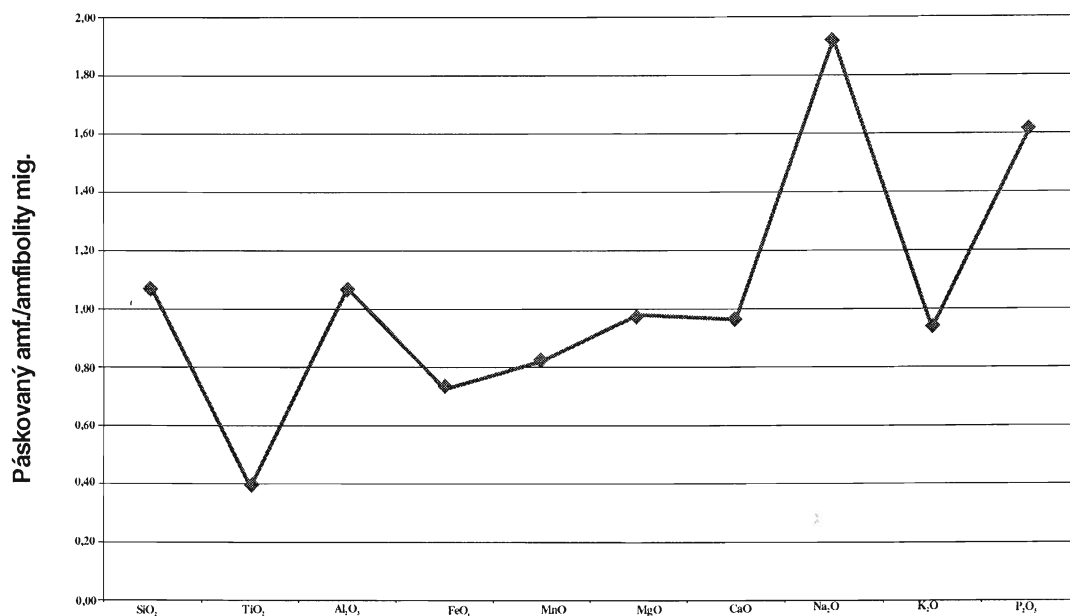
Obr. 1a. Priemerné zloženie amfibolitov z komplexu páskovaných hornín a komplexu migmatitov normalizované na WPB. Hodnoty pre WPB podľa Wedepohl (1981).

Fig. 1a. Average composition of amphibolites from the complex of banded rocks and migmatite complex normalized to WPB. The WPB values are according to Wedepohl (1981).



Obr. 1b. Priemerné zloženie amfibolitov z komplexu páskovaných hornín a komplexu migmatitov normalizované na ORB. Hodnoty pre ORB podľa Wedepohl (1981).

Fig. 1b. Average composition of amphibolites from the complex of banded rocks and migmatite complex normalized to ORB. The ORB values are according to Wedepohl (1981).



Obr. 1c. Normalizovaná krivka obsahu petrogénnych prvkov z amfibolitov z komplexu páskovaných hornín/komplexu migmatitov.

Fig. 1c. Normalized curve of the contents of petrogenic elements from amphibolite from the complex of banded rocks/complex of migmatites.

v blízkosti generovania granitovej taveniny. Poukazujú na to aj geochemické údaje (Chovan et al., l. c.).

Lamprofyry

Lamprofyry sú v predkarbónskych komplexoch Západných Karpát zriedkavými a v podstate exotickým horninovým typom. Z Ľumbierskeho pásma Nízkych Tatier sú známe z počvy Veľkej Železnej doliny na S od Železného (Koutek, 1931). Vo Veľkej Železnej doline bázické horniny kersantitového typu tvoria roj žíl a majú výrazne porfyrickú štruktúru s porfyrickými zelenými amfibolmi a biotitmi. K týmto minerálom v základnej hmote pribúda aj plagioklas (+ zvyčajne akcesórie). Horniny prechádzajú do rovnomerne zrnitých dioritov. Koutek (1931) ani Hovorka (1967) z hornín tohto výskytu významnejšie akumulácie rudných minerálov neuviedli.

Zaujímavé horniny pod označením kremité dioritové porfyry z južného svahu Veľkého Gápľa opísal Turan (1961). Kontroverzné je ich minerálne zloženie — ako porfyrické fázy obsahujú plagioklasy, K živce a kremeň, ale podľa Turana (l. c.) matrix tvoria plagioklasy a klinopyroxény. Podľa analógie s výskytmi lamprofyrov najmä v Malej Fatre, ktoré sme preštudovali v ostatnom čase (Spišiak a Hovorka, v tlači), predpokladáme, že porfyrické fázy týchto hornín predstavujú často xenokrysty — reliktu minerálnej asociácie okolitých granitoidov.

Žilné horniny kersantitovo-spessartínového zloženia okolia Jarabej (Kamenický, 1962; Krist, 1967) vystupujú v zóne intenzívnej disjunktívnej tektoniky, pričom ich zaradenie do Ľumbierskej alebo veporickej jednotky nie je

jednoznačné. Osobitosťami v obsahu alebo v asociácii akcesorických minerálov charakteristických pre bázické intrúzie sa nevyznačuje ani jeden z uvedených typov.

Lamprofyry v predkarbónskych komplexoch (alkalicko-vápenatý charakter) sa od alkalických bazanitov v mezozoických sekvenciách výrazne geochemicky odlišujú (tab 2, obr. 2a, b ; 3).

Skarnoidy a Cpx ruly

Tento typ hornín je v Ľumbierskom kryštaliniku zriedkavý. Pyroxenické ruly z oblasti Jasenia opísal Koutek (1931), resp. Miko et al. (1977, in Krist et al., 1988) ako erlány. V poslednom čase Pitoňák a Spišiak (1992) z rovnakej oblasti uvádzajú horninu zloženú z kremeňa, grossuláru, almandínu, hedenbergitu, železnateho aktinolit, hornblendu a kalcitu. Nazvali ju skarnoid a pokladajú ju za produkt metamorfózy vápenato-silikátových sedimentov. V skarnoidoch oblasti Jasenia sa zistili akumulácie scheelitu (W), čo vyplýva z vysokého obsahu CaO v týchto horninách. Pre veľmi malé množstvo nie sú horniny tohto typu v kryštaliniku Nízkych Tatier ekonomicky významné.

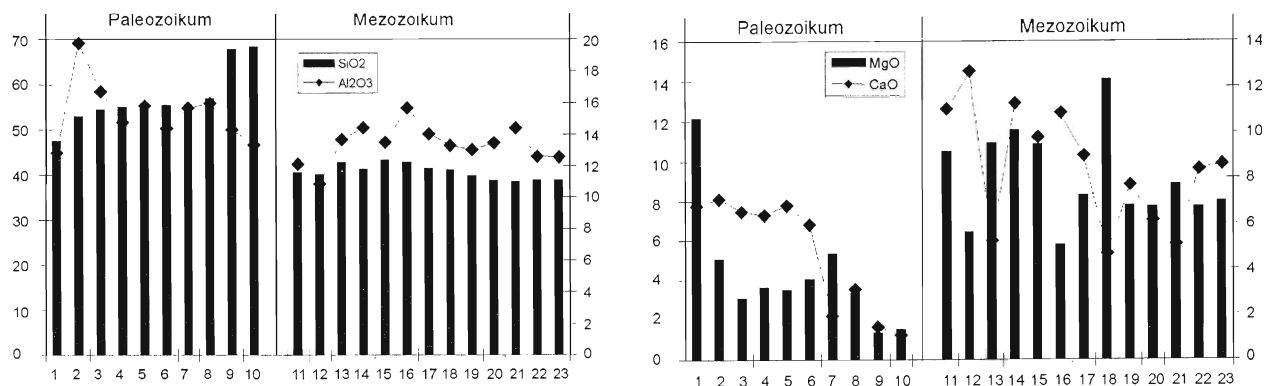
Ultramafity

Ultrabázické horniny boli v tatrickej zóne Nízkych Tatier donedávna skôr raritou ako bežným horninovým typom. Prvá zmienka o nich je od Koutka (1931), ktorý od Liptovskej Lúžnej opísal úplne premenenú horninu zo zmesi serpentínu, chloritu a rudných minerálov. Neskor Stankovič a Jančula (1982) identifikovali chróm-

Tab. 2

Vybrané analýzy lamprofyrov z kryštalinika a mezozoických bazaltov/bazanitov z Ľumbierskej zóny Nízkych Tatier
Selected analyses of lamprophyres from crystalline basement and Mesozoic basalts/basanites from the Ľumbier zone of the Nízke Tatry Mts.

Hornina	Originál	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
kersantit	Koutek 1931	47,64	12,82	1,27	2,9	6	0,17	12,17	6,77	1,87	2,49	1,28
kremité dior.	Turan 1961	52,85	19,77	0,42	0,11	5,89	0,17	5,09	7,08	2,54	1,94	0
porfýrit												
kersantit	Kamen 1962	54,51	16,7	1,15	4,97	6,2	0,26	3,11	6,53	1,35	3,5	0,57
kersantit	Krist 1966	55,12	14,78	2	3,42	6,99	0,19	3,67	6,39	1,99	3,16	0,36
kersantit	Kamen 1962	55,23	15,79	1,03	3,15	7,6	0,02	3,54	6,81	1,6	3,2	0,52
spesartit	Krist 1966	55,49	14,37	2,03	3,61	7,26	0,2	4,08	5,96	2,69	1,7	0,39
kersantit	Kamen 1962	55,65	15,66	1,71	8,68	1,5	0,16	5,35	1,93	3,22	2,94	0,37
kersantit	Krist 1966	57,07	16	2,28	4,22	5,8	0,22	3,37	3,12	1,5	3,47	0,33
žulový	Turan 1961	67,87	14,31	0,24	1,94	2,95	0,09	1,37	1,46	2,96	4,7	0,2
porfýr												
kersantit	Kamen 1962	68,46	13,34	0,66	1,11	3,86	0,02	1,57	1,1	3,16	4,72	0,17
bazanit	pôvod. analýza	40,61	12,15	2,62	3,91	6,48	0,16	10,51	11,04	1,58	1,16	0,59
bazanit	Koutek 1931	40,16	10,90	2,47	9,00	2,20	0,13	6,44	12,70	2,59	2,75	0,74
bazanitnid	Mauritz 1969	42,89	13,68	2,67	2,23	9,91	0,05	10,93	5,22	1,92	0,39	0,58
bazanit	Bujnov. 1981	41,40	14,42	2,05	5,60	6,76	0,16	11,56	11,27	0,90	1,00	0,00
bazanit	Bujnov. 1981	43,34	13,51	2,68	3,42	7,09	0,14	0,85	9,81	1,61	1,95	0,42
bazanit	Bujnov. 1981	43,00	15,68	2,00	5,20	7,18	0,14	5,77	10,86	1,96	2,64	0,04
bazanit	Bujanov. 1981	41,64	14,05	2,90	6,39	5,85	0,10	8,31	8,97	2,30	3,35	0,52
bazanit	Bujnov. 1981	41,20	13,31	2,60	2,02	8,53	0,01	14,09	4,65	1,19	1,05	0,37
bazanit	pôvod. analýza	39,87	13,06	3,44	14,52	0,00	0,17	7,78	7,72	2,62	2,07	1,06
bazanit	pôvod. analýza	38,84	13,47	3,63	7,01	7,91	0,21	7,69	6,14	2,26	2,45	0,95
bazanit	pôvod. analýza	38,60	14,44	3,68	7,80	7,45	0,16	8,86	5,08	0,82	2,85	1,00
bazanit	pôvod. analýza	38,96	12,61	3,40	6,46	7,22	0,20	7,71	8,41	2,17	2,41	0,97
bazanit	pôvod. analýza	38,97	12,57	3,38	6,07	7,43	0,19	7,97	8,63	2,00	2,54	0,99



Obr. 2a, b. Histogramy obsahu petrogénnych prvkov v lamprofýrových horninách kryštalinika a mezozoických bazanitoch/bazaltoch.

Figs. 2a, b. Histograms of the contents of petrogenic elements in the lamprophyre rocks of crystalline basement and Mesozoic basanites/basalts.

spinel, gersdorffit a ullmannit. Ich genéza sa spája s ultrabázickými horninami a spolu s predtým nájdenými minerálmi (Soviánsko — gersdorffit, Lisý, Sobolich, 1959; Husárka — Ni minerály a horniny s fuchsitom, Klukan, 1980) svedčia o vystupovaní ultrabázických hornín v tejto oblasti. Novšie boli z oblasti Jasenia ultramafické horniny rozličného štádia premeny (Spišiak et al., 1988), ktoré úzko asociujú s páskovanými amfibolickými horninami. Ide pravdepodobne o telieska—šošovky premenených ultrabázických hornín, ktoré boli do súčasnej pozície tektonicky implantované. Ultrabázika sú takmer úplne alterované a z primárnych minerálov sa zachoval iba chromit. Zloženie chromitu sa v jednotlivých varietách hornín odlišuje a v zmysle klasifikácie Stevensa (1944) zodpovedá alumochromitu. Chromit je zonálny a intenzívne alterovaný a možno pozorovať jeho zatlačenie magnetitom. Zaujímavý a z genetického hľadiska významný je vyšší obsah Zn v chrómspineloch z tejto oblasti. Zo silikátových minerálov je podstatne zastúpený antigorit, mastenec, chlorit, tremolit, antofylit, flogopit, fuchsit a i.

Korundovo-flogopitové horniny

Korundovo-flogopitové horniny sa doteraz našli len na jednom mieste (štôlna 3, prekop P-22; Spišiak a Pitoňák, 1992), úzko asociujú s ultrabázickými horninami a tvoria reakčný lem okolo ultrabázických šošoviek. Časté rozbuďovanie týchto hornín sťažuje ich detailné priestorové sledovanie. Korundovo-flogopitové horniny majú nehomogénnu textúru, ktorú tvorí rovnomerne zrnitá flogopitová masa s makroskopicky viditeľnými veľkými kryštálmi korundu (do 1,5 cm). Zastúpenie korundu v hornine je nepravidelné, ale lokálne dosahuje až 40 %. Štruktúra horniny je porfýroblastická s lepidoblastickou štruktúrou základnej hmoty. Modálne zloženie hornín je jednoduché. V najbohatších vzorkách tvorí hlavnú masu flogopit (50—80 obj. %) a korund (20—40 obj. %). Z ďalších minerálov je zastúpená svetlá sfuda (produkt premeny korundu), amfibol, plagioklas, epidot, chlorit, allanit, apatit, chrómspinel a zirkón.

Korundovo-flogopitové horniny môžu mať rozličnú genézu, ale sú dve základné možnosti:

a/ Horniny sú metamorfovaným ekvivalentom hornín špecifického zloženia (sedimenty bohaté na Al, laterity a pod.; pozri napr. Bol et al., 1989).

b/ Horniny predstavujú metasomatit špecifického zloženia, ktorý vznikol ako výsledok reakcie ultrabázických hornín s okolitými páskovanými amfibolickými horninami.

Podľa nášho výskumu je pravdepodobnejšia druhá možnosť. V prospech nej svedčí nehomogénne minerálne zloženie hornín, výskyt hornín v bezprostrednej blízkosti ultrabazitov, chemické zloženie hornín (vysoký obsah Cr, Ni a pod., t. j. prvkov typických pre ultrabazity) a minerálne zloženie (flogopit, Cr spinel; hoci je spinel typický minerál hornín bohatých na Al a bežne asociuje s korundom, vždy ide o Al, nie Cr spinel).

V minulosti už bol pokus (Spišiak a Pitoňák, 1994) na komplexné využitie týchto hornín ako korundovej (abrazívum) a flogopitovej suroviny, ale ich malé priestorové rozšírenie je prekážkou ekonomickej ťažby.

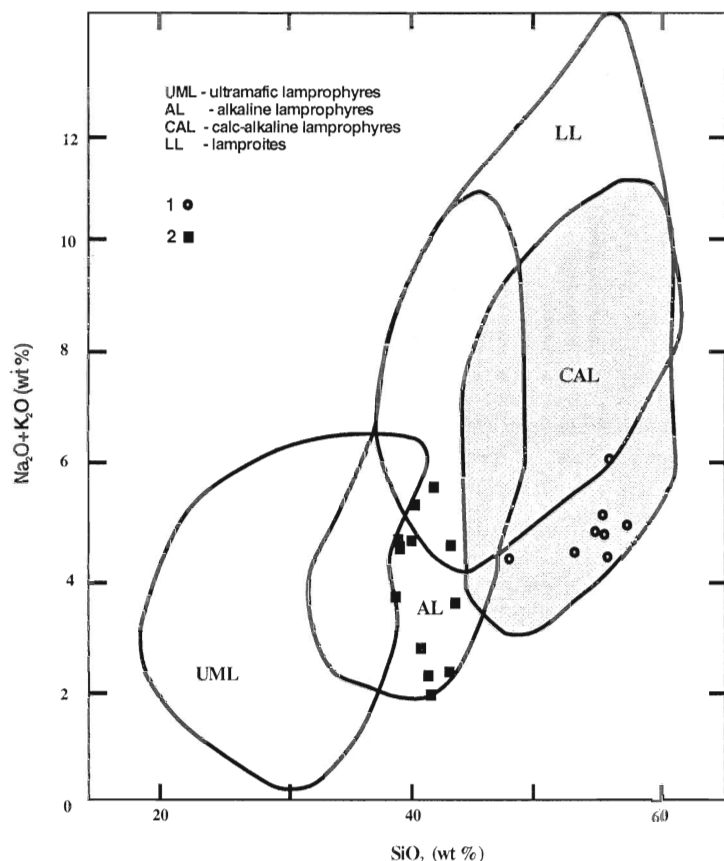
Mezozoické eruptíva

Alkalické bazalty v granitoidoch

V ostatných rokoch sa zo širšej oblasti Liptovskej Dúbravy opísali:

1. Dajka olivínického kersantitu zo štôlny Dúbrava-Lubelská (Hovorka et al., 1982), ktorá je mocná cca 10 cm, vystupuje v Ľumbierskom granodiorite a viaže sa na výraznú zlomovú zónu. Geneticky ju spájame (l. c.) s lamprofýrovými horninami Ľumbierskej zóny (Koutek, 1931; Kamenický, 1962; Hovorka, 1967; Krist, 1967), ale výrazne sa od nich odlišuje chemickým a minerálnym zložením. V súčasnosti ju pokladáme za ekvivalent mezozoických bazanitových dajok.

2. Bazanitová dajka v leukokratnom stredozrnnom silne alterovanom granite v doline Kľačianka (Spišiak et al., 1991) mocná okolo 30 cm. Petrograficky ide o tmavosivú afanitickú horninu niekde s mandľovou textúrou. Mandle vypĺňa najmä karbonát a chlo-



Obr. 3. Diagram (K_2O+Na_2O) vs. SiO_2 pre lamprofýry. Vyčlenené polia podľa Rock (1987). 1 - lamprofýry v kryštalíniku, 2 - alkalické bazalty v mezozoiku, údaje z tab. 2.

Fig. 3. Diagram ($K_2O + Na_2O$) vs. SiO_2 for lamprophyres. The individual fields are distinguished according to Rock (1987). 1 - lamprophyres from crystalline basement, 2 - alkaline basalts from Mesozoic complexes, data are taken from Tab. 2.

rit. Hornina má porfyrickú štruktúru s výrastlicami amfibolu a klinopyroxénu (príp. olivínu). Výrastlice amfibolov sú často zonálne a chemickým zložením zodpovedajú kaersutitu, resp. nízkokremičitému kaersutitu. Mikrolity v základnej hmote majú podobné zloženie ako okraje výrastlíc amfibolu. Lokálne možno v hornine pozorovať ovoidálne útvary zložené z amfibolu (podobného kaersutitu), tenkých líšt plagioklasu a jemnozrnného agregátu chloritu a karbonátu odlišujúcich sa od okolitej horniny. Genézu týchto útvarov možno vysvetliť dvojako:

a/ Leukokratnejšie uzavreniny predstavujú enklávy pôvodnej kyslejšej magmy vyskytujúcej sa v mieste generovania bazanitov.

b/ Uzavreniny predstavujú rozlične resorbované xenolity okolitých hornín.

Za pravdepodobnejšiu pokladáme genézu podľa bodu b.

Na základe geochemických kritérií zodpovedá dajka bazanitom, resp. alkalickým lamprofýrom.

Alkalické bazalty v mezozoiku

V obalovej mezozoickej skupine Nízkych Tatier, ktorú Maheľ (1967) označil ako Ľumbiersku sériu, a to „vo vývoji Trangošky“, je drobný výskyt bazických vulkanických hornín, ktorý prvý raz zaregistrovala rukopisná mapa Kettnera (1931, in Kettner a Šťastný, 1931). Bazaltové telesá vystupujú v závere Bystrej doliny a tesne pod hrebeňom

smerujúcim od Štefánikovej Chaty hrdinov SNP na hrebeň Gáplá. Dajkový charakter horniny potvrdzuje aj odkryv v jaskyni Mŕtvych netopierov (Trangoška). Podľa Kettnerovej mapy a štúdie Urbana (1934) ide o telesá a) prenikajúce cez telesá pestrej bridlice a pieskovca spodného triasu a b) prenikajúce telesami vápenca a dolomitu stredného triasu.

Urban (l. c.) ich pokladal za mladšie ako telesá dolomitu a vápenca, cez ktoré prenikajú (t. j. mladšie ako ľadinské), Maheľ (1967) za produkt spodnokriedového vulkanizmu a takéto stratigrafické zaradenie akceptoval aj Hovorka a Spišiak (1988).

Medzi vulkanickými horninami oblasti Ľumbiera možno vyčleniť dva základné textúrne typy, a to a) masívne makroskopicky afanitické homogénne typy a b) mandľovcové typy efúzív, ktoré miestami nadobúdajú až charakter mandľovcov.

Pre obidva typy je charakteristické takmer rovnaké minerálne zloženie základnej hmoty, ako aj kvalitatívna skladba porfyrických výrastlíc.

Základným štruktúrnym typom vulkanitov sú porfyrické typy s pôvodnými porfyrickými olivínmi a klinopyroxénmi. Porfyrické fázy sú veľké až 1 mm, olivín je úplne a klinopyroxén intenzívne sekundárne premenený. Základná hmota hornín bola pôvodne hemikryštalická s podstatným, ale v detaile s variabilným zastúpením vulkanického skla. Ako mikroskopicky zrnité kryštalické fázy sú v nej klinopyroxény, apatity a radné minerály. Vulkanické sklo je devitrifikované.

Pre horniny je charakteristický výskyt veľkého množstva xenolitov karbonátových hornín rozličnej veľkosti a tvaru. Mišík v jednej vzorke určil kalcifikované ihlice silicispongií. Podľa charakteristických znakov pravdepodobne ide o xenolit spongiového organogénneho vápenca jurského veku. Tento údaj je zaujímavý aj preto, že z mezozoických sekvencií Trangošky nie sú opísané vyššie ako triasové členy.

Zo severných svahov Nízkych Tatier pri ich sz. okraji v križňanskom príkrove je známych niekoľko telies bázických vulkanitov s rozličnou geologickou pozíciou a odlišnými úložnými pomermi. Niektoré z nich opísal Koutek (1931), ďalšie výskyty zistil Sladký (1938) a pri mapovaní oblasti ich opísal Bujnovský (1971, in Bujnovský et al., 1981). Z hľadiska geologického vystupovania tvoria bázické vulkanity sz. okraja Nízkych Tatier v križňanskom príkrove dajky v stredotriasových až vrchnotriasových dolomitoch (Bujnovský et al., 1981), ložné plytkopodpovrchové sily v telesách slienitého vápenca neokómu (Koutek, 1931; Bujnovský et al., 1981) a lávové prúdy a hyaloklastitové brekie ako okrajové fácie lávových prúdov (Koutek, 1931; Bujnovský et al., 1981).

Okrem výskytov, ktoré autori charakterizovali ako bázické vulkanity, resp. príslušné vulkanoklastiká, Koutek opísal aj spessartit zistený v blokoch v triasových dolomitoch pri ceste v Machnatej doline. Podľa jeho opisu ide o porfýrickú horninu, ktorá je minerálnym zložením a vystupovaním veľmi podobná spodnokriedovým až strednokriedovým bázikám križňanského príkrovu.

Podľa konformnej pozície vulkanoklastických polôh v barémsko-spodnoalbských sedimentoch, ktorých vek je určený biostratigraficky (Bujnovský et al., 1981), vek vulkanickej aktivity je totožný s vekom okolitého prostredia výskytov vulkanoklastík. Rovnaké výsledky poskytli aj geochronologické údaje (K/Ar vek $106,2 \pm 1,7$ a $116 \pm 6,5$ mil. rokov; Bujnovský et al., l. c.).

Z petrografického hľadiska ide o masívne holokryštalické horniny, v ktorých prevláda porfýrická štruktúra s výrastlicami tmavých minerálov (olivínu, klinopyroxénov a amfibolov). Zriedkavé sú aj alterované lišty plagioklasu. Klinopyroxén zložením zodpovedá salitu s vysokým obsahom Ti a amfibol kaersutitu (Hovorka a Spišiak, 1988). Okrem uvedených základných fáz sa v akcesorickom množstve vyskytuje aj apatit, kostrovité kryštály titanitu, pyrit a titanomagnetit. Z geochemického hľadiska majú tieto horniny podobné zloženie ako ostatné spodnokriedové až strednokriedové efuzíva a zodpovedajú alkalicým lamprofýrom, resp. bazanitom (tab. 1, obr. 2).

Metalogenetické aspekty bazitov a ultrabazitov

Význam aj stupeň poznania amfibolitov a amfibolických hornín vzrástli zásluhou prieskumu na W-Au zrudnenie v tejto oblasti. Amfibolické horniny sú totiž svojím zložením vhodným prostredím na akumuláciu scheelitu. Pozoruhodné je, že sa W zrudnenie koncentrovalo len na amfibolické horniny, ktoré vystupujú v komplexe stromatitov a oftalmitov, a bolo veľmi zriedkavé, resp. sa nevyskytovalo v komplexe páskovaných amfibolických

hornín. Ale z geochemického hľadiska sú amfibolické horniny obidvoch komplexov veľmi podobné. Jedným z možných vysvetlení je zblíženie týchto komplexov až po zrudňovacích procesoch. Relatívne najbohatšie akumulácie scheelitu sa zistili v skarnoidoch, avšak pre ich zriedkavosť nie sú z ložiskového hľadiska veľmi významné.

Objavenie primárnych ultrabázických hornín pomohlo vyriešiť genézu už predtým opísaných Cr a Ni minerálov. Prítomnosť ultrabázických hornín v komplexoch, kde sa lokalizovalo aj W-Au zrudnenie, zároveň ponúka nové možnosti interpretácie genézy Au, lebo sa všeobecne predpokladá, že ultrabázické horniny sú nositeľmi prvkov, ktoré sa z nich hydrotermálnou premenou uvoľňujú a môžu sa mobilizovať a akumulovať na vhodných štruktúrach (ide najmä o Ni, Co a Au). Na druhej strane špecifické zloženie týchto hornín môže pôsobiť ako geochemická bariéra a viesť k akumulácii niektorých prvkov (Hg, Cu, Sb a pod.). Príkladom môže byť distribúcia Au v ultrabázických horninách Západných Karpát. Kým priemerný obsah Au v antigoritických serpentinitoch je 0,01-0,03 ppm, v premenených typoch (najmä na okraji ultrabázických telies, tzv. black-wall zóna) jeho obsah rastie na 0,07-0,11 ppm a priemerný je 0,08 ppm (Hovorka a Jaroš, 1974). Obsah Au v študovaných horninách je od 0,01 do 0,07 ppm a v silne alterovaných horninách (karbonátovo-fuchsitovo-kremenné typy) sa zvyšuje na 0,06 až 0,40 ppm.

Genéza W zrudnenia nie je celkom vyriešená, ale vyššia koncentrácia W v amfibolitoch, a najmä v skarnoidoch (horniny bohaté na Ca) svedčí o tom, že bázické horniny boli minimálne geochemicky vhodným prostredím na akumuláciu scheelitového zrudnenia.

Z hľadiska aplikácie by novou a veľmi atraktívnou surovinou mohli byť flogopitovo-korundové horniny. Pri objavení väčších akumulácií by ich bolo možno pokladať za surovinu budúcnosti. Aj možnosť separácie užitočných surovín je veľmi dobrá a v podstate ide o takmer čistú biminerálnu asociáciu flogopitu a korundu.

Záverom pokladáme za nevyhnutné zdôrazniť doteraz nezhodnotený význam spodnokôrových komplexov v zostave predalpínskeho substrátu Západných Karpát. Aj keď veľmi zložitá geologická procesy v alpínskom období spôsobili výraznú rekonštrukciu pôvodnej architektúry základných geologických jednotiek, význam telies bazitov a ultrabazitov generovaných v najspodnejšej kôre a vo vrchnom plášti je pre ich funkciu „transportérov“ kovov nezastupiteľný.

Literatúra

- Bol, L. C. M., Majer, C. & Jansen, J. B. H., 1989: Pre-metamorphic lateritisation in Proterozoic metabasites of Rogaland, SW Norway. *Contr. Mineral. Petrology*, 103, 306–316.
- Bujnovský, A., Kantor, J. & Vozár, J., 1981: Radiometric dating of Mesozoic basic eruptive rock of the Križna nappe in the NW part of the Low Tatra. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 32, 2, 221–230.
- Cambel, B. & Pitoňák, P., 1980: Geochemia amfibolov z metabazitov Západných Karpát. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 34, 45–90.
- Cambel, B. & Vilinovič, V., 1987: Geochemia a petrológia granitoidných hornín Malých Karpát. *Veda, Bratislava*, 248.
- Hovorka, D., 1967: Porfýroidy a lamprofýry tatraporidného kryštalinika. *Geol. práce, rad. Západ. Karpát*, 8, 51–74.

- Hovorka, D. & Jaroš, M., 1974: Gold abundances in West Carpathian ultramafic rocks. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 25, 2, 355–362.
- Hovorka, D., Chovan, M. & Michálek, J., 1982: Olivinický kersantit v granodioritoch v Dúbrave (Nízke Tatry). *Mineralia Slov.*, 14, 1, 85–90.
- Hovorka, D. & Spišiak, J., 1985: Deuteroperidotites of the Western Carpathians. XIII Congr. KBGA, Krakow 1985, *Proc. rep. Part 1*, 377–380.
- Hovorka, D. & Spišiak, J., 1986: Deuteroperidotity Západných Karpát. (Výťah prednášky na I. petrografickom kolokviu SGS). *Mineralia Slov.*, 18, 382.
- Hovorka, D. & Spišiak, J., 1988: Vulkanizmus mezozoika Západných Karpát. *Veda, Bratislava*, 263.
- Hovorka, D. & Spišiak, J., 1990: Litostratigrafické členenie produktov mezozoického vulkanizmu Západných Karpát. *Geol. Práce, Spr.*, 91, 75–89.
- Hovorka, D. & Méres, Š., 1990: Klinopyroxénicko-granatické metabazity Tribeča. *Mineralia Slov.*, 22, 6, 533–538.
- Hovorka, D., Méres, Š. & Ivan, P., 1992: Pre-Alpine Western Carpathians Mts. basement complexes: geochemistry, petrology and geodynamic setting. *Terra Nova abstr. Suppl.*, 2, 4, 32.
- Hovorka, D., Méres, Š. & Ivan, P., 1994: Pre-Alpine Western Carpathians basement complexes: lithology and geodynamic setting. *Mitt. Österr. geol. Gesell.*, 86, 33–44.
- Chovan, M., Ragan, M., Spišiak, J., Pitoňák, P., Hojstříčková, M. & Hurai, V., 1990: Mineralógia, geochémia a petrológia žilnikovo-impregnačného typu mineralizácie na ložisku Dúbrava-Lubelská. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 349.
- Ivanov, M. & Kamenický, L., 1957: Poznámky ku geológii a petrografii kryštalinika Malej Fatry. *Geol. Práce, Zoš.*, 45, 187–212.
- Janák, M., Pitoňák, P. & Spišiak, J., 1994: Generovanie trondhjemitonalit-granitovej taveniny parciálnym tavením amfibolitu: príklady z kryštalinika Západných Karpát. Geochémia na Slovensku, Konferencie, sympóziá, semináre. *GÚDŠ Bratislava*, 31.
- Kamenický, J., 1961: Geologicko-petrografické pomery kerzantitov Nízkyh Tatier. *Geol. Práce, Zpr.*, 24, 135–141.
- Kettner, R. & Štastný, V., 1931: Coup D'oeil sur la géologie du versant sud de la Base Tatra. *Knih. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 13, 229–237.
- Koutek, J., 1931: Geologické studie na severozápadě Nízkyh Tater. *Věst. St. geol. Úst. IX*, 413–527.
- Krist, E., 1967: Geologicko-petrografické pomery spessartit-kersantitovej žily v Nízkyh Tatrách. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 12, 63–73.
- Krist, E., Krištín, J. & Miko, O., 1988: The metamorphic development of the Nízke Tatry Mts. crystalline basement/Western Carpathians. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 44, 137–162.
- Maheľ, M., Kamenický, J., Fusán, O. & Matějka, A., 1967: Regionální geologie ČSSR. Díl II. Západní Karpaty, sv. 1. *Ústř. Úst. geol., Praha*, 1–496.
- Milička, J., Pereszlenyi, M., Šefara, J. & Vass, D., 1994: Organic geochemical study of the junction zone of the Danube Basin and Inner West Carpathians, Slovakia. *First Break*, 12, 11, 571–574.
- Petrík, I., Broska, I., Uher, P. & Král, J., 1993: Evolution of the Variscan magmatism in the Western Carpathian realm. *Geol. Carpath.*, 44, 265–266.
- Pitoňák, P. & Spišiak, J., 1988: Simple model of paragneisses and amphibole rock protoliths of the Nízke Tatry Mts. crystalline complex. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 1, 73–85.
- Pitoňák, P. & Spišiak, J., 1992: Skarnoidy v oblasti Jasenia-Kyslej (Nízke Tatry). *Mineralia Slov.*, 24, 3–4, 279–283.
- Rock, N. M. S., 1987: The nature and origin of lamprophyres: an overview. In: J. G. Fitton & B. G. J. Upton (Eds): *Alkaline Igneous Rocks. Geol. Soc., Spec. Publ. N. 30*, 191–226.
- Sladký, J.: Geológia okolia Ružomberka. Vlastný náklad, Bratislava, 123.
- Spišiak, J., Pitoňák, P. & Petro, M., 1988: Metaultramafity z oblasti Jasenie - Kyslá, Nízke Tatry. *Mineralia Slov.*, 20, 2, 143–148.
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1990: Nízke Tatry Mts. crystalline complex - new facts and interpretation (Western Carpathians, Czechoslovakia). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41, 4, 377–392.
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1991: Banded amphibolitic rocks - ancient Oceanic Crust? *Abstrakty ku konferencii Malé Karpaty Geology of the Alpine - Carpathian junction. Smolenice 1991*
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1992: Páskované amfibolické horniny-genezá, distribúcia TR. *Mineralia Slov.*, 24, 8.
- Spišiak, J., Arvensis, M., Linkešová, M., Pitoňák, P. & Caňo, F., 1991: Bazanitová dajka v granodiorite pri Dúbrave. *Mineralia Slov.*, 23, 339–345.
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1992: Korundovo-flogopitové horniny z kryštalinika Nízkyh Tatier. *Mineralia Slov.*, 24, 5–6, 393–398.
- Spišiak, J., Pitoňák, P. & Caňo, F., 1994: Allanit a Al-chromit z korundovo-flogopitových hornín z oblasti Jasenia-Kyslej (Nízke Tatry). *Mineralia Slov.*, 26, 67–69.
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1994: Pumpellyite - lotrite from the granodiorites and gneisses (Nízke Tatry Mts., Western Carpathians). *Acta geol. Univ. Comen., Bratislava*, 49, 23–27.
- Stankovič, J. & Jančula, D., 1982: Predbežná správa o výskyte chrómspinelu a Ni-minerálov na lokalite Jasenie-Kyslá. Nízke Tatry. *Mineralia Slov.*, 14, 131–138.
- Stevens, R. E., 1944: Composition of some chromite of the western hemisphere. *Amer. Mineralogist*, 29, 1–34.
- Turan, J., 1961: Dajky porfyrických hornín na južnom svahu Nízkyh Tatier. *Geol. Sbor.*, XII, 2, 277–290.
- Urban, K., 1934: O basické vyvŕelině z jižního svahu Ďumbieru v Nízkyh Tatrách. *Rozpr. Čes. Akad. Věd Umění, Tř. II*, 44, 30, 1–5.
- Wedepohl, K. H., 1981: Tholeiitic basalts from spreading ocean ridges: the growth of the ocean crust. *Naturwissenschaften*, 68, 110–119.

Problematika metasedimentárnych hornín v oblasti severne a západne od Jasenia - súhrn poznatkov

BOHUMIL MOLÁK

Geologická služba Slovenskej republiky, Mlynská dolina I, 817 04 Bratislava

(Doručené 13. 12. 1997)

Jednou z nezodpovedaných otázok z obdobia účelového geologického mapovania v oblasti na S a Z od Jasenia, ktoré bolo súčasťou výskumu a prieskumu W-Au zrudnenia koncom 70. a v 80. rokoch, zostal pôvod problematických hornín nájdených v tektonicky exponovaných zónach vo vysoko metamorfnom prostredí.

Tieto horniny majú nejednoznačné štruktúrne, textúrne, mineralogické a petrologické znaky, ako je napríklad dynamofluidálna textúra sericitovej základnej hmoty nejasného pôvodu, vystupovanie v strižne deformovaných zónach, nejasný pôvod kremeňa a uhličitánov, a na ich pôvod sú najmä dva protichodné názory. Prvý - metasedimentárny počíta so schémou sedimentácia → nízka metamorfóza → zavrásnenie do vyššie metamorfného prostredia (Molák et al., 1986, 1989, 1990, v tlači; Korikovský a Molák, 1995) a druhý - diaforický so schémou vysoká metamorfóza → diaforéza ± mylonitizácia (Spišiak a Pitoňák, 1986; Pitoňák a Spišiak, 1989), Mudráková in Michálek et al., 1988; Adamia et al., 1993, a i).

K názorovej jednotě sa nedospelo ani po spoločných odberoch a petrografických rozboroch vzoriek z tých istých odkryvov zástancami odlišných názorov, ale zhodli sa v tom, že vyriešenie otázky pôvodu sledovaných hornín môže pomôcť pri riešení genézy W-Au zrudnenia, ktoré vystupuje v tých istých štruktúrach.

Z metasedimentárneho konceptu pôvodu problematických hornín sa vychodí v novej regionálnej geologickej mape Nízkych Tatier (Biely et al., 1993). V nej sú vyznačené vo dvoch fáciách, a to alebo ako metasedimenty a metavulkanoklastiká so subgrafitickou prímесou, alebo ako kremenné pararuly ± s grafitoidnou prímесou.

Obidve fácie sa skladajú z klastickej - kremennej a muskovitovej zložky a z nízkometamorfnej - sericitovej základnej hmoty. Miestami sú hojné uhličitany. Typický, ale slabšie zastúpený je novotvorený albit a turmalín. Ďalším charakteristickým znakom je výskyt podradného množstva (zväčša do 0,1 %) uhlikatej hmoty (UH), ktorá im dáva sivé až tmavosivé sfarbenie. Z geochemického hľadiska je zaujímavý zvýšený obsah Sb, Au, As, W a niektorých ďalších kovov.

Okrem hornín obsahujúcich uhlikatú hmotu sú v mape vyznačené aj dvojsľudné pararuly s grafitickou prímесou,

v ktorých sú ložiská a výskyty Sb-Au rúd pri Medzibrode a v Suchej doline. Pararuly majú často fylitový až fylonitový vzhľad, no prítomnosť temer dokonale vykryštalizovaného grafitu vo fylonitových varietách svedčí o strednej až vysokej metamorfóze, takže svoj fylonitický charakter museli nadobudnúť až pri neskoršej diaforéze.

Spomenuté horniny majú nižšiu odolnosť voči zvetrávaniu ako okolité okaté ruly, nebulity alebo amfibolity, a preto v odkryvoch vystupujú iba zriedka. Najzachovanejšie sa našli v nových zárezov lesných ciest, v materiáli z prieskumných vrtov a v niektorých štôľňach. Dvojsľudné pararuly s grafitickou prímесou a fylonity sa zväčša vyskytujú v údoliach a bývajú prekryté sutinami a nánosmi potokov a preto sa pri ich mapovaní využili odporové a VP metódy (Vybíral in Vybíral et al., 1986).

Prítomnosť uhlikatej prímеси v problematických horninách sme využili pre uplatnenie metódy grafitového termometra. Opeli sme sa o schopnosť grafitu zachovať si štruktúrne usporiadanie v podmienkach naloženej nízko-teplotnej a teda i retrográdnej premeny. Vyseparované UH sme študovali elementárnou, rtg. difrakčnou, diferenciálnoterpickou, termogravimetrickou, izotopickou analýzou, SEM a TEM. Tieto metódy nám umožnili stanoviť stupeň metamorfózy UH a materských hornín a určiť charakter metamorfózy (Molák et al., 1986, 1989; Molák, 1990; Korikovský a Molák, 1995; Molák et al., v tlači).

Výsledky vcelku zhodne ukázali, že sú vo vzorkách grafitické a subgrafitické druhy UH a v niektorých aj obidva druhy súčasne. Vzhľadom na to, že sa obidva skladajú hlavne z ľahkého izotopu C (Molák a Buchardt, 1996; Molák et al., v tlači), je pravdepodobné, že vznikli premenou organickej hmoty, a to v prvom prípade pri strednej až vysokej a v druhom pri nízkej teplote. Ak sa vyskytujú súčasne obidva druhy UH, možno prítomnosť grafitu vysvetliť resedimentáciou z neznámeho vysokometamorfovaného komplexu a prítomnosť subgrafitického druhu premenou organickej hmoty v podmienkach veľmi nízkej a nízkej metamorfózy.

Po zistení subgrafitických druhov UH sa núka otázka, či nepatria medzi tie zriedkavé nedokonale kryštalické druhy C, ktoré vznikajú vo vysoko metamorfnom prostredí, ako je napríklad šungit, kostrovité kryštály alebo „fullere-

nes". Ale ďalším štúdiom sa vo vzorkách nepodarilo potvrdiť ani jeden z týchto druhov, čo naznačuje, že nízka metamorfóza mala progresívny charakter, prebehla za PT podmienok nepresahujúcich strednú časť fácie zelených brdlíc (Molák et al., v tlači), a teda že tieto problematické horniny sú sedimentárneho pôvodu.

Po roztrhnutí difrakčných pík 002 pri subgrafitických formách UH sme v niektorých vzorkách zistili štyri maximá zodpovedajúce štyrom modifikáciám UH. Je zaujímavé, že aj vzorka UH zo Smolníka, teda z gemerika, sa skladá z rovnakých štyroch modifikácií a navyše obsahuje zhruba rovnaké množstvo ťažkého izotopu C. Aj keď ide o zaujímavú podobnosť, seriózný záver z nej nateraz robiť nemožno.

V kremenno-muskovitickom metapijeskovci sme preskúmali chemické zloženie horninotvorných nerastov, najmä sludy (Molák et al., v tlači), a zistili sme, že sa na hraniciach klastogénnej a nízkometamorfovanej sludy nezotrelí rozdiely ani v jej chemickom zložení, ani vo veľkosti zŕn, čo opäť poukazuje na hranicu medzi anchizonálnymi a epizonálnymi podmienkami jej vzniku, t.j. pri teplote do 300 °C a tlaku do 7 kbar (hlbka prekrytia asi 26 km).

V úsilí korelovať problematické horniny s inými známymi horninami tejto časti Nízkych Tatier sme uvažovali o permo-triasových horninách z oblasti Trangošky a Šifrovej doliny, o svoroch typu Klinisko, o tmavých fylitoch typu Pavčina Lehota (v geotermálnom vrte FGL-1), ako aj o horninách formácie Jánovho grúňa. Najjednoduchšie by bolo hľadať analógiu s prvým typom hornín, ale museli by sa buď ignorovať, alebo pokladať za alochtónne staropaleozoické mikrofosílie, ktoré v nich našla Planderová (1986). Takáto korelácia by mohla vyhovovať aj z hľadiska mechanizmu zavrásnenia týchto hornín do prostredia okatých rúl a nebulitov počas alpínskych tektonických procesov. Na druhej strane korelácia s druhým a tretím typom hornín očividne naráža na problém rozdielného stupňa metamorfózy, lebo tieto horniny - na rozdiel od problematických - obsahujú biotit. Korelácia s horninami formácie Jánovho grúňa zasa viazne na podstatne vyššom podiele vulkanitov v nich. Ako vidno, problematické horniny nemožno jednoznačne korelovať ani s jedným z uvedených litotypov.

V tesnom susedstve problematických hornín sa vyskytujú metasedimenty so zvýšeným obsahom uhličitánov (okolo 5, výnimočne až 30 - 40 %) sideritu a ankeritu. Okrem zloženia týchto uhličitánov sme v horninách preskúmali aj zloženie ďalších horninotvorných minerálov a fázové rovnováhy (Korikovský a Molák, 1995). Spolu výskyt sideritu s ankeritom naznačuje, že metamorfóza nepresiahla podmienky epizóny. Ďalšie poznatky, medzi ktoré patrí i to, že sa v hornine nenachádza novotvorený biotit a že asociácia siderit - pistomezit - breunnerit je stabilná v prítomnosti muskovitu, tiež poukazujú na hranicu anchi/epizóny pri vzniku týchto hornín, teda na teplotu neprekračujúcu 300 °C a tlak 3,5 kbar, čo tentoraz zodpovedá hĺbke prekrytia 12 až 13 km.

Uhličitánové horniny z oblasti Jasenia možno prirovnáť ku grafitoidným karbonátovým horninám na poľskej strane Zápaných Tatier, ktoré opísal Bober et al. (1966), a ku karbonátovým fylitom z Kamenistej doliny, opísaným Spišiakom et al. (1992).

Napriek mnohým nálezom staropaleozoických mikrofosílií v skúmaných horninách nepokladáme otázku ich veku za vyriešenú. Rapant et al. (1986) totiž našli palinomorfy rozličného pôvodu a veku v cirkulujúcej podzemnej vode tejto oblasti, čím autochtonitu mikrofosílií v problematických horninách spochybnil, a to napriek tomu, že tieto horniny majú podstatne menší vekový rozptyl.

Nedávne U/Pb datovanie zirkónu z vulkanitov formácie Jánovho grúňa (Kotov et al., 1996), považovanej za možného staropaleozoického príbuzného metasedimentov v oblasti Jasenia, preukázali mladopaleozoický až mezozoický vek. Ako ukázali výsledky rtg. analýz, zirkón sa vyskytuje aj v problematických metasedimentoch. Ak by sa podarilo zistiť jeho vek, výsledky palinologických datovaní by sa dali konfrontovať.

Literatúra

- Adamia, S., Abesadze, M., Čhotua, T., Kekelia, M. & Cimakuridze, G., 1992: Tectonites in the Variscan crystalline assemblages of the Greater Caucasus and Dumbier massif of Western Carpathians. In: J. Vozár (Ed.): *Paleozoic geodynamic domains in the Tethys*. GÚDŠ Bratislava, 7—19.
- Biely, A. et al., 1993: Regionálna geologická mapa Nízkych Tatier 1:50 000. GÚDŠ Bratislava.
- Bober, L., Gucwa, I. & Wieser, T., 1966: On the origin of graphitoid schists in the Western Tatras. *Archivum Mineral.*, t. XXVI, 1 - 2, 375—397.
- Korikovský, S. P. & Molák, B., 1995: Siderite-ankerite-muscovite metasediments in the Nízke Tatry Mts.: their geological position, phase equilibria and protolith. *Geol. Carpath.*, 46, 4, 217—226.
- Kotov, A. B., Miko, O., Putiš, M., Korikovský, S. P., Salnikova, E. B., Kovach, V. P., Yakovleva, S. Z., Bereznaya, N. G., Král, J. & Krist, E., 1996: U/Pb dating of zircons of postorogenic acid metavolcanics and metasubvolcanics: a record of Permian-Triassic taphrogeny of the West-Carpathian basement. *Geol. Carpath.*, 47, 2, 73—79.
- Michálek, J. et al., 1988: Nízke Tatry, antimonit, zlato. [Záverečná správa.] *Manuskript - archív GSSR*, 237.
- Molák, B., 1990: Sources of metals and timing of W-Au mineralization on southern slopes of the Nízke Tatry Mts. *Ph.D. thesis, Comen. Univ., Bratislava*, 192.
- Molák, B., Miko, O., Planderová, E. & Francú, J., 1986: Staropaleozoické metasedimenty na južných svahoch Nízkych Tatier pri Jasení. *Geol. Práce, Spr.*, 39—64.
- Molák, B., Buchardt, B., Vozárová, A., Ivan, J., Uhrík, B. & Toman, B., 1989: Carbonaceous matter in some metamorphic rocks of the Low Tatra Mts. (West Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 2, 201—230.
- Molák, B. & Buchardt, B., 1996: Stable isotope composition of carbon in selected carbonaceous units of Slovakia with reference to Úrkút (Hungary) and Copperbelt (Zambia) examples. *Slovak Geol. Mag.*, 1, 27—43.
- Molák, B. & Korikovský, S. P. (in press): Quartz-muscovite metasandstones from low-temperature metasedimentary formation of the Nízke Tatry Mts.: mineralogy of white mica and crystallinity of carbon. *Geol. Carpath.*
- Pitoňák, P. & Spišiak, J., 1989: Mineralógia, petrológia a geochemia základných horninových typov širšej oblasti Jasenia-Kyslej. [Záverečná správa.] *Manuskript - archív SAV, Banská Bystrica*.
- Planderová, E., 1986: New knowledge on age of metasediments in the Dumbier crystalline (Jasenie area, Central Slovakia), Low Tatra Mts. *Mineralia Slov.*, 18, 3, 237—251.
- Rapant, S., Planderová, E. & Bodiš, D., 1986: Application of palynology in geochemistry. *Mineralia Slov.*, 18, 1, 79—88.
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1986: Štúdium litológie a metamorfózy vulkanosedimentárneho komplexu nízkotatranského kryštalinika. *Manuskript - archív GÚ SAV, Banská Bystrica*.
- Spišiak, J., Čaňo, F., Hovorka, D., Hrnčár, A. & Pitoňák, P., 1992: Carbonate-bearing phyllite in the Kamenistá dolina valley; Veporic unit, West Carpathians. *Mineralia Slov.*, 24, 1-2, 115—120.
- Vybíral, V., Okál, B., Jančí, J., Deščík, M., Glova, D., Michálek, J. & Mudráková, M., 1986: Nízke Tatry Sb - juh. (III. a IV. etapa, geofyzikálne práce). *Manuskript - archív GSSR*, 71.

Štruktúrno-geologické a mineralogické zhodnotenie Sb ložiska Dúbrava

JOZEF MICHÁLEK¹ a MARTIN CHOVAN²

¹EnviGeo, s.r.o., Kynceľova 10, 975 90 Banská Bystrica

²Katedra mineralógie a petrológie, Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené v októbri 1997, revidovaná verzia doručená 19. 1. 1998)

Structural-geological and mineralogical evaluation of the Sb deposit Dúbrava

There are three ore districts in the Western Carpathians, which rank among the group of historic mining areas. Mining activities in these areas have been carried out with short breaks since the 13th century, in connection with exploitation of other ore materials, especially precious metal mineralization. According to Prof. L. Rozložník view, antimonite is a typical ore mineral of Slovakia. This can be documented by Bychover's data, that in 1904 Hungary - its Slovakian part, was the main producer of antimonite in Europe. In accordance with available documents, the deposits Dúbrava had been on leading position in exploitation of Sb-ores in the West Carpathian region. About 25 kilotons of Sb metal had been extracted from this deposit, which ranks it among medium sized world antimony deposits.

The article is giving synthesis of knowledge on the Dúbrava deposit, that was collected during extensive geological prospecting and exploitation of the deposit in 1970-1991. After this successful period, with regard to economical conditions, the exploitation was closed and the deposit abandoned.

Key words: ore deposits, Nízke Tatry Mts.

História a všeobecné údaje o ložisku

Stanoviť presný začiatok baníctva na ložisku Dúbrava a v jeho blízkom okolí nemožno, ale je veľmi pravdepodobné, že sa tam banská činnosť začala v rovnakom čase ako na ostatných ložiskách v Nízkych Tatrách (napr. na Magurke), a to v súvislosti s kutaním na Cu, Fe a drahé kovy, teda v čase prvej saskej kolonizácie v polovici 13. stor. Ložisko Dúbrava a jeho blízke okolie je banským revírom už šesť storočí a malo obdobie rozkvetu i úpadku.

V zhode s prvými opismi starých banských diel z 1. pol. 18. stor. predpokladáme, že sa v ranom období kutalo v žilách so striebronosným tetradritom v úseku Lubelská, Predpekelná, Matošovec a Kamenisté - Brestová. Podobne možno predpokladať aj ryžoviská v doline Križianky, hoci ich stopy v teréne nie sú jednoznačné. Podľa nás sa v ranom období z ložiska Dúbrava získalo okolo 300 kg Ag, 1500 kg Cu a do 10 kg Au.

Začiatky priemyselného zužitkovania Sb sa kladú na koniec 17. stor. Sb sa používal najprv v lekárnictve, najviac asi v alchýmii, a postupne sa hlavným odvetvím jeho spotreby stala metalurgia (špeciálne zliatiny, prísada do zliatin).

O strelných prácach na Dúbrave a okolí niet záznamov, ale predpokladáme, že sa v 2. pol. 18. stor. zaviedli na všetkých rudných lokalitách Slovenska, a teda aj tu. Bolo to aj obdobie vzniku rodinných ťažiarских spoločností a banických dynastií. Najvýznamnejšie rodiny mali korene v Liptove a smelo ich možno zaradiť do slovenskej vetvy uhorskej šľachty (ich mená nesie rad starých štôlní, napr.

Bielopotocká, Trangus, Kubíny). Najstarším údajom o ložisku je zápis z roku 1711, ktorým sa dáva banský údel Jurajovi Pavlovi Ježovičovi v úseku Lubela. Ale už v tom čase jestvovali aj opustené kutacie štôlnie, čo nesporne posúva začiatky banskej činnosti na Dúbrave do starších dôb a je logické predpokladať časovo jednotný vývoj liptovského baníctva, t.j. spolu s baníctvom na Magurke, ako priamy výsledok 1. nemeckej kolonizácie v pol. 13. stor.

Údaje o ťažbe Sb rudy a výrobe antimonitu (tzv. crudum) nie sú veľmi spoľahlivé, ale podľa Sombathyho et al. (1969) sa v rokoch 1753 až 1915 z Dúbravy a okolia vyrobilo 3749 t Sb kovu. Údaje o produkcii Au a Ag takmer nie sú, ale analogicky podľa súčasných údajov o kvalite ťaženej rudy predpokladáme, že sa v rovnakom období získalo do 100 kg Au a 1500 kg Ag.

Novodobé obdobie ložiska trvá od roku 1915 po súčasnosť. Je to obdobie Rakúsko-Uhorska, svetových vojen, vzniku, trvania i rozpadu ČSR. Tieto udalosti mali vo všeobecnosti negatívny vplyv na prieskum i exploataciu. Bol to logický dôsledok zmien vlastníckych práv, organizácie banskej činnosti a orientácie výroby na ložisku.

V 30. rokoch bolo antimonitové baníctvo na Slovensku významné objemom ťažby a výroby kovu, úplne pokrylo domácu spotrebu a značná časť vyrobeného produktu (crudum, regulus) sa úspešne exportovala. Výrobu priaznivo ovplyvnila rekonštrukcia huty vo Vajskovej roku 1930, kde sa zaviedla aj technológia na získavanie Au.

Majiteľom najvýznamnejších ložísk na Slovensku po 1. svetovej vojne bola firma A. Odendall a spol. vo Viedni. Ložiská od nej postupne preberala nová spoločnosť Anti-

monitové banícke a hutnícke závody so sídlom vo Vajskovej a neskôr v Banskej Bystrici. Dúbrava prešla pod jej správu roku 1941, čo bol asi zásadný kvalitatívny zlom v histórii ložiska, lebo v tom období boli položené nové základy technickej úrovne ťažby a neskôr aj úpravy, aká v hlavných črtách pretrváva doteraz. Súčasne s otvorením niektorých starých štôlní sa ťažil aj troskový materiál po vyciedzaní (dolina Lubelská - Kraľovienka, troska pred štôľňou Flotačná, Vedro). Pre vojnové udalosti bola flotačná úpravňa dokončená až roku 1948, pričom značnú časť jej technického vybavenia previezli z Medzibrodu, kde mala začiatočnú kapacitu 50 t/24 hod. (Sombathy a Michalenko, 1969). Odvtedy sa z ložiska ťažili dva druhy rudy, a to kusová (ručne preberaná) s kvalitou 20-50 % Sb a flotačná s kvalitou 5,0 % Sb (roku 1948). Kvalita flotačnej rudy postupne klesla až na 1,45 % Sb (roku 1990). Osobitné spracúvanie dvoch typov rudy trvalo až do roku 1965 a odvtedy sa ťaží len flotačná ruda, pričom je z ťažko pochopiteľných príčin finálnym produktom iba monominerálny antimonitový koncentrát. Obsah Au v koncentráte sa prestal sledovať a preplácať roku 1962, hoci niektoré úseky dlhodobo exploatovaných žíl mali významnú akumuláciu Au mineralizácie. Podobne to bolo aj s akumuláciami Ag. Ag sa viaže na tetradrit, ktorý v istých častiach žíl prevláda nad antimonitom, ba býva aj jediným rudným minerálom. A pretože Cu kvalitu antimonitového koncentrátu znižovala, tetradrit (spolu s Ag) sa už pri exploatacii cieľavedomo vylučoval, t. j. nechával sa v opustených blokoch, resp. pilieroch. To boli asi hlavné príčiny, že sa na ložisku Dúbrava produkoval antimonitový koncentrát vysokej kvality, v ktorom obsah Sb v histórii flotačnej úpravy nikdy neklesol pod 50 %.

Štruktúro-tektonická pozícia Sb ložísk v Ľumbierskom kryštaliniku

Ložiská Sb rúd v Nízkych Tatrách sú v kryštalickej bridliciach a v granitoidných horninách. Prevládajú žilné a v menšej miere sú zastúpené žilnikovoimpregnačné typy. Podľa geologických a geografických znakov sa rozlišujú dva štruktúrne systémy Sb ložísk, a to v závislosti od povahy kontrolujúcej tektonickej línie smeru S-J (SSZ-JJV) a V-Z (SV-JZ).

Najdôležitejším Sb ložiskom Ľumbierskej časti Nízkych Tatier je na severných svahoch Magurka a Dúbrava a na južných Medzibrod a Lom s viacerými indíciami v ich okolí.

Okrem štruktúro-morfologických znakov je pre ložiská a indície Sb mineralizácie v Ľumbierskej časti Nízkych Tatier typická prítomnosť troch hlavných minerálnych asociácií.

1. Kremeňovo-pyritovo-arzenopyritová asociácia je zastúpená vo všetkých ložiskách a výskytoch vo forme samostatných žíl s svetlosivého kremeňa so žilkami, agregátmi a impregnáciami pyritu (jemnozrnný aj hrubokryštalický) a arzenopyritu. Jej súčasťou sú akumulácie Au v podobe zriedkavých zlatínok v pyrite a arzenopyrite a výnimočne aj v kremeň (Magurka, Sopotníčka, Sopotnica).

2. Kremeňovo-antimonitová asociácia s hlavným antimonitom sa vyskytuje vo forme žíl, žiliek, šošoviek

a impregnácií v kremeň so sprievodným pyritom, sporadicky zinckenitom, sfaleritom, galenitom, boulangeritom, jamesonitom a Fe dolomitom.

3. Baryto-Fe dolomitovo-tetradritová asociácia je s najvýznamnejším tetradritom a so sprievodným pyritom, chalkopyritom, chalkostibitom, sulfosolami, Pb, Cu, Fe dolomitom a barytom.

Charakter horninového prostredia

Ložisko Dúbrava sa nachádza v Ľumbierskej časti Nízkych Tatier na oboch stranách doliny Križianka v horninách Ľumbierskeho kryštaliniku, ktoré zastupuje hlavne granit až granodiority prašivského typu s vývojom viacerých variet a podtypov, žíl aplitov a pegmatitov, dioritických hornín a bazanitov (obr. 1). Granitoidný masív sa v severnej časti stýka s horninovými komplexmi obalového mezozoika Červenej Magury, do ktorých ložisko Dúbrava nezasahuje. Súčasťou ložiskového územia sú aj kvartérne uloženiny fluvialneho a fluvio-glaciálneho pôvodu.

Granitové aplity prevládajú nad pegmatitmi a majú nižší obsah Ni, B, Sr a prvkov vzácnych zemín ako granit. Pri aplitoch možno pozorovať obohatenie o ľahké vzácne zeminy a výraznú negatívnu Eu anomáliu (Spišiak a Pitoňák in Chovan, ed., 1990). Pegmatity majú podobný charakter ako v ostatných lokalitách Ľumbierskeho kryštaliniku, sú málo diferencované a vystupujú v kryštalickej horninách alebo v granite (Dávidová, 1997).

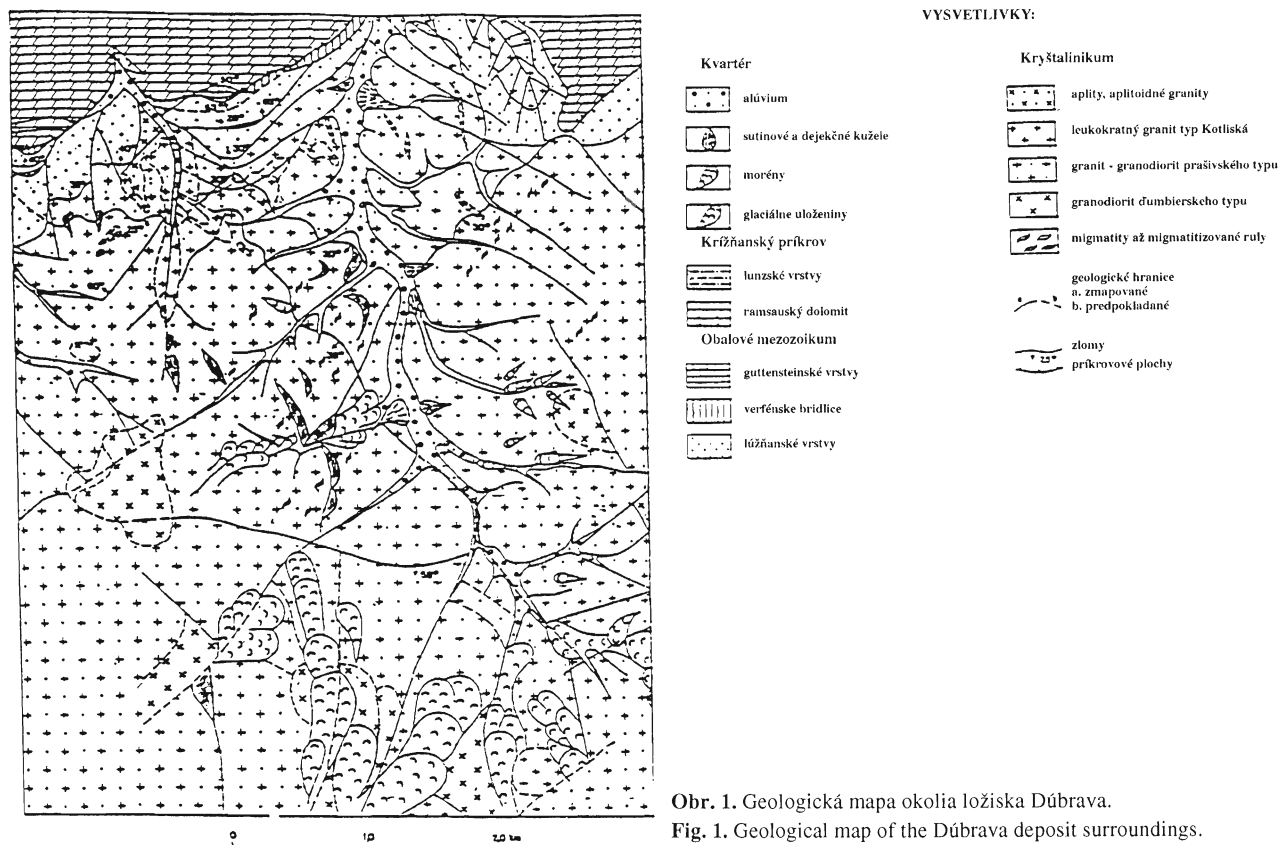
V niektorých častiach ložiskového územia vystupujú relikt kryštalickej plášte vo forme xenolitov, polôh až pásiem migmatitov, ruly a amfibolickej ruly. Typickým znakom týchto telies je prednostná orientácia plôch S_1 kryštalizačnej bridličnatosti s hodnotou smeru sklonu 300-330° a s veľkosťou sklonu 55°. S okolitými granitoidmi majú ostré kontakty a prechody až po jasné znaky interakcie, resorpcie a asimilácie. Oproti granitoidom obsahujú viac plagioklasov, biotitu a amfibolov, menej kremeňa a K živca. Odlišujú sa aj textúrnymi znakmi a chemickým zložením, majú menej SiO_2 , viac TiO_2 , MgO a CaO a vyšší obsah TR bez Eu anomálie.

Dioritické horniny sú zriedkavé a podobajú sa amfibolickej rule, ale odlišujú sa štruktúrou a sčasti aj minerálnym a chemickým zložením. Rozlíšiť možno dva typy, a to jednak diority ako najbázickejšie diferenciáty nízkotatranského plutónu a jednak diority tvoriace xenolity v granitoidoch a pravdepodobne predstavujúce rozlične resorbované a asimilované bazické horniny metamorfovaného plášte (Spišiak a Pitoňák, l. c.).

Podľa chemizmu dajky bazaltového zloženia v granitoidoch ložiskovej oblasti zodpovedajú bazanitom (Spišiak et al., 1991).

Hydrotermálna mineralizácia

Prienik hydrotermálnych fluid sa prejavil v celom ložisku, a tak sú prakticky všetky horniny alterované. Alterácia v okolí kremeňovo-sulfidických žíl minerálnou paragenézou zodpovedá alteráciám typu scitizácie a podľa jej intenzity možno vyčleniť tri zóny: I. slabá premena -



Obr. 1. Geologická mapa okolia ložiska Dúbrava.

Fig. 1. Geological map of the Dúbrava deposit surroundings.

chloritizácia, II. stredná premena - muskovitizácia, III. silná premena - illitizácia a karbonatizácia (vyskytuje sa v tesnej blízkosti hydrotermálnych žíl). Zóny majú spravidla cm až dm mocnosť, vyvinuli sa v blízkosti hydrotermálnych žíl, ako aj v okolí puklín. Hydrotermálna premena okolitých hornín sa pod vplyvom nízkotermálnych roztokov prejavila vznikom illitu. Teplota vzniku tejto minerálnej paragenézy sa odhaduje na 100-150 °C (Orvošová et al., 1997).

V hydrotermálnych žilách ložiska Dúbrava sa identifikovali tieto minerály:

Hlavné: antimonit, pyrit.

Vedľajšie: scheelit, molybdenit, rutil, bizmutín, tetradymit, pyrotín, Ni-sulfid(?), argentit, Au, arzenopyrit, sfalerit, zinckenit, placionit, robinsonit, heteromorfit, semseyit, jamesonit (?), boulangerit, galenit, Sb, senarmontit, tetradrit, bournonit, chalkostibit, chalkopyrit, „horobetsuit“, Bi-Sb-Pb sulfosoli, hematit, magnetit, markazit.

Nerudné: kremeň, Fe dolomit, baryt, stroncianit, kalcit, aragonit, siderit, monazit, illit, kaolínit, montmorillonit, smektit.

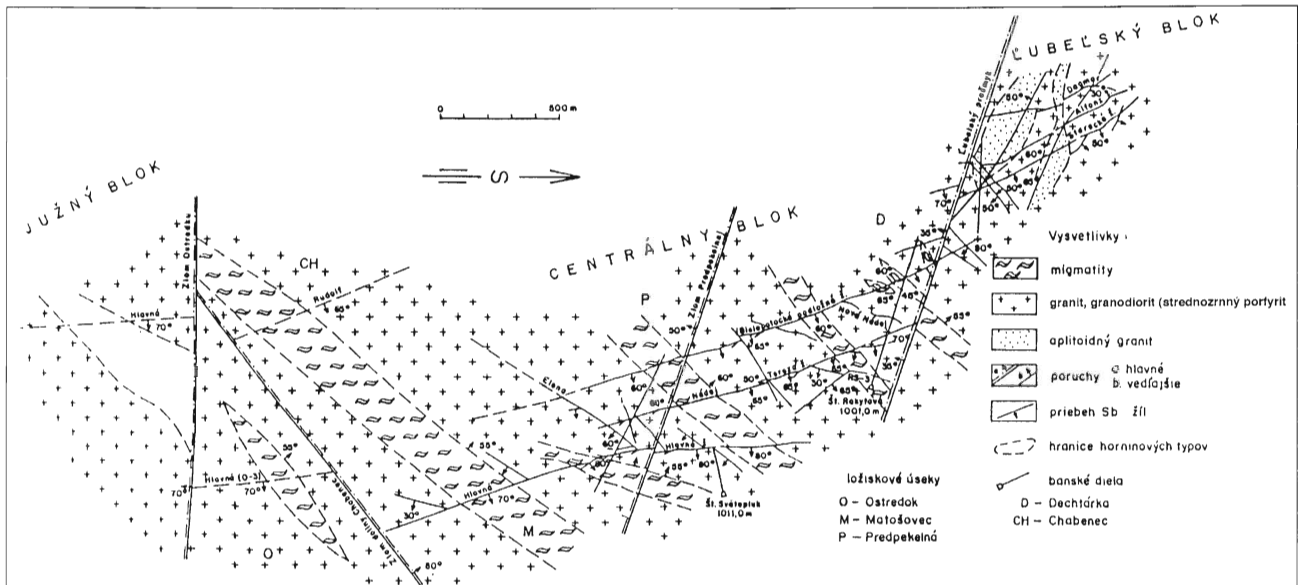
Sekundárne: romeit, stibiokonit, valentinit, bindheimit, cervanit, Sb okre, malachit, limonit.

V ložisku Dúbrava prevládajú kremeňovo-sulfidické žily. Vznikali vyplňaním disjunktívnych štruktúr. Zriedkavejšie sú impregnačné a žilníkové rudy, ktoré sa vyskytujú najmä v prižilných, tektonicky porušených zónach.

Žily majú často páskovanú symetrickú aj nesymetrickú textúru. Masívna textúra je charakteristická pre monominerálne antimonitové, prípadne zinckenitové rudy. Zriedkavejšia je kokardová a brekciová textúra. Na základe štúdia textúry rudy možno na ložisku Dúbrava vyčleniť dve etapy mineralizácie (Chovan, 1990), v rámci ktorých vznikali hydrotermálne žily odlišné vekom, štruktúrnym plánom a minerálnou výplňou. Postupnosť kryštalizácie minerálov, vekový výťah minerálnych období znázorňuje sukcesná schéma (obr. 4). Predstavu o postupnom vývoji fluid v závislosti od zmeny teplotných a tlakových podmienok možno vyjadriť piatimi štádiami mineralizácie (obr. 5).

V staršej, prvej etape (I) vznikli kremeňovo-pyritové žily (1A. Qz+Py; obr. 5). Majú smer V-Z, krátku smernú dĺžku a mocnosť do 10 cm, zriedka viac. Ak sú v migmatitoch, býva v nich scheelit tvoriaci impregnácie v kremeni a v pyrite. V kremeni sa ojedinele zistilo Au (Chovan a Michálek, 1988). Zriedkavé sú kremeňové žily s molybdenitom a pyritom, ktoré sa zistili v granitoidoch na viacerých miestach ložiska (1B. Qz+Mo+Py; obr. 5).

Žily prvej etapy (I) mineralizácie sa nezistili v žilách druhej etapy (II). Navzájom sú oddelené tektonicky a na všetkých zistených výskytoch kríženia žíl sa potvrdil mladší vek druhej etapy. V kremeňových žilách so scheelitom aj v žilkách s molybdenitom sa ojedinele zistila mladšia sulfidická mineralizácia s tetradritom, chalkostibitom, chalkopyritom a bizmutínom.



Obr. 2. Štruktúro-ložisková schéma ložiska Dúbrava na úrovni 1100 m n. m.

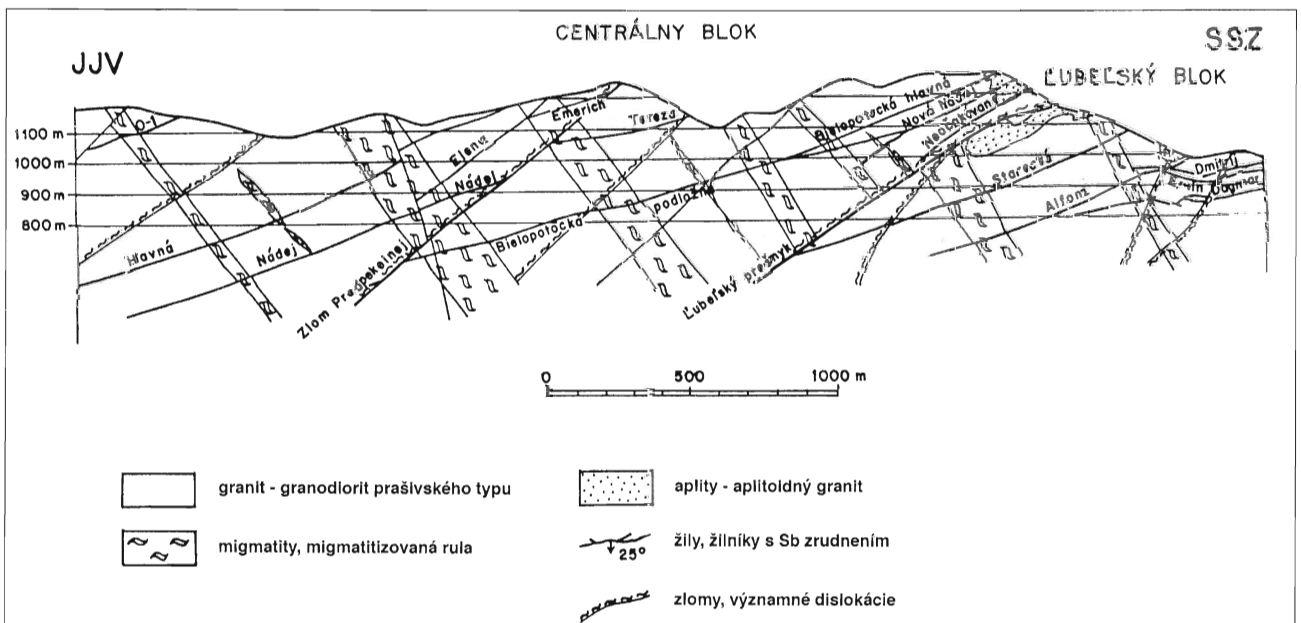
Fig. 2. Structural-deposit scheme of the Dúbrava deposit, mining level 1100 m above sea-level.

Mladšie minerálne paragenézy zahrňame do druhej etapy (II) mineralizácie, ktorá mala pulzačný charakter vzniku, súvisiaci s obnovením tektonických pohybov. V období medzi nimi prebiehal rudotvorný proces, počas ktorého sa vylúčili minerály v poradí zodpovedajúcom fyzikálnochemickým podmienkam. Prejavilo sa to vznikom štyroch mineralizačných období (obr. 4).

Žily prvej pyritovej periódy tvorí sivý kremeň a drobnozrnný pyrit, často usporiadaný do pruhov. Spolu s pyritom sa niekedy vyskytuje hypidiomorfný až idiomorfný arzenopyrit (obr. 5; 2. Qz+Asp+Au). Pyrit a arzenopyrit

pomerne často tvoria impregnácie v okolitých hydrotermálne premenených horninách. „Neviditeľné“ Au sa koncentruje najmä v arzenopyrite (priemerný obsah 100 ppm), zriedkavejšie v pyrite. Časť Au sa však neviaže chemicky, ale zriedka vystupuje v podobe zrní. Rýdzosť Au je vysoká. Jedinou prímiesou je Ag s obsahom 4,05 - 7,2 hmot. % (Ragan in Chovan, ed., 1990; Andráš a Ragan, 1995). Au sa vyskytuje aj v náplavoch Križianky, no veľmi zriedka.

Minerály antimonitovej periódy, t.j. zinčenit a ďalšie Pb-Sb sulfosolí, sa prerastajú s antimonitom alebo spolu



Obr. 3. Pozdĺžny rez ložiskom Dúbrava.

Fig. 3. Longitudinal section through the Dúbrava deposit.

Minerály	I. Scheelitová etapa			II. Sulfidická etapa				Zvetrávanie	
				1. py-asp	2. antimonitová perióda sfaleritovo- zinckenitová subperióda	antimonitová subperióda	3. tetraedritová perióda		4. barytová perióda
kremeň									
Fe dolomit									
siderit									
baryt									
kalcit									
aragonit									
stroncianit									
molybdenit									
scheelit									
pyrit									
arzenopyrit									
pyrotín									
Ni sulfid									
argentit									
zlato									
sfalerit									
zinckenit									
Pb Sb sulfosoli									
galenit									
antimonit									
antimón									
senarmontit									
tetraedrit									
bournonit									
jamesonit									
bizmutín									
tetradymit									
chalkopyrit									
chalkostibit									
horobetsuit									
Bi jamesonit									
hematit									
magnetit									
markazit									
Sb sek.									
Cu sek.									
goethit									

Obr. 4. Sukcesná schéma mineralizácie na ložisku Dúbrava (upravené podľa Chovana, 1990).

Fig. 4. Succession scheme of mineralization in the Dúbrava deposit.

s kremeňom, Fe dolomitom a sfaleritom vytvárajú samostatné žilky (obr. 5; 3. Qz+Sph, Qz+Sb+Py). Pyrit ako jeden z najstarších minerálov 2. periódy je často koncentricky alebo sektorovo zonálny. Do rastových zón a puklín vnikajú mladšie sulfidy, hlavne zinckenit, niekedy antimonit.

Antimonit vytvára hniezda a šošovky s masívnou textúrou až metrových rozmerov. Zriedkavý je hrubostlpcovitý antimonit. V odrazenom svetle má najčastejšie mozaikovitú štruktúru a časté sú tlakové lamely vretenovitého tvaru. Veľké kryštály antimonitu sú zvyčajne tlakovo deformované a okolo nich rekryštalizáciou vzniká mladší antimonit, často bez znakov tlakovej deformácie. Spektrochemickou analýzou sa v ňom zistil stály a vysoký obsah Pb. Nižší je obsah Fe a Cu.

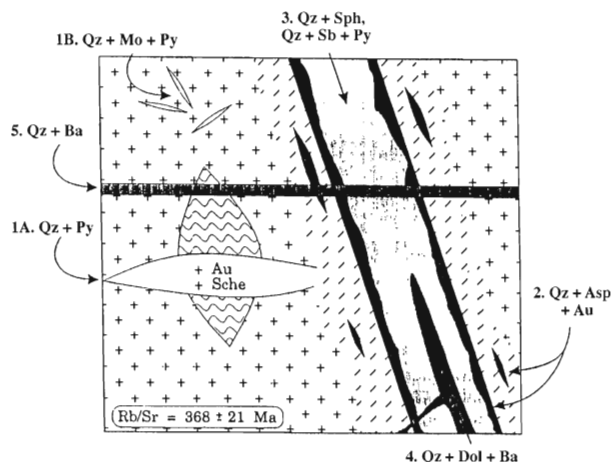
Tretiu, tetraedritovú periódu tvoria kremeňovo-Fe dolomitové žily s barytom, tetraedritom, pyritom a ďalšími

sulfidmi (obr. 5; 4. Qz+Dol+Ba). Žily sú mocné do 20 cm, vyskytujú sa v hlavných antimonitových žilách alebo sú samostatnými žilami s iným štruktúrnym postavením. Najrozšírenejším rudným minerálom je tetraedrit. Má 2-4 % tennantitovej molekuly, zvýšený obsah Ag (v priemere 2 hm. %), ktoré sa izomorfne zastupuje s Cu, a vyšší obsah Zn ako Fe. Chalkostibit, Pb-Sb-Bi sulfosoli a pyrit metasomaticky zatlačujú tetraedrit.

Štvrtá, barytová perióda je najmladšia. Tvorí samostatné barytové žily alebo preniká cez staršie mineralizácie drobnými žilkami.

Väzba Au, Ag a Bi

Najvyšší obsah Au je v rudnине 1. periódy mineralizácie. V dvadsiatich otlkových vzorkách prvej pyritovo-



Obr. 5. Grafická schéma postupnosti kryštalizácie rudných mineralizácií ložiska (Chovan a Hurai, 1994). Qz - kremeň, Dol - dolomit, Mo - molybdenit, Py - pyrit, Au - zlato, Sche - scheelit, Sph - sfalerit, Sb - antimonit, Asp - arzenopyrit, Ba - baryt, ++ - granodiorit, --- hydrotermálne alterované zóny, vlnovky - migmatit.

Fig.5. Succession scheme of ore mineral crystallization in the Dúbrava deposit (Chovan and Hurai, 1994). Qz - quartz, Dol - dolomite, Mo - molybdenite, Py - pyrite, Au - gold, Sche - scheelite, Sph - sphalerite, Sb - antimonite, Asp - arsenopyrite, Ba - baryte, ++ - granodiorite, --- hydrothermally altered zones, pantiles - migmatite.

arzenopyritovej periódy z úseku Lubefská je priemerný obsah Au 4,85 ppm (Chovan, ed., 1990). Au sa viaže predovšetkým na arzenopyrit, redšie na pyrit. Oveľa nižší obsah má v ďalších sulfidoch a v kremeň. Jeho najväčšia časť vystupuje ako „neviditeľné“ Au v arzenopyrite. Zóny žilnikovoimpregnačných prížilných telies majú okrem vyššieho obsahu Sb anomálne zvýšený obsah Au, spôsobený intenzívnou arzenopyritizáciou hydrotermálne premenených okolitých hornín.

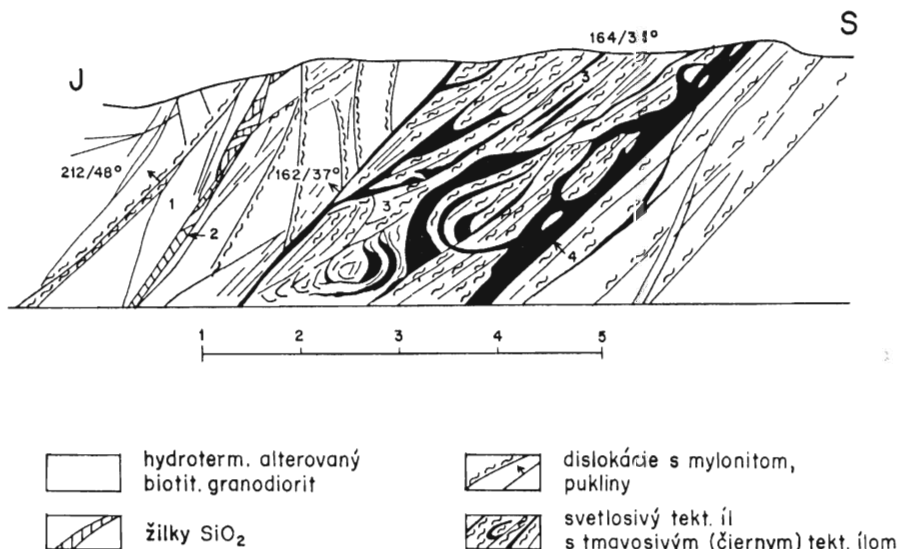
Tetraeditová mineralizácia je perspektívnou rudou Ag (priemer Ag v 43 otlkových vzorkách z rôznych častí ložiska je 664 ppm) a čiastočne aj Bi (295 ppm). Vysoký obsah

Ag sa zistil aj v zinckenitovej mineralizácii (okolo 200 ppm). Ag vstupuje do kryštálovej štruktúry tetraeditu, Pb-Sb-Bi sulfosolí a do zinckenitu. Bi sa vyskytuje hlavne v Bi chalkostibite, Pb-Sb-Bi sulfosoliach a v „horobetsuite“. Terénny výskum ukázal, že tetraeditové žily majú často vlastný štruktúrny plán (tab. 1, prvý žilný diagonálny systém) a banský sa nesledovali (Chovan, ed., 1990).

Vznik mineralizácie

Celkové rozpätie hodnoty $\delta^{34}\text{S}$ sulfidov (antimonit, sfalerit, pyrit) je od - 1,7 do + 6,3 $\delta^{34}\text{S}$ (Sachan a Kantor, 1990). Vylúčiť nemožno ani uplatnenie sa magmatickej (plášťovej) S, hlavne pri najstaršej generácii vysokotermálneho pyritu, a hádam ani pri sfalerite, avšak veľmi dôležitú úlohu pri vzniku sulfidov mala kôrová S. Baryt ako najmladší minerál poskytol $\delta^{34}\text{S}$ v rozmedzí + 18 až + 30 ‰. Možno to vysvetliť dvojakým zdrojom sulfátovej S - oxidáciou sulfidických fluid hlbšieho pôvodu a odvedením fluid a prínosu sulfátov z evaporitov alebo morskej vody s izotopicky ťažkou S.

Fluidné inklúzie v kremeň dosahujú 1-5 μm a pri izbovej teplote sú väčšinou dvojfázové, pričom „plynnú“ fázu tvorí nasýtená para vodného roztoku alebo kvapalnú CO_2 . Kvapalnú fázu tvorí vodný roztok solí. V každej mineralizácii sa zistil vodný roztok NaCl a KCl. Pre poslednú, barytovú sú typické roztoky s vysokým obsahom CaCl_2 a pre vysokotermálne paragenézy s molybdenitom, scheelitom a arzenopyritom aj roztoky s vysokým podielom CO_2 . Kryštalizačná teplota nebola nižšia ako 315-355 $^{\circ}\text{C}$ a tlak nižší ako 200 MPa. Inklúzie CO_2 s vysokou hustotou indikujú vysoký tlak pri kryštalizácii, typický skôr pre metamorfné podmienky. Pre staršie vysokotermálne mineralizácie (T 300-400 $^{\circ}\text{C}$) je charakteristický rast salinity roztokov pri súčasnom poklese teploty, čo mohlo spôsobiť uvoľňovanie prechavých komponentov (CO_2), prípadne zvyšovanie salinity roztokov počas varu. Arzenopyritovým termometrom (Sachan a Chovan, 1991) sa získali hodnoty okolo 400 $^{\circ}\text{C}$. Kryštalizačná teplota náhle



Obr. 6. Geologická dokumentácia lubefského prešmyku v štólni Spodná Ignác.

Fig. 6. Sketch of Lubefa thrust fault in the Spodná Ignác adit.

Tab. 1
Vzťah žilných systémov a minerálnych asociácií ložiska Dúbrava
Relation of vein systems and mineral associations of Dúbrava deposit

Štruktúrny systém	Ložiskový význam	Mineralizačná perióda	Hlavné rudné minerály
systém hlavných žíl prvý diagonálny žilný systém druhý diagonálny žilný systém priechny žilný systém	prvoradý prvoradý bezvýznamný významný	pyritová, antimonitová antimonitová, tetraedritová barytová scheelitová	py, asp, stb stb, py, zk, sp, td, cb, bo, ccp, bl ba, Fe dol, hem shee, asp, py, bm

poklesla pri druhej perióde (antimonitovej). Pri nej sa zistila teplota pod 170 °C a priemer 140 °C. Tu sa podobne ako v mladšej tetraedritovej a barytovej perióde (teplota homogenizácie fluidných inklúzií je 160-100 °C) zreteľne prejavuje vplyv miešania vody meteorického a formačného pôvodu. Svedčí o tom trend klesania teploty zároveň s poklesom teploty homogenizácie (Chovan et al., 1995).

Vysoký obsah CaCl_2 v barytovej perióde môže indikovať pôvod roztokov v evaporitoch (perm - trias), čo je v súlade s výsledkami štúdia izotopov S. Je to zároveň cenný údaj o veku mineralizácie.

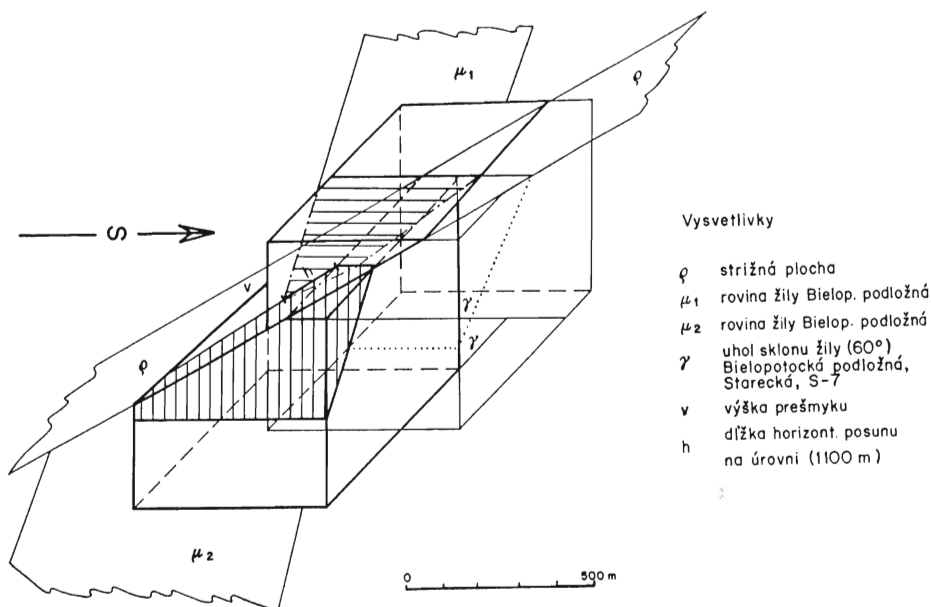
Pomerne vysoké hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ (od + 3,3 do + 8,5) sa stanovili (Chovan et al., 1995) pre vodu v rovnováhe s kremeňom scheelitového a arzenopyritového štádia. Tu predpokladáme prevahu metamorfnej (príp. magmatickej) vody vo vysokoteplotných roztokoch bohatých na CO_2 . Hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ medzi - 9,3 a + 1,5 sa stanovili pre vodu v rovnováhe s kremeňom, ktorý asociuje so sfaleritom, tetraedritom a barytom. Potvrdzujú predpoklad o prítomnosti ľahších meteorických fluid v mineralizačných roztokoch mladších minerálnych asociácií.

Štruktúrna pozícia a genéza ložiska

Štruktúrnym základom ložiska Dúbrava je križiansky zlom na osi doliny Križianka v smere SSZ-JJV, ktorý

patrí do skupiny mýtňanského zlomového systému (Kubíny, 1973). Na báze sprievodnej puklinatosti križianskeho zlomu boli založené strižné pukliny troch systémov. Paralelné, diagonálne a priečne strižné systémy vyvinuté v kulisovitom párovom usporiadaní k línii križianskeho zlomu predstavujú plošné štruktúry krehkej a krehko-duktilnej deformácie s viacnásobnou reaktiváciou v troch štádiách (predrudné, interrudné, porudné). Procesy štádií mali na tvorbu a povahu všetkých štruktúrnych členov hlavného ložiskového pruhu úzko špecifikovaný vplyv. Uvedené systémy sú základnými stavebnými jednotkami hlavného ložiskového pruhu, ktorý priečne zlomy rozdeľujú na lubelský, centrálny a južný tektonický blok. Kvalitatívne rozdiely v ich vývoji sú v prvom rade výsledkom heterogenity horninového komplexu, ktorý zároveň podstatne ovplyvňuje kvalitu a charakter minerálnych asociácií.

Hlavnými žilnými štruktúrami sú línie s generálnym smerom SSZ-JJV a reprezentujú ich pásma zbridičnenia, dosahujúce v priečnom smere mocnosť do prvej desiatky metrov a v extrémnych prípadoch až do 20 m. Výplň tvoria produkty dynamometamorfózy okolitých hornín s naloženou rudnou aj nerudnou mineralizáciou. Hlavné žilné štruktúry sú spravidla dlhšie ako 1,5 km, ojedinále až 3,5 km. Klasickým územím vývoja hlavných žilných štruktúr je centrálny blok, kde sú aj najbohatšie zastúpené (obr. 2, 3).



Obr. 7. Blokdiagram lubelského prešmyku.

Fig. 7. Block-diagram of the Lubelska thrust fault.

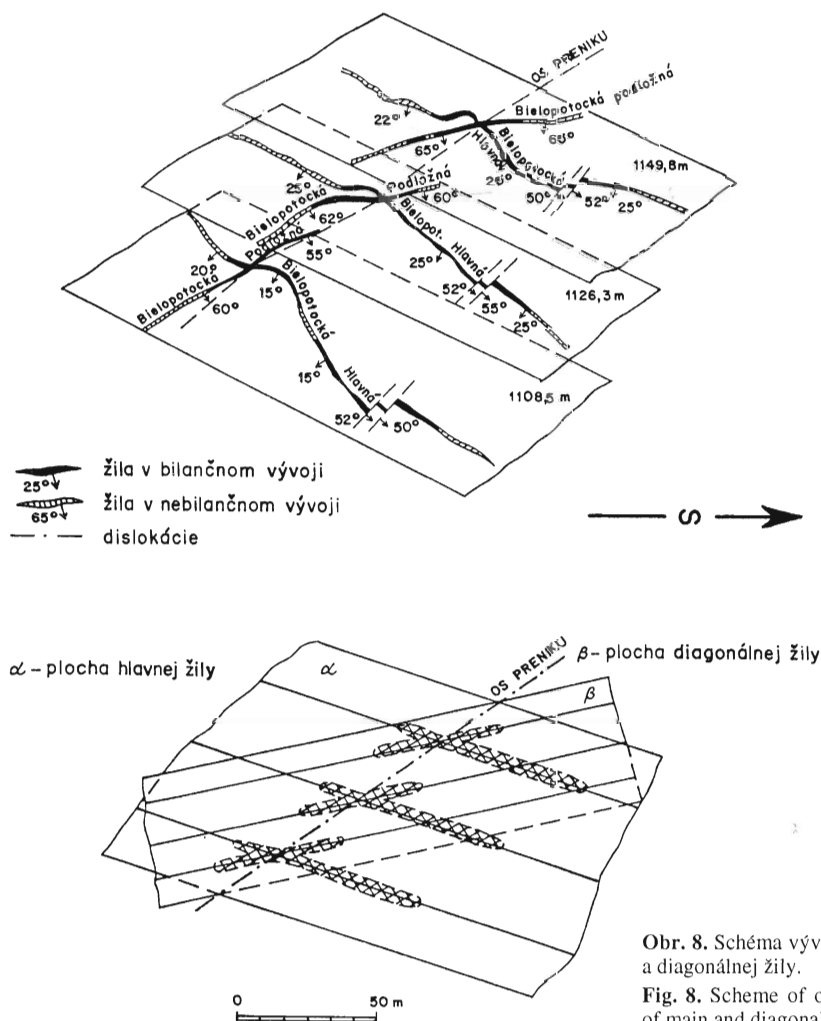
Diagonálny systém reprezentujú línie a žily prvého diagonálneho systému smeru SV-JZ a druhého smeru SZ-JV. S hlavnými žilnými štruktúrami zvierajú uhol 40-60° s prevládajúcim sklonom 20-35° na JV a JZ. Tento žilný systém má v hlavnom ložiskovom pruhu najvyššie zastúpenie a zároveň je v banských dielach najlepšie zdokumentovaný.

Do tejto skupiny v prvom rade patria rudné telesá na križovaní sa hlavných strižných a diagonálnych systémov. Syntézou pozorovaní sa dokázalo, že vývoj primárnych rudných telies - stĺpov je zákonitý a podmienený vzájomným prienikom hlavných a diagonálnych žíl prvého systému v smere SV-JZ. Druhý diagonálny systém je z hľadiska rudných akumulácií bezvýznamný. Vyhľadávanie a overovanie žíl prvého systému tu bolo vždy prvoradé, lebo bol stále hlavným zdrojom najkvalitnejšej antimonitovej rudy (obr. 8).

Pre kulisovité usporiadanie hlavných žíl sa v niektorých častiach hlavného ložiskového pruhu vyskytujú dve aj viac hlavných žíl v stupňovitej až zdvojennej pozícii. Ukázalo sa, že existencia viacerých hlavných žíl vedľa seba je spravidla miestom vzniku žilno-žilníkového typu zrudnenia, ktoré je bázou akumulácie maso-

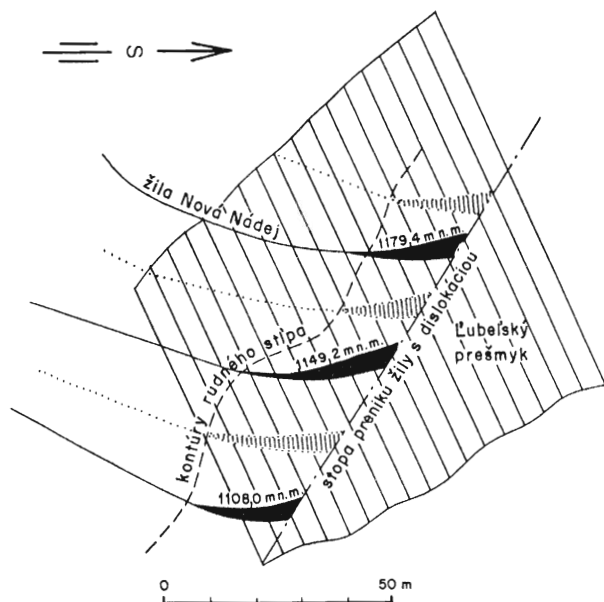
vých antimonitových rúd. Dôkladná analýza tohto typu zrudnenia potvrdila, že jestvovanie žilníkového typu je priamym výsledkom celkovej orientácie prieskumných prác na ložisku. V predhádžajúcich obdobiach sa vyhľadávanie a exploatacia (pri požadovanom obsahu okolo 4,0 % Sb), nevyhnutne orientovali selektívnym výberom iba na „bohaté rudy“. Typickým príkladom je Hlavná žila centrálneho bloku úseku Predpekelná, kde sa zo žilníkových telies známych na najnižšej banskej úrovni štôlne Martin (926 m n. m.) od úrovne štôlne Svätopluk (1010 m n. m.) až po povrch sledovali iba žily, hoci mali v priečnom reze aj vo vyšších úrovniach veľkú frekvenciu (obr. 10). Zmenou metodiky prieskumu sa tak vymedzili telesá žilníkového (impregnačného) zrudnenia v mocnosti 15-40, extrémne až 80 m. Výsledkom bol exponenciálny rast zásoby chudobnej antimonitovej rudy masového typu s priemerným obsahom 1,82 % Sb.

Rozhodujúci vplyv na habitus hlavného ložiskového pruhu v jeho makroformách aj mezoformách má porudné štádium, ktoré sa prejavuje deformáciou pôvodných foriem s regresívnym, ale aj progresívnym vplyvom na rozsah a kvalitu akumulácií antimonitovej rudy.



Obr. 8. Schéma vývoja rudných stĺpov na križovaní sa hlavnej a diagonálnej žily.

Fig. 8. Scheme of ore columns development on the crossing of main and diagonal veins.



Obr. 9. Štruktúrna schéma styku žily Nová nádej s lubefským prešmykom.

Fig. 9. Structural scheme of the Nová nádej vein and the Lubefa thrust fault junction.

Regresívna deštrukcia ložiska v prvom rade znamená rozblokovanie spojitý štruktúry hlavného ložiskového pruhu do troch samostatných tektonických blokov - lubefského, centrálneho a južného. Je to priamy výsledok kompresie v smere pruhu a naň nadväzujúceho rozse-

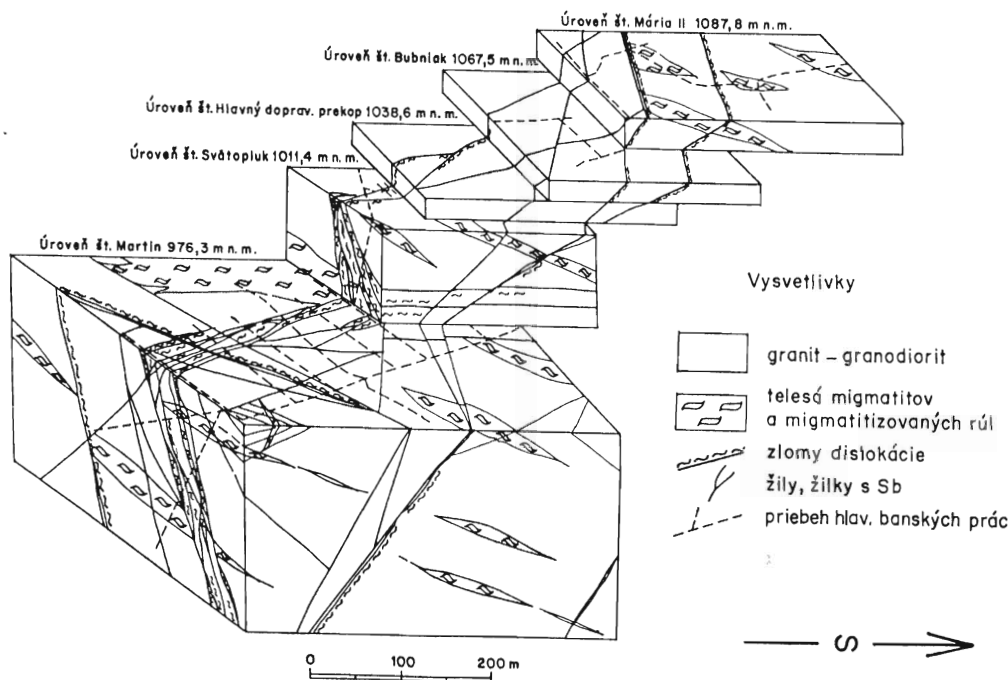
mentovania jednoduchým strihom, prípadne strihmi S smeru V-Z ložiskového (regionálneho) alebo prížilného významu. Najvýznamnejším strihom je lubefský prešmyk, ktorým je hlavný ložiskový pruh ostro rozdelený a centrálny blok nasunutý na lubefský blok (obr. 5). Analýzou štruktúrnych prvkov, okolitých hornín a pozíciou hlavných a diagonálnych žíl v presunutých blokoch sa podarilo stanoviť mechaniku prešmyku (obr. 7). V tomto prípade ide o typický strih S s výškou násunu 200 m a so 150 m presunom Stareckej hlavnej žily v horizontálnej rovine na Z. Presunom sa spojili rozdielne štruktúro-litologické etáže hlavného ložiskového pruhu, čo sa nevyhnutne odrazilo - spravidla negatívne - na kvalite a rozsahu minerálnych asociácií.

Progresívny vplyv stresu strižnej tektoniky sa prejavil vznikom rudných stĺpov v tesnom nadloží plochy strihu. Najznámejším príkladom je rudný stĺp žily Nová nádej (obr. 9), kde sa kompresiou „nahnetil“ antimonit z pôvodnej kremeňovo-antimonitovej žily, ktorej priemerná mocnosť mimo dosahu strihu je 0,72 m, na monolity liateho antimonitu v mocnosti do 3,2 m.

Typ a rozšírenie minerálnych asociácií

Na schéme dúbavského Sb žilníka (obr. 1) je viditeľný výrazný rozdiel vo vývoji hlavného ložiskového pruhu v centrálnom a lubefskom bloku. Prejavuje sa v rozdielnom zastúpení žilných štruktúr, v početnom zastúpení žilných štruktúr a vo vývoji a zastúpení minerálnych asociácií.

Podľa zastúpenia horninových typov sú pre lubefský blok typické leukokratné granitoidy a pre centrálny blok granitoidy vyššej bazicity s význačným podielom migma-



Obr. 10. Blokdigram žily Hlavná, ložisko Dúbrava.

Fig. 10. Block-diagram of the Hlavná vein, the Dúbrava deposit.

titov a reliktovej kryštalického plášťa. Takáto charakteristika platí pre východné aj západné svahy doliny Križianka.

Z porovnania vývoja hlavného ložiskového pruhu v ľubelskom a centrálnom bloku podľa početnosti žilných štruktúr všetkých systémov je zrejmé, že pomer žilných štruktúr centrálnemu bloku k ľubelským je asi 10:1. Podobný pomer platí aj pri množstve doteraz vyťaženej Sb rudy, hoci exploataciu ovplyvnili aj iné faktory.

Do tejto skupiny patrí aj zlom Predpekelnej a zlom v južnej časti Ostredku, ktorým sa vyčleňuje južný blok, kde analogicky predpokladáme podobný vývoj ako v ľubelskom bloku. Jednoduché strihy sú veľmi často reaktivované a pretvorené až do strižných deformácií a výsledkom je spravidla výrazná deštrukcia žilných rudných telies do chaoticky usporiadaných útržkov, šošoviek a blokov žilnej výplne v ultramylonitoch okolitých hornín, takže celé teleso má povahu „megabrekcie“. Typickým predstaviteľom tohto typu deformácií je mylonitový typ žilníkového zrudnenia v ľubelskom overený a v niektorých častiach centrálnemu bloku. Spoločným znakom je extrémna variabilita všetkých štruktúrnych aj kvalitatívnych parametrov rudného telesa, ale prax ukázala, že v niektorých prípadoch môžu byť zdrojom významnej akumulácie antimonitu.

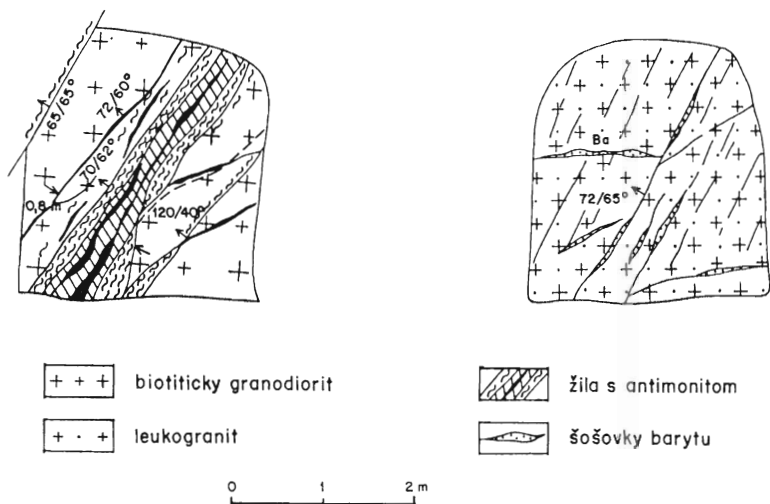
Veľmi dôležitým faktorom ovplyvňujúcim typ a rozsah minerálnych asociácií je litologická skladba bezprostredného okolia rudných telies. Zatiaľ má iba empirický základ, ale jednoznačnú platnosť. Pri sledovaní žíl v prostredí granitoidov, migmatizovaných reliktovej plášťa a leukogranitov sa zistili náhle kvalitatívne aj kvantitatívne zmeny morfológie rudných telies, ale aj minerálnych asociácií na hraniciach horninových typov. Zmeny sú natoľko výrazné, že ich hranice sú zároveň hranicami blokov zásoby technologických typov s rozdielnou minerálnou skladbou. Najzreteľnejšie je to pri žile RS-3 v centrálnom bloku, ktorá patrí do skupiny hlavných žíl. Sledovala sa v biotitickom granodiorite a migmatitoch, ktoré tvoria diagonálnu polohu mocnú 100 m so smerom sklonu $330^{\circ}/55^{\circ}$. V granodioritoch má

stabilnú mocnosť a vyplňa ju ultramylonit a rudné minerály hlavne antimonitovej periódy mineralizácie. Obsah hlavných prvkov žily v granodiorite je: Sb 2,76 % až 4,88 %, As 0,1 %, Au 1,0-1,94 g/t. V migmatitoch sa žila mení na nevýraznú trhlinu s mylonitovo-karbonátovo-kremeňovou výplňou a má takýto obsah hlavných prvkov Sb 0,64 %, As 0,3-0,8 %, Au 2,36-6,6 g/t. Prítom v endokontakte migmatitu (20-30 m od styku s granodioritom) je obsah Au 5-10-násobne vyšší ako vo vnútri telesa. Väzbu Au na pyritovo-arzenopyritovú asociáciu potvrdzuje koeficient regresie 0,88. V prieskumnej praxi prítomnosť migmatitov vždy signalizuje koniec bilančného zrudnenia s antimonitom a spravidla aj samej žily. Špecifické postavenie migmatitov na ložisku dokumentuje aj výskyt kremeňových žíl smeru V-Z so scheelitom a bizmutínom, ktoré sa vyskytujú iba v migmatitoch a majú len mineralogický význam.

V ľubelskom bloku sa nezistili migmatity ani xenolity plášťa a preto tam scheelitová mineralizácia celkom chýba. Podobné zmeny vo vývoji zrudnenia sa potvrdili aj na kontakte granodioritu s leukogranitmi, ktoré sú rozšírené najmä v ľubelskom bloku. Na styku obidvoch horninových typov sa kvalitné antimonitové zrudnenie končí skokom a žila prechádza do smerných puklín so sporadickou impregnáciou antimonitu, žiliek a šošoviek s barytom až do úplného vyklinenia (obr. 11).

Prax potvrdila, že najvhodnejším horninovým prostredím na vývoj a výskyt bilančných antimonitových rúd je biotitický až dvojsľudný granodiorit. Významnejšie akumulácie Au, viazaného na pyritovo-arzenopyritovú mineralizáciu sa vyskytujú iba v častiach žíl a žilníkov v migmatitoch.

Osobitnou otázkou ložiska Dúbrava je vystupovanie striebornosného tetraedritu, ktorý v niektorých žilách prvého diagonálneho systému tvorí významné akumulácie a v istých úsekoch žíl je hlavným rudným minerálom. Lenže tetraedrit je pri získavaní antimonitového koncentráta škodlivinou (limit pre Cu v koncentrácii je 0,2 %), a tak sa už pri overovaní a príprave ťažby časti žíl s tetraedritom vylúčili z ťažby a ponechali v pôvodnom stave.



Obr. 11. Dokumentácia čelieb žily Alfonz, štôľňa Spodná Ignác.

Fig. 11. Face sketches of the Alfonz vein, Spodná Ignác adit.

Hierarchia žilných systémov uvedená v tabuľke platí pre všetky ložiskové úseky a výškové úrovne a doplnená o poznatky o vzťahu litológie okolitých hornín ku kvalite a rozsahu rudných asociácií predstavuje základné vyhľadávacie kritéria rudných telies na ložisku Dúbrava a pravdepodobne aj v jeho širšom okolí.

Záver

Ložisko antimonitu Dúbrava, z ktorého sa vyťažilo okolo 25 kt Sb kovu, patrí medzi stredne veľké svetové ložiská antimonitu.

Ložisko je v granitoidoch Ľumbierskeho kryštalinika s polohami a xenolitmi plášťa, ktorých prítomnosť vplyva na kvalitu a rozsah minerálnych asociácií.

Mineralizácia ložiska vystupuje v dvoch etapách: I. scheelitovej a II. sulfidickej so štyrmi periódami (1. pyritovo-arzenopyritovou, 2. antimonitovou, 3. tetraedritovou, 4. barytovou).

Hlavným rudným minerálom je antimonit, z ktorého sa vyrábala monominerálny koncentrát s obsahom 49-54 % Sb.

Základnou štruktúrnou jednotkou ložiska je hlavný ložiskový pruh vyvinutý na periférii križianskeho zlomu ako súčasť mýtňanského zlomového systému. Tvoria ho hlavné žily smeru SSZ-JJV a diagonálne žily a ich vzájomný prienik je miestom vzniku rudných stôpov.

Okrem štruktúrnej predispozície má na kvalitu a rozsah minerálnych asociácií rozhodujúci vplyv litológia horninového prostredia. Au sa v rozhodujúcej miere viaže na pyritovo-arzenopyritovú mineralizáciu, ktorá vystupuje v úsekoch žíl v telesách migmatitov a v niektorých prípadoch môže mať priemyselný význam. Ag sa viaže najmä na tetraedritovú mineralizáciu.

Hlavným zdrojom antimonitovej rudy boli žily, ale v ostatnom období sa overili aj telesá žilnikového typu kategórie masových rúd, ktoré by sa pri priaznivom vývoji technicko-ekonomických podmienok v budúcnosti

mohli stať významným zdrojom Sb rúd na tomto teraz likvidovanom ložisku.

Literatúra

- Andráš, P. & Ragan, M., 1995: Sulfidické rudy s neviditeľným zlatom zo Slovenska. *Mineralia Slov.*, 27, 57–63.
- Dávidová, Š., 1997: O stupni diferenciácie pegmatitov tatrika. *Mineralia Slov.*, 29, 136–148.
- Chovan, M., 1990: Mineralogical-paragenetical Relations on the Dúbrava Sb deposit and their Significance for Metallogenesis of the Nízke Tatry Mts. *Acta geol. geog. Univ. Comen., Geol.*, 15, 89–101.
- Chovan, M. (ed.) 1990: Mineralógia, geochemia, petrológia žilnikovo-impregnačného a žilného typu mineralizácie na úseku Dúbrava-Lubeľská. *PriFUK, Bratislava*, 341.
- Chovan, M., Hurai, V., Sachan, H. K. & Kantor, J., 1995: Origin of the fluids associated with granodiorite-hosted, Sb-As-Au-W mineralization at Dúbrava (Nízke Tatry Mts., Western Carpathians). *Mineral. Depos.*, 30, 48–54.
- Chovan, M. & Hurai, V., 1994: Ore textures and origin of Sb-Au mineralization in the Nízke Tatry Mts. *Abstracts, 16th General Meeting IMA, Pisa*, 75.
- Chovan, M. & Michálek, J., 1988: Bizmutín a tetradymit na Sb ložisku Dúbrava. *Mineralia Slov.*, 20, 2, 161–168.
- Michálek, J., 1984: Au a Ag na ložisku Sb rúd Dúbrava v Nízkyh Tatráh. *Zbor. referátov Hornická Pribram ve věde a technice*, 175–190.
- Michálek, J., 1986: Hlavné faktory lokalizácie Sb - zrudnenia na ložisku Dúbrava v Nízkyh Tatráh. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript - archív katedry nerastných surovín UK Bratislava*.
- Orvošová, M., Majzlan, J. & Chovan, M., 1997: Hydrotermálne alterácie na Sb ložisku Dúbrava. *Geol. Carpath.*
- Sachan, H. K. & Chovan, M., 1991: Temperature estimation of arsenopyrite - pyrite mineralization in the Dúbrava antimony deposit (Western Carpathians). *Geol. Carpath.*, 42, 5, 265–269.
- Sachan, H. K. & Kantor, J., 1990: Sulphur isotopic study of the Dúbrava antimony deposit. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41, 6, 749–757.
- Sombathy, L. & Michalenko, J., 1969: Správa o archívnom výskume Sb ložiska Dúbrava a jeho širšieho okolia v Nízkyh Tatráh. *Manuskript - archív Geofond, Bratislava*.
- Spišiak, J., Arvensis, M., Linkešová, M., Pitoňák, P. & Caňo, F., 1991: Bazanitová dajka v granodiorite pri Dúbrave. *Mineralia Slov.*, 23, 339–250.

Granitový pegmatit ložiska Dúbrava v Nízkych Tatrách - - mineralogická charakteristika a petrogenéza

ŠTEFÁNIA DÁVIDOVÁ

Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

(Doručené 8. 10. 1997, revidovaná verzia doručená 12. 11. 1997)

Granitic pegmatite from the Dúbrava deposit in the Nízke Tatry Mts. - - mineralogical characteristic and petrogenesis

A granitic pegmatite body with uraninite, monazite-(Ce) and rutile is known to occur at the Dúbrava stibnite deposit (Chovan, 1990). It is relatively homogeneous, very poorly differentiated pegmatite with its mineral associations not forming independent zones but rather irregularly distributed aggregates. Post-magmatic stage of its development is discernible by re-equilibration of muscovite and especially by Na-metasomatism of primary feldspars. According to the composition of investigated mineral phases as well as trace elements content in feldspar and muscovite the Dúbrava pegmatite belongs to the micaceous pegmatite class characterized by amphibolite facies conditions (460-630 °C, 300-500 MPa).

Key words: granitic pegmatite, petrology, mineralogy, feldspars, muscovite, genetic conditions

Úvod

V prekope Augustín štôlne Rakytová antimonitového ložiska Dúbrava v Nízkych Tatrách sa nafáralo teleso granitového pegmatitu s uraninitom, ktoré má tvar nepravidelnej šošovky, maximálnu mocnosť 3 m a dĺžku 30 m. Hranice telesa s okolitým granitom nie sú ostré a postupný prechod sa prejavuje zväčšovaním zrna.

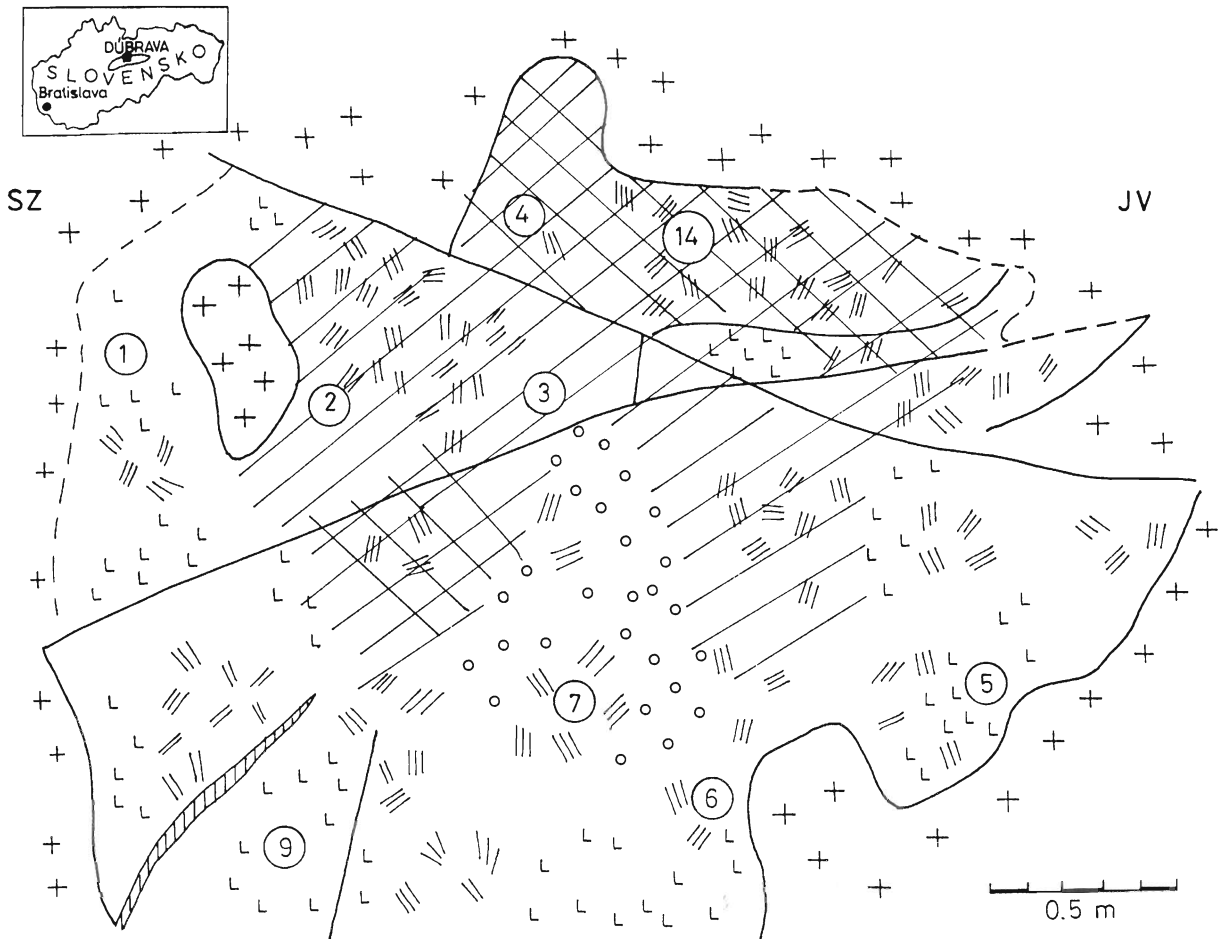
Okolitou a zároveň materskou horninou je prašivský granodiorit až granit Ľumbierskeho pásma nízkotatranského plutónu. Je to vápenato-alkalický, nízkoalkalický až subalkalický biotitický až muskoviticko-biotitický granodiorit až granit, často porfyrického vývoja (Lukáčik, 1981). Patrí medzi variské allanitové granity typu I so zdrojovým materiálom spodnej kôry alebo vrchého plášťa (Lukáčik, 1981; Petrík et al., 1994). Izochróna celohorninových analýz Ľumbierskeho a prašivského typu granitoidov v Nízkych Tatrách poskytla vek 362 ± 21 Ma (Bagdasarjan et al., 1985).

Pegmatity sú v Ľumbierskom pásme veľmi rozšírené a vystupujú v granitoidných aj metamorfovaných horninách. Patria medzi slabo až stredne diferencované pegmatity s vývojom primárnych zón v rozličnom zastúpení a do najrozšírenejšej metasomatickej kremeňovo-muskovitevej zóny (Dávidová, 1978, 1997; Uher, 1994), ojedinele do albitovej zóny s Be, Ti-Nb-Ta minerálmi (Uher, l. c.).

Dúbravský pegmatit

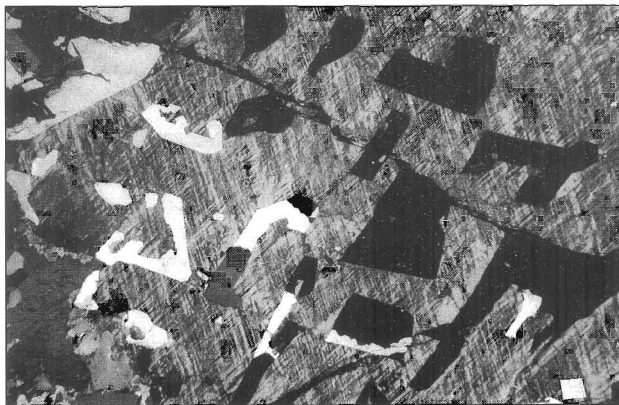
Dúbravský pegmatit je pomerne homogénne slabo diferencované teleso, v ktorom minerálne asociácie netvoria súvislé zóny, ale sa zoskupujú do väčších alebo menších polôh (obr. 1). Podstatnú časť telesa tvorí živcovo-kremeňovo-muskovitová zóna. Na okraji, ale miestami aj vo vnútri telesa sa vyskytuje grafický granit. V strednej, no najmä vo vrchnej časti vystupujú bloky mikroklinu, plagioklasu a kremeňa. Kremeň s hrubokryštalickým muskovitom vystupuje v lokálnych nahromadeniach v celom telese (obr. 1). Vo vrchnej časti sa v blokovom plagioklase a mikrokline popri muskovite zistil akcesorický uraninit (Ragan in Chovan, 1990), monazit-(Ce) a rutil. V hrubých črtách možno od okraja do stredu telesa pozorovať asymetrickú zonálnosť, a to od grafického granitu cez blokový mikroklin až po kremeňové jadro. Celé teleso je tektonicky porušené a prerážajú ho mladšie epigenetické žilky kremeňa, kalcitu a jemnozrnného muskovitu (sericitu), miestami so sulfidmi, najčastejšie s pyritom a antimonitom.

Živcovo-kremeňovo-muskovitová granitická zóna sa vymedzuje ťažko. Je rozšírená takmer v celom telese a iba kvantitatívnym zastúpením minerálnych fáz postupne prechádza do blokového mikroklinu alebo grafického pegmatitu. Je prevládajúcou minerálnou asociáciou pegmatitového telesa hlavne na styku s okolitou horninou, s kto-



Obr. 1. Schematický náčrt paragenetických minerálnych zón v dúbravskom pegmatite. 1 - prašivský granit, 2 - ŽKM, 3 - grafický pegmatit, 4 - blokový živec: a - mikroklin, b - albit, 5 - kremenné jadro, 6 - hrubokryštalický muskovit, 7 - antimonitovo-kremenná žilka, 8 - pukliny. Číslo v krúžkoch označujú vzorky.

Fig. 1. Sketch of the Dúbrava pegmatite. 1 - granite, Prašivá type, 2 - feldspar - quartz - muscovite association, 3 - graphic pegmatite, 4 - block feldspar: a - microcline, b - albite, 5 - blocky quartz, 6 - book-like muscovite, 7 - vein of stibnite with quartz, 8 - fractures.



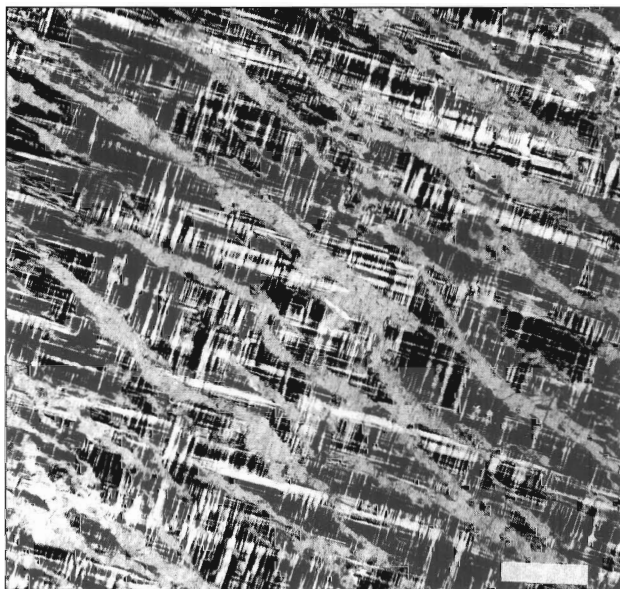
Obr. 2. Grafický pegmatit. 1. typ, prerasty kremeňa a mikroklinu, 2. orientácie kremeňa (vz. 1, X nikoly). Mierka zodpovedá 0,5 mm.

Fig. 2. Graphic pegmatite, 1st type, quartz-microcline intergrowths, 2 orientation of quartz (sample 1, crossed nicols). Scale bar is 0.5 mm.



Obr. 3. Grafický pegmatit 2. typ, prerasty kremeňa a albitu (vz. 9, X nikoly). Mierka zodpovedá 0,5 mm.

Fig. 3. Graphic pegmatite, 2nd type, quartz-albite intergrowths (sample 9, crossed nicols). Scale bar is 0.5 mm.

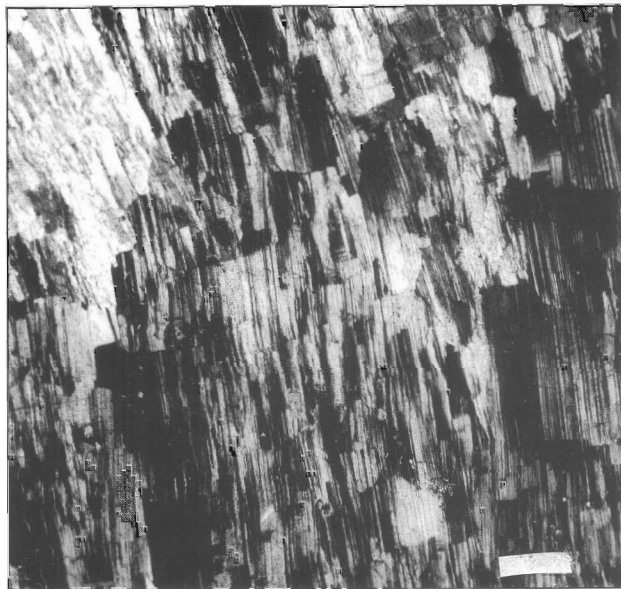


Obr. 4. Stuhkový perthit v mikrokline (vz. 3 nik. X). Mierka zodpovedá 0,5 mm.

Fig. 4. Stringperthite in microcline (sample 3, crossed nicols). Scale bar is 0.5 mm.

rou je teleso spojené postupným prechodom. Chemické a štruktúrne vlastnosti minerálov granitickej zóny sa od iných zón neodlišujú, a preto sa opisujú spoločne.

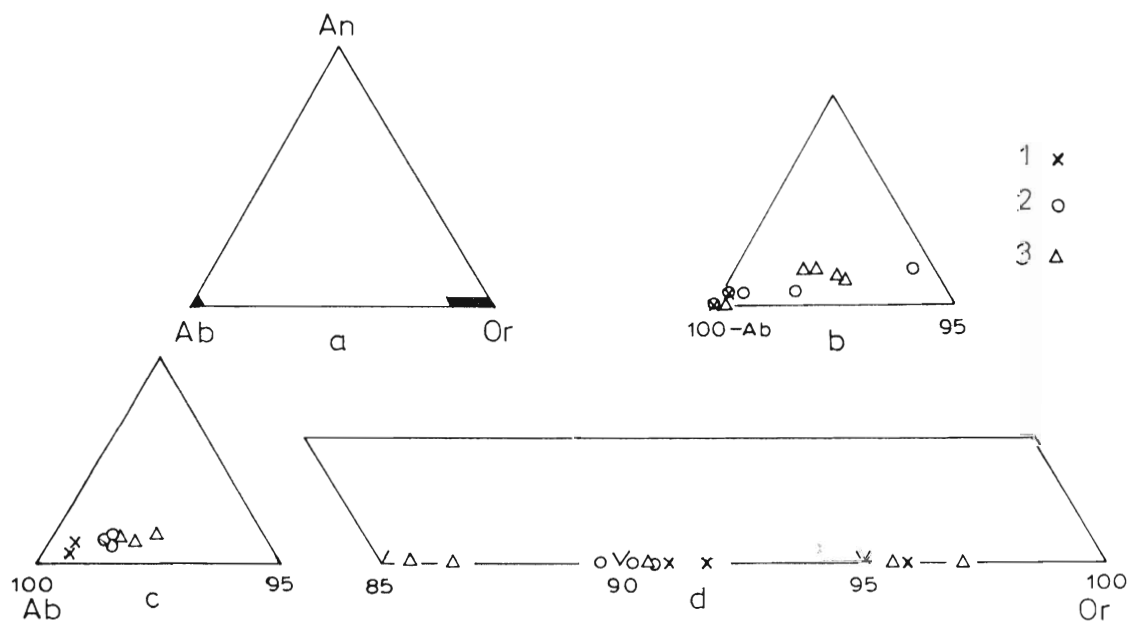
Grafický pegmatit tvorí asi desatinu objemu pegmatitového telesa a jeho bloky dosahujú maximálnu veľkosť 20 cm. Možno v ňom rozlíšiť dva typy, a to 1. prerasty kremeňa s mikroklinom (obr. 2) a 2. prerasty kremeňa s albitom (obr. 3).



Obr. 6. Metasomatický šachovnicovo-doménový albit z vrchnej časti pegmatitového telesa (vz. 14, X nikoly). Mierka zodpovedá 0,5 mm.

Fig. 6. Metasomatic chessboard-domains albite from upper part of pegmatite body (sample 14, crossed nicols). Scale bar is 0.5 mm.

Prvý typ má obidve hrany, alebo iba konvexnú hranu ichtyoglyptov kremeňa ohraničenú euhedrálmi rovnými plochami, kým v druhom type tvorí kremeň amébovito a nepravidelne ohraničené zrná. Objem kremeňa v mikroklinových prerastoch je menší (21 - 33 obj. %) ako v albitových (31 - 49 obj. %). V oboch typoch možno často pozorovať viac orientácií ichtyoglyptov kremeňa v živ-



Obr. 5. Chemické zloženie živcov v ternárnom Ab-An-Or diagrame živcových komponentov. a - celkové zloženie, b - albit, c - Na fáza mikroklinu perthitu, d - K fáza mikroklinu perthitu; 1 - ŽKM, 2 - grafický pegmatit, 3 - blokový živec.

Fig. 5. Chemical composition of feldspars in ternary diagram Ab-An-Or of the feldspar components. a - bulk composition, b - albite, c - Na-phase of microcline-perthite, d - K-phase of microcline-perthite; 1 - feldspar-quartz-muscovite association, 2 - graphic pegmatite, 3 - blocky feldspar.

Tab. 1
 Reprezentatívne chemické analýzy vzoriek živca z pegmatitu Dúbrava
 Representative chemical compositions of feldspars from the Dúbrava pegmatite

vz.	Mikroklín								Plagioklas			
	ŽKM/FQM		Gr		Bl		ŽKS		Gr		Bl	
	1		6		11		14		1	5	5	14
	Na-f	K-f	Na-f	K-f	Na-f	K-f	Na-f	K-f				
SiO ₂	69.37	64.54	69.03	64.67	68.16	64.81	68.04	63.20	69.87	67.93	67.88	68.34
Na ₂ O	11.71	0.48	12.09	1.09	11.03	1.53	11.71	0.58	11.63	11.33	11.48	11.63
TiO ₂	0.01	-	0.02	-	-	0.01	-	0.03	-	-	-	-
Al ₂ O ₃	19.45	18.75	19.35	18.72	20.56	19.16	19.76	18.12	19.71	20.46	20.18	19.43
CaO	0.08	-	0.27	0.02	0.34	-	0.41	0.02	0.01	0.83	0.34	0.02
K ₂ O	0.07	16.94	0.09	15.87	0.09	11.68	0.14	16.14	0.03	0.15	0.06	0.01
FeO	0.01	-	-	-	0.01	0.07	0.05	0.06	0.08	0.02	0.00	0.02
BaO	0.08	-	st.	-	-	-	-	0.03	0.00	-	0.00	0.00
Σ	100.78	100.71	100.85	100.37	100.19	97.26	100.11	98.18	101.33	100.72	99.94	99.45
Prepočítané na 32 kyslíkov												
Na	3.94	0.17	4.07	0.39	3.72	0.56	3.97	0.21	3.88	3.82	3.89	3.96
K	0.02	3.99	0.02	3.73	0.02	3.32	0.03	3.89	0.01	0.03	0.01	0.00
Ca	0.01	-	0.05	0.00	0.06	0.00	0.08	0.00	0.00	0.15	0.06	0.00
Σ	3.97	4.16	4.14	4.12	3.80	3.88	4.08	4.10	3.89	4.00	3.96	3.96
Fe	-	-	-	-	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ti	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-
Ba	0.01	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00
Al	3.97	4.07	3.96	4.06	4.22	4.16	4.07	4.03	4.00	4.19	4.16	4.02
Si	12.02	11.90	11.98	11.91	11.87	11.92	11.90	11.94	12.02	11.81	11.87	11.99
Ab	99.24	4.09	98.31	99.47	97.89	14.43	97.30	5.12	99.74	95.50	98.23	100.00
An	0.25	-	1.21	0.00	1.59	-	1.96	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00
Or	0.51	95.91	0.48	90.53	0.52	85.57	0.74	94.88	0.26	3.75	1.52	0.00
Rb	-	-	488.50	488.50	356.10	356.10	-	-	-	-	510.20	38.20
Li	-	-	9.76	9.76	7.17	7.17	-	-	-	-	10.38	7.86
Sr	-	-	34.10	34.10	37.30	37.30	-	-	-	-	36.10	76.90
Ba	-	-	63.50	63.50	79.20	79.20	-	-	-	-	61.70	370.00
Ga	-	-	19.50	19.50	18.40	18.40	-	-	-	-	23.20	22.30
K/Rb	-	-	193.17	193.17	302.44	302.44	-	-	-	-	-	-

ŽKM - živcovo-kremeňovo-muskovitová zóna, Gr - grafický pegmatit, Bl - blokový živec, Na-f - Na fáza perthitu, K-f - K fáza perthitu. Analýzy makroprvkov boli zhotovené na rtg. mikroanalýzátore JEOL JCXA-733, urýchľovacie napätie 25 kV a priemer lúča 10 μm. Sr, Ba, Ga boli analyzované ICP-OES metódou na spektrometri s indukčne viazanou plazmou TG KONTRON a Rb a Li formou AAS. Rb, Li, Sr, Ba, Ga je v ppm.

FQM - Feldšpar-quartz-mica zone, Gr - graphic pegmatite, Bl - blocky feldspar, Na-f - Na-phase of perthite, K-f - K-phase of perthite. Analysis of chemical composition of the feldspar phases and bulk composition of the feldspar were obtained on X-ray microanalyser JEOL JCXA-733 Super probe, accelerating voltage of 25 kV and an average beam of 10 μm. Sr, Ba, Ga were analysed by the ICP-OES method on the tg KONTRON spectrometer with induction bound plasma and Rb and Li form AAS. Rb, Li, Sr, Ba, Ga in ppm.

ci alebo prerastanie iba v časti zrna živca. Chemické zloženie a charakter živca sú rovnaké ako v iných zónach (tab. 1).

Živce blokového komplexu. Draselný živec je mikroperthit až makroperthit pletovej až ružovej a v oblasti výskytu uraninitu tmavočervenej farby. Veľkosť kryštálov neprekračuje 7 cm a ich nakopeniny v blokoch 30 cm. Podľa výpočtov stupňa usporiadania Δ_r , distribúcie Al v tetraédrických pozíciách a mriežkových parametrov draselná fáza zodpovedá prevažne nízkemu, ojedinele intermediálnemu mikroklínu (tab. 3). V miestach blokového nahromadenia je fáza K polysynteticky zrastená podľa albitového a periklínového zákona (obr. 4). Chemické zloženie fázy K mikroklínov je pomerne jednotné, bez zmien od kraja do centra pegmatitového telesa (obr. 5a). Obsa-

huje 4 - 14 hm. % neodmiešaného komponentu Ab a obsah komponentu Or je od 85 do 96 hm. % (tab. 1, obr. 5d). Fáza Na tvorí nekoherentné vretenovité, sieťovité až stužkovité perthitové vrasty (obr. 4). V stužkových perthitoch je fáza Na zrastená podľa albitového zákona s koherentným priebehom zrastových rovín s fázou K. Zodpovedá albitu s 97 až 99 % komponentu Ab (tab. 1, obr. 5c). Najmä vo vrchnej časti telesa je mikroklín zatláčaný albitom, čo sa prejavilo vývojom metasomatických perthitov, šachovnicového až doménového albitu (obr. 6).

Albit je slabšie zastúpený ako mikroklín a vystupuje hlavne vo vrchnej časti telesa. Kryštály sú polysynteticky zrastené podľa albitového, albitovo-karlovarského a ojedinele periklínového zákona s doménovou stavbou (obr. 6). Chemickým zložením je 95 - 100 % Ab (tab. 1, obr. 5b). Podľa

Tab. 2
 Reprezentatívne chemické analýzy vzoriek muskovitu z pegmatitu Dúbravy
 Representative chemical compositions of muscovite from the Dúbrava pegmatite

Vz.	Hrubokryštalický				Jemne kryštalický		Vejárovitý	
	2	4	6	14*	1	1	2	4
SiO ₂	45.80	46.65	46.85	44.89	47.57	48.15	49.13	47.67
TiO ₂	0.35	0.36	0.99	0.69	0.12	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	32.23	33.08	30.66	30.91	31.21	34.20	34.19	36.57
FeO	3.96	3.66	4.49	4.29	3.90	3.04	0.52	0.27
MnO	0.05	0.05	0.03	0.06	0.00	0.00	0.03	0.03
MgO	0.82	0.88	1.46	0.87	1.19	0.69	0.69	0.25
CaO	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.67	0.64	0.25	0.86	0.21	0.27	0.00	0.05
K ₂ O	10.22	10.72	10.92	10.19	10.55	10.09	10.17	11.19
H ₂ O	-	-	-	5.43	-	-	-	-
F	0.09	0.18	0.05	0.12	-	-	0.07	0.00
Σ	94.19	96.22	95.70	98.75	94.75	96.44	94.80	96.03
Prepočítané na 22 kyslíkov								
Ca	0.000	0.000	0.000	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000
Na	0.177	0.167	0.066	0.231	0.055	0.069	0.000	0.012
K	1.783	1.831	1.895	1.814	1.822	1.694	1.712	1.872
ΣA	1.960	1.998	1.961	2.111	1.877	1.763	1.712	1.884
Al	3.479	3.474	3.261	3.345	3.422	3.651	3.803	3.901
Ti	0.036	0.037	0.108	0.072	0.012	0.000	0.000	0.000
Fe	0.452	0.410	0.511	0.500	0.442	0.334	0.058	0.029
Mn	0.006	0.005	0.004	0.007	0.000	0.000	0.003	0.003
Mg	0.168	0.175	0.235	0.181	0.240	0.135	0.135	0.049
ΣR	4.141	4.101	4.119	4.105	4.116	4.120	3.999	3.982
Si	6.284	6.250	6.345	6.262	6.441	6.342	6.484	6.250
Al	1.716	1.750	1.655	1.738	1.559	1.658	1.516	1.750
F	0.041	0.074	0.020	0.027	-	-	0.031	0.000
OH	-	-	-	5.053	-	-	-	-
Na/(Na+K)	0.089	0.084	0.034	0.113	0.029	0.039	0.000	0.006
Rb	2167.400	809.900	916.700	1042.000	-	-	-	-
Li	183.400	234.800	265.000	231.300	-	-	-	-
Sr	5.800	5.370	2.820	5.140	-	-	-	-
Ba	16.000	17.900	12.600	66.700	-	-	-	-
Ga	166.000	138.000	145.000	140.000	-	-	-	-
K/Rb	39.140	109.860	98.870	81.170	-	-	-	-

*Klasická chemická analýza zo separovaných vzoriek. Ostatné analytické postupy sú v tab. 1.

Classical chemical analysis from the separate samples. Other methods see tab. 1.

Tab. 3
 Štruktúrna charakteristika vzoriek živca
 Structural characteristics of feldspar

Č. vz.	Δr	AlT ₁₀	AlT _{1m}	AlT ₂	a(nm)	b(nm)	c(nm)	α°	β°	γ°
6	0,78	0,860	0,051	0,044	0,8574	1,2970	0,7216	90,30	115,81	88,49
9	0,88	0,933	0,023	0,022	0,8570	1,2624	0,7217	90,47	115,87	87,98
11	0,90	0,950	0,028	0,011	0,8576	1,2960	0,7215	90,54	115,90	87,69
14	0,88	0,941	0,030	0,015	0,8572	1,2958	0,7214	90,40	115,92	88,12
3					0,8142	1,2790	0,7156	94,22	116,50	87,42

Vysvetlivky/Explanations:

$$\Delta r = 12,5 \cdot (d_{131} - d_{131})$$

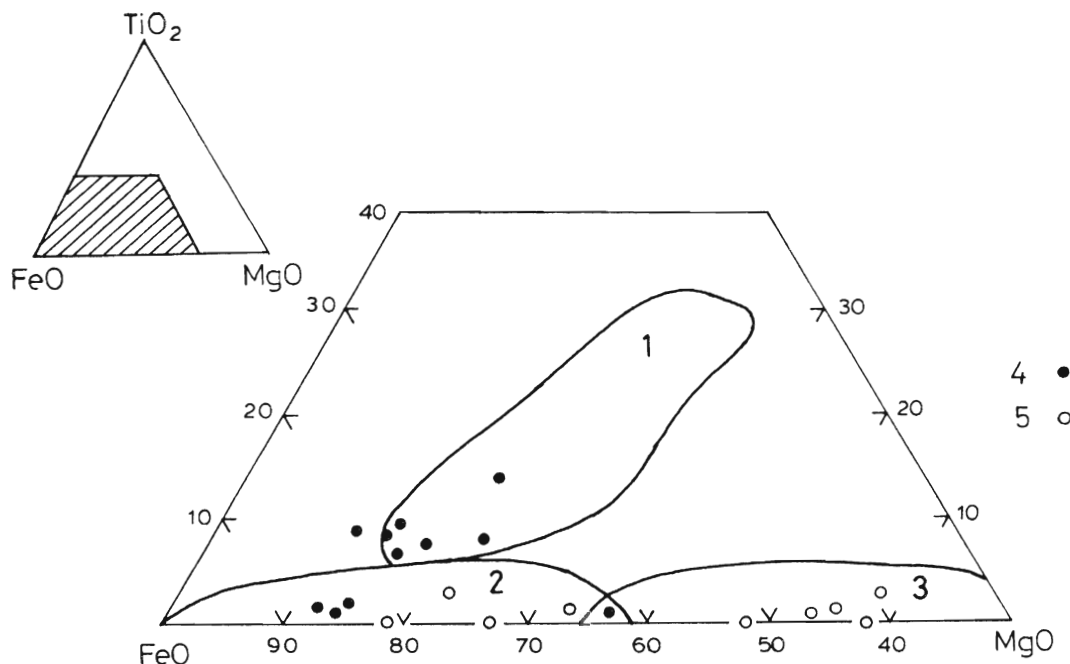
$$\Delta z = 1,47 \cdot (9,38 - \delta 2\Theta_{204-060})$$

$$AlT_{10} = \frac{1 + \Delta z + 2\Delta r a}{4}$$

$$\Delta r a = 1,264 \cdot \delta 2\Theta_{131-131}$$

$$AlT_{1m} = 1 + \Delta z - 2ra$$

$$AlT_{20} = AlT_{2m} = \frac{1 - \Delta z}{4}$$



Obr. 7. Zloženie muskovitov v ternárnom grafe TiO_2 - FeO - MgO s genetickými poľami. 1 - magmatické, 2 - postmagmatické, 3 - hydrotermálne muskovity (Speer, 1984). Muskovit z pegmatitu Dúbrava, 4 - hrubokryštalický, primárny, 5 - vejárovitý, sekundárny.

Fig. 7. Compositions of muscovite in the TiO_2 - FeO_{tot} - MgO triangle with genetical fields. 1 - magmatic, 2 - post-magmatic, 3 - hydrothermal muscovite (Speer, 1984), 4, 5 - muscovite from the Dúbrava pegmatite, 4 - primary coarse-crystalline, 5 - secondary fan-like muscovite.

mriežkových parametrov zodpovedá nízkemu albitu (tab. 3).

Kremeňovo-muskovitová zóna sa skladá z hrubotabuľkových kryštálov muskovitu hrúbky do 3 cm, priemernej dĺžky a šírky do 10 cm a zo stredozrnitého mozaikového kremeňa. Kryštály muskovitu sú v celom pegmatitovom telese a miestami tvoria nahromadeniny.

Celkový obsah muskovitu v telese je okolo 15 obj. %. Kontakt s okolitými minerálmi (živcom a kremeňom) je ostrý a bez stôp zatlačania a uzavrenín. Muskovit miestami obsahuje jemné, do 0,02 mm hrubé lístočky sfudy svetlohnedej farby. Podľa textúro-štruktúrnych vzťahov, ktoré uvádza Miller et al. (1981), ide o primárny muskovit. Svetlá sfuda tvorí v dúbavskom pegmatite aj drobné šupinky veľké maximálne 0,5 mm a chaoticky sústredené okolo kryštálov primárneho muskovitu. Podobnú veľkosť majú aj drobné šupinky sekundárnej svetlej sfudy, ktoré sú často vejárovite usporiadané v žilkách a v dutinkách.

Primárny muskovit obsahuje viac TiO_2 , Na_2O a F ako sekundárny (tab. 3, obr. 7), čo zodpovedá aj pozorovaniam z iných lokalít (Miller et al., 1981; Monier et al., 1984; Linnen a Williams-Jones, 1993), ale obsah oktaédrických kationov Fe a Mg, ako aj pomerne zastúpenie Al^{IV} a Al^{VI} nie je v sekundárnych muskovitoch vyššie, ako zistili citovaní autori. Veľmi nízky obsah Fe a Mg (seladonitového komponentu) vejárovitých muskovitov (tab. 2) poukazuje na veľmi neskorý, až s hydrotermami spätý vznik, čo je v súlade s pozorovaniami Černého a Burta (1984) a Černého et al. (1995) pri granitických pegmatitoch. Rozlíšenie pôvodu muskovitov podľa chemického zloženia je v ternárnom diagrame

MgO - FeO_{tot} - MgO (Speer, 1984), kde sa časť primárnych muskovitov umiestnila v poli postmagmatického pôvodu.

Muskovit dúbavského pegmatitu sa vyznačuje nižším obsahom medzivrstvových kationov Na a K, ako je teoreticky stanovený, a má pomerne vysoký obsah viazanej vody (4,74 - 5,43 hm. %), čo by mohlo byť dôkazom o prítomnosti illitového komponentu. Táto substitúcia sprevádza potrebný rast obsahu Si, ktorý vždy prekračuje hodnotu 3 na vzorcovú jednotku. Obsah Na, určujúci množstvo paragonitového komponentu a závislý od teploty vzniku muskovitu, je od 0,33 do 0,120 pri hrubokryštalickom primárnom muskovite a od 0,00 do 0,006 vo vzorovej jednotke pri vejárovitom sekundárnom muskovite (tab. 3).

Akcesorické minerály. Okrem drobných kryštálov (0,2 x 0,5 mm) zirkónu a apatitu sa v dúbavskom pegmatite zistil uraninit, monazit-(Ce) a rutil. Tieto minerály často vystupujú spolu v zhlukoch v tmavočervenom živci v stropnej časti pegmatitu, niekedy v asociácii s muskovitom a inokedy tvoria izolované kryštály. Kryštály uraninitu majú maximálnu veľkosť 1 cm, sú často kataklázované a pukliny v nich vyhojuje pyrit (Ragan in Chovan, 1990). Monazit-(Ce) tvorí tabuľkové kryštály veľké maximálne 0,5 mm.

Diskusia

Minerály v okrajovej časti živcovo-kremeňovo-muskovitovej zóny zložením, štruktúrou a kontaktom s okolitým prašivským granitom poukazujú na kryštalizáciu

v silne preteplenom, uzatvorenom a na fluidá bohatom prostredí. Rovnovážna kryštalizácia plagioklasu a homogénneho K živca prebiehala od 630 do 560 °C (určené dvojživcovým teplomerom; Stormer a Whitney, 1977). Chemické zloženie grafického pegmatitu prvého typu indikuje, že zloženie zvyškovej, na fluidá bohatej taveniny, dosiahlo takmer eutektické podmienky. Zároveň umiestnenie na živcovej strane kotektiky určuje, že ako prvý kryštalizoval K živec bez prerastov a potom písmenkový granit. Pod vplyvom tektonických pohybov (výzdvihu) nastalo predchladenie a rýchly rast K živca, to zvýšilo koncentráciu Si a H₂O na rastových plochách živca, a tak rovnovážna kryštalizácia prešla do nerovnovážnej. Nastala nukleácia ichtyoglyptov kremeňa v živci a vznikol grafický pegmatit. Takýto priebeh potvrdili aj experimenty (Fenn, 1986; Swanson a Fenn, 1986; Lentz a Fowler, 1992).

Po vykryštalizovaní homogénneho K živca, sústredeného do blokov a kremenného jadra, ako výsledok silne peraluminózneho zvyškovej taveniny kryštalizoval primárny muskovit. Určiť pT podmienky vzniku muskovitu je veľmi zložitá, lebo muskovit obsahuje paragonitový (Na) aj seladonitový (Fe, Mg) komponent (obr. 7).

Pomer Na/(Na+K) v tuhom roztoku muskovitu od 0,113 do 0,043 pri hrubokryštalickom muskovite (podľa experimentálnych prác Kretza, 1970) zodpovedá teplote vzniku 440 až 320 °C a pri vejárovitom muskovite pod 300 °C. O nízkej teplote vzniku svedčí aj obsadenie medzivrstvových pozícií H₃O⁺, a tým prítomnosť illitového komponentu (Loucks, 1991), čo umožňuje hlavne vysoký obsah H₂O vo fluidách (Kerrick, 1972). Teplotu vzniku ovplyvňuje aj substitúcia Mg, Fe + Si → Al^{VI} + Al^{IV} (Miller et al., 1981; Černý a Burt, 1984; Monier a Robert, 1986; Ackermann et al., 1993; Garcia-Casco et al., 1993; Linnen a Williams-Jones, 1993), pričom seladonitový komponent môže vzniknúť aj premenou bitotitu (Dempster et al., 1994; Icenhowe a London, 1995).

V postmagmatickom štádiu vývoja pegmatitu za účinku fluid prebehli subsolidové premeny. Pri homogénnych K živcoch nastalo usporiadanie Al - Si v tetraédroch fázy K a vznikol mikroklín. Zároveň nastalo odmiešanie fázy Na vo forme perthitov. Ku koncu pegmatitového procesu vznikol nadbytok alkalických zložiek, hlavne Na. Experimentálne sa zistilo (London et al., 1989), že sa vo väčšine pegmatitov Na vylučuje vo forme jemnozrnného cukrovitého albitu. V dúbravskom pegmatite sa otvoril systém a prejavil sa zatlačaním primárnych živcov. Na počiatku vznikali metasomatické perthity prechádzajúce do šachovnicového až blokového albitu doménového charakteru, pre ktorý sú charakteristické veľmi zložené sekundárne zrasty (obr. 6). Obdobne vznikol aj druhý typ grafického pegmatitu. Svedčí o tom morfológia ichtyoglyptov kremeňa, ako aj charakter albitu (obr. 6). V subsolidovom štádiu nastala aj reekvilibrácia muskovitu čo sa prejavuje vyšším obsahom Fe (Černý a Burt, 1984). Po týchto procesoch pôvodne veľmi nízka koncentrácia U, Th a REE vo fluidách vzrástla, vykryštalizoval uraninit, monazit a rutil, vytvorili zhluky v živci a ovplyvnili jeho sfarbenie.

Dúbravský pegmatit sa nezaraďuje medzi muskovitické pegmatity iba minerálnou asociáciou, textúrou a štruktú-

rou, ale aj obsahom mikroprvkov a ich vzájomným pomerom v živcoch a v slude (Dávidová, 1997). Pozoruhodný je veľmi nízky obsah Ba a Sr, ktorý nezodpovedá kritériám pre muskovitické pegmatity. Obsah Ga je o niečo vyšší ako pri živcoch pegmatitov iných pohorí, ale koreluje s vyšším obsahom Ga v okolitých granitoidných horninách (Chovan, 1990).

V pegmatitovom telese prebehli epigenetické procesy späté s hydrotermami. V prvej fáze to bola albitizácia, pravdepodobne spojená s postmagmatickou albitizáciou. Posledný albit tvorí nepremenené, nezrastené, ojedinele jednoducho zrastené zrná do 0,3 mm, ktoré vystupujú samostatne alebo v žilkách a v ich okolí ojedinele zatláčajú staršie živce. Mladšia bola sericitizácia a dosiahla rozličný stupeň podľa tektonickej predprípravenosti a intenzity hydroterm. Drobné šupinkovité kryštály muskovitu (sericitu) tvoria žilky, často s vejárovitým usporiadaním, niekedy spolu s kremeňom. Pri silnej sericitizácii nastáva úplné zatlačanie nielen albitu, ale aj mikroklínu. Sericitizáciu albitu miestami sprevádzala saurinitizácia (zoisit, epidot) a postupne prechádzala do illitizácie (Orvošová et al., in press). Po zmene pH roztokov prebiehala karbonatizácia, ktorá nerovnako intenzívne zatláčala živce formou idiomorfných klencových, kostrovitých kryštálov alebo sieťou drobnozrnných žiliek. Najmladšie sú žilky drobnozrnného alotriomorfného kremeňa, ktoré často vytvárajú sieť alebo šošovky. Rudné minerály vystupujú v žilkách so sericitom, karbonátom a kremeňom alebo sú rozptýlené v živci. Druhým najrozšírenejším rudným minerálom pegmatitového telesa je antimonit, ktorý vystupuje vo forme žíl prenikajúcich telesom (obr. 1).

Záver

Pri kryštalizácii prašivského granitu sa nahromadila zvyšková peraluminózna tavenina obohatená najmä o fluidá H₂O, nepatrne F, ale bez B. Pegmatit je veľmi slabo diferencovaný a minerálne asociácie (živec - kremeň - muskovit, grafický pegmatit, blokový mikroklín, kremenné jadro, kremeň - muskovit) vytvárajú nepravidelné zóny v celom telese. Rovnovážna kryštalizácia plagioklas - K živec a subsolidové procesy v K živcoch prebiehali pri 630 až 460 °C a kryštalizácia primárneho muskovitu pri teplote od 440 do 320 °C. V postmagmatickom štádiu prebehli mnohé premeny. Fáza K v homogénnom K živci sa usporiadala na mikroklín a zároveň sa odmiešala fáza Na vo forme perthitov. Pôvodné živce silne zatlačil albit s doménovou stavbou. Pri zvýšení pôvodne veľmi nízkej koncentrácie U a REE vykryštalizoval uraninit, monazit (Ce) a rutil. Konsolidovaný pegmatit neskôr postihli epigenetické procesy, akým bol vývoj albitu, sekundárneho muskovitu (sericitu), karbonátu a kremeňa. Podľa klasifikácie Černého (1991) pegmatit patrí do muskovitovej triedy, pre ktorú sú podľa stupňa metamorfózy okolitých hornín (Lukáčik, 1981; Uher, 1994) charakteristické podmienky vzniku 630 - 580 °C a 3-5 kb.

Táto práca vznikla v rámci grantového projektu VEGA 1/2172/95 - Metalogenéza Au-Sb mineralizácie tatrika Západných Karpát. Ďaku-

jem vedúcemu grantového projektu doc. Chovanovi za podporu, RNDr. Raganovi za poskytnutie vzoriek, RNDr. Konečnému za analýzy na mikroanalýzátore a p. Osvaldovi za zhotovenie mikrofotografií.

Literatúra

- Ackermann, L., Langer, K. & Rieder, M., 1993: Germanium muscovites with excess hydroxylwater $KAl_2 [Ge_{3-x} Al_{1+x} O_{10-x} (OH)_x (OH)_2]$ and the question of excess OH in natural muscovites. *Eur. J. Mineral.*, 5, 19–29.
- Bagdasarjan, G. P., Gukasjan, R. Ch., Cambel, B. & Veselský, J., 1985: Rb-Sr izochronnoje datirovanie granitoidov Djumbjerskoj zony Nizkych Tat (Zapadnije Karpaty). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 36, 637–645.
- Burchart, J., Cambel, B. & Král, J., 1987: Isochron reassessment of K-Ar dating from the West Carpathian crystalline complex. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41, 131–170.
- Cambel, B., Král, J. & Burchart, J., 1990: Isotopic geochronology of the Western Carpathian crystalline complex with catalogue of data. *Veda, Bratislava*, 184.
- Černý, P., 1991: Rare - element Granitic Pegmatites. Part 1. Anatomy and Internal Evolution of Pegmatite Deposits. *Geosci. Canada reprint*, 6, 29–47.
- Černý, P. & Burt, D. M., 1984: Paragenesis, Crystallochemical Characteristics and Geochemical evolution of Micas in Granite Pegmatites. In: Bailey (Ed.): *Reviews in Mineralogy V. 13 Micas*, 257–298.
- Černý, P., Staněk, J., Novák, M., Baadsgaard, H., Rieder, M., Ottolini, L., Kavalová, M. & Chapman, R., 1995: Geochemical and structural evolution of micas in the Rožná and Dobrá Voda pegmatites, Czech Republic. *Mineral and Petrol.*, 55, 177–201.
- Dávidová, Š., 1978: Mineralógia a petrografia pegmatitov kryštalinika tatrid. *Mineralia Slov.*, 10, 127–146.
- Dávidová, Š., 1997: O stupni diferenciácie pegmatitov tatrika. *Mineralia Slov.*, 29, 136–148.
- Dempster, T. J., Tanner, P. W. G. & Ainsworth, P., 1994: Chemical zoning of white micas: A record of fluid infiltration in the Qughterard granite western Ireland. *Amer. Mineralogist*, 79, 536–544.
- Fenn, P. M., 1986: On the origin of graphic granite. *Amer. Mineralogist*, 71, 325–330.
- García-Casco, A., Sánchez-Novas, A. & Torres-Roldán, R. L., 1993: Disequilibrium decomposition and break down of muscovite in high P-T gneisses Betic alpine belt (southern Spain). *Amer. Mineralogist*, 78, 158–177.
- Chovan, M. (Ed.), 1990: Mineralógia, geochémia, petrológia žilníko-vo-impregnačného a žilného typu mineralizácie na úseku Dúbrava - Lubelská. *Manuskript - Geofond, Bratislava*, 340.
- Icenhower, J. & London, D., 1995: An experimental study of element partitioning among biotite, muscovite and coexisting peraluminous silicic melt at 200 MPa H_2O . *Amer. Mineralogist*, 80, 1229–1251.
- Kerrick, D. M., 1972: Experimental determination of muscovite + quartz stability with $PH_2O < P_{total}$. *Amer. J. Sci.*, 272, 946–958.
- Kretz, R., 1970: Variation in the composition of muscovite and albite in a pegmatite dike near Yellow Knife. *Contr. J. Earth Sci.*, 7, 1219–1235.
- Lentz, D. R. & Fowler, A. D., 1992: A dynamic model for graphic quartz-feldspar intergrowths in granitic pegmatites in the south-western Grenville province. *Canad. Mineral.*, 30, 571–585.
- Linnen, R. L. & Williams-Jones, A. S., 1993: Mineralogical constraints on magmatic and hydrothermal Sn-W-Ta-Nb mineralization at the Nong Su aplite-pegmatite, Thailand. *Eur. J. Mineral.*, 5, 721–736.
- London, D., Morgan, G. B. & Hervig, R. L., 1989: Vapor - undersaturated experiments with Macusani glass + H_2O at 200 MPa, and the internal differentiation of granitic pegmatites. *Contr. Mineral. Petrology*, 102, 1–17.
- Loucks, R. R., 1991: The bound interlayer H_2O content of potassic white micas: Muscovite - hydromuscovite - hydrophyrophyllite solutions. *Amer. Mineralogist*, 76, 9–10, 1563–1579.
- Lukáčik, E., 1981: Petrológia granitov - granodioritov prašiveckého typu v západnej časti nízkotatranského plutónu. *Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrol. Geochém. Metalogen.*, 8, 121–142.
- Miller, C. F., Stoddart, E. F., Bradfish, L. J. & Dollase, W. A., 1981: Composition of plutonic muscovite: Genetic implications. *Canad. Mineral.*, 19, 25–34.
- Monier, G. & Robert, J. L., 1986: Muscovite solid solutions in the system $K_2O-MgO-FeO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$: an experimental study od 2 kbar PH_2O and comparison with natural Li-free white micas. *Min. Mag.*, 50, 257–266.
- Orvošová, M., Majzlan, J. & Chovan, M., 1997: Hydrothermal alteration of granitoids rocks and gneisses in the Dúbrava Sb - Au deposit, Western Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, in press.
- Petrík, I., Broska, I. & Uher, P., 1994: Evolution of the Western Carpathian granite magmatism: age, source rocks, geotectonic setting and relations to the Variscan structure. *Geol. Carpath.*, 45, 283–291.
- Speer, J. A., 1984: Micas in Igneous Rocks. In: Bailey (Ed.): *Reviews in Mineralogy V. 13. Micas*, 299–356.
- Stormer, J. C. & Whitney, J. A., 1977: Two feldspar geothermometry in granulite facies metamorphic rocks. *Contr. Mineral. Petrology*, 65, 2, 123, 133.
- Swanson, S. E. & Fenn, P. M., 1986: Quartz crystallization in ingeous rocks. *Amer. Mineralogist*, 71, 331–342.
- Uher, P., 1994: The variscan west-carpathian granitic pegmatites: Mineralogy, petrogenesis and relationship to pegmatite populations in the eastern Alps and Romanian Carpathians. *Geol. Carpath.*, 45, 5, 313–318.

Geologická stavba a rudná mineralizácia v okolí ložiska Magurka

JOZEF MICHÁLEK

EnviGeo, s. r. o., Kynceľova 10, 975 90 Banská Bystrica

(Doručené 5. 12. 1997)

Geological setting and ore mineralization in the surroundings of the Magurka deposit

The area to the north of the Partizánska Lupča village, in the valley of Lupčianska stream, belongs among the perspective areas with occurrence of Sb (Mo), Au, Ag mineralization together with minerals of precious and trace elements. This evaluation of the area is a preliminary synthesis of geological works being contribution to the knowledge on geological structure of phyllite and granite-type Klinisko, succeeded by mapping of new bodies of basic rocks, mapping the position of lodes Rišianka - Solisko - Veľká Okružná and probable east continuation of the lode Magurka in the area Jama, as well as verifying occurrence of gold in alluvium of Lupčianska stream.

Key words: ore mineralization, the Nízke Tatry Mts.

Geologická charakteristika územia

Ložiskové územie sa nachádza na severných svahoch Ľumbierskej časti Nízkych Tatier 12 km na S od Partizánskej Lupče medzi dolinami na východnej a západnej strane doliny Lupčianka.

Patrí medzi historické banské revíry s kutaním na Fe, Sb, Au-Ag a Mo rudy s prestávkami od 18. stor. až po súčasnosť a vždy patrilo do širšej ložiskovej oblasti ložiska Au-Sb rúd Magurka. Podľa archívnych údajov boli významné iba rudné akumulácie žilného ťahu Rišianka - Solisko, ktorého skutočná hodnota je podľa mapovania jeho pokračovania na J od doliny Veľká Oružná pravdepodobne vyššia. Malé Železné nikdy nebolo zdrojom významnej zásoby Sb (Mo) rúd, ale za zmienku stojí výskyt hematitových žíl a šošoviek viažucich sa na zóny drvenia na kontakte lúžňanských vrstiev a granitoidného masívu. Je veľmi pravdepodobné, že práve tento typ Fe mineralizácie spolu s rýžovaním Au v alúviu Lupčianky (písomné údaje z roku 1263) boli skutočným začiatkom banskej činnosti v Lupčianskej doline ešte pred kutaním na Sb-Au rudy. Podľa archívnych údajov tam boli už roku 1551 opustené dva hámre na Fe rudu (Uličný, 1985). Je rovnako pravdepodobné, že práve pre výskyt Fe oxidickej mineralizácie dostali dve doliny meno Železné (pôvodne Železnô). Podľa geologickej pozície je tento typ zrudnenia isto mladší ako spodnotriasový.

Územie budujú horniny Ľumbierskeho kryštalinika, sekvencie obalovej jednotky Červenej Magury, križňanská jednotka a akumulácie kvartéru (obr. 1).

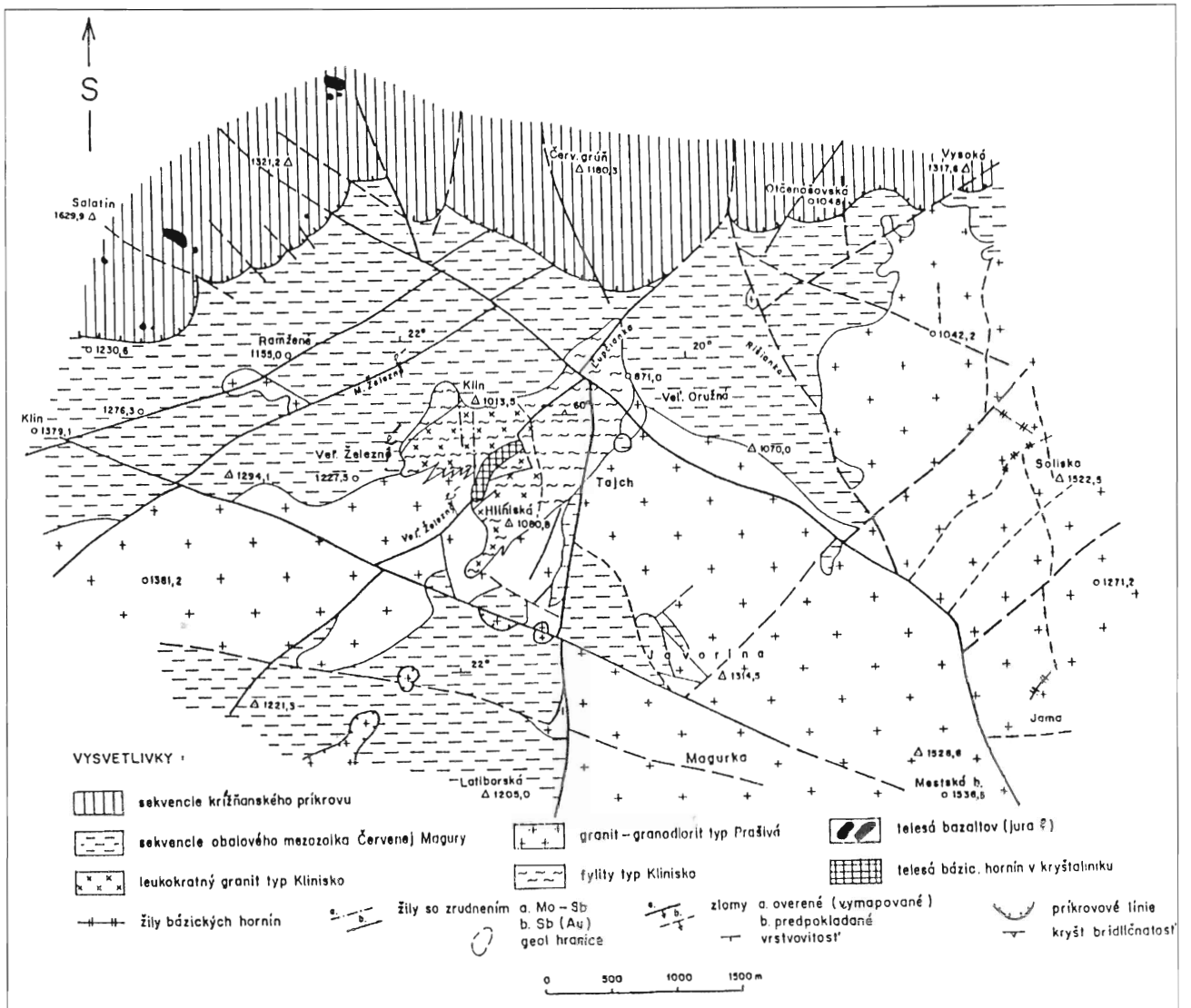
Kryštalinikum zastupujú fylity typu Klinisko, granitoidy prašivského typu viacerých variet, ako aj telesá a žily báziických hornín viacerých typov.

Fylity typu Klinisko vystupujú medzi dolinou Malé Železné a Hliniská, kde sa pri detailnom geologickom mapovaní v mierke 1:5000 ohraničilo teleso s celkovou rozlohou 1,2 km², pričom je veľmi pravdepodobné, že časť fylitov v oblasti Klína a Slatvinská zakrývajú telesá kremenca lúžňanského súvrstvia (obr. 2). Fylity typu Klinisko patria medzi dlhodobé problémy Ľumbierskeho kryštalinika, ktorých osvetlenie môže mať pri riešení genézy a tektoniky kryštalinika kľúčový význam tak, ako to predpokladá Biely et al. (1988). Tento typ hornín prvý opísal Koutek (1930) pod názvom kryštalické bridlice Kliniska ako chloritický a chloriticko-muskovitický svor. Klinec a Miko (1974) ich charakterizujú ako biotitické fylity, ktoré v úsekoch postihnutých hydrotermálnou alteráciou možno od nadložných kremencov spodného triasu odlíšiť iba mikroskopicky.

Makroskopicky ide o tmavosivé, jemnozrnné až drobnozrnné horniny s plošne paralelnou textúrou a vrstvomou odlučnosťou. Mikroskopicky sa vyznačujú granolepidoblasticou až lepidogranoblasticou štruktúrou s náznakmi blastomylonitickej štruktúry (Mudráková, 1996).

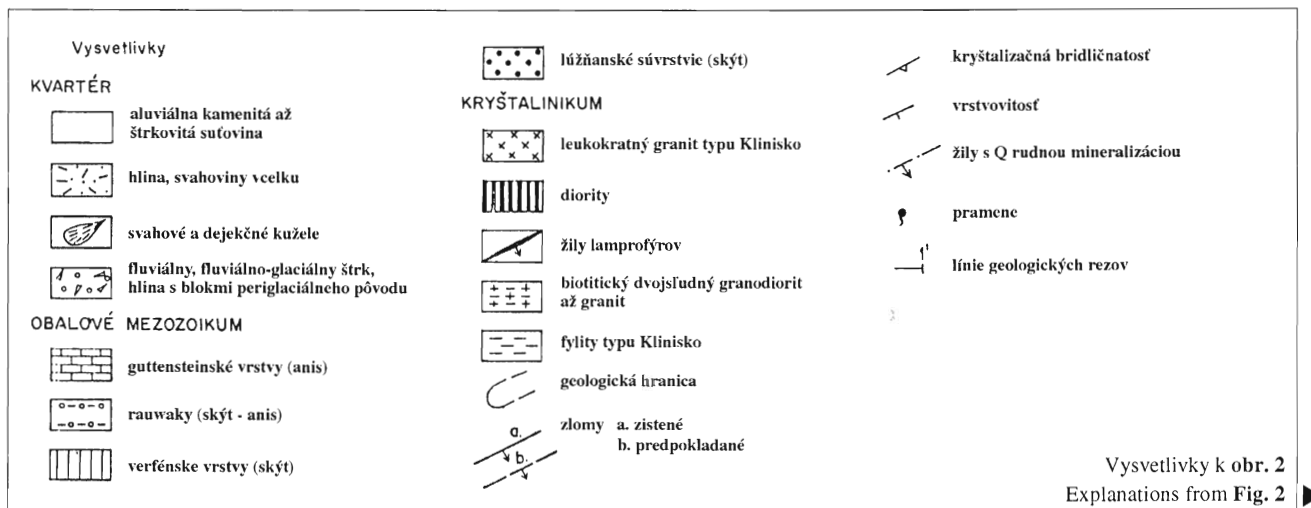
Hlavné minerály zastupuje kremeň a biotit.

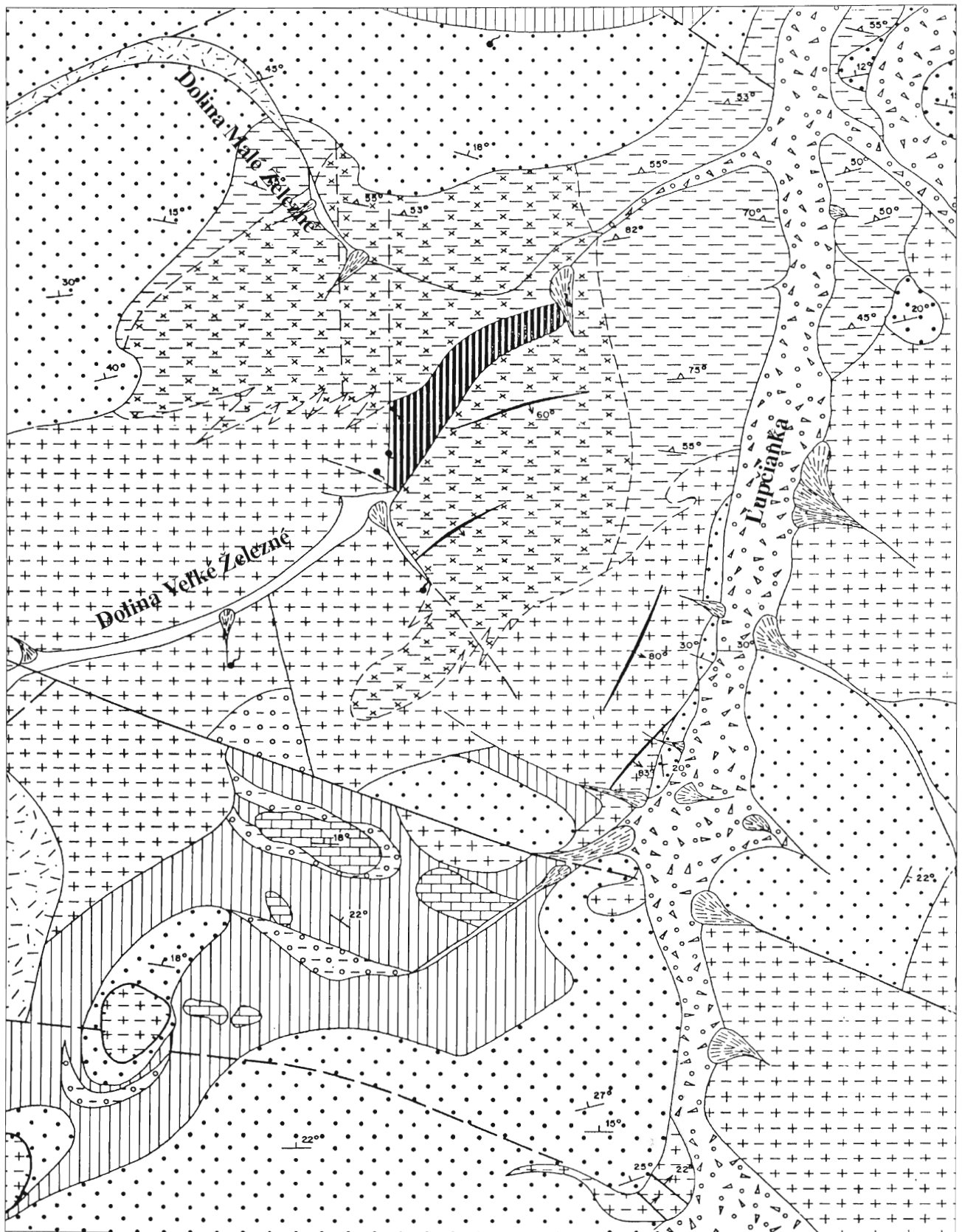
Kremeň vytvára polohy až ložné žilky alotriomorfných zubovite do seba zapadajúcich undulózne zhášajúcich až tlakovo sa rozpadajúcich jedincov. Veľkosť zŕn sa pohybuje okolo 0,1 mm. Kremeň okrem toho vytvára samo-



Obr. 1. Schematizovaná štruktúro-geologická mapa okolia ložiska Malé Železné.

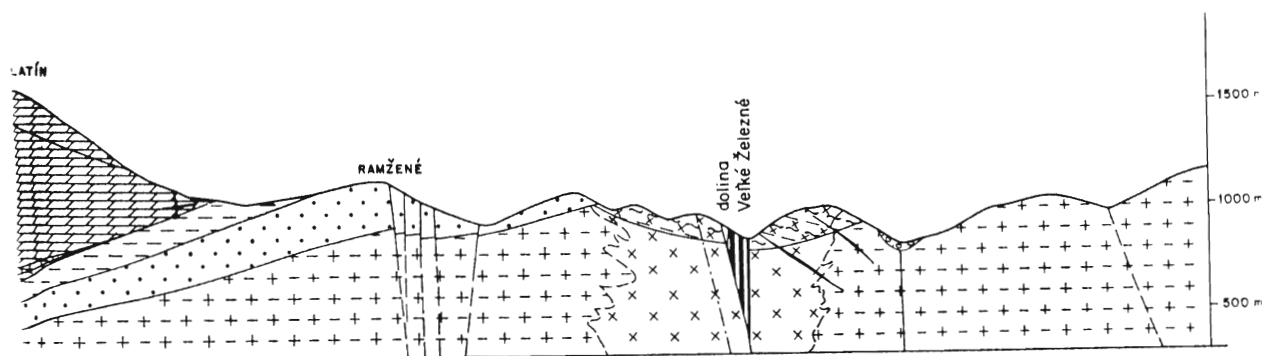
Fig. 1. Structural-geological map of Malé Železné deposit surrounding.





Obr. 2. Geologická mapa medzi Lupčiankou a dolinou Malé Železné.

Fig. 2. Geological map between Lupčianka stream and Malé Železné valley.



Obr. 3. Geologický rez medzi Salatinom a dolinou Veľké Železné.

Fig. 3. Geological section between Salatin hill and Veľké Železné valley.

statné okolo 0,5 mm veľké očka obtekajúci ostatné minerály. Fylity typu Klinisko obsahujú 40-50 % kremeňa.

Biotit postihol transport a sedimentácia, ktoré prekonal. Je poohýbaný a na koncoch rozstrapkaný. Jeho pôvodné vlastnosti sa zachovali len sporadicky. Pleochroizmus čerstvých jedincov reprezentuje α svetlozltá a β a γ červenohnedá farba. Väčšina jedincov je premenená, prevažne chloritizovaná, v menšej miere baueritizovaná.

Akcesorickým minerálom je muskovit a turmalín.

Muskovit sa odlišuje od baueritu na základe uhla 2V.

Turmalín je najčastejšou akcesóriou. Tvoria ho hnedé, zelené alebo aj zonálne sfarbené hypidiomorfné jedince.

Zirkón a *albit* sa vyskytujú sporadicky.

V niektorých vzorkách je zastúpený aj *grafitický* alebo *rudný pigment*, uložené v zhlukoch alebo šmuhách po foliácii.

Fylity sú súčasťou spojitých štruktúr s typickými štruktúro-morfologickými znakmi. V hrubých črtách na povrchu vytvárajú nepravidelný viacuholník deltovitého tvaru, ktorý je priemetom ležateho amputovaného polkruhu s mierne ponorenou osou (sklon 25°) v smere SV-JZ. Os je paralelná s líniou zlomu doliny Veľké Železné, v tomto prípade rovinou synkliny (obr. 3). V zachovanej časti je maximálna mocnosť fylitov 450 m a dĺžka telesa v osovej časti 1,8 km. Najvýraznejším štruktúrnym znakom sú plochy S_1 kryštalizačnej bridličnatosti s maximálnym sklonom $24/54^\circ$. Plochy S_1 sú miestami prevrášnené do drobných vrások s amplitúdou do 10 cm s osou b_1 $290/12^\circ$. Planárne a lineárne štruktúry fylitov nemajú ekvivalent v bezprostrednom podloží fylitov, ktoré tvorí biotitický granodiorit prašivského typu (obr. 4). Z toho možno dedukovať predintruzívny vek duktilných

deformácií fylitov, ktoré boli pravdepodobne súčasťou bretónskej fázy variského orogénu. Vzájomný styk fylitov a granitu prašivského typu je netektonický, bez zjavných znakov migmatizácie, pohlčovania alebo priamej interakcie. Nateraz nám nie je jasná kauzalita výrazného metamorfného skoku medzi granitoidmi a fylitmi, ktoré sa zaraďujú do fácie zelených bridlíc.

Hlavná masa fylitov Kliniska je hydrotermálne alterovaná, čo je sprievodný znak hydrotermálnych procesov spätých s ložiskom Malé Železné, kde nadobúdajú až povahu sericiticko-chloritických bridlíc. V tomto úseku sa vyvinuli ložné a pravé kremeňové žily a žilky, ktoré sú súčasťou hydrotermálnej mineralizácie okolia Sb - Mo výskytu Malé Železné. Je to zároveň aj miesto prieniku granitu Kliniska, ktorý prestupuje teleso fylitov, a tak tvorí zóny s pohltenými fylitmi alebo ložnými a pravými žilami v nich. Vek biotitických fylitov typu Klinisko (staršie paleozoikum, spodný devón) sa stanovil na základe prítomnosti palinomorf tosmantovej a leiosferiovej flóry (Planderová, 1989).

Obdobný horninový typ sa zistil vo vrte FGL-1 pri Pavčinej Lehote v podloží kremenca spodného triasu (Bieľy et al., 1980), a tak je veľmi pravdepodobné, že biotitické fylity typu Klinisko môžu byť na severných (aj južných ?) svahoch dumbierskeho kryštalinika podstatne rozšírenejšie a sú súčasťou jednej štruktúrnej jednotky.

Granit prašivského typu buduje s blokmi a troskami obalového mezozoika celú južnú časť skúmaného územia. Petrologicky preň platia všeobecne známe údaje o tomto type. V zónach s prejavmi hydrotermálnej alterácie horninu postihla výrazná sericitizácia, chloritizácia a baueritizácia.



Obr. 4. Geologický rez medzi Salatinom a Vysokou.

Fig. 4. Geological section between Klin and Solisko Hill.

cia, prekremenenie a limonitizácia. Tieto zóny spravidla sprevádza mylonitizácia a zbridiľňatenie. V niektorých častiach sú pomerne hojné žily a šošovky granitového pegmatitu. Za zmienku stojí žila pegmatitu v časti Kapustisko (dĺžka 18 m a mocnosť 0,2 až 2,8 m) so spádnicou sklonu 135/72° v tesnom styku so šošovkou a žilami amfibolicko-biotitického dioritu.

Granit Kliniska vyčlenil Lehotský (1973). Podľa neho má výrazne leukokratný aplitický charakter a zložením sa od granitu prašivského typu odlišuje tým, že nemá zónu migmatitizácie, prípadne kontaktnometasomorfnych vplyvov postmagmatických, pneumatolytických a hydrotermálnych roztokov. Podľa Petra (1976) môže ísť o alpínsky granit s niektorými charakteristickými príznakmi greizenizácie, s ktorou je spätá Mo mineralizácia na lokalite Malé Železné. Na základe mikroskopického pozorovania a vystupovania telesa v teréne je zrejmy jeho kontaktný vzťah k fylitom, ktoré metamorfuje (albitizácia). Najpravdepodobnejšie vznikol kryštalizáciou zo zvyškovej taveniny alebo metasomatózou pôvodného granodioritu prašivského typu. Túto fázu možno pokladať alebo za posledné štádium magmatickej činnosti, alebo za začiatok zrudňovacích procesov. Prstovitý styk s granodioritom potvrdzuje interakciu medzi ním a leukokratným granitom. Granit typu Klinisko nikde neprestupuje nadložným lúžňanským súvrstvom kremencov spodného triasu, čiže je predtriasový.

Výskyt ložných aj pravých žiliel kremeňa s indíciami hydrotermálnej mineralizácie podobnými indíciami z Malého Železného, vystupujúcich výhradne v dosahu granitu Kliniska, podporuje náhľady o úzkom genetickom vzťahu granitu Kliniska s hydrotermálnou Mo-Sb mineralizáciou. Pretože rudná mineralizácia - obdobne ako granitu Kliniska - neprechádza do lúžňanských vrstiev, patrí medzi zrudňovacie procesy späté s variským orogénom.

Leukokratný granit s analogickými vlastnosťami sme zmapovali aj v oblasti Jama - Krásna hôrka. Podobne ako v úseku Malé Železné aj tu sa zdokumentovala hydrotermálna rudná mineralizácia, čo otázku leukokratného granitu v tejto oblasti posúva do sféry magmatických vyhľadávacích kritérií hydrotermálnej mineralizácie.

Žilné telesá bázických hornín

Výskyty bázických hornín možno rozdeliť na 1. telesá a žily bázických hornín v granitoidnom masíve a 2. telesá (polohy) bázických hornín v dolomitoch krížňanského príkrovu.

1. Telesá a žily bázických hornín v granitoidnom masíve
a. *Dioritové teleso v osi doliny Veľké Železné* je šošovkou s plochou 350 x 50 m v tektonickej pozícii v okolí tých granitoidov (príl. 3). Petrologicky ide o nehomogénny amfibolicko-biotitický diorit situovaný v osovej rovine spodiny reliktu synkliny fylitov Kliniska v línii zlomu Veľkej Železnej doliny. Teleso dioritu je mladšie ako okolité fylity aj granitoidy.

b. *Žily lamprofýru v doline Veľké Železné* vystupujú na jv. svahu v záreze lesnej cesty a na lesnom chodníku. Ide

o pravé žily smeru SV (VSV) - JZ (ZJZ) so sklonom 60° na JV a mocnosťou 3,0 - 6,0 m. Žily vystupujú vo fylitoch typu Klinisko, ktorými preniká granit Kliniska. Petrologicky sú to kersantity.

c. *Žily lamprofýru v časti Hliniská* sú morfológicky aj petrologicky rovnaké ako vyššie popisované žily, ale vystupujú v biotitickom granodiorite prašivského typu.

d. *Žily dioritu v časti Kapustisko - Brtkova lúka*

e. *Žily dioritu v časti Krásna hôrka - Jama*

f. *Žily dioritu v časti Rišianka - Solisko*

2. Telesá (polohy) bázických hornín sa v dolomitoch krížňanského príkrovu vyskytujú na jz., východných a sv. svahoch masívu Salatína. Vystupujú vo forme ložných telies, redšie ako oválne bralá a tvoria zhľuky viacerých drobných telies, pravdepodobne odkrývov spojitú štruktúru. Petrologicky ide o bazanity (Hovorka a Spišiak, 1988).

Výskyty a indície Sb (Au) mineralizácie

Ložisko Malé Železné je na južnom úpätí kopca Klin (1014,5 m), kde sa sledovala žila s výskytom antimonitu s indíciami molybdenitovej mineralizácie, ktorú z tohto ložiska prvý opísal Michalenko (1959). Žila má smer S-J, sklon 80 - 90° na V a veľmi komplikovaný priebeh. Je to vlastne systém nepravidelných šošoviek, často bez evidentnej spojitosti, vystupujúcich v granite s polohami - reliktmi hydrotermálne alterovaných fylitov typu Klinisko. Je možné, že zrudnenie má žilníkový vývoj a že teda existuje systém žiliel viažucich sa na jednu štruktúru alebo tak, ako to interpretuje Petro (1976), že ide „o tektonicky deštruovanú žilu“. Podľa Petra (ibid.) mocnosť žily, resp. jej úsekov alebo segmentov v štôlni Horná je variabilná, ale maximálne 0,6 m, v štôlni Stredná až 1,0 m.

Podľa doteraz platnej schémy (Hak, l. c.) mineralizácia ložiska Malé Železné vznikala v troch periódach, a to

1. kremennej s pyritom a kremeňom,
2. karbonátovej s Fe dolomitom, a
3. sulfidickej, so sfaleritom, chalkopyritom, bournonitom, galenitom, boulangeritom, zinckenitom a antimonitom.

V schéme, ktorej platnosť potvrdili aj najnovšie geologické práce GÚDŠ (Petro, l. c.) molybdenitová mineralizácia chýba. Vystupovanie molybdenitu tu má iba mineralogický význam ako na ložisku Dúbrava, kde sa zistil vo forme drobných náleto v puklinách v drobnozrnnom leukokratnom granite na viacerých banských horizontoch. Podľa Chovana (1997) je molybdenitová mineralizácia ložiska Dúbrava - spolu s kremeňom a pyritom - súčasťou 1. mineralizačnej etapy, ale je staršia ako scheelitová.

Žilný ťah Rišianka a Solisko

Ide o dva samostatné paralelné žilné systémy vystupujúce na východných svahoch Lupčianky medzi dolinou Rišianky a kótou Solisko. Banská činnosť tu kulminovala na prelome minulého a tohto storočia. V posledných rokoch sa v rámci projektu Nízke Tatry Sb a overovania indícií rádioaktívnej mineralizácie vykonalo geologické mapovanie s geochemickými a geofyzikálnymi prácami. Žily sú vyvinuté v granitoidoch s polohami xenolitov

plášťa, majú smer SSZ - JJV a sklon od 30 do 75° na V. Hlavným rudným minerálom je antimonit, ktorý sprevádzajú sulfidy a Sb - Pb - Cu sulfosoli. Hlavnou úlohou bolo zistiť smerné pokračovanie žilného ťahu Rišianka na S aj J od starých banských prác. Severnou hranicou je styk so sekvenciami obalového mezozoika Červenej Magury. Geologickým mapovaním sme zistili smerné pokračovanie žilného ťahu na J od doliny Rišianka v časti Kolibiská a ďalej na južné svahy doliny Veľká Oružná až do oblasti Krásnej hôrky. Priebeh potvrdzuje prítomnosť starých banských prác s rudným materiálom. Podľa rozboru zvyškov po vyciedzaní bol hlavným rudným minerálom pravdepodobne striebornosý tetraedrit s takýmto obsahom hlavných prvkov:

Sb 0,09 %, Cu 1,10 %, As 0,10 %, Pb 1,60 %, Hg 0,8 ppm, Ag 68 g/t a Au 0,04 g/t.

O zrudnení na J od Rišianky a doliny Veľká Oružná nie sú nijaké archívne údaje, a preto predpokladáme, že sa tam banská činnosť skončila už v minulom storočí. Mineralogickým zložením a paragenetickými pomermi lokality Rišianka - Veľká Oružná dolina a Malé Železné sa zaoberá Majzlan et al. (v tlači).

Indície Au-As mineralizácie na V od doliny Viedenska - Ďurková

Detailným geologickým mapovaním v časti Jama - Krásna hôrka sa zistila zóna intenzívne alterovaných granitoidov (šírka do 100 m) s blokmi a balvanmi žiloviny (do 0,5 m) zložená zo svetlosivého kremeňa, Fe karbonátov, hniezd a impregnácií pyritu a arzenopyritu a z Fe (Sb) okrov. Hlavné prvky sú v nej zastúpené takto: Sb 0,002 %, As 0,51 %, Au 0,58 g/t.

Podľa predbežných výsledkov je zóna s indíciami rudnej mineralizácie vyvinutá v smere V - Z s miernym sklonom na J. Indície sú vzdialené od posledných známych prejavov v doline Viedenska - Ďurková 1,2 km. Časť územia pokrývajú aj mohutné glaciálne uloženiny. Je možné, že indície patria smernému pokračovaniu magurského žilného systému na V od línie doliny Viedenska - Ďurková. Výrazná väčšina autorov predpokladá tektonické ohraničenie známeho priebehu strihmí v priečnej alebo diagonálnej pozícii na žilný systém, avšak stopa v presunutej pozícii nebola známa. Predbežné výsledky geologického mapovania, ako aj charakter mineralizácie podporujú predpoklad, že zistená indícia je súčasťou presunutého segmentu magurského žilného systému.

Akumulácie zlatiniek v alúviu Lupčianky

Podľa archívnych údajov sa Au v náplavoch Lupčianky rýžovalo už v 13. stor. Súčasné výsledky šlichometrie - doplnenej rozbormi riečnych sedimentov - potvrdzujú stabilne vysokú koncentráciu zlatiniek.

Štruktúrnou analýzou skúmaného územia sa potvrdili nasledujúce závažné fakty a tie rozhodli o metodike prieskumu.

- Magurský Au žilný systém je vyvinutý na upätí hrebeňovej časti granitoidného masívu v smere V - Z a má sklon 35° na J.

- Kontinuitu žilného systému prerušujú zlomy (obyčajné strihy) smeru S - J. Tie sú na povrchu riečišťami horských bystrín a riav v paralelnom usporiadaní drénujúcimi celé ložisko Magurka, a tak sa systematicky obohacujú o žilný materiál so zlatinkami.

- V ústí prítokov do Lupčianky (200 m na JV od horárne Kapustisko) sa náhle mení sklon terénu, a tým aj rýchlosť toku, čo sa prejavuje výrazným rastom obsahu zlatiniek v nánose oproti strmšiemu profilu toku.

- Riečište Lupčianky je na zlomoch smeru S-J a SV-JZ a počvu alúvia tvoria fylity Kliniska, sekvencie spodného a stredného triasu (kremenec, bridlica, vápenec, dolomit), t.j. horniny s odlišnými fyzikálno-mechanickými vlastnosťami. To, ako aj prítomnosť zlomov troch systémov nevyhnutne viedli k zmene morfológie dna riečišťa Lupčianky s tendenciou tvorby káps a priepadlísk, ktoré boli potom vyplňané kvartérnymi fluvialnymi a glaciálfluvialnymi uloženinami.

Uvedené predstavy sa verifikovali geofyzikálnymi prácami, pri ktorých sa použila metóda VES. Merania potvrdili východiskový predpoklad, že sa podložné horniny budú prejavovať zvýšeným zdanlivým odporom oproti kvartérnej výplni. Podľa interpretácie mocností kvartérnych uloženín varíruje v priemere od 5 do 40 m. Najväčšie prehĺbenie dna sa zistilo na lokalite Kapustisko, Hlinisko, Tajch a v sútoku Rišianky s Lupčiankou, kde je hĺbka dna až do 50 m (obr. 5).

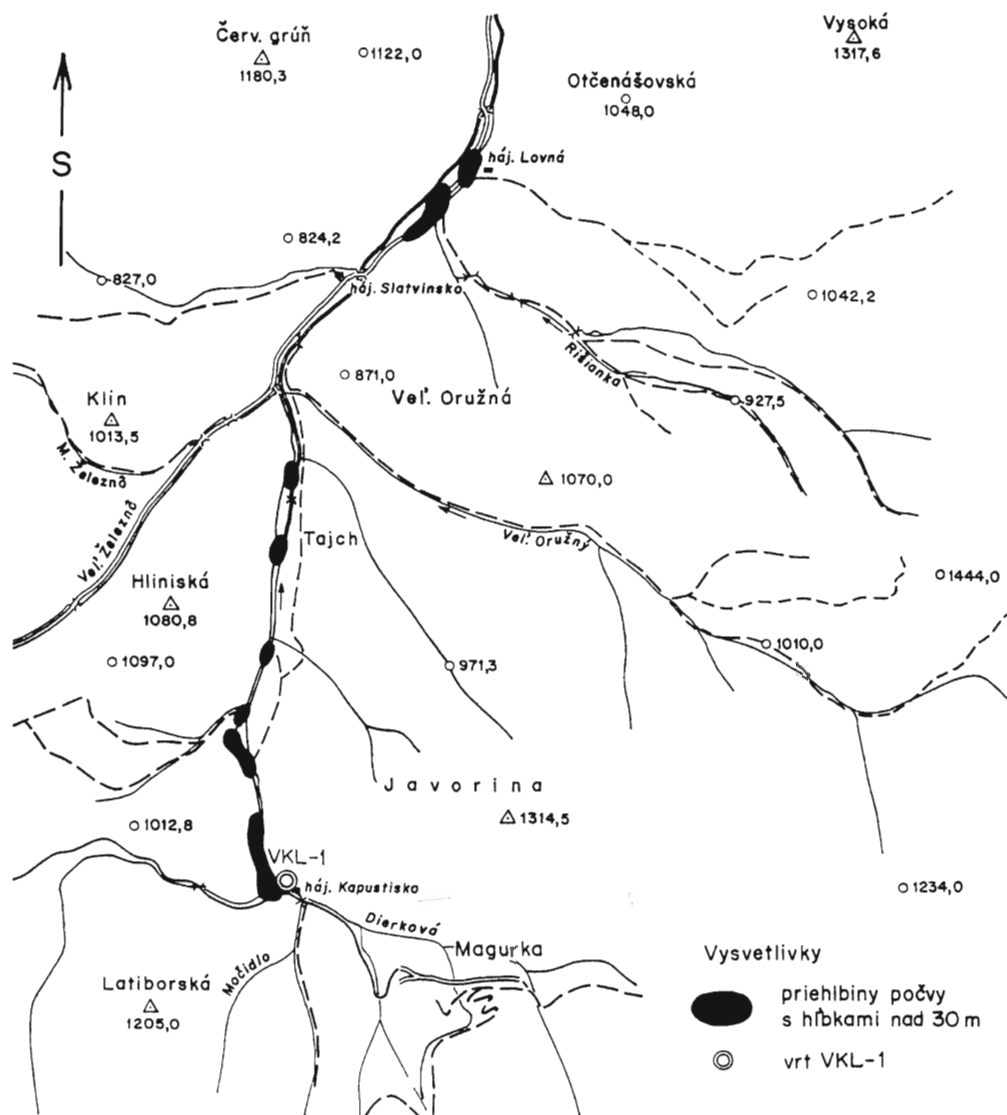
V exponovaných úsekoch Kapustisko, Klinisko a sútok Rišianky s Lupčiankou sa geofyzikálna interpretácia overila povrchovými vrtmi, ktoré potvrdili vzájomnú korelovaťnosť mocností kvartérnych uloženín. Na lokalite Kapustisko sa veľkopriemerovou súpravou B-12-M vyhlbil vrt VKL-1. Materiál sa po presitovaní koncentroval na koncentračnom stole na tri frakcie, a to nad 1,0, 0,5-1,0 a pod 0,5 mm. Au sa koncentruje iba vo frakcii pod 0,5 mm. Výsledky jej analýzy sú v tab. 1.

Výsledky treba pokladať iba za orientačné, pretože použitá technológia neumožnila bezstratový odber vzoriek z alúvia, najmä najjemnejšej frakcie, v ktorej sa - okrem malých výnimiek - zlatinky výhradne koncentrujú.

Diskusia

Účelovým geologickým mapovaním sme ohraničili územie s nízkometamorfovanými biotitickými fylitmi staropaleozoického veku typu Klinisko. Tieto fylity sú reliktom spodiny vrás, ktorej osou je zlom Veľkej Železnej doliny. Ich detailné prevrásnenie je asi prejavom deformácií bretónskej fázy variského orogénu a podloží granitprášivského typu bez zjavnej vzájomnej interakcie. Ďalej sa zmapovali a geofyzikálne potvrdili známe aj nové telesá a žily dioritov a lamprofýrov na J od doliny Veľké Železné, žily a telesá reliktov plášťa v časti Kapustisko, Rišianka, Jama a Krásna hôrka, ktoré sú pravdepodobne zdrojom TR a RR minerálov. Podobne sa spresnili výskyty báziických hornín v telesách dolomitu krížňanského príkrovu v masíve Salatína.

Biotitickými fylitmi typu Klinisko prestupuje leukokratiný granit Kliniska a tvorí v nich ložné a pravé žily.



Obr. 5. Mapa s vyznačenými priehlbami počvy Lupčianky.

Fig. 5. Map with indicated bed depressions of Lupčianka stream alluvium.

Granit je pravdepodobne produktom zvyškovej magmy intrúzie granitu prašivského typu a tá aj pravdepodobným zdrojom Sb-Mo hydrotermálnej mineralizácie lo-

kality Malé Železné. Granit Kliniska a hydrotermálna mineralizácia neprenikajú do nadložného kremenca spodného triasu, a preto sú výsledkom procesov variského orogénu.

Žilný ťah Rišianka - Solisko je vyvinutý aj na J od línie doliny Veľká Oružná. Potvrdzuje to zóna hydrotermálnej alterácie, prítomnosť leukokratického granitu podobného granitu Kliniska, staré banské práce a zvyšky po hutníctve. Spracúvaná ruda obsahovala minerály tetraedritovej mineralizácie, hlavne Ag tetraedrit.

V časti Jama - Krásna hôrka sa v telesách granitu prašivského typu s pásmami leukokratického granitu zistili indicie As-Au mineralizácie, pravdepodobne signalizujúce východné pokračovanie magurského žilného systému.

Geofyzikálne merania a vrtné práce potvrdili predpoklad o existencii káps a priepadlín v počve potoka Lupčianky na hraniciach litologicky odlišných hornín a v prieseční-

Tab. 1

Obsah Au vo vzorkách frakcie pod 0,5 mm vo vrte VKL-1
Au content in samples of fraction below 0.5 mm in borehole VKL-1

Označenie vzorky	Metráž odberu vzorky (m)	Obsah Au (g/t)	Hmotnostný výnos (g)	Poznámka
VKL-1/1	0,0 - 0,5	4,35	440	suchý materiál
VKL-1/2	0,5 - 1,0	5,40	610	suchý materiál
VKL-1/3	1,0 - 1,5	11,35	410	suchý materiál
VKL-1/4	1,5 - 2,0	1,30	1210	vlhký materiál
VKL-1/5	2,0 - 2,5	0,35	1820	vlhký materiál
VKL-1/6	2,5 - 3,5	0,25	1930	hladina vody
VKL-1/7	3,5 - 3,7	0,20	2360	mokrý materiál

koch zlomov s líniou zlomového pásma doliny Lupčianky. Priepadliny v alúviu Lupčianky môžu obsahovať zlatinky - stabilne dotované magurským žilným systémom - aj v priemyselnej akumulácii.

Záver

Výsledky geologických prác potvrdili výnimočnosť postavenia prieskumného územia na obidvoch stranách potoka Lupčianka zo štruktúrneho aj ložiskového hľadiska.

Spoločné vystupovanie nízkometamorfovaných fylitov typu Klinisko (staršie paleozoikum) a viacerých typov variských granitoidov na lokalite Malé Železné v podloží telies transgresívneho kremenca lúžňanských vrstiev, kde budujú horninové prostredie hydrotermálnej Sb (Mo) mineralizácie, kumulujú udalostí podmieňujúce vznik žilno-žilníkovej hydrotermálnej mineralizácie do obdobia vrchný karbón - perm. Pozícia fylitov Kliniska vo forme amputovaného polkužela zostáva aj naďalej problematická. Overenie pokračovania žilných ťahov Rišianka na J od doliny Veľká Oružná a zistenie indícií hydrotermálnej Au-As mineralizácie ako možného pokračovania magurského žilného systému smerom na V v mieste predpokladaného križovania v lokalite Krásna hôrka - Jama môže podstatne kladne ovplyvniť prognózu hodnotu prieskumného územia. Ale celé územie alebo patrí priamo do NAPANT-u, alebo do jeho ochranného pásma, a preto si pri riešení geologicko-ložiskových úloh vyžaduje špecifický prístup.

Literatúra

- Biely, A., 1986: Geologická mapa Nízkych Tatier, M 1:50 000. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava*.
- Hovorka, D. & Spišiak, J., 1988: Vulkanizmus Západných Karpát. *Veda Bratislava*.
- Chovan, M., Majzlan, J. & Bakoš, F., 1997: Mineralógia na úlohe Klinisko - Partizánska Lupča. Prejavy rudnej mineralizácie na Rišianke, Malom Železnom a vo Veľkej Oružnej v Nízkych Tatrách. *Manuskript - archív PF UK Bratislava*.
- Klinec, A. & Miko, O., 1974: In: Petro, M. (Ed.): *Ložiskové pomery Mo - Sb ložiska Malé Železné*. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*.
- Klinec, A., 1985: Geologická mapa Nízkych Tatier - kryštalínikum západnej časti, M 1:50 000. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava*.
- Koutek, J., 1930: Geologické studie na severozápade Nízkych Tater. *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 9.
- Lehotský, I., 1973: Čiastková záverečná správa geologického výskumu tatridného kryštalínika v Nízkych Tatrách. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*.
- Majzlan, J., Chovan, M. & Michálek, J., 1997: Prejavy rudnej mineralizácie na Rišianke, Malom Železnom a vo Veľkej Oružnej v Nízkych Tatrách. *Mineralia Slov. (in press)*.
- Michálek, J., 1988: Nízke Tatry Sb(Au). [Záverečná správa s výpočtom zásob.] *Manuskript - archív Geofond Bratislava*.
- Michalenko, J., 1959: Predbežná správa o výskyte molybdenitu v muskovitických pegmatitoch a aplitických žulách v Malej Železnej doline v Nízkych Tatrách. *Geol. Práce, Spr.*, 16, 101—104.
- Mudráková, M., 1996: Petrológia hornín v okolí ložiska Malé Železné. *Manuskript - archív EnviGeo, s. r. o., Banská Bystrica*.
- Petro, M., 1976: Ložiskové pomery Mo-Sb ložiska Malé Železné (Nízke Tatry). *Manuskript - archív Geofond Bratislava*.
- Planderová, E., 1989: Slabo metamorfované sedimenty z Ľumbierskeho kryštalínika. *Mineralia Slov.*, 21, 243—246.
- Siegel, K., 1976: Vrásové deformácie Ľumbierskeho kryštalínika. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 28, 115—125.
- Uličný, F., 1985: Dejiny osídlenia Liptova do konca 16. stor. *Liptov*, 8, *Vlastivedný Zbor.*, Osveta, Martin, 173.

Rudné výskyty na Rišianke a Malom Železnom - - minerálne zloženie a paragenéza

JURAJ MAJZLAN¹, MARTIN CHOVAN¹ a JOZEF MICHÁLEK²

¹Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

²EnviGeo, s. r. o., Kynceľova 10, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 20. 10. 1997, revidovaná verzia doručená 21. 11. 1997)

Ore occurrences at Rišianka and Malé Železné - mineralogy and assemblages

Two small occurrences of Sb-Cu ores in the vicinity of Magurka deposit, Rišianka and Malé Železné, are hosted by granitoid rocks and phyllites of the Nízke Tatry crystalline complex. The occurrences are paragenetically close to other deposits in the Nízke Tatry area. The oldest pyrite I at Rišianka is accompanied by arsenopyrite and gold with high fineness. Younger pyrite II occurs with stibnite and sulphosalts (zinkenite), carbonates (Fe dolomite), chalcopyrite and pyrite III. Bournonite, tetrahedrite and chalcostibite in quartz and carbonate (Fe dolomite) are thought to represent still another mineralization. The ores at Malé Železné display simpler mineralogical relations, with molybdenite being the oldest phase, found in leucocratic granites or silicified veins. The quartz-carbonate (Fe dolomite) veins contain stibnite, sulphosalts (dominating robinsonite, some zinkenite, boulangerite), sphalerite, galena, bournonite. Pyrite is seen either as veinlets directly in the host rocks or in the Sb-Pb veins, where it is replaced by sulphosalts. The youngest pyrite forms minute euhedral crystals in sphalerite and sulphosalts.

Key words: antimony mineralization, sulphosalts, the Nízke Tatry Mts.

Úvod

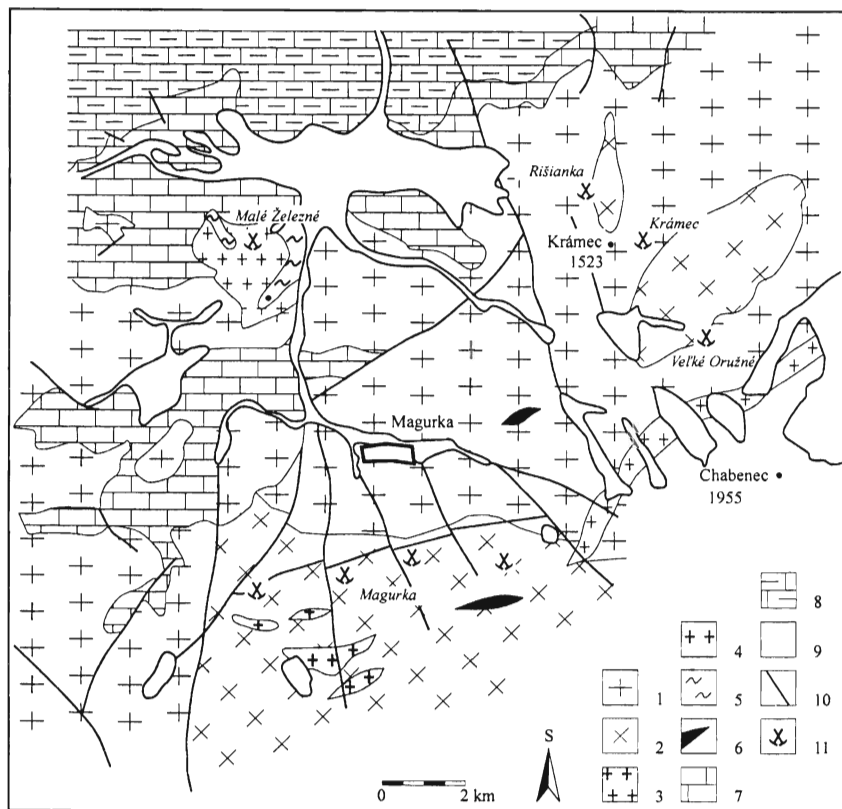
V širšej oblasti ložiska Magurka, ktoré bolo v minulosti významným zdrojom Sb a Au (Chovan et al., 1995b), je aj niekoľko menších rudných výskytov a indícií, kde sa v obmedzenej miere ťažilo alebo vykonával prieskum. Je to Rišianka-Solisko, Krámec, Malé Železné, Veľké Oružné a i. (obr. 1). Táto štúdia podáva súhrn poznatkov o minerálnej náplni rudných žíl študovaných modernými mineralogickými metódami na výskyte Malé Železné a Rišianka.

Geologicko-ložiskové pomery

Obidva študované výskyty sa nachádzajú v oblasti na S od Magurky. Ležia na severe kryštallického komplexu Ďumbierskej časti Nízkych Tatier, v ktorej dominujú granitoidné horniny. Na Rišianke sú to granodiority prašivského typu, kým zrudnenie na Malom Železnom vystupuje najmä v leukokratických granitoch a fylitoch až svojich typu Klinisko (obr. 1). Vek, geochemická a petrografická príslušnosť leukokratických granitoidov, v ktorých je vyvinuté zrudnenie na Malom Železnom, nie sú jasné. V oblasti sú pomerne hojné drobné telesá bazických hornín (Michálek et al., 1997). Na kryštallických horninách spočívajú mezozoické sedimenty obalovej série známe z bezprostredného okolia Malého Železného alebo ďalej na S a Z od opisovaných výskytov spolu s mezozoickými súbormi krížňanského a chočského príkrovu.

Žila ložiska Malé Železné má smer S-J, skláňa sa strmo (70 - 85°) na V (Hak, 1958) a tektonicky sa rozdeľuje na tri segmenty (Petro et al., 1976). Kontakt granitoidných hornín a fylitov odkrytý v štôlni je ostrý, bez akejkoľvek zóny migmatitizácie. Do fylitov prenikajú aplitoidné a pegmatitové žily (Petro et al., 1976). Sukcesnú schému ložiska zostavil Hak (1958). Vo vlastnom ložisku vniká do fylitov granitoidná apofýza a na jej okrajové partie sa viaže molybdenitové zrudnenie. Mineralogické pomery podrobnejšie skúmal Michalenko (1959). Z Malého Železného opísal antimonit, galenit, sfalerit a molybdenit a okolité horniny označil za greizeiny (Michalenko, 1960). Baryt uvádza Turan (1962), autunit Stankovič a Jančula (1987), robinsonit z Malého Železného Bernard a Rost (1992), zinkenit Picot a Johan (1977). Na kremenných žilkách pretínajúcich pegmatity aj mladšie Sb zrudnenie sa zistili zrnká scheelitu (Petro et al., l. c.). Izotopové zloženie Pb z galenitu z Malého Železného študoval Kantor a Rybár (1964). V okolí Malého Železného sa zistili časté prieniky hydrotermálnych kremenných žíl, a to tak sterilných, ako aj so spekulitom, prípadne s ankeritom, zriedka so sideritom a sulfidmi do telies zlepenca a kremenca spodného triasu obalového mezozoika z bezprostredného okolia granitu Kliniska (Petro et al., 1976).

Rudné žily na Rišianke majú smer S-J a strmý sklon (85 - 90°) na V aj Z (Bergfest, 1953). Ložisko bolo otvorené niekoľkými štôľňami. Podľa Mayera (1763, in Bergfest, 1953) sa v jednej z nich ťažil antimonit a v druhej



Obr. 1. Schematická geologická mapa okolia Magurky (zjednodušené podľa Bieleho et al., 1992) s vyznačením výskytov rudnej mineralizácie vrátane študovaných výskytov. 1 - granit až granodiorit (typ Prašivá), 2 - granodiorit až tonalit (typ Ďumbier), 3 - leukokratický granit, 4 - granit (typ Latiborská hoľa), 5 - fylit až svor (typ Klinisko), 6 - páskovaná rula, 7 - mezozoikum tatrica, 8 - mezozoikum veporika, 9 - kvartér, 10 - zlomy, 11 - opustené banské práce.

Fig. 1. Geological setting of the vicinity of the settlement Magurka (simplified after Bieleho et al., 1992) with location of ore deposits and occurrences, including the studied ones. 1 - granites to granodiorites (type Prašivá), 2 - granodiorites to tonalites (type Ďumbier), 3 - leucocratic granites, 4 - granites (type Latiborská hoľa), 5 - phyllites to schists (type Klinisko), 6 - banded gneisses, 7 - Mesozoic of the Tatricum unit, 8 - Mesozoic of the Veporicum unit, 9 - Quaternary, 10 - faults, 11 - abandoned mining works.

sa vyskytoval galenit, jemnozrnný antimonit, malachit, azurit a chalkopyrit. Antimonit ako hlavný rudný minerál Rišianky uvádza Koutek (1931), chalkostibit a niektoré ďalšie rudné minerály opisuje Ralbovský (1976).

Súhrnný prehľad o rudných mineralizáciách Ďumbierskej časti Nízkych Tatier, ktorý je aplikovateľný aj v prípade študovaných výskytov, podáva Chovan et al. (1996), a nové údaje o geologickej stavbe okolia Michálek et al. (1997).

Metodika práce

Minerály sa identifikovali mikroskopickým štúdiom v odrazenom polarizovanom svetle a elektrónovou mikroanalýzou a analyzovali na elektrónovom mikroanalýzátore JEOL 733 Superprobe (GS SR) za týchto podmienok: 20 nA, 20 kV, priemer lúča 3 μ m, štandardy: PbS (Pb), FeAsS (S), Se, Ag, Sb, Bi, Cu, Fe (sulfosoli, Rišianka), analyzoval D. Ozdín; 15 nA, 20 kV, 3 μ m, FeAsS (Fe, S), PbS (Pb), Bi, Cu, Sb, Ag (sulfosoli, Malé Železné), analyzoval P. Konečný; 20 kV, 12 nA, 3 μ m, štandardy: kovové Au, HgS (Hg), CuFeS₂ (Cu), Ag, Sb, Te (Au, Rišianka), analyzoval J. Stankovič; 20 nA, 20 kV, 5 μ m, FeAsS (S), kovový Zn, Cu, Fe, Cd, Mn, SnO₂ (Sn), HgS (Hg), (sfalerit) analyzoval D. Ozdín.

Výsledky mineralogického výskumu

Malé Železné

Štúdiom chemického zloženia vzoriek rudy z Malého Železného (tab. 1) sa vyšší obsah zistil iba v prípade Sb,

Pb a Zn, čo zodpovedá výsledkom mikroskopického štúdia analyzovaných vzoriek.

Antimonit je častý a vyskytuje sa v podobe masívnych alebo steblovitých agregátov dm rozmerov. Prerastá sa s robinsonitom.

Bourmonit je pomerne zriedkavý. Vytvára až 1 cm veľké zrná, uzatvára drobné inklúzie robinsonitu alebo je uzatváraný v galenite (obr.3G) spolu s drobnými inklúziami boulangeritu. Zatláčajú ho bližšie neurčené sekundárne minerály Pb a Sb sivožltej farby a covellín.

Galenit je zriedkavejší ako sfalerit alebo sulfosoli a vyskytuje sa v bielom kremeň spolu so sfaleritom a sulfosolami. Vytvára alotriomorfne zrná, prerastá sa so sfaleritom a uzatvára drobné inklúzie sulfosolí (obr. 3G).

Molybdenit je na haldách zriedkavým minerálom. Vyskytuje sa priamo v leukokratickom granite alebo v zónach prekremenenia, kde ho nesprievádzajú nijaké iné rudné minerály. Identifikovali sa podľa fyzikálnych vlastností a EDS.

Tab. 1
Chemické zloženie vzoriek rudy z Malého Železného
Bulk chemical composition of ore samples from Malé Železné

Vzorka	Ag ppm	Au ppm	Sb wt. %	As wt. %	Pb wt. %	Zn wt. %	Mo wt. %
MŽ-1	2,2	0,10	0,700	0,04	0,825	0,043	0,0004
MŽ-2	1,6	0,04	0,167	0,01	0,225	0,008	0,0006
MŽ-5	8,0	0,90	5,000	0,01	3,800	0,094	0,0004
MŽ-6	3,8	0,20	3,300	0,01	3,550	0,105	0,0017
MŽ-10	1,4	0,04	0,068	0,01	0,124	0,065	<0,0003

Sn in all samples <0,001 %

Tab. 2
Elektrónové mikroanalýzy Pb-Sb sulfosolí a galenitu z Malého Železného
X-ray microanalyses of Pb-Sb sulphosalts and galena from Malé Železné

Sample	RIS-3	RIS-7	RIS-7	MZ-1	MZ-1	MZ-7	MZ-13	MZ-13
mineral	zinc	zinc	zinc	rob	rob	zinc	boul	ga
S	22.28	22.88	22.91	21.36	20.87	22.96	18.51	13.63
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb	44.81	44.09	43.78	37.00	36.76	45.13	25.32	0.00
Pb	30.66	32.40	33.38	41.92	41.85	32.27	55.25	86.61
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.38	0.51	0.55	0.18	0.15	0.35	0.19	0.21
Fe	0.00	0.02	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06	0.10
Total	98.13	100.07	100.84	100.52	99.68	100.75	99.37	100.55
S	57.10	57.44	57.33	56.64	56.21	57.35	54.65	50.12
Ag	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
Sb	30.24	29.16	28.85	25.83	26.07	29.68	19.69	0.00
Pb	12.16	12.59	12.93	17.20	17.44	12.47	25.24	49.28
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.49	0.65	0.69	0.24	0.20	0.44	0.28	0.39
Fe	0.00	0.03	0.07	0.09	0.08	0.06	0.10	0.21

Mineral abbreviations: boul - boulangerite, ga - galena, rob - robinsonite, zinc - zinckenite

Pyrit je častý, ale vyskytuje sa v oveľa menšom množstve ako sulfosolí. Častý je jemnozrnný pyrit na puklinách hornín. V samom leukokratickom granite v okolí ložiska Malé Železné sa zistili kremenno-pyritové žilky malej mocnosti alebo sa pyrit vyskytuje priamo v hornine bez sprievodného kremeňa. Tento typ mineralizácie je však iného charakteru ako impregnačné pyritovo-arzenopyritové zrudnenie známe z Magurky, Dúbravy či Dvoh vód, od ktorých sa odlišuje najmä absenciou arzenopyritu a odlišnou textúrou, pretože žilky z drobných kryštálikov vnikajú do bieleho kremeňa.

Pyrit, ktorý je súčasťou Pb-Sb zrudnenia, patrí do dvoch generácií. Hypidiomorfné, zriedka idiomorfné kryštály pyritu I sú izotropné - anomálna anizotropia sa pozorovala zriedka - a korodované sulfosolami. Niektoré kryštály sú zonálne. Vonkajší lem od jadra oddeľuje zónu inklúzií nerudných minerálov. Pyrit II vytvára žilky prenikajúce cez sulfosolí, ktoré sú zložené z drobných meta-kryštálov s inklúziami sulfosolí.

Sfalerit je bežný, aj keď sa v porovnaní so sulfosolami vyskytuje v menšom množstve. Makroskopicky je hnedý, v odrazenom svetle má vnútorné reflexy svetložltej farby a vzácne sa zistili aj zonálne zrná s tmavým jadrom a svetlou okrajovou zónou. Prerastá sa s galenitom, uzatvára zhluky jemných ihličiek sulfosolí, prerastá sa s nimi alebo je nimi zatláčaný. Okrem hlavných prvkov (Zn, S) obsahuje iba nízku koncentráciu stopových prvkov (tab. 3), a to Sn alebo Cd. Rozdiel v chemickom zložení sfaleritu, vyskytujúcom sa spolu s galenitom a boulangeritom a sfaleritom s robinsonitom sa nezistil. Časť Fe, z ktorého sa v záverečných štádiách vzniku mineralizácie tvorili metakryštály pyritu, môže pochádzať zo sfaleritu. Sfalerit tvorí sieť žiliek v karbonáte (obr. 3F), a preto ho považujeme za mladší ako karbonát.

Sulfosolí sú v študovaných vzorkách najčastejšími a najhojnejšími minerálmi. Všetky majú v odrazenom svetle bielu farbu, nižšiu odraznosť aj dvojodraz ako antimonit a stredne silnú anizotropiu. Niektoré ihličky zhášajú rovnobežne, iné šikmo. Sulfosolí vytvárajú ihličkovité agregáty v kremeň a sfalerite, alotriomorfné zrná a žilky prenikajúce pomedzi zrná kremeňa. Ide o hrubozrnné až jemnozrnné agregáty väčšinou s mozaikovitou, zriedkavejšie s prúdovou štruktúrou. Elektrónovou mikroanalýzou sa sulfosolí vo vzorke MŽ-1 určili ako *robinsonit*. Drobné inklúzie tvorí *zinckenit* (tab. 2, obr. 2). *Robinsonit* sa zistil aj spolu s antimonitom alebo ako drobné inklúzie v bournonite. V galenite sa našli drobné inklúzie *boulangeritu* (obr. 3G, tab. 2). Sulfosolí sa zdajú byť jedným z najmladších primárnych minerálov študovaných vzoriek; zatláčajú a korodujú pyrit II aj sfalerit (obr. 3D, 3E) a tvoria žilky v kremeň.

Kremeň je dominantnou a najstaršou zložkou žiloviny. Čistý kremeň je mliečnobiely. Sívú farbu spôsobujú rozptýle-

Tab. 3
Elektrónové mikroanalýzy sfaleritu z Malého Železného a Rišianky
X-ray microanalyses of sphalerites from Malé Železné and Rišianka

	MŽ-3	MŽ-10	MŽ-13	MŽ-16	RIS-3	RIS-11
average of	3	2	2	2	3	3
S	32,58	32,09	32,55	32,67	32,33	32,61
Zn	67,22	66,00	66,72	66,85	65,54	67,14
Cu	0,00	0,00	0,00	0,15	0,08	0,00
Fe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
Cd	0,00	0,22	0,27	0,00	0,00	0,00
Sn	0,12	0,15	0,21	0,14	0,14	0,10
Hg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,01	0,00	0,03	0,02	0,05	0,04
Total	99,93	98,45	99,78	99,82	98,16	99,88

Tab. 4
Priemery EDS mikroanalýz karbonátov
z Malého Železného a Rišianky
Averages of EDS microanalyses of carbonates
from Malé Železné and Rišianka

		RIŠ-9	RIŠ-19	RIŠ-20	MŽ-10	MŽ-21
Fe		26,0	17,3	17,9	25,0	30,8
Mn		2,8	3,5	1,8	3,7	1,8
Mg	wt. %	18,8	24,8	25,4	19,2	16,5
Ca		52,2	54,0	54,4	51,6	49,8
Sr		0,2	0,4	0,5	0,6	1,0
Fe		17,9	11,3	11,6	17,2	21,9
Mn		2,0	2,3	1,2	2,6	1,3
Mg	at. %	29,8	37,1	37,9	30,3	27,0
Ca		50,2	49,1	49,1	49,6	49,3
Sr		0,1	0,2	0,2	0,3	0,5

né jemné ihličky sulfosolí. Relatívne malé množstvo kremeňa bolo prinesené (remobilizované?) počas tvorby sulfosolí.

Karbonáty sú oveľa zriedkavejšie ako kremeň a tvoria v ňom drobné zrná. Podľa rtg. mikroanalýz (tab. 4) patria Fe dolomitu.

Rišianka

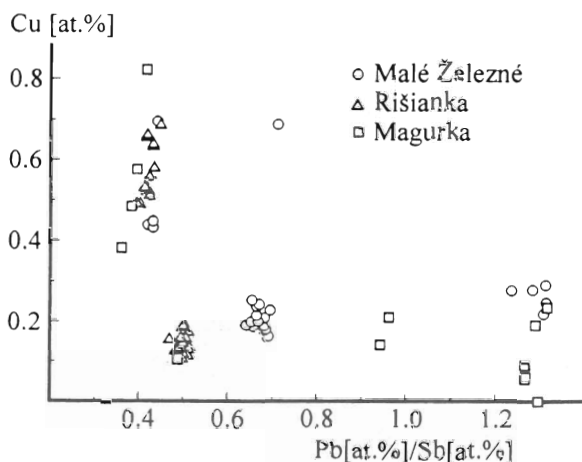
Antimonit je bežnou súčasťou rudy. Tvorí hrubozrnné (mm) alebo strednozrnné (< mm) agregáty. Najväčšie zrná undulózne zhášajú a zriedka sú vyvinuté deformačné lamely. Antimonit sa vyskytuje v kremeň aj v karbonáte a je mladší ako tieto minerály. Intenzívne zatláča pyrit II (obr. 4C) a obrastá ho chalkopyrit a pyrit III.

Antimón je zriedkavý a vždy sa vyskytuje len ako inklúzie nepravidelného tvaru v antimonite. Má vyššiu odraznosť ako antimonit aj ako pyrit a je slabšie anizotropný. Identifikoval sa na základe optických vlastností.

Arsenopyrit je vzácný a zistil sa len ako drobné inklúzie v pyrite I, ktorý asociuje s rutilom a Au (obr. 4A). Identifikoval sa podľa prítomnosti Fe, As, S (EDS) a podľa optických vlastností.

Bournonit je relatívne častý. Vytvára až 1 mm veľké zrná v kremeň alebo karbonáte. V polarizovanom svetle je biely s krémovým odtieňom. Charakteristický je farebný efekt anizotropie a typické lamelovanie.

Chalkopyrit je častý, ale vždy sa vyskytuje len v malom množstve. Zistil sa iba mikroskopicky. Vytvára drobné alotriomorfne zrná alebo agregáty zrníka v kremeň, často obrastá a lemuje starší sfalerit, Pb-Sb sulfo-



Obr. 2. Graf Cu-Pb/Sb v sulfosoliach z Malého Železného a Rišianky, porovnané s Pb-Sb sulfosoliami z Magurky (Chovan et al., 1995b). Väčšina analýz má príliš vysokú kladnú nábojovú bilanciú spôsobenú podhodnotením S, a preto sa v tab. 2 neuvádza. Ak keď kationová časť analýz môže byť dobrá, údaje na grafe treba v týchto prípadoch pokladať za orientačné.

Fig. 2. Cu-Pb/Sb plot for Pb-Sb sulphosalts from Malé Železné and Rišianka, compared with composition of Pb-Sb sulphosalts from Magurka (Chovan et al., 1995b). Most analyses have too high positive charge balance probably due to deficient sulphur and are not listed in the Table 2. The cation part of the analyses may be correct, although, the presented data should be used with caution.

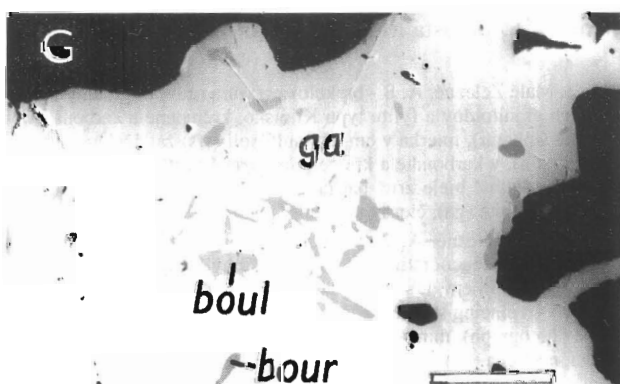
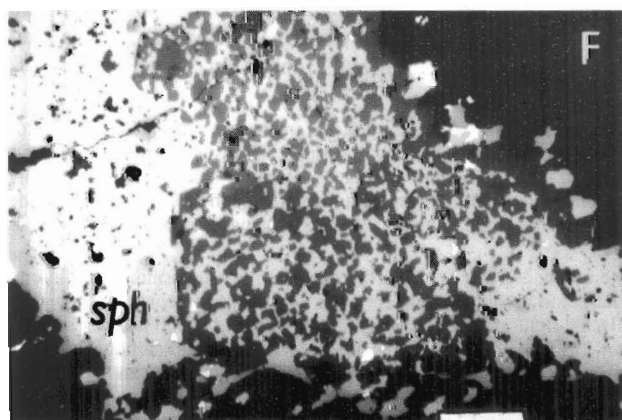
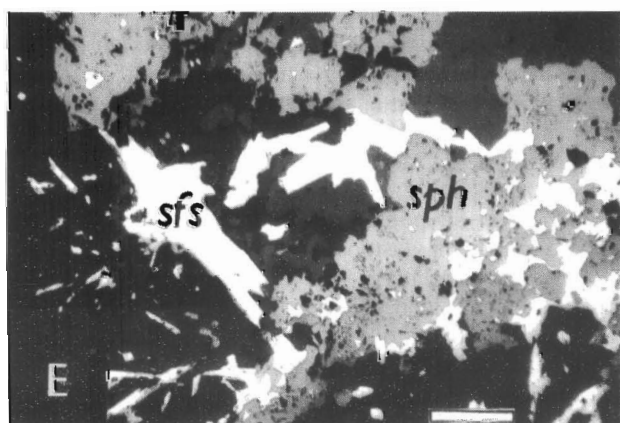
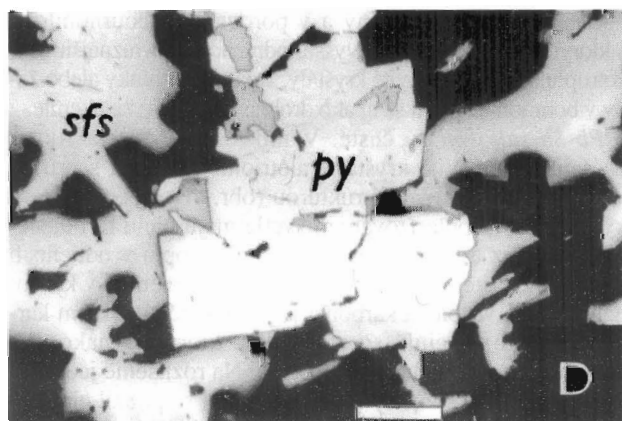
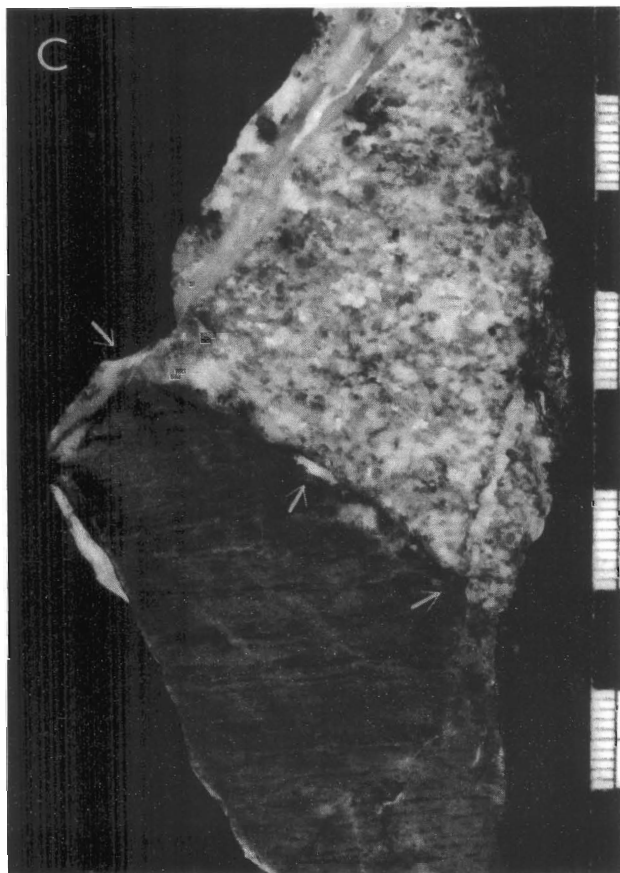
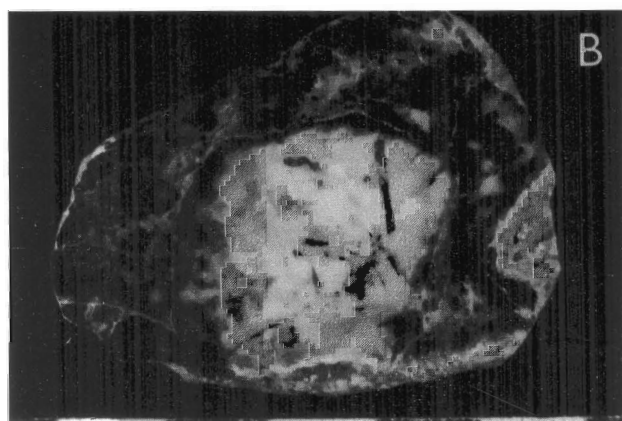
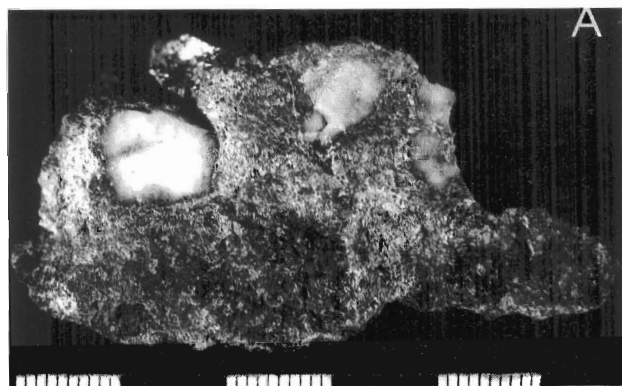
soli a antimonit (obr. 4D). Jediný minerál, ktorý rastie ešte aj na chalkopyritovom leme, je pyrit III.

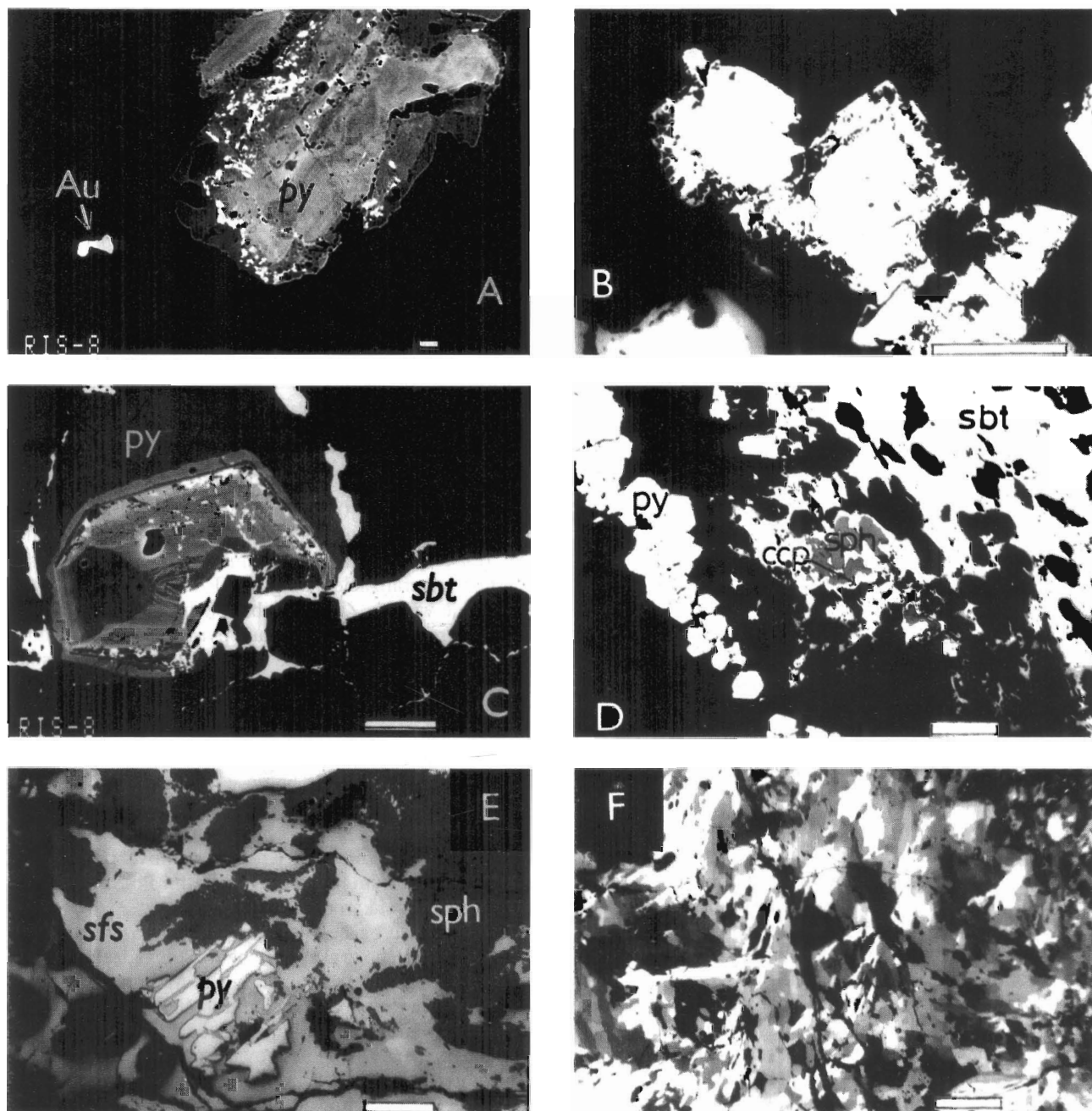
Chalkostibit nie je hojný a v porovnaní s bournonitom, s ktorým sa vyskytuje, má vyššiu odraznosť a výraznejšiu anizotropiu. Vytvára lištovité kryštály, vejárovité zhluky alebo žilky v bournonite. Zistil sa aj ako drobné inklúzie v zinckenite.

Pb-Sb sulfosoli sú časté. V mikroskope tvoria šikmo zhášajúce ihlicovité kryštály, alotriomorfne zrná s prúdovou alebo dlaždicovou štruktúrou (obr. 4F) alebo sieť tenkých žiliek. V polarizovanom svetle majú bielu farbu, slabý dvojdráž a stredne intenzívnu anizotropiu v odtieňoch sivej a hnedastej farby. Vyskytujú sa v kremeň aj v karbonáte, ale ich väzba na karbonát je jednoznačná. Okrem karbonátu úzko asociujú so sfaleritom, ktorý, rovnako ako karbonát a pyrit, zatláčajú (obr. 4E). Na rozlíšenie jednotlivých minerálov skupiny Pb-Sb sulfosolí sa použil elektrónový mikroanalýzátor. Na základe analýz (tab. 2) možno študované minerály pokladať za zinckenit. Rozlíšiteľné sú dve fázy: jedna so vzorcom blízky PbSb_2S_4 , druhá chemickým zložením blízka fáze $(\text{Cu}, \text{Ag})\text{Pb}_{10}\text{Sb}_{21}\text{S}_{42}$

Obr. 3. Malé Železné. A, B - brekciová textúra rudy, fragmenty bieleho kremeňa obaľuje sivý kremeň so sulfosoliami, mierka v cm, C - styk leucokratických granitoidov a fylitov typu Klinisko, kremenné a karbonátové žilky prechádzajú z jednej horniny do druhej alebo sledujú ich kontakt (vyznačené šípkami), mierka v cm, D - sulfosoli (sfs) zatláčajúce pyrit (py) v kremeň, odrazené svetlo, mierka = 100 μm , E) sulfosoli (sfs) zatláčajú sfalerit (sph), v karbonáte a kremeň, odrazené svetlo, mierka = 200 μm , F - prerastanie sieťovitého agregátu sfaleritu (sph) a karbonátu (v strede obrázka), drobné biele zrná patria galenitu, čierny je kremeň, odrazené svetlo, mierka = 200 μm , G) inklúzie bournonitu (bour) v galenite (ga), čierny je kremeň, SEM, mierka = 100 μm .

Fig. 3. Malé Železné. A, B - breccia textures of the ores, fragments of white quartz are enclosed in gray quartz with sulphosalts, scale in cm, C - contact of leucocratic granitoids and phyllites of the Klinisko type, quartz and carbonate veinlets cross or follow the contact (shown by arrows), scale in cm; D - sulphosalts (sfs) replacing pyrite (py) in quartz, reflected light, parallel nicols (RL, II), scale bar = 100 μm , E - sulphosalts (sfs) replacing sphalerite (sph) and carbonate in quartz, RL, II, scale bar = 200 μm , F - intergrowths of sphalerite (sph) and carbonate (centre of the photograph), minute white grains are galena, quartz is black, RL, II, scale bar = 200 μm , G - inclusions of bournonite (bour) in galena (ga), quartz is black, SEM, scale bar = 100 μm .





Obr. 4. Rišianka. A - nehomogénne zrno pyritu I (py) s drobnými inklúziami arzenopyritu na obvode a Au v kremeni (q), SEM, mierka = 10 µm; B, C, D, E, F - mierka = 100 µm, B - korodované kryštály pyritu, odrazené svetlo, C - kryštál pyritu II (py) s rastovou zonálnosťou v strede a zónou monotónneho zloženia na okraji, antimonit (sbt) zatláča pyrit a obrastá kremeň, SEM, D - zrno sfaleritu (sph) je zatláčané antimonitom (sbt) a obrastané chalkopyritom (ccp), v ľavej časti obrázka je žilka pyritu (py), odrazené svetlo, II, E - sulfosolí (sfs) zatláčajú sfalerit (sph) a korodujú pyrit (py), odrazené svetlo, II, F - štruktúra agregátu sulfosolí, odrazené svetlo, čiast. skrížené nikoly.

Fig. 4. Rišianka. A - inhomogeneous grains of pyrite I (py) with minute inclusions of arsenopyrite in the peripheral parts and associated gold (Au) in quartz (q), SEM, scale bar = 10 µm; B, C, D, E, F - scale bar = 100 µm, B - corroded pyrite crystals, reflected light, parallel nicols (RL, II), C - pyrite II (py) crystal with growth zonality in the centre and a homogenous zone, antimonite (sbt) replaces pyrite and grows around quartz crystals, SEM, D - sphalerite (sph) is replaced by antimonite (sbt) and overgrown by chalcopyrite (ccp), with a pyrite (py) veinlet in the left hand part of the photograph, RL, II, E - sulphosalts (sfs) replacing sphalerite (sph) and corroding pyrite (py), RL, II, F - internal texture of a sulphosalt aggregate, RL, partially crossed nicols.

(Moelo, 1982; Makovický, 1989; obr. 2). Fázy sa vyskytujú alebo samostatne, alebo sa navzájom prerastajú.

Pyrit je v študovaných vzorkách bežný. Vyskytuje sa v troch generáciách, ktoré sa navzájom morfológicky od-

lišujú. Pravdepodobne najstarší pyrit (pyrit I) je hypidimorfný. Vyskytuje sa v tmavohnedom kremeni spolu s Au a rutilom. Je chemicky zonálny (SEM) a uzatvára drobné kryštály arzenopyritu (obr. 4A). Vonkajšie zóny

Tab. 5
Elektrónové mikroanalýzy tetraedritu z Rišianky
X-ray microanalyses of tetrahedrite from Rišianka

RIŠ-3			
S	24,69	24,53	24,67
Ag	0,54	0,62	0,61
Se	0,00	0,00	0,00
Fe	0,87	0,77	0,82
As	0,60	0,73	0,55
Sb	wt. %	28,55	28,35
Zn	28,55	28,35	29,02
Hg	0,00	0,00	0,00
Cu	36,94	37,05	36,94
Bi	0,00	0,00	0,00
Σ	98,79	98,59	99,11
S	13,03	12,95	13,00
Ag	0,08	0,10	0,10
Se	0,00	0,00	0,00
Fe	0,26	0,23	0,25
As	0,14	0,16	0,12
Sb	at. %	3,97	3,94
Zn	1,71	1,69	1,68
Hg	0,00	0,00	0,00
Cu	9,84	9,87	9,82
Bi	0,00	0,00	0,00

Tab. 6
Elektrónová mikroanalýza Au z Rišianky
X-ray microanalysis of Au from Rišianka

	Au	Ag	Cu	Sb	Te	Σ
RIŠ-8	96,31	2,02	0,13	0,05	0,08	98,58

Hg not detected

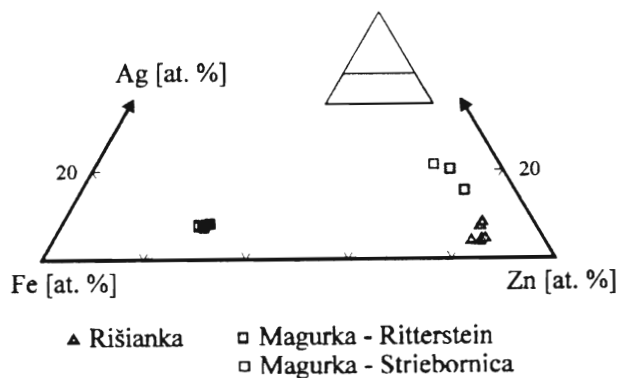
koroduje mladší kremeň (obr. 4A, 4B). Morfologicky sa podobá na hypidiomorfne kryštály pyritu intenzívne zatláčané antimonitom alebo Pb-Sb sulfosolami (pyrit II). Je tiež chemicky zonálny (SEM), so svetlým jadrom s výraznou rastovou zonálnosťou a s tmavým vonkajším lemom (obr. 4C). Jednoznačne mladší je pyrit tvoriaci jemnozrnné agregáty alebo drobné žilky (pyrit III). Je to jeden z najmladších sulfidických minerálov. Vzhľadom na jeho habitus je možné, že ide o výsledok rekryštalizácie pôvodného markazitu alebo iného sulfidu Fe. Pyrit III obrastá antimonit, Pb-Sb sulfosoli a chalkopyrit.

Vo vzorkách s Cu zrudnením sa pyrit vyskytuje iba ojedinele a tvorí hypidiomorfne kryštály zatláčané minerálmi Cu.

Zmes jemnozrnného pyritu neznámej pozície a kremeňa obaľuje fragmenty kremeňa s Pb-Sb-Zn zrudnením.

Sfalerit je častý. Vyskytuje sa ako izometrické, väčšinou alotriomorfne zrná. V odrazenom svetle je sivý, izotropný a má medovožlté vnútorné reflexy. Vytvára krátke žilky alebo sieť žiliek v karbonáte. Je teda mladší ako karbonát, ale starší ako sulfosoli, ktoré ho prakticky vždy zatláčajú. Sfalerit sa javí ako mladší ako pyrit II. Obsah stopových prvkov je minimálny (tab. 3).

Tetraedrit nie je hojný. Vytvára inklúzie v bournonite alebo ho obrastá. Samostatné zrná sú vzácné. Mohol kryštalizovať zároveň s bournonitom alebo čiastočne aj



Obr. 5. Trojuholníkový diagram substitujúceho prvku Fe, Zn a Ag v tetraedrite z Rišianky, porovnané so zložením tetraedritu z Magurky (Chovan et al., 1995b).

Fig. 5. Electron microprobe data for Fe, Zn and Ag in tetrahedrite from Rišianka, compared with composition of tetrahedrite from Magurka (Chovan et al., 1995b).

po ňom. Obsahuje 0,5 - 1,0 hm. % Ag (tab. 5) a hlavným kationom zastupujúcim Cu je Zn. Obsah tennantitovej zložky je minimálny. Chemicky sa blíži tetraedritu z Pb-Sb mineralizácie z Magurky-Rittersteinu (obr. 5).

Zlato je vzácné. Zistilo sa iba v jednej vzorke. Vytvára zrná v kremeň, ktorý obsahuje pyrit I, arzenopyrit a rutil (obr. 4A). V mikroskope má zlatožltú farbu a vysokú odraznosť. Ide o Au vysokej rýdzosti (tab. 6), typické pre pyritovo-arzenopyritovú mineralizáciu dumbierskej časti Nízkych Tatier (cf. Chovan et al., 1995b).

Kremeň je najhojnejším minerálom rudných žíl. Tvorí ich podstatnú súčasť a je hojný v prekremených granitoidných horninách, ktoré sú tiež nositeľmi zrudnenia. V alterovaných horninách obsahuje množstvo fylosilikátov a drobných zŕn rutilu. Kremeň pyritového zrudnenia s Au je hnedý, kým kremeň s minerálmi Pb-Sb-Zn biely, s časťami zrnami karbonátov.

Karbonáty sú bežné, ale menej časté ako kremeň. Vytvárajú žilky alebo zrná v kremeň. Spreádzajú ako minerály Pb-Sn-Zn, tak aj minerály Cu. Makroskopicky ani mikroskopicky nemožno odlíšiť a vyčleniť typy karbonátov, aj keď každá z uvedených asociácií isto má svoje vlastné karbonáty. V polarizovanom svetle majú vyššiu odraznosť ako kremeň, silný dvojodraz a anizotropiu. Limonitizácia karbonátov je ojedinelá. Karbonáty sú vždy staršie ako sulfidické minerály, ktoré sa v nich vyskytujú. Podľa rtg. mikroanalýz patria všetky Fe dolomitu (tab. 4), ale karbonáty vyskytujúce sa so sulfosolami (RIŠ-19, RIŠ-20) majú nižší obsah Fe a vyšší Mg ako karbonáty vyskytujúce sa s bournonitom (RIŠ-9). Pritom je zaujímavé, že porovnateľné zloženie s karbonátmi z Malého Železného, s ktorými asociujú sulfosoli, majú na Rišianke karbonáty s bournonitom a tetraedritom.

Ti-oxid je bežný v alterovaných horninách. Vytvára drobné zrná s mozaikovitou štruktúrou.

Kermezit je zriedkavý a vytvára drobné alotriomorfne zrná v antimonite. Má nižšiu odraznosť ako antimonit, blízku odraznosti tetraedritu, slabšiu anizotropiu ako antimonit a intenzívne-vnútorné reflexy sytočervenej farby. Vzniká

ako prvý produkt zvetrávania antimonitu. Zatláčajú ho ďalšie sekundárne minerály Sb, ktoré sa bližšie neidentifikovali.

Malachit je vzácny. Zistil sa na vzorke so zrudnením Cu ako zelený poprašok.

Diskusia a záver

V tejto štúdii uvádzame nové údaje a spresnenú identifikáciu robinsonitu, zinckenitu, boulangeritu a bournonitu z Malého Železného, tetraedritu z Rišianky a sfaleritu a karbonátov z obidvoch lokalít. Výskyt bournonitu a Au na Rišianke sa doteraz nepublikoval. Uvádzame aj nové údaje o vzťahoch minerálnych paragenéz.

Rudná mineralizácia na Malom Železnom je v porovnaní s inými výskytmi v študovanej oblasti mineralogicky jednoduchšia. *Antimonit*, Pb-Sb sulfosoli, *sfalerit*, *pyrit*, *galenit* a zriedkavý *bournonit* predstavujú rudnú zložku hydrotermálnych žíl. Nerudným minerálom žíl je *kremeň* a *karbonáty*.

Podľa našich výsledkov je pre lokalitu Malé Železné charakteristický výskyt *robinsonitu* a *zinckenitu*. Spolu s galenitom sa zistili Pb-Sb sulfosoli s vysokým podielom Pb (*boulangerit*), ako aj *bournonit*.

Molybdenit sa zistil v leukokratických granitoidoch alebo v prekremených zónach. Podľa Michalenka (1959) sa vyskytuje v pegmatitových žilách pretínaných mladšou, Sb-Pb-Zn mineralizáciou. Takýto záver sa zhoduje so sukcesnou a paragenetickou schémou, ktorú pre blízke ložisko Dúbrava uvádza Chovan et al. (1995a). Molybdenitová mineralizácia na Dúbrave patrí medzi staršie, vyššie termálne typy mineralizácie.

Zrudnenie na Malom Železnom sa zistilo najmä v leukokratických granitoidných horninách. Zriedka možno rudné minerály zistiť aj vo fylitoch. Kremenné žilky so sulfosolami alebo karbonátové žilky prechádzajú z granitoidov do fylitu alebo sledujú ich kontakt (obr. 3C). Tam, kde fragmenty mliečnobieleho kremeňa obaľuje mladší sivý kremeň so sulfosolami (obr. 3A, 3B), je častá aj brekciová textúra rudy.

Mineralizácia ložiska Rišianka sa viaže na kremenné žily alebo je rozptýlená v silne alterovaných a prekremených granitoidných horninách, pričom zóny prekremenenia s rudnými minerálmi nie sú od okolitej horniny ostro ohraničené. Pozorovala sa zonalita rudných telies s príslušnými zónami alterácie a centrálnou kremennou žilkou s naloženým antimonitovým zrudnením. Na ložisku možno rozlíšiť niekoľko minerálnych asociácií, ktoré sa navzájom neprekývajú a sú analogické ako na blízkom ložisku Dúbrava. Je to najmä asociácia minerálov Sb-Pb-Zn, ktorú zastupuje *antimonit*, Pb-Sb sulfosoli a *sfalerit*, a asociácia minerálov s Cu, ktorú tvorí *bournonit*, *tetraedrit* a *chalkostibit*. Oveľa zriedkavejší je *pyrit* s Au, ktoré je v ložisku Dúbrava veľmi vzácné, ale je známe z Magurky a z ďalších výskytov Sb-Au mineralizácie v Ľuberskej časti Nízkych Tatier (Chovan et al., 1996). V nezvyčajnom postavení sa vyskytuje jemnozrnný *pyrit* tmeliaci fragmenty kremeňa s Pb-Sb sulfosolami a *sfaleritom*. Brekciová textúra tohto typu rudy svedčí o intenzívnej tektonizácii rudných telies po vzniku hlavných typov mineralizácie.

Obidva študované výskyt majú znaky analogické s inými ložiskami, výskytmi alebo indíciami Sb rúd v kryštaliniku Ľuberskej časti Nízkych Tatier. Predpokladáme, že sú aj geneticky príbuzné, odvodené od spoločného zdroja.

Ďakujeme Mgr. D. Ozdínovi, Dr. P. Konečnému a Dr. J. Stankovičovi za vykonanie elektrónových mikroanalýz. Výskum by sa nemohol uskutočniť bez výdatnej pomoci V. Szabadovej (výbrusy, nábrusy) a L. Osvalda (fotografická dokumentácia), ktorým tiež ďakujeme. Finančné krytie bolo zabezpečené zo zmluvnej úlohy s EnviGeo, s. r. o., Banská Bystrica a grantovej úlohy VEGA.

Literatúra

- Bergfest, A., 1953: Rišianka (Sb). *Manuskript - archív Geofond Bratislava*.
- Bernard, J. H. & Rost, R. (Eds.), 1992: Encyklopedický prehľad minerálov. *Academia, Praha*, 704.
- Biely, A. (Ed.), 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier 1:50 000. *GÚDŠ Bratislava*.
- Hak, J., 1958: Mineralogický výskum antimonitových ložísk. Časť Malé Železné. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 27.
- Chovan, M., Hurai, V., Sachan, H. K. & Kantor, J., 1995a: Origin of the fluids associated with granodiorite-hosted, Sb-As-Au-W mineralization at Dúbrava (Nízke Tatry Mts., Western Carpathians). *Mineral. Depos.*, 30, 48—54.
- Chovan, M., Póč, I., Jancsy, P., Majzlan, J. & Krištín, J., 1995b: Rudná mineralizácia Sb-Au (As-Pb) na ložisku Magurka, Nízke Tatry. *Mineralia Slov.*, 27, 6, 397—406.
- Chovan, M., Slavkay, M. & Michálek, J., 1996: Ore mineralizations of the Ľuberské Tatry Mts. (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Carpath.*, 47, 6, 371—382.
- Kantor, M. & Rybár, M., 1964: Isotopes of ore-lead from several deposits of West Carpathian crystalline. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied.*, 15, 2, 285—297.
- Koutek, J., 1931: Geologické studie na severozápade Nízkych Tatier. *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 9, 414—615.
- Makovický, E., 1989: Modular classification of sulphosalts - current status. Definition and application of homologous series. *Neu. Jb. Mineral., Abh.*, 160, 3, 269—297.
- Michálek, J., Géczy, J. & Kucharič, L., 1997: Geologická stavba a rudná mineralizácia v okolí ložiska Magurka. *Mineralia Slov.* (in press).
- Michalenko, J., 1959: Predbežná správa o výskute molybdenitu v muskovitických pegmatitoch a aplitických žulách v Malej Železnej doline v Nízkych Tatrách. *Geol. Práce, Zpr.*, 16, 101—104.
- Michalenko, J., 1960: Zpráva o výskute molybdenitu v muskovitických pegmatitoch a aplitických žulách v Malej Železnej doline v Nízkych Tatrách. *Čas. Mineal. Geol.*, 5, 1, 68—70.
- Moëlo, Y., 1982: Contribution à l'étude des conditions naturelles de formation des sulfures complexes d'antimoine et plomb (sulfosels de Pb/Sb); signification métallogénique. *Mem. Sci. Terre Univ. Curie. (Paris)*, 82.
- Petro, M., Klinec, A. & Miko, O., 1976: Ložiskové pomery Mo-Sb ložiska Malé Železné (Nízke Tatry). *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 34.
- Picot, P. & Johan, Z., 1977: Atlas des minéraux métalliques. *BRGM, Paris*, 403.
- Ralbovský, E., 1976: Ďalšie výskyt chalkostibitu v severozápadnej časti Nízkych Tatier. *Mineralia Slov.*, 8, 3, 273—278.
- Stankovič, J. & Jančula, J., 1987: U-mineralizácia na Sb-Mo zrudnení Malé Železné v Nízkych Tatrách. In: *Zbor. Mineralógia uránových a s nimi súvisiacich nerastných surovín. ČSVTS, Spišská Nová Ves*, 159—160.
- Turan, J., 1962: Baryty Nízkych Tatier a príslušných oblastí. *Geol. Práce Zoš.*, 62, 115—122.

Zlatonosné zrudnenia s arzenopyritom na západnom okraji Nízkyh Tatier (Liptovská Lúžna, Korytnica, Donovaly, Harmanec)

JOZEF STANKOVIČ

Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 13. 10. 1997, revidovaná verzia doručená 3. 11. 1997)

Gold bearing ore mineralizations with arsenopyrite on western border of Nízke Tatry Mts. (Liptovská Lúžna, Korytnica, Donovaly, Harmanec)

The article informs about less known and small occurrences of hydrothermal ore mineralization with increased contents of gold and arsenopyrite situated on western border of Nízke Tatry Mts. near Liptovská Lúžna-Banská dolina, Korytnica-Pustá dolina, Donovaly-Mistříky and Harmanec-paper mill. Gold bearing ore mineralizations are connected by tectonic faults, dislocations in crystalline rocks and accompanied more rarely by following sulphides: pyrite, chalcopyrite, tetrahedrite and less expressive secondary dispersion aureole of scheelite in stream sediments.

Študované zrudnenia sa nachádzajú na západnom okraji hlavného hrebeňa Nízkyh Tatier. O niekdajšej banskej činnosti v tejto oblasti svedčia haldy, ústia štôlní, pingy, stopy po ryžovaní Au, ako aj skromný archívny materiál.

Lokalita Korytnica-kúpele, Pustá dolina

Podľa archívnych materiálov (Slavík, 1923; Andrusov et al., 1951) bolo ložisko otvorené v 90. rokoch minulého storočia, opätovne v 20. rokoch tohto storočia a opustené roku 1923. Leží v nadmorskej výške okolo 1200 m v mylonitovom pásme granitu prašivského typu. Smer bázidličnateného pásma je SV-JZ a sklon 25–30° na JV. Celkove sa tu tromi štôľňami nafarali nepravidelné (priebehom aj mocnosťou) drobné kremenné žilky.

Horná štôľňa s tromi krátkymi priečnymi chodbami, pokladaná aj za hlavnú, má dĺžku 175 m a je vyrazená asi 20–25 m nad potokom v ľavom boku doliny. Stredná štôľňa je situovaná naproti hornej, t.j. v pravom boku údolia. Spodná štôľňa je opäť v ľavom boku údolia a je dlhá 6 m.

Žilnú výplň tvorí prevažne biely až sivý, niekedy drúzovitý kremeň s útržkami sericitizovanej žuly s chloritom. Uvádza sa odtiaľ aj karbonát, pyrit, arzenopyrit, chalkopyrit, hematit a obsah Au v rude od 0,5 do 12 g.t⁻¹ (priemer 4 g.t⁻¹). Odľahlosť lokality, malý objem rudy vzhľadom na nepatrný rozsah mineralizácie nedávajú nádej na úspešné pokračovanie prieskumu.

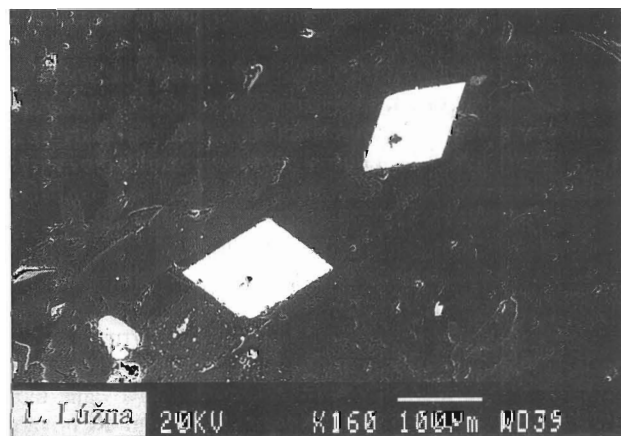
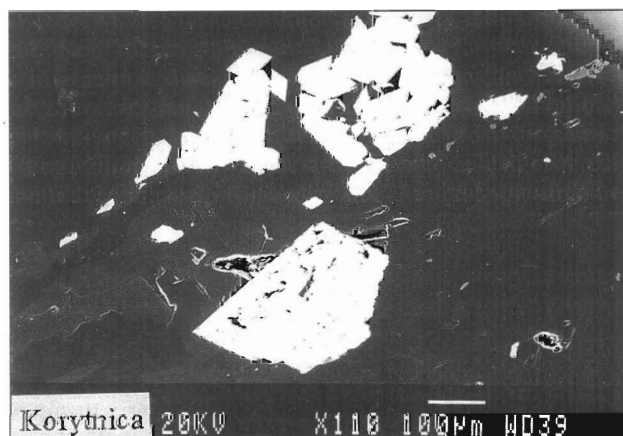
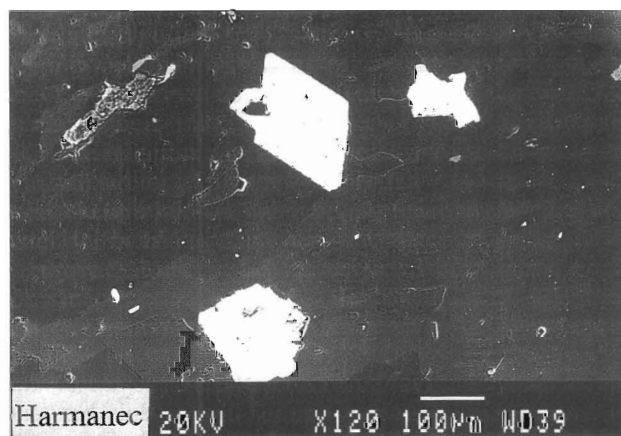
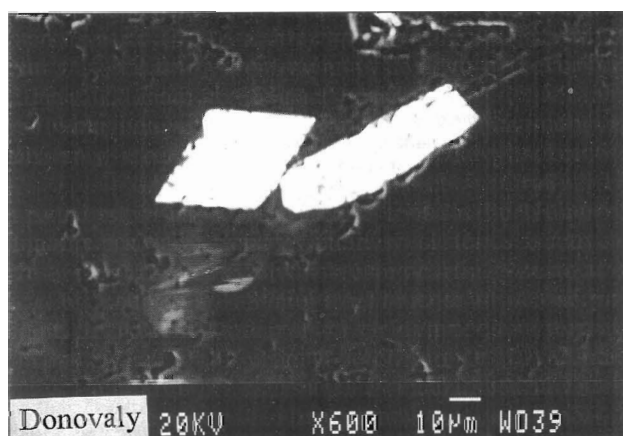
Lokalita Donovaly-Mistříky, kóta Barania hlava

Na V od osady Mistříky pri sútoku potoka Močiar a Kochuľa archívne materiály (Horal, 1970) opisujú starú štôľňu razenú na J pod kótu Barania hlava. Podľa objemu haldy sa dá usudzovať, že banské diela majú celkovú dĺžku okolo 600–800 m. Táto štôľňa mala vraj podfárať zlatonosné žily ťažené v štôľňach situovaných vyššie, t.j. na JV okolo 500–600 m v doline na Z pod Kochufou. Tu by malo byť viac starých štôlní nad sebou orientovaných v smere V-Z s haldami do 1000 m³. Ako okolitá hornina sa uvádza žula a žulový porfýr. Na haldách je iba žilný kremeň s jemným pyritom a arzenopyritom. Haldy tu boli už v 20. rokoch tohto storočia silne zarastené, čo sťažovalo detailné štúdium, a tak si banskí podnikatelia prihlavovali kutacie oprávnenia radšej na iných lokalitách v Nízkyh Tatrách s Au zrudnením, napr. Harmanec, Bukovec, Jasenie atď.

Na lokalitu nadväzujú aj staré ryžoviská Au tiahnuce sa v doline až po Liptovskú Osadu (Pulec, 1977). V opačnom prípade by bolo ťažko hľadať zdrojovú oblasť Au týchto ryžovísk, pretože okrem lokality Korytnica-Pustá dolina sú v oblasti budovanej mezozoickými horninami.

Lokalita Liptovská Lúžna-Banská dolina

Zvyšky starých banských prác na J od Liptovskej Lúžnej v Banskej doline na severných svahoch Hrubého



Obr. 1.—4. Veľkosť a tvar arzenopyritových zŕn študovaných lokalít.
Figs. 1.—4 Size and shape of arsenopyrite from studied localities.

grúňa v nadmorskej výške 930-940 m opísal Hettler (in Andrusov et al., 1951) a vyznačujú sa značným obsahom vyrúbaného materiálu na halde, ktorá je pri ústí dnes už zavalenej štôlne. Vyrázili ju v 60. - 70. rokoch minulého storočia (ťažiar Serafin) v značne hydrotermálne rozloženej a mylonitizovanej žule preniknutej kremennými žilkami. Obsah Au sa pohybuje do 5 g.t⁻¹.

Lokalita Harmanec-papiereň

Na šachtu pri chodníku za ohradou objektu Harmanec-kých papierní nadväzuje dnes už veľmi zarastená halda, na ktorej možno aj teraz nájsť vzorky zrudnenia, a to starší svetlý a mliečny kremeň, ako aj mladší sivý kremeň so

sulfidmi (pyrit, arzenopyrit, chalkopyrit) a najmladšia azkeritická karbonátová výplň. O lokalite sú skromné údaje z prieskumného dobývania v rokoch 1923-1927 (Hynie, 1926; Hynie a Koutek, 1929; Kutnar, 1942), ako aj v práci Galvanka (1967), Trégera (1975) at. Z nich je známe, že kremenná zlatonosná žila bola rozšľahaná do hĺbky 50 m s dvomi obzormi a na každom obzore slednými chodbami smerom na S i J. Obsah Au v žile zhruba smeru S-J a so sklonom na V bol v priemere 15-30 g.t⁻¹ a do hĺbky výrazne klesal.

Spoločným znakom opisovaných rudných výskytov je dominantná minerálna asociácia kremeň, Au, arzenopyrit a pyrit. Pri sledovaní kompozície (obr. 1 - 4) a mikroskopických zŕn sa nezistil zonálny vývoj arzenopyritu, známy

Tab. 1
Chemické zloženie arzenopyritu
Chemical composition of arsenopyrite

Lokalita Locality	hmot. % As	at. % S	Fe	Sb	Co	Ni	As+Sb	S	Fe+Co+Ni
Liptovská Lúžna	45,59	20,77	34,54	0,05	0,03	0,01	32,6	34,5	32,9
Korytnica	45,32	20,19	34,53	0,03	0,07	0,02	32,5	34,0	33,5
Donovaly	45,41	20,36	34,66	0,04	0,02	0,01	32,4	33,5	34,1
Harmanec	44,75	20,69	34,61	0,02	0,05	0,03	31,9	34,6	33,5

Tab. 2

Obsah Au vo vzorkách s arzenopyritom v študovaných zrudneniach
Au content in samples with arsenopyrite from studied ore mineralizations

Lokalita Locality	obsah Au (g.t ⁻¹) Au content
Liptovská Lúžna	5
Korytnica	12
Donovaly	24
Harmanec	30

(analyzovala Klinčeková, GÚDŠ Bratislava)

z lokality Liptovská Dúbrava a Vyšná Boca (Andráš a Ragan, 1990; Sachan a Chovan, 1991; Chovan et al., 1995), ale potvrdilo sa jeho chemické zloženie bez tendencie vyššieho obsahu As, resp. S a s absenciou Sb (tab. 1). Spoločným znakom študovaných lokalít sú aj málo výrazné sekundárne aureoly rozptylu scheelitu v riečnych sedimentoch (Pulec, 1977; Tréger, 1975) v ich bezprostrednom okolí, čo je charakteristické pre zlatonosné mineralizácie v tatroveporíku (Hvožďara, 1971; Čillík et al., 1978; Matula a Hvožďara, 1985; Chovan et al., 1996 ai.). Ďalšou spoločnou črtou zrudnení je vyšší obsah Au vo vzorkách s arzenopyritom a práve najvyšší obsah Au sa potvrdil v spojitosti s prítomnosťou tohto minerálu (tab. 2).

Zo štúdia vychodí, že aplikáciou výskumných metód rozpracovaných a používaných na okolitých zrudneniach, ako je Mössbauerova spektroskopia (Andráš et al., 1993), termoelektrické meranie (Đurža, 1987), stanovovanie teploty homogenizácie fluidných inklúzií (Sachan a Chovan, 1991), oxidácia vzoriek (Kušnierová, 1995; Trtíková et al., 1996) ai., bude možno rozšíriť poznatky o študovaných výskytoch, ale aj o celkovej metalogenéze tatroveporíka.

Literatúra

- Andráš, P., Ragan, M., Wagner, F., Friedl, J. & Hrnčárová, M., 1993: Využitie Mössbauerovskej spektroskopie pri štúdiu „neviditeľného“ zlata na ložisku Pezinok. *Mineralia Slov.*, 25, 1, 51–54.
Andráš, P. & Ragan, M., 1995: Sulfidické rudy s neviditeľným zlatom na Slovensku. *Mineralia Slov.*, 27, 1, 57–63.
Andrusov, D., Koutek, J. & Zoubek, V., 1951: Výsledky základného a montanisticko-geologického výskumu v južnej a severozápadnej časti nízkotatranského krystalického jadra v roce 1950. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 245.

- Čillík, I., Hvožďara, P. & Michálek, J., 1978: Scheelit v antimonovom ložisku Dúbrava v Nízkych Tatrách. *Mineralia Slov.*, 10, 6, 526–538.
Đurža, O., 1987: Využitie termoelektrického napätia pyritov pri vyhľadávani zlata. In: *Zlato v Západných Karpatoch, jeho geochemia, mineralogia a metalogenéza*. GÚDŠ Bratislava, 135–138.
Galváne, J., 1967: Rudné indicie v Kremnických horách a ložisko Au v Harmanci. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 88.
Horal, K., 1970: Antimónové výskyty na Slovensku. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 70.
Hvožďara, P., 1971: Indície vysokotermálnych Au a W mineralizácií v tatroveporiádach. *Mineralia Slov.*, 11, 225–229.
Hynie, O., 1926: Geologický posudek o kutací šachte v Harmanci na Slovensku. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 6.
Hynie, O. & Koutek, J., 1929: Posudek o geologických a prospektorských prácach v okolí Harmance na Slovensku. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 5.
Chovan, M., Michálek, J. & Arvensis, M., 1987: Distribúcia zlata na ložisku Dúbrava v Nízkych Tatrách. In: *Zlato v Západných Karpatoch, jeho geochemia, mineralogia a metalogenéza*. GÚDŠ Bratislava, 65–69.
Chovan, M., 1990: Mineralogical-paragenetical relations on the Dúbrava Sb-deposit and their significance for metallogenesis of the Nízke Tatry Mts. *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, Geol., 45, 89–101.
Chovan, M., Háber, M., Jeleň, S. & Rojkovič, I., 1995: Ore Textures in the Western Carpathians. *S. A. P., Bratislava*, 219.
Chovan, M., Póč, I., Jancsy, P., Majzlan, J. & Krištín, J., 1995: Sb-Au(As-Pb) mineralizácia ložiska Magurka, Nízke Tatry. *Mineralia Slov.*, 27, 6, 397–406.
Chovan, M., Slavkay, M. & Michálek, J., 1996: Ore mineralizations of the Ďumbierske Tatry Mts., Western Carpathians. *Geol. Carpath.*, 47, 6, 371–382.
Kušnierová, M., 1995: Vplyv oxidácie arzenopyritového koncentrátu na výťažnosť následného luhovania Au. *Mineralia Slov.*, 27, 1, 64–66.
Kuthan, M., 1942: Geologické posúdenie kutacích prác v Harmanci. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 4.
Matula, I. & Hvožďara, P., 1985: Súčasný stav realizácie regionálnych prospektných prác metódou ťažkých minerálov riečištných sedimentov na Slovensku. Akcesorické minerály. *GÚDŠ Bratislava*, 27–36.
Pulec, M., 1977: Šlichovanie na liste Korytnica - kúpele 1:50 000. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 23.
Sachan, H. K. & Chovan, M., 1991: Thermometry on arsenopyrite mineralization in the Dúbrava antimony deposit. *Geol. Carpath.*, 42, 5, 265–269.
Slavík, F., 1923: Zpráva o kutistích na zlatonosné žilné křemeny u Korytnice na Slovensku. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 6.
Tréger, M., 1975: Výsledky geologicko-geofyzikálnych prác GPUP v tatroveporiádach. In: *Zbor. konf. Problémy metalogenézy tatroveporiád (Čremošné)*, 61–81.
Trtíková, S., Chovan, M. & Kušnierová, M., 1996: Oxidation of pyrite and arsenopyrite in the mining wastes (Pezinok - Malé Karpaty Mts.). *Abstr. Conf. ENVIWEATH96, Masaryk University, Brno*, 72.

Srovnání cínonosných granitů Krušných hor a Slovenského rudohoří metodou izokon

M. LANG a J. K. NOVÁK

Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika

(Doručeno 13. 10. 1997)

Úvod

Gemeridní granity ve Spišsko-gemerském rudohoří, stejně jako některé dvojslídne syenogranity mladšího intruzivního komplexu Krušných hor a Slavkovského lesa v České republice jsou podmíněně cínonosné a zasluhují, aby byly vzájemně korelovány. Přibližně stejné stáří gemeridních granitů ze súfovsko-hnilecké intruze (Hnilec 290 mil. let, Betliar 272 mil. let; Kovach et al., 1986; Cambel et al., 1989, 1990) a střední generace krušnohorských granitů ze Slavkovského lesa může být platformou pro komparaci petrochemie, chemismu slíd, obsahu stopových prvků a rozboru akcesorií. Korelace alkalicko-živcových (albitických) granitů z několika vrstev v Dlhej a Krátkej dolině u Čučmy a od Betliaru s geochemicky specializovanými alkalicko-živcovými granity z Cínovce, Krupky a ze Slavkovského lesa nebyla ještě provedena a bude naplnit připravovaného grantu pracovníků SAV a AV ČR, protože může rozšířit pohled na metalogenezi oblasti.

Předcházející korelace granitů

Pokusy o porovnání gemeridních dvojslídnych granitů s rudonosnými granity pozdně paleozoického stáří z Tianšanu (Kírgízie) nebo s mesozoickými granity Dálného východu na základě geologické pozice, petrografie, podle složení slíd a asociace těžkých minerálů učinil autorský kolektiv pod vedením B. Cambela (Cambel et al., 1977, 1978) a na základě geochemie (Tauson et al., 1977, 1978) z praktických důvodů: pro zjištění perspektivnosti lokalit Hnilec. Petrochemické korelace západokarpatských granitoidů s granitoidy z Českého masivu publikované Cambelem et al. (1980) jsou však jen všeobecné a shody gemeridních granitů s granity Krušných hor nebylo z objektivních důvodů dosaženo. V té době nebyly ještě známy greiseny na vrtech DD-3 a RS-1 u Čučmy, v Dlhej a Krátkej dolině (Snopko et al., 1977; Darnieška, 1983) a topazovému žilnému leukogranitu z Podsúľovce-Betliaru

nebyl přikládán větší význam. Zájem o gemeridní granity v okolí Hnilce (Medvědí potok, Delava, Peklisko, hřeben Súľovce) a potom nedaleko osady Betliaru se podstatně zvýšil po pozitivním vyhodnocení geochemických anomálií cínu a wolframu (Baran et al., 1971), cínonosných deluvií (Kusák a Matula, 1977) a hlavně po zjištění zrudnělých greisenů na průzkumné štolě u Hnilce (Drnžík et al., 1974; Drnžíková et al., 1975). Výstižné shrnutí geologických poměrů gemeridních granitů v rámci alpinské příkrovové stavby i konkrétních apofýz alkalicko-živcových (albitických) granitů na vrtech u Čučmy provedl Grecula (1995). Zásadní význam má také zjištění emanační zonálnosti masivu gemeridního granitu s progresivní muskovitizací a obohacením fluid o Na, Rb, F, Li a Cs směrem k endokontaktu na strukturním vrstvu HG-1 u Hnilce (Tauson et al., 1977, 1978), které se shoduje se situací dvojslídnych krušnohorských granitů.

V krušnohorské rudní provincii byla zase zaměřena pozornost vždy více na těžebně využitelné cínonosné přecházející alkalicko-živcovými apogranity a greiseny (Cínovec, hubsko-schnöbská skupina pňů), takže dvojslídne syenogranity Slavkovského lesa (Fiala, 1968; Štemprok, 1986; Štemprok et al., 1996) a z nejdečské části západokrušnohorského plutonu (Breiter et al., 1991), mnohem slaběji cínonosné, zůstaly až dosud na okraji zájmu. Statistické zhodnocení všech typů sterilních i metalogeneticky specializovaných granitů je náplní práce Štemproka a Škvora (1974). Cínonosnost a potenciálně význam intruze dvojslídnych granitů přecházející vznik mineralizovaných pňů, např. syenogranitu typu Milíře v intruzivní posloupnosti před greisenizovaným granitem typu Čistá ze Slavkovského lesa, potvrdilo geochemické zhodnocení hlubokého vrstu V-12 u Horního Slavkova, z kóty Smrčina (Novák, 1988). Dosavadní korelace dvojslídnych gemeridních granitů od Hnilce s alkalicko-živcovými (albitickými) apogranity z Čech jsou tedy nesrovnatelné z mnoha hledisek, např. po stránce petrologie, vyššího poměru volatilních prvků B/F a mikrochemismu a měly by být znovu revizovány.

Vzhledem k vlivu magmatické řady gerneridních granitů na metalogenezi širší oblasti, danému nejen turmalinizací a muskovitizací hornin exokontaktu, ale i přítomností turmalinu, kasiteritu, stanninu a ferberitu v některých hydrotermálních žilách v rámci gernerika, je žádoucí další studium v modernějším geochemickém pojetí. Nové poznatky mohou navázat na zhodnocení nálezů albitických granitů na dřívějších vrtech rozmístěných S od Rožňavy (Dlhá a Krátká dolina) a nedaleko Betliaru spolu

s korelací se vzorky alkalicko-živcových apogranitů z východních Krušných hor (Cínovec, Krupka) a Slavkovského lesa.

Dostupnost analytických dat

Nejvíce dat využitelných pro porovnání se vztahuje ke greisenovému ložisku Mědvědí potok u Hnilce (Kamenický a Kamenický, 1955; Varga, 1975). Podstatně menší je

Tab. 1a
Srovnání průměrného gerneridního granitu s krušnohorskými granity
Comparison of average Gemic granite with granites of the Krušné hory Mts.

typ	Milíře CA1/CO1	Třidomí CA7/CO1	Svárov CA10/CO1	K. Vary CA11/CO1	Přebuz CA4/CO1	H. Blatná CA5/CO1	Rolava CA3/CO1	Hřebečná CA6/CO1
koef.	masiv Krudum			Západokrušnohorský pluton				
SiO ₂	0,998	1,009	0,982	1,005	1,005	1,002	1,008	1,008
TiO ₂	1,375	1,250	3,500	1,500	0,875	1,750	1,125	1,125
Al ₂ O ₃	1,002	0,956	0,936	0,938	0,963	0,930	0,920	0,977
Fe ₂ O ₃	1,104	0,290	0,709	0,346	0,637	0,395	0,540	0,185
FeO	0,967	0,885	1,221	1,032	0,885	0,934	0,836	0,868
MnO	1,000	1,000	2,333	1,000	1,333	2,000	1,333	1,000
MgO	0,986	0,486	0,702	0,216	0,162	0,621	0,243	0,175
CaO	1,080	0,494	1,091	0,551	0,310	1,000	0,724	0,391
Na ₂ O	1,009	0,927	0,885	0,882	0,386	0,695	0,947	1,016
K ₂ O	0,978	1,261	1,389	1,343	1,397	1,335	1,354	1,297
P ₂ O ₅	0,833	1,708	0,958	1,125	0,583	0,958	0,291	1,208
Økoef n=	0,916 31	1,358 7	0,970 11	1,065 26	0,793 6	0,980 9	0,650 8	1,108 6

Tab. 1b
Chemismus gerneridních granitů a starších krušnohorských granitů
Chemical composition of Gemic granites and granites of the Krušné hory Mts.

lok.	Hnilec		Súřová	Hnilec		Betliar		Průměrné složení granitů typu				
	HG-1			HG-1				Milíře	K. Vary	Přebuz	H. Blatná	
hm. %	50 m	300 m		900 m	600 m			n = 31	n = 26	n = 6	n = 9	
SiO ₂	75,04	75,60	74,60	76,24	72,90	74,75	74,72	73,49	73,87	74,63	74,42	74,30
TiO ₂	0,30	0,16	0,14	0,00	0,30	0,12	0,34	0,28	0,12	0,12	0,13	0,10
Al ₂ O ₃	12,77	12,98	13,71	12,88	13,22	13,23	12,35	13,54	13,44	12,99	12,90	14,71
Fe ₂ O ₃	0,58	0,22	0,56	0,14	0,72	0,13	0,98	2,17	0,66	0,43	0,49	0,40
FeO	1,53	1,35	0,95	0,90	1,67	1,36	1,46	-	1,08	1,25	1,14	0,99
MnO	0,058	0,05	0,024	-	0,006	0,05	0,045	0,040	0,051	0,034	0,060	0,028
MgO	0,23	0,01	0,18	0,28	0,01	0,08	0,59	0,33	0,28	0,16	0,46	0,21
CaO	0,78	0,43	0,88	0,28	1,16	0,43	0,88	0,54	0,59	0,48	0,87	0,35
Li ₂ O	-	0,039	-	-	0,011	0,028	-	-	0,086	0,064	0,069	0,070
Na ₂ O	3,68	3,54	3,70	4,37	3,40	3,50	2,88	3,06	2,98	2,69	2,12	2,99
K ₂ O	4,46	4,55	3,84	4,66	5,36	5,19	4,50	5,10	4,78	4,93	4,90	4,82
Rb ₂ O	-	510 ppm	-	-	330 ppm	440 ppm	-	342 ppm	-	-	-	-
Cs ₂ O	-	48 ppm	-	-	17 ppm	38 ppm	-	-	-	-	-	-
P ₂ O ₅	0,16	-	0,20	0,11	-	-	0,17	0,16	0,22	0,26	0,22	0,37
H ₂ O ⁺	0,32	0,57	0,56	0,81	0,51	0,62	0,69	1,20	1,15	0,98	1,00	0,98
F	-	0,20	-	-	0,17	0,19	0,20	0,005	0,29	-	-	0,49
B ₂ O ₃	-	0,01	-	-	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-
S	-	st.	st.	-	-	-	-	-	0,048	0,019	0,027	0,042
SO ₃	-	-	0,05	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-
H ₂ O ⁻	0,04	0,23	0,06	0,14	0,49	0,32	0,11	-	0,18	0,24	0,36	0,21
Sn	-	35 ppm	-	-	20 ppm	35 ppm	-	18 ppm	-	-	-	-

dostupnost analytických výsledků ze satelitního tělesa u Betliaru (Ončáková, 1954) a z vrtného průzkumu na antimonitové žilné zrudnění u Čučmy (Danieška, 1983). Z tohoto důvodu jsme zatím využili statisticky zpracovaného analytického souboru gemeridních granitů z publikace Vargy (1975) ke korelaci s krušnohorskými dvojslídovými granity, jejichž databázi jsme vytvořili v rámci projektů podpořených Grantovou agenturou ČR č. 205/95/0149 a 205/93/0304.

Předběžný výsledek srovnání a závěr

Význačná shoda v makrochemismu a menší rozdíly v mikrochemismu byly shledány porovnáváním koncentrací oxidů a stopových prvků metodou izokon (Grant, 1986) mezi průměrným gemeridním granitem z Hnilce a dvojslídovým syenogranitem typu Milíře ze Slavkovského lesa (průměrný koeficient blízký 1,00 v tab. 1b). Milířský syenogranit spolu s uzavřenými bloky porfyrických krušnohorských granitů typu Svárov-Polom vytváří střední generaci granitů v rámci mladšího intruzivního komplexu s nižším obsahem fluóru (a někdy bóru). V posloupnosti po něm vystupují již jen silně greisenizované nebo feldspatizované apogranity Slavkovského lesa s vysokými koncentracemi F a Li (Fiala, 1968). Endokontaktní partie milířského syenogranitu jsou muskovitizovány nebo i slabě turmalinizovány na styku s migmatity slavkovského jádra a podél puklin, zatímco greisenizované apogranity jsou produktem řady po sobě následujících greisenizačních přeměn typu prokřemenění, cinvalditizace a topazace. Další porovnávání granitů západních Krušných hor (např. z oblasti Přebuze, Horní Blatné, Rolavy a Hřebčíně) nemají již tak těsný petrochemický vztah ke gemeridním granitům jako typ Milíře z periferie Hlubského pně a průměrné koeficienty se odchylojí od hodnot izokony ve smyslu nabohacení nebo ochuzení. Asociace akcesorických minerálů a chemismy slíd (Rub et al., 1977) se jen mírně překrývají a budou důkladněji korelovány později.

Tento příspěvek byl sponzorován Grantovou agenturou ČR č. 205/95/0149.

Literatura

- Baran, J., Drnzík, E., Drnzíková, L. & Mandáková, K., 1971: Doterajšie výsledky overovania Sn-W anomálie v Medvedom potoku. *Mineralia Slov.*, 2, 10, 151–153.
- Breiter, K., Knotek, M. & Pokorný, L., 1991: The Nejdek Granite Massif. *Folia Mus. Rev. Natur. Bohemia Occid., Geologica, Plzeň*, 33, 1–60.
- Cambel, B., Kamenický, L., Klomínský, J. & Palivcová, M., 1980: Petrochemical correlation of granitoids of the Bohemian massif and the West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 31, 1 - 2, 3–26.
- Cambel, B., Kamenický, L., Matula, I., Rub, M. G., Pavlov, V. A. & Ašichmina, N. A., 1977: Olovonosnyje granitoidy Zapadnyh Karpat. In: *Opyt korrelyacii magmatičeskich i metamorfičeskich porod Čechoslovakii i nekotorych rajónov SSSR. Nauka Moskva*, 241–261.
- Cambel, B., Bagdasaryan, G., Gukasyan, R. & Veselský, J., 1989: Rb-Sr geochronology of leucocratic granitoid rocks from the Spišsko-Gemerské rudohorie Mts. and Veporicum. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 40, 3, 323–332.
- Cambel, B., Král, J. & Burchart, J., 1990: Izotopová geochronológia kryštalinika Západných Karpát. *Veda Bratislava*, 183.
- Danieška, I., 1983: Závěrečná zpráva z úlohy SGR - vysokotermálna mineralizácia: petrografická časť. *Manuskript - archív Slov. geol.*
- Drnzík, E., Drnzíková, L. & Mandáková, K., 1973: Geologičeskije predposylki, kritérii i perspektivy poiskov Sn-W-Mo orudenienija v Spišsko-gemerskich rudných gorach (Slovakija). *Mineralia Slov.*, 5, 2, 157–164.
- Drnzíková, L., Mandáková, K., Drnzík, E. & Baran, J., 1975: Kritériá cínonosnosti a metalogenetickej špecializácie niektorých typov granitov Spišsko-gemerského rudohoria. *Mineralia Slov.*, 7, 1 - 2, 53–59.
- Fiala, F., 1968: Granitoids of the Slavkovský (Císařský) les Mts. *Sbor. geol. Věd, Geol.*, 14, 93–160.
- Grant, J. A., 1986: The isocon diagram - a simple solution to Gresen's Equation for metasomatic alteration. *Econ. Geol.*, 81, 1976–1982.
- Grecula, P. et al., 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. Magmatogénna mineralizácia. *Mineral. Slov. Corp.*, 99–112.
- Kamenický, J. & Kamenický, L., 1955: Gemeridné granity a zrudnenie Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. Práce, Zoš.*, 41, 3 - 73.
- Kovach, A., Svingor, E. & Grecula, P., 1986: Rb-Sr isotopic ages of granite rocks from the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. *Mineralia Slov.*, 18, 1–14.
- Kusák, B. & Matula, I., 1977: Nové poznatky z prieskumu gemeridných granitov v oblasti Delava-Peklisko-Majzlóva. *Mineralia Slov.*, 9, 2, 81–90.
- Minařík, L., Pechar, F. & Rykl, D., 1990: Crystal chemistry of biotite from granitoids, Karlovy Vary Massif, Czechoslovakia. *Acta Univ. Carol., Geol.*, 2, 117–130.
- Novák, L., 1986: Rudonosnost střední generace krušnohorských žul. 25. *Symp. Hornická Příbram ve Vědě a Technice, sekce G*, 123 - 132.
- Ončáková, P., 1954: Petrografia a petrochemia gemeridných žul. *Geol. Práce, Zoš.*, 39, 3–4.
- Rub, M. G., Pavlov, V. A., Cambel, B. & Veselskij, J., 1977: Tipomorfnije osobennosti sljud i akcesorných mineralov gemeridných granitov Slovakii. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 28, 2, 291–310.
- Snopko, L. et al., 1977: Čiasťková záverečná správa za r. 1977. Vrt RŠ-1 (Rožňava-Čučma). *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava*.
- Štemprok, M. & Škvor, P., 1974: Composition of tin bearing granites from the Krušné hory metallogenic province of Czechoslovakia. *Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol.*, 16, 7–87.
- Štemprok, M., 1986: Petrology and geochemistry of the Czechoslovak part of the Krušné hory Mts. granite pluton. *Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol. Mineral.*, 27, 111–156.
- Štemprok, M., 1993: Magmatic evolution of the Krušné hory - Erzgebirge batholith. *Z. geol. Wiss.*, 21, 237–245.
- Štemprok, M., Zoubek, V., Fívec, E. & Lang, M., 1996: Karlovy Vary pluton: an example of a comagmatic sequence of Sn-bearing granite body. *Freiberg. Forsch.-H., C*, 467, 7–26.
- Tauson, L. V., Cambel, P., Kozlov, V. D. & Kamenický, L., 1977: Geochimičeskije čerty olovonosných gemeridných granitov Slovakii. In: *Opyt korrelyacii magmatičeskich i metamorfičeskich porod Čechoslovakii i nekotorych rajónov SSSR. Nauka Moskva*, 262–270.
- Tauson, L. V., Cambel, B., Kozlov, V. D. & Kamenický, L., 1978: The composition of tin-bearing granites of the Krušné hory (Bohemian massif), Spiš-Gemer (Rudohorie) Ore Mts. (Western Carpathians) of Czechoslovakia and Transbaikalian provinces of the USSR. In: *M. Štemprok, L. Burnol & G. Tischendorf (Eds.): Metallization Associated with Acid Magmatism*, 3, 297–304.
- Varga, I., 1975: Petrochemická a petrometalogenetická charakteristika gemeridných žul. *Mineralia Slov.*, 7, 1 - 2, 35–52.

Stratiformná U-Cu mineralizácia v perme Nízkyh Tatier

IGOR ROJKOVIČ

Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 31. 10. 1997, revidovaná verzia doručená 18. 11. 1997)

Stratiform U-Cu mineralization in the Permian rocks of the Nízke Tatry Mts.

Stratiform uranium mineralization is bound to the Permian rocks and is represented by U-Ti oxides ("uranium-bearing leucoxene") accompanied by pyrite. It is cut by younger copper and uranium mineralization with chalcopyrite, colloform uraninite, hematite, bornite, pyrite, chalcocite, dolomite, quartz and tennantite. Stratiform uranium mineralization was formed during diagenesis and later was remobilized by hydrothermal activity.

Key words: Permian sandstone, uranium and copper minerals, contents of elements

Úvod

V oblasti Nízkyh Tatier vystupuje stratiformná U a Cu mineralizácia v permských horninách v malužinskom súvrství hronika na severných a južných svahoch Nízkyh Tatier a v špaňodolinskom súvrství severného veporika v Starohorských vrchoch (Vozárová a Vozár, 1988).

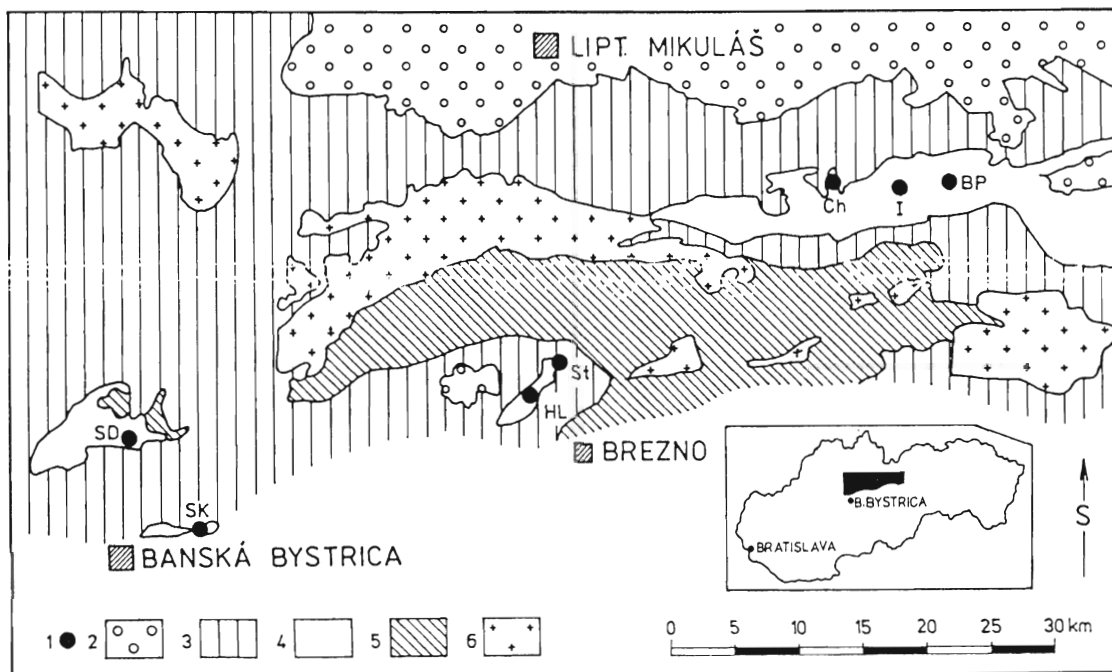
Severné svahy Nízkyh Tatier

Malužinské súvrstvie hronika reprezentujú klastické sedimentárne horniny so sporadickým výskytom chemogénnych sedimentov. Hojné sú vulkanity andezitovo-čadičového zloženia a sprievodné vulkanoklastiká. Vozárová a Vozár (1988) rozlíšili v súvrství tri megacykly, pre ktoré je charakteristické zjemňovanie sedimentov smerom do vrchných častí. Stratiformná U mineralizácia sa tu nachádza na J od Čierneho Váhu medzi Kráľovou Lehotou a Liptovskou Tepličkou v doline Benkovského potoka, Ipolťice a Nižného Chmelinca (obr. 1). Zrudnenie v doline Nižného Chmelinca sa nachádza 2,5 km na J, v doline Ipolťice 4 km na JV a v doline Benkovského potoka 4 km na JV od jeho ústia do Čierneho Váhu.

Zrudnenie sa nachádza v rudonosnom horizonte, ktorý je v stratigrafickom podloží kravianskych vrstiev (Novot-

ný a Badár, 1971). Okolitou horninou je červený pieskovec a prachovec a zrudnenou hnedastosivý arkózový pieskovec (obr. 2). Fragment tvorí kremeň, plagioklasy (20 - 25 %), zriedkavejšie slúda a bežnou akcesóriou je zirkón. Prizmatické kryštály s bipyramidálnym ukončením sú viac alebo menej zaoblené a veľké 0,1 - 0,2 mm. Pieskovec je dobre vytriedený (0,2 - 0,6 mm, väčšinou okolo 0,4 - 0,5 mm). V zrudnenom pieskovci možno pozorovať karbonatizáciu a kremeňovo-karbonátové žilky s chalkopyritom. Karbonáty v žilkách tvoria zrná veľké 0,2 - 1 mm s tlakovým zdvojčatením. Kremeň býva podradnejší (zrná sú veľké okolo 0,5 mm). V pórovej štruktúre pieskovca možno v tmele pozorovať kremeň, sericit, karbonáty a hojné rudné minerály. V pieskovci sfarbenom dočervena dominujú v tmele oxidy Fe.

Šošovkovité rudné telesá sú dlhé do 10 m a hrubé okolo 1 m (Drnčík, 1969). Rudné minerály vystupujú najmä v tmele pieskovca. U mineralizácia je pozorovateľná makroskopicky podľa čierneho sfarbenia pieskovca. Možno rozlíšiť dve generácie rádioaktívnej mineralizácie. Staršia má výrazne vrstvomitý charakter. Je chudobnejšia a sústreďuje sa vo vrstvičkách (do 1 mm) zhodných s vrstvitosťou pieskovca (obr. 3). Pretínajú ju žilky a vtŕsnutiny bohatšej mladšej mineralizácie reprezentovanej makroskopicky pozorovateľnými čiernymi pruhmi hrubými



Obr. 1. Výskyty U-Cu mineralizácie v Nízkych Tatrách. 1 - lokality: BP - Benkovský potok, Ch - Nižný Chmelinec, I - Ipolitica, HL - Horná Lehota, Sk - Šalková, St - Stupka pri Mýte pod Ďumbierom, SD - Selčianska dolina, 2 - paleogén a neogén, 3 - mezozoikum, 4 - perm, 5 - metamorfované staršie paleozoikum - proterozoikum?, 6 - granitoidy, upravené podľa geologickej mapy Bieleho et al. (1996).

Fig. 1. Occurrences of U-Cu mineralization in the Nízke Tatry Mts. 1 - locality: BP - Benkovský potok, Ch - Nižný Chmelinec, I - Ipolitica, HL - Horná Lehota, Sk - Šalková, St - Stupka pri Mýte pod Ďumbierom, SD - Selčianska dolina, 2 - Paleogene and Neogene, 3 - Mesozoic, 4 - Permian, 5 - metamorphosed Early Paleozoic-Proterozoic (?) rocks, 6 - granitoids, adapted after geological map of Biely et al. (1996).

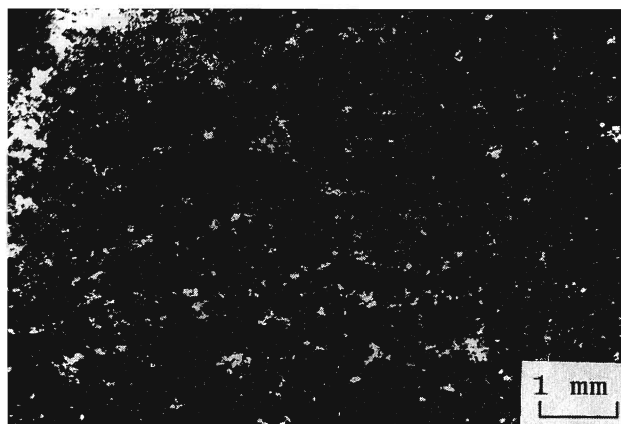


Obr. 2. Polohy červeného a sivého pieskovca v doline Nižný Chmelinec.
Fig. 2. Beds of red and grey sandstone in the Nižný Chmelinec valley.

niekoľko cm. Chudobnú vrstvovitú mineralizáciu reprezentujú U-Ti oxidy a bohatšie mladšie zrudnenie uraninit.

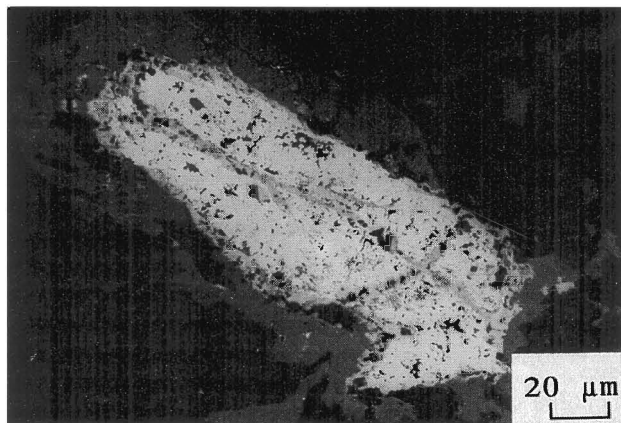
Rutil, leukoxén a U-Ti oxidy sa akumulujú v tenkých vrstvičkách spolu so zirkónom. Zrná rutilu a leukoxénu (veľké od 0,05 do 0,1 mm) sú rozptýlené a často možno pozorovať šesťuholníkové prierezy po pôvodných oktaédroch a mriežky zachovávajúce pôvodné štruktúry rozpadu tuhých roztokov Fe-Ti oxidov. U-Ti oxidy zatlačujú pôvodné alotigénne Fe-Ti oxidy, väčšinou leukoxenizované. Zrná sú spravidla veľké 0,1, zriedka až 0,3 mm. U je v nich distribuovaný nehomogénne. Potvrďuje to nielen pozorovanie v odrazenom svetle polarizačného mikroskopu, ale aj v riadkovacom elektrónovom mikroskope (SEM) a elektrónová mikroanalýza (EMA). Zrná často prerastá jemnozrnný pyrit, galenit a baryt a sú obrastané mladšími minerálmi Cu, najmä chalkopyritom (obr. 4). Uraninit tvorí sféroidy (veľké približne 10 - 30 μm) a kolomorfne ľadvinovité agregáty veľké až 0,2 mm, ktoré uzatvárajú a lemujú chalkopyrit, bornit, hematit a chlorit (obr. 5).

Sulfidy Cu sú hojné najmä v kremeňovo-karbonátových žilkách, ktoré neprekračujú hranice šošovky s U mineralizáciou. Vypĺňajú aj medzizrnné priestory fragmentov pieskovca. Hojný je najmä chalkopyrit a jeho agregáty (veľké až do 5 mm) možno vidieť aj voľným okom. Tvorí aj lamely odmiešania v bornite. Tennantit a bornit



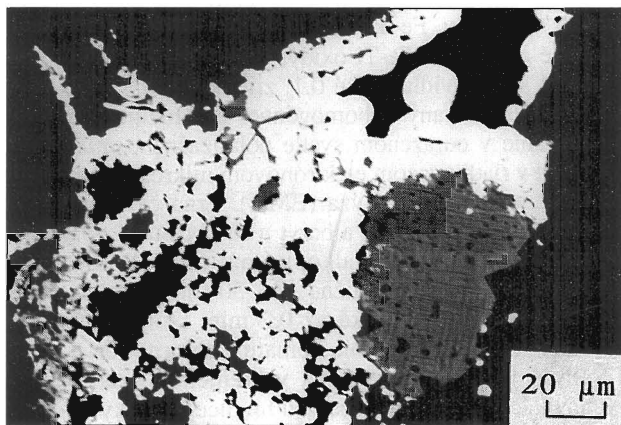
Obr. 3. Vrstvovitú mineralizáciu reprezentujú U-Ti oxidy (biele body v horizontálnom smere) a pretína ju bohatšia mineralizácia s mladším uraninitom (biely pruh vľavo hore). Dolina Nižný Chmelinec, SEM.

Fig. 3. Banded mineralization represented by U-Ti oxides (horizontal white spots) cut by high-grade ore with younger uraninite (white strip on left upper part). The Nižný Chmelinec valley, SEM.



Obr. 4. Chalkopyrit (sivý) lemuje U-Ti oxidy (biele) v tmele pieskovca. Dolina Nižný Chmelinec. SEM.

Fig. 4. Chalcopyrite (grey) rims U-Ti oxides (white) in matrix of the sandstone. The Nižný Chmelinec valley, SEM.



Obr. 5. Kolomorfny uraninit (biely) uzatvára a lemuje bornit s odmieškaninami chalkopyritu (sivý). Dolina Nižný Chmelinec, SEM.

Fig. 5. Bornite with chalcopyrite admixture (grey) is enclosed by colloform uraninite (white). The Nižný Chmelinec valley, SEM.

(do 0,1 mm) prerastajú, zatláčajú a lemujú chalkopyrit. S chalkopyritom, bornitom a tennantitom sa zriedka prerastá chalkozín, galenit a kobaltín (zrná veľké okolo 10 µm). Idiomorfne zrná pyritu (od 5 do 30 µm) a ich agregáty (do 0,1 mm) sú rozptýlené v tmele pieskovca a možno ich pozorovať aj v kremeňovo-karbonátových žilkách. Rozptýlený hematit spôsobuje červenofialové sfarbenie horniny. Hojnejší je v blízkosti mladšej U mineralizácie. Tvorí agregáty veľké až 0,5 mm šupín veľkých 5 - 10 µm. Produktom oxidácie predchádzajúcich sulfidov je goethit, covellín a digenit.

Vysoký obsah U sprevádza výrazne zvýšený obsah Cu a mierne je vyšší aj obsah organického C, Co a Pb (tab. 1).

Južné svahy Nízkych Tatier

Bezvýznamná Cu mineralizácia s trochu vyšším obsahom U sa vyskytuje v perme hronika pri Mýte pod Ďumbierom, Šalkovej a Hornej Lehote.

Vtrúsená Cu mineralizácia je v sivom pieskovci na svahoch Stupky 1,5 km na SZ od Mýta pod Ďumbierom (Biely in Slávik et al., 1967) bez vyššieho obsahu U. Okolitou horninou je fialovohnedý až červený a sivozelený pieskovec a metabazit. Metabazit je porfyrický, s výrastlami plagioklasov. Zrudený pieskovec je sivý a zelený s hojným povlakom malachitu. Ide o rovnomerne zrnitý kremenný pieskovec so zrnami veľkými 0,2 - 0,4 mm. Jeho bežnou akcesóriou je zirkón a rutil.

Mineralizovaný sivý pieskovec obsahuje chudobnú Cu mineralizáciu. Rozptýlenú Cu mineralizáciu reprezentuje chalkopyrit a bornit, ktoré sprevádza pyrit (veľké nepravidelné zrná od 5 µm do 0,1 mm). Hojne sú rozptýlené sekundárne minerály Cu, najmä malachit, covellín a digenit, ktoré zatláčajú predchádzajúce sulfidy Cu. Malachit tvorí aj výplň puklín. Fialovohnedý až červený pieskovec obsahuje rozptýlený hematit. Hojný rutil a leukoxén (veľké 0,05 - 0,1 mm) sú produktom premeny pôvodných Fe-Ti oxidov.

Nevýznamnú Cu mineralizáciu s trochu vyšším obsahom U možno pozorovať 1 km na SV od Šalkovej. V podloží bazického tufu je tam jemnozrnný sivočierny pieskovec (zrnatosť okolo 0,1 mm). Sivočiernu farbu horniny spôsobuje najmä vyšší obsah organického C. Veľmi zriedka sú v ňom rozptýlené zrná chalkopyritu a pyritu (veľké od niekoľko do 30 µm). Len málo zvýšený obsah U (do 74 ppm) sa viaže na rozptýlené zrná rutilu a leukoxénu, ktoré sú produktom premeny pôvodných alotigénnych Fe-Ti oxidov (zrná veľké 0,05 - 0,1 mm).

V limonitizovaných brekciách bazických vulkanitov 2 km na V od Hornej Lehoty je zvýšená rádioaktivita v pruhu smeru JJZ-SSV dlhom do 200 m a hrubom 5 - 10 m. Mierne vyšší obsah U (180 ppm) sa viaže na rozptýlený rutil a leukoxén (zrná veľké 0,05 - 0,1 mm).

Starohorské vrchy

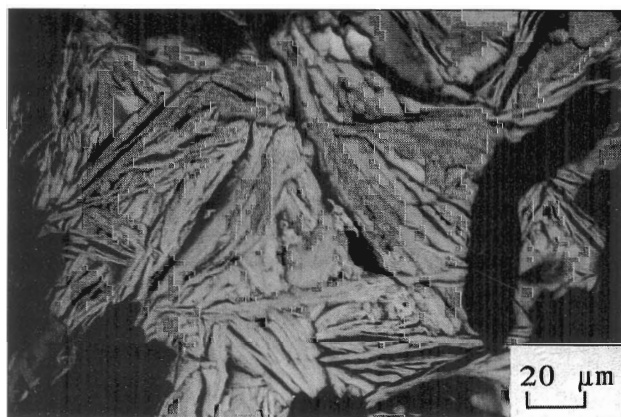
U mineralizácia v Selčianskej doline sa nachádza 2,3 km na V od ložiska Cu v Španej Doline. Mineralizovanou horninou je sivozelený strednozrnný až hrubozrnný

Tab. 1
Priemerný obsah stopových prvkov v zrudnených horninách (v ppm)
Average content of trace elements in mineralized rocks (in ppm)

Lok.	C _{org}	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Th	U	V	Zr	Y	n≤
S	1523	102	730	17	50	140	9	2775	77	338	52	17
BP	5100	17	2450	49	16	56		4476	58	257	80	1
Ch	1467	160	731	24	57	163	10	4635	76	436	58	9
I	1086	39	483	3	45	124	7	140	80	223	40	7
HL	900	25	30	7	27	22		180	107	275	87	2
Sk	5600	27	272	4	48	75	14	27	86	319	32	3
St	1483	11	221	2	34	14		1	59	272	28	6
SD	383	15	99	2	22	121	12	506	91	215	26	6

Lok. - lokalita: S - severné svahy Nízkyh Tatier = BP (Benkovský potok) + Ch (Nižný Chmelinec) + I - Ipolitica, HL - Horná Lehota, Sk - Šalková, St - Stupka pri Mýte pod Ďumbierom, SD - Selčianska dolina.

Lok. - locality: S - northern slopes of the Nízke Tatry Mts. = BP (Benkovský potok) + Ch (Nižný Chmelinec) + I - Ipolitica, HL - Horná Lehota, Sk - Šalková, St - Stupka pri Mýte pod Ďumbierom, SD - Selčianska dolina valley.



Obr. 6. Tabuľkový agregát torbernit. Selčianska dolina, SEM.

Fig. 6. Tabular aggregate of torbernite. The Selčianska dolina valley, SEM.

pieskovec a arkóza s vložkami drobnozrnného polymiktneho zlepenca (Rojkovič a Novotný, 1993). Okolité nezrudnené sedimenty sú sivofialovej farby. Priebeh vrstiev je V-Z so sklonom 30 - 50° na S. Zrudnenie má známu dĺžku 300 m a sleduje zbridičnenie hornín smeru V-Z so sklonom 30 - 50° na J, čo potvrdili vrty (Štimmel a Tréger, 1970). Mineralizované šošovky sú dlhé do 10 m a hrubé 0,1 - 0,5 m. Horniny postihla sericitizácia, karbonatizácia a pyritizácia. Rudnú mineralizáciu reprezentuje uraninit, pyrit, chalkopyrit, tetradrit, goethit, mala-chit, azurit, torbernit a zeunerit. Podobný výskyt je 1,3 km na SZ od papierní v Harmanci.

Hematit je bežnou súčasťou fialovo sfarbených sedimentov. Rutil a leukoxén sú hojné v zrudnených sivoze-lených, ale aj v nezrudnených sivofialových sedimentoch. Ich usmernenie často zodpovedá bridičnatosti hornín. Najhojnejším sulfidom je rozptýlený idiomorfný pyrit (kryštály veľké 0,02 - 0,15 mm). V riadkovacom elektrónovom mikroskope vidieť zonálnosť pyritu, ktorú spôsobuje prítomnosť vyššieho obsahu As (do 1,2 hmot. %) v centrálnych zónach. V hornine možno pozorovať aj roz-

ptýlený As tetradrit (zrná veľké do 50 μm). Drobné zrná uraninitu (veľké niekoľko μm) sú zriedkavé. Hojnejšia je sekundárna U slúda. Tabuľkové sytozelené kryštály torbernit a zeunerit (veľké 0,1 - 0,4 mm) a ich agregáty sú rozptýlené v horninách so zvýšenou rádioaktivitou a vyplňajú v nich pukliny a dutiny (obr. 6). Často ich sprevádza kolomorfný ľadvinovitý goethit, ktorý zatláča pyrit a vyplňa pukliny horniny.

Zriedkavá prítomnosť sulfidov Cu sa prejavuje aj nízkym obsahom Cu v zrudnených horninách, ktorý je v porovnaní s U výrazne nižší (tab. 1).

Diskusia a záver

Predpokladaným zdrojom U boli okolité sedimenty, ktorých klastický materiál pochádza z granitoidov a metamorfítov. Pestré permské sedimenty vznikali prevažne v aridnej klíme. Vďaka intenzívnemu zvetrávaniu sa vylúhoval U a sprievodné prvky. Sedimentáciu a diagénézu charakterizovali kontrastné oxidačnoredukčné podmienky a cirkuláciu roztokov uľahčovala extenzná tektonika. V nich sa prejavila najmä vysoká migračná schopnosť U a Cu, ktoré sa pri vhodných hydrogeologických podmienkach a v prítomnosti stabilne pôsobiacej geochemickej bariéry vyzrážali. Ako výsledok redukcie a adsorpcie vznikla chudobná stratiformná U mineralizácia. Významnými adsorbentmi boli Ti oxidy, Fe hydroxidy a ílové minerály. Vznikli U-Ti oxidy, uraninit a sprievodné sulfidy. Pri neskorších tektonických procesoch sa vytvorili štruktúry, na ktorých mohli cirkulovať hydrotermálne roztoky. V rámci rudonosných polôh vznikli kremeňovo-karbonátové žilky, ktoré sprevádzajú sulfidy Cu, a bohatšie U mineralizácia.

Ďakujem RNDr. L. Novotnému z URANPRESu za oboznámenie s geologickou dokumentáciou niektorých lokalít. Za chemické analýzy hornín vďaka RNDr. J. Medveďovi, CSc., z Prírodovedeckej fakulty UK a RNDr. L. Puškelovej z Geologického ústavu SAV. Fotografie riadkovacím elektrónovým mikroskopom zhotovil Ing. M. Dubík z Geologickej služby Slovenskej republiky. Túto prácu čiastočne podporila vedecká grantová agentúra VEGA (grant č. 1/4090/97).

Literatúra

- Biely, A., Bezák, V., Elečko, M., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Nemček, J., Potfaj, M., Rakús, M., Vass, D., Vozár, J. & Vozárová, A., 1996: Geologická mapa slovenskej republiky 1:500 000. *Geologická služba SR, Bratislava*.
- Drnzík, E., 1969: O zrudnení typu mednatých pieskocov v perme melafýrovej sérii na severovýchodných svahoch Nízkych Tatier. *Mineralia Slov.*, 1, 7—38.
- Novotný, L. & Badár, J., 1971: Stratigrafia, sedimentológia a zrudne-
nie mladšieho paleozoika chočskej jednotky severovýchodnej časti Nízkych Tatier. *Mineralia Slov.*, 3, 23—41.
- Rojkovič, I. & Novotný, L., 1993: Uránová mineralizácia v tatriku a veporiku. *Mineralia Slov.*, 25, 341—348.
- Slávik, J., 1967: Nerastné suroviny Slovenska. *Slov. vyd. tech. liter., Bratislava*, 510.
- Štimmel, I. & Tréger, M., 1970: Prieskumné práce na U v perme Starohorských vrchov. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*, 236.
- Vozárová, A. & Vozár, J., 1988: Late Paleozoic in West Carpathians. *Bratislava, Geol. úst. D. Štúra*, 314.

Stratiform U-Co mineralization in the Permian rocks of the Nízke Tatry Mts.

Stratiform uranium and copper mineralization occurs in the Permian rocks of the Nízke Tatry Mts. It is bound to the Malužiná Formation of the Hronicum unit on the northern and southern slopes of the Nízke Tatry Mts. and in the Špania Dolina Formation of the northern Veporicum unit in the Staré Hory Mts. (Vozárová and Vozár, 1988).

The Malužiná Formation of the Hronicum unit in the northern slopes of the Nízke Tatry Mts. is dominated by clastic sedimentary rocks and andesite-basalt volcanites accompanied by volcanoclastics. Stratiform uranium mineralization occurs in the Benkovský potok, Ipoltica and Nižný Chmeli-nec valleys (Fig. 1).

The uranium mineralization is bound to the ore-bearing horizon underlying the Kravany Beds (Novotný and Badár, 1971). Brownish-grey arcose sandstone is mineralized (Fig. 2). Well sorted sandstones show grain size from 0.2 to 0.6 mm mostly between 0.4–0.5 mm across.

Lenticular ore bodies are up to 10 m long and 1 m thick (Drnzík, 1969). Ore minerals are bound mostly to the matrix of the sandstone. Two generations of the uranium mineralization can be observed. The older low grade one is represented by U-Ti oxides concentrated into thin beds (up to 1 mm) with zircon, rutile, leucoxene (Fig. 3). Former aliothigene Fe-Ti oxides underwent Fe leaching and they were replaced by U-Ti oxides. Distribution of uranium in U-Ti oxides is not homogeneous as was confirmed by SEM and EMA. They are intergrown with pyrite, galena, barite and overgrown by younger copper minerals mainly chalcopyrite (Fig. 4). It is cut by younger high grade mineralization with uraninite forming spheroids (approximately from 10 to 30 µm across) and colloform botryoidal aggregates enclosing and rimming chalcopyrite, bornite, hematite and chlorite (Fig. 5).

Copper sulphides are abundant in quartz-carbonate veinlets within limits of uranium-bearing lenses. Dominant copper sulphide is chalcopyrite accompanied by pyrite, tennantite, bornite and rare chalcocite and cobaltite. Goethite, covellite and digenite represent oxidation products of previous sulphides.

The uranium concentration is accompanied by distinctly increased contents of copper and by slightly increased contents of organic carbon, cobalt and lead (Tab. 1).

Less important are occurrences of copper mineralization and slightly increased contents of uranium on the southern

slopes of the Nízke Tatry Mts. in the Permian rocks of the Hronicum unit near Mýto pod Ďumbierom, Šalková and Horná Lehota villages.

Disseminated copper mineralization was found in grey and green sandstones on the slope of Stupka hill 1.5 km NW from Mýto pod Ďumbierom (Biely in Slávik et al., 1967). Disseminated chalcopyrite, pyrite and bornite are mostly replaced by malachite digenite and covellite.

Copper mineralization with slightly increased uranium contents occurs 1 km NE from Šalková village in fine grained black sandstones with increased content of organic matter. Mineralization is represented by chalcopyrite, pyrite and uranium-bearing Ti oxides.

Brecciated basic volcanic rocks 2 km E from Horná Lehota village show increased radioactivity in belt of SSW-NNE direction up to 200 m long and from 5 to 10 m thick. The increased content of uranium (180 ppm) is bound to disseminated rutile and leucoxene.

The uranium mineralization in Selčianska Dolina valley occurs 2.3 km east from copper deposit Špania Dolina. Mineralization is bound to greyish green sandstones with irregular intercalations of fine grained polymict conglomerate (Rojkovič and Novotný, 1993). Non-mineralized sediments are greyish violet. The beds are spread in E-W direction and they are dipping from 30 to 50° to north. The ore mineralization with length 300 m however follows schistosity of E-W direction and dipping from 30 to 50° to south as was confirmed by drilling (Štimmel and Tréger, 1970). The mineralized lenses are up to 10 m long and from 0.1 to 0.5 m thick. The rocks underwent sericitization, carbonatization and pyritization. Ore mineralization is represented by uraninite, pyrite, chalcopyrite, As-tetrahedrite, goethite, malachite, azurite, torbernite and zeunerite. Main sulphide is pyrite with zonal distribution of arsenic (up to 1.2 weight % in central part). Small grains of uraninite are rare. Dominant uranium minerals are torbernite and zeunerite often accompanied by goethite (Fig. 6). Low content of copper comparing to uranium reflects more abundant occurrence of torbernite and zeunerite comparing to rare copper minerals (Tab. 1).

The Permian rocks often consisting of fragments of granitoids and metamorphosed rocks are the presumed uranium source. Sediments were formed in dominantly arid climate and the intensive surface weathering was accompanied by

leaching of uranium and copper. Sedimentation and diagenesis were characterized by contrasting redox conditions. An extensive tectonics facilitated a circulation of solutions and high migration ability of elements like uranium and copper. The transported uranium and copper were deposited in proper hydrogeological conditions and stable geochemical barrier. The low grade stratiform uranium and copper mineralization was formed due to reduction and adsorption processes. The

leached uranium was deposited in horizons with reduction environment (pyrite, organic matter) and due to adsorption of Ti oxides, Fe hydroxides and clay minerals. U-Ti oxides, uraninite and accompanying sulphides were formed. Later younger structures were formed where hydrothermal fluids could circulate. Quartz-carbonate veinlets with copper sulphides and high grade uranium mineralization were formed within ore-bearing horizons.

História geologicko-montanistického výskumu Ľumbierskej časti Nízkych Tatier

LADISLAV SOMBATHY

Trate mládeže 3, 969 00 Banská Štiavnica

Počiatky baníctva v Nízkych Tatrách nie sú jasné. Pravdepodobne sa začalo rýžovaním Au ešte pred príchodom Tatárov. V dolinách potoka Ľupčianka, Bystrianka a Boca sú ešte aj dnes viditeľné stopy po mohutných rýžoviskách. Au sa ťažilo z povrchových častí rudných žíl a dobývacie pingy sú zreteľné doteraz. S rýžovaním a dobývaním Au bolo späté aj zakladanie baníckych osád, ako je Ľupča (terajšia Partizánska Ľupča), Hybe a Boca. Po vpáde Tatárov osídlili územie prisťahovalci z krajín, kde sa hovorí po nemecky, a priniesli vyspelejšiu dobývaciu techniku, ale aj lepšiu organizáciu ťažiarstiev a ťažiar-ských obcí. Od panovníka získali privilégia, postupne získavali vedúce postavenie a do polovice minulého storočia sa ich reč stala najpoužívanejšou.

Jednou z najstarších baníckych osád Liptova je Ľupča. V písomných prameňoch sa spomína už roku 1247, teda ešte pred vpádom Tatárov. Výsady mesta dostala roku 1263. Od roku 1390 až do roku 1946 sa volala Nemecká Ľupča a potom bola premenovaná na Partizánsku Ľupču. Jej meštania boli väčšinou ťažiarmi na Magurke, v Rišianke, Kľačianke a v baniach v Ľubelskej a Križianskej doline dnes známych pod menom Dúbrava. Baníckym mestom boli aj Hybe. Východnejšie - už mimo nášho záujmového územia - bolo banské mesto Boca a Malužiná. V Boci od roku 1558 pôsobil aj banský súd pre Liptov, Horné Pohronie a Oravu. Roku 1573 začal platiť Maximiliánov banský poriadok. V Malužínej sídlil od roku 1789 substitučný banský súd a na Magurke pôsobil v rokoch 1789 až 1325 banský úrad ako štátna ťažobná organizácia.

V 16. stor. už bolo nízkotatranské baníctvo známe vo svete. V polovici storočia ho spomenul aj G. Agricola v diele *De Re Metallica* (1556). Ako lekár kritizoval pomery v liptovských baniach, pre ktoré baníci predčasne zomierali („Nie je zriedkavosťou, že sa banícka žena aj sedemkrát vydáva za baníka...“). Zlaté a antimónové bane z tejto oblasti spomína aj I. Newton. Radil svojmu priateľovi pred cestou do Európy, aby si všimol zlaté a antimónové bane i amalgamáciu Au. Je pravdepodobné, že sa už v tom čase dostával nízkotatranský krudum s obsahom Au do Anglicka a bol tam hľadaným obchodným, lebo sa za Au v krudume neplatilo. Odbytom a dopravou výrobkov z Sb rúd sa zaoberala obchodná spoločnosť v Ružomberku. Export smeroval hlavne do Nemecka, Belgicka, Holandska a Anglicka. Sb zo Slovenska bol v cudzine žiadaný a to stimulovalo domáciach ťažiarov zvyšovať jeho produkciu. Z veľkého počtu žíl a žiliek dobývaných najprv na povrchu pre Au sa činnosť postupne koncentrovala na zaujímavejšie banské revíry, ako je Magurka, Rišianka a bane dúbavského revíru. Pretože doprava v tomto území bola ťažká, baníci predávali len bohatú rudu a krudum. Na Magurke vyrábali v plamenných peciach aj

regulus vo veľkých tégloch. Troskové haldy po cedení krudumu boli veľmi rozsiahle. V 30. rokoch tohto storočia sa odvážili do huty vo Vajskovej. Len z trosky dúbavského revíru sa vyrobilo okolo 150 t kovového Sb. V tom istom období boli udelené povrchové miery na troskové haldy na Magurke, ktorých rozloha bola 62 tisíc m². Začiatkom 19. stor. plánoval banský erár vybudovať na Magurke zariadenie na cedenie krudumu v šikmých rúrach podľa vzoru huty na Baniskách v Bystrom potoku, ale výstavba sa pre vysoké dopravné náklady stavebného materiálu neuskutočnila. Ružomerská obchodná spoločnosť dala v rokoch 1837 - 1838 v doline Bystrá pri Hubovej, asi 8 km na Z od Ružomberka, postaviť antimónovú hutu Leopold a pri nej aj stupy s vodným náhonom. Huta vykupovala rudu a regulus od súkromných ťažiarov, ako aj zo štátnych baní v Magurke a regulus vyrábala. Bola v prevádzke do roku 1912, ale už roku 1892 začala jej úlohu preberať nová antimónová huta vo Vajskovej. Časť produkcie štátnych baní v Magurke sa spracúvala v štátnej hute v Starých Horách.

Veľké úspechy erárneho baníctva v stredoslovenskej oblasti viedli k tomu, že sa od polovice 18. stor. zúčastňoval na podnikaní v Magurke štát a súkromných rukách zostala iba menšia časť ložiska. Podľa súčasných poznatkov možno zodpovedne vyhlásiť, že v čase preberania banských oprávnení štátom už bolo ložisko z väčšej časti vyťažené. Postarali sa o to ťažiarске rodiny z Ľupče, ako aj mestská ťažiar斯卡 spoločnosť, a to bez podrobnejších máp, ale aj bez platného banskoprávneho podkladu.

Banský erár sa pustil do podnikania s veľkou iniciatívou. Jeho prvá etapa v rokoch 1763-1830 sa začala udeľovaním nových banských mier, tvorbou prehľadných banských máp a kutacieho programu. Pri intenzívnom kutaní sa zhotovovali návrhy na prípravné a otvárkové práce, na dobývanie, úpravu a zhutňovanie rudy. Zápis v kronike, podľa ktorého 8. januára 1804 zasypala snehová lavína štyroch baníkov, potvrdzuje, že sa pracovalo aj v zime. Nádej overiť plánované množstvo a kvalitu rudy sa však nespĺnila, a tak na konci tejto etapy, hlavne v rokoch 1910-1830, nastal istý útlm. Údaje o výrobe nie sú kompletné. Ako príklad uvádzame rok 1821, keď štátne bane vyrobili 42,6 t Sb a 13 t koncentrátov Au, ale hospodárska situácia bola vysoká - 6031 zlatých. Koncentrát sa spracúval v Španej Doline a neskôr sa amalgamoval priamo v Magurke. Ročne sa na výrobu Sb krudumu spotrebovalo okolo 20 tisíc keramických téglov, ktoré sa vyrábali v Novej Bani. V tom období sa začalo aj s výrobou regulu v plamenných peciach.

Druhá etapa posledného obdobia baní trvala od roku 1830 do roku 1906, keď súkromné banské oprávnenia prevzal štát, a je charakteristická vytrhnutím z pôvod-

ných veľmi optimistických úvah. V tejto etape nastali aj majetkovoprávne zmeny a štátu sa udelili nové banské miery. Roku 1839 Banskobystrická komora cedovala pre Gerambovskú úniu všetky banské oprávnenia súkromných ťažiarov a stala sa najväčšou súkromnou ťažiarskou spoločnosťou Rakúsko-Uhorska. Z 37 kuksov štát vlastnil 32 a Gerambovská únia päť. Spolupráca medzi úniou a banských erárom bola veľmi dobrá. Štát spravoval bane aj za úniu a náklady sa hradili podľa podielov. Organizačne patrili bane pod banskú správu v Španej Doline a po zlikvidovaní tamorej prevádzky vznikla samostatná banská správa v Magurke. Výroba aj hospodárske výsledky v tejto etape boli veľmi variabilné. Z 32 rokov (1858-1889) bolo 18 ziskových a 14 stratových, ale celkový zisk bol 75 642 korún. Práve v tom období spracoval monografiu o baniach v Magurke R. Meier (1868) z Viedne a označil ich za najväčšie európske ložisko Sb. Ale nasledujúce roky (1858-1903) sa skončili finančnou stratou 464 333 korún.

Tretia etapa (1906-1923) sa vyznačovala úsilím udržať závod v prevádzke. V rokoch 1904-1922 obsahovala dobývaná ruda v priemere $2,5 \text{ g.t}^{-1} \text{ Au}$, $2,7 \text{ g.t}^{-1} \text{ Ag}$ a obsah Sb bol 0,131 %. Ročná ťažba kolísala od 2,3 do 10,4 kt. Strata v tomto období - v prepočte na Kč - bola 1 456 644 korún, a preto sa roku 1922 zastavila ťažba a roku 1923 aj kutanie. Zostatková hodnota povrchových zariadení sa stanovila na 307,5 tisíc Kč. Strojné zariadenie sa odviezlo a prevádzka sa opustila.

V rokoch 1926, 1940 a 1944 boli pokusy obnoviť prevádzku v Magurke (mala sa odvážiť troska z hald po cedení krudumu do huty Vajskovej), avšak prekázala to vojna. Roku 1951 začali Rudné bane a huty na farebné kovy v Banskej Bystrici (ďalej RBHFK) prieskum lokality, ale na prelome rokov 1951/1952 odovzdali práce novému podniku Západoslovenský rudný prieskum.

Na SV od Magurky je lokalita Rišianka. Staré banské práce vyznačujú na povrchu zrudnenie približne smeru S-J v dĺžke 300-350 m. V 18. stor. sa na lokalite dobývalo. Stupy a haldy trosky po cedení krudumu svedčia o tom, že sa v 18. stor. na tejto lokalite ťažilo. Povolenie kutať mali ľubeľskí ťažiar, napr. Juraj Ruman (1753), Michal Lettrich (1757), ako aj oprávnenia na ťažbu, napr. pre Ťažiarstvo Antimoniak na Rišianke (1778), Ťažiarstvo štôlne Eva na Rišianke (1783-1830), Rišianka s banskou mierou Alexi (1838). Princípom ťažiarstva Rišianka a zároveň riaditeľom antimónovej huty Leopold v Bystrom bol Karol Solus z Ružomberka. V 18. stor. mala o lokalitu záujem aj ťažiariska spoločnosť z Tisovca, pre ktorú 9. marca 1763 banský merač F. A. Mayer spracoval mapu a správu o rudných lokalitách v Liptove. Po dlhej prestávke v prevádzke získal kutacie kruhy na lokalite A. Tintner z Viedne, ale vykonával tu iba nepatrnú činnosť. Banský erár chcel prevziať Tintnerovo kutacie oprávnenie, a tak poveril závodného šachty František v Banskej Štiavnici F. Pelachyho vypracovať posudok o lokalite. Podľa Palachyho správy z 22. augusta 1901 mala lokalita päť štôlní a čiastočne prístupná bola iba jedna. Našiel v nej husté žilky antimonitu v žule v celkovej mocnosti 0,4 m. Odvtedy sa na lokalite nepracovalo.

V 18. stor. sa intenzívne kutalo v doline Kľačianky. Roku 1754 dostal údel na tri štôlne Andrej Sima a na dve Juraj Ruman a v 18. stor. ďalší údel I. Johanides, J. Zemko (1859) a J. Toperzer (1797). Roku 1825 sa bane obnovili. V rokoch 1846-1848 požiadal L. V. Pelikán, riaditeľ železiarní v Těšíne, o prevádzkový pokoj v bani. Posledný zápis v banských knihách je z roku 1849. Je to žiadosť o údel M. Jančího, J. Rojčeka a J. Chovana. V doline sa vybudovalo dvojce stúp a zostali aj haldy trosky po cedení krudumu.

Historicky sa lokalita Rišianka, Kľačianka a Dúbrava spracovali v bankohistorickej štúdii roku 1969. Podľa údajov z nej bolo ložisko Dúbrava v minulosti rovnocenné ložisku Magurka, ale zachovalo sa o ňom menej písomných a mapových prameňov, lebo súkromní ťažiar dokumentovali len to, čo museli. Ložisko sa stalo majetkom štátu až pri znárodnení priemyslu a vzniku RBHFK roku 1946.

Prvé písomné údaje o ložisku sú z roku 1711 a o výrobe až z roku 1753, ale je pravdepodobné, že sa využívalo už dávno predtým. V 18. a 19. stor. sa tam pracovalo s prestávkami. Exploatovali ho známe ťažiarске spoločnosti, a najmä rodiny z Lupče, ale záujem oň mali aj kremnickí ťažiar. Po starej banskej činnosti zostalo štvoro stúp a šesť veľkých hald trosky po cedení kudrumu. Roku 1910 sa na Predpekelnej zaviedla hydromechanická úprava rudy sadzačkami. Pre koniec 19. stor. je charakteristická koncentrácia banských oprávnení. Väčšinu z nich získal Gustáv Démuth, roku 1906 ich odkúpila firma A. Odendall z Viedne a prevzala aj antimónovú hutu vo Vajskovej. Roku 1916 si A. Odendall pribral za spoločníka Jozefa Schalmanna, ale aj napriek konjunktúre počas 1. svetovej vojny bola prevádzka bane i huty obmedzená. Vdovy po týchto vlastníkoch v rokoch 1926-1930 predali banské oprávnenia novej firme Antimónové banícke a hutnícke závody (ďalej ABHZ), ktorá roku 1935 začala ťažiť bohatú rudu a roku 1941 odvážat trosku po cedení krudumu do Vajskovej. Paralelne prebiehali aj kutacie práce. Roku 1944 sa mala dať do prevádzky flotačná úpravňa, ale prekázala to vojna. Úpravňa s kapacitou 15 kt/r sa dostavala až roku 1948 v rámci RBHFK a roku 1952 sa prestavala na dvojnásobnú kapacitu. 24. decembra 1975 úpravňa zhorela a v jej blízkosti sa postavila nová s kapacitou 55 kt/r, ktorá bola v prevádzke až do roku 1991. V rámci útlu baníctva na Slovensku po roku 1990 sa ťažba z ložiska zastavila a technologické zariadenie úpravne sa predalo do zahraničia.

Na južných svahoch Nízkych Tatier boli v intenzívnejšej prevádzke iba dve lokality, a to Medzibrod a Lom. Od polovice 18. stor. sa zachovali záznamy o banských oprávneniach v Medzibrode na vrchu Borová. Najprv sa dobývalo Au, Ag, ale aj pyrit. Roku 1811 tu postavili hámor a vzniklo Medzibrodské ťažiarstvo sv. Anna a Joachim, ale prevádzka trvala krátko. Kutacie práce na Sb obnovili ABHZ až 15. augusta 1936. Roku 1937 sa začala stavať flotačná úpravňa a prevádzka sa v nej 10. mája 1938. V rovnakom čase sa začala pravidelne ťažiť aj ruda. V rokoch 1945-1946 sa ťažilo z haldy, ale roku 1947 prevádzku zastavili. Technologické zariadenie prešlo do novej flotačnej úpravne v Dúbrave na Dechtárke.

Lokalita Lom bola predmetom živšej banskej činnosti v 19. stor. Na starých prácach sa obnovila banícka čin-

nosť roku 1887. 2. februára 1892 udelil banský kapitanát v Banskej Bystrici banské pole Karol - Jozef na Lome a ako príslušnosť k nemu aj bývalý železný hámor ako antimónovú hutu v Dolnej Lehotě Karolovi Jozefovi Démutovi. Železný hámor medzi Lopejom a Dolnou Lehotou postavili namiesto vyhorenej železnej huty v Jarabej. Huta zhorela roku 1789, železný hámor postavili až roku 1798 a roku 1892 v ňom začal Démut taviť Sb, teda biely kov, podľa čoho dostala huta názov Vajsková. K. J. Démut zomrel roku 1893, dedičia hutu aj s banskými oprávneniami predali viedenskému obchodníkovi s rudami a kovmi Antonovi Odendalloví, ktorý si vzal za spoločníka Jozefa Schalmanna. Po ich smrti, ako sme už uviedli, vdovy hutu aj banské oprávnenia v rokoch 1926 až 1930 predali ABHZ. Nový podnik prevádzkoval hutu hlavne z produkcie závodu Čučma, Spišská baňa, Medzibrod a Lom. Baňa na Lome a flotačná úpravná začali prevádzku roku 1941 po kutacích prácach, ktoré prebiehali v rokoch 1935-1940. Vo vojnových rokoch 1944-1945 bola úpravná zničená a ťažba z bane sa už po vojne neobnovila. Hutu spravovali RBHFK do roku 1952, keď ju prevzali Závody Slovenského národného povstania v Žiari nad Hronom. Tie ju roku 1989 vrátili Rudným baniam v Banskej Bystrici, ale roku 1991 bola huta v rámci útlmového programu baníctva na Slovensku zlikvidovaná.

RBHFK v Banskej Bystrici pri svojom vzniku roku 1946 prevzal majetok bývalých štátnych baní štiavnického a kremnického banského riaditeľstva a majetkovú podstatu súkromnej spoločnosti ABHZ. Deväť banských a tri hutnícke závody tvorili základ výroby a 20 prieskumných lokalít malo zabezpečovať surovinu. Pri prechode frontu roku 1945 boli banské zariadenia značne poškodené, a preto sa intenzívne obnovovali. Situáciu roku 1947 navyše skomplikovali mierové dobývanie rúd drahých kovov (cena Au v koncentrácii klesla na 7200 Kč/1 kg kovu), čo postihlo závod v Banskej Štiavnici a v Hodruši. V Banskej Štiavnici sa musela polovica ročnej ťažby nahradiť polymetalickými rudami a v Hodruši celá ťažba Cu rudou.

Ani v antimonitových závodoch sa situácia v stave rudnej zásoby nevyvíjala lepšie. Závod Lom pri vojnových operáciách roku 1944 zanikol a v Medzibrode sa prevádzka zastavila roku 1946. V Dúbrave sa začala prevádzka roku 1948, čiže štyri roky neskôr, ako sa plánovalo a overená zásoba ložiska bola nízka. Závod Čučma a Poproč v Spišsko-gemerskom rudohorí sa po oslobodení roku 1945 vrátili do rúk ČSR, ale mali nepatrnú surovinovú základňu.

V banských závodoch po úplnej výmene vedenia chýbali banskí inžinieri, prieskumné programy, ale aj najzákladnejšie technické vybavenie (napr. pojazdné kompresory, vŕtačky, kofajnice atď.) a skúsení baníci lámači, ale zároveň sa prejavovalo mimoriadne úsilie zainteresovaných takýchto stav prekonať. Po februári 1948 sa banským riaditeľom RBHFK stal Samuel Piltz, známy zásadou dodržiavania proporcionality medzi výškou ťažby a objemom prieskumných a prípravných prác, a roku 1949 Juraj Bernáth a Ladislav Sombathy. Ešte do konca roku 1948 sa pripravil prieskumný program ťažobných a kutacích (prieskumných) závodov. Využívali sa skromné kapacity a poznatky vtedajšieho Slovenského geologického ústavu (neskôr

Geologického ústavu Dionýza Štúra) v Bratislave, ktorý do svojho programu prednostne zaradil prípravu geologicko-montanistických štúdií nádejných lokalít a už v tom istom roku odovzdať ťažobnému podniku štúdie o Poproči, Dvoch vodách a Soviansku (Kantor, 1948a, b, c). Na ich základe začali RBHFK 24. apríla 1948 prieskum na Dvoch vodách a o deň neskôr v Jasení na Soviansku. V auguste 1949 bol hotový plán prieskumných prác širšieho okolia čučmianskeho závodu, a to v Betliari na Strakovskej, štólne Vincent v Čučme a v Majerskej doline (Bernáth a Sombathy, 1949) a v novembri 1949 sa začal prieskum na Lazoch, vo Vlčej dolinke a na lokalite Stará Anna pri Poproči.

RBHFK mali prvoradý záujem zabezpečiť zásobu Sb rúd, lebo cena Sb bola na svetovom trhu výhodná. Vlastnili hutu Vajsková, ktorá produkovala všetky druhy Sb hutníckych výrobkov. Cena Pb a Zn rúd sa pohybovala iba na hranici prosperity a podnik ich po vyhlásení embarga na dovoz strategických surovín musel obstarávať pre štát. Podľa rozhodnutia vládnych komisií museli RBHFK preskúmať aj Cu rudy a pyrit v pridelených oblastiach, a tak sa už roku 1949 začal prieskum hľad na získanie Cu v Španej Doline a v Lubietovej a pyritu v Hodruši, Novej Bani a v Nízkyh Tatrách. V Banskej Štiavnici sa začala výroba selektívneho pyritového koncentráta z polymetalických rúd. RBHFK obnovili prieskumné práce aj na Sb ložisku Spišská baňa, a to najmä pre obsah W.

Tak roku 1948 a 1949 vznikol kutací program pre osem ťažobných závodov a 20 prieskumných lokalít a získal sa čas na úvahy o systematickejšom výskume a prieskume metalogenetických rajónov. Po dlhších analýzách sa rozhodlo takto skúmať rudný rajón Nízke Tatry. Dôvody na jeho uprednostňovanie možno zhrnúť takto:

1. RBHFK evidovali v Nízkyh Tatrách okrem troch závodov mimo prevádzky v Dúbrave ešte 15 ďalších lokalít, ktoré boli potenciálnymi zdrojmi rudných surovín Sb, Pb a Fe. Štruktúrna spätosť niektorých Sb lokalít tohto metalogenetického rajónu (podobne ako v Spišsko-gemerskom rudohorí) sa hľadala už za pôsobenia Rudolfa Kleina v ABHZ. Napr. ložisko Lom sa dávalo do súvislosti s južným pokračovaním ložiska Dúbrava.

2. V liptovskej Dúbrave začala roku 1948 prevádzku nová flotačná úpravná s kapacitou 15 kt/rok. Ale preskúmanosť ložiska bola veľmi nízka a zásoba suroviny z vlastného ložiska nedosahovala kapacitu úpravnice. Preto sa hľadali nové lokality.

3. Sb huta vo Vajskovej s kapacitou 1500 t/rok hutníckych produktov bola podnetom na otváranie nových ťažobní, prednostne v jej blízkosti, t.j. na južných svahoch Nízkyh Tatier, s prípadným dopravným prepojením severných lokalít banskými dielami. V tejto súvislosti sa začalo uvažovať aj o rozšírení kapacity dúbavskej úpravnice.

Častým účastníkom rokovaní o prieskume v RBHFK bol aj J. Koutek z Prírodovedeckej fakulty KU v Prahe. Pri prerokúvaní prieskumu v Španej Doline a v Polkanovej ho vedenie podniku požiadovalo vykonať základný geologicko-montanistický výskum v Nízkyh Tatrách, pôvodne iba ich južných svahov. J. Koutek súhlasil, a pretože sa záujmový terén rozšíril o sz. časť severných

svahov, rozšírila sa aj výskumná skupina na trojicu, a to J. Koutek, D. Andrusov a V. Zoubek. Terénne práce sa mali vykonať roku 1950, druhá etapa výskumu v nasledujúcich rokoch a mala zahŕňať zvyšok Nízkych Tatier. Konečné ciele výskumu definoval list RBHFK v Banskej Bystrici č. 182.9/177-33/90 z 25. marca 1950.

Intenzívna príprava na terénne práce prebiehala od začiatku roka 1950. RBHFK obstarávali a rozmnožovali literatúru o záujmovom území, mapové podklady z vlastného archívu, z obvodného banského úradu a od štátnych lesov. Zabezpečovali sa aj finančné prostriedky na predpokladané náročné terénne práce. Tie sa začali včas a v septembri sa skončili. J. Koutek poslal 17. septembra 1950 RBHFK posudok chalkopyritového ložiska v Hodruši (žila Rozália) a v sprievodnom liste konštatoval, „... že bola ukončená prvá etapa terénneho výskumu oblasti nízkotatranské. Z ložísk Sb zvlášť nadejné se jeví Magurka a Rišianka na severnom svahu pohorí.“

Správa o výsledkoch výskumu D. Andrusov, J. Koutek a V. Zoubek Výsledky základného a montanisticko-geologického výskumu v jižní a severozápadní části nízkotatranského krystalického jádra v roce 1950 (60 příloh) bola odovzdaná v marci 1951, teda v čase, keď pri reorganizácii priemyslu v ČSR zvíťazili názory odtrhávajúce ťažobné podniky od prieskumu, ale aj od hút. To sa nepriaznivo dotklo aj ďalších prieskumných prác Sb rúd na Slovensku a viedlo až k zastaveniu prieskumu Sb lokalít. Prieskum až do roku 1973 vykonával iba ťažobný podnik z vlastných prostriedkov a výhody tesného prepojenia prieskumu, ťažby a hutníckeho spracovania sa stratili.

Sledované ložiská možno stručne charakterizovať takto:

Ložisko Medzibrod. V rokoch 1939-1946 sa z neho vyťažilo 55 kt Sb rudy s kvalitou 2,7-3,5 % Sb, 4-4,8 g.t⁻¹ Au a 3,5 g.t⁻¹ Ag. Vyrobito sa 5342 t koncentrátu s obsahom 25-41 % Sb a 3,11-4,18 g.t⁻¹ Au a okolo 30 g.t⁻¹ Ag.

Ložisko Lom. V rokoch 1894-1906 a 1940-1944 sa z neho vyťažilo 31 kt rudy s obsahom 2,3-4,2 % Sb a 3,11-4,18 g.t⁻¹ Au. V rokoch 1941-1944 sa vyrobilo 2482 t koncentrátu s obsahom 1186 t Sb a 67,57 kg Au.

Ložisko Magurka a Rišianka sa pokladalo za najväčšie Sb ložisko v Európe (Meier, 1868). Jeho histórii a významu sa venuje samostatná štúdia.

Ložisko Dúbrava. O lokalite je najviac informácií, ale aj tak obdobie do roku 1753, v ktorom sa objavili prvé písomné údaje o ťažbe a výrobe krudumu, charakterizujeme iba nepriamo. Pretože údaje o výrobe poskytujú pramene podľa výrobkov (ruda, bohatá ruda, koncentrát, krudum), výsledky uvádzame v prepočte na kov Sb.

Do roku 1991 sa vyťažilo 34 276 t Sb. Z toho sa získalo 26 770 t Sb. Strata pri rúbaní a úprave bola 7506 t Sb. Dúbrava je veľké ložisko aj podľa celosvetových kritérií (Jankovič, 1967).

Najviac kovu sa získalo od začatia pravidelnej ťažby roku 1944 do konca prevádzky bane roku 1991. V tomto období sa vyťažilo 1 277 312 t rudy s priemerným obsahom 1,95 % Sb (dovedna 27 103 t Sb, získalo sa 20 856 t Sb, strata pri rúbaní a úprave bola 6247 t Sb).

Venovať sa histórii baníctva by bolo zbytočné, ak by neposkytla poznatky z dlhoročnej skúsenosti predkov ako cenné

poučenie do budúcnosti. Aj počas prípravy tejto štúdie sme získali poznatky, ktoré možno zovšeobecniť a zužitkovať.

1. Súčasný stav baníctva, a to nie iba Sb rúd, nie je celkom nový. Stav konjunktúry a hospodárskej depresie sa často striedali aj v minulosti. Ale útlm sa nikdy neriešil tak neodborne ako po roku 1990, a to v čase, keď malo Slovensko nadbytok banských inžinierov, geológov a ekonómkov tohto výrobného odvetvia. Napriek tomu súčasný nepriaznivý stav pokladáme iba za prechodný a likvidáciu výrobných zariadení namiesto ich zakonzervovania za nevhodnú.

2. Napriek intenzívnemu prieskumu a výskumu po roku 1945 sa nezistilo ani jedno rudné ložisko, ktoré by nebolo známe, alebo z ktorého by sa neťažilo už predtým, ale usporiadané archívne fondy sa na poznanie výsledkov predchodov nevyužívali. Výskumná skupina v Štátnom ústrednom banskom archíve bola zrušená. V terajšom období útlmu baníctva je na výskum historických prameňov vhodný čas, a preto by bolo rozumné obnoviť ju.

3. Prieskum nepravidelných ložísk na zabezpečenie zásoby suroviny vyššej kategórie je nákladný a zdĺhavý a jeho výsledky môžu byť v mnohom chybné. Najúspešnejší, najrýchlejší a najekonomickejší býva, ak sa vykonáva v kombinácii s ťažbou, čo sa potvrdilo pri prieskume všetkých Sb ložísk.

4. Legislatíva hospodárenia s nerastnými surovinami nie je v súčasnosti vyhovujúca. Geológii a baníctvu majú na starosť dve ministerstvá (Ministerstvo hospodárstva SR a Ministerstvo životného prostredia SR) a štátna banská správa ako reprezentant vlády nejestvuje. Banské úrady patria pod právomoc vedúceho sekcie Ministerstva hospodárstva SR, hoci by to malo byť naopak. To, čo by mala v zmysle banského zákona zabezpečovať štátna banská správa, majú v náplni dve sekcie, ale každá z iného ministerstva. Inštitúcie v baníctve aj v geológii by mali v čo najkratšom čase začať dobre spolupracovať pri odstraňovaní nedostatkov, ktoré sa v ostatných rokoch v našom priemyselnom odvetví nahromadili.

Literatúra

- Bernáth, J. & Sombathy, L., 1949: Správa o prehliadke Sb baní v Čučme a povrchového terénu. *Manuskript - archív Rudných baní a hút na farebné kovy, Banská Bystrica*.
- Jankovič, S., 1967: Wirtschaftsgeologie der Erze. *Springer Verlag, Wien - New York*, 308.
- Kantor, J., 1948: Antimonit na Dvoch vodách. *Manuskript - archív SGÚ Bratislava*.
- Kantor, J., 1948: Soviansko - Pb zrudnenie. *Manuskript - archív SGÚ Bratislava*.
- Kantor, J., 1948: Antimonit v okolí Poproča. *Manuskript - archív SGÚ Bratislava*.
- Mayer, F. A., 1763: Grund und Seiger Raiss von denen in Liebttau bauenden auf Gold, Silber und Spiessglas Bergwerk, so zwischen den Lassisker und Teitz Liebscher Stadtgrung, von Land gegen Mittagseitigen Gebirge, so verzogen worden von anno 1762 bis anno 1763. *Manuskript*.
- Meier, R., 1868: Der Gold- und Antimon - Bergbau von Magurka. *Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst. (Wien)*, 18.
- Sombathy, L., 1969: Správa o archívnom výskume antimónového ložiska Dúbrava a jeho širšieho okolia v Nízkych Tatrách. *Manuskript - archív Geofond Bratislava*.

tarjánska spoločnosť a pozdžej rôzne poválečné štátné ťažobné organizácie. Ty mali vždy pracovníkov zaujímavých se o vedu a vychádzali vstrieť pracovníkom vysokých škôl a štátnych ústavov a ministerstiev - ako bol napr. F. Pošepný alebo K. von Papp. (K. von Papp bol mimochodom jeden ze zakladateľov kategorizácie rudných zásob na kategórie A-B-C na svetovom geologickom kongrese v Stockholme, na čož se dávno zapomnulo).

Slovenské ťažby mali svoje skvelé ťažobné odborníky, ktorí úzke spolupracovali s geológmi - ako boli napr. A. Bergfest, S. Piltz, L. Balla a ďalší. Sombathy bol mimo jiné jistě touto tradicí silně ovlivněn.

Kdo však dal nízkotatranské geologické akci ráz dobře organizované expedice a kdo odbornou náplň? Domnívám se, že to byl D. Andrusov. Ten totiž dobře znal expediční systém práce od svého otce Nikolaje Andrusova z Ruska. Kdysi mi dal D. Andrusov nahlédnout do zápisů svého otce z automobilové expedice na poloostrov Mangišlak a některé rysy organizace týmové terénní práce mi připomněly Andrusovovu přípravu nízkotatranské akce. Sám jsem si tyto společné rysy uvědomil na ruských geologic-

kých expedicích v západním Kazachstanu a v Mongolsku.

Odbornou náplň expedice připravovali Andrusov, Zoubek a Koutek v Bratislavě a Praze. Jako Koutkův asistent jsem se zúčastnil jedné z porad, která se konala v Koutkově břevnovském bytě. Její náplň kupodivu vůbec neodpovídá elaborátu, který byl potom z expedice sestaven.

Ten je totiž striktně faktografický, kdežto porada měla spíše charakter ostré vědecké diskuse. Prezentovaly se v ní protichůdné názory Andrusova a Zoubka na tektonickou pozici tatridních a subtatridních jednotek a dále protichůdné názory Koutka a Zoubka na genezi hydroterm, které vytvořily nízkotatranská rudní ložiska Magurka, Dúbrava, Jasenie a další.

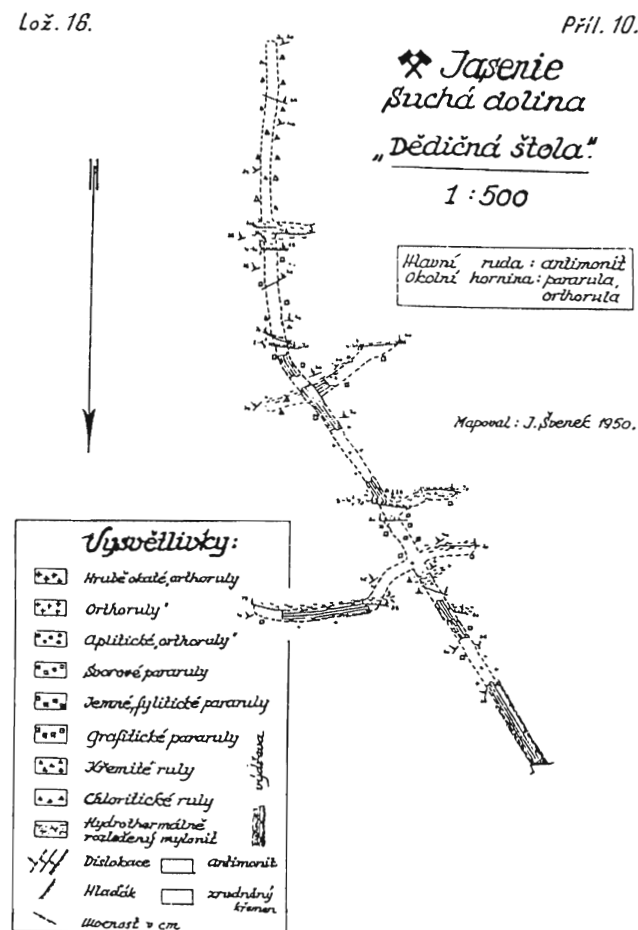
Koutek dosti lpěl na magmatických zdrojích rud, ale nebyl si jist, ke kterým magmatům ložiska přiřadit. Zoubek, pravděpodobně již ovlivněn představami Clara, Friedricha a Schneiderhohna o regenerační alpínské mineralizaci (in Petrascheck, 1961), věřil spíše na roztoky uvolněné alpínskou tektonikou hlavně z granitů, ale nejen z nich. Z jejich K živců odvozoval napr. baryum a charakteristický barytový doprovod sideritových žil, kterých je v Nízkých Tatrách nesčetně.

Upozorňoval na rozdíly v mineralizaci Nízkých Tater a Spišsko-gemerského rudohoří. V Nízkých Tatrách Zoubek postrádal vliv prvků bazické sféry (Cr, Ni, Co a také karbonátů Mg), neboť mineralizaci Nízkých Tater derivoval spíše z granitové vrstvy, proti Spišsko-gemerskému rudohoří, které má mnohem pestřejší hlubinný basement, včetně bazik a ultrabazik. Koutek spíše zůstával u klasických představ magmatistů.

K dotažení metalogeneze bylo však třeba v první řadě některé části Nízkých Tater geologicky domapovat. Dále bylo nutno zdokumentovat alespoň v hrubých rysech všechny drobné prospekční práce „starců“. K tomu vytvořil Koutek tým mladých pracovníků, které svěřil mé péči jako tehdy nejstaršímu svému asistentovi. Byli to Mirek Máška, Jaroslav Švenek, Josef Hettler a Vratislav Rus a někteří příležitostní pracovníci jako napr. Zorkovský. Akademik Andrusov k nám připojil svou dceru Galinu, dnes kromě mne a Hettlera jediného dosud žijícího člena expedice.

Jak jsem již uvedl, práce v nízkotatranské expedici byly hlavně faktografické a dokumentační s perspektivou návazného výzkumu, který byl později realizován a publikován (Pouba a Vejnar: Soviansko 1956; Koutek a Pouba: Magurka 1957 a další drobnější práce). Podle mého soudu koncepční práce, i když zůstaly v archívech jako geologické mapy - napr. mapy jižních svahů Nízkých Tater Mášky a Švenka, přinesly v některých směrech do teritoria Nízkých Tater zcela nové geologické pohledy. Ty byly teprve nedávno zmodernizovány a opraveny mladšími slovenskými kolegy při průzkumu ložisek v okolí Jasení a v dalších oblastech.

Metodika dokumentačních prací byla velmi jednoduchá bez podrobnějších měření, ale byla velmi rychlá a účelná. Šlo totiž o první zachycení drobných ťažobných prací s ojedinělými poznámkami o jejich struktuře a informačními analýzami haldového materiálu. Příklady těchto dokumentací jsou uvedeny na obr. 1-3.



Obr. 3. V rámci expedice byla zmapována dostupná důlní díla ve stejném měřítku jako povrchová dokumentace (1 : 500 nebo 1 : 1000).

Fig. 3. During expedition the accessible mines were mapped in the same scale as superficial documentation (1 : 500 or 1 : 1000).

Je nutno vzít v úvahu tehdejší dopravu a koordinační možnosti. Při špatných dopravních možnostech byla zajištěna účelná a prakticky bezchybná kooperace díky až legendárně pevnému vedení Andrusova, který věděl, že má-li expedice zvládnout terén a odevzdat účelný elaborát, nelze příliš popustit uzdy badatelským choutkám ložiskářů. Všichni členové expedice od něho slýchali často větu: „Až vy budete vediet, čo vedeli už starí baníci, môžete začať s vašou vedou“.

Ta se pak rozvinula širokou měrou a je velmi radostné vidět, že se rozvíjí i dnes zásluhou slovenských odborníků a že se nezapomnělo, kde byl její skromný začátek, jak dosvědčuje tato konference na Magurce, na níž jsme se sešli.

Literatura

Andrusov, D., Koutek, J. & Zoubek, V., 1951: Výsledky základního a montanisticko-geologického výzkumu v jižní a severovýchodní čás-

ti nízkotatranského krystalického jádra v roce 1950. *MS Praha - Bratislava*, 1 - 244, 60 příloh.
 Clar, E., Friedrich, O. M., Schneiderhohn, H. in Petrascheck, W. E., 1961: Lagerstättenlehre. *Springer Verlag Wien*, 39—40. (Zweite Auflage).
 Hettler, J. & Pouba, Z., 1951: Pokusy s ryžováním zlata v Nízkých Tatrách. *Příroda, Praha*, 44, 2 - 4. 58—62.
 Koutek, J. & Pouba, Z., 1957: Přehled geologických poměrů rudního ložiska Magurka v Nízkých Tatrách. *Sbor. k osmdesátinám akad. F. Slavíka. Ústř. Úst. Geol., Praha*, 169—195.
 Papp, K. von 1919: Die Eisenerz- und Kohlenvorräte des Ungarischen Reiches. *Franklin-Vereins, Budapest*, 1—638.
 Pouba, Z. & Vejnar, Z., 1956: Polymetalické rudní žíly u Jasenie v Nízkých Tatrách. *Sbor. Ústř. Úst. geol., Praha*, 22, 485—555.
 Schneiderhohn, H., 1953: Erzlagerstättenbildung und Geotektonik. *Erzbau und Metallhüttenwesen*, 6.
 Švenek, J., 1951: Geologicko-montanistická mapa jižního svahu N. Tater. Západní úsek: Lom - Medzibrod - Magurka 1 : 25 000. *MS Praha - Bratislava*.

Prieskum Sb-Au rúd na Magurke v päťdesiatych rokoch

IVAN KRAVJANSKÝ

Líščie údolie 65, 841 05 Bratislava

Informácia o geologickom prieskume Magurky v Nízkych Tatrách v rokoch 1950-1954 s dozvukmi až do roku 1956 by bola neúplná a nedostatočná, ak by neobsahovala aj údaje o vtedajšom počiatku vyhľadávacej a prieskumnej geológie na Slovensku.

Do roku 1952 v ČSR neboli nijaké špeciálne geologickoprieskumné pracoviská a na Slovensku ich úlohy suplovala pobočka Ústredného geologického ústavu v Bratislave. Až v októbri 1951 vznikla pri Ministerstve hutného prieskumu a rudných baní ČSR (MHD) Hlavná správa geologického prieskumu (HSGP) a pri Ministerstve palív a energetiky ČSR (MP) Hlavná správa uhoľného priemyslu (HSUP). Roku 1952 sa pri Ministerstve stavebného priemyslu ČSR (MS) ustanovila ďalšia HSGP. Spomenuté správy vytvorili rad prieskumných organizácií, hlavne národných podnikov. Tak 1. apríla 1952 vznikol Západoslovenský rudný prieskum v Turčianskych Tepličiach (ZSRP) a Východoslovenský rudný prieskum v Spišskej Novej Vsi (VSRP). Riaditeľom ZSRP bol J. Karkošiak, podnikovým geológom M. Kuthan a hlavným inžinierom J. Bernáth. Koncom roku 1952 sa podnikovým geológom stal T. Gregor a po ňom v polovici roku 1953 I. Čillík, ktorý prišiel z VSRP. Prvými zodpovednými geológmi boli I. Seik, T. Gregor, J. Hettler a S. Pollák. V máji 1952 nastúpili do ZSRP absolventi Vysokej školy banskej v Ostrave J. Klubert a I. Kravjanský a ku koncu roka - po zaistenom Hettlerovi - F. Ďuriak. Medzi prvých kolektorov z kurzu vo Chvaleticiach patrili V. Samčík a V. Dubovský a neskôr absolventi Priemyslovej školy geologickej a banickej v Spišskej Novej Vsi M. Slavkay, M. Nemsilová ai.

Z uvedeného je zrejmé, že nastupujúci geológovia nemali dostatočnú teoretickú prípravu na prieskumnú činnosť ani prax, ani dosť odbornej literatúry. Trochu sa priučali

u sovietskych expertov, ale najmä sa učili navzájom z praktických skúseností a vzájomnou odbornou výučbou podľa záujmu v rámci mesačných porad geológov a kolektorov, a to vždy na inom ložisku v rámci podniku, ktorý sa členil na závody (základný bol v Turčianskych Tepličiach - závodný geológ Kravjanský, ďalší v Pezinku - závodný geológ Pollák, v Banskej Štiavnici - závodný geológ Hettler, neskôr Ďuriak, v Lučenci - závodný geológ Klubert).

Projekty sa vypracúvali vždy na nasledujúci rok a v januári sa predkladali na schválenie HSGP v Prahe, ktorej riaditeľom bol J. Jíra a hlavným geológom P. Květoň. Projektovali sa prieskumné práce najmä starých banských revírov, často opustených, kde sa na základe archívnych údajov overovali geologické a ložiskové pomery, hodnotila geologická zásoba a rozhodovalo sa o ďalšom prieskume ložiska alebo o jeho zastavení. Na tento cieľ sa otvárali hlavné banské obzory vzťahom a po geologickom zdokumentovaní sa rozhodovalo o prekopoch a sledných obzoroch, resp. otváraní hlbších obzorov, čím sa riešila perspektíva ložiska. Dokumentáciou boli novozamerané banské mapy (prekopy v mierke 1 : 1000, sledné chodby v mierke 1 : 200). Vo vhodnom teréne sa vrtalo do hĺbky 300 m. Hlbšie vrty boli ojedinelé. V banských dielach sa vrtali šikmé maloprofilové jadrové vrty do 80 až 100 m.

Vzorkovanie v bani sa vykonávalo ručne zásekmi, z vrtovej ručným polením jadra, a to podľa makroskopickeho určenia zásekov a vzoriek z vrtovej. Chemické analýzy robili pracoviská Ústavu pre výskum rúd v Banskej Štiavnici (ÚVR), Kutnej Hore, Prahe a v Příbrame (Au a Ag). Podniky v tom čase nemali chemické laboratóriá ani zložky na petrografické, mineralogické, technologické a iné hodnotiace práce. Geológovia v podniku - obsluhujúci terénne pracoviská vytyčovaním, usmerňovaním, dokumentovaním a kontrolou prác - nemali na takúto činnosť čas ani

vybavenie. Dopravu na pracoviskách obstarávali autá a motorky, ale v nedostupnom teréne, najmä v Nízkych Tatrách, sa museli aj veľké vzdialenosti prekonávať pešo.

O prieskume ložísk sa vypracúvali ročné správy za ložisko a po skončení prieskumu záverečné správy. Pri pozitívnych výsledkoch sa vypočítaval prírastok zásoby a potom konečný výpočet zásoby. Z formálnej stránky boli správy slabé, lebo bol nedostatok dobrých kresličov, primitívna rozmnožovacia technika (modrotlač a ozalid) a aj písanie väčšinou zaobštarávali geológovia. Čerpanie nákladov sa sledovalo a vykazovalo ročne.

Jedným z prieskumných pracovísk závodu v Turčianskych Tepliciach bola Magurka opustené ložisko Sb-Au rúd v severnej časti Nízkych Tatier pri Latiborskej holi v závere Lupčianskej doliny. Vyzmáhalo sa tu viac ako 3500 m chodieb, viac ako 100 m komínov a vyrázilo sa okolo 400 m chodieb. Boli to najmä prekopy, z ktorých sa mali vrtať šikmé vrty. Pracovalo sa v troch štôľňach hlavnej žily: Ritterstein (1285 m n.m.), Kilian (1148,5 m n.m.) a Ruszegger (1083,8 m n.m.) a na priečnej žile štôľne Georgi (asi 1120 m n.m.).

Zrudnenie na Magurke a okolí sa viaže na dva smery. Hlavný - magurský má smer VSV-ZJZ a sklon na JJV pod uhlom 45°, niekedy až veľmi plytkým do 20°. Druhý je smer S-J, so strmým sklonom väčšinou na V. Ten je mineralizovaný iba ne patrne.

Na magurský smer sa viaže hlavná, magurská žila, ktorá má priemernú mocnosť 1, miestami až 2 m, ale stenčuje sa až na 0,5 m. Vypĺňa ju kremeň, ktorý sceľuje pôvodne mylonitizovanú a potom hydrotermálne zmenenú horninu. Kremeň je biely, miestami bledosivý, s mikroskopickou impregnáciou antimonitu a vo forme žiliek zasahuje aj do okolia žily. Ide o kremeň 1. generácie.

Hlavným rudným minerálom ložiska je antimonit, a to napriek tomu, že sa pri prieskume dal pozorovať len sporadicky a tvoril iba slabé impregnačné zrudnenie. Ďalším hlavným minerálom je pyrit, sporadicky bournonit, markazit, arzenopyrit, galenit a sfalerit. Zo žilných minerálov sú tu zastúpené karbonáty (ankerit, kalcit, dolomit) a baryt, ktorý vyhojuje aj mladšie dislokácie. Au nebolo v prístupných dielach priamo viditeľné, hoci v minulosti bolo možno vidieť impregnácie, ba i pliešky Au. Au dosahovalo čistotu až 980 g na 1 kg. V žile sa viaže na biely kremeň 2. generácie (podľa Koutka 4. generácie).

Priečne žily sú slabo mineralizované a silne zasiahnuté priečnou tektonikou, čo zrudnenie znehodnocuje. Zrudnenie tvorí galenit a sfalerit hniezdovite v karbonátoch, často vo forme impregnácií.

Obidva typy mineralizácie sa vyskytujú v strednozrnnom až hrubozrnnom granite prašivského typu alebo v strednozrnnom až jemnozrnnom granodiorite (predtým granite) dumbierskeho typu s viditeľným biotitom. Blízko žily sú horiny hydrotermálne zmenené až na vzdialenosť niekoľkých m s nerovnakou intenzitou sericitizácie živcov a chloritizácie biotitov a s prekremenением.

Porudná tektonika je veľmi intenzívna, miestami zasahuje magurskú žilu smerne, ale najmä priečne, so strmým sklonom na obidve strany, väčšinou na Z. Má poklesový charakter, ale často badať aj smerný, prípadne

aj - podľa pozorovania na tektonických zrkadlách - aj poklesovodiagonálny posun. Žilná výplň magurskej žily, ktorá je smerne porušená, sa musela pri vzáňaní kompletne vydeviť. Časté sú pôvodné kamenné murovanice, ale dlhé úseky žily sú pevné a prístupné aj bez výdrevy. Možno konštatovať, že vzáňanie - okrem tektonicky silne porušených častí žily - nebolo ťažké ani finančne náročné.

Magurská žila dosahuje známu dĺžku 4 km a dobývala sa vo ôsmich rudných úsekoch, (číslovaných od V na Z), v rozsahu asi 1,3 km. Najvýznamnejší bol 3. úsek vo východnej a 5. v strednej časti. Mali tvar trojuholníka postaveného na vrchole s hornou dĺžkou 250 - 300 m a s výškou po sklone do 250 m. 6. až 8. úsek v západnej časti boli menšie a s nepravidelným rozložením. Ostatné rudné úseky neboli významné, mali menší plošný rozsah a nižšiu kvalitu, ako sa tvrdí v historickej štúdii.

Pri prieskumných prácach sa vykonalo iba orientačné, nie systematické vzorkovanie, pretože sa rozhodlo o zatvorení ložiska. Z dostupných úsekov sa odobralo 34 vzoriek s predpokladom, že môžu mať zaujímavejší obsah Sb. Z magurskej žily sa odobralo 26 vzoriek. Z nich iba štyri mali obsah Sb nad 3, z nich jedna vyše 8 % (táto vzorka zo štôľne Ritterstein mala aj vysoký obsah Au - 4 g/t a Ag 146 g/t). V siedmich vzorkách je obsah Au 1 - 2,5 g/t a Ag 20 - 30 g/t. Všetky tieto vzorky sú z tej istej štôľne v západnej časti ložiska z 8. rudného úseku, ktorý je priečne odseknutý a jeho pokračovanie nie je známe. Z priečnej žily štôľne Georgi sa odobralo osem vzoriek (dve s obsahom Sb vyše 15 a jedna vyše 30 %. Obsah Au bol nízky (okolo 1 g/t), ale pri obsahu Sb pod 1,5 % sa v troch vzorkách zistil obsah Au 3,8 až 7,8 g/t, no Ag iba do 7 g/t. Táto žila bola silno smerne dislokovaná, má šošovkovité zrudnenie malej mocnosti, takže by pri systematickom vzorkovaní asi nebolo bilančné. Dĺžka žily dosahuje 100 m.

Možno konštatovať, že vykonaný prieskum neposkytol dostatočný obraz o geologických pomeroch magurského ložiska, ale potvrdil, že ložisko nebolo z hľadiska využívania perspektívne ani v 50. rokoch. Takýto záver platí najmä teraz, v období trhového hospodárstva.

Žila na spodných obzoroch vyklinila, kvalita zrudnenia značne poklesla, aj keď podľa výsledkov úpravne spred roku 1850, keď ešte boli bane ziskové, obsahovalo zrudnenie v priemere okolo 0,5 % Sb. Z toho je zrejmé, že vstupná ruda obsahovala maximálne 1 % Sb (pri 50 % výťažnosti úpravne), čiže jej kvalita bola nízka. Pravdaže, bola tu ešte kusová ruda, ktorá sa pri ťažbe vyberala (bolo jej asi málo), lebo ináč by sa také chudobné zrudnenie neťažilo vôbec.

V druhej polovici 19. stor. už boli bane stratové a zmenila to ani modernizácia úpravne (prvá podľa A. Pécha v 90. rokoch 19. stor., druhá roku 1913 - nová úpravňa, lanovka, sústredená vodná energia) a bane (zavedenie lokomotívovej dopravy). Zásoba bola malá napriek tomu, že sa na spodnej štôľni Leopold vykazovalo 120 na štôľni Anton 100 kt. Vtedajší zamestnanci baní - Dvorsák a Mrász - to nespomínali, ale dávali skôr návrhy na nový prieskum, ktorý mal ťažbu na Magurke zachrániť. Išlo o západné, východné pokračovanie ložiska v doline Viedenka. Mrász navrhoval otvoriť ložisko aj od J pokračovaním razenia starého prekopu Štefan

(ešte roku 1840, ale roku 1895, keď bolo vyrazených len 460 m, sa razenie zastavilo). Podľa neho sa mal prekopy ešte predĺžiť o 2000 m, aby podfáral ložisko v nadmorskej výške Magurky (asi 1040 m). Na J sa mal presťahovať aj závod.

Treba spomenúť, že Magurku v minulom storočí vlastnil prevažne a po roku 1906, keď posledná spoločnosť Garamb Union predala svojich 5/37 podielov, výlučne štát. V rokoch 1920-1921 sa úpravňa i lanovka zlikvidovali a odviezli do Čiech a roku 1926 sa urobil aj výmaz banských mier.

Aj keď v magurskom baníctve išlo v prvom rade o anti-monit a podľa niektorých názorov bolo v európskom meradle významné, dôležitú úlohu v ňom vždy malo aj Au. Upravovalo sa amalgamáciou, ale výťažnosť bola iba 50 - 60 %, pretože sa tvoril Sb amalgám s oxidickou vrstvou. Uvažovalo sa aj o kyanizácii, ale zostalo iba pri úvahách.

Geologický prieskum ložiska Magurka v septembri 1954 (Čillík, 1954) HSGP zastavila a začala sa likvidácia. Vypracovala sa záverečná správa Magurka Sb-Au so stavom k 1. 1. 1955 (Kravjanský, 1955). Za dva a pol roka od vzniku podniku do zastavenia prác sa na prieskume zúčastnilo šesť zodpovedných geológov (autor dva razy).

Roku 1955 a 1956 sa pod vedením autora a p.g. E. Lisého vykonával prieskum okolia Magurky na Malom Železnom a Rišianke, ako aj bezprostredného okolia ložiska v okolí štôlne Georgi a v doline Viedenka.

Pri zostavovaní prác roku 1956 baníci z Magurky obviňujú geológov z úmyselného falšovania geologických vý-

sledkov. Situáciu musela na jeseň 1956 riešiť porada zvolaná na Magurku ÚV KSS. Napokon spornou zostala iba dokumentácia ryhy vo Viedenke, ale ryha už bola zasypaná. Mala sa prekontrolovať po jej sprístupnení, ale to sa už nestalo, lebo práce v tejto oblasti sa ako negatívne zastavili.

Literatúra

- Bergfest, Á.: Posudok býv. št. banského závodu v Magurke. Rok a miesto neudané.
- Bergfest, Á., 1952: Dejiny baníctva v Magurke. *ÚBA Banská Štiavnica*.
- Bernáth, J., 1944: Magurka Sb, Vajsková.
- Čillík, I., 1954: Výročná správa o prieskume roku 1953 na úseku Magurka Sb. *Trenčianske Teplice, ZSRP*.
- Kolektív Ďumbier pod vedením D. Andrusova, J. Koutka a V. Zoubka, 1951: Výsledky základného a montanisticko-geologického výskumu v južnej a severozápadnej časti nízkotatranského krystalického jadra v roce 1950. *Banská Bystrica, 186—231*.
- Kravjanský, I., 1955: Záverečná správa Magurka Sb, Au so stavom k 1. 1. 1955. *Trenčianske Teplice, ZSRP*.
- Kravjanský, I., 1957: Výročná správa za rok 1956, úsek Magurka okolie Sb. *Lopej, ZSRP*.
- Lisý, E., 1956: Správa o výsledkoch rudného prieskumu za rok 1955 na úseku Magurka okolie. *Lopej, ZSRP*.
- Lisý, E., 1959: Výročná správa o vyhľadávacom prieskume za rok 1958, problém Nízke Tatry - prospekcia. *GP Trenčianske Teplice - Banská Bystrica*.
- Mrász, G., 1940: Návrh na kutacie práce v okolí Magurky. *Banská Štiavnica*.
- Seik, I., 1953: Záverečná správa za rok 1952 za úkol Magurka. *Dúbrava, ZSRP*.

Geologicko-tektonická stavba Ďumbierskej časti Nízkych Tatier a paralely so štúdiom D. Andrusova et al. (1951)

VLADIMÍR BEZÁK a ANTON BIELY

Geologická služba Slovenskej republiky, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

Geologická stavba kryštalinika

Kryštalinikum Ďumbierskej časti Nízkych Tatier sa skladá z vysokometamorfovaných súborov metamorfítov a granitoidných intrúzií s osobitným postavením zvyškov nízko-metamorfovaných komplexov pravdepodobne spodnopaleozoického veku.

Granitoidné intrúzie vytvorili zložitý plutón, ktorý sa ako celok skláňa na S. Už niektorí starší autori ho charakterizovali ako jazykovú intrúziu, čo sa blíži aj dnešnému chápaniu. Rozhranie medzi rulovým plášťom a granitoidmi prebieha na južných svahoch hlavného hrebeňa. Styk miestami lemuje kontaktná periplutonická zóna, označovaná aj ako hybridná alebo nebulitová. Podľa Rb/Sr izochrony je vek granitoidov okolo 360 Ma (Cambel et al., 1990).

Granitoidy možno rozdeliť do štyroch skupín: granodiorit - tonalit (ďumbiersky typ), porfyrický granit - granodiorit (prašivský typ) - obidva typy definoval Koutek (1931), pravdepodobne metasomatický latiborský typ (Lukáčik, 1981) a leukokratné typy (typ Kotlísk, Králičky, Železného). Ďumbiersky typ zaberá hlavne východnú časť pohoria. Tektonicky nie je deformovaný, hoci v mikromeradle má anizotropné usporiadanie (Siegl, 1976b). Kontakty s prašivským typom, ktorý vystupuje najmä v západnej časti, sú väčšinou intrúziívne.

Celú južnú časť kryštalinického masívu tvorí pomerne monotónne pásmo páskovanej a okatej ruly. Ide väčšinou o strednozrnné kremenno-živcové horniny granitoidného zloženia. Vyznačujú sa páskovanou usmernenou textúrou (tenké pružky biotitu), a tým dostávajú charakter ortorúl. V prípade výskytu až niekoľko cm veľkých, prevažne deformovaných K živcov (ortoklasov) sa textúra mení na okatú. Hranice obidvoch textúrnych typov sú neostre a nepravidelné a monotónnu skladbu iba ojedinele spestrujú malé telesá pararuly a amfibolitov. Najnovšie výskumy (Petrík, 1995) dokazujú, že ide o deformované a metamorfované granitoidy so zvyškami svojho metamorfného plášťa. Ich význačnou črtou je duktilná deformačná štruktúra - foliácie, vrásové štruktúry (Siegl, 1976a). Deformácia prebiehala za vysokej teploty a sprevádzala ju lokálna parciálna anatexia. Podľa Spišiaka a Pitoňáka (1990) prebiehala metamorfóza pri teplote 600 - 700 °C a tlaku 5 - 8 kbar. Významným, ale málo rozšíreným typom v kryštaliniku sú páskované amfibolity (Spišiak a Pitoňák, 1992). V banských dielach na Jasení sa v nich ojedinele zistili šošovky granátovo-pyroxenických amfibolitov, ktoré mohli vzniknúť retrográdnou premenou eklogitov. Na základe termobarometrických výpočtov je v súčasnosti doložiteľný maximálny stupeň ich metamorfózy 700 - 750 °C pri tlaku 9 - 10 kbar (Janák et al., 1994). Veľmi zriedka sa v Ďumbierskom kryštaliniku vyskytujú aj korundovo-flogopitické horniny, metaultramafity a skarnoidy (Spišiak a Pitoňák, 1992).

O veku metamorfózy ani protolitu nie sú doteraz spoľahlivé geochronologické údaje, ale niekoľko dát signalizuje rozmedzie najstaršej metamorfózy medzi 430 - 380 Ma (napr. Cambel et al., 1990).

O útržkoch nízkometamorfovaných súborov uprostred vysokometamorfovaných komplexov sa viedli diskusie najmä v 80. rokoch, keď prebiehal rozsiahly prieskum W zrudnenia. Bolo opísaných viac výskytov týchto metasedimentov na južných svahoch Nízkych Tatier (Molák et al., 1986) a palinologicky sa dokladal najprv ich vrchnopaleozoický a potom spodnopaleozoický vek (Planderová, 1986). Vyskytujú sa v strižných zónach a od mylonitizovaných hornín kryštalinika sa rozoznávajú veľmi ťažko. Petrograficky sa dali potvrdiť v podstate len v oblasti Bukovskej doliny. Výskyt fylitov v oblasti Kliniska na severných svahoch je nesporný a známy už dávnejšie. Aj tu sa dokladá metamorfóza vo fácií zelených bridlíc a podľa palinomorf spodnopaleozoický vek.

Horninové súbory Nízkych Tatier sa vyvíjali v dvoch základných geotektonických etapách - hercýnskej a alpinskej. Dominujúce štruktúry v horninách kryštalinika sú z hercýnskej etapy a diskordantne ich prekrýva mezozoický obal. V minulosti sa vyskytli aj extrémne názory, pripisujúce významnú alpínsku dynamiku aj kryštalinickému fundamentu (napr. Bezák a Klinec, 1980).

Mezozoikum

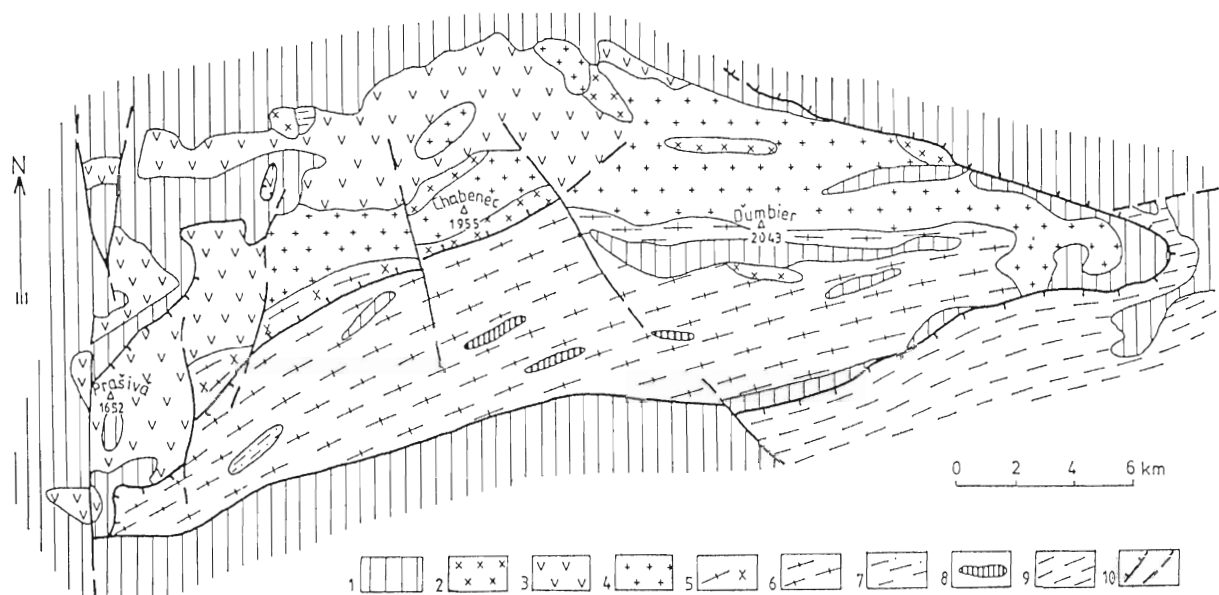
Fragmentárne zachovaný sedimentárny obal kryštalinika, miestami hlboko zavrásnený do kryštalinika, sa skladá zo spodnotriasových, zriedkavejšie zo strednotriasových hornín. Kompletná mezozoická sekvencia sa zachovala iba v oblasti Červenej Magury, ale jej tektonická pozícia a vzťah k šiprúnskej sekvencii sú nateraz sporné. Kryštalinický fundament a jeho mezozoický obal tvoria najhlbšiu tektonickú jednotku (tatrikum).

Na Z a S nad tatrikom ležia mezozoické súbory veporika, a to krížňanského príkrovu, a nad triasom jednotného vývoja a jedného geometrického telesa súvrstvia jury, v ktorých na Z dominuje vrstvomý sled zliechovskej a na V ifanovskej sekvencie. Ide tu o polyfáciálny príkrov par excellence. Mimoriadne zložitú vnútornú stavbu má krížňanský príkrov medzi Krížnou a Svätajánskou dolinou (vrásky, šupiny a extrémne redukcie alebo nadurená jursko-kriedových súvrství; R. Kettner, 1931). Len v okolí Nižnej Boce do Ďumbierskej časti Nízkych Tatier zasahuje sekvencia Veľkého boka.

V Ďumbierskej časti Nízkych Tatier medzi tromi čiastočnými príkrovmi hronika na severných svahoch pohoria dominuje zložitá zvrásnená najvyššia príkrov, pre ktorý je charakteristický trias bielovážskej faciálnej oblasti. Predpokladáme, že je geometricky spätý s chočským príkrovom Chočských vrchov. Dva spodnejšie príkrovy hronika sú zastúpené iba na V od Svätajánskej doliny a reprezentujú ich hlavne vrchnokarbonsko-spodnotriasové súvrstvia. Stredný a vrchný trias sa vyvinul v čiernovážskej fácií a je zastúpený len rudimentárne.

Paralely

Štúdia Andrusova et al. (1951) bola vyvolaná ložiskovým záujmom (vznikla na objednávku Rudných baní),



Obr. 1. Geologická schéma kryštalinika Ďumbierskej časti Nízkych Tatier. 1 - mezozoikum (nečlenené), 2 - leukokratické granitoidy, 3 - porfyrické granitoidy, 4 - biotitické granodiority až tonality, 5 - hybridné granitoidy, 6 - páskovaná a okatá rula, 7 - nízkometamorfované hominy, 8 - amfibolit, amfibolická rula, 9 - veporikum (nečlenené), 10 - a - násuny, prešmyky, b - zlomy.

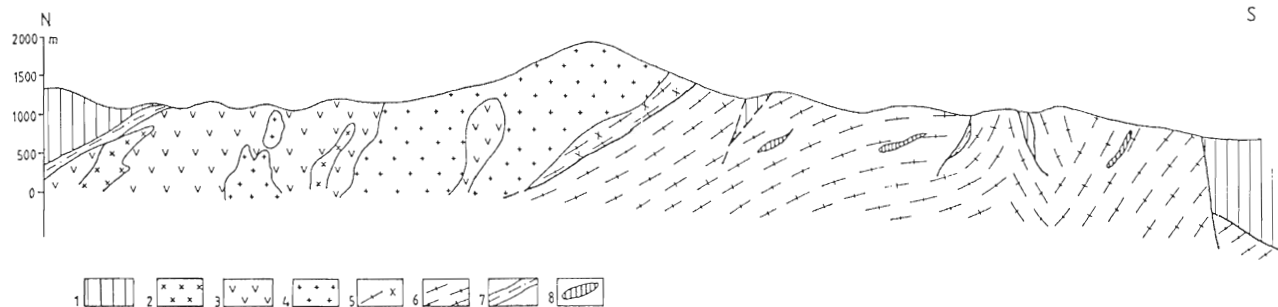
Fig. 1. Geological scheme of crystalline basement of the Ďumbier part of the Nízke Tatry Mts. 1 - Mesozoic complexes (undivided), 2 - leucocratic granitoids, 3 - porphyritic granitoids, 4 - biotite granitoids to tonalites, 5 - hybrid granitoids, 6 - banded and eyed gneiss, 7 - low-grade metamorphites, 8 - amphibolite, amphibolitic gneiss, 9 - Veporicum (undivided), 10 - a - overthrusts, thrust faults, b - faults.

a preto sa týka najmä kryštalického jadra, lebo iba v ňom sú výskyt a iba ono je nádejné na zrudnenie, a to nielen v porovnaní s mezozoickými sériami, ale aj s nasunutým kryštalinikom krakľovskej zóny. Bolo by isto zaujímavé hľadať vysvetlenie takéhoto pozorovania. Ľubietovské a starohorské kryštalinikum majú osobitné postavenie z hľadiska mohutného vývoja permu, ako aj typu zrudnenia.

Základná predstava štúdie o vývoji kryštalinika (metamorfóza plášťa, intrúzia granitoidov v závere hercýnskych tektonometamorfických procesov, vývoj hybridnej zóny na kontakte), ako aj zistenie, že dva základné typy granitoidov, ktoré vyčlenil Koutek (1931) - t.j. Ďumbiersky a prašivský - primárne do seba prechádzajú, sú totožné s dnešnými. Jediný rozdiel je v náhľade na genézu metamorfítov na južných svahoch. Podľa štúdie išlo o vznik injekčnou migmatizáciou v závere hlavnej metamorfózy. Tak vznikla škála hornín od pararúl cez migmatity až po žuloruly (rozumej migmatity ortorulového typu). Novší výskum ukazuje, že ide skôr o ortorufy s.s. (deformované granitoidy) so zvyškami metamorfného plášťa migmatizované pri deformácii len lokálne.

Zaujímavá je časť štúdie o druhotných premenách v tektonických pásmach (vznik mylonitov, fylonitov ap.). Autori v istých prípadoch konštatujú dokázateľne alpínsky vek mylonitizácie, ale predpokladajú aj predalpínsku mylonitizáciu. Viedli ich k tomu nálezy obliakov mylonitizovaného kremeňa v triasovom kvarcite a porovnanie s mylonitovými zónami klasických hercyníd v Nemecku, Česku a Francúzsku.

O mezozoiku bolo známe, že nie je vhodným prostredím na akumuláciu rudných ložísk, a preto sa mu v štúdií venovala malá pozornosť. Zmapovali sa drobné výskyt obalového mezozoika uprostred kryštalinika Nízkych Tatier a úzky pás „subtatrika“ na severnom okraji západnej časti Horehronského podolia. Litostratigrafia a kartografia v správe zodpovedali predvojnové úrovni výskumu R. Kečnera a V. Štastného. Odvtedy sa melafýrová séria (dnes i politická skupina) rozčlenila na karbónsku, permskú a spodnotriasovú časť, a spresnil sa vek litostratigrafických jednotiek stredného triasu hronika a zistila sa prítomnosť dachsteinského vápenca, čo umožnilo zmapovať tri čiastkové príkrovy hronika. Na rozdiel od štúdie sa zistilo, že kontakt mezozoika Horehronského podolia (krížňanského príkrovu a príkrovov hronika)



Obr. 2. Profil kryštalinika Ďumbierskej časti Nízkych Tatier. Legenda 1 - 8 totožná s obr. 1.

Fig. 2. Profile through the Dumbier part of the Nízke Tatry Mts. Explanations 1 - 8 are the same as in Fig. 1.

s kryštalinikom Ďumbierskej časti Nízkych Tatier má povahu subvertikálneho postpaleogénneho zlomu.

Literatúra

- Andrusov, D., Koutek, J. & Zoubek, V., 1951: Výsledky základného a montanisticko-geologického výskumu v jižní a severozápadní části nízkotatranského krystalického jadra v roce 1950. *Manuskript - archiv GS SR Bratislava*.
- Bezák, V. & Klinec, A., 1980: The new interpretation of tectonic development of the Nízke Tatry Mts. - west part. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 31, 4, 569 - 575.
- Cambel, B., Král, J. & Burchart, J., 1980: Isotope geochronology of crystalline complexes in the Western Carpathians. *Veda, Bratislava*, 183.
- Janák, M., Pitoňák, P. & Spišiak, J., 1994: High-pressure amphibolites and the origin of tonalitic-trondhjemitic melts in the shear zone, Variscan basement of the Western Carpathians. *IMA 16 th general meeting, Pisa, Abstracts*, 185.
- Koutek, J., 1931: Geologické studie na severozápadě Nízkých Tater. *Études Géologiques dans la partie nord - ouest de la Basse Tatra. Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ., ročník 1930*, 9, 413 - 616.
- Koutek, J., 1931: Geologické studie na severozápadě Nízkých Tater. *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 9, 413 - 615. *Manuskript - archiv GS SR Bratislava*.
- Lukáčik, E., 1981: Petrológia granitov-granodioritov prašivského typu západnej časti nízkotatranského plutónu. *Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Metalogen.*, 8, 121 - 142. *Manuskript - archiv GS SR Bratislava*.
- Molák, B., Miko, O., Planderová, E. & Francú, J., 1986: Staropaleozoické metasedimenty na južných svahoch Nízkych Tatier v oblasti Jasenia. *Geol. Práce, Spr.*, 84, 39 - 64.
- Petrík, I., 1995: Genetická interpretácia ortorúl (migmatitov) južných svahov Nízkych Tatier. *Manuskript - archiv GS SR Bratislava*.
- Planderová, E., 1986: Nové poznatky o veku metasedimentov z Ďumbierskeho kryštalinika (oblasť Jasenia). *Mineralia Slov.*, 18, 237 - 251.
- Siegl, K., 1976a: Vrásové deformácie Ďumbierskeho kryštalinika. *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, Geol., 28, 115 - 125.
- Siegl, K., 1976b: The structure of the Low Tatra Pluton (West Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 27, 1, 149 - 164.
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1990: The Nízke Tatry crystalline complex - new facts and interpretation (Western Carpathians, Czechoslovakia). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41, 4, 377 - 392.
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1992: Banded amphibolic rocks - pre-Variscan basement of the Western Carpathians? *Terra Nova abstr. Suppl. 2, ALCAPA meeting Graz*, 147, 63.
- Spišiak, J. & Pitoňák, P., 1992: Korundovo-flogopitové horniny z kryštalinika Nízkych Tatier. *Mineralia Slov.*, 24, 393 - 398.

O hlavných výsledkoch geochemického mapovania v tatridnej časti Nízkych Tatier

JOZEF GUBAČ

Hlavná 16, 941 03 Úľany nad Žitavou

Autor prezentuje niektoré výsledky geochemického mapovania tatrickej časti Nízkych Tatier. Analýzy indikujú možný kôrový pôvod granitoidných a tonalitických hornín v tomto regióne. Horninové analógy hlbinných hornín možno podľa autora zistiť v metamorfných komplexoch tejto tektonickej jednotky a geochemické mapy študovaného územia tento predpoklad potvrdzujú. Podľa geologickej a petrografickej štruktúry metamorfovaného komplexu priestorová závislosť vývoja hlbinných hornín korešponduje s priestorovým roz-

miestnením rudnej mineralizácie. Podľa tejto koncepcie sa budú postupne analyzovať faktory rudnej mineralizácie porovnávaním chemického zloženia hlbinných a metamorfovaných hornín a predpokladá sa možnosť zistiť rudný potenciál tejto oblasti. Metamorfity reprezentujú zmiešaný komplex skladajúci sa nielen z klastických hornín, ale aj z acidného a bazického vulkanického protolitu. V závere autor zdôrazňuje, že bazické horniny podstatne prispievajú k rudnej mineralizácii pri anatektickej transformácii materiálu.

Niektoré geochemické aspekty tvorby granitoidov Nízkych Tatier

MILAN KOHÚT

Geologická služba SR, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

Kryštalinikum Nízkych Tatier je v rámci jadrových pohorí Západných Karpát jedno z najväčších a granitoidné horniny tvoria severnú polovicu *Ďumbierskeho masívu*. Už Koutek (1931) rozlíšil dva základné typy granitoidov, a to *Ďumbiersky* a *prašivský*. S pribúdaním poznatkov sa vyčlenili ďalšie typy najmä leukokratických granitoidných hornín, ako je *typ Kráľčicka* (Zoubek, 1950) a *typ Latiborskej hole* (Lukáčik, 1983). Keďže dodnes nie sú exaktne datované (U-Pb metódou), o vekových reláciách Ďumbierskeho a prašivského typu sa viedol rad diskusií.

Podľa Koutka (l. c.) sú prašivské granitoidy výsledkom diferenciácie Ďumbierskeho typu, kým Kubíny (1956) a Zoubek a Kubíny (1956) pokladajú prašivskú intrúziu za mladšiu. Kamenický (1967), ale aj Lukáčik (1983) považujú obidva typy za komagmatické. Variský vek granitoidov (290 - 360 Ma) preukázal Kantor (1959, 1961) K-Ar metódou, datova-

ním zirkónu a monazitu Th-U-Pb metódou Cambel et al. (1977) a Rb/Sr izochrónou Bagdasarjan et al. (1985; vekom 362 ± 21 Ma, resp. 365 ± 17 Ma typu Kráľčicka).

Obsah SiO_2 v granitoidoch Nízkych Tatier varíruje od 61 do 77 hm. % a dokumentuje rast alkalinity od bazickejších Ďumbierskych tonalitov po najkyslejšie diferenciáty leukokratických granitov. Pomer Na_2O vs. K_2O v Ďumbierskych tonalitoch - granodioritoch je väčší ako 1 (sodné typy), kým v prašivských granodioritoch - granitoch je vyrovnaný, prípadne mierne prekračuje obsah K_2O , a v leukogranitoch prevláda K_2O nad Na_2O . Väčšina granitoidov patrí medzi strednodraselné horniny vápenatoalkalickej série magmatických hornín, iba časť prašivských a leukokratických granitoidov afínuje k vyššej draselnej doméne v rámci vápenatoalkalickej série. Peacockov index $\text{ALI} = 61$ spolu s vyšším obsahom CaO (2 - 4 hm. %) ale poukazujú na príslušnosť časti

granitoidov do vápenatej série podobne, ako je to vo Vysokých Tatrách (c. f. Kohút a Janák, 1994). Podľa Shandovho diskriminačného indexu (A/CNK) patria všetky typy granitoidov medzi peraluminózne horniny, pričom $ASI = 1 - 1,4$. Chondriticky normalizované záznamy REE poukazujú na uniformný distribučný trend s miernou diferenciáciou ($La_N/Yb_N = 12,8 - 6,6$) a s nevýraznou negatívnou anomáliou Eu ($Eu/Eu^* = 0,79 - 0,68$). Rb/Sr Ľumbierskych tonalitov až prašivských granitov kolíše od 0,11 do 0,43 a prezrádza mierne diferencovaný spodnokôrový zdroj s nevýrazným plášťovým príspevom, kým pri leukokratických granitoch (Králíčka + Latiborská hofa) je tento pomer 0,4 - 2,5 a indikuje čisto kôrový zdroj, čo signalizuje aj iníciačný stronciový pomer ($I_{Sr} = 0,7079$, resp. 0,7157; c. f. Bagdasarjan et al., 1985). Tento fakt potvrdzuje aj hodnota $\epsilon_{Nd}(0) = -4,7$; $-9,4$, resp. $\epsilon_{Nd}(340) = -0,9$ a $-6,8$, ako aj hodnota neodýmového kôrového indexu $NCI = 0,56$ a 1 (Kohút et al., 1995). Rozdielnosť protolitu medzi ľumbiersko-prašivskými granitoidmi a leukogranitmi odráža aj zdanlivý kôrovorezidenčný vek $t_{(DM, \text{resp. } Dm2St)} = 1133 - 1198$ Ma normálnych tonalitov a granodioritov, kým leukogranity Králíčky majú $t_{(DM, \text{resp. } Dm2St)}$ vek vyšší (2066, resp. 1695 Ma), čo je typické pre kolízne kôrové leukogranity.

Podľa klasickej typológie I/S patria tonality - granodiority medzi zmiešané typy I-S s väčšou afinitou ku granitoidom typu I, kým leukogranity sú typickými kôrovými granitmi typu S. Aplikácia granitového systému An-Ab-Or-Qz-H₂O ($P_{H_2O} = 500$ MPa) naznačuje, že teplota solidusu klesá zo 740 na 700 °C v rámci ľumbierskych a prašivských granitoidov, v leukogranitoch až na 685 - 670 °C, čo je v zhode s experimentmi Johanesa a Holtza (1996).

Na základe komplexného geochemického hodnotenia (látkového a izotopického) možno granitoidné horniny Nízkych Tatier prirovnať k aluminóznym kôrovým granitoidom s afinitou bázeckejších variet ľumbierskeho typu - k aluminokafemickým granitoidom. V súčasnosti prevláda názor, že variské granitoidy boli produkované ako výsledok intrakontinentálnej subdukcie a kolíznych procesov v Západných Karpatoch z tektonicky zhrubnutej kôry. Podobne zdrojom ľumbierskych a prašivských granitoidov môžu byť staršie produkty vulkanických oblúkov, alebo kôrové metasedimenty, ktoré prekonal metamorfózu v granulitovej fáci s príspevom bazaltoidnej kôry. Zdrojom leukogranitov však boli kôrové metamorfity bez príspevia „plášťového“ komponentu podobné struhárskym ortorulám.

Problematika metamorfózy nízkotatranského kryštalinika

PAVOL PITOŇAK¹ JÁN SPIŠIAK¹ a MARIÁN JANÁK²

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

²Geologický ústav SAV, Dúbravská 9, Bratislava

Štúdium je zamerané iba na predalpínsku metamorfózu. Prítomnosť alpínskej metamorfózy vyššieho stupňa sa doteraz nepodarilo potvrdiť. Za alpínsky prejav metamorfózy možno pokladať len vznik tektonitov v tesnej blízkosti porúch, ktoré sa K/Ar metódami datovali ako vrchnomezozoické.

Datovať predvariské metamorfózne procesy v Nízkych Tatrách možno iba na základe starších údajov (výber pozri v tab.). Najmä vďaka Kantorovým prácam a neskôr kolektívom okolo Cambela bola geochronologická preskúmanosť ľumbierskej časti Nízkych Tatier v istom čase na vynikajúcej úrovni, ale v ostatných 10 rokoch možno pozorovať stagnáciu. Posledným medzníkom v tejto etape bola práca Kráfa et al. (1990), ktorá sumarizuje výsledky predchádzajúcich výskumov. Najvýznamnejším výsledkom spomenutých prác je vyvrátenie náhľadu o prítomnosti prekambria v nízkotatranskom kryštaliniku a potvrdenie variského veku metamorfózy aj granitoidného magmatizmu. Najstaršia datovateľná metamorfózná udalosť sa odohrála okolo charakteristického veku 400 mil. r. Intrúzia granitoidov spolu s metamorfnou udalosťou prebehla pred cca 360 mil. r. Stále však chýba exaktnejšie datovanie udalostí v rámci orogénu. Metamorfity podľa stupňa metamorfózy možno rozdeliť na niekoľko skupín:

Metóda	Hornina	Minerál	Vek Ma	Autor
U/Pb	migmatit	Zr	388	Bojko et al., 1974
Rb/Sr - -granitoidy	ľumbiersky- -prašivský	WR (0,7078)	368 ± 22	Bagdasarjan et al., 1985
	typ Králíčka	WR (0,7157)	365 ± 17	
FT	granit	Ap	37 - 52	Kráf, 1977

Eklogitová fácia. Za klasickejšiu lokalitu výskytu reliktovej eklogitovej fácie možno pokladať práve oblasť Nízkych Tatier (Jasenica-Kyslejš), pretože tu boli v štôľňach najlepšie obnažené. Tieto horniny majú asociáciu Grt+CPx+Am+Pl+Qtz+Rt/Ilm. Detailné štúdium potvrdilo, že dosiahli dostatočné pT podmienky na tavenie amfibolitov v poli stability granátu. Janák et al. (1995) navrhli model tavenia amfibolitov za segregácie tonalitovo-trondhjemitových tavenín, pričom ako zvyšok zostával eklogit (CPx+Grt).

Amfibolitová fácia. Horniny amfibolitovej fácie sú spolu s granitoidmi nad všetkými ostatnými typmi hornín nízkotatranského kryštalinika v absolútnej prevahe. Zaujímavý je vývoj názorov ani nie tak na stupeň metamorfózy ako na

Fácia	Predpokl. vek (mil. r.)	p (kbar)	T (°C)	Príklady
eklogitová	400 ?	12 - 14	700 - 750	relikty Grt-CPx hornín Jasenica
amfibolitová	pod/na hranici anatie	400 - 360	5 - 6 ?	550 - 690
	prekročená hranica anatie	360	4 - 5 ?	700 - 800 ?
Zelené bridlice - - progresívne			2 - 4 ?	300 - 350
Zelené bridlice - - regresívne	variský/ /alpínsky			300 - 350

protolit týchto hornín. Od roku 1931 sa oftalmity a stromatity pokladali za ortoruly, od roku 1936, a hlavne po roku 1951 za parametamorphy, v 70. rokoch bola nomenklatúra nahradená migmatitovou a v ostatnom období je opäť zrejme tendencia považovať aspoň väčšinu z nich za mylonity granitoidov. Hlavná masa stromatitov a oftalmitov je na termobarometriu absolútne nevhodná. Opierať sa možno len o zriedkavejšie vložky hornín špecifického zloženia.

Pomerne široký rozptyl teploty od 550 do 690 °C pri očakávanom tlaku 4 - 6 kbar poskytuje predovšetkým Grt-Bi termometria. Najvyššiu teplotu (až 800 °C) dosiahli horniny z prikontaktné (nebulitovej) zóny, kde sú evidentné prejavy anatexie. Doteraz nie je zjavné, či ide o zonálnu prikontaktnú hlbinnú metamorfózu, alebo o diskontinuálny styk dvoch

metamorfnych jednotiek. Podobnú myšlienku už roku 1982 načrtnol Bezák s Klincom.

Fácie nízkej metamorfózy. Okrem chronického problému nízkotatranského kryštalinika, tzv. svorov Kliniska, sem možno zaradiť aj tzv. slabometamorfované horniny, ktorými sa zaoberal najmä Molák a Korikovskij. Posledné horniny majú charakteristickú asociáciu Qtz+Ms(Phn)±Ab±Sdr±Ank±org a teplotu tejto paragenézy možno označiť ako epizonálnu, teda 300 - 350 °C.

Najťažšie je odlíšiť tieto horniny od mylonitov kryštalinika, pretože vystupujú v rovnakej pozícii a majú prakticky totožnú minerálnu asociáciu. Podľa najnovších petrografických výskumov treba zmapované výskytu týchto hornín v oblasti Baby (Bystrá dolina) a P. Bukovca (Matúšová) reinterpretovať ako mylonity kryštalinika.

Geochronologické údaje z kryštalinika Nízkych Tatier

BOHUSLAV CAMBEL¹ a JÁN KRÁL²

¹Hummelova 7, Bratislava

²Geologická služba SR, Mlynská dolina I, 817 04 Bratislava

Prvé geochronologické údaje z minerálov granitoidných hornín Nízkych Tatier publikoval J. Kantor (1959). K-Ar údaje zo štúdy mali značný rozptyl, ale ich vek v podstate kolíše okolo 300 Ma.

Rb/Sr datovanie hornín Ľumbierskeho plutónu rozdielných petrografických typov (granitoidy Ľumbierskeho a prašivského typu) publikoval Bagdasarian et al. (1985). Sklon regresnej priamky cez analyzované body je ekvivalentný veku 368 ± 21 Ma s iniciálnym pomerom $87\text{Sr}/86\text{Sr} = 0,7078 \pm 0,0004$. Podľa citovanej práce je granit typu Kráľčeka vekovo synchronný s granitoidmi Ľumbierskeho plutónu (365 ± 17 Ma), ale s odlišným iniciálnym pomerom Sr ($0,7157 \pm 6$), ktorý evidentne indikuje rozdielny geochemický zdroj magmy.

Všetky spomenuté údaje o veku treba brať s rezervou, lebo pre geochemické komplikácie Rb/Sr metóda v granitoidných horninách Západných Karpát zlyháva (Král, 1992).

V poslednom čase sa publikovali Ar/Ar údaje zo štúdy a z amfibolov metamorfnych amfibolitov (Dallmayer et al., 1993; Maluski et al., 1993). Kým údaje z amfibolitov nenesú nijakú geochronologickú informáciu (výrazne distorbované spektrá), publikované údaje z muskovitov majú pevný bod, a to vek chladnutia nízkotatranského kryštalinika okolo

350 °C. Z publikovaných, ako aj z našich nepublikovaných údajov je zjavné, že kryštalinikum na túto teplotu schladlo pred cca 240 Ma. Údaje získané Ar/Ar metódou z muskovitu pritom pochádzajú z vysoko metamorfovaných aj nízkometamorfovaných hornín kryštalinika Nízkych Tatier.

Z porovnaní s výsledkami z iných jadrových pohorí vychodí, že vek intrúzie granitoidných hornín Ľumbierskeho plutónu možno odhadnúť na 350 - 360 Ma.

Literatúra

- Bagdasarian, G. P. et al., 1985: Rb-Sr izochronnoje datirovanije granitoidov Ľumbierskej zony Nizkych Tatr (Zapadnyje Karpaty). *Geol. Zbor.*, 36, 5, 637—645.
- Dallmayer, R. D. et al., 1993: 40Ar/39Ar mineral age controls for the pre-Alpine and Alpine tectonic evolution of nappe complex in the Western Carpathians. In: P. Pitoňák & J. Spišák (Eds.): *Pre-Alpine Events in the Western Carpathians Realm. Excursion guide*, 13—20.
- Kantor, J., 1959: Príspevok ku geochronológii nízkotatranských granitoidov. *Geol. Práce, Zoš.*, 55, 159—169.
- Král, J., 1992: Vývoj izotopov stroncia v kryštaliniku tatrika a veporika. *Mineralia Slov.*, 24, 197—208.
- Maluski et al., 1993: 40Ar/39Ar dating of the Inner Carpathians Variscan basement and Alpine mylonitic overprinting. *Tectonophysics*, 223, 313—337.

Otázky možného využitia nerastného bohatstva Nízkych Tatier

IVAN ČILLÍK

Bzenec, Česká republika

Rudy v Nízkych Tatrách - a okrem výnimiek aj na celom území Slovenska - sú mnohoprvkové a okrem čiernych a farebných kovov majú technologicky a ekonomicky významný podiel drahých a vzácnych prvkov (Au, Ag, Te, Se, Ga, In, Bi, Cd, V, Y, Yb ai), z ktorých sa pri doterajšej ťažbe získava len nepatrná časť. Ekologicky škodlivé zložky (napr. pyrit, arzenopyrit ai.) sa pri úprave rudy potláčali, prechádzali väčšinou do odpadu a tento jemne rozomletý materiál sa ukladal prevažne v údoliach potokov a riek.

Pri pyrometalurgickom spracúvaní rudných koncentrátov prvky, ako je napr. S, As, Bi, Zn, Hg ai., unikali do ovzdušia. Drahé kovy a vzácne prvky sú v sulfidoch farebných kovov ako heterogénne alebo diadočné inklúzie.

V Nízkych Tatrách je významnými Sb-Au-Ag ložiskom Liptovská Dúbrava, Cu-Sb-As-Ag Špania Dolina, nedoriešený je spôsob využitia a hospodárnosť W-Au ložiska Jasenie-Kyslá a perspektívny môže byť aj pyrit Ni-Co-Cu ložiska z Helfy (z Čierneho Baloga navyše W, Au, Mo).

Z ekonomického pohľadu môže byť významné aj množstvo sprievodných zložiek.

Na odkalisku v Liptovskej Dúbrave je okrem iných prvkov okolo 7500 t S, 500 t Ag a 0,4 t Au, v starých odvaloch v priestore ložiska Špania Dolina je okrem 5969 t Cu 1651 t Sb, 19,5 t Ag, viac ako 0,2 t Au, 37,5 t Co a 36,2 t Bi. Ale obsah S a As sa nesledoval a Au iba ojedinele (Staré honyšachta Haliar). Na odkalisku v Španej Doline je ešte 1250 t Cu, 1000 t As, 3000 t S (pyrit sa pri kolektívnej flotácii potláčal), 1250 t Sb, 4 t Ag a viac ako 0,02 t Au. Staré odvaly aj odkaliská sú dopravné dobre prístupné a už sa ťažili. Odkaliská z úpravy Sb rúd sú ešte v Medzibrodě a v Hornej Lehote.

Pri tvorbe koncepcie využívania nerastných surovín treba vziať do úvahy fakt, že ďalší rozvoj materiálovej základne svetového priemyslu vychádza zo zámeny tradičných čiernych a farebných kovov materiálmi, ktoré širšie využívajú vzácne a tzv. stopové prvky.

Oceňovanie prínosu drahých, vzácnych a stopových prvkov pri spracúvaní rúd v Nízkych Tatrách ako časti surovínovej základne Slovenska sa opiera o vyčíslenie relatívnych cenových vzťahov - o výpočet potenciálnej a užitočnej hodnoty. Napr. na ložisku Špania Dolina by využitie sprievodných prvkov zvýšilo hodnotu tetraedritovo-chalkopyritového typu rúd o 100 % a v ložisku Liptovská Dúbrava je hodnota Au v pyritovom koncentráte vyššia ako v antimonitovom a pyrit sa pri kolektívnej flotácii odstraňoval na odkalisko.

Pri zásadnej zmene materiálovej základne moderného svetového priemyslu spotreba mnohých farebných kovov výrazne klesá a nie je vylúčené, že sa nebudú využívať vôbec. Pritom intenzita ťažby rúd na Slovensku roku 1989 bola taká nízka, že zásoba viacerých kovov by pri vylúčení zásadného poklesu stačila na desiatky až stovky rokov.

Využívanie mnohozložkových a mnohoprvkových rúd musí byť späté s ich obohacovaním selektívnymi metódami (napr. flotáciou), v rade prípadov v kombinácii s chemickými, biologickými a fyzikálnymi spôsobmi ich získavania. Pritom by sa všetky zložky rudy principiálne mali pokladať za užitočnateľné (vrátane S a As).

Základným a finalizujúcim článkom výroby priemyslovo využiteľných materiálov je metalurgia. Nateraz je aj na spracovanie domácich surovín vhodná iba huta v Krompachoch, ale jej technológia vonkoncom nespĺňa požiadavku na komplexné zužitkovanie koncentrátov (produktom je elektrolytická Cu, Mn) a úroveň jej nízkej technológie prehrádza vývoz anódových kalov elektrolyzy (obsahujú Au, Ag, Cu, Sn, Co, Ni, Se, Te, Bi, Pb atď.) do Belgicka. Vstup (kapitálový) zahraničných záujemcov do využívania našej domácej surovínovej základne by bolo treba podmieniť dodaním modernej technológie obohacovania a komplexného metalurgického využitia pri dodržaní prísnych ekologických kritérií. Požiadavka finalizácie celého procesu na Slovensku je samozrejmalá. V prvej etape treba likvidovať staré rudné odvaly a odkaliská.

Nové výsledky drobnostruktúrnej analýzy z Sb ložiska Dúbrava

TIBOR SASVÁRI

katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU, Park Komenského 15, 043 84 Košice

Antimonitové ložisko v Dúbrave je v centrálnej zóne dumberskeho kryštalinika, ktorý je budovaný komplexom granitoidov obsahujúcich xenolitické útvary kryštalickej bridlice. Antimonitové žily s vyšším obsahom Au a Ag tvoria žilné pásmo smeru SSJ-JJV v dĺžke 5 a v šírke 1 - 1,5 km.

Vnútná stavba pruhov metamorfítov sa rozkladá na čiastkové šošovkovité útvary vzájomne stmelené granitickým materiálom. Priemerný smer sklonu plôch metamorfnej kryštalizácie stromatitických migmatitov v oblasti štôlny Martin je $S_0 = 292/54^\circ$. Šošovkovité a budinované útvary xenolitov predstavujú štruktúry vytvorené vplyvom gradientu deformácie hercýnskych strižných zón konformné s plochami metamorfnej kryštalizácie S_0 . Stromatitické migmatity obsahujú uzavreté až izoklinálne vrásky F_0 duktilného toku foliačných plôch metamorfnej kryštalizácie S_0 (Sasvári et al., 1996). Izoklinálne vrásové štruktúry sú často zvýraznené imbibičnými živcami, ktoré vznikli pri granitizácii mladšej granitovej intrúzie.

V granitoidoch sú vyvinuté granitové aplity s nižším obsahom Ni, B, Sr a prvkov vzácnych zemín ako v granite. Tvoria nepravidelné telesá aplitoidného muskovitického granitu leukokratného charakteru vyvinuté najmä v smeru SZZ-JJV, ako aj S-J. Ukazuje to na hercýnske tektonické procesy kompresného charakteru, keď nastalo čiastočné nasúvanie vysokometamorfovaných hornín na nízkometamorfované (Bezák, 1993), a na nasledujúcu extenziu s intrúziami neskoroorogénneho, prevažne leukokratného granitu. Predpokladáme, že založenie ľubetského prešmyku siaha až do hercýnskeho orogénu.

V telesách granitu rudného poľa sa vyskytujú pomerne homogénne málo diferencované pegmatity. Pegmatity s ob-

sahom sludy a v rovnakom pomere zastúpených K živcov a plagioklasov sa vyskytujú vo forme nepravidelných žíl a šošovkovitých telies.

Založenie tektonických štruktúr hydrotermálnych žíl dúbavského rudného poľa ukazuje na mladohercýnsky vek. Mnohé štruktúry smeru SSZ-JJV sa neprejavujú v obalovom mezozoiku. Hovorí to v prospech niekoľkonásobného otvárania sa tektonických štruktúr v hercýnskom aj alpínskom orogéne. Tieto štruktúry modifikovalo striedavé kompresno-extenzné pole napätia. Dokumentujú to jednotlivé periody hydrotermálneho zrudnenia týchto štruktúr.

Dominantou rudného poľa (Michálek, 1985) sú štruktúry tzv. *hlavných žíl*. Tvoria 20 m široké pásmo strižnej zóny. Žily sú často kulisovite usporiadané. Dĺžka hlavných žíl 1,5 až 3,5 km a ich azimut je smeru SSZ-JJV so sklonom 60° na SSV. Žilný systém s najvyššou akumuláciou Sb rúd sa označuje ako 1. *diagonálny systém*. Má smer SSV-JJZ a sklon 30° na SVV. Je to najproduktívnejšia štruktúra Sb rúd, ktorá viaže 72 % zásoby žilného typu. 2. *diagonálny* strižný systém má azimut smeru JZZ-SVV a sklon 20° na JVV. Zastupuje tzv. *hluché pásmo Sb zrudnenia*.

Na ložisku Dúbrava sú kremenno-sulfidické žily prevládajúcou formou výskytu rúd. Vznikali vyplňaním tektonických štruktúr. Zriedkavejšie sú impregnačné a žilníkové rudy, a to hlavne v príslušných, tektonicky porušených zónach. Na základe štúdia textúry a štruktúry rudy možno na tomto ložisku vyčleniť etapy mineralizácie (Chovan, 1990).

Po konsolidácii intrúzie leukokratného granitu vznikla staršia, *prvá scheelitová etapa* kremenno-pyritovej mineralizácie. Žily majú smer SZZ-JJV a sklon $40 - 50^\circ$ na JZZ,

niekoľko 10 m smernú dĺžku a hrúbku do 10 cm. Ak sú kremenné žily v migmatite, býva v nich scheelit. Kremenné žily často ukazujú na rastúcu deformáciu posunu. Štádium semiduktilnej deformácie reprezentuje šošovkovitá modifikácia žily a štádium krehkého porušenia Riedlové strihy R.

Minerálne paragenézy 2. etapy mineralizácie majú pulzážny charakter vzniku, ktorý súvisí s niekoľkonásobným obnovovaním sa tektonických pohybov. V intratektonickom období vznikalo zrudnenie v pyritovo-arzenopyritovej, antimonitovo-zinckenitovej, tetraedritovej a barytovej perióde.

Pyritovo-arzenopyritová perióda sa vyvinula na okraji žilných štruktúr alebo v modifikovaných tektonických brekciách, ktoré sú často vytiahnuté do asymetrických šošoviek a stmelené minerálmi 2. a 3. mineralizačnej periódy. Ukazuje to v prospech viac ráz tektonicky rejuvenizovaných hlavných štruktúr. Tektonická brekcia žilnej štruktúry je na mnohých miestach modifikovaná do tvaru asymetrických šošoviek, v ktorých sa vyvinuli mladšie extenzné štruktúry vyplnené mineralizáciou 2. periódy, zastúpenej najmä kremeňom II a antimonitom.

Antimonitová perióda obsahuje kremeň, Fe dolomit, pyrit, zinckenit, Pb-Sb sulfosoli, galenit, antimón, senarmonit, chalkopyrit a chalkostibit. Mineralizácia obsadila tektonicky rejuvenizované žilné štruktúry 1. mineralizačnej periódy. Kremeň 1. mineralizačnej periódy sa modifikoval na asymetrické strižné šošovky s priečnymi extenznými štruktúrami, ktoré mineralizoval jemný dlaždičkovitý antimonit alebo samostatné monokryštály antimonitu. Kompresná zložka asymetrickej strižnej šošovky potom vytvorila jemné priečne zvlnenie dlaždičiek antimonitu, prípadne modifikované, rekryštalizované zrná antimonitu.

Tetraedritová perióda zastupuje kremenno-Fe dolomitovo-barytovo-tetraedritovo-chalkopyritová mineralizácia. Najčastejšie je vyvinutá v tej istej žilnej štruktúre ako 1. a 2. mineralizačná perióda. Tektonogramy dokumentujú preferenčné obsadenie 1. diagonálneho žilného systému.

Barytovú periódu zastupuje kremenno-Fe dolomitovo-sideiritovo-barytovo-kalcitovo-pyritovo-hematitová mineralizácia. Najvýznamnejšie sú tektonické štruktúry mineralizované barytom a Fe dolomitom. Žilné štruktúry hlavnej a 1. diagonálnej žily boli opätovne otvárané a tektonicky modifikované. Tektonické brekcie hornín a úlomky minerálnych asociácií starších mineralizačných období miestami smerujú barytová mineralizácia, ktorá obsadzuje aj strmšie štruktúry vyvinuté na poklesových strižných zónach, miestami ohraňované mohutnými tektonickými platňami.

Porudné, prevažne rejuvenizované *zlomové štruktúry* sú často vyplnené ílovými minerálmi. Podľa paleonapätovej ana-

lýzy (Schmidt, 1996) sa usudzuje, že sa porudné zlomové štruktúry vyvinuli v troch tektonických fázach.

1. *tektonickú fázu* charakterizuje kompresia smeru SV-JZ a extenzia smeru SZ-JV. Aktivizovali sa najmä zlomy v zóne ľubelskej štruktúry (označovanej ako ľubelský prešmyk) a subparalelné zlomy. Generálne vznikali sinistrálne posuny smeru V-Z. Ľubelská štruktúra predstavuje alpínsky obnovený hercýnsku prešmykovú zónu fixovanú aplitickým granitom. V súčasnosti je to porucha široká 3 - 6, miestami 10 - 20 m smeru V-Z so sklonom 25 - 35° na J. Poruchu vyplňa mylonit, svetlosivý a tmavosivý ultramylonit z okolitých granitoidov a sporadicky zo žilnej rudnej a nerudnej výplne. Porucha obsahuje množstvo ílovej výplne vo forme illitu a kaolinitu.

V ílovej výplni možno pozorovať lineárne štruktúry, ktoré ukazujú zmysel transportu horninových blokov. Sú to lineácie ryhovania, b osi prízlomových vrásových štruktúr, osi predĺženia budín alebo šošoviek mylonitov. Ľubelská štruktúra má prevažne smer V-Z. Všetky lineárne štruktúry ukazujú len subhorizontálny posun.

2. *tektonickú fázu* charakterizuje kompresia smeru SZ-JV a extenzia smeru V-Z. Dominantnými zlomami sú poklesové systémy smeru SSV-JJZ a SSV-JJZ 0,5 - 1 m radu so stredným až strmým sklonom. Vyvinuté sú na viacerých antimonitových žilách. Antimonitové žily sú tektonicky dezintegrovane, pričom okraje žilného vedenia nahrádza tektonická štruktúra vyplnená prevažne mineralizáciou ílových minerálov.

3. *tektonickú fázu* charakterizuje kompresia smeru SZ-JV a extenzia smeru SV-JZ. Vyvíjali sa dextrálne posuny smeru SZ-JV a k nim pridružené sinistrálne strmé posuny smeru SSZ-JJV. Pre zlomy je charakteristická spoločná brekciová a ílová výplň zlomovej špáry, široká od cm až po desiatky cm. Na okraji porúch sa vyskytujú tenké žilky karbonátovej mineralizácie.

Literatúra

- Bezák, V., 1993: Hercýnska a alpínska tectogenéza západnej časti Slovenského rudohoria: základné štádiá vývoja. In: *Geodynamický model a hlbinná stavba Západných Karpát*. Zbor. GÚDŠ, Bratislava, 243—247.
- Chovan, M., 1990: Mineralogical-paragenetical relations on the Dúbrava Sb deposit and their significance for metallogenesis of the Nízke Tatry Mts. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.* 15, 89—101.
- Michálek, J., 1985: Hlavné faktory lokalizácie Sb-zrudnenia na ložisku Dúbrava v Nízkych Tatrách. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript - archív F BERG TU Košice*, 168.
- Sasvári, T. & Schmidt, R., 1996: Štruktúro-tektonická analýza mineralizovaných štruktúr a paleonapätová analýza zlomových štruktúr na antimonitovom ložisku Dúbrava v Nízkych Tatrách. Stóln Martin, Rakytová a Erik. *Manuskript - archív F BERG TU Košice*, 31.

Hydrotermálna alterácia hornín Sb-Au ložiska Dúbrava

MONIKA ORVOŠOVÁ¹, JURAJ MAJZLAN² a MARTIN CHOVAN²

¹Slovenské speleologické múzeum, Liptovský Mikuláš

²katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

Pri detailnom štúdiu hornín s Sb-Au zrudnením ložiska Dúbrava v Nízkych Tatrách sa v bezprostrednom okolí žil mocných niekoľko cm až dm vyčlenila zóna 1. chloritizácie, 2. muskovitizácie a 3. illitizácie a karbonatizácie.

V zóne chloritizácie je hlavným produktom chlorit, ktorý vzniká výlučne na úkor biotitu. Živce výraznejšia illitizácia nepostihuje. V zóne muskovitizácie je chlorit nahradený muskovitom, ale obsah illitu zatláčajúceho živce sa ešte výraznejšie

nemení. Najsilnejšie premenené horniny sa zistili v zóne illitizácie a karbonatizácie, v ktorých illit tvorí takmer 33 obj. % hornín. Z pôvodných magmatických minerálov sa zachoval už iba silne deformovaný a rekryštalizovaný kremeň.

Zo štúdia chemického zloženia alterovaných hornín vyplnilo, že pri alterácii bol relatívne imobilný SiO₂ a Al₂O₃, kým fluidá do hornín prinášali S, Sb, K₂O a vynášali z nich Na₂O a CaO. Tieto zmeny sa dajú uspokojivo vysvetliť najmä

reakciou plagioklasov a nasledujúcej illitizácie hornín. Obsah S a Sb rastie najmä v priľahlých zónach.

Chloritovým termometrom sa zistilo, že študovaný chlorit vznikol z biotitu pri teplote 320 ± 38 °C a zaznamenala sa reekvilibrácia chloritu počas mladších hydrotermálnych udalostí, čo sa prejavilo nízkou teplotou v niektorých vzorkách.

Fylosilikáty v zóne muskovitizácie a illitizácie ukazujú na pokles teploty smerom k žilným telesám, čo spôsobilo

prekrývanie sa alteračných asociácií starších a mladších fluid. Podľa výsledkov merania Küblerovho indexu a porovnaní s experimentálnymi údajmi muskovit a illit vznikali pri teplote 100 - 200 °C a o najnižšej teplote svedčí prítomnosť smektitu v študovaných vzorkách.

Načrtnutá postupnosť alterácie súhlasí s vývojom hydrotermálnych rudonosných fluid, ako ich z ložiska Dúbrava zdokumentoval Chovan et al. (1995).

Dúbrava - vplyv odkalísk a banskej činnosti na životné prostredie

MILAN ARVENSIS

A.C.C., Gaštanová 8, 974 00 Banská Bystrica

Úvod

Cieľom geologických prác bolo zistiť stupeň a rozsah kontaminácie okolia závodu Dúbrava a jeho odkalísk, vplyv ložiska, závodu a odkalísk na okolité životné prostredie a overiť možnosti likvidácie odkalísk ich ďalším zužitkovaním. Pri štúdiu sme sa venovali predovšetkým obsahu Sb. Sledoval sa aj obsah As, aj keď jeho hodnoty sú zanedbateľné.

Odkaliská a súčasná legislatíva

Súčasná legislatíva je vo vzťahu k odkaliskám v etape vyjasňovania si vzťahov.

V zmysle zákona č. 44/1988 Zb. o ochrane a využití nerastného bohatstva v znení zákona č. 498/1991 Zb. sa odkaliská (ako aj opustené odvaly, výsypky), ktoré vznikli banskou činnosťou, charakterizujú ako ložiská nerastov.

Odkaliská zaradené do zoznamu kategorizovaných vodohospodárskych diel sa dlhodobo monitorujú z hľadiska bezpečnosti a stability hrádze a objektov ako vodné diela podľa vodného zákona č. 138/1973 Zb. v znení neskorších predpisov od ich zaradenia do zoznamu vodohospodárskych diel podľa vyhlášky MLVH SR č. 169/75 sa na nich v príslušnom rozsahu podľa kategórie vykonáva technicko-bezpečnostný dohľad.

Podľa zákona FZ č. 238/1991 Zb. § 1, odst. f, sa do pôsobnosti tohto zákona zaraďujú aj odkaliská. Pre ne platí ďalej aj zákon SNR č. 494/91 Zb. o štátnej správe v odpadovom hospodárstve, vyhláška SKŽP č. 76/91 Zb. o programoch odpadového hospodárstva, ako aj opatrenie FVŽP, ktorým sa vyhlasuje kategorizácia a katalóg odpadov, ďalej nariadenie vlády SR č. 605/1992 Zb. o vedení evidencie odpadov a nariadenie vlády č. 606/1992 Zb. o nakladaní s odpadmi.

Banská voda ložiska

V neroz fáranej časti ložiska je obeh podzemnej (banskej) vody pomerne rýchly a plytký, s krátkym kontaktom vody s horninovým prostredím, resp. so zruďnením. Režim podzemnej (banskej) vody ovplyvňujú predovšetkým atmosférické zrážky, členitosť terénu a priepustnosť prostredia.

V rozfáraných častiach ložiska na režim podzemnej vody vplýva aj miera rozfáranosti (otvorenosti) prostredia, čím sa zvyšuje aktívna plocha na prechod komponentov prostredia (zruďnenia) do vody.

Výsledkom spomenutých procesov je banská voda istej kvality.

Výtok banskej vody ložiska je cca 40 l.s⁻¹. Obsah kovov v nej sme sledovali vo vzorkách z ústia štólne Flotačná, Martin, Rakytová a z hlavného dopravného prekopu.

Obsah Sb vo vode vytekajúcej zo štólne Martin v rokoch 1984-1986 kolísal (0,5 - 4,5 mg.l⁻¹) a od roku 1989 je vyrovnaný (cca 1 mg.l⁻¹). Obsah Sb v štólne Flotačná bol v rokoch 1984-1987 vyrovnaný (okolo 1 mg.l⁻¹) a roku 1993 stúpol až na 2 mg.l⁻¹. Obsah Sb vo vode zo štólne Rakytová má klesajúci trend (v roku 1993 z cca 2 mg.l⁻¹ na 0,5 mg.l⁻¹). Koncentrácia Sb v hlavnom dopravnom prekope v roku 1993 mierne klesala (z 2,74 na 2,1 mg.l⁻¹).

Jediným z recipientov je povrchový tok Križianky s minimálnym prietokom 56,52 l.s⁻¹. Výsledná koncentrácia Sb vo vode by po zmiešaní s banskou vodou mala byť 0,05 mg.l⁻¹. Obsah Sb vo vode Križianky nad areálom závodu je 0,04 mg.l⁻¹, ale pod ním 0,37 mg.l⁻¹ (rok merania 1992, 1993).

Je zrejmé, že taký vysoký obsah Sb v povrchovej vode nemohla spôsobiť iba banská voda.

Po skončení banskej a ťpravárskej aktivity sa kvantita a kvalita banskej vody (nižšia koncentrácia kovov) bude stabilizovať.

Odkaliská

Pred rekultiváciou boli odkaliská bez vegetácie a mali výrazne redukovaný výpar a povrchový odtok. Priesak meteorickej vody (pH 4,3 až 4,5) je takmer 70 000 m³ za rok. Ak by sa celý priesak s vylúhovanými prvkami (najhorší prípad) odviezol vodou Križianky, zriadil by sa 1550- až 1800-krát. Obsah Sb vo výluhu sa pohybuje od 1,0 do 32,0 mg.l⁻¹. Prevládajúcou formou Sb vo výluhu z odkalísk je H₂SbO₂.

Podľa normy pre pitnú vodu v krajinách EÚ (Sb = 0,01 ppm) by sa mal výluh z odkaliska zriediť minimálne 100- až 3000-krát. Podľa výsledkov modelovania prechodu zostatkového Sb z odkalísk do roztoku predpokladáme, že po 700 až 900 rokoch bude obsah Sb vo výluhu z odkaliska 2 - 3 mg.l⁻¹.

Riečne sedimenty

Obsah Sb v riečnych sedimentoch kolíše v závislosti od miesta odberu vzorky. V závere doliny Križianka (vysoko nad areálom závodu) je 400 g.t⁻¹ a menej, čo možno považovať za ložiskový fónový obsah. V priestore závodu a odkalísk stúpa na 600 až 990 g.t⁻¹, ďalej po toku klesá na 580 až 320 g.t⁻¹ a na výústení doliny opäť stúpa na 1000 g.t⁻¹ a viac. V susednej doline Mošnica, odkiaľ nie sú prejavy Sb mineralizácie známe, je obsah Sb v riečnych sedimentoch od 3,5 do 30 g.t⁻¹.

Pôda

Celkový fónový obsah Sb v pôde SR je 0,7 g.t⁻¹ s päťm geochemického pozadia 0,1 až 1,7 g.t⁻¹. Všetky odo-

brané pôdne vzorky majú vyšší ako fónový obsah Sb a závislý od miesta odberu a od pôdneho substrátu. V závere doliny je obsah Sb 25 g.t⁻¹, vo vzorkách z karbonátov križňanského príkrovu 8 až 32 g.t⁻¹. Prekvapujúco maximálny sa zistil vo vzorkách pôdy z priestoru vyúsťovania vyplavového kužela Križianky do Liptovskej kotliny (cca 650 g.t⁻¹).

Technologická charakteristika

Celkový objem odkalísk je 1,220 000 t. Flotačný odpad na odkaliskách možno charakterizovať ako jemný psamitický až aleuritický piesok takéhoto zloženia: kremeň 47 - 48 %, plagioklas 15 - 18 %, slúda 18 - 19 %, K živce 7 - 8 %, ankerit 4 - 5 %, chlorit 2 - 3 %, pyrit 0,5 %, arzenopyrit, antimonit, zinckenit 0,1 %. Podľa minerálneho zloženia ide o granodioritový piesok, resp. muskoviticko-biotitický granodioritový piesok.

Hmotnostný výnos ťažkého produktu na splave sa pohyboval od 0,12 do 0,86 % s obsahom Au od 8,0 do 9,68 g.t⁻¹ pri výťažnosti Au do koncentráty 24,5 %.

Vo vzorkách z odkaliska 1 sa lokálne skoncentrovalo veľa Au do ťažkej frakcie, napr. z podania 0,247 g.t⁻¹ Au až na 15,6 g.t⁻¹, ale s malým hmotnostným výnosom a vo vzorkách z odkaliska 2 lokálne až 18,0 g.t⁻¹ Au pri podaní 0,21 g.t⁻¹, ale pri hmotnostnom výnose iba 0,115 %.

Obsah Au v ľahkej frakcii bol od 0,1 do 0,4 g.t⁻¹.

Mineralogickým rozborom ťažkých produktov úpravy sa zistilo nasledujúce zastúpenie sulfidických minerálov (v hmot. %): pyrit 4,2 - 53,0 %, arzenopyrit 1,0 - 13,7 %, antimonit 0,3 - 3,5 %, zinckenit 0,1 - 0,5 %. Z ostatných minerálov podstatnú časť ťažkého podielu tvorí ankerit a siderit.

Väzba Au sa sledovala pomocou korelačných vzťahov medzi obsahom Au a sulfidmi v ťažkých produktoch gravitačnej úpravy. Prepočtom sa stanovili tieto korelačné koeficienty:

Z výsledkov vychádza, že najlepšiu koreláciu má Au s arzenopyritom a pyritom a Ag najmä so zinckenitom (jamesonitom?).

V ťažkom produkte zo splavu sa zistil aj zaujímavý obsah Ce (0,1 - 0,46 %) a La (0,1 - 0,26 %), pravdepodobne viažuci

sa na monazit. Podľa prepočtu z chemického zloženia ťažkého produktu sa obsah monazitu pohybuje od 0,2 do 1,2 %.

Skúmala sa aj možnosť využiť odkaliská na výrobu živcového substrátu, ale pri súčasnej technológii je to pre vysoký obsah Fe₂O₃ a TiO₂ (STN 72 1370) problematické.

Materiál z odkalísk by sa dal využiť ako hutné kamenivo na stavebné účely v zmysle STN 72 1512 (obsah SO₃ je cca 0,2 %, norma pripúšťa do 1,0 %). Ale problémom je obsah odplaviteľných častíc a humózných látok, ktorý je cca 30 %, no spomenutá norma povoľuje najviac 15 %.

Záver

Vplyv banskej a úpravárskej činnosti na životné prostredie v doline Križianka je zrejmy. Možno konštatovať, že sa v areáli ťažobného závodu a v úzkom páse pod ním (časť aluviálnej nivy Križianky) vytvorila lokálna geochemická anomália spôsobená antropogénnou činnosťou, ktorá sa prejavuje vyšším obsahom Sb v zložkách životného prostredia, predovšetkým v zdrojoch pitnej vody pod ložiskom. Pritom treba konštatovať, že zdrojom znečistenia nie je prísak z odkalísk alebo banská voda, ale v prvom rade prístup človeka a spoločnosti k životnému prostrediu pri prevádzke závodu (chýbajúca čistička odpadovej vody, splachovanie a umývanie hál úpravne a skladu Sb koncentráty vodou do povrchového toku, havária nákladných áut v doline pri preprave Sb koncentráty at.).

Dúbravský skupinový vodovod zásobuje pitnou vodou 13 obcí (okolo 12 000 obyvateľov) s priemerným odberným množstvom cca 12,0 l.s⁻¹. Zdrojom vody sú dva pramenné záchyty v doline Križianka, a to záchyty 1 na prameni Močidlo a Škripeň a záchyty 2 na prameni Brdäre (mineralizácia vody prameňov je 160 - 300 mg.l⁻¹, čo zodpovedá rýchlemu a plytkému obehu podzemnej vody v dolomite).

V prameni Brdäre dosiahol obsah Sb 0,028 - 0,15 mg.l⁻¹ (max. VIII.93) a v prameni Močidlo 0,023 - 0,06 mg.l⁻¹. Kým v prameni Škripeň je obsah Sb iba stopový (až 0,003 mg.l⁻¹; prameň je zachytený nad aluviálnou nivou Križianky).

V Slovenskej republike nie je stanovený limit pre obsah Sb v pitnej vode (STN 75 7111). V prípade potreby sa posudzuje podľa limitného obsahu As (0,05 mg.l⁻¹).

V krajinách EÚ je limitný obsah Sb v pitnej vode 0,01 mg.l⁻¹ a podľa US-EPA 0,014 mg.l⁻¹. V Českej republike je to 0,015 mg.l⁻¹ a Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) navrhuje 0,005 mg.l⁻¹.

Literatúra

Arvensis, M., 1994: Záverečná správa z úlohy Dúbrava-odkaliská, životné prostredie, VP. *Geol. Prieskum, Spišská Nová Ves*.

Au - W ložisko Jasenie

MILAN BLÁHA a ALOIS VITÁSEK

ELGEO - Trading, Banská Bystrica

Ložisko Jasenie je súčasťou kryštalinika Nízkych Tatier. V časti, kde sa ložisko nachádza, vyčleňuje Bezák (1989) tri etáže, a to 1. najstaršiu - s páskovanou rulou až migmatitmi, 2. strednú - s nízkometamorfovanými horninami spodného paleozoika a 3. vrchnú - ktorú tvorí permský a mezozoický obal vystupujúci vo zvyškoch alebo zvrásnených pruhoch v migmatitoch a granitoch.

Na stavbe ložiska sa v prevažnej miere zúčastňujú oftalmické a stromatitické migmatity uzatvárajúce vložky biotitické a amfiboliticko-biotitické ruly, skarnoidov a budiny amfibolitu. Smerom na S na granitoidy dumbierskej časti Nízkych Tatier tieto horniny pozvoľne prechádzajú do nebulitického migmatitu a presekávajú ich žily aplitu a pegmatitu.

Zreteľná hranica ložiskového W-Au zrudnenia v sledovanej oblasti je doteraz známa iba na J. Tvorí ju výrazná tektonická línia prebiehajúca údolím potoka Šifrová. Nositeľom W-Au mineralizácie sú zväčša kremenné žily. Vývoj W a Au mineralizácie sa zaraďuje do jedného vekového obdobia, keď sa pod vplyvom tektonickej a litologickej predispozície vyvinulo niekoľko morfoštruktúrnych typov zrudnenia.

Ako najdôležitejší sa ukazuje žilný typ, ktorý možno charakterizovať ako doskovité telesá smeru S-J so sklonom 15-45° na V a s mocnosťou od niekoľkých dm až do 9 m. Žily sú v istých častiach ložiska sprevádzané sperenými žilami až žilníkom smeru V - Z. Ich južný koniec tvorí pozvoľný prechod do žilníka smeru SV - JZ. Žily sú strmo sklonené (60 - 90°) na SZ i JV. Ich mocnosť je väčšinou niekoľko cm, ojedinele do 1 m. V tesnej blízkosti štruktúry Šifrová sa zrudnenie skoncentrovalo do podoby rudných stĺpov s výrazne pretiahnutým doskovitým prierezom a so sklonom približne 30° na SV, a to súhlasne so žilami smeru S-J, s ktorými sa geneticky spájajú.

Mineralizácia ložiska Jasenie prebiehala v hercýnskej a alpínskej etape. V hercýnskej možno vyčleniť tri mineralizačné periódy a v alpínskej jednu.

Najstaršia, predrudná mineralizačná perióda bola spätá s formovaním sa žilného sprievodu granodioritu Ľumbierskeho typu. Jej vek sa určil na 330 ± 5 Ma.

Mineralizácia, ktorá bola predmetom vyhľadávania, sa zaraďovala do W periód. Rozlišujú sa v nej dve minerálne asociácie s podobnou minerálnou výplňou, ktorú predstavujú kremeno-scheelitové žily.

Staršia, scheelitová minerálna asociácia zaberá väčší priestor, ale má nižší obsah Au.

Au minerálna asociácia nasledovala po predchádzajúcej a vyznačuje sa vyšším obsahom chalkopyritu, tetraedritu, Au

a radom sprievodných minerálov Te, Bi a Au. Minimálny vek mineralizácie sa stanovil na 305 ± 4 Ma, teplota vzniku minerálov na 470 °C pri tlaku 200 MPa.

Voda rudonosných fluid mohla byť metamorfného pôvodu, ale nedá sa vylúčiť ani magmatický pôvod. Afinita W mineralizácie na granit je zrejme z makroskopických aj mikroskopických vzťahov kremeno-scheelitových žíl a pegmatitov, ako aj z faktu, že minerály pegmatitu obsahujú W.

Záver hercýnskej mineralizačnej etapy predstavovala sulfidická a karbonátová minerálna asociácia.

Alpínska mineralizácia nevytvorila v ložisku úžitkovú mineralizáciu. Vystupovanie minerálnej (karbonátovo-sulfidickej asociácie) má mobilizačný charakter. Vek mineralizácie je 78,4 - 81,9 Ma.

Podľa výsledkov získaných rozličnými metódami možno konštatovať a pri vyhľadávaní W-Au ložísk v prognózných oblastiach využiť nasledujúce závery:

1. W-Au mineralizácia sa vyvinula na predalpínskych štruktúrach.

2. W mineralizáciu indikuje obsah W v mineráloch pegmatitu.

3. Au mineralizáciu sprevádzajú Bi minerály, ktoré sa dajú dobre indikovať geochemickou prospekciou.

Prospekcia v poslednom období potvrdzuje zvýšený obsah Au v zóne nebulitických migmatitov v žilných derivátoch pegmatoidného charakteru. Najmä v sv. časti ložiskového územia smerom na Lomistú dolinu sa v sivom kremeň pegmatoidných žíl overilo Au až do obsahu 3,26 g/t. Možno predpokladať, že zóna nebulitických migmatitov je spájaná článkom medzi južnejšie overenými žilami s Au a W a severnejšími žilami na Magurke, z ktorých sa v minulosti ťažilo Au. Ale vylúčiť nemožno ani priamu spojitosť rudných žíl Jasenia a Magurky.

Hydrotermálna mineralizácia v Mlynnej doline

JURAJ MAJZLAN a MARTIN CHOVAN

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

Mlynná dolina leží vo východnej časti Nízkych Tatier na J od Ľumbiera (kóta 2043). Budujú ju prevažne metamorfované horniny Ľumbierskeho kryštalinika, a to rula a migmatity s drobnými telesami amfibolitov, ale zistila sa aj grafická rula a rula s kyanitom. V severnej časti vystupujú telesá granitu typu Kráľčeka a Ľumbierske granodiority až tonality. Mezozoické sedimentárne horniny sú zavrásnené alebo zaklesnuté do kryštalinika.

V Mlynnej doline sa vyskytuje pestrá paleta hydrotermálnych rudných mineralizácií na výskyte Valachovo, Hviezda, Brestová, Brezina, Uhlisko a Hviezda-juh. Podľa prevládajúcich sulfidov tu možno rozlíšiť 1. arzenopyritovo-pyritovú s Au, 2. antimonitovú s Au, 3. chalkopyritovo-tetraedritovú, 4. galenitovo-sfaleritovú a 5. magnetitovo-tetraedritovú asociáciu.

Rudné mineralizácie sa viažu na kremenné žily a v magnetitovo-tetraedritovej asociácii sa vo väčšom množstve objavuje aj siderit. Impregnačné zrudnenie, ktoré tvorí arzenopyrit a pyrit, je zriedkavejšie. V oblasti sú navyše aj výskyty sideritovo-barytovej mineralizácie s tetraedritom, ktoré sme bližšie neskúmali.

Arzenopyritovo-pyritová asociácia často obsahuje aj rutil, ktorý zatláča sulfidy. V antimonite sú žilky chalkopy-

ritu a zinckenitu sprevádzaného a zatláčaného berthieritom. Pre chalkopyritovo-tetraedritovú asociáciu je charakteristický výskyt samostatných fáz Bi, a to Bi jamesonitu, Bi berthieritu, horobetsuitu, kobellitu a Cu-Pb-Bi sulfosolí chemicky blízkych krupkaitu a gladitu. Zistil sa rozdiel v chemickom zložení tetraedritu z chalkopyritovo-tetraedritovej (Ag, Bi, As < 0,15 at. %, Fe > Zn) a magnetitovo-tetraedritovej (Ag, Bi ~ 0,5 at. %, As 3 at. %, Zn > Fe) asociácie. Spolu s galenitom a sfaleritom sa v hojnom množstve vyskytuje pyrit a iba ojedinele chalkopyrit. Všetky analyzované zrná Au majú bez ohľadu na to, v akej asociácii sa nachádzajú vysokú rýdzosť, a veľkosť prevažne pod 20 μ m.

Turmalínová mineralizácia vystupuje oddelene a jej pôvod ani charakter nie sú jasné. V okolných horninách, ako aj priamo v kremeň rudných žíl sa zistili hniezda a žilky grafitu, ktorý vystupuje spolu s chloritizovaným biotitom.

Rudné mineralizácie v Mlynnej doline zrejme nepredstavujú jeden celok, ale sú výsledkom pôsobenia rozličných fluid. Sú minerálne, priestorovo a pravdepodobne aj geneticky a časovo separované.

Rudné mineralizácie v okolí Vyšnej Boce

DANIEL OZDÍN¹ a MARTIN CHOVAN²

¹GSSR, Bratislava,

²Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Vyšná Boca patrila medzi hlavné banské centrá v Nízkych Tatrách už v stredoveku. Počiatky baníctva v tejto oblasti siahajú do 13. stor. a odvtedy sú aj prvé správy o dobývaní Au. Najskôr sa Au rýžovalo z potoka Boca a neskôr sa dobývalo banským spôsobom. Popri Au sa z hydrotermálnych žíl získavalo aj Ag, Sb, Cu, zriedka Pb a neskôr aj Fe. Ťažba a produkcia Au-Ag rúd sčasti závisela od prosperity väčších ložísk Au v Nízkych Tatrách (napr. od Magurky).

Na sledovanom území vystupujú dva hlavné typy zrudnenia, a to Au a sideritové.

Au mineralizácia

Au mineralizácia je rozšírená na SV až Z od Vyšnej Boce, ale najmä na južných a východných svahoch Chopca. Hydrotermálne Au žily vystupujú na Chopci hlavne v biotitickom až dvojsľudnom granite typu Kráľička a na západných svahoch Jedlinskej prevažne v biotitických tonalitoch až granodioritoch dŕmbierskeho typu. Výskyt v metamorfovaných horninách kryštalinika sa doteraz nepodarilo potvrdiť. Žily sú prevažne smeru S-J ($\pm$ SSZ-JJV, SSV-JJZ) a ich mocnosť je do 40 cm. Podľa predbežných poznatkov ide o kremenné hydrotermálne žily s voľne rozptýleným arzenopyritom, pyritom, Au, galenitom, sulfosolami a inými sulfidmi. Keďže okolo kremenných žíl je zvyčajne bohatá prekremenená zóna - často s množstvom pyritu, arzenopyritu a Au - a kremenné žily prechádzajú do alterovaných prekremených zón takmer voľne, mocnosť žily sa niekedy určuje ťažko. Zlatonosný kremeň je mliečnobiely až bielosivý a Au v ňom tvorí pliešky, hrudky, kríčky a drôtky veľké do 2 mm. Au priemerne obsahuje 89,14 hm. % Au, 8,08 hm. % Ag a 1,08 hm. % Hg + Cu. Rudné minerály kremenných žíl majú viac-menej vtŕsený charakter, ale vyskytuje sa tu aj druhý, zriedkavejší typ kremenných žíl s Au, v ktorom sú bohatšie zastúpené karbonáty ankeritického zloženia, ako aj siderit. Karbonáty tvoria žilky v staršom zlatonosnom kmeni. Zo sulfidov a sulfosolí tu v paragenéze z hlavnými rudnými minerálmi vzáčne vystupuje sfalerit, chalkopyrit, markazit, minerály tetraedritovej skupiny, bournonit a ojedinele aj izoklakeit.

Sideritová mineralizácia

Sideritová mineralizácia je hlavným a najrozšírenejším typom zrudnenia vo východnej časti dŕmbierskej oblasti Nízkych Tatier a jej najväčšia akumulácia je pri Vyšnej Boci. Reprezentujú ju karbonátovo-kremeno-sulfidické žily, niekedy aj s barytom. Okolitými horninami tejto mineralizácie sú prevažne metamorfované horniny kryštalinika (najmä rula, v menšej miere migmatit), v ktorých sú polohy amfibolitu a pretnajú žily pegmatitu a aplitu. V oveľa menšej miere sú tieto hydrotermálne žily vyvinuté aj v granite typu Kráľička a v biotitických granodioritoch až tonalitoch dŕmbierskeho typu. Sideritové žilky zriedka vystupujú aj v kremenci a pieskovci rozličného druhu lúžňanského súvrstvia verfenu. Žily majú smer V-Z až SV-JZ, veľmi premenlivý sklon, pričom prevládajú žily so sklonom okolo 75° na J. Priemerná mocnosť väčších žíl je okolo 0,5 m a maximálna 4 m. Najväčší

žilný ťah Paurovská - Kliesňová - Helena - Rovienky, ktorý je najmenej dvakrát tektonicky porušený, je dlhý do 2,5 km a napr. žila v Kliesňovej zasahuje (podľa Čillíka, 1955) do hĺbky naj-menej 150 m. Z okolorudných hydrotermálnych premien je najhojnejšia sericitizácia, časté je aj prekremenenie, v menšej miere sa uplatnila chloritizácia a pyritizácia.

V okolí Vyšnej Boce sme študovali karbonátovo-kremeno-sulfidickú mineralizáciu ložísk a výskytov Paurovská, Kliesňová, Helena, Rovienky, Lajštroch, banské pole Eduard v závere Kumštovej doliny, Pod Štefanom, Bruchatý grúnik, Chopec, Jedlinská, Fišiarica, Podvrch, Banica a Čertovica. Žily sa navzájom odlišujú najmä textúrnymi znakmi, minerálnym zložením a zastúpením jednotlivých sulfidov a karbonátov. Hlavným minerálom je siderit, kremeň, chalkopyrit, pyrit, tetraedrit, lokálne ankerit, baryt, hematit (najmä odroda spekularit), galenit, arzenopyrit a sulfosol bizmutitovo-aikinitového radu. Z ďalších primárnych minerálov sme identifikovali dolomit, kutnahorit-Mg (?), kalcit, sfalerit, bizmutín, gersdorffit-Co, kobaltín, kubanit (?), krutovit (?), markazit, benjaminit, tennantit a karrollit. V oxidačnej zóne, ktorá je väčšinou veľmi málo vyvinutá, sa vyskytuje goethit, malachit, covellín, azurit, hydroxidy Fe a aragonit, ktorý miestami tvorí hojný biely povlak a drobnokryštalické agregáty na siderite. V oxidačnej zóne na Rovienkach sa nachádza pestrá asociácia arzeničnanov, z ktorých sme doteraz identifikovali ferisymplezit a farmakosiderit. Na viacerých lokalitách (napr. Kumštová dolina, Pod Štefanom) sa vyskytuje röntgenoamorfny olivovozeleňý povlak (obsahuje najmä Sb, Cu, As a Fe), ktorý vzniká oxidáciou minerálov tetraedritovo-tennantitového radu.

Chemické zloženie arzenopyritu a pyritu sme skúmali s ohľadom na ich výskyt v rozličných typoch zrudnenia.

Arzenopyrit

Arzenopyrit z Au mineralizácie sa od arzenopyritu v Ni-Co mineralizácii chemickým zložením neodlišuje. Zo stopových prvkov obsahujú obidve vzorky arzenopyritu do 0,1 hm. % Co a v každej tretej analýze sme namerali do 0,7 hm. % Au. Častú chemickú zonálnosť spôsobuje variabilný obsah hlavných prvkov v arzenopyrite.

Pyrit

Pyrit býva veľmi často intenzívne chemicky aj opticky zonálny. Elektronovými mikroanalýzami sa zistilo, že distribúcia stopových prvkov v ňom nezávisí od chemickej zonálnosti, ktorú spôsobujú hlavné prvky. Pri niektorých typoch zonálneho pyritu je o veďfajšie prvky, ako i Au obohatený stred zŕn. Obsah stopových prvkov v pyrite udáva tab. 1.

Na základe detailného mineralogického štúdia možno karbonátovo-kremeno-sulfidické žily rozdeliť na sideritové a ankeritové.

1. *Sideritové žily* vystupujú v mylonitových zónach prevažne vo vysokometamorfovaných horninách a sú genetiky staršie. Okrem sideritu je v nich hlavným minerálom kremeň, často aj baryt, zo sulfidov chalkopyrit, tetraedrit a py-

Tab. 1

	As	Sb	Ni	Co	Au
Paurovská - kremenno-sulfosofová žila*	0,22 - 2,13	do 0,37	do 0,05	0	do 0,14
Chopec - Au mineralizácia	0,31 - 0,60	0	do 0,02	0	0
Chopec - galenitovo-sulfosofová miner. asoc.	0,71 - 0,74	1,08 - 1,16	0	0	0
Chopec - ankeritová žila*	do 0,55	0	do 0,02	0	do 0,19
Helena - 1. generácia na asp žilkách	1,04 - 1,31	0	0,12 - 0,38	do 0,16	do 0,18
Helena - 2. generácia s Ni-Co zrud.	0,4	0	4,81	1,55	0

* Extrémne obohatenie o stopové prvky v strede zŕn

rit. Typomorfnými minerálmi sú sulfosoli bizmutínovo-aikinitového radu, ktoré sme našli takmer na všetkých sideritových lokalitách. Pre sideritové žily je charakteristická pestrá paragenéza primárnych aj sekundárnych minerálov, ako aj vystupovanie hematitovej mineralizácie a Ni-Co zrudnenia.

2. *Ankeritové žily* sa vyskytujú takmer výlučne v granitoidných horninách, v sledovanom území prevažne spolu s Au mineralizáciou. Sú mladšie ako kremenné žily s Au, ktoré spravidla pretínajú, aj ako sideritové žily (vždy obaľujú alebo pretínajú kúsky sideritu). Hlavným minerálom je ankerit a kremeň, zo sulfidov výrazne prevláda galenit, pyrit a z minerálov tetraedritovej skupiny tennantit. Ankeritové žily majú na rozdiel od sideritových oveľa menšiu mocnosť, pomerne monotónne minerálne zloženie a - na rozdiel aj od Au mineralizácie - sa tu neidentifikovali nijaké sulfosoli.

Podľa štúdia minerálnych asociácií a paragenéz uvažujeme o takejto postupnosti vylučovania sa rudných a nerudných minerálov hydrotermálnych žíl:

I. Au mineralizácia

1.1. kremeň - Au ± arzenopyrit - pyrit (Chopec, Jedlínská; kremeň, arzenopyrit, pyrit, Au)

1.2. galenit - sulfosoli (Chopec, galenit, sfalerit, chalkopyrit, pyrit-Sb), markazit, bournonit, izoklakeit, minerály tetraedritovej skupiny)

II. Sideritová mineralizácia

II.1. arzenopyrit - pyrit (Helena; kremeň, arzenopyrit, pyrit ± oxidy Ti, (Fe))

II.1.1. Ni-Co sulfoarzenidy (Helena, Rovienky, Bruchatý grúnik; kobaltín, gersdorffit, karrollit, pyrit, arzenopyrit (?))

II.1.2. galenit - tennantit (Helena, Bruchatý grúnik; tennantit, tetraedrit, galenit)

II.2. kremeň - turmalín (Čertovica, Jarabá - Koleso; kremeň, turmalín, chalkopyrit)

II.3. siderit - kremeň - sulfidy (Paurovská, Kliesňová, Helena, Chopec, Jedlínská, Kumštová dolina, Chopec; siderit, kremeň, pyrit ± chalkopyrit, tetraedrit)

II.3.1. kremeň - sulfidy (Paurovská, Kliesňová, Helena, Rovienky...; kremeň, pyrit, chalkopyrit, tetraedrit, bizmutín, friedrichit, lindströmit, krupkait, pekoit, benjaminit, arzenopyrit, galenit, sfalerit)

II.4. kremeň - sulfosoli (Paurovská; kremeň, aikinit, friedrichit, lindströmit, hammarit, krupkait, pekoit, bizmutín, pyrit, chalkopyrit, minerály chalkopyritovej skupiny, tetraedrit, siderit, baryt (?))

II.5. baryt ± siderit (Paurovská, Kliesňová, Helena, Pod Štefanom, Kumštová dolina; baryt, siderit)

II.5.1. sulfidy (Pod Štefanom, Kumštová dolina, chalkopyrit, tetraedrit, pyrit, sulfosoli bizmutínovo-aikinitového radu)

II.6. kremeň - ankerit (Chopec, Jedlínská, Bruchatý grúnik; kremeň, ankerit, siderit ± baryt)

II.6.1 galenit-tetraedrit - tennantit (Chopec, Bruchatý grúnik; galenit, tennantit, pyrit, chalkopyrit, sfalerit, markazit)

III. Hematitová mineralizácia

Minerály: hematit (odroda spekularit) ± kremeň, magnetit (?) (Kumštová dolina, Kráľčica, Kliesňová, Pod Štefanom, Helena, Rovienky atď.)

Neviditeľné Au v sulfidoch Nízkych Tatier

PETER ANDRÁŠ¹, MARTIN CHOVAN² a DANIEL OZDÍN³

¹Geologický ústav Slovenskej akadémie vied, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

²katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

³Geologická služba Slovenskej republiky, Mlynská dolina I, 817 04 Bratislava

Západné Karpaty sa vyznačujú hojnými výskytmi zlatonosných sulfidických rúd. Popredné miesto medzi nimi zaujímajú arzenopyritové rudy. Známe a pomerne detailne preštudované sú aj viaceré arzenopyritové mineralizácie v Nízkych Tatrách, najmä ložiska Dúbrava, Jasenie a Vyšná Boca.

Potvrdilo sa, že zlatonosné sú spravidla najstaršie generácie drobnozrnného idiomorfného arzenopyritu. Obsah Au v arzenopyrite je veľmi rozdielny a zvyčajne kolíše od desiatok do stoviek ppm.

Na ložisku Dúbrava je priemerný obsah Au okolo 100 ppm. Z ložiska Jasenie nemáme dosť reprezentatívny súbor analýz (obsah Au tu kolíše od 10 do 250 ppm) a v ložisku Vyšná Boca obsah Au spravidla neprekračuje jednotky až prvé desiatky ppm (maximálny je 55 ppm Au).

V uvedených výskytoch zlatonosného arzenopyritu sa Au nedá identifikovať ani opticky, ani elektrónovou mikrosko-

piou ani úprava rudy jemným mletím a bežnými technologickými postupmi spravidla nevedie k požadovanému cieľu, lebo Au z nej nepodlieha kyanizácii. Potvrdilo sa, že ide o tzv. ťažko spracovateľné „neviditeľné Au“, ktoré sa označuje ako „nemetallické“, alebo „chemicky viazané“ Au.

Arzenopyrit s „neviditeľným Au“ spravidla tvorí impregnácie drobnozrnných idiomorfných kryštálov v kmeni a v okolitých hydrotermálne alterovaných horninách. Pre takýto arzenopyrit je charakteristická rastová zonálnosť spôsobená nerovnomernou koncentráciou hlavných prvkov. Vyšší obsah As je kompenzovaný na úkor S a vedľajších prímies Sb a Co. Časté striedanie zón zodpovedá rýchlym zmenám fyzikálno-chemických podmienok kryštalizácie.

Obsah Au kolíše od 27 do 34 at. %. Výsledky štúdia teploty kryštalizácie arzenopyritu v ložisku Dúbrava (okolo 415 °C) naznačujú vyššiu termalitu zlatonosných sulfidických mineralizácií.

Najbohatšie na Au sú pravdepodobne rastové zóny kryštálov bohatých na As. Na väčšine svetových ložísk je vstup Au do arzenopyritu typický pre záverečné štádium kryštalizácie zlatonosných sulfidov. Tento proces zvyčajne sprevádza acidifikácia fluida a pokles obsahu Sb, Fe a S. Kritická hodnota poklesu je v rozličných ložiskách odlišná, ale v rámci jedného ložiska spravidla konštantná. Jadrá sulfidov bývajú obohatené o Sb a okraje zrn o As a Au. Arzenopyrit z nízkotatranských ložísk často vykazuje aj opačnú tendenciu: má jadrá bohaté na As a okraje zrn bohaté na Sb.

Mössbauerovská spektroskopia ^{197}Au potvrdila, že v arzenopyrite (a v pyrite) ložiska Dúbrava tvorí metalické Au len nepatrnú časť a prevažne vystupuje ako chemicky viazané. Zlatonosný arzenopyrit (a pyrit) z Jasenia obsahuje iba metalické Au. Mössbauerovská spektroskopia tiež ukázala, že sa všetky sledované zlatonosné sulfidické minerály vyznačujú prímiesami Sb gudmunditového väzbového typu. Sb v arzenopyrite pravdepodobne nevystupuje vo forme samostatných drobných inklúzií gudmunditových kryštálov, ale vstupuje do mriežky na pozície As. To, ako aj podobnosť gudmunditovej a arzenopyritovej mriežky spôsobujú, že Sb Mössbauerovské spektrá v zlatonosnom arzenopyrite sú totožné so spektrami Sb v gudmundite.

Názory na možnosť štruktúrnej väzby Au nie sú jednotné. Francúzska a nemecká škola uvažujú o substitúcii Au-Fe v mriežke arzenopyritu, kým anglosaská škola uprednostňuje

je predstavu o sorpcii Au na povrchu rastových zón, deformácií a katakláz a o kolomorfnom charaktere Au. Nemožno vylúčiť ani jeho zachytávanie vo vakanciách mriežky.

Časť Au sa pri oxidácii arzenopyritu (a pyritu) uvoľňuje v elementárnej forme, a preto značnú časť metalického Au v zlatonosných mineráloch možno pokladať za Au sekundárneho pôvodu. Takéto Au sa spravidla precipituje na trhlínach kryštálov a pri vhodných podmienkach sa môže úplne z materského kryštálu uvoľniť. Predpokladáme, že väčšina mladších zlato-kremenných mineralizácií v ložiskách so starším zlatonosným arzenopyritom v oblasti Nízkych Tatier (a celých Západných Karpát) je práve takéhoto pôvodu.

Z environmentálneho hľadiska pomerne ťažko nájsť vyhovujúcu technológiu na získavania „ťažko spracovateľného Au“ (refractory gold). Najčastejšie sa využíva biochemická oxidácia rúd v kyslom prostredí za konštantnej teploty a za zvýšenej aktivity baktérií kmeňa *Thiobacillus thiooxidans* a *Thiobacillus ferrooxidans*. Tieto baktérie potrebujú na svoj metabolizmus v prvom prípade S a druhom Fe, ktoré získavajú rozkladom sulfidických minerálov.

Biochemická oxidácia prednostne prebieha pozdĺž diakláz a rastových zón kryštálov, pričom sa najprv rozpúšťa arzenopyrit a kryštály zón bohatých na As a Au.

Arzenopyritové ťažko spracovateľné zlatonosné rudy Nízkych Tatier (a celých Západných Karpát) možno pokladať za potenciálny zdroj Au.

Vzácnoprvková mineralizácia v granitových pegmatitoch Nízkych Tatier

PAVEL UHER¹ a PETR ČERNÝ²

¹Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava

²Dept. of Geological Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, MB, R3T 2N2 Canada

Granitovým pegmatitom hercýnskeho veku v Západných Karpatoch sa v posledných rokoch ako výsledok zistenia úplne neočakávanej vzácno-prvkovej Be, Nb-Ta mineralizácie venuje zvýšená pozornosť.

V súčasnosti evidujeme 15 telies granitových pegmatitov v kryštaliku tatrika s výskytmi Be a Nb-Ta minerálov (7 v bratislavskom masíve Malých Karpát, 1 v Považskom Inovci, 2 v Žiari a 5 v prašivsko-dúberskom masíve Nízkych Tatier).

Prvé výskyt vzácno-prvkových minerálov z pegmatitov Nízkych Tatier uvádza Határ (1979), a to Nb-Ta fázy, a neskôr Pitoňák a Janák (1983) beryl. Hoci ide o ekonomicky úplne bezvýznamnú vzácno-prvkovú mineralizáciu, dokumentuje relatívne vyšší stupeň frakcionácie spodnokarbónskych až strednokarbónskych pegmatitov a ich materských granitov.

Granitové pegmatity s lokálnou vzácno-prvkovou mineralizáciou sa v Nízkych Tatrách viažu na materské biotitické granodiority až granity prašivského typu. Pegmatity vystupujú v podobe pravých žíl v hrúbke do 1 m priamo v granite, ale zväčša ide o tenké (5 - 20 cm) nezonálne žilky s asociáciou K živec + albit - oligoklas + kremeň ± biotit ± muskovit. Iba v hrubších žilách býva osobitná zonalita pegmatitov aj s blokovým K živcom a kremenným jadrom (Dúbrava). Z akcesorických minerálov je najtypickejší almandín - spessartín, zirkón, fluórapatit, monazit-(Ce), uraninit a pyrit.

Prehľad zistených Be a Nb-Ta minerálov s ich lokalizáciou sú v tab. 1. Celkovo možno v nízkotatranských pegmatitoch vyčleniť dve paragenézy Be, Nb-Ta minerálov, a to

(1) primárne magmatickú - pegmatitickú, do ktorej patria minerály kolumbitovej skupiny, titánový ixiolit, rutil boha-

Tab. 1
Prehľad Be, Nb-Ta minerálov a lokalít v pegmatitoch Nízkych Tatier

Minerál	S2A	S2B	NT1	NT4	DU1
(1) Primárna pegmatitická paragenéza					
beryl	+	-	+	-	+
ferokolumbit	-	-	+	-	+
manganokolumbit	-	+	-	+	+
manganotantalit	-	-	-	+	-
titánový ixiolit	+	+	-	-	+
Nb-Ta rutil	+	+	-	-	+
Nb-Ta armalcolit	+	-	-	-	-
nióbový ilmenit	+	-	-	-	-
(2) Sekundárna hydrotermálna paragenéza					
Nb-Ta titanit	+	+	-	-	-
fersmit	+	+	-	-	-
stibiotalantit	-	-	-	+	-
pyrochlór	+	+	-	-	-
mikrolit	+	+	-	-	-
betafit	+	+	-	-	-
uranopyrochlór	+	+	-	-	-
uranomikrolit	-	+	-	-	-
stibiomikrolit	-	+	-	-	-
stibiobetafit	-	+	-	-	-
plumbomikrolit	+	+	-	-	-
Nb-Ta-U romeit	+	-	-	-	-

Lokalita: S2A, S2B - Brusno - Sopotnická dolina; NT1 - hrebeň na V od kóty Veľká Chochuľa; NT4, DU1 - Dúbrava, Sb ložisko

tý na Nb a Ta s exsolúciami armalcolitu bohatého na Nb a Ta až pseudobrookitu a nióbového ilmenitu;

(2) sekundárnu - hydrotermálnu, pri ktorej ide o titanit bohatý na Nb a Ta, fersmit, stibiotantalit, početné minerály skupiny pyrochlóru a romeit bohatý na Nb, Ta a U.

Kým paragenéza (1) vznikala kryštalizáciou zo zvyškovej pegmatitovej taveniny obohatenej Be, Ti, Nb a Ta pri teplote okolo 610 - 515 °C (zirkónová saturačná teplota, biotito-vo-apatitový geotermometer), paragenéza (2) vznikla zatlá-

čaním primárnych Nb-Ta minerálov v postmagmatických podmienkach pôsobením hydrotermálnych roztokov obohatených Sb a Pb. Predpokladáme, že ide o nízko- a stredne-temperamentné hydrotermálne roztoky ($t \leq 170$ °C) obohatené CO_2 (Chovan et al., 1995), ktoré generovali aj neďaleké Sb±Pb sulfidické zrudnenia. Dôkazom toho sú aj antimonitové žilky prerážajúce pegmatitovú žilu na Dúbrave.

Zlato v juhozápadnom veporiku

PAVOL HVOŽĎARA¹ a ZDENĚK POUBA²

¹Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

²Prírodovedecká fakulta UK Praha

Šľachovanie vo veporiku v 60. a 80. rokoch viedlo k opätovnému objaveniu Au, regionálne šľachovanie potvrdilo jeho pomerne rozsiahlu distribúciu v recentnej hydrosiete, ako aj intenzívnu prospekčnú a exploatačnú činnosť v minulosti. V miestach výskytu prospekčne významných minerálov, najmä Au, sa zaregistrovali ryžoviská v alúviu recentných tokov, v delúviu, ale aj kutanie na primárnych výskytoch. Staré práce sú dokladom o vynikajúcich prospekčných a exploatačných vedomostiach a schopnostiach „starcov“, ktorí zanechali stopy po kutaní takmer na všetkých významných výskytoch Au. Podľa doterajších výsledkov a typu mineralizácie možno staré práce vo veporickom kryštaliniku rozdeliť do nasledujúcich skupín:

1. zlato-strieborné rudy - spravidla najstaršie vyhľadávacie práce v regióne,
2. medené, resp. medeno-strieborné ± cinabaritové rudy,
3. železné rudy - gosany ± sulfidická mineralizácia,
4. žilný kremeň - využívaný ako sklárska surovina.

Takúto klasifikáciu potvrdzujú aj výsledky mineralogického výskumu, analýza veľkoobjemových vzoriek rudniny, ako aj veľkoobjemových šľachových vzoriek z hald, pingových polí a ryžovísk.

Na riešenie metalogenetických pomerov Au v jz. veporiku treba rekonštruovať najmä pohyb Au v etapách geologickej histórie veporika, a to

A. V etape genézy Au akumulácií viažucich sa na prealpínsky ultrabázický a bázický magmatizmus a prealpínske prejav zlatonosných hydroterm najmä v stratiformných typoch v kryštaliniku.

B. V etape vzniku triasových klastík, na ktoré sa Au viaže v podloží zeisských kvarcitov, a možno aj v nich samých.

C. V etape alpínskej metamorfózy, ktorá Au miestami redistribuovala vo fáze tlakového uvoľnenia.

D. V etape paleogénnej rekonštrukcie paleoreliéfu vytváraním zón sekundárneho cementačného obohatenia a redistribúcie Au v paleogénnych a neogénnych sedimentoch.

Obsah

O takzvaných geopatogénnych zónach a geopatogénnom strese	1
Vedy o Zemi a verejná oblasť	3
Bratislavská vedecká škola štruktúrnej mineralógie a jej predstavitelia	4
150. výročie založenia Uhorskej geologickej spoločnosti	7

Aktivity SGS	8
Konferencie	9
Spravodajca Asociácie geológov Slovenska	11
Fórum doktorandov	12
Kronika	14

O takzvaných geopatogénnych zónach a geopatogénnom strese

Milan Mišík Prírodovedecká fakulta UK

Vôkol nás - v časopisoch, rozhlase, televízii - sa to termími z titulu priam hemží a myslím, že dozrel čas, aby sa k nim vyjadřila aj geologická komunita, geologické inštitúcie a príslušné výskumné ústavy. Sám názov „geopatogénne zóny“ je nepriateľný, nesprávny, zbytočný a mätúci. Zem nie je „patogénna“, takou ju môžu urobiť iba ľudia nerozvážnym vypúšťaním otravných odpadových látok, prehnaným hnojením, chybnými melioračnými zásahmi a podobne. Isteže jestvujú aj oblasti vyhovujúce pre človeka, geologicky podmienené riziká, ako sú aktívne zlomy so seizmickou činnosťou, pásma vulkanickej aktivity, terény náchylné na zosuny atď., ktoré geológovia starostlivo skúmajú. Čo však povedať na to, keď psychotronici vyhlasujú kadejakú močaristú depresiu za geopatogénnu zónu? Veď ľudia už v mladšej dobe kamennej vedeli, že to nie sú oblasti vhodné na stavbu obydľí, a tak sa im vyhýbali. Pritom práve tento biotop vyhovuje početným rastlinným a živočíšnym druhom, z ktorých mnohé sú natoľko ohrozené, že ich musí chrániť zákon. V bytoch je teraz módou odhaľovať geopatogénne zóny spôsobované prítomnosťou elektrických zásuviek v blízkosti postelí. Nuž ale čo má také niečo spoločné s „geo“, so zemou?

Vpád iracionality do súčasnej spoločnosti nám priam vyráža dych. Uvediem niekoľko príkladov z nedávno vydaných kníh.

J. Thurnellová-Readová, 1997: Geopatogénny stres. (Bratislava, SOFA. 152 s.). Hneď na začiatku tejto knihy či diela sa dozvedáme, že geopatogénny stres neslobodno zužovať iba na dračie cesty (!) alebo na anomálie vyvolané prúdením podzemnej vody (na odstránenie tohto geopatogénneho stresového faktora by teda bolo

treba presťahovať celé mestá). Geopatogénne zóny sú vraj zodpovedné za to, že obyvatelia majú problémy so spánkom, že sa hádajú, často chorľavejú, deti tam majú ťažkosti s učením a obchody sú bez kupujúcich. Takéto vsugerovanie vedie k veľkoprodukcii neurotikov. Stačí napríklad vyhlásiť, že posteľ má byť umiestnená v smere magnetických siločiar, a mnoho ľudí, ktorým malé panelákové izby takúto „kompasovú“ úpravu neumožňujú, sa začne domnievať, že nie starosti, ale toto je príčinou ich nepokojného spánku.

Na s. 4 sa dočítame, že „geopatogénnu energiu zatiaľ fyzikálne analyzovať nevieme a jediné, na čo sa môžeme spoliehať, je vnímavosť a skúsenosť odborníka.“ Skrátka a dobre - „odborník“ nám to - za peniaze - urobí.

Z nepreberného bohatstva pseudovedeckého folklóru je ťažko vyberať. Píše sa o čiernych čiarach, energetických mrakoch, požieračoch energie. Dračia cesta vzniká, keď sa postaví do radu aspoň päť posvätných kameňov a vo vzdialenosti kratšej ako 25 míľ ešte ďalšie dva. Nasleduje čosi ako výzva pre environmentalistov (s. 50): „Stačí sa zamyslieť nad pohromou, ktorú spôsobí okolitej krajine napríklad nová motorová cesta, a hneď nám musí napadnúť, aké nesmierné škody na systéme dračích ciest neustále pácha-me.“ Aj malé kamienky možno nabiť energiou (s. 49): „Teplom alebo nárazom sa do kameňa preniesie energetický náboj osoby alebo viacerých ľudí, ktorí sa na nabíjaní spolupodieľali, takže kameň oň nemôže prísť, ani ho stratiť.“ Geológovia, budme hrdí na naše zásluhy, že sme energeticky nabíli státisíce kameňov na Slovensku.

Na s. 50 čítame: „Pri prehliadke domu som prišla na to, že stavebný kameň obsahuje negatívne citové vibrácie. Potom som sa dozvedela, že staviteľ po dokončení stavby skrachoval. Úzkosť z finančných ťažkostí preniesol na kameň.”

Na korekciu geopatogénnych zón sa odporúča hliník, uhlík, kremeň, baza čierna a brest (s. 96). Vhodne umiestnené zrkadlá majú schopnosť odraziť od budovy negatívnu energiu. Korekčnými pomôckami sú aj kryštály, len ich treba umývať, vložiť asi na pol hodiny do vedra s vodou (s. 98). Proti patogénemu stresu je najlepší ruženín, ak sa nosí na hrudnej kosti (s. 123). Na strop sa odporúča zavesiť cievky (aspoň nejaká ozdoba, keď už mucholapky vyšli z módy!). Môže sa aplikovať aj alobal, ale pozor, nesmie byť poprepichovaný, pretože energia potom cezeň preteká (s. 100). Zaujímavým objektom je aj kozmická batéria z 34 sklenených rúrok a zatkanie tyčí z medi alebo železa 30 cm od vonkajšej steny domu. Návštevníci vás možno ešte pochvália, budú to asi pokladať za exponáty moderných umelcov. A ešte niečo na dorazenie (s. 104): „Ako korekcia na geopatogénny stres niekedy môže pomôcť aj fotografia budovy. Testovaním musíme zistiť, z ktorého miesta treba budovu odfotoграфovať, a tiež miesto, kam treba fotografiu potom zakopať. V istých situáciách je potrebné pod fotografiu zakopať aj zrkadlo.” V ďalšom sa ešte spomína guľové apopi, feng šui a čchi. „Na ozdravenie toku čchi niekedy treba upraviť tvary kopcov” (aké jednoduché!). Pokiaľ ste si mysleli, že kolízia, transpresia, izostázia, erózia určujú výšku pohorí, boli ste na omyle, lebo „čchi určuje výšku pohorí” (s. 110). Ešte sme nekomentovali prútky a kyvadličky, ale to si necháme ako ďalšie skvosty.

V knižke J. Bienika, CSc., 1991, *Zázračný prútky - Teória a prax rádiostézie* (vydala Spoločnosť pre alternatívnu medicínu) sme si prečítali aj toto: „Ak niekomu požičiame siderické kyvadlo, treba ho po použití opláchnuť studenou vodou, ktorá z neho odstráni cudzí náboj” (s. 30). „Kyvadličky sa dá zisťovať kvalitou jedla tak, že ho držíme pred jedlom a ľavou rukou sa drží nádoba. Kyvadlička nemení svoj pohyb, keď je jedlo vhodné, a zmení pohyb, keď kvalita jedla nezodpovedá požiadavkám” (s. 35). Aká bude reakcia manželky, keď začnete takto „čarovať” pri večeri?

Správny výsledok sa kontroluje takto: Napíšu na správne a nesprávne výpočty, každý na samostatný list. Listy sa potom zakryjú papierom alebo obrátia lícom nadol. Kyvadlička bude rotovať doprava nad správnymi výpočtami a doľava nad nesprávnymi. Aká jednoduchá rada pre školákov, účtovníkov, ba aj poslanci parlamentu by ju mohli využiť pri vyberaní najlepšieho variantu štátneho rozpočtu. Kyvadlička môže z fotografie zistiť, či ide o žijúcu alebo nežijúcu osobu, určiť, či sa z vajca vyliadne sliepka alebo kohút, zistiť vhodnosť lieku pre pacienta.

To pri hľadaní je situácia zložitejšia a bude zaujímať najmä ložiskových geológov. Intenzita kruhových pohybov kyvadličky po každom cykle (sérii) klesá alebo sa zmení smer rotácie. Dĺžka nite sa nastaví podľa striebra tak, aby kyvadlo oscillovalo 6x v jednom smere (jedna séria). Z tabuľky sa potom dozvieme, že séria 12 vám indikuje sodík a bizmut, séria 14 chróm a zemný plyn, 17 fosfáty a antimón. Kdeže nejaká Mendelejevova tabuľka, to sú kombinácie hodné surrealistického básnika! Človek žasne, kam na to tí ľudia chodia.

S. Brázda, 1997: *Škola psychotroniky* (3. vyd. Bratislava, EVOS. 150 s.). V knihe nájdeme všetko - od partnerských vzťahov až po liečbu rakoviny. Šokuje bohorovné sebavedomie autora, lepšie povedané - bezočivosť. Na s. 7 píše: „Som schopný pomôcť podnikateľovi pri správnom rozhodnutí, odhaliť podvodní-

ka, nájsť človeka či stratené zviera, predpovedať tragédiu; kyvadlo odhalí napríklad poruchu v prístroji a pomôže zabrániť nehode.”

Zaveste kľúč na nitku a máte to, čo márne hľadali naši predkovia: všeliek a kameň mudrcov dohromady. „Energii prenášame na kyvadlo očami” (s. 9). „Kyvadlo vám zmeria IQ, zmeria aj váš tlak, možno ním zistiť cukor, cholesterol v krvi a pod.” (s. 19). Kyvadlo je natoľko moderné, že dokáže zisťovať aj vírus HIV (s. 67) a vie stanoviť riziká génových abnormít v tehotenstve (s. 102). Zaujímavé je odporúčanie zisťovať hodnoty rádiového žiarenia kyvadlom namiesto fyzikálneho merača (s. 29).

Motoristov bude isto zaujímať, že kyvadlom môžu určiť kvalitu brzdovej kvapaliny, spoľahlivosť brzd atď. (s. 31). Tam nájdú aj návod, ako hľadať ukradnuté autá. Najprv sa však treba spýtať kyvadlička alebo prútika, či je auto celé, či nie je rozobraté na diely, ďalej či je prestriekané alebo ukryté, či parkuje na voľnom priestranstve. Potom treba virgúľou alebo kyvadličkou vyhľadať na mape miesto, kde sa auto nachádza. Bolo by užitočné usporiadať kurz „kývania” pre policajný zbor. Trochu nás však schladí konštatovanie, že nájsť auto je dosť ťažké, lebo nemá dušu (s. 96) - tie v pneumatikách sa, zrejme, nepočítajú. Kyvadlom možno zistiť stav lietadla, nosníkov mostov ... (s. 101). Som zvedavý, koľko cestujúcich by vystúpilo, ak by sa dozvedeli, že miesto leteckých mechanikov prehliadal lietadlo psychotronik. Pri kúpe andulky dokáže autor zistiť, aké IQ musí mať andulka, aby sa naučila hovoriť (s. 61).

Ak prejdeme kyvadličkou nad zoznamom ľudských orgánov a častí tela v slovenčine a latinčine (s. 70-73), kyvadlička nám pravdepodobne odkýva bohatý zoznam našich chorôb, o ktorých sme nemali ani tušenia. Autora možno pasovať za najväčšieho výrobcu hypochondrov v našej republike.

Podľa s. 26 „na pozitívnych zónach stoja napríklad kostoly.” Z toho vychodí, že bordely asi stoja na negatívnych zónach. No vidíte, vôbec sa nezisťovalo, na akej zóne stojí budova parlamentu, či sa tam nebudú poslanci nadmieru hádať - takto sa u nás „hazarduje” s osudmi ľudí.

Je polutovaniahodné, že na takýto odpad sa musia rúbať naše lesy.

Geopatogénnym zónam dnes rozumie, tuším, každý. Neprestávame sa čudovať, čo všetko sa im pripisuje. Napríklad 29. 12. 1994 o 23,20 hod. vystupoval v relácii Slovenského rozhlasu vysielanej z Košíc dôstojník Ing. V. M., učiteľ Vojenskej akadémie v Liptovskom Mikuláši, ktorý údajne odrušením patogénnych zón zvýšil na tamjšom družstve úrodu ďateliny o 60 %. Ale veď to je na Nobelovu cenu! Aká sabotáž, že aj v iných družstvách sa neodrušovalo, o čo by sme sa mali lepšie! Z relácie sme sa dozvedeli aj to, že geopatogénne zóny sa stali inteligentnejšie (!) a vytvorili si ochranu - obranu voči ich tlmeniu (!).

V Národnej obrode - Technických aktualitách sme si 29. mája 1996 mohli prečítať článok Eliminovaním geopatogénnych zón - 3 mld Sk ročne pre SR. Nuž, ľahko sa kráča od úspechu k úspechu, keď niet nijakej oponentúry, keď netreba dodržiavať tvrdé pravidlá vedy, ale stačí si robiť vlastnú barnumskú reklamu.

Medzi nové slobody patrí aj sloboda klamať. Vynorilo sa mnoho „obchodníkov s daždom”. Vo vzduchu je nevysslovené heslo: „Cez psychotroniku do stredoveku!” Iracionalita zaplavuje prostredie okolo nás, ohrozuje kultúrnosť obyvateľstva Slovenska. Najľahšie je ju ignorovať. Bolo by však treba pred týmito vecami ochraňovať prostoduchých ľudí, ktorí veria, že ak je niečo napísané v knižkách, musí to byť pravda. Ako by sme čakali na dieťa, ktoré vykríkne, že kráľ je nahý. Keď raz zmizne Homo sapiens sapiens - človek dvojnásobne múdry, nemala by po ňom zostať hanba, obmedzenosť a nekonečná tuposť.

Vedy o Zemi a verejná oblasť

Vzťah verejnosti k Zemi sa pozoruhodne mení. Jednou z črt tejto zmeny je rastúce uvedomovanie si, že využívanie prírodných zdrojov má hranice. Znečisťovanie podzemných vôd, erózia zemského povrchu, globálne otepľovanie, obmedzenosť zdrojov energie a zásoby nerastov sú nápadnými znakmi súčasnosti.

Ďalšia zmena spočíva v spôsobe, ako sa história Zeme a súčasné procesy v jej vnútri a na povrchu odrážajú v kolektívnom vedomí ľudstva a v jeho kultúre. Úspech filmu Jurský park, vášeň v zbere fosílií i rastúca popularita národných parkov potvrdzujú živý záujem verejnosti o vývoj Zeme.

Náš pohľad na Zem, na jej politický a estetický rozmer, odráža priority geológie minulosti a súčasnosti z politického a ekonomického hľadiska. Estetický aspekt náuky o Zemi spočíva v jej integrácii do kultúry spoločnosti ako súčasť celkovej vzdelanosti obyvateľstva. V minulosti sa poslanie geológie videlo najmä v jej ekonomickom prínose. Geológovia skúmali Zem, aby poskytovala suroviny pre priemysel.

V ostatnom čase sa úlohy geológie výrazne diverzifikovali a geológia sa dostala pod silný ekonomický tlak. Vedy o Zemi pod obrovským rozpočtovým tlakom vo všetkých vyspelých krajinách. Šťastí ide o odraz deficitu štátnych rozpočtov (napr. v USA podpora vedy o Zemi do roku 2002 klesne o 30 %). Obmedzenie výdavkov na vedu v súčasnosti súvisí s faktom, že sa tradičná funkcia vied o Zemi - t.j. lokalizácia surovín nevyhnutných pre priemyselný rast a národnú bezpečnosť - vytráca. Mnohé z pôvodných úloh geológie (mapovanie a zisťovanie zdrojov energie a nerastov) sa v rade štátov - aspoň pokiaľ ide o základnú úroveň - už splnili. So skončením studenej vojny zoslablo aj volanie po objavovaní domácich zdrojov strategických nerastných surovín. Posun ekonomiky štátov od ťažkého priemyslu - s potrebou zásob nerastných surovín - na služby a elektronický priemysel tento trend zrýchľuje.

Ale je aj iný, základnejší zmysel „ekonomickkej“ prosperity vied o Zemi. Vedám o Zemi nie je cudzí, lebo *homo economicus* v spoločnosti a v kultúre v širšom slova zmysle začal pôsobiť už dávnejšie. V súvislosti s ekonomikou a spoločenskou globalizáciou sveta majú geovedy historickú možnosť vytvoriť nový vzťah ku kultúre a zaujať miesto v strede záujmu spoločnosti. Pred očakávaním obdobia nevyhnutného úpadku geológie treba uprednostniť celkom odlišnú možnosť jej postavenia na prahu novej éry, a to v centre verejného života.

Je prirodzené, že takáto budúcnosť geológie je iba možnosťou, nie istotou. Aby sa táto možnosť využila, musia geológovia pri zrode novej kultúry spoznávať, definovať a presadzovať úlohy vedca vo verejnej oblasti.

Skôr ako sa zamyslíme nad takouto úlohou geológie, pripomeňme si výrazné ovplyvňovanie smerovania ľudskej spoločnosti filozofiou *homo economicus*, stelesňujúcej predpoklady o racionalite a ľudskej povahe zakorenenej v práci modernistických mysliteľov, ako bol Adam Smith a John Locke. Charakteristiku *homo economicus* možno zhrnúť do dvoch postulátov: kvantifikovateľnosť vo všetkom a človek viac konzument ako občan.

Prvá z týchto zásad obmedzuje ľudské myslenie na počítanie a vylučuje schopnosť úvahy. Takáto kultúra ohraničuje uvažovanie o veciach, ktoré možno vyčíslit, kvantifikovať, ako aj schopnosť rozumnej debaty a dobrého úsudku o veciach, ako je etika, politika a estetika. Iba s miernym zveličením konštatujeme, že sa ekonomická činnosť chápe ako čisto racionálna miera osobného a spoločenského užitku.

Druhá zásada, podľa ktorej sme skôr konzumentmi ako občanmi, znamená, že nie rozum, ale naše potreby a chůtky určujú našu základnú orientáciu v živote. Rozum sa teda chápe iba ako nástroj vášní, nie inštrument ovládajúci naše smerovanie, úvahy a pod. Človeka ženie túžba po prosperite za takmer každú cenu.

Zásada, podľa ktorej sme skôr konzumentmi ako občanmi, znamená, že nie rozum, ale potreby a naše chůtky určujú našu základnú orientáciu v živote. Rozum sa teda chápe iba ako nástroj vášní, nie inštrument ovládajúci naše smerovanie, úvahy a pod. Človeka ženie túžba po prosperite za takmer každú cenu.

Spomenuté dve zásady sa spojili, aby eliminovali podstatný politický zmysel ľudí uvažovať o spoločnom dobre a premieňať vlastné sebecké záujmy a osobné želania na úsilie odovzdávať vlastný podiel na verejné blaho. Takáto viera *homo economicus* vedie k smutnému záveru, že jediným reálnym základom na vybudovanie verejnej oblasti je individuálny sebecký záujem. S presne kalkulovaným myslením, presne vypočítaným úsilím po osobnej prosperite a s ľuďmi ako tvormi hnanými ich chůtkami sa verejná oblasť stáva iba priestorom ležiacim na priesečníku súkromných túžob. Tak sa blaho spoločnosti ako celku redukuje na blaho súčtu jej jednotlivcov.

notlivcov a verejný záujem nie je nič iné, ako to, čo sa stane, aby zaujímalo verejnosť. Myšlienka ľudskej spoločnosti smerujúca k dohode o spoločnom súbore cieľov a štandardov sa teda od začiatku vylučuje a politika sa stáva len „procesom“, ktorým sa iracionálne základy spoločnosti prenášajú do verejnosti (Harold Lasswell: Psychopathology and Politics).

V súčasnosti sa chyby, ktoré spôsobili spomenuté filozofické prúdy, stávajú očividnými. Po prvé. Mnohí predpokladali, že ekonomický úžitok nemožno postaviť na úroveň so všeobecným úžitkom. Teraz musí jednotliviec i spoločnosť bojovať, aby sa dostali do súladu konfliktnej hodnoty ekonomického rastu, ľudského zdravia, krásy prírody, biodiverzity a tradičného spôsobu života.

Po druhé. Tlak neobnoviteľných zásob prírodných zdrojov znamená, že si nemožno dovoliť prepych, aby o závažných veciach rozhodovali jednotlivci podľa svojich súkromných potrieb a chůtok. Ohraničenosť priestoru a materiálov, divočiny a otvoreného priestoru, energie a zásob nerastných surovín, čistého vzduchu a vody, pôdy a potravy naznačuje, že sa spoločnosť stáva „hrou nulového súčtu“, v ktorej rast jedného parametra vedie k poklesu druhého.

Zdá sa, že technologický pokrok, často ponúkaný ako prostriedok na vyhnutie sa prírodným hraniciam, vedie k ďalším ťažkostiam. Ak by umožnil vyhnúť sa železnej klietke hraníc zásob prírodných zdrojov, spoločnosť by sa ocitla pred politickými komplikáciami a nepredvídaným vplyvom na ekologické systémy a tradičný spôsob života.

Spomenuté nedostatky sú predzvesťou nevyhnutnej zmeny predpokladaného trendu vývoja spoločnosti. Treba opustiť vládu *homo economicus* a vrátiť sa k oceňovaniu úlohy človeka najprv ako občana a až potom ako konzumenta. Ísť takouto zmenenou cestou znamená uznať našu schopnosť uvažovať o veciach spoločného záujmu a nevyhnutnosť, že tak robíme.

Vedy o Zemi vymedzujú prirodzenú hranicu využívanie zásob a ekosystémov, hranicu, ktorú spoločnosť, ak má prežiť a prosperovať, musí rešpektovať. Preto, aby sme čelili dôsledkom *homo economicus*, musíme sa zmocniť schopností verejného uvažovania, od ktorého spoločnosť tradične závisí. Politika nemusí byť iracionálnym, deliacim procesom, akým príliš často je. Skôr by sa malo k verejnému životu pristupovať v súlade s Aristotelovým „phronesis“ (prezieravosť alebo dobrý úsudok), a tak prejavíť schopnosť rozumne uvažovať o veciach verejného záujmu. Musíme prebudovať spoločnosť, aby sa vytvorili podmienky na verejnú interakciu a debatu (napr. o dedinskej zeleni). Aby bola verejná výmena náhľadov fundovaná debatou, musí mať verejný prístup k informáciám potrebným na verejnú úvahu o ďalšom smerovaní ľudstva. A tu môžu mať vedy o Zemi nezastupiteľné miesto.

Od geovedcov sa bude v stále väčšej miere žiadať hodnotenie zdrojov podzemnej vody, nerastných surovín, ako aj zmierniť geologické riziká ap.

Treba opustiť vládu homo economicus a vrátiť sa k oceňovaniu úlohy človeka najprv ako občana a až potom ako konzumenta. Ísť takouto zmenenou cestou znamená uznať našu schopnosť uvažovať o veciach spoločného záujmu a nevyhnutnosť, že tak robíme.

Je prirodzené, že geovedci nebudú poskytovať jednoduché odpovede na to, ako zmieriť skupiny rozporných hodnôt v rámci verejných debát. Ako konštatuje Daniel Sarevitz vo svojom diele *Hranice ilúzie: veda, technológia a politika pokroku* (1996), mýtus autoritatívnosti, teda viera, že odpoveď na mnohé otázky verejnej politiky môže dať skôr veda ako politika, spôsobila nevýslovnú škodu obidvom - vede aj verejnej sfére. Geovedci majú základnú úlohu nielen poskytovať informácie o Zemi na verejné debaty, ale aj zúčastňovať sa na nich. Táto príležitosť zahŕňa aj výzvu. Aby mali geovedci úspech ako verejní vedci, musia byť schopní „kontextovať“ geologické poznatky, zasadzovať ich do celospoločenského rámca. Tento mandát sa vedcom vracia v súlade s pôvodným významom titulu PhD, hodnotí doktor filozofie, ktorá označuje tých, čo na osobitnom poli využívajú svoju odbornosť na službu verejnosti či verejnému dobru.

Bieda nášho chápania verejnej oblasti, zakorenená hlboko v predstavách o racionalite a ľudskej povahe, skresľuje všetky naše verejné debaty. Zároveň odhaľuje geovedcov od toho, aby zaujali v spoločnosti miesto, aké im zákonite patrí. Je zrejmé, že geovedci sami nemôžu zmeniť politickú filozofiu kultúry. Môžu však povzbudiť takýto pokrok výchovou študentov, kole-

gov a nás do plnenia verejnej úlohy vedcov o Zemi, ktorej dôležitosť v súčasnosti rýchlo rastie. A keďže sa takýto výchovný proces už začína, veríme, že geovedci nájdu svoje správne miesto v strede verejných záujmov.

Podľa nižšie uvedeného zdroja
pre *Geovestník* spracoval P. Grecula

Naším čitateľom predkladáme filozofickú úvahu Roberta Frodemana (uverejnenú v časopise *Geotimes*, 1997, č. 3) o postavení geológie, resp. vied o Zemi v súčasnej spoločnosti, v blízkej i vzdialenejšej budúcnosti. Autor má PhD z filozofie a M. S. z vied o Zemi. Prednášal a píše o vede a verejnej politike, je konzultantom Geologickej služby USA (U. S. Geological Survey), prednáša filozofiu a verejnú politiku na Univerzite Forta Lewisa v Durangu (Fort Lewis College, Colorado) dielo *Geofilozofia: Vedy o Zemi a súčasná kultúra*.

Predpokladáme, že téma zaujme našich čitateľov, najmä závery úvahy, ktoré sú aktuálne aj pre nás.

Bratislavská vedecká škola štruktúrnej mineralógie a jej predstaviteľia

Geovedy sa ako celok sústreďujú na všeobecné bádateľské a zároveň aj na výrazne regionálne a aplikované aspekty, pričom aplikáciu poznatkov - najmä v ostatom desaťročí - ani v najmenšom nemožno pokladať za niečo dehonestujúce.

Podľa objektu štúdia, no najmä podľa metód používaných vo vedách o abiotickéj prírode je veľká variabilita odborov. Pritom sa ich poznatky spravidla hodnotia podľa toho, či sú pre ten-ktorý región nové, alebo majú všeobecnú platnosť. Medzi odbory, ktorých výsledky vstupujú do svetových databáz a majú - aj keď často iba časovo obmedzenú - všeobecnú platnosť, patrí aj kryštalografia a štruktúrna mineralógia. Ide o vyhranené exaktné mineralogické špecializácie s nezastupiteľným miestom medzi vedami o abiotickéj prírode. A práve v týchto disciplínach dosiahol Slovensko z medzinárodného pohľadu výrazne nadštandardnú, resp. v rámci „starého kontinentu“ špičkovú úroveň.

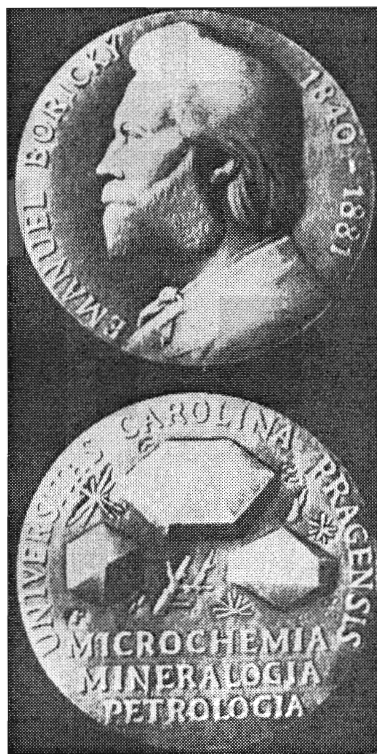
Na to, aby sa mohlo hovoriť o vedeckej škole, treba splniť spravidla nasledujúce základné požiadavky:

1. Vedecká škola má svojho „zakladateľa“, vyhranenú vedeckú osobnosť s medzinárodnou reputáciou, ktorá vchovala a na ďalšiu prácu v odbore usmernila svojich žiakov.

2. Vedecká škola môže mať takpovediac „domácu“ úroveň, keď jej príslušníci výrazne ovplyvňujú smer výskumu doma; jej výstupy predstavujú špičkové výsledky v rámci štátu alebo v spoločenstve susedných štátov.

3. Naozajstná vedecká škola, t.j. škola so širokým medzinárodným ohlasom, výsledkami významne prekračuje štátne hranice a jej členovia sú v povedomí svetovej odbornej komunity. Formálne sa to prejavuje napr. členstvom v redakčných radách prestížnych medzinárodných vedeckých periodík, pozvaniami referovať na medzinárodných vedeckých konferenciách, sympóziách a kongresoch, funkciami v medzinárodných orgánoch a organizáciách, vedením široko koncipovaných medzinárodných vedeckovýskumných projektov a i. Je prirodzené, že členovia prestížnej vedeckej školy publikujú v autoritatívnych svetových periodikách a na ich práce je mnoho ohlasov evidovaných SCI.

Z vied o neživej prírode nijaký odbor na Slovensku nedosiahol takú vysokú medzinárodnú úroveň ako práve štruktúrna mineralógia (kryšta-



Obr. 1. Bořického medaila.

lografia). Pre budúcich historikov prírodných vied uvádzame aspoň základné údaje o jej predstaviteľoch, Ing. Slavomilovi Durovičovi, CSc., prof. Ing. Vladimírovi Kupčíkovi (†) a prof. RNDr. Emilovi Makovickom.

Jedným z impulzov napísať tieto riadky bolo udelenie prestížnej Medaily Emanuela Bořického 15. októbra 1997 Prírodovedeckou fakultou Karlovej univerzity v Prahe prof. Emilovi Makovickému z Kráľovskej univerzity v Kodani. Bola to 27. udelená Bořického medaila, pričom si u nás doma takmer nik nevšimol, že 26. Bořického medailu dostal Ing. Slavomil Durovič, CSc., 25. apríla 1995. Fakt, že ide o mimoriadne vysoké vedecké ocenenie, potvrdzuje aj to, že medzi držiteľmi tejto medaily sú aj také osobnosti geologických vied ako prof. Ernst Niggli jun., prof. T. G. Sahama a i.

Prof. Emanuel Bořický (1840-1881) začal svoju vedeckú kariéru ako asistent prof. Zepharovicha v mineralogickom ústave pražskej univerzity. Roku 1880 ho vymenovali za riadneho profesora. Nešťastný pád na zamrzutej Vltave mu spôsobil vnútorné zranenie, ktorému 27. januára 1881 podľahol.

Prof. E. Bořický patril medzi nemnohých vedcov, ktorí sa naplno venovali výskumu hornín novou metódou - štúdiom v polarizačnom mikroskope. Napísal niekoľko monografií o efuziách Českého masívu. O výsledkoch jeho práce sa veľmi pochvalne vyjadrili klasici mikroskopickkej petrografie, napr. prof. Zirkel a H. Rosenbusch. E. Bořický sa stal medzinárodne uznávanou autoritou najmä vypracovaním mikrochemických metód na určovanie horninotvorných minerálov vo výbrusoch. Po zverejnení metódy ho navštevoval rad zahraničných bádateľov. Ako to často býva, aj prof. E. Bořického v cudzine oceňovali viac ako doma.

Prírodovedecká fakulta Karlovej univerzity udeľuje Bořického medailu od roku 1965 domácim aj zahraničným vedcom, ktorí veľmi významne ovplyvnili štúdium minerálov a hornín.

Slavomil Ďurovič (*1929)

Slavomil Ďurovič vysokoškolské štúdiá v odbore chemickotechnologických inžinierstva absolvoval v rokoch 1948-1950 na Slovenskej vysokej škole technickej v Bratislave a potom (1950-1952) na Chemickotechnologickej fakulte ČVUT v Prahe s vyznamenaním.

Na katedre mineralógie a kryštalografie vtedajšej Fakulty geologicko-geografických vied a Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave pôsobil v rokoch 1952-1960 ako asistent a neskôr ako odborný asistent.

Na toto jeho účinkovanie na univerzite majú nezabudnuteľné spomienky desiatky (stovky?) študentov geológie a chemickotechnologického inžinierstva.

Dokonalá príprava na každú prednášku, vysoká jazyková kultúra, prísne rozlišovanie faktov od predpokladov, ale aj vhodné spetrovanie náročnej látky poznámkami na ľahšiu tému (Ďurovičové vice) boli príčinou, že aj keď tých, čo na prvý pokus „nepreskočili“, bolo neúrekom, v mysliach všetkých, ktorí kurzom štruktúrnej mineralógie prešli, zostal S. Ďurovič vzorom náročného pedagóga, no aj priateľa, nezištného radcu a pobádateľa do tvorivej práce. A že semienko, ktoré zasial v prípade Vladimíra Kupčika a Emila Makovického, aj vzkličilo a prinieslo úrodu, potvrdíme ďalej.

Roku 1960 musel S. Ďurovič z fakulty odísť, pretože „poštal študentov proti strane“. Stal sa vedeckým asistentom Výskumného ústavu hutníckej keramiky v Bratislave a po obhájení kandidátskej dizertačnej práce Kryštálová štruktúra mullitu a jej vzťah na kryštálovej štruktúre sillimanitu na UK v Bratislave vedeckým pracovníkom. Od roku 1962 pracoval ako vedecký pracovník v Ústave anorganickej chémie SAV v Bratislave, od roku 1992 na skrátený pracovný úväzok.

Napriek tomu, že S. Ďurovič príležitostne prednášal štruktúru mineralógiu študentom chémie (a doktorandom geológie) na Prírodovedeckej fakulte UK a na Chemickotechnologickej fakulte STU v Bratislave, podľa nášho náhľadu jeho erudícia, pedagogické majstrovstvo a invencia zostali - na veľkú škodu slovenskej mineralógie - nevyužitú.

S. Ďurovič bol roku 1965 na polročnej stáži v Ústave pre výskum štruktúr Akadémie vied v Berlíne, kde pôsobil ako asistent v letnej škole o OD štruktúrach pod vedením prof. K. Dornbergerovej-Schiffovej, s ktorou potom spolupracoval v oblasti polytypizmu fylosilikátov až do jej smrti roku 1981. Od roku 1968 v tejto oblasti trvá jeho úzka spolupráca s doc. Z. Weissom z Ostravy.

V rokoch 1966-1967 bol na dvojročnej postdoktorskej stáži na katedre geológie McGillovej univerzity v Montreale (Kanada), kde vyriešil kryštálovú štruktúru (OD) corderoitu (γ -Hg₂S₂Cl₂).

V školskom roku 1969-1970 dostal štipendium od Humboldtovej nadácie. Pracoval v mineralogickom ústave Univerzity v Göttingene a na požiadanie jeho riaditeľa prof. V. Kupčika viedol dvojsemestrový kurz o OD štruktúrach. V septembri 1997 z iniciatívy prof. E. Makovického viedol 5-dňový kurz o OD štruktúrach a polytypoch na Univerzite v Kodani.

S. Ďurovič sa zúčastnil na tvorbe zásad usťatovania slovenských názvov minerálov a na tvorbe základných českých a slovenských kryštalografických termínov. V rokoch 1979-1984 bol členom ad hoc komisie pre názvoslovie neusporiadaných, modulovaných a polytypických štruktúr pri Medzinárodnej kryštalografickej únii.

Je autorom alebo spoluautorom 102 publikácií (na požiadanie Medzinárodnej kryštalografickej únie aj kapitoly o polytypizme v publikácii International Tables for Crystallography. Práce S. Ďuroviča mali dobrý ohlas aj v medzinárodných referenčných databázach. Potvrdzuje to vyše 350 citácií v prácach evidovaných v SCI a ďalších 120 v učebniciach, zahraničných a domácich periodikách a zborníkoch. Výsledky svojich prác S. Ďurovič prezentoval na 70 vedeckých akciách v zahraničí a doma s medzinárodnou účasťou, z toho 15 plenných prednášok na pozvanie. Roku 1968 dostal cenu SAV, roku 1989 Zlatú medailu SAV a roku 1995 Boříckého medailu Prírodovedeckej fakulty Karlovej univerzity v Prahe.

Nateraz posledným medzinárodným vystúpením S. Ďuroviča bola vyžiadaná prednáška Základy OD teórie na prvej škole Európskej mineralogickej únie o modulárnych aspektoch minerálov v decembri 1997 v Budapešti.

Vladimír Kupčik (1934-1990)

(Text je spracovaný podľa nekrológu S. Ďuroviča uverejneného v Bulletinu kryštalografickej spoločnosti 1991, s. 31-37).

Vladimír Kupčik zmaturoval v Brne a na jeseň 1952 sa zapísal na Chemickú fakultu Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave. Už počas

štúdiu inklinoval na kryštalografiu a pri výbere jeho budúcej profesionálnej kariéry zohrala kľúčovú úlohu osobnosť jeho učiteľa Slavomila Ďuroviča.

Vysokoškolské štúdiá skončil roku 1956 s vyznamenaním a hneď nastúpil na katedru mineralógie a kryštalografie Fakulty geologicko-geografických vied Univerzity Komenského ako asistent.

Vladimír Kupčik bol fanatikom vedy. Pretože (podobne ako väčšina vtedajších asistentov) nemal byt, býval na katedre a spával na nafukovacom matraci. Pritom vôbec nebol orientovaný jednostranne: skladal básne, skomponoval dokonca operu, mal slušný prehľad v hudbe aj v literatúre. Jeho zásluhou sa kryštálová štruktúrna analýza udomácnila na katedre. Sám zaobstaral Beersove a Lipsonove „stripsy“ a za výdatnej pomoci Allana Linka z Ústavu technickej fyziky ČSAV v Prahe naučil záujemcov počítať Fourierove syntézy, pričom jedinou technickou pomôckou bol kancelársky kalkulátor.

Oblasťou, ktorá nadiho výrazne ovplyvnila Kupčikov vedecký profil, sa stali sulfosoly, ktoré sú hojne v slovenských ložiskách polymetalických rúd. Identifikovať tieto minerály klasickými debevgramami nebolo možno, a to jednak preto, že sa o ich štruktúrach vedelo veľmi málo, ale aj preto, že ide o modulárne štruktúry, a tak sa ich praskové záznamy správajú takmer ako záznamy zmesi. V. Kupčik veľmi rýchlo pochopil, že bez monokryštálových defrakčných metód a vybudovania systematiky sa nedá dospieť k úspechu. Postupoval od jednoduchšieho k zložitejšiemu: vyriešil štruktúry emplektitu CuBi₂S₂, bizmutínu Bi₂S₃ a rozhodujúcim spôsobom sa zaslúžil o rehabilitáciu lilliantu Pb₃Bi₂S₆. Zovšeobecňujúce poznatky zhrnul v kandidátskej dizertačnej práci Príspevok ku kryštalochémii Bi³⁺ v sulfidoch a sulfidných zlúčeninách, ktorú obhájil na jar 1965.

V. Kupčik skoro získal výborného spolupracovníka v osobe svojho študenta Emila Makovického. Konkrétnym výsledkom ich úzkej spolupráce bolo objavenie (spolu so S. Koděrom) nového minerálu - hodrušitu (Pb, Ag, Bi) Cu₄Bi₅S₁₁.

Roku 1967 V. Kupčik získal štipendium Humboldtovej nadácie a pracoval v mineralogicko-kryštalografickom ústave Univerzity v Göttingene u profesora J. Zemanna, kde svojho času pôsobil legendárny V. M. Goldschmidt. V rámci štipendijného pobytu vyriešil štruktúru kermezit (experimentálnym materiálom mu bol kermezit z Pezinka), na ktorej si už viacerí renomovaní kryštalografi „vytlácali zuby“. Pritom sa ukázalo, že predchádzajúce ťažkosti vyplývali z OD štruktúry tohto minerálu.

Úspešné vyriešenie kermezitovej štruktúry bolo začiatkom procesu a na jeho konci bolo vymenovanie V. Kupčika za profesora a riaditeľa mineralogicko-kryštalografického ústavu Univerzity v Göttingene. V tom čase totiž zomrel riaditeľ mineralogicko-kryštalografického ústavu Univerzity vo Viedni profesor Felix Machatschki a profesora J. Zemanna povolali na jeho miesto. Takmer z recesie sa V. Kupčik prihlásil do konkurzu na uprázdnené miesto riaditeľa göttingenského ústavu a konkurz vyhral. Po skončení štipendijného pobytu sa začiatkom roka 1968 nakrátko vrátil do Bratislavy, usporiadal si veci a so súhlasom vtedajších slovenských školských orgánov sa v Göttingene ujal novej funkcie. Udalosti v Československu sa v tom čase už oberali neblahým smerom. „Normalizátori“ postupne nahrádzali dubčekovskú politickú garnitúru a nechceli ani počuť o záväzkoch svojich predchodcov. Niekedy na jar 1970 dostal V. Kupčik osudný list, v ktorom ho vyzvali, aby sa do konca augusta vrátil domov. Jeho odvolania zostali bez odpovede, a tak sa s ťažkým srdcom rozhodol zostať v cudzine. Uvedomil si zodpovednosť za ústav, v ktorom sa so skončením pracovného pomeru riaditeľa končí aj pracovný pomer všetkých zamestnancov. O hlbokom neproklamovanom, no o to intenzívnejšie prežívanom patriotizme V. Kupčik svedčí, že nikdy nepožiadala o politický azyl. Vyhlásoval, že naň nemá právo, pretože doma nebol politicky prenasledovaný. Preto sa uspokojil s cudzieckým pasom a s obmedzením cestovania, ktoré z neho vyplývalo.

Prof. V. Kupčik sa v 80. rokoch venoval novej úlohe - konštrukcii 5-kruhového monokryštálového difraktometra na synchrotrónové žiarenie. Jeho skupina pracovala v HASYLAB v Hamburgu a v krátkom čase projekt úspešne zvládla. Už roku 1984 - ako svetový primát - získala difrakčný záznam fluoritu (CaF₂) z kryštálu mikrónových rozmerov.

V. Kupčik sa mohol vrátiť domov - aj keď iba na krátku návštevu - až po novembri 1989. Pozvali sme ho na slávnostnú konferenciu pri 50. výročí vzniku katedry mineralógie na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. Bolo to 5. apríla 1990. Prišiel aj so svojou druhou manželkou Christou (zosobášil sa s ňou po smrti prvej manželky Bernadetty) a predniesol vynikajúci referát o použití synchrotrónového žiarenia v štruktúrnej analýze. Jeho vedecký prínos ocenila Prírodovedecká fakulta UK zlatou medailou.

V. Kupčik zomrel 13. júna 1990. Jeho smrť urobila navždy koniec plánom o spolupráci v budúcnosti. V. Kupčik uzavrel jednu kapitolu slovenskej, československej i európskej kryštalografie, do ktorej sa životom a dielom tak výrazne zapísal.

D. Hovorka

Emil Makovický (1940)

Emil Makovický študoval v rokoch 1957-1962 na Prírodovedeckej fakulte UK a absolvoval ju s vyznamenaním. Ďalších päť rokov pôsobil ako asistent na katedre mineralógie a kryštalografie. Titul RNDr. získal roku 1967 a v tom istom roku dostal doktorandské štipendium na katedre geologických vied McGillovej Univerzity v Montreale (Kanada). Roku 1970 tam obhájil dizertáciu PhD Kryštalografia cylindritu: kryštalová štruktúra a chemické zloženie. Ďalšie dva roky strávil ako výskumný pracovník katedry geológie a geofyziky Yalskej univerzity (New Haven, USA). Roku 1972 ho po konkurze prijali ako lektora mineralógie, kryštalografie a kryštalochémie do mineralogického ústavu Univerzity v Kodani (Dánsko), kde sa roku 1989 habilitoval a roku 1995 ho vymenovali za profesora.

Emil Makovický začal samostatne vedecky pracovať na katedre mineralógie a kryštalografie v Bratislave pestovaním kryštálov sadrovca, avšak rozhodujúcim motívom, ktorý určil jeho ďalšiu činnosť, boli sulfosoli, ktorým sa v tom čase venoval jeho starší kolega Ing. Vladimír Kupčik. Ich spoločné úsilie viedlo roku 1967 k objavu nového minerálu (Pb, Ag, Bi) $\text{Cu}_4\text{Bi}_5\text{S}_{11}$, ktorý dostal podľa lokality, kde ho našiel M. Koděra, názov hodrušit. Z tohto obdobia pochádza aj Makovického prehľadný článok o sulfosoliach prvkov 5. skupiny, ktorý už predznamenal jeho systematický prístup k práci.

„Skúškou ohňom“ prešiel E. Makovický v Montreale, kde mu prof. Dr. A. J. Frueh Jr zveril štúdium štruktúry cylindritu. Vo svetle jeho neskorších prác sa štruktúra tohto minerálu ukazuje ako jedna z najkomplikovanejších, avšak E. Makovický sa úlohy zmocnil úspešne.

Z Montrealu sa už E. Makovický domov nevrátil. Po tragických udalostiach v auguste roku 1968 a nasledujúcej „normalizácii“ vyžadovali československé zastupiteľské úrady od našich zahraničných stážístov súhlas so vstupom „spriatelnených armád“. E. Makovický odmietol, a tak sa aj s manželkou Milotou (tiež absolventkou bratislavskej Prírodovedeckej fakulty UK) stal emigrantom. Významným pre ďalší vedecký vývoj manželskej dvojice bol ich dvojročný pobyt na Yalskej univerzite, kde sa pod vedením prof. B. J. Skinnera zapojili do experimentálnych štúdií Cu-Ad-S, Cu-Sb-S a príbuzných sústav. Výsledky spolu s terénnym výskumom a riešením kryštálových štruktúr vniesli poriadok do systematiky príslušných minerálov a jasne ukázali, že bez takého prístupu sa moderná mineralógia nezaobíde.

Po „urobení poriadku“ v sulfosoliach Cu (aj tetraedritov!) treba spomenúť najmä sériu publikácií o homologickom rade rehabilitovaného lilianitu (Pb-Bi-Ag sulfosoli) a panovitu (Cu-Ag-Bi-Pb sulfosoli), ako aj o členoch ďalších homologických radov. E. Makovický zásadne ovplyvnil poznatky o týchto radoch tým, že ukázal, akú rolu majú moduly tvoriace štruktúry ich členov, aké faktory ovplyvňujú ich veľkosť, ako sa navzájom kombinujú a vypracoval aj príslušnú nomenklatúru. V tomto odbore sa stal autoritou vo svetovom meradle. V takomto kontexte stojí za zmienku výrok známeho švajčiarskeho profesora W. Nowackiho, ktorý už roku 1980 na konferencii Nemeckej mineralogickej spoločnosti v Göttingene uviedol prednášku E. Makovického slovami: „...pán Makovický dnes pravdepodobne vôbec najlepšie rozumie štruktúram sulfosolí.“

Riešenie štruktúr sulfosolí naráža na rad ťažkostí. Vyskytujú sa tu v hojnej miere nesúmerateľné, modelované aj polytypické OD štruktúry,



Obr. 3. Odovzdávanie Bořického medaily - prof. Makovický vpravo.

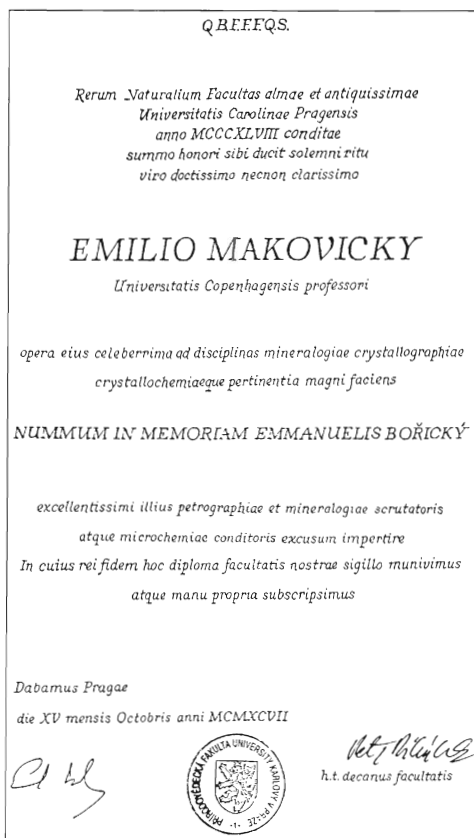
ktoré vyžadujú netradičný prístup. Potrebné vedomosti E. Makovický okrem individuálneho štúdia získal aj účasťou na deviatich letných školách a kurzoch, na dvoch posledných, už ako prednášajúci.

S E. Makovickým nedokáže spolupracovať každý. Toho, kto takúto výzvu prijme, čaká tvrdá práca. Z jeho spolupracovníkov a spoluautorov treba v prvom rade spomenúť jeho manželku Milotu, ktorá sa úspešne venuje experimentálnemu bádaniu fázových rovnováh a mikroanalýzám, ďalej (okrem už spomenutého V. Kupčika a B. J. Skinnera) mená, ako je S. Karup-Moeller (zo susedného petrologického ústavu v Kodani), Z. Johan (Orléans, Francúzsko), W. G. Mumme (Melbourne, Austrália), B. G. Hyde (Canberra, Austrália) a teraz aj T. Balič-Zunič (pôvodom z Juhoslávie, terajší Makovického kolega v ústave). Zoznam publikácií E. Makovického obsahuje 110 položiek, čo je ročne 1-12 prác, v priemere štyri za rok.

Medzi záľubami E. Makovického má osobitné miesto symetrológia, najmä analýza symetrie vo výtvarnom umení. Spomenieme aspoň analýzu malieb Hansa Hinterreitera, ale najmä rozsiahle publikácie o islámskych ornamentoch z Alhambry v Granade (na tento projekt dostal dokonca grant od španielskeho ministerstva školstva a vedy). E. Makovický vidí skratka veci a ich súvislosti aj tam, kde ich mnohí iní (okrem iných aj kryštalografi) nevidia. Nie náhodou si tému Prechádzka kryštalografa po Alhambre zvolil aj pre slávnostnú prednášku v Prahe po udelení Bořického medaily.

Práca E. Makovického obohatila mineralógiu aj o nové minerály, ktoré objavil, definoval a ktoré uznalo aj príslušné grémium Medzinárodnej mineralogickej asociácie. Ide o inkait, skinnerit, eskimoit, vikingit, treasutit, aurayit a mummeit. Ale pociťujú aj jeho: minerál zloženia $\text{Ag}_{1.5}\text{Bi}_{5.5}\text{S}$, patriaci do homologického radu pavonitu, nájdený v Baita Bihorului (Rumunsko), L. Žák, J. Frýd (Praha), W. G. Mumme (Melbourne) a W. H. Paar (Salzburg) pomenovali makovickyit.

Na záver malé zamyslenie. Vlado Kupčik aj Emil Makovický vyšli z katedry mineralógie a kryštalografie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave. Vinou politických okolností sa obaja stali emigrantmi a na zahraničných pracoviskách vytvorili osobitné vedecké školy. Až do novembra 1989 bola vedecká komunikácia s nimi komplikovaná (avšak, ak bola vôľa, možná). Po novembri 1989 pri oslavách 50. výročia vzniku katedry mineralógie a petrografie obidvaja ponúkli pomoc svojim slovenským kolegom (Vladimír Kupčik, žiaľ, onedlho predčasne zomrel).



Obr. 2. Diplom o udelení Bořického medaily prof. Makovickému.

S. Ďurovič

150. výročie založenia Uhorskej geologickej spoločnosti

Rok 1998 je jubilejným pre Maďarskú aj Slovenskú geologickú spoločnosť. Uhorská geologická spoločnosť vznikla 3. januára 1848, keď sa na pozvanie bratov Františka a Augustína Kubinyiovcov zišiel krúžok prírodovedcov v zemianskej kúrii tejto rodiny vo Vidinej pri Lučenci. Na schôdzke sa popri spomenutých bratoch zúčastnil aj Christian Andreas von Zipser, Ján Pettko a Jozef Marschan. Táto skupinka prírodovedcov, ktorej predsedal Augustín Kubinyi, konala ako zakladajúci výbor Uhorskej geologickej spoločnosti a na 18. a 19. august toho istého roku zvolala aj jej prvý zjazd.

Účastníci pamätného stretnutia vo Vidinej František a Augustín Kubinyiovcovia pochádzali zo starého hornouhorskeho šľachtického rodu, ktorý v 13. stor. vlastnil pozemky v Liptove a neskôr (v 14. stor.) zamenil liptovské panstvo za hornokubínske na Orave (odtiaľ pochádza rodové meno Kubinyi). Jedna vetva tohto rodu sa usadila aj v Novohrade. Obidvaja bratia sa narodili vo Vidinej (František 21. marca 1796 a Augustín 30. mája 1799). František bol politikom a cestovateľom, ale zaoberal sa aj prírodnými vedami a archeológiou. Stal sa korešpondujúcim členom Uhorskej akadémie a neskôr ho zvolili za jej čestného člena. Zaslúžil sa o rozvoj geológie, archeológie a histórie v Uhorsku. Augustín bol nadšeným milovníkom prírodných vied a zberateľom. Roku 1843 ho vymenovali za riaditeľa Národného múzea v Budapešti. Venoval sa múzejníctvu, botanike a starožitnostiam. Obidvaja bratia zomreli krátko po sebe v Budapešti (Augustín 19. septembra 1873 a František 28. marca 1874).

Ján Pettko, rodák z Drietomy pri Trenčíne (narodený 16. decembra 1812), bol bankovým inžinierom, absolventom banskoštiavnickej banskej akadémie. Vzdelanie si dopĺňal vo Viedni a v Nemecku. Vrátil sa na svoju alma mater a pôsobil tam ako zastupujúci profesor a vedúci katedry geológie, paleontológie a mineralógie, neskôr ako riadny profesor. Zomrel 26. októbra 1890. Ako geológ pracoval v stredoslovenských neovulkanitoch, na Záhorí a v severnej časti Malých Karpát.



Christian Andreas von Zipser sa narodil v Győri 25. novembra 1783. Najprv bol učiteľom v Brne, potom vyštudoval prírodné vedy a získal doktorát filozofie. Po štúdiách pôsobil v Banskej Bystrici ako profesor a potom ako riaditeľ vyššej evanjelickej dievčenskej školy. Bol uznávaným paleontológom a mineralógom. Zomrel v Banskej Bystrici 20. februára 1864.

Jozef Marchan bol štiavnickým profesorom.

Revolučné udalosti, ktoré krátko po založení geologickej spoločnosti vo Vidinej nastali, znemožnili jej bezprostrednú aktivizáciu. Plánovaný prvý zjazd sa nekonal a spoločnosť sa aktivizovala až roku 1850. 6. júla 1850 sa zišli uhorskí geológovia a mineralógovia, odobrili zakladajúci akt spoločnosti vo Vidinej a potvrdili vo funkcii predsedu Augustína Kubinyiho, za podpredsedu zvolili jeho brata Františka, hlavným

tajníkom sa stal Július Kovách a druhým tajníkom Jozef Szabo, neskôr prvý riaditeľ C. k. uhorského geologického ústavu v Budapešti (1869). Tento výbor viedol spoločnosť pätnásť rokov (1850-1865).

Geologická spoločnosť založená vo Vidinej roku 1848 bola prvým vedeckým spolkom v Uhorsku. Je koreňom, z ktorého vyrástla dnešná Maďarská, ale aj Slovenská geologická spoločnosť. V polovici 19. stor. sa montanistická činnosť a ňou motivovaný mineralogický a geologický výskum vykonávali hlavne na území Horného Uhorska, čiže na dnešnom území Slovenskej republiky. Z tohto územia pochádzali, resp. na ňom pôsobili aj zakladatelia spoločnosti. Jej najaktívnejšia pobočka vznikla roku 1871 v Banskej Štiavnici. Významnými členmi spoločnosti až do rozpadu Rakúsko-Uhorska boli mnohí prírodovedci nariadení na Slovensku a ďalší, ktorých veľká časť činnosti alebo celoživotná profesionálna kariéra sa odohrávala na Slovensku. To sú zásadné dôvody, pre ktoré Uhorskú geologickú spoločnosť treba pokladať za predchodcu súčasnej Slovenskej geologickej spoločnosti.

Roku 1993 pri 145. výročí založenia Uhorskej geologickej spoločnosti z popudu vtedajšieho predsedníctva Maďarskej geologickej spoločnosti a v spolupráci s predsedníctvom Slovenskej geologickej spoločnosti bola vo Vidinej odhalená pamätná doska (obr. 1). Je umiestnená vo vnútornom nádvorí kúrie, v ktorej sa zasadnutie spomenutého prípravného výboru uskutočnilo (obr. 2). Kúria je v súčasnosti cirkevným objektom. Sídli v nej komunita misionárov Spoločnosti Božieho Slova (SDV alebo verbisti), v ktorej sa pripravujú slovenskí študenti teológie - členovia SDV - na misijnú činnosť v zámorí.

Zaujímci o návštevu tohto pamätného miesta prichádzajúci od Zvolena po ceste E 571 sa k nemu môžu dostať po odbočení z hlavnej cesty pred Lučencom do Vidinej. Kúria je uprostred obce vpravo od cesty a prístup k pamätnej doske cez bočný vchod do nádvorja kúrie.

D. Vass

Laboratórne metódy výskumu nerudných surovín

Vladimír Šucha a kolektív

Príručka má formu vysokoškolských skript a poskytuje základné informácie o najdôležitejších laboratórnych metódach identifikácie vlastností nerudných surovín. Je zameraná najmä na výber vzoriek, prípravu preparátov a hodnotenie získaných analytických výstupov.

Poskytuje informácie o nasledujúcich základných metódach:

Röntgenová prášková difrakcia (V. Šucha)
Transmisná elektrónová mikroskopia (V. Šucha)
Riadkovacia elektrónová mikroskopia (V. Šucha)
Sorpčné a povrchové vlastnosti surovín (V. Šucha)

Infračervená spektroskopia (J. Madejová)
Mössbauerova spektroskopia (P. Komadel)
Nukleárna magnetická rezonančná spektroskopia (P. Komadel)
Termická analýza (L. Turanová a J. Turan)

140-stránkové skriptá vydalo roku 1996 Vydavateľstvo Univerzity Komenského. Možno ich kúpiť v predajni na Prírodovedeckej fakulte UK alebo objednať na adrese: Igor Lapoš, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava. Cena je 75,- Sk.

Aktuálne problémy Spišsko-gemerského rudohoria

(F BERG, TU Košice, 25. 2. 1998 - prednáškové popoludnie)

S. W. FARYAD

Metamorfóza rakoveckej jednotky a jej význam pre rekonštrukciu variského tektonometamorfného vývoja gemerika

Rakovecká jednotka je v rámci staršieho paleozoika gemerika výnimočná prevahou metabazitov, ktoré majú zloženie porovnateľné s bazaltmi stredo-oceánskeho dna (Grecula, 1982; Ivan, 1984). Metamorfna minerálna asociácia v metabazitoch (albit, aktinolit, epidot, chlorit) poukazuje na P-T podmienky fácie zelených bridlíc, ale osobitosťou sú amfiboly zloženia taramitu z oblasti Rakovca (Hovorka et al., 1988; Faryad a Bernhardt, 1996). Tento druh amfibolu je známy z amfibolizovaných eklogitov a môže indikovať relatívne vysoký tlak metamorfózy. Podrobné mineralogické mapovanie ukázalo, že metabazity pri Rakovci okrem taramitu v sz. časti rakoveckej jednotky obsahujú aktinolit s vyšším obsahom Na, ako má aktinolit známy z gelnickej, resp. východnej časti rakoveckej jednotky. Za indikátor relatívne vysokého tlaku metamorfnych podmienok sa pokladá aj vysoký obsah Na vo vápenatom amfibole. Tento poznatok spolu s údajmi o štruktúrnom výskume rakoveckej jednotky môže pomôcť pri analýze tektonometamorfného vývoja sledovanej oblasti. Štruktúrne údaje (Rozložník, 1965; Bajanič, 1969; Konečný, 1979) ukazujú, že metamorfna bridličnatosť hornín rakoveckej jednotky je väčšinou totožná s vrstvositosťou a má sklon na S. Rovnaký sklon majú aj plochy metamorfnej bridličnatosti hornín rulovo-amfibolitového komplexu v oblasti Rudnianskej Klátovej. Podľa údajov Rozložníka a Sasváriho (1985) sú aj osi vrás v rulovo-amfibolitovom komplexe a v rakoveckej jednotke v oblasti Rudnianskej klátovej na S a poukazujú na južnú vergenciu vrásnenia. Podľa pozície vrchného karbónu treba predpokladať, že sa táto stavba vytvorila pred ním. Relatívne vysoký tlak a vergencia vrás môžu signalizovať variskú juhovergentnú príkrovovú tektoniku (Plašienka, 1992), ktorá viedla k vynoreniu sa relatívne hlboko ponorených hornín rakoveckej jednotky. Pozícia rulovo-amfibolitového komplexu s rakoveckou jednotkou je porovnateľná s dvojetážovou variskou stavbou ostatných jednotiek Západných Karpát (Putiš, 1992; Bezák, 1994). Spodná jednotka zodpovedá slabo metamorfovaným horninám staršieho paleozoika gemerika a vrchnú reprezentuje rulovo-amfibolitový komplex.

Z. NÉMETH a L. GAZDAČKO

Nové poznatky o geologickej stavbe severogemerickkej zóny

Severogemerická zóna je tektonicky a litofaciálne zložitým rozhraním gemerika s veporikom. Od prvej charakteristiky jej hornín (Štúr, 1869; Hauer, 1869) sa výskum už takmer 130 rokov sústreďuje na otázku existencie príkrovu Bôrky (meliatika) v tejto zóne.

Štruktúrnym výskumom a geologickým mapovaním sa nám v posledných rokoch podarilo zistiť litologické a tektonické osobitosti časti sedimentárnych súborov, ktoré umožňujú korelovať tektonizované horizonty príkrovu Bôrky v nižnoslanskej depresii (západná časť gemerika) s podobným horizontom pod Murovanou skalou vo východnej časti gemerika. Pri najnovšom geologickom mapovaní vo východnej časti severogemerickkej zóny sa podarilo vyčleniť rovnaký horizont v západnom okolí Sloviniek a na S od Lacemberskej doliny. Horniny tohto horizontu - prevažne sivohnedý až sivozelený hrubolaminovaný pieskovec až kvarcity s výraznou lineárnou stavbou, resp. prevrásnením - makroskopicky korešpondujú s reprezentatívnymi horninami v oblasti kóty Spúšťadlo (860) v nižnoslanskej depresii.

Na základe litologickej zhody aj rovnakého charakteru deformácie zaraďujeme všetky tri výskyty (typové lokality v nižnoslanskej depresii, novo-

vyčlenené výskyty pod Murovanou skalou aj v oblasti Sloviniek) do bučinského súvrstvia príkrovu Bôrky. Pozoruhodná je ich priestorová pozícia v blízkosti, resp. v priamom tektonickom podloží triasových karbonátov silicika, príp. stratenskej skupiny. Tektonická pozícia silicika Radzima (991) voči príkrovu Bôrky, ktorú v nižnoslanskej depresii zistili už skôr iní autori, sa akceptuje všeobecne. Podobný prípad sme nedávno uviedli z oblasti Murovanej skaly. Naše nové zistenia v regióne Sloviniek v oblasti kóty Matisovec (877) a Skala (1014) kladú do tektonickej pozície na príkrov Bôrky horninové súbory stratenskej skupiny. Tieto zistenia doterajšie interpretácie severogemerickkej zóny značne komplikujú.

S. W. FARYAD

Geologická pozícia vysokotlakových hornín meliatskej jednotky

V súlade s doterajšími údajmi o litológii a štruktúrnej stavbe chápeme meliatsku jednotku ako akrečný komplex skladajúci sa z veľmi slabo metamorfovaných oceánskych sedimentov, tektonických blokov a šupín ofiolitov a modrých bridlíc. Ofiolity a modré bridlice tvoria samostatné šupy alebo sa vyskytujú v podobe olistostromov a tektonických blokov v slabo metamorfovaných až nemetamorfovaných sedimentoch. Šupy metadioritu fácie modrých bridlíc a mramoru sa vyskytujú uprostred súvrstvia vápencov a evaporitov. Podobná pozícia modrých bridlíc sa zistila vo vrtoch na území Maďarska (asi 8 km na J od slovensko-maďarskej hranice). Serpentinovitá melanž z vrtnú Brusník a pozícia glaukofanizovaného dioritu a mramoru v evaporitovo-karbonátovom matrici sú príkladom poukazujúcim na akrečnú stavbu meliatskej jednotky.

Tektonické šupy metamorfitov fácie modrých bridlíc uprostred slabo metamorfovaných hornín sú známe aj pri Rudníku. Protolitom týchto hornín bola rula a amfibolity, ktoré vznikli pri strednom tlaku. Ich spoločným znakom s ostatnými modrými bridlicami je vysokotlaková nízokoteplotná metamorfóza. Ak by sa do samostatného príkrovu (Bôrky) zaradili iba vysokotlakové horniny s istou geotektonickou príslušnosťou v ich metamorfom stave (Mello et al., 1996), bolo by to v rozpore s ich geologickou pozíciou a petrologickou charakteristikou. Podľa súčasného stavu poznania je vhodnejšie ponechať doterajšiu definíciu meliatskej jednotky ako súboru hornín skladajúceho sa z hlbokomorských sedimentov, serpentinitov a modrých bridlíc. Ak by sa mal obsah názvu meliatska jednotka zúžiť na určitú faciú hlbokomorských sedimentov, potom by bolo vhodnejšie používať názov príkrov Bôrky v zmysle Leška a Vargu (1980), ktorí doň okrem modrých bridlíc zaradili aj serpentinity, rozmanité pelity, vápence a rohovec. Súčasný rozloženie hornín je výsledkom akrecie a nahromadenia rigidnejších telies, hlavne modrých bridlíc, niekedy aj ultrabázik v plastickejších, nemetamorfovaných až slabo metamorfovaných pelitických a psamitických horninách. Takýto mechanizmus je zrejme aj v rámci samých modrých bridlíc, kde sú vysokotlakové nízokoteplotné fylity redukované a tvoria tenké pásy medzi šupinami mramoru.

T. SASVÁRI

Nové štruktúrne-ložiskové a mineralizačné poznatky z nižnoslanskeho rudného poľa

Pre tektonické pomery ložiska Manó, Ignác a Gampel je charakteristický vývoj počas variského (VD₁) a alpínskeho orogénu (AD₁-AD₃).

Deformačné štádium variského orogénu VD₁ sa formovalo v troch subfázach - VD_{1A,B,C}. Charakter štruktúrnej stavby rudného poľa VD_{1A} potvrdzuje predvrchnokarbonské tektonometamorfne procesy kolízneho štádia variského

orogénu, v ktorom sa formovali staropaleozoické sekvencie do modifikovaného systému mobilných alochtónnych celkov. Jedným z ich produktov v nižnoslanskom rudnom poli sú dve generácie kremeňa - Q_1 a Q_2 . Morfo-genetický vývoj nižnoslanskej časti hnileckej antiklinály VD_{1B} dokumentuje záverečnú etapu predvrchnokarbónskeho štruktúro-tektonického vývoja, čo je preukázateľne vystupovaním podobného produktívneho súvrstvia v oboch ramenách hnileckej antiklinály. Vrt GVL-3 potvrdil, že sa najmenej do hĺbky 1200 m v nepravidelných intervaloch a nerovnakej mocnosti striedajú tufoporfyroidy a porfyroid, čo signalizuje existenciu mohutnej variskej izoklinálnej megavrásovej štruktúry (hnilecká antiklinála), ktorej jadro dnes obsahuje reliktu belliarskeho (produktívneho) súvrstvia. Kým medzi Nižnou Slanou a Kobeliarom je asymetrická antiklinálna štruktúra, severné vrásové rameno antiklinály medzi ložiskom Gampel a Ignác naloženou štruktúrou priečne prehnutosťou lokálnej synklinálnej stavby. Synklinálna štruktúra Ignác-Gampel sa mohla sformovať pri tektonometamorfnych procesoch VD_{1C} medzi vrchným a spodným karbónom, a to alebo súčasne s hnileckou antiklinálou, alebo po nej, ako to potvrdzujú súvrstvia mladšieho paleozoika a mezozoika.

Výsledkom paleoalpínskej príkrovovej stavby Spišsko-gemerského rudohoria bolo významné tektonické prepracovanie klastík rôznych facií mladopaleozoických a mezozoických sedimentačných bazénov a zároveň sa reaktivizovali aj pôvodné foliačné plochy metamorfnej bridličnatosti VS_1 . Predpokladáme, že sa v závere deformačného štádia AD_1 v nižnoslanskom rudnom poli na kompresne reaktivizovaných foliačných plochách AS_1 miestami sformovala veľmi nepravidelná intrafoliálna hydrotermálna mineralizácia Q_1 , vytvorili sa plochy cm až dm rozmerov a ojedinele aj metrovej mocnosti, šírky a dĺžky. V súčasnosti je ich morfológia tektonicky prepracovaná a modifikovaná. Pôvodná kremeňová mineralizácia sa dynamicky rekrystalizovala v mladšom deformačnom štádiu AD_2 .

Pokračovanie alpínskej ponásunovej komprimácie kolízneho priestoru AD_2 penetratívne modifikovalo vrásy smeru SZ-JV a SV-JZ, pričom tieto vrásové štruktúry rozstrihla kliváž a dislokácia osovej roviny a mechanicky oslabené plochy strižných zón podmienili vznik horizontálnych posunov. Štruktúry modifikované do kliváže osových rovín a vznik kliváže - foliace AS_2 sú presvedčivo fixované v hydrotermálnych intrafoliálnych žilách kremeňovej mineralizácie (Q_3), ktoré vznikli v závere deformačného štádia AD_1 . Tektonické štruktúry smeru SSZ-JJV a SV-JZ vyplnil kremeň Q_4 , ktorý sa neskôr modifikoval. Mladšia sideritová (II.) mineralizácia obsadila štruktúry smeru SSZ-JJV so stredným (35°) severovergentným a miernym (15°) juhovergentným sklonom.

Po sideritovo-kremeňovej mineralizačnej fáze sa žily smeru SV-JZ s kremeňom Q_4 tektonicky dezintegrovali. Zbrekciovatú kremeňovú žilu Q_4 smelil mladší kalcit II.

Deformačné štádium AD_3 charakterizuje extenzná zložka σ_3 smeru V-Z. Vznikli v ňom systémy extenzných puklín, ktoré sú na koncoch často sigmoidálne zakrivené a mineralizované kremeňom Q_5 . Po mineralizácii extenzných štruktúr smeru S-J nasledovala reaktivizácia starších tektonických štruktúr smeru SZ-JV a SV-JZ. Najprv sa reaktivizovali štruktúry smeru SSZ-JJV mineralizované kalcitovou (III) výplňou. Výplň najmladších reaktivizovaných štruktúr smeru SV-JZ so sklonom na JV a SZ tvorí kremeň Q_6 . Najmladšia asociácia sulfidickej mineralizácie (pyrit, jamesonit, boulangerit, ullmannit, chalkopyrit II) sa v kremeňových žilkách Q_6 vyskytuje skôr lokálne. S týmito žilkami často smerovo koincidujú aj tenučké žilky vyplnené najmladšou generáciou kalcitu V, v ktorých sa len ojedinele spozoroval aj akcesorický obsah sulfidov (jamesonitu a chalkozínu). Záver mineralizácie reprezentovala výplň reaktivizovaných tektonických štruktúr smeru V-Z s markazitom a práškovou rumelkou.

5. medzinárodná eklogitová konferencia a ďalšie smery výskumu vysokotlakových hornín

S. W. Faryad

1. - 6. septembra 1997 sa už po piaty raz stretli geológovia skúmajúci metamorfované horniny vzniknulé vo väčšej hĺbke, ako je hrúbka normálnej kontinentálnej kôry, ale pri relatívne nízkom geotermálnom gradiente. Takáto konferencia sa koná každý štvrtý a každý druhý rok býva stretnutie v teréne.

Už predchádzajúca konferencia roku 1993 v Cosenze (Taliansko) ukázala, že sa popri regionálnom výskume mobilných zón jadrom bádania stávajú horniny vznikajúce pri veľmi vysokom tlaku, t.j. v hĺbke vyše 100 km. Aj preto sa terénne stretnutie roku 1995 uskutočnilo v Čínskej ľudovej republike pohoriach s vysokotlakovými a ultravysokotlakovými horninami, ktoré sú veľmi rozšírené a okrem coesitu obsahujú aj mikrodiamant.

5. konferencia prebiehala v Ascone, letovisko uprostred švajčiarskych a talianskych Álp, a jej organizáciu zverili Ústavu mineralógie a petrografie ETH v Zürichu pod vedením prof. V. Trommsdorffa a Dr. R. Schmidta. Prvé tri dni konferencie pokrývala prezentácia vyše 120 príspevkov vedcov z rozličných častí sveta. Najviac ich bolo z Európy (73), Ázia bola zastúpená 27, Amerika 36 a Austrália štyrmi účastníkmi.

Okrem regionálneho výskumu vysokotlakových hornín sa na 5. konferencii venovala pozornosť špecifikácii a poliam stability minerálov v podkôrových a plášťových podmienkach Zeme. Z príspevkov vyplynulo, že si moderná mineralógia a petrológia vyžadujú kvalitné prístrojové vybavenie, lebo iba experimentálne práce môžu dať odpoveď na otázku, či minerál špecifického zloženia a štruktúry, resp. minerálna asociácia môže existovať v podkôrových alebo plášťových podmienkach. Pred 20 rokmi by bol ťažko niekto uveril, že sa metapelite a metakvarcite masívu Maira v Alpách alebo ula západného regiónu škandinávskych kaledonid dostali do hĺbky vyše 100 - 120 km a potom sa znova vynorili na povrch. Vďaka nálezu coesitu alebo jeho pseudomorfózam v granátoch a pyroxénoch (Chopin, 1984; Smith, 1984) sa ukázalo, že

tieto eklogity pri výzdvihu prekonali dlhú cestu z miesta ich vzniku. Dnes je známych veľa minerálov indikujúcich veľmi vysoký tlak, ale zvyčajne sa vyskytujú iba v akcesorickom množstve, alebo vysoký tlak počas metamorfozy signalizuje len koncentrácia istého prvku v mineráli. Preto aj v ďalších rokoch sa výskum zameria na 1) zdokonaľovanie termodynamických parametrov minerálov z vysokotlakových hornín, 2) závislosť zloženia minerálu od P-T-X podmienok počas metamorfozy, 3) správanie sa vzácnych a prchavých prvkov v extrémnych podmienkach, 4) simuláciu experimentálnych a prírodných podmienok, 5) stanovovanie veku metamorfnych udalostí a 6) modelovanie procesov subdukcie a exhumácie vysokotlakových hornín.

Po konferencii nasledovala trojdňová exkurzia do priľahlých alpských vrchov príkrovového komplexu Lunga a Adula, kde metamorfoza dosiahla tlak 2 - 3 GPa (100 - 120 km) pri 550 - 1000 °C. Návštevníci mali možnosť vidieť eklogity a metaroddingity vrchov Ganone, Trescolmen a Alp Arami. Hoci bol prísny zákaz odberať vzorky priamo z odkryvu, typické druhy eklogitov tejto časti Álp mohol nájsť každý účastník. Pretože niektoré lokality sú vo veľkej výške, dopravu obstarávala helikoptéra.

6. konferencia sa bude konať v Japonsku a jej organizátorom bude Ústav geológie a mineralógie Kjótskej univerzity a Ústav pre vedu o Zemi a vesmíre Hokkaidóskej univerzity. Obsahom exkurzie bude vývoj vysokotlakových hornín pásma Sambagawa. Ale ešte predtým záujemcov o vysokotlakové horniny čaká terénne stretnutie v kokčetaevskom masíve v Kazachstane, odkiaľ sú známe ultravysokotlakové horniny s mikrodiamantmi. Zorganizovať túto akciu sa podujal prof. N. Sobolev z Ústavu mineralógie a petrografie Moskovskej štátnej univerzity.

Na záver sa patrí vyzdvihnúť vynikajúcu organizáciu a dôslednú prípravu 5. konferencie, ktorej predchádzala systematická korešpondencia medzi garantom konferencie Dr. Schmidtom a účastníkmi.

1. konferencia Rádioaktivita v životnom prostredí

Spišská Nová Ves bola 21. - 22. októbra 1997 miestom 1. konferencie s názvom Rádioaktivita v životnom prostredí. Jej organizátormi popri Slovenskej baníckej a Slovenskej geologickej spoločnosti bola s. r. o. URANPRES Spišská Nová Ves, Ústav preventívnej a klinickej medicíny Bratislava, a s. Geocomplex Bratislava a s. r. o. C&S Radón Spišská Nová Ves.

Konferencia sa pod záštitou ministra životného prostredia SR J. Zlochu konala pri 5. výročí konferencie o životnom prostredí a rozvoji (UNCED), ktorá sa uskutočnila roku 1992 v Riu de Janeiro.

Cieľom konferencie bolo poskytnúť podrobný a pravdivý obraz o rádioaktivite na území SR, zverejniť výsledky riešených úloh z tejto oblasti, zvýšiť environmentálne vedomie odbornej i laickej verejnosti najmä o prírodnej rádioaktivite hornín a vôd, rádioaktivite stavebných hmôt, o rádioaktivite v pobytových priestoroch, o umelej rádioaktivite a ukladaní rádioaktívneho odpadu a o ochrane obyvateľstva pred žiarením aj v iných oblastiach.

Na konferencii bolo široké spektrum účastníkov zo SR a z ČR, a to z radov odborníkov na rádioaktivitu, zo špecializovaných zdravotných ústavov, úradov životného prostredia, výskumných ústavov a škôl. To umožnilo bohatú a plodnú diskusiu o prednáškach (bolo ich 26) aj o posteroch (17).

Stručne uvádzame obsah niektorých prednášok, hoci časť z nich by si zaslúžila väčšiu pozornosť a širšiu publicitu.

Otvárací príhovor konferencie predniesol K. Együd, riaditeľ sekcie geológie prírodných zdrojov MŽP SR. Ospravedlnil ministra životného prostredia a zdôraznil, že je priam symbolické, že minister práve v čase otvárania konferencie predkladá vo vláde SR jeden z realizovaných projektov, a to Radónové riziko vybraných miest. K. Együd sa zaoberal aj konferenciou UNCED, známou ako Summit zeme, a hovoril o programoch, strategických zásadách a prioritách environmentálnej politiky SR.

Dr. Andor v prednáške Aktivita MŽP SR v oblasti prírodnej rádioaktivity predstavil škálu úloh patriacich do pôsobnosti MŽP SR, ktoré priamo alebo nepriamo súvisia s rádioaktivitou. Je ich 23 a riešilo ich alebo rieši deväť geologických organizácií.

J. Thomas zo Štátneho úradu pre jadrovú bezpečnosť ČR vysvetlil pozitíva a negatíva tzv. Atómového zákona č. 18/1997, ktorý stanovuje pravidlá radiačnej ochrany a bezpečnosti. Zdôraznil veľkú právomoc štátneho dozoru nad prírodnými rádionuklidmi vo výrobe, v stavebných materiáloch, ale aj v pitnej vode. Poukázal na tzv. Radónový program v ČR a úspešnú činnosť medzirezortnej radónovej komisie, ktorá v SR už niekoľko rokov chýba.

M. Matolín (PFUK Praha) sa v prednáške Spôľahlivosť a odchýlky dát žiarenia gama zaoberal presnosťou meraní, príčinou odchýlok a porovnal rádiometrickú mapu ČR s mapami okolitých štátov.

Pavol Adámek (ŠSZÚ) v prednáške Vplyv rádioaktivity na ľudskú populáciu prezentoval najnovšie poznatky o vplyve prírodnej rádioaktivity na zdravie populácie, ale aj na možnosti jej eliminácie.

J. Daniel, M. Stercz a S. Daniel v prednáške Prírodná rádioaktivita hornín zverejnili výsledky pracovníkov URANPRES a KORAL Spišská Nová Ves z riešenia tejto úlohy za minulé roky, charakterizovali preskúmanosť SR z hľadiska rádioaktivity, uviedli priemerné hodnoty rádioaktivity v SR, ako aj výsledky samostatného Atlasu prírodnej rádioaktivity Slovenska (Daniel, Stercz, Lučivjanský, 1998).

J. Bezák (URANPRES Spišská Nová Ves) v prednáške Hodnotenie radónového rizika vybraných miest Slovenska charakterizoval 54 miest Slovenska, v ktorých sa vykonal detailný prieskum objemovej aktivity Rn.

Dalšie prednášky pracovníkov Geocomplexu Bratislava boli venované mapám radónového rizika mestskej aglomerácie Bratislava a Košíc, ako aj prírodnej a umelej rádioaktivite v Bratislave. Prednášateľ J. Hricko a J. Lanc, zhodnotili najdôležitejšie poznatky z výskumnej úlohy, a to tak pozemných meraní prírodnej rádioaktivity, ako aj kontaminácie oblastí Veľkej Bratislavy umelými rádionuklidmi Cs a rádioradiogénnej analýzy výsledkov leteckého mapovania.

P. Čížek a H. Smolárová z C&S Radón Spišská Nová Ves prezentovali Odvodnenú mapu radónového rizika Slovenskej republiky a konštatovali, že nízke a stredné radónové riziko na Slovensku je rovnomerné a vysoké sa zistilo na štyroch percentách plochy SR.

L. Lučivjanský (URANPRES Spišská Nová Ves) z výsledkov práce Rádiohydrochemické vzorkovanie Slovenska určil aj základné rádiometrické parametre podzemných a povrchových vôd, klasifikoval vody Slovenska a upozornil na rádioaktivitu termálnych a minerálnych vôd.

Zaujímavú prácu predstavila I. Mašárová, J. Daniel a L. Lučivjanský (URANPRES Spišská Nová Ves) a S. Grubel a A. Szabo (JE Mochovce). Išlo o úlohu Prírodná a vyvolaná rádioaktivita v okolí Jadrovej elektrárne Mochovce. ňou sa zhodnotila prírodná rádioaktivita hornín (K, U, Th, dávkový príkon a radónové riziko), prírodná rádioaktivita podzemných a povrchových vôd (U, Ra, Rn) a vyvolaná rádioaktivita (Sr, Cs, Am, Pu) vo vodách (Sr, trícium a Cs).

Výsledky môžu byť východiskom pri možnom nežiadúcom úniku rádioaktivity, haváriách a pri prevádzke monitoringu JE Mochovce.

Další blok prednášok sa dotýkal účinkov rádioaktivity na ľudský organizmus. Išlo najmä o nasledujúce prednášky:

D. Nikodémová, M. Vičanová a M. Ďurčík (ÚPKM Bratislava): Radónový program na Slovensku, doterajšie skúsenosti, perspektívy a legislatíva.

M. Vičanová (ÚPKM) v prednáške Trendy riešenia radónovej problematiky v pobytových priestoroch porovnala stav tejto problematiky v zahraničí a na Slovensku a konštatovala, že na Slovensku je premeraných iba 1,5 promile z celkového bytového fondu.

I. Pinter (Inter - Pekoservis Bratislava) a M. Vičanová (ÚPKM): Dôležitosť stanovenia radónového rizika plochy zástavby pred výstavbou každej obytnej budovy.

Prednáška M. Vičanovej, M. Ďurčíka, D. Nikodémovej (ÚPKM) Sledovanie výskytu radónu v podzemných pracovných priestoroch a M. Beňa (ÚPKM) Radónové riziko v baniach prezentovali zistené hodnoty v baniach a v jaskynných priestoroch. Meraním koncentrácie Rn zistili vyššie hodnoty efektívnych dávok u pracovníkov jaskýň a baní, a tým aj oprávnenosť zaradiť podzemné pracoviská do kategórie pracovísk s ionizujúcim žiarením.

Z ďalších prednášok treba spomenúť najmä tieto:

K. Holý, R. Böhm, M. Matoš, A. Polášková (MFF UK Bratislava) a O. Holá (CHTF STU Bratislava): Výsledky trojrovného kontinuálneho monitorovania objemovej aktivity ²²²Rn v pódnom vzduchu.

M. Ďurčík, M. Vičanová a D. Nikodémová (ÚPKM): Prospekcia radónu v predškolských zariadeniach a jej dôsledky.

P. Valová (SHMÚ Jaslovské Bohunice): Radiačná monitorovacia sieť Slovenskej republiky v podmienkach SHMÚ.

L. Dobiš a J. Košťál (Laboratóriá radiačnej kontroly Trnava): Monitorovací program okolia jadrovej elektrárne SE-EBO.

J. Kuruc (PFUK Bratislava): Využitie ionizujúceho žiarenia pri ochrane životného prostredia.

M. Kubů (Štátny zdravotný ústav Bratislava): Nový typ detektora radónu s aktívnym uhlím.

I. Rojkovič (PFUK Bratislava): Použitie rádiografických metód pri štúdiu hornín a Rádioaktívne minerály na Slovensku.

H. Cabánková (ÚPKM): Rádioaktivita stavebných materiálov a radiačná záťaž obyvateľstva.

L. Mátel (PFUK Bratislava): Zavádzanie nových separačných metód stanovovania vybraných rádionuklidov na vzorkách životného prostredia.

N. Patzeltová a P. Lukáč (ÚPKM a CHTF STU Bratislava): Možnosti zachytávania plutónia z odpadovej vody prírodnými sorbentmi.

L. Čechvala a A. Ondrušková (SZÚ Bratislava): Príspevok k stavu rádioaktívnej kontaminácie životného prostredia na Slovensku a porovnanie s minulosťou.

A. Mojež (PFUK Bratislava): Vplyv zmien niektorých meteorologických parametrov počas dňa na rádioaktivitu horninového prostredia.

F. Ďurec a A. Ďurecová (ŠSZÚ Banská Bystrica): Odhad dávkovej záťaže obyvateľov okresov Banská Bystrica a Brezno z radónu v pitnej vode. Autori konštatovali, že pri zásobovaní vodou s vyššími objemovými aktivitami Rn vo vode môže byť príspevok príjmu Rn ingesciou významnou časťou celkovej radiačnej dávkovej záťaže.

E. Gombala, F. Ďurec, M. Blaszková (ŠSZÚ Banská Bystrica) a M. Vičanová (ÚPKM): Radón v ovzduší kúpeľov stredoslovenského regiónu.

M. Tomášek a L. Wilhelmová (ÚJF AVČR Praha): Pozadové koncentrácie trícia v povrchových vodách pred spustením jadrovej elektrárne Temelín.

Väčšina referátov a časť posterov bola publikovaná v zborníku z konferencie.

Podľa hodnotenia účastníkov mala konferencia vysokú odbornú, kultúrnu a spoločenskú úroveň. Špecialisti z rozličných odborov našli spoločnú reč a na záver konferencie prijali nasledujúce uznesenie:

1. Odporúča sa vytvoriť medzirezortnú komisiu na ochranu obyvateľov SR pred Rn a inými druhmi prírodného žiarenia s úlohou navrhnúť zákonné normy, vykonávanie predpisov a koordinovať prácu v tejto oblasti.

2. Odporúča sa aktualizovať vyhlášku č. 406/92 a stavebný zákon najmä z hľadiska - povinného merania Rn v pódnom vzduchu pred výstavbou obytých priestorov, - návrhu a realizácie protiradónových opatrení a - kontroly účinnosti protiradónových opatrení.

3. Zabezpečiť monitorovanie pobytových priestorov najmä v oblastiach predpokladaného vysokého radónového rizika.

4. Postupne zabezpečovať výchovu a osvetu pracovníkov územnej štátnej správy a samosprávy (najmä v odboroch životného prostredia) orientovaní na aktuálny stav riešenia radónovej problematiky.

5. V rámci výučby základných poznatkov o interpretácii údajov zo životného prostredia rozšíriť učebné osnovy škôl o informácie o stave a vplyve rádioaktivity na ľudský organizmus.

6. Odporúča sa vykonávať radónový prieskum v nových okresných mestách, vo vybraných kúpeľných mestách a sídlach (obciach) s počtom obyvateľov okolo 10 000.

7. Pripraviť a realizovať projekt monitorovania objemovej aktivity Rn v pôdnom vzduchu a vo vode na lokalitách s vysokým a stredným radónovým rizikom.

8. Priebežne zisťovať stav prírodnej rádioaktivity v rámci programu prípravy súboru máp hodnotenia geologických faktorov životného prostredia v regiónoch SR.

9. Údaje o stave prírodnej rádioaktivity využívať pri monitorovaní Rn v pobytových priestoroch s cieľom znížiť jeho negatívny vplyv na zdravie obyvateľstva.

10. V oblasti prírodnej rádioaktivity vôd pri výskume geofaktorov životného prostredia vykonávať komplexné merania koncentrácie U_{nat} , objemovej aktivity ^{226}Ra a ^{222}Rn .

11. Upraviť súčasne legislatívne normy smerných hodnôt výskytu rádionuklidov v pitnej vode verejných vodovodov, v dojčenskej, stolovej a v prírodnej minerálnej stolovej vode. Pri vode verejných vodovodov brať ako jedno z kritérií počet zasobovaných obyvateľov.

12. Odporúča sa uskutočniť roku 1999 v Spišskej Novej Vsi 2. konferenciu Rádioaktívita v životnom prostredí.

Jozef Daniel

Granitoidné intrúzie škótskych kaledoníd

Milan Kohút

V septembri 1997 uskutočnila Európska sieť granitoidných pracovísk (European Network of Laboratories Granites) pod vedením prof. B. Bonina z Paríža pracovné terénne podujatie v škótskych kaledonidách pod názvom Eurogranites'97. Bolo to už 28. stretnutie geológov orientujúcich na výskum granitu a zúčastnilo sa na ňom 36 špecialistov z 18 krajín Európy, ale aj z USA, Austrálie a Nového Zélandu. Odborným garantom, ktorý sa postaral o seminár aj logistiku, bol Dr. E. Stephens z Univerzity St. Andrews v Glasgowe.

Terénna trasa od ostrova Skye na SZ po záliv Solway na JZ Škótska prechádzala cez všetky hlavné predkambrické jednotky Škótskych vrchov - Lewisian, Moinian, Dalradian, ako aj cez kambricko-devónske horniny vrátane formácie Old Red Sandstone.

Kaledónske granitoidné plutóny sa v Škótsku rozdeľujú na staršie (Older Granites), tie sa vyskytujú hlavne na SV a ich vek je okolo 480 Ma, a mladšie (Newer Granites), s vekom 435-395 Ma, reprezentujúce najmä granitoidy typu I. Pri exkurzii sa navštívili také plutóny, ako je napr. *Strontian*, normálny zonálny granitoidný plutón, v ktorom geochronológia indikuje výraznejší hiat medzi pulzmi. V masíve možno študovať otázky umiestnenia, ako aj minglingu či minglingu na základe prítomnosti mafických mikrogranulárnych enkláv svedčiacich o súčasnej interakcii bázičkejšej (dioritickej) a kyslejšej (granodioritickej) magmy.

Vo vulkanicko-plutonickom komplexe *Glen Coe*, skladajúcom sa z andeziticko-ryolitických hornín s mnohými granitoidnými intrúziami, sa diskuto-

valo najmä o vzťahu týchto hornín pri formovaní sa kalderovej štruktúry.

Plutón *Ratagain* tvoria diority a kremité monzonity so xenolitmi metasedimentov a na ich styku sa vyskytujú meladiority, v minulosti označované ako „appinity“.

Plutón *Garabal Hill*, známy od Nockoldsových čias, zahŕňa lherzolity, gabrá, „appinity“, diority a granity. Ústrednou diskusnou témou tu bol relatívny význam diferenciálnych procesov pri genéze granitoidného masívu.

Plutón *Criffell* je zonálny „diapírový“ plutón s deformovanými, sploštenými mafickými enklávami na okraji. Je v blízkosti sutúry *Iapetus* a svoje miesto zaujal až po uzavretí oceána *Iapetus*. Má obličkovitý tvar s ostrým koreňom. Pre neprítomnosť radiálnych indikátorov rozťahnutia sa o jeho balónovitom umiestnení už pochybuje.

Loch Doon a *Cairnmore of Feet* sú kontrastné metaluminózne-peraluminózne plutóny. Prvý z nich je zonálny dioritovo-granodioritovo-granitový plutón s frakcionalizačnou kryštalizáciou *in situ*, druhý tvoria telesá dvoj- a troj- fázového granitu bohatého na pegmatity a aplity. Diskusnou témou tu bol význam identifikácie zdrojových hornín ako prekurzora generovania plutónov s rozdielnym granitoidným zložením.

Aj napriek typickému škótskemu, a teda daždivému a veľmi nepriaznivému počasiu splnilo toto odborné pracovné stretnutie svoj cieľ a bolo vhodným a dobre využitým fórom výmeny skúseností rozličných granitových škôl, ako aj generácií geológov skúmajúcich granitoidné horniny.

Spravodajca 2 Asociácie geológov Slovenska

Asociácia geológov Slovenska (AGS) vyvíjala roku 1997 činnosť podľa programu schváleného valným zhromaždením v dvoch hlavných smeroch - v domácej sfére samostatne alebo v súčinnosti s Úniou geologických asociácií Slovenska (ÚGAS) a v zahraničnej len prostredníctvom ÚGAS.

V domácej oblasti patrila medzi dôležité úlohy účasť na príprave tzv. geologického zákona a ďalších koncepcií (napr. geologického mapovania), organizácia odborných akcií v spolupráci s SGS, pomoc pri výučbe na univerzitách a pri príprave učebníc.

V koordinácii s ostatnými slovenskými geologickými profesijnými asociáciami v rámci ÚGAS je cieľom v roku 1998 dobudovať ÚGAS na právny subjekt ako predpríprava na vytvorenie geologickej komory. AGS bude podporovať žiadosť ÚGAS na Ministerstve životného prostredia Slovenskej republiky o sprístupnenie najnovšej verzie geologického zákona a o účasť v komisiách na udeľovanie odbornej pôsobnosti, do ktorých nominuje svojich zástupcov aj AGS.

AGS naďalej získava finančné prostriedky len z členského. Hlavným výdavkom je účastnícky poplatok v EFG. AGS mala k 30. januáru 1998 51 platiacich členov.

Na poli zahraničnej kooperácie s európskymi geologickými profesijnými asociáciami nastala roku 1997 zásadná zmena v tom, že sa slovenské asociácie stali členom EFG. Preto bola zostavená aj národná komisia na udeľovanie titulu Eurogeológ a za AGS bol do nej nominovaný M. Sýkora. AGS ako prvá zo slovenských geologických asociácií uverejnila príspevok v časopise *European Geologist* a prezentovala ním stav geologického mapovania v SR.

27. januára 1988 zasadal výbor ÚGAS. Doterajší prezident R. Ondrášik na ňom podal informáciu o zasadnutí výkonného výboru EFG 13.-14. decembra 1997. Za nového prezidenta ÚGAS bol zvolený doc. RNDr. V. Gajdoš, CSc., zo SAG a za tajomníka RNDr. P. Liščák, CSc., zo Slovenskej asociácie inžinierskych geológov (ZAIG).

V. Bezák

Fórum doktorandov

(seminár, Košice 27. 1. 1998)

P. BLIŠŤAN

Systém spracúvania ložiskovo-geologických dát ložiska Nižná Slaná

Na základe bohatých osobných skúseností zo vzájomných konzultácií s pracovníkmi geologicko-meračského oddelenia závodu Siderit v Nižnej Slanej možno súčasný stav využívania výpočtovej techniky v oblasti geológie a aplikovanej geológie charakterizovať ako minimálny a stav spracúvania ložiskovo-geologických z hľadiska súčasných potrieb ako nevyhovujúci.

Cieľom najnovších technológií spracúvania a archivovania ložiskovo-geologických dát využívajúcich v maximálnej miere výpočtovú techniku je optimalizovať všetky doteraz používané klasické metódy a postupy najmä v záujme výrazného zvýšenia efektívnosti práce so všetkými typmi geologických dát. Takéto technológie použiteľné v geológii predpokladajú spracovanie širokej palety dát (vzorkový materiál, mapové podklady, evidencia fažby, projektovanie geologicko-prieskumných prác). Vhodným sústredením dát do uceleného systému využívajúceho databázový model prepojený s grafickým objektovo orientovaným prostredím vznikne geoinformačný systém - GIS, ktorý by mal spĺňať najmä tieto požiadavky: nenáročná a efektívna práca, s ním veľké množstvo spracúvaných a archivovaných dát, aktualizácia všetkých druhov dát, vyhľadávanie a triedenie dát podľa definovaných kritérií, vytváranie textových, tabuľkových a grafických výstupov.

Navrhovaný GIS by mal umožniť riešiť napr. takéto úlohy:

- *Vyhľadávať a zobrazovať údaje vzťahujúce sa na vybrané miesto.* Táto jeho schopnosť by sa dala dobre využívať najmä na zobrazovanie všetkých údajov opisujúcich blok geologických zásob. Údaje v databáze môžu zahŕňať súradnice ťažiska a rohov bloku, objem bloku, tonáž, obsah škodlivých a užitočných zložiek.

- *Vyhľadávať bloky zásoby vyhovujúce stanoveným podmienkam.* Systém by mal podľa vopred definovaných výberových kritérií, takzvaných príkazov SQL, vyberať a označovať miesta, resp. bloky, ktoré spĺňajú všetky požadované podmienky.

- *Sledovať, hodnotiť a zaznamenávať zmeny pri ťažbe ložiska.* Systém by mal byť schopný sledovať pohyb zásob a zmenu kvality suroviny v blokoch. Aktualizáciou starých údajov o stave a kvalite zásob v bloku by sa získal okamžitý prepočet všetkých parametrov bloku a vďaka tomu možnosť vždy sledovať ich aktuálny stav.

Filozofiou nového systému pre Nižnú Slanú je, aby sa okrem geologických informácií do systému zakomponovali aj ďalšie potrebné technické údaje o ložisku, bankových dielach, o ich výstrojení, rýchlosti a smere bankových vetrov, o banskej mechanizácii, o povrchových objektoch nad ložiskom a v jeho okolí a rad ďalších potrebných textových, numerických a grafických dát.

GIS by mal perspektívne riešiť otázky tvorby, archivácie, uskladňovania a obnovovania grafických podkladov použitím grafických prostredí, akým je aj MicroStation. V neposlednom rade by mal významne pomôcť pri matematickoštatistickom spracúvaní ložiskových dát, operatívnom výpočte zásob, pri efektívnom sledovaní a aktualizácii zásob. Prechodom na nový systém tvorby a aktualizácie bansko-geologickej a meračskej dokumentácie sa uľahčí proces riadenia banskej prevádzky, čo sa v konečnom výsledku musí prejavovať aj v hospodárení podniku.

A. LÓRENCZOVÁ

Štruktúrne a petrologické príznaky vynorenia sa vysoko-tlakových hornín paleoalpínskej tektonickej jednotky príkrovu Bôrky

V Slovenskom krase sa vyčleňujú tieto paleoalpínske, prevažne mladokimerské príkrovové jednotky: gemerikum, príkrov Bôrky, meliatikum, turnaikum, silicikum (Mello, 1997). Príkrov Bôrky vystupuje v južnej časti gemerika v severoviernej tektonickej zóne smeru V-Z a je uložený medzi podložnými horninami paleozoika gemerika, metamorfovaný prevažne vo fácií zelených bridlíc a silickým príkrovom, ktorý tvorí nemetamorfované až veľmi slabé metamorfované horniny. Ide o akrečný komplex metamorfítov fácie zelených až modrých bridlíc. Vysokotlakové horniny často vystupujú ako izolované šupiny v spodnej časti tektonickej jednotky príkrovu Bôrky, prípadne sú nasunuté na paleozoikum gemerika.

Podľa litológie a stupňa metamorfozy sa metamorfity fácie modrých bridlíc rozdelili do dvoch komplexov, medzi ktorými je tektonická hranica. Spodný komplex (jasovské súvrstvie príkrovu Bôrky; Mello, 1997), ktoré tvoria prevažne fylity (vznikli z pieskovca, zlepenca a zriedka z pelitov, pravdepodobne uložených na kontinentálnom šelfe), vykazujú podmienky metamorfozy okolo 350-400 °C a 8-10 kbar (Faryad, 1995a). Vrchný komplex (hačavská sekvenca príkrovu Bôrky; Mello, 1997) sa skladá z mramoru, metabazitov a fylitov a bol metamorfovaný pri 400-460 °C a 10-12 kbar (Faryad, 1995b).

V horninách jasovského súvrstvia a hačavskej sekvenky sa pozorovali foliálne plochy metamorfnej bridličnatosti, ktoré sú často totožné s plochami pôvodnej vrstvitosti a laminácie. Metamorfna bridličnatosť sa vyvinula vo všetkých druhoch fylitov a lokál-

ne v metabazitoch a mramore. Celkový foliačný systém zistený v tejto oblasti má smer Z-V a sklon na J. Tento smer je charakteristický aj pre prešmykové zóny, ktoré jednotlivé šupiny oddeľujú. Plochy bridličnatosti S_1 sa vo fylitoch vrásnenia do izoklinálnych vrás. Lineácie vyťahnutia L_1 generálne vykazujú smer SSV. Bridličnatosť vzniknutá pri progresívnej metamorfoze je charakteristická prednostnou orientáciou fengitu, modrého amfibolu a epidotu. Miestami sa vyskytujú porfýroblasty modrého amfibolu s početnými inklúziami titanitu. Tlakové tieňe týchto porfýroblastov vyplňa epidot, kremeň a jemné zrnká modrého amfibolu, ktoré sú čisté, bez uzavrení. Bežný je výskyt sigmoidálnych porfýroklastov modrého amfibolu, príp. jeho pseudomorfózy. Ich tlakové tieňe vyplňa kremeň, svetlá sfúda a chlorit, ktoré mohli vzniknúť v podmienkach fácie zelených bridlíc. Štruktúrne a petrologické údaje ukazujú, že plochy S_1 , ktoré často vznikali pri prográdnej metamorfoze, boli využité aj pri exhumácii vysokotlakových hornín. Sú charakteristické duktilnou deformáciou a tvorbou minerálov v podmienkach fácie zelených bridlíc, príp. na hranici zelených a modrých bridlíc. Úhol medzi smerom sklonu foliace a lineácie vyťahnutia je zvyčajne 10-30°. Indikátory pohybu spolu s lineáciami vyťahnutia poukazujú na násun v smere SSV.

Ďalším charakteristickým štruktúrnym prvkom je krenulačná kliváž S_2 a budináž. Jej generálny smer je Z-V a šikmo až priečne pretína bridličnatosť S_1 . Plochy S_2 sú paralelné s osovými rovinami vrás, ktoré deformujú foliačné plochy S_1 . Kliváž často prechádza krehko porušuje horninu a väčšinou ju sprevádza tvorba kremeňa a šupinky sludy. Vznik krenulačnej kliváže pravdepodobne súvisí s deformačnou etapou, ktorá sa viaže na kolízne orogénne štádium.

V mramore sa prejavili nízkostupňové až krehké deformácie. Výsledkom sú mikroštruktúry vo forme tenkých, miestami aj poohýbaných dvojčatných zrazov, prípadne trojitých dvojčatných zrazov v reliktnom zrne, ktoré je vzhľadom na mladšie prednostné usmernenie nesúhlasne orientované.

Najmladším štruktúrnym systémom v študovanej oblasti sú zlomy smeru S-J a SZ-JV, ktoré porušujú obidva komplexy (Reichwalder, 1973).

R. FARKAŠOVSKÝ

Mikroštruktúry výskum metamorfítov permu a mylonitov Čiernej hory

Pre širší región Čiernej hory je charakteristická heterogénna štruktúra geologického prostredia. Tvoria ju základné jednotky internid Západných Karpát reprezentované veporikom, hronikom, staropaleozoickými horninami gemerika, ako aj formáciami vnútrokarpatského paleogénu a neogénnymi sedimentmi Košickej kotliny.

Alpínske deformácie študovanej oblasti sa vyvíjali v polystadiálnom procese ovplyvnenom anizotropiou horninových formácií a zmenami režimu deformácie pri jej evolúcii. Štruktúrne prepracovanie jednotiek sprevádzala progresívna metamorfoza obalových formácií a retrográdna metamorfoza v komplexoch kryštalinika (Jacko et al., 1996). Dominantnými alpínskymi štruktúrami oblasti sú na JZ sklonené zóny vysokej deformácie smeru SZ-JV, segmentujúce veporikum Čiernej hory na hlavné lito-tektonické komplexy. Strižné zóny boli aktívne od spodnej kriedy a neskôr reaktivované. Medzi tieto štruktúry zaraďujeme aj strižnú zónu tvoriacu hranicu medzi jednotkami gemerika a veporika - margeciánsku strižnú zónu (Jacko et al. in Polák et al., 1997).

Cieľom našej práce je mikroštruktúry opis hornín strižných zón, zistenie stavu ich prepracovania a stanovenie charakteristík elipsoidov konečnej deformácie. Predmetom výskumu sú najmä útvary permského deformovaného polymiktneho zlepenca, metadrôb obalových sekvenčí veporika a čiastočne gemerického polymiktneho metazlepenca karbónskeho veku. Skúmame aj mylonity hornín kryštalinických komplexov, granitoidov a rúl. Študované horniny sú charakteristické vývojom niekoľkých typov foliace a lineácie s výraznou duktilnou deformáciou. Kontakt mylonitových zón a deformáciou nepostihnutých okolitých hornín má povahu postupných priechodov. Mylonitové zóny sa interpretujú ako exhumované, „fosílné“ duktilné strižné zóny. Na základe pozorovania stavebných častí s monoklinickou tvarovou symetriou v rovine kolmej na plochy foliace a paralelnej s lineáciou pretiahnutia sa stanovuje zmysel pohybu v strižnej zóne. Základnými pozorovanými indikátormi zmyslu strihu sú oplášťované porfýroklasty, sfudové a foliačné ryby, stupňovité priechody a mikrofraktúry vo fragmentovaných zrnách, ktoré naznačujú prevažne sinistralný zmysel pohybu v mylonitových zónach. Zmysel strihu v mylonitoch C/S sa identifikuje podľa uhlových vzťahov a strižných pásov typu C a V'z hľadom na ostatné foliace (Schulmann, 1989; Putiš, 1993; Passchier, 1995). Meraním prednostnej orientácie osí c kremeňa a ich interpretácie v pólovom diagrame sa zisťuje zmysel strihu, režim a intenzita deformácie, ako aj približná teplota deformácie podľa aktívnych sklzných systémov (Putiš, 1993; Passchier, 1995).

Deformované metakonglomeráty obalových sekvenčí vykazujú zmenu tvaru a orientácie obliakov v závislosti od ich reologických vlastností. Na základe zmien tvaru a orientácie eliptických častíc v rovine XZ a YZ sa metódou R_p/ϕ (Ramsay, 1967, 1983; Dunnet, 1968; Lisle, 1985), ako aj analýzou redistribúcie centier eliptických častíc (Ramsay, 1968, 1983; Fry, 1978) stanovujú elipsy konečnej deformácie. Výsledkom je zhodnotenie elipsoidu konečnej deformácie vo Flinnovom diagrame (Ramsay, 1967, 1983). Výsledky mikroštruktúrnych pozorovaní spolu s definovaním štruktúrnych prv-

kov ich syngenetickými minerálnymi asociáciami, stanovením P-T podmienok ich vzniku, petrologickým výskumom a izotopickým datovaním by mali byť podkladom na interpretáciu časti tektonického vývoja veporika Čiernej hory.

R. SCHMIDT

Paleonapätová analýza zlomov v pásme veporika Čiernej hory

Dominantnými zlomovými štruktúrami sú sinistrálne posuny smeru SZ-JV spolu s priečnymi zlomami smeru SV-JZ. Sinistrálne posuny sa prevažne viažu na rozhrania kryštálických komplexov a sledujú staršie zóny mylonitov (Jacko, 1979). Vyvíjali sa v paleonapätovom poli s generálnou orientáciou kompresie v smere V-Z a VSV-ZJZ a extenzie v smere SJ a SSZ-JJV. Túto tektonickú etapu charakterizuje transtenný režim, pri ktorom sa medzi hlavnými presunovými líniami, najmä v centrálnej časti, vytvárali šikmé bokové poklesy. Podľa zaklesnutej kryhy sedimentov centrálnokarpatského paleogénu na konci pohoria v oblasti Kluknavy (Jacko et al., 1996) možno usudzovať, že táto etapa časovo zapadá do postpaleogénneho obdobia.

V ďalšej tektonickej etape sa vyvíjali dextrálne posuny smeru S-J a SSV-JJZ a poklesy smeru SV-JZ s orientáciou extenzie v smere SV-JZ a kompresie v smere SZ-JV. Táto etapa spôsobila najmä poklesávanie východnej časti veporika Čiernej hory do podložia východoslovenskej neogénnej panvy a prekrytie časti kryštálických a mezozoických blokov neogénnymi sedimentmi. Podľa korelácie so schémou litologického a tektonického vývoja východoslovenskej neogénnej panvy (Kováč et al., 1993) možno túto etapu zaradiť do karpátu až stredného bádenu.

Nedoriešené zostávajú predpaleogénne zlomové pohyby, ktoré by sa dali zdokumentovať podľa zvyškov zlomových štruktúr vyskytujúcich sa iba v predpaleogénnych horninách a nezapadajúcich do nijakého doteraz známeho paleonapätového poľa. Predmetom nášho ďalšieho výskumu v rámci tejto práce budú najmladšie neogénne až kvartérne zlomové pohyby.

L. TOMETZ

Ropovod ako potenciálny zdroj znečisťovania podzemnej vody medzi Košicami a Rožňavou

Medzi Košicami a Rožňavou sú významné zdroje podzemnej vody, ktoré sa v súčasnosti intenzívne využívajú na zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou. Jedným z najväčších potenciálnych zdrojov jej znečisťovania je ropovod prechádzajúci južnou časťou regiónu.

Podzemná voda sa na tomto území sústreďuje hlavne do okolia obce Gyňov, Seňa, Peder, Hosťovec, Turňa na Bodvou, Silická Jablonica, Silica, Silická Brezová, Gombasek, Brzotín a Ardovo.

Na geologickej stavbe záujmového územia sa zúčastňujú kvartérne a terciérne sedimenty a horniny mezozoika. Terciér a kvartér sú zastúpené hlavne v Košickej a v menšej miere v Rožňavskej kotline. Z hľadiska akumulácie a prúdenia podzemnej vody je tu najvýznamnejšie súvrstvie fluvialných náplavov vo forme piesčitého štrku. Horniny mezozoika sa viažu na územie Slovenského krasu, ktorý má komplikovanú stavbu. Podzemná voda tu prúdi hlavne v telesách vápence stredného triasu s krasovou a puklinovou priepustnosťou.

Znečistenie podzemnej vody sa v minulosti spozorovalo v oblasti Čane a Gyňova, ale najmä na čerpacej stanici ropovodu pri Moldave nad Bodvou.

Z hľadiska preventívnej ochrany životného prostredia územia v sledovanom úseku trasy ropovodu je úlohou našej práce na základe vedeckých poznatkov o geológii, hydrogeológii a inžinierskej geológii zistiť mieru ohrozenia kvality podzemnej vody a jej zdrojov.

S. JACKO ml.

Problémy stavby mezozoika Galmusu

V rámci etapy regionálneho geologického výskumu Slovenska začala Geologická služba SR roku 1997 riešiť reambuláciu geologickej mapy Stratenskej hornatiny, Gal-

musa a Hornádskej kotliny v mierke 1:50 000. V rámci tejto úlohy okrem základného geologického mapovania a štruktúro-tektonického výskumu oblasti Galmusa riešim aj niekoľko ďalších otázok súvisiacich s týmto územím. Ide o overenie:

1. prítomnosti meliatika. 2. smeru násunu silického príkrovu a 3. bázy silicika v študovanej oblasti.

Geologickým mapovaním mezozoika silicika sa potvrdilo litostratigrafické členenie v zmysle Mella (in Bajanič et al., 1983) a synklinálne uloženie tejto jednotky.

1. Prítomnosť meliatika v území je jedným z hlavných problémov, na ktorý sa projekt zameriava. V tejto súvislosti sa vynára:

a) Otázka pozície bázy stratenského príkrovu a jeho vzťahu k jaklovskému meliatiku. Kým Mello (in Bajanič, 1983) celú spodnotriasovú sekvenciu zaradil do stratenskej skupiny, Jacko a Sasvári (1997) v úseku na V od kluknavského zlomu do meliatika.

b) Otázka paleografickej pozície jaklovského meliatika. Ide o to, či sa formovalo v samostatnom severnom mezozoickom trogu (Kozur a Mock, 1995), alebo v juhogeomericom meliatickom oceáne.

2. V tejto kapitole sa analyzovali názory podporujúce teórie o severnom a južnom sedimentačnom priestore a vzťahu silicika a meliatika.

3. Geologickým mapovaním sa v študovanej oblasti zistila prítomnosť telies polymiktneho zlepenca na báze verfenských vrstiev silicika. Náhľady na vek, pozíciu a zloženie telies zlepenca nie sú jednotné, a preto bude treba zistiť, či autori opisujú rovnaké telesá zlepenca. Zameriať sa na opis vrstev a porovnať telesá zlepenca - pokiaľ možno - v celom profile severnej časti silicika.

L. ORESKÁ

Vplyv geotechnických vlastností hornín masívu Vajarskej na riadenie a optimalizáciu ťažobných prác

Pri cementárskej výrobe je z hľadiska výslednej kvality vyrábaného slinku najdôležitejšia homogénnosť vstupných surovín. Preto sa cementárne budovali na miestach, kde boli od prírody vhodné vstupné suroviny a potrebné zloženie základnej suroviny sa dosahovalo len malými korekciami v pôvodnej skladbe hlavnej zložky. Tieto suroviny mali nenapodobiteľnú prírodnú homogenitu a z toho vyplývajúcu reaktivitu.

Základná surovina na cementársku výrobu v závode Rohožník, ktorý patrí a. s. HIROCEM Rohožník, sa skladá zo štyroch východiskových zložiek - vápence, ílu, piesku a železitej korekcie. V práci sa zameriavame na optimalizáciu riadenia ťažobných prác, pretože rozkolísanie chemického a granulometrického zloženia vápence v nemalej miere ovplyvňuje výslednú kvalitu vyrábaného slinku. Ide o prvotné a druhotné kolísanie. Prvotné vyplýva z ťažobných pomerov ložiska a prejavuje sa zmenami v chemickom zložení ťaženej suroviny a zmenami fyzikálno-mechanických vlastností (vlhkosť, mineralogicko-petrografické zloženie, tektonická porušenosť, granulometrické zloženie a pod.). Druhotné kolísanie vzniká pri samej ťažbe vápence, ukladani vyťaženej suroviny na skládku surovinových zmesí a v celom ďalšom technologickom procese.

Optimalizáciou a vhodným riadením ťažby a určením vhodného miesta na ňu sa prejaví prvotného a druhotného kolísania vlastností ťaženého vápence do značnej miery zmierňujú. Výsledkom optimalizačných prác bol riadiaci počítačový program BANPOR (Rybár et al., 1995, 1997), ktorý obsahuje najmä informácie o chemickom zložení ťaženej suroviny a umožňuje skladat ťaženú surovinu do zmesi, ktorá má dlhodobu rovnomernú chemickú zloženie. Na zabezpečenie vhodnej granulometrie horniny pripravenej na ťažbu využívame výsledky drobnoštruktúrnej analýzy ťažobného úseku, ktoré potom vkladáme do programu SIMPT (Rybár, 1985), vopred simulujeme účinky trhacích prác na konkrétny úsek ťažobnej steny a hľadáme optimálne riešenie (výber vhodnej trhavy, geometria trhacích prác). Na kontrolu riadiaceho programu ťažobných prác spätne hodnotíme a sledujeme dlhodobý trend v chemických analýzach vrtnéj múčky vápence.

Uvedeným spôsobom sme od roku 1995 dodávali na cementársku výrobu v závode Rohožník surovinu s rovnomerným chemickým zložením, čo sa prejavilo v stabilite ďalšieho technologického procesu výroby slinku a vo zvýšení jeho kvality. Zároveň sa podarilo znížiť priame náklady na ťažbu vápence a prípravu surovinovej zmesi.

Životné jubileum prof. RNDr. Ernesta Krista, CSc.

Univerzitný profesor RNDr. Ernest Krist, CSc., sa narodil 9. marca 1925 vo Zvolene. Základnú školu vychodil v rodisku a Učiteľskú akadémiu v Banskej Bystrici s vyznamenaním absolvoval v školskom roku 1944/1945. Dva roky bol učiteľom v Dolnom Vadičove (okres Kysucké Nové Mesto) a v Zolnej (okres Zvolen).

Túžba po ďalšom vzdelávaní ho už v školskom roku 1947/1948 ako mimoriadneho poslucháča priviedla na Prírodovedeckú fakultu SU v Bratislave a po zložení predpísanej skúšky z latinčiny sa v nasledujúcom školskom roku stal riadnym študentom tejto fakulty. Po prvej štátnej skúške zo zemepisu a prírodopisu sa na odporúčanie prof. R. Lukáča, prof. D. Andrusova a doc. B. Cambela začal špecializovať na geologické vedy, a to na petrológiu vyvretých a metamorfovaných hornín, a napísal rigoróznu prácu Petrografia obliakového materiálu bindsko-koterbašských zlepenčov medzi Bindtom a Poráčskym potokom južne od Rudnian a Poráča. Jej obhajobou a rigoróznymi skúškami z petrografie, mineralógie a geológie získal doktorát prírodných vied (RNDr.).

V rokoch 1955-1960 jubilant študoval externú vedeckú aspirantúru a obhajobou kandidátskej dizertačnej práce Geologicko-petrografické pomery severovýchodnej časti kryštalinika pohoria Triebeč získal roku 1960 vedeckú hodnosť kandidáta geologicko-mineralogických vied. Roku 1959 predložil habilitačnú prácu Geologicko-petrografické pomery pohoria Triebeč a na základe jej obhajoby a habilitačnej prednášky pred vedeckou radou Prírodovedeckej fakulty UK sa stal docentom v odbore petrografia.

Od 1. októbra 1951 pracoval na katedre mineralógie a petrografie najprv ako asistent, od 1. marca 1954 ako odborný asistent a od roku 1952 na Fakulte geologicko-geografických vied až do 1. septembra 1959, keď sa táto fakulta opäť zlúčila s Prírodovedeckou fakultou UK. Od 1. júla 1957 bol zástupcom docenta v odbore petrografia a po habilitácii od 1. apríla 1960 docentom v tom istom odbore. 1. júna 1971 ho vymenovali za mimoriadneho profesora a roku 1980 sa na základe nového vysokoškolského zákona stal riadnym profesorom Prírodovedeckej fakulty UK. Do dôchodku odišiel na vlastnú žiadosť 1. septembra 1990.

Prof. E. Krist prednášal petrografiou vyvretých a metamorfovaných hornín, ako aj petrológiu a geológiu kryštalinika Západných Karpát geológom špecialistom a geobotanikom a mal výberové prednášky pre študentov rozličných pedagogických odborov v Bratislave a na Pedagogickej fakulte v Trnave. Bol školiteľom vedeckých aspirantov, predsedom rigorózneho komisie na udeľovanie akademického titulu RNDr., dlhoročným predsedom komisie na obhajoby kandidátskych dizertačných prác, členom komisie na obhajoby prác na získanie vedeckej hodnosti DrSc., ako aj dlhoročným predsedom komisie štátnych záverečných skúšok v odbore mineralógia a petrografia a v odbore geochemia.

Jubilant je autorom prvej slovenskej vysokoškolskej učebnice z petrografie Petrografia vyvretých, sedimentárnych a metamorfovaných hornín (Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo 1967). Roku 1985 vydal s M. Krivým Petrológiu, celoštátnu učebnicu pre prírodovedeckú fakultu. Roku 1992 mu UK vydala (Krist, Korikovskij, Putiš, Janák a Faryad) publikáciu Geology and Petrology of Metamorphic Rocks of the Western Carpathian Crystalline Complex, ktorá zhŕňa celú problematiku geológie a stavby kryštalinika Západných Karpát - tektoniku, petrológiu hornín, charakter a intenzitu metamorfózy na základe P-T podmienok. Jej prílohou je i mapa metamorfných zón variskej metamorfózy kryštalickej komplexov Západných Karpát. Roku 1992 vyšla aj monografia Termodynamika metamorfných podmienok kryštalinika Západných Karpát (Cambel, Korikovskij a Krist), ktorá podáva komplexnú a modernú charakteristiku kryštalinika bez neoverených hypotéz.

Vo vedeckom výskume sa prof. E. Krist v rokoch 1952-1954 venoval prevažne petrológii vulkanitov Štiavnických vrchov a Javoria v rámci vládnej výskumnej úlohy Geológia a petrografia Kremnicko-štiavnického rudohoria a od roku 1955 výhradne geológiu a petrológiu kryštalinika Západných Karpát.



V rokoch 1956-1959 plnil vládnu úlohu Jadrové pohoria Slovenska, a to v oblasti Triebeča, v rokoch 1960-1965 vládnu úlohu Geologická mapa v mierke 1 : 50 000, list Brezno, od roku 1965 sa zúčastňoval na plnení štátnej výskumnej úlohy Karpatská geosynklinála v rámci čiastkovej úlohy II-8-3/6 a hlavnej úlohy II-8-3, ktorej bol zároveň hlavným koordinátorom. Bol aj spoluautorom geologickej mapy v mierke 1 : 200 000, listu Zvolen a Nitra, ako aj príslušných vysvetliviek. Mapy metamorfnej stavby ČSSR (časti Západné Karpaty), spoluautorom diela Metamorphic Map of Europe (časť Západné Karpaty; UNESCO, Paris 1973) a príslušných vysvetliviek, ktoré vyšli roku 1978 v Leidene (Belgicko). Geologická mapa Triebeča v mierke 1 : 50 000 (1974) prevzala geologickú mapu kryštalinika Triebeča, ktorej autorom je prof. E. Krist.

Jubilant vykonával aj rad akademických funkcií. V rokoch 1963-1965 bol prodekanom a v rokoch 1969-1972 dekanom Prírodovedeckej fakulty UK, v rokoch 1969-1972 členom vedeckej rady Prírodovedeckej fakulty UK, v rokoch 1969-1972 členom

vedeckej rady UK a v rokoch 1978-1985 členom rady Ministerstva školstva ČSSR pre základnú a ložiskovú geológiu. V rokoch 1962-1964 a 1972-1985 bol vedúcim katedry petrografia Prírodovedeckej fakulty UK.

Prof. RNDr. E. Krist, CSc., vykonal kus úspešnej a záslužnej práce aj v pedagogickej oblasti a vo vedeckej výchove. Písal vysokoškolské učebnice, bol školiteľom vedeckých aspirantov, má mnoho vedeckých publikácií, pracoval v akademických funkciách a bol pätnásť rokov vedúcim katedry petrografie. Spolupracoval s mimoškolskými geologickými organizáciami, s inžinierskogeologickým a hydrogeologickým prieskumom, s Geologickým ústavom Dionýza Štúra aj s Geologickým prieskumom v Spišskej Novej Vsi. Pracoval systematicky, cieľavedomo a bez veľkého vzruchu okolo seba. Obrovský rozsah i význam jeho práce si začíname lepšie uvedomovať vlastne až teraz, keď je už na dôchodku.

Mimoriadnu pozornosť venoval jubilant rozvoju pracoviska, ktoré budoval s príkladným zápalom, a mimoriadne sa zaslúžil o to, že výsledky vedeckej práce katedry, ktorú viedol, vysoko hodnotia domáce i zahraničné vedecké osobnosti a pracoviská.

Pri významnom životnom jubileu želáme prof. RNDr. Ernestovi Kristovi, CSc., aby mu na zaslúženom odpočinku dobre slúžilo zdravie a aby ho hrial pocit spokojnosti z dobre vykonaného diela, ktoré odovzdal svojmu pracovisku, žiakom a geológii.

Zoznam prác publikovaných po roku 1986

- Krist, E. & Videnský, J., 1987: The metamorphic development and thermodynamic conditions of metamorphism in the Kráľova hoľa crystalline basement (Veporicum, Central Western Carpathians). *Acta geol. geogr. Univ. Comen. Geol.*, 41.
- Krist, E. & Videnský, J., 1987: Leptites of the Crystalline Basement of the Kráľova hoľa Area (Veporicum, Western Carpathians). *Acta geol. geogr. Univ. Comen. Geol.*, 43.
- Krist, E. & Janák, M., 1987: Metamorphic development of Tatricum crystalline of the Western Carpathians. In: *Zbor. konf. Štruktúrny vývoj Karpat-sko-balkánskeho orogénneho pásma. Dom techniky ČSVTS Bratislava*.
- Krist, E., Krištín, J. & Miko, O., 1988: The metamorphic development of the Nízke Tatry Mts. Crystalline basement (Western Carpathians). *Acta geol. geogr. Univ. Comen. Geol.*, 44.
- Krist, E., Korikovskij, S. P., Janák, M. & Boronikhin, V. A., 1988: Comparative mineralogical - petrographical characteristics of metagabbro from borehole KV-3 near Rochovce and amphibolites of Hladomorná valley formation (Slovenské rudohorie Mts.). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 2.
- Krist, E. in Korikovskij, S. P., Krist, E. & Boronikhin, V. A., 1989: Staurolite - Chloritoid schists from the Klenovec Region: prograde metamorphism of high - alumina rocks of the Kóhút zone - Veporides. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 2.

- Krist, E. in Korikovský, S. P., Krist, E. & Boronikhin, V. A., 1989: Metamorphic phase equilibria and primary character of metagabbros from borehole KV-3 near Rochovce and of amphibolites of Hladomorná valley formation (Slovenské rudohorie Mts.). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 2.
- Krist, E., Korikovský, S. P. & Boronikhin, V. A., 1989: Retrograde metamorphism of staurolite - garnet - mica schists of the Krakovská zone of Veporides. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 40, 4.
- Krist, E., Korikovský, S. P., Putiš, M., Janák, M. & Faryad, S. W., 1992: Geology and Petrology of Metamorphic Rocks of the Western Carpathian Crystalline Complex. Published by Comenius University Press, Bratislava.
- Krist, E. in Cambel, B., Korikovský, S. P. & Krist, E., 1992: Termodynamika

- metamorfovaných podmienok kryštalinika Západných Karpát. Autori na vlastný náklad. Tlač: Ústav veterinárnych informácií a osvetu, Bratislava.
- Krist, E. in Kotov, V. A., Miko, O., Putiš, M., Korikovský, S. P., Salnikova, E. V., Kovach, V. P., Jakovleva, C. Z., Bereznaya, N. G., Král, J. & Krist, E., 1996: U-Pb dating of Zircons of the postorogenic acid metavolcanics: The early Alpine taphrogeny of the Western Carpathian basement. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 2.

Zoznam publikovaných prác prof. E. Krista do roku 1987 je uverejnený v geologickom zborníku *Geologica Carpathica*, 36, 6 (Bratislava), 1985, s. 761 - 763.

Jubileum Ing. Ľubora Ulehlu

Ing. Ľubor Ulehla sa narodil 20. januára 1927 v Skalici. Po maturite na gymnáziu v Bratislave študoval banské inžinierstvo v rámci odboru špeciálnych náuk pri Slovenskej vysokej škole technickej. Po štúdiách na Vysokej škole banskej v Ostrave pôsobil v rokoch 1950-1951 v Slovenskom ústrednom ústave geologickom (neskôr GUDŠ) ako vedecký pracovník, v rokoch 1952-1991 vo Východoslovenskom rudnom prieskume v Spišskej Novej Vsi (neskôr Geologický prieskum) ako závodný geológ, vedúci prevádzkovej geológie, riaditeľ závodu, geologický námestník podniku a vedúci špeciálnej skupiny. V rokoch 1969-1981 bol v Slovenskom geologickom úrade vedúcim odboru a námestníkom riaditeľa. V rokoch 1959-1960 pracoval ako geológ expert v Albánsku. V rokoch 1965-1990 absolvoval okolo pätnásť krátkodobých a strednodobých študijných a pracovných ciest, najmä do ZSSR, NDR, Maďarska, Poľska, Bulharska, Mongolska, Francúzska, Rakúska a na Kubu. Správy z nich sú v Geofonde v Bratislave. V rokoch 1971-1982 spoluorganizoval a viedol celoslovenské geologické konferencie. V rokoch 1974-1981 bol členom čs. delegácií organizujúcich dvojstrannú vedecko-technickú spoluprácu s NDR, PLR, MLR a MoLR. V roku 1976 bol zástupcom vedúceho čs. delegácie v stáljej komisii RVHP pre geológiu na Kube. V rokoch 1963-1990 bol účastníkom a spoluorganizátorom radu odborných a vedeckých akcií a konferencií v odbore ložiskovej geológie.

Z tvorivej činnosti Ing. Ľubora Ulehlu treba spomenúť najmä:

- Revír Banská Štiavnica, kde s kolektívom prvý raz kompletne a komplexne geologicky zmapoval ložisko, a tak položil základy teoretickosprávneho a vedeckého riadenia banských prác a prieskumu.
- Ložisko Slovinky, ktoré prvý raz kompletne a komplexne geologicky zmapoval a zhodnotil aj s výpočtom zásoby.
- Prieskum na Slovensku - účasť pri rozpracúvaní koncepcie prieskumu, vybudovanie perspektívneho odboru, zavedenie kontroly, a tým skvalitnenie výpočtu zásob a záverečných správ.
- Zorganizovanie a vydávanie Bilancií nerastných surovín SSR v rámci SGÚ, ako aj priamu prácu na nich.
- Pomoc pri príprave zákona SNR o vykonávaní geologických prác a o pôsobnosti Slovenského geologického úradu, pri vypracúvaní mnohých koncepcií, smerníc a prognóz geológie a prieskumu na Slovensku, organizáciu a priamu účasť na príprave viacerých a iniciatívnych prognóznych a koncepcných materiálov potrebných na plánovanie aj informáciu pre SNR a vládu SSR.

Z približne 40 prác treba spomenúť aspoň nasledujúce: Záverečná správa o Fe, Cu rudnom ložisku v Slovinkách (1952, Geofond); Výpočet zásob z hľad flotačného odpadu v Slovinkách (1953, Geofond); Záverečná správa a výpočet zásob Helcmanovce-Sb (1955; Geofond); Záverečná správa a výpočet zásob Nálepkovo-Fe (1957; Geofond); Zjednodušenie výpočtu zásob rudných ložísk (1958, Geologický průzkum); Výpočet tonáže zásob (1959, Prieskumník); Železo-niklové ložiská Albánskej ľudovej republiky (1961, Geofond); Všeobecné a zvláštne kondície a ich aplikácia v geologickom prieskume (1966, zborník z konferencie); Surovinová štúdia - Mn rudy

(1967, Geofond); Racionálna koncepcia geologického výskumu a prieskumu do roku 1990 (1976, spoluautor, materiál pre vládu SSR); Problematika geologického prieskumu uhoľných ložísk na Slovensku 1977, zborník); Správa o využívaní ložísk nerastných surovín na Slovensku (1977, spoluautor, materiál pre vládu SSR); Úlohy geologického prieskumu na 6. SRP a do roku 1990 (1977, zborník); Geologický prieskum ložísk nerastných surovín na území SSR v rokoch 1969-1978 a jeho perspektívy (1978, spoluautor, Geologický průzkum); Perspektívy rozvoja československej geológie (čiasťový materiál do celoštátnej reprezentatívnej publikácie Cesta československej geológie, 1983); Stav a ďalšie zámery prieskumu uhlia na Slovensku (1983, zborník z medzinárodnej konferencie); Zdroje a využívanie menej hodnotných palív (1985, zborník z medzinárodnej konferencie); On the Results and Further Aims of Coal and Lignite Investigation in Slovakia (1987, zborník z medzinárodnej konferencie); Bilancie zásob ložísk nerastných surovín (1972, 1973, 1974, Geofond).

Ing. Ľubor Ulehla prispieval do časopisov Štátneho nakladateľstva technickej literatúry v Prahe Horník a energetik a Geologický průzkum, kde bol v rokoch 1961-1982 členom redakčnej rady.

Pôsobil vo vedeckých a pracovných organizáciách, radách, komisiách ap., vedecká rada Baníckej fakulty VŠT v Košiciach (1977-1982, člen); komisia štátnych záverečných skúšok Baníckej fakulty VŠT v Košiciach (1977-1982, člen a roku 1981 predseda); Slovenská geologická rada (1977-1982, člen); komisia Prezidia ČSAV pre komplexný výskum rozvojových krajín (1979-1982, člen); komisia pre geologickú činnosť v zahraničí (Praha 1979-1982, podpredseda); Koordinačná rada čs. národného hospodárstva pre diaľkový prieskum Zeme (Praha 1979-1982, člen), komisia na schvaľovanie projektov geologických prác v rezorte SGÚ (1974-1982, predseda); komisia na schvaľovanie záverečných správ a výpočtu zásob v rezorte SGÚ (1974-1982, predseda); rezortná atestačná komisia Slovenského geologického úradu (1979-1982, predseda).

Za odbornú a organizačnú prácu jubilanta veľa ráz ocenili podnikovým i rezortným vyznamenaním Najlepší pracovník geologickej služby (1964) a za mimoriadne zásluhy o rozvoj slovenskej geológie vyznamenaním Za pracovnú vernosť (1968) a Radom Červenej hviezdy práce (1972).

Geológovia a banskí inžinieri želajú Ing. Ivanovi Ulehlovi, aby v zdraví a pohode strávil čas dôchodkového veku. Vyjadrujú mu vďaka za organizačnú, výskumnú a prieskumnú činnosť, ktorá priniesla významné poznatky a informácie o zásobách a kvalite nerastných surovín mnohých ložísk na Slovensku, ale aj za úspešnú organizačnú činnosť pri zakladaní centier geologického výskumu a prieskumu, ktoré boli po 2. svetovej vojne nanajvýš potrebné. Generácia geológov a banských inžinierov geologického zamerania, do ktorej Ing. Ľubor Ulehla patrí, vzala na seba nefahkú úlohu zorganizovať a rozvinúť vyhľadávanie a ťažbu surovín, ako aj vedecké hodnotenie ložísk, a to najmä v oblasti Západných Karpát. Súčasná geologická pospolitosť si váži a vysoko hodnotí prácu, ktorú Ing. Ľubor Ulehla na prospech geológie aj Slovenska vykonal.

Na sedemdesiatiny prof. Ing. Jána Babčana, DrSc.



8. apríla sa významného životného jubilea dožíva prof. Ing. Ján Babčan, DrSc. Jubilanta, rodáka zo Závodia pri Žiline, po maturite na Reálnom gymnáziu v Ružomberku roku 1947 študentská cesta zaviedla na vtedajšiu chemickú fakultu SVŠT v Bratislave, kde sa zamestnal na technológiu anorganických látok. Jeho pôsobenie ako asistenta po skončení štúdií na materskej fakulte bolo pomerne krátke. Roku 1952 odišiel do Kutnej Hory, kde sa uplatnil ako chemik analytik v Českomoravskom rudnom prieskume. Roku 1958 završil internú vedeckú aspirantúru obhajobou kandidátskej dizertačnej práce (002) v rámci špecializácie chemická mineralógia na UK v Prahe.

Prechod prof. J. Babčana roku 1967 do Geologického ústavu UK v Bratislave ukončil jeho činnosť v Kutnej Hore, kde

bol vtedy námestníkom riaditeľa pre výskum v ÚNS.

V chemických laboratóriách Československého rudného prieskumu a neskôr v ÚNS sa prof. Babčan venoval metódam chemického hodnotenia nerastných surovín. Zo skupiny fázovoanalytických prác tohto obdobia sa často citujú jeho práce zamerané na mangánové minerály (021, 029, 030).

Analytická práca Kvantitatívne stanovovanie kremeňa v nerastnom materiáli (032) sa stala základom normy stanovovania voľného kremeňa v ílových mineráloch. Prácu Vznik magnetitu pri termickom rozklade cronstedtitu (028) cituje F. V. Čuchrov v kompendiu Minerály (1967), ako aj ďalší autori, v monografii napr. J. Petráněk (1963).

Už koncom 50. rokov rozhodnutím vlády bývalej ČSR vzniklo v Kutnej Hore na inventarizáciu primárnych a sekundárnych zdrojov stopových a vzácnych prvkov stredisko s celoštátnou pôsobnosťou. Prof. J. Babčana poverili vedúcou funkciou a stal sa členom viacerých komisií tohto strediska.

Na obdobie 60. rokov vedeckovýskumnej činnosti jubilanta sa viažu jeho práce z geochemie Se (013, 039, 075, 078, 080, 081, 124, 125, 127, 129), Ge, Be, In (079, 080), práce z technologickej oblasti (014, 034, 038, 076, 077, 082, 126), ako aj patent z roku 1962 (071).

Ešte roku 1967 začal prof. J. Babčan od základu budovať laboratórium experimentálnej geochemie a mineralógie GÚ a rozpracoval jeho dlhodobú koncepciu. V prvej etape sa činnosť laboratória zamerala na modelovanie metasomatických procesov v prostredí karbonátov. Výsledkom boli napr. dôkazy o možnostiach nízkotepelných reakcií zatlačenia kalcitu, dolomitu a magnetitu sideritom (007, 040, 043, 045) a príprava dolomitu novou abiotickou syntézou v nízkotepelných podmienkach (011). Mimo tejto oblasti sa vyriešili ďalšie syntézy minerálov Fe, Cu, Sb a Hg (044, 047, 041, 015, 088, 008, 042).

Druhým dlhodobým výskumným programom laboratória bolo experimentálne štúdium vplyvu organických prírodných látok na procesy migrácie a akumulácie chemických prvkov. Podrobne sa preskúmalo pôsobenie dvanástich zástupcov prírodných organických látok na rozličné prvky. Výsledky sa ukázali ako veľmi dôležité a aktuálne aj pre iné vedné odbory, napr. geochemiu, ekológiu, pedológiu, medicínu atď., a boli publikované v rade prác (090, 091, 093-110, 112, 114). Podľa žiadostí o separáty možno konštatovať, že najväčší ohlas malo experimentálne štúdium systémov Hg (II), ktorého výsledky si vyžiadalo viac ako 40 vedeckých pracovníkov z celého sveta.

Prof. J. Babčan sa habilitoval na docenta roku 1973 prácou Príspevok k teórii metasomatických procesov - metasomatóza karbonátov minerálmi železa (003). Doktorskú dizertačnú prácu obhájil roku 1978 na tému Teória metasomatických procesov v karbonátových systémoch (004).

Jubilant bol od roku 1972 činný aj v rozličných riadiacich funkciách na Prírodovedeckej fakulte UK. Roku 1972 sa stal vedúcim oddelenia mineralógie, petrografie ložísk a geochemie GÚ UK, roku 1974 ho vymenovali za riaditeľa GÚ a v tejto funkcii zotrval do roku 1982.

V rokoch 1981-1988 bol prof. J. Babčan vedúcim katedry geochemie. Roku 1993 odišiel do dôchodku, avšak na skrátený pracovný úväzok na katedre pôsobil do roku 1995. V aktívnej vedeckovýskumnej činnosti v rámci katedry geochemie a GÚ pri plnení grantových projektov pokračuje aj v súčasnosti.

Rozsiahlu vysokoškolskú pedagogickú činnosť spätú s výchovou vedeckých pracovníkov začal prof. Babčan roku 1968 na katedre mineralógie a neskôr

na katedre geochemie. Začínal prednáškami z anorganickej a fyzikálnej chémie. Prednášky z fyzikálnej chémie postupne prepracoval na novú disciplínu - fyzikálnu geochemiu, z ktorej napísal aj učebné texty Základy minerogenetických procesov, ktoré majú tri časti. Z anorganickej chémie napísal dva diely učebných textov (120, 123). Je spoluautorom filozofických skriptov venovaných prírodným vedám (124), ako aj celoštátnej učebnice geochemie (005).

Jubilanta ešte roku 1962 vymenovali za školiteľa aspirantov v odbore mineralógia a neskôr i geochemia. V týchto vedných disciplínach viedol šiestich aspirantov a desiatky diplomantov. Bol členom aj predsedom komisie na obhajobu kandidátskych dizertačných prác z geológie a geochemie, ako aj členom i predsedom komisie na obhajobu doktorských dizertačných prác.

Zoznam publikovaných prác prof. J. Babčana pokračuje roku 1998 číslom 171 a zahŕňa kvalifikačné práce, učebnice a monografie, vedecké práce publikované v zahraničí, samostatné vedecké práce, kolektívne práce, patent, odborné práce, populárne práce a recenzie.

Rozsiahla je aj prednášková činnosť jubilanta. S odbornými referátmi alebo prednáškami vystúpil na päťdesiatich siedmich akciách, devätnástich medzinárodných konferenciách a jedenástich zahraničných kongresoch. Dovedna spracoval tridsaťpäť výskumných oponovaných správ. Citácií prác prof. J. Babčana iba od roku 1993 je 125.

Jubilant bol členom Slovenskej geologickej rady, Národného geologického komitétu a Rady geologických korelácií. V rámci UK bol aktívny v odbornárskej činnosti.

Vážený pán prof. J. Babčan, predovšetkým Vám sa chcem v mene pracovníkov GÚ a katedry geochemie poďakovať za všetko, čo ste pre nás vykonal v čase pôsobenia na fakulte. Dovoľte, aby som Vám zaželal dobré zdravie, pohodu a pokoj a ešte veľa pekných a tvorivých chvíľ v spoločnosti nás všetkých. Nech Vám sviežosť Vašich sedemdesiatich rokov ešte dlho vydrží.

S vďakou a úctou

J. Ševc

Zoznam publikovaných prác

A. Kvalifikačné práce (dipl., dizert., habil.)

- 1951: Príprava TiCl_4 z titánovej beloby. [Diplomová práca.] *CHTF SVŠT Bratislava*, 18.
- 1958: Studium redukovateľnosti chloritů. [Kandidátska dizertačná práca.] *Univerzita Karlova, Praha*, 78.
- 1971: Príspevok k teórii metasomatických procesov - metasomatóza karbonátov minerálmi železa. [Docentská habilitačná práca.] *Univerzita Komenského Bratislava*, 202.
- Teória metasomatických procesov v karbonátových systémoch. [Doktorská dizertačná práca.] *Univerzita Komenského, Bratislava*, 134.

B. Učebnice a monografie

- 1980: Geochemie (V. Bouška et al.). *Academia Praha*, 555.
- 1987: Vývoj v anorganickej prírode. *Obzor, Bratislava*, 328.

C. Vedecké práce publikované v zahraničí

- 1973: K teorii metasomatičeskogo zameščenija karbonatov mineralami železa. In: *Zbor. I. meždunarodnogo geochimického kongressa. Moskva*, T-2, 470-479.
- 1976: Entstehung und Stabilität von Antimon Mineralen im System Sb-S-Cl-H-OH. *Chem. d. Erde, Jena*, 34, 281-284.
- 1977: Modelirovanije nizkotemperaturnogo obrazovaniija magnezita. *Materialy XI kongressa KBGA, Kijev*, 179-180.
- 1980: Les lois du metasomatisme dans les systemes des carbonates. *Resumes du 26. congress geologique international, Paris*, 3, 900.
- 1984: Low-temperature non-biogenetic synthesis of dolomite. *Abstracts 27-th Internat. geol. congress, Moskva*, 5, 10.
- 1984: K teorii razvitiija geochimických znaniij. *Tezisy 27-go Meždunarodnogo geologičeskogo kongressa, Moskva*, T. VII, 442-444.
- Babčan, J. & Ilavský, J., 1965: Geochemie des Selens in der Kieslagerstätte Smolník. *Carpathobalkan. geol. Assoc., VII Congress, Sofia, Reports, III parts*, 73-77.
- Babčan, J. & Krejčířik, L., 1967: Izvlečenie železa iz zoly elektrostancij. *Obo-gaščenje rud, Leningrad*, I, 14-17.

- Babčan, J. & Křištin, J., 1971: Thermal properties of akaganéite (β -FeOOH). *J. Thermal. Anal. (London)*, 307—310.
- Babčan, J., Iro, S. & Ševc, J., 1994: Experimentálne štúdium vylučovania CaMg karbonátov z vodných roztokov v rozmedzí 5–100 °C. *Sbor. Konferencie mineralogie, geochemie a životní prostředí. Ostrava*, 67—69.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1994: Plošná a hĺbková distribúcia organických látok v lesnej pôde Malých Karpát. *Sbor. Konferencie mineralogie, geochemie a životní prostředí. Ostrava*, 93—95.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1995: Experimental study of interaction between organic matter and chemical elements. In: *Proceedings of the third biennial SGA meeting. Balkema, Rotterdam/Brookfield*, 723—726.
- 1997: Organické látky a pohyb chemických prvkov. *Sbor. Seminář Pouba 75 let. PFF UK, Praha*, 13—17.
- D. Samostatné vedecké práce v domáciach časopisoch a monografiách
- 1957: Fázová analýza rud a její význam. *Rudy, Praha*, 5, 67—70.
- 1958: Fázová analýza mangano-kýzových rud z oblasti Železných hor. *Rudy, 6, Práce výzkumných ústavů MHD, Příloha, 1*, 4—8.
- 1958: Příspěvek k identifikačnímu rozlišování chloritů a pseudochloritů. *Sbor. výzkumných prací ÚVR, Praha*, 47—50.
- 1958: Příspěvek k technologickému hodnocení barrandienských železných rud. *Hutnické listy, Praha*, 14, 104.
- 1958: Fázová analýza železných rud Barrandienu. *Rudy, 6, Práce výzkumných ústavů MHD, Příloha 2*, 1—4.
- 1959: Poznámky ke genesi sedimentárních železných rud Barrandienu. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 34, 169—175.
- 1959: Příspěvek k poznání produktů termického rozkladu silikátů s kaolinitovou strukturou. *Silikáty, Praha*, 3, 20—25.
- 1959: Nízkoteplotní syntéza magnetitu z uhlíčanového prostředí. *Acta Univ. Carol., Geol., Praha*, 391—392.
- 1959: Předběžná zpráva o vzniku magnetitu při termickém rozkladu cronstedtitu. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 34, 391—392.
- 1959: Stanovení dvojmocného železa vedle Mn_2O_3 , Mn_3O_4 a MnO_2 . *Hutnické listy, Praha*, 14, 805—807.
- 1959: Stanovení kyslíčnicků manganu různého mocnosti. *Hutnické listy, Praha*, 14, 1084—1086.
- 1960: Kvantitativní stanovení magnetitu v železných rudách. *Geol. Průzk.*, 2, 338—340.
- 1961: Kvantitativní stanovení křemene v nerostném materiálu. *Sbor. ÚNS, Kutná Hora*, 9—56.
- 1962: Termický rozpad minerálů s kaolinitovou strukturou a nové experimentální poznatky. *Silikáty, Praha*, 6, 335—340.
- 1962: Chemismus karbonátů z ložiska železných rud v Hraničné. *Sbor. geol. Věd, TG, Praha*, 2, 45—52.
- 1964: Kvantitativní stanovení vilmemitu vedle sfaleritu. *Sbor. geol. Věd, TG*, 3, 27—32.
- 1965: Nízkoteplotná syntéza hematitu z uhlíčanového prostředí. *Geol. Práce Zpr.*, 34, 169—174.
- 1965: Termický rozklad kaolinitu z hlediska reakcí v pevné fázi. *Silikáty, Praha*, 9, 99—107.
- 1965: Využití elektrárenských popelů pro získávání cenných složek. *Sbor. referátů z celostátní konference Snižení prašnosti a likvidace popelů z elektrárén. Gottwaldov*, 145—154.
- 1966: Zur Geochemie des Selens des slowakischen Teils der Westkarpathen. *Geol. Zbor.*, 17, 1—6.
- 1971: Die Niedertemperatursynthese von Siderit. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 21, 89—97.
- 1971: Synthese und Eigenschaften des Akaganéits (β -FeOOH). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 22, 11—24.
- 1971: Die Synthese von Jarosit $KFe_3[SO_4]_2(OH)_2$. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 22, 2, 299—304.
- 1972: Die thermodynamische Voraussetzung der Metasomatose in Karbonatssystemen. *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, 22, 155—168.
- 1974: Příspěvek k teorii vzniku oxidů železa v sideritových ložiskách. *Mineralia Slov.*, 6, 93.
- 1974: Die Modellierung der Niedertemperaturmetasomatose von Karbonaten durch Siderit. *Geol. Zbor.*, 25, 1, 53—63.
- 1974: Studium von Reaktionen in System Fe^{3+} - Karbonate alkalischer Erden. *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, 27, 167—182.
- 1974: Teoreticko-eksperimentálnyje predloženiya obrazovaniya okislov železa na gidrotermálnych žilach Spišsko-gemerského Rudogorja. In: *Zbor. Karpatobalk. geolog. asociací, Materialy X. kongressa, sekcia VII, Bratislava*, 5—11.
- 1975: Příprava spektrálně čistého sideritu. *Rudy, Praha*, 28, 86.
- 1975: Experimentelle Modellierung metasomatischer Verdrängung in den Systemen Kalzit-Magnetit-Dolomit. *Geol. Zbor.*, 26, 85—104.
- 1975: Súčasný stav a problémy experimentálneho modelovania hydrogeochemicky významných systémov. *Geol. Práce, Spr.*, 62, 197—218.
- 1975: Príspevok k fyzikálnej geochemii hydrotermálnych systémov. In: *Nerostné surovinové zdroje. Konferencia VŠB, Ostrava, sekce 2*, 206—210.
- 1975: Plynokapalné uzavřeniny a problémy pt podmínek vzniku minerálů. *Čas. Mineral. Geol.*, 20, 311—318.
- 1976: Príspevok k niektorým problémom tektonických teórií. In: *Zbor. referátů z konferencie Československá geológia a globálna tektonika. Smolenice*, 167.
- 1977: Niektoré problémy teórie vzniku skarnov. In: *Zbor. referátů z konf. Ložiskotvorné procesy v Západných Karpatoch. Bratislava*, 162—164.
- 1979: Experimentálne modelovanie metasomatických procesov. *Sympózium o petrogenéze a geochemii geologických procesov. Bratislava*, 35—38.
- 1979: Experimentálne modelovanie vzniku baryto-sulfidickej mineralizácie v neoxidujúcich podmienkach. *Sympózium o petrogenéze a geochemii geologických procesov. Bratislava*, 111—115.
- 1980: Die theoretische und experimentelle Modellierung der Entstehung von Magnetit in Evaporiten der Westkarpathen. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 31, 1—2, 65—74.
- 1980: Physico-geochemical characteristic of antimony. In: *Zbor. Antimónové rudy Československa. GÚDŠ, Bratislava*, 15—19.
- 1981: Diapirismus, najmä granitový a možné súvislosti. *Mineralia Slov.*, 13, 171—184.
- 1984: Problémy teoretického a experimentálneho modelovania v geológii. *Mineralia Slov.*, 16, 382.
- 1984: Štúdium stability minerálov v dynamických vodných podmienkach. *Sbor. referátů I. semináře Vybrané otázky z geochemie. Mariánska*, 39.
- 1987: Príspevok k teórii vzniku zlatiniek. Seminár Geochemicko-mineralogický výskum sulfid. mineralizácie ložiska Slovinky. In: *Technicko-ekonomický spravodaj ŽB, Spišská Nová Ves*, 1, 8—13.
- 1987: Základné črty fyzikálnej geochemie zlata. In: *Zbor. Zlato v Západných Karpatoch, jeho geochemia, mineralógia, metalogenéza, ložiská. GÚDŠ, Bratislava*, 23—28.
- 1989: K teórii vzniku minerálov a chemických zlúčenín v kozmickom priestore. In: *Zbor. Geochemia geologických procesov a životného prostredia. GÚDŠ, Bratislava*, 17—21.
- 1992: Fyzikálna geochemie v súčasnej geochemii. *Čas. Mineral. Geol.*, 37, 240—242.
- 1994: Geochemia na prahu 21. storočia. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 4, 1—5.
- 1994: Geochemia v blízkej i vzdialenej budúcnosti. *Abstr. prednášky z konf. Geochemia na Slovensku. GÚDŠ, Bratislava*, 11.
- 1994: Organické látky v geochemických procesoch. *Abstr. prednášky z konf. Geochemia na Slovensku. GÚDŠ, Bratislava*, 45.
- 1995: Vedy o Zemi a environmentológia. *Zbor. Univerzita Komenského vysokoškolská edukácia, minulosť, prítomnosť, budúcnosť, UK, Bratislava*, 263—266.
- 1996: Organické látky a migrácia chemických prvkov. *Zbor. zo seminára Hydrogeochemia 96. Bratislava, Katedra hydrogeológie*, 1—10.
- E. Patent
- 1962: Způsob získávání koncentrátů železa a titanu z tuhých paliv. Československý patent číslo 110 103.
- F. Vedecké práce kolektívneho charakteru
- Babčan, J. & Vičlenský, J., 1958: Chemicko-mineralogické štúdium železných rud Barrandienu. I. Lokalita Chruštenice. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 33, 37—57.
- Babčan, J. & Novák, F., 1961: Allofan a hydrargillit ze žily Mária u Rožňavy. *Acta Univ. Carol.*, 21—33.
- Babčan, J. & Vičlenský, J., 1962: Chemicko-mineralogické štúdium železných rud Barrandienu. II. Lokalita Mníšek. *Sbor. geol. Věd, TG*, 2, 53—75.
- 1962: Základný geologický a ložiskový výskum Spišsko-gemerského rudohoria spojený s edíciou geologických máp 1:50 000. *GÚDŠ, Bratislava*.
- Babčan, J. & Rosenkranc, O., 1964: Československá křemelina a její použitelnost pro výrobu filtračních hmot. *Sbor. geol. Věd, TG*, 3, 135—156.
- Babčan, J. & Krejčířik, L., 1965: Získávání železa z elektrárenských popelů. Mezinárodní symposium o zneškodňování a využívání SO_2 ze spalín velkých elektrárén a tepláren. *Liblice*, 304—313.
- Babčan, J. & Ilavský, J., 1966: Geochemie des Selens auf stratiformen Kiesla-

- gerstätte der FeS₂ - Cu - Erze in Smolník. *Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty*, 85—106.
- Babčan, J. & Hak, J., 1967: A contribution to the geochemistry of germanium and beryllium in coals of the Sokolovo basin. In: *Geochemie v Československu, Ostrava*, 163—166.
- Babčan, J., Bluml, A., Kurendová, J. & Tacl. A., 1967: Geochemistry of selenium, indium and cobalt in the deposit Tisová at Kraslice. In: *Geochemie v Československu, Ostrava*, 371—374.
- Babčan, J. & Ilavský, J., 1967: A Selenium in the pyrit-chalcopyrite deposits of the sedimentary exhalation origin near the Smolník. In: *Geochemie v Československu, Ostrava*, 425—427.
- Babčan, J. & Krejčířik, L., 1969: Výzkum využití elektrárenských popelů pro získávání cenných složek. *Sbor. geol. Věd, TG*, 9, 7—27.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1973: Beitrag zur frage über die Entstehung und Stabilität von Kupfermineralen in System Cu-HCO₃-CO₃-CO₂-H₂O. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied*, 24, 1, 169—176.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1978: Einige Ergebnisse der experimentellen Modellierung der Metasomatose von Karbonaten durch Silikate. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied*, 28, 1, 139—146.
- Babčan, J. & Jančula, D., 1982: Niektoré výsledky experimentálneho modelovania mobilizácie a migrácie látok pri metamorfóze. In: *Metamorfne procesy v Západných Karpatoch. GÚDŠ, Bratislava*, 115—119.
- Babčan, J. & Hovorka, D., Melioris, L., Streško, V. & Ševc, J., 1983: The study of selected systems "Rock-water" at low temperatures. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 34, 87—101.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1983: Experimentálne štúdium mobilizácie rudných zložiek peziňských produktívnych zón. In: *Zbor. Vplyv geologického prostredia na zrudnenie. GÚDŠ, Bratislava*, 29—36.
- Babčan, J., Marsina, K. & Ševc, J., 1985: Experimentálne modelovanie vzniku zeolitov ložiska Nižný Hrabovec. *Geol. Práce, Spr.*, 82, 195—204.
- Babčan, J. & Zatkaličková, V., 1988: Time and space parameters of magmatic intrusions cooling. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 1, 55—71.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1989: Štúdium migračných schopností niektorých prvkov na báze organických komplexov. In: *Zbor. Geochemia geologických procesov a životného prostredia. GÚDŠ, Bratislava*, 203—208.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1991: Novšie poznatky komplexotvornosti humínových a fulvokyselín. In: *Geochemie. Sbor. přednášek III. geochemického semináře. Geol. Úst. Čs. Akad. Vied, Praha*, 6—9.
- Babčan, J., Iró, S. & Ševc, J., 1992: Experimental study of carbonate-formation kinetics in a Ca-Mg-CO₃-Cl systems at a temperature of 25 °C. *Mineralia Slov.*, 24, 1—2, 1—7.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1992: Thermal decomposition of Fe(III) and Hg(II) humates - model explaining formation of metalliferous black shales? *Acta geol. Univ. Comen.*, 48/1, 43—47.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1993: Geochemicko-environmentálne vlastnosti malokarpatských lesných pôd. In: *Sbor. přednášek V. semináře Geochemie a životní prostředí. Katedra miner. a geochem. PFF UK, Geol. Úst. AV ČR, Praha*, 8—9.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1993: Osobitosti vo vzťahoch ortuti a organických látok. In: *Ortut v životnom prostredí. Slovenský národný komitét SCOPE, Bratislava*, 12—13.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1993: Ortut v systémoch s organickými látkami. *Mineralia Slov.*, 25, 3, 227.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1993: Humínové látky pôdneho pokryvu Malých Karpát a ich vlastnosti. *Mineralia Slov.*, 25, 3, 226.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1994: Humínové látky malokarpatskej lesnej pôdy a ich environmentálne vlastnosti. *Mineralia Slov.*, 26, 1, 8.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1994: Mercury (Hg II) in systems with natural organic matter. *Ekológia, Bratislava*, 13, 199—205.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1994: Organické látky v rozptylovom poli Malých Karpát. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 26, 5, 13.
- Babčan, J., Kubová, J. & Ševc, J., 1994: Príspevok ku geochemii berýlia - berýlium v systémoch s organickými látkami. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 26, 5, 13.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1994: Olovo v systémoch s organickými látkami. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 26, 5, 13.
- 1995: Kadmium v systémoch s organickými látkami. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 27, 2, 9.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1994: Some environmental properties of forest soils of the Malé Karpaty Mts. *Acta environ. Univ. Comen.*, 53—68.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1994: Kadmium v systémoch s organickými látkami. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 27, 2, 9.
- 1995: Organické látky - dôležitá súčasť environmentálneho prostredia. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 4, 10.
- Babčan, J., Čimborová, S., Durža, O., Forgáč, J., Ševc, J. & Veselský, J., 1996: Environmentálno-geochemický výskum v Malých Karpatoch. *Životné prostredie, Bratislava*, 30, 88—91.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1996: Lead (Pb II) in systems with organic compounds. *Ekológia, Bratislava*, 15, 243—256.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1996: Zn v systémoch s organickými látkami. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 2, 9.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1996: Selén a rašelina. *Mineralia Slov. - Geovestník*, 2, 9.
- Babčan, J., Iró, S. & Ševc, J., 1996: Kinetika vylučovania a premeny Ca-Mg karbonátov z vodných roztokov pri 5 až 100 °C. Časť I. Stechiometrické relácie. *Mineralia Slov.*, 28, 288—294.
- Babčan, J., Kubová, J. & Ševc, J., 1996: A contribution to the geochemistry of beryllium: beryllium in systems with organic compounds. *Geologica Croatica, Bratislava*, 47, 5, 323—327.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1997: Cadmium (Cd II) in systems with organic compounds. *Ekológia, Bratislava*, 16, 203—212.
- Babčan, J. & Ševc, J., 1997: Príspevok k problematike pohybu ťažkých kovov v pôdach. *Poľnohospodárstvo, Nitra*, 43/2, 170—184.
- 1997: Ca²⁺ and Mg²⁺ in systems with organic substances. *Acta geol. Univ. Comen.*, 52, 15—18.
- G. Vysokoškolské skriptá
- 1970: Základy fyzikálnej geochemie. *SPN, Bratislava*, 232.
- 1974: Základy fyzikálnej geochemie, II. vydanie. *Univ. Komen.*, 232.
- 1974: Základy fyzikálnej geochemie minerogenetických procesov. Časť I. *Univ. Komen., Bratislava*, 185.
- 1976: Základy fyzikálnej geochemie minerogenetických procesov. Časť II. *Univ. Komen., Bratislava*, 159.
- 1977: Anorganická chémia pre poslucháčov geologických špecializácií. *Univ. Komen., Bratislava*, 187.
- 1980: Základy fyzikálnej geochemie minerogenetických procesov. Časť III. *Univ. Komen., Bratislava*, 187.
- 1984: Chémia pre geológov. Časť III - Základy fyzikálnej chémie. *Univ. Komen., Bratislava*, 130.
- Babčan, J. & Ulická, L., 1987: Chémia pre geológov. Časť II - Anorganická chémia. *Univ. Komen., Bratislava*, 229.
- Babčan, J. & Sekerka, V., 1989: Filozoficko-metodologické a svetonázorové problémy súčasných prírodných vied. *Univ. Komen., Bratislava*, 195.
- H. Odborné práce
- 1959: Stanovení dvojmocného železa v silikátech. *Výzkum rud, technický věstník ÚVR, Praha*, 6, 3, 37—39.
- 1962: Ke stanovení uhličitánové mědi vedle sírníkové. *Geol. Průzk.*, 4, 306—307.
- 1965: Úvodní referát (ke Konferenci o stopových a vzácných prvcích), Brno. *Sbor. materiálů z konference, ÚNS, Kutná Hora*, 10—19.
- Babčan, J. & Hak, J., 1965: Přehled o současném stavu výzkumu a využívání stopových a vzácných prvků v ČSSR. *Sbor. materiálů z konference, ÚNS, Kutná Hora*, 49—58.
- 1965: Specifičnost výzkumu stopových a vzácných prvků - problematika technologie. *Sbor. materiálů z konference, ÚNS, Kutná Hora*, 71—82.
- 1965: Několik poznámek z orientačního výpočtu zásob selenu na ložisku Tisová u Kraslic. *Sbor. materiálů z konference, ÚNS, Kutná Hora*, 146—149.
- Babčan, J. & Hak, J., 1965: Dokumentační záznamy s perforovanými okraji v geochemickém výzkumu. *Geol. Průzk.*, 7, 79—81.
- Babčan, J. & Ilavský, J., 1966: Okrajovo perforované štítky pre štúdium geochemických závislostí. *Geol. Průzk.*, 8, 200—201.
- 1981: Příspěvek k dějinám studia metasomatismu. *Čas. Mineral. Geol.*, 26, 315—317.
- 1982: Some new moments in the development and position of geochemistry. *Zbor. Symposium on geochemistry of endogeneous and exogenous processes. GÚ SAV, Bratislava*, 29—40.
- 1984: Několik poznámek k dějinám geochemie. *Acta montana (Praha)*, 68, 7—10.
- 1986: František Pošepný a geochemie. *Čas. Mineral. Geol.*, 31, 218—220.
- 1984: Problémy charakterizácie vývoja v anorganickej prírode. *Sbor. referátů z Konference Geologické vědy ve struktuře věd přírodních a společenských. Kolégium geologie a geografie ČSAV, Brno*, 41—42.
- 1986: Pulzující život vesmíru. Niektoré súvislosti vývoja v anorganickej prírode. *Nové slovo, Bratislava*, 28, 8, 23.
- 1986: Na Zemi či na kométach? K problému lokalizácie vzniku života. *Nové slovo, Bratislava*, 28, 38, 23.

- 1988: O začiatku a konci. Pulzuje vesmír od big bangu do big bangu? *Nové slovo, Bratislava*, 30, 35, 23.
- 1989: O pravopise slov vesmír a snečná sústava. *Slovenská reč, Bratislava*, 54, 5, 286—287.
- 1995: Skleníkový efekt (1). *Práca, Bratislava*, 27.4.1995, 11.
- 1995: Skleníkový efekt (2). *Práca, Bratislava*, 4.5.1995, 11.
- 1995: Skleníkový efekt (3). *Práca, Bratislava*, 11.5.1995, 11.
- 1995: Skleníkový efekt (4). *Práca, Bratislava*, 18.5.1995, 11.
- 1995: Skleníkový efekt (5). *Práca, Bratislava*, 23.5.1995, 11.
- 1995: Skleníkový efekt nie je hrozbou (1). *Práca, Bratislava*, 2.6.1995, 18.
- 1995: Skleníkový efekt nie je hrozbou (2). *Práca, Bratislava*, 2.

I. Populárne články a recenzie

- 1974: Geologické metamorfózy. *Príroda a spoločnosť, Bratislava*, 25, 25—27.
- 1979: Academicien Bohuslav Cambel - 60 years. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 30, 395—411.
- 1960: Naše poznatky ze Sovětského svazu. *Geol. Průzk.*, 2, 203—204.
- 1980: Integrovaný geologický výskum na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského. *Naša univerzita, Bratislava*, 26, 6, 5—6.
- 1981: Geochémia a jej miesto v systéme vied. *Technické noviny, Bratislava*, 29, 50, 14.
- 1985: Ciele a perspektívy geochémie. *Učiteľské noviny, Bratislava*, 35, 29, 8.
- 1965: Organizace a zaměření výzkumu stopových prvků v ČSSR. *Stopové a vzácné prvky, UNS, Kutná Hora*, 6, 3—5.
- 1981: Geologický ústav Univerzity Komenského v Bratislave. *Geol. Průzk.*, 23, 315—316.
- 1981: Problém geologickej formy pohybu hmoty. Recenzia rovnomennej knihy v slovenskom preklade. *Mineralia Slov.*, 13, 525.
- 1981: Spôsoby prenikania granitoidných hornín do vrchnej časti zemskej kôry. *Mineralia Slov.*, 13, 564.
- 1981: Geochémia na 26. medzinárodnom geologickom kongrese v Paríži roku 1980. *Mineralia Slov.*, 13, 564.

- 1985: Geochémia na 27. medzinárodnom geologickom kongrese v Moskve roku 1984. *Mineralia Slov.*, 17, 455—456.
- 1987: Spojenie vysokých škôl s praxou. *Práca, Bratislava*, 19.6.1987, 3.
- 1984: On the life jubilee of Doc. RNDr. J. Veselský, CSc. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 35, 531—533.
- 1987: Stratégia urýchlenia a úlohy ROH na vysokých školách. *Naša univerzita, Bratislava*, 1, 1, 7.
- 1988: V. Bouška et al.: Přírodní skla. Recenzia knihy. *Mineralia Slov.*, 20, 160.
- 1974: F. Lippmann: Sedimentary carbonate rocks. Recenzia knihy. *Mineralia Slov.*, 6, 364.
- 1988: Odbory a prestavba. *Naša univerzita, Bratislava*, 35, 4, 1, 7.
- 1989: Úlohy revolučného odborového hnutia na Univerzite Komenského. *Naša univerzita*, 36, 1, 1—2.
- 1994: Vidieť aspoň trochu za roh. *Nové slovo bez rešpektu, Bratislava*, 4, 9.
- 1995: Hľadanie príčin, hľadanie východísk. *Nové slovo bez rešpektu, Bratislava*, 7, V-VI.

J. Prednášky

Podľa neúplných záznamov jubilant predniesol na rozličných akciách 87 prednášok, z toho 57 na domácich, 19 na domácich so zahraničnou účasťou a 11 v zahraničí (kongresy na pozvanie).

K. Výskumné správy

Spracoval 35 výskumných správ, z toho 25 oponovaných.

L. Citácie

Do roku 1993 43 podľa Citation Index. 22 v časopiseckých článkoch podľa náhodného výberu a 58 v knižných, resp. monografických publikáciách.

RNDr. Milan Háber, CSc., šesťdesiatročný

5. novembra 1997 sa v obdivuhodnom pracovnom eláne okrúhleho jubilea dožil vynikajúci pedagóg a popredný vedecký pracovník slovenskej geologickej obce RNDr. Milan Háber, CSc.

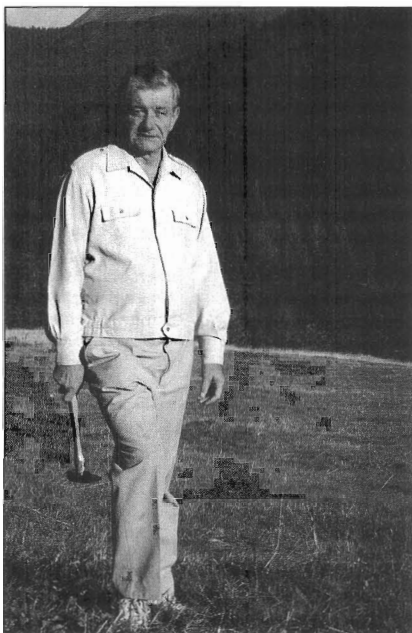
Jubilant sa narodil 5. novembra 1937 v Košiciach v učiteľskej rodine. Základné vzdelanie získal na cvičnej škole pri Učiteľskej akadémii v Spišskej Novej Vsi v rokoch 1943-1952. Záujem o geológiu, ktorý sa užho prejavil už v prvých rokoch dospievania, ho priviedol na Priemyselnú školu banícku a geologickú v Spišskej Novej Vsi, kde roku 1956 maturoval. V štúdiu pokračoval na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave. Roku 1961 obhájil diplomovú prácu Metalometrický výskum na Trohanke v Spišsko-gemerskom rudohorí a univerzitné štúdiá uzavrel štátnou skúškou.

Ako vynikajúci študent hneď po absolvovaní školy pracoval na Katedre nerastných surovín Prírodovedeckej fakulty UK. Roku 1966 vykonal rigorózne skúšky a získal titul RNDr. Od roku 1968 do roku 1983 bol tajomníkom katedry.

M. Háber bol výborným a obetavým pedagógom. Generáciám študentov odovzdával bohaté poznatky o ložiskách nerastných, najmä surovín. Bol známy priateľským prístupom k študentom, stálou ochotou poradiť, pomôcť i povzbudiť. Poslucháči si ho pamätajú aj z mnohých odborných exkurzií po domácich aj zahraničných ložiskách ako neúnavného vykladača tajomstiev prírody a príjemného spoločníka od táborových ohňov.

Oženil sa s botaničkou doc. RNDr. Izabelou Háberovou (rodenou Belickovou), CSc. Z manželstva sa narodili dve deti - dcéra Dana a syn Peter. Jubilant sa celý život vyznačoval obdivuhodným a nevšedným citom pre vyváženost rodinných a pracovných povinností.

Roku 1969 absolvoval študijný pobyt v Holandsku (Instituut voor Aardwetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam) a potom dva roky (1971-1972) pôsobil v Havane (na CIPIMM). Po návrate z Kuby roku 1973 obhájil kandidátsku dizertačnú prácu Mineralogicko-geochemický a paragenetický výskum hydrotermálnych žíl v oblasti medzi Prakovcami a Kojšovom, Spišsko-gemerské rudohorie a získal titul CSc. Roku



1975 sa stal predsedom komisie Slovenského zväzu ochrany prírody a krajiny pre anorganickú prírodu a v tom istom roku bol na študijnej ceste na Štátnej Lomonosovovej univerzite v Moskve a v rokoch 1982-1983 vo Švédsku (Inst. on f. Mineral o Prospekter. Teknik, Teknisk Högskolan, Luleå). V rokoch 1976-1987 bol podpredsedom výboru aplikovanej mineralógie pri CSVTS v Prahe a v rokoch 1993-1997 podpredsedom výboru mineralogickej spoločnosti pri Českej geologickej spoločnosti v Prahe. Od roku 1990 pracuje v komisii Slovenskej agentúry životného prostredia pre ochranu anorganickej prírody.

1. marca 1984 sa jubilant stal vedúcim oddelenia nerastných surovín Geologického ústavu Slovenskej akadémie vied v Banskej Bystrici (vo funkcii zotrval do roku 1991). S nevšedným zápalom organizoval vedecký výskum oddelenia, rozširoval ho, konzultoval s kolegami, venoval sa školeniu vedeckých aspirantov a zúčastňoval sa na tvorbe laboratórnej základne ústavu v Banskej Bystrici. V nasledujúcich rokoch sa stal vedúcim spoločného pracoviska Geologického ústavu SAV a Rudných baní, tzv. realizačnej základne pri závode v Banskej Štiavnici.

M. Háber vždy uprednostňoval celospoločenské záujmy pred osobnými výhodami a pohodlím. Neúnavne pracoval v mnohých organizáciách. Z jeho bohatej činnosti treba spomenúť aspoň niekoľko hlavných funkcií. V období rokov 1987 až 1992 bol členom Československého národného geologického komitétu a po rozdelení ČSFR ho kooptovali do Slovenského národného geologického komitétu. Od roku 1988 do roku 1992 bol členom Československého a od roku 1993 predsedom slovenského výboru IAGOD.

Roku 1988 sa stal aj členom výboru Slovenskej geologickej spoločnosti v Bratislave a predsedom jej pobočky v Banskej Bystrici. Je členom komisie pre štátne záverečné skúšky na Prírodovedeckej fakulte Masarykovej univerzity v Brne, členom spoločnej odbornej komisie pre odbor 12-07-9 Mineralógia pre doktorandské štúdium na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave a podpredsedom spoločnej odbornej komisie pre odbor 12-04-9 Ložisková geológia, ekonomická geológia pre doktorandské štúdium na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave.

Z jubilanovej bohatej vedeckej činnosti treba vyzdvihnúť aspoň najvýznamnejšie výskumné úlohy. Ide o spracovanie metalogenetických pomerov východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria medzi Prakovcami a Kojšovom (1971), prípravu genetického modelu hydrotermálneho žilného zrudnenia v perme severného gemerika (1982), štúdium drahokovovej a volfrámovej mineralizácie v rúde a v produktoch jej úpravy z ložísk stredoslovenských neovulkanitov (1991-1993), spracovanie genetického modelu epitermálnej drahokovovej a polymetalickej mineralizácie v centrálnej zóne banskoštiavnického stratovulkánu (1994).

V mene priateľov a spolupracovníkov z Geologického ústavu SAV chceme RNDr. Milanovi Háberovi, CSc., k jeho významnému životnému jubileu zaželať všetko najlepšie a do budúcich rokov pevné zdravie, pracovný elán, pohodu v súkromnom živote a mnoho úspechov v ďalšej vedeckej práci. K tejto zdravici si dovoľujem vyjadriť aj osobné blahoželanie a prejav vďačnosti za všetko krásne, čoho sa mi od vzácného jubilanta (či už ako učiteľa, vedúceho alebo odborného radcu a kolegu) dostalo.

Peter Andráš

Literatúra

- Háber, M., 1963: Metalometrický výskum na Trohanke v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 8, 93—111.
- Háber, M., 1965: Beitrag zum Studium der Mikrohäute von Pyrit. *Geol. Sbor.*, 16, 2, 113—127.
- Háber, M. & Varček, C., 1965: Relations between thermality of sphalerites and some of their physical and chemical properties. *Zbor. Geochemie v Československu, Ostrava*, 433—434.
- Varček, C., Háber, M., Šamajová, E. & Strešňák, V., 1968: Vzťahy medzi chemizmom, termálnosťou a fyzikálnymi vlastnosťami sfaleritov. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 13, 13—54.
- Háber, M. & Strešňák, V., 1969: Ein neues Kobellit-Vorkommen in dem Zips-Gömörer Erzgebirge. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 20, 1, 133—151.
- Háber, M. & Babčan, J., 1971: Predbežná identifikácia sulfosolí 5PbS.HgS.Sb₂S₃ a pokus o jej syntézu. *Mineralia Slov.*, 3, 261—262.
- Háber, M., 1972: Abhängigkeit des Reflexionsvermögens der Sphalerite an der chemischen Zusammensetzung. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 22, 169—185.
- Háber, M., 1976: "Zonaler" Gersdorffit aus Gelnická Huta. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 27, 1, 193—201.
- Háber, M., 1977: Kvantitatívne určovanie tvrdosti minerálov. *Zbor. Kvantitatívne metódy v odrazové mikroskopii, Ostrava*, 51—104.
- Háber, M., 1977: Mineralogicko-geochemické a paragenetické pomery na Cu-ložisku v Novoveskej Hute. *Zbor. Ložiskotvorné procesy Západných Karpát, Bratislava*, 116—120.
- Háber, M., 1977: Odrazivosť a mikrotvrdosť pyritu a tetraedritu z oblasti Spišsko-gemerského rudohoria. In: *Zbor. Mineralogie rudných ložísk, Píbram*, 277—294.
- Háber, M., 1978: Mineralogicko-geochemický výskum hydrotermálnych žíl v okolí Novoveskej Huty. In: *Zbor. Geologie rudných ložísk, Píbram*, 411—423.
- Háber, M., 1979: Violarit zo žily Másiarka pri Gelnickej Hute (Spišsko-gemerské rudohorie). *Mineralia Slov.*, 11, 3, 255—260.
- Háber, M. & Konečný, S., 1979: Yacimiento Jácaro: Composition mineralógica y su origen. *La minería en Cuba, Habana*, 5, 2, 49—57.
- Háber, M., 1980: Mineralogisch-geochemische und paragenetische Erforschung hydrothermaler Gänge im Gebiet zwischen Prakovce und Kojšov (Zips-gömörer Erzgebirge). *Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrogr. Geochem. Metalogen.*, 7, 7—131.
- Háber, M., 1981: Textúra a štruktúra na Fe-dolomitovo-sulfidických ložiskách v severogemerickom perme. In: *Zbor. Genetická interpretácia štruktúr a textúr rúd, Spišská Nová Ves*, 28—30.
- Háber, M. & Hovorka, D., 1981: Ore mineralization on the contact of an alpine-type ultramafic body (Danková, Spišsko-gemerské rudohorie Mts., West Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 32, 1, 91—111.
- Grecula, P., Háber, M., Varga, I. & Vozár, J., 1981: Geológia a suroviny Spišsko-gemerského rudohoria. In: *Zbor. IV. slov. geol. konferencia 2, Bratislava*, 91—131.
- Háber, M., 1981: Fe-dolomit-kremeň-sulfidické žilné ložiská v perme severného gemerika. In: *Zbor. IV. slov. geol. konferencia 2, Bratislava*, 212—213.
- Háber, M., 1983: K problému vzniku epigenetického žilného zrudnenia v perme severného gemerika. In: *Zbor. Vplyv geol. prostredia na zrudnenie, Bratislava*, 151—156.
- Háber, M. & Ragan, M., 1986: Uranium mineralization on hydrothermal veins in Novoveská Huta (Spišsko-gemerské rudohorie Mts.). *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 41, 93—110.
- Háber, M. & Mlynárová, G., 1984: K problematike distribúcie zlata na Sb ložisku Pezinok-Cajla. In: *Zbor. Komplexný výskum a využitie Ag a Au surovín, Jeseník*, 11—12.
- Háber, M., Kvaček, M. & Hornáčková, A., 1985: Distribúcia selénu na ložisku v Novoveskej Hute. In: *Zbor. Drahé a stopové prvky v nerastných surovinách, Jetrchovice*, 78—82.
- Háber, M., Novotný, L. & Sitár, V., 1986: Nález organických zvyškov vo vrstvách permu v oblasti Novoveskej Huty. *Mineralia Slov.*, 1, 73—78.
- Loberg, B. E. H., Háber, M. & Westberg, S. B., 1985: Microhardness, reflectance and unit cell length of pyrites from Swedish base metal ores. *Geol. Fören. Förh. (Stockholm)*, 107, 1, 45—52.
- Háber, M. & Ragan, M., 1987: U-minerály na Fe-dolomit-kremeň chalkopyritových sulfidických žilách v Novoveskej Hute. In: *Zbor. Mineralológia uránových a s nimi súvisiacich surovín, Spišská Nová Ves*, 221—230.
- Háber, M., Šupala, L. & Krištín, J., 1987: As-mineralizácia na Cu-ložisku v Novoveskej Hute. In: *Zbor. Chemismus a fyzikální vlastnosti minerálů a jejich technologické aplikace, Hradec Králové*, 2—10.
- Maťo, L., Háber, M. & Knésl, J., 1987: Výskyt Te mineralizácie v Kremnickom rudnom raji. *Mineralia Slov.*, 5, 457—467.
- Háber, M. & Varček, C., 1988: Barite mineralization in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. In: *Zbor. Symposium Barite IAGOD, Sept. 1988, Kutná Hora*, 65—69.
- Háber, M. & Rojkovič, I., 1989: Metalogeny of the Permian of the Slovenské rudohorie Mts., Czechoslovakia. In: *IXIV. Congress Carpatho-Balkan Geological Association, Sofia*, 1355—1358.
- Háber, M., 1990: Komplexné využívanie suroviny u hydrotermálneho ložiska v Novoveskej Hute. In: *Zbor. Aplikácia nových poznatkov v ložiskovej geológii a užitej geofyzike, Bratislava*, 45—52.
- Križáň, I. & Háber, M., 1989: Príspevok výskumov oddelenia nerastných surovín GÚ SAV k racionálnejšiemu využitiu nerastných surovín Slovenska. In: *Zbor. Teoretické a praktické poznatky výskumu, prieskumu a exploatacie nerastných surovín Západných Karpát, Herľany*, 85—88.
- Háber, M., Jeleň, S., Kovalenker, V. A., Prokofjev, V. J., Rusinov, V. I., Nosík, L. P. & Černýšev, I. V., 1989: Nové poznatky o mineralizácii a genéze hydrotermálnych žíl v Banskej Štiavnici. In: *Zbor. Metalogenéza malých intrúzií neovulkanitov Slovenska, Banský Studenec*, 41—45.
- Maťo, L. & Háber, M., 1990: Nová minerálna asociácia v kremnickom rudnom poli. *Mineralia Slov.*, 22, 383—384.
- Jeleň, S., Maťo, L. & Háber, M., 1991: O Ag, Cu, Pb, Sb, As, Bi sulfosoloch z niektorých ložísk v neovulkanitoch Západných Karpát. *Mineralia Slov.*, 23, 368—369.
- Háber, M., Ragan, M., Maťo, L. & Jeleň, S., 1991: Variácie zmien chemického zloženia a fyzikálnych vlastností minerálov tetraedritovej skupiny vybraných lokalít Slovenska. *Mineralia Slov.*, 23, 367.
- Jeleň, S., Háber, M., Kalinaj, M. & Bebej, J., 1992: Poznatky o drahokovovej mineralizácii v štiavnicko-hodrušskom raji. In: *Zbor. referátov zo seminára o možnostiach zachrany banskoštiavnického a hodrušského baníctva, Banský Studenec*, 81—90.
- Háber, M., Jeleň, S. & Jeleň, M., 1992: Amalgám striebra z hydrotermálnych ložísk Spišsko-gemerského rudohoria. In: *Zbor. referátov zo seminára Stříbrné minerální asociace v Československu, Donovaly*, 29—42.
- Háber, M., Krištín, J. & Rojkovič, I., 1992: Tetrahedrite and tennantite in the permian rocks of the Western Carpathians, Czechoslovakia. *Abstracts II-14-6 P-56-2783 of 29th Intern. Geol. Congress, Kyoto, Japan*, 3 of 3, 702.
- Háber, M., 1992: Jeden z možných variantov vzniku hydrotermálnych žíl v perme severného gemerika. In: *Zbor. 8. banická vedecko-technická konferencia, sekcia Geol., Košice*, 8—13.
- Rojkovič, I., Novotný, L. & Háber, M., 1993: Stratiform and vein U, Mo and Cu mineralization at Novoveská Huta area, CSFR. *Mineralium Depos.*, 28, 1, 58—65.
- Háber, M., Jeleň, S. & Jeleň, M., 1993: Amalgám striebra z Nižnej Slanej a Novoveskej Huty. *Mineralia Slov.*, 25, 1, 45—49.
- Jeleň, S. & Háber, M., 1993: Štúdium drahokovovej mineralizácie vo vzorkách z depozitov Slovenského banského múzea v Banskej Štiavnici. *Bull. min. petr., odd. NM, Praha*, 1, 36—39.
- Háber, M., Rojkovič, I., Franců, J. & Novotný, L., 1993: Grafit v hydrotermálnej mineralizácii v Novoveskej Hute (Spišsko-gemerské rudohorie, Slovensko). *Mineralia Slov.*, 25, 6, 461—465.
- Háber, M., Jeleň, S. & Kašpar, P., 1993: Fyzikálno-optické vlastnosti pevných roztokov Au-Ag. In: *Zbor. Aplikovaná mineralogie při řešení ekologických problémů. Audit VT, Ústí n. Labem*, 21—24.
- Háber, M., 1993: Genetické aspekty Fe-dolomitovo-sulfidických žíl v perme severného gemerika. *Mineralia Slov.*, 25, 5, 16.
- Háber, M., Krištín, J. & Rojkovič, I., 1994: Tennantite - tetrahedrite series in the Permian Formations of the Western Carpathians. *Geol. Carpath.*, 45, 1, 11—28.
- Chovan, M., Háber, M., Jeleň, S. & Rojkovič, I., 1994: Ore Textures in the Western Carpathians. *Slov. Acad. Press, Bratislava*, 219.
- Háber, M., Jeleň, S. & Kovalenker, V., 1994: Modelling of the epithermal mineralization process at Banská Štiavnica deposit, Western Carpathians (Slovak Republic). *Abstracts the 9th Symposium of IAGOD, Vol. 2, Beijing, China*, 581—582.
- Križáň, I., Jeleň, S. & Háber, M., 1994: Rezistentné a sekundárne minerály historických depónií v štiavnickom rudnom poli - environmentálne a technologické aspekty. In: *Mineralogie, geochemie a životní prostředí. Ostrava - Poruba, Audit VT, s. r. o., Ústí n. Labem*, 99—100.
- Jeleň, S., Kovalenker, V., Háber, M. & Levin, K., 1994: Conditions of epithermal ore-forming process at Banská Štiavnica deposit, Western Carpathians (Slovak Republic): a model. *Mineral Depos. Stud. Group, Annual meeting, 15-16 December 1994, Univ. Exeter*, 53—54.
- Jeleň, S., Háber, M. & Smolka, J., 1994: Drahokovová mineralizácia v podpovrchových častiach ložiska (žila Terézia) Banská Štiavnica. In: *Zbor. Najnovšie poznatky z výskumu, prieskumu, ťažby a spracovania drahokovových rúd na Slovensku, Hodruša - Hámre*, 23—27.
- Háber, M., Jeleň, S. & Kašpar, P., 1995: Fyzikálno-optické vlastnosti pevných roztokov Au a Ag. *Mineralia Slov.*, 27, 1, 29—36.
- Križáň, I., Háber, M., Jeleň, S. & Kašpar, P., 1995: Dependence of the physical properties of gold particles on their chemical composition. *Metallography '95, Stará Lesná*, 79—83.

- Križani, I., Háber, M. & Jeleň, S., 1995: Genetický a technologický význam štúdia štruktúry zlatiniek. In: *Zbor. Struktury a textury mineralů, Banský Studenec, Čs. geol. Úst., Praha*, 32—35.
- Háber, M. & Jeleň, S., 1995: Genetická interpretácia textúr a štruktúr epitermálnej mineralizácie v Banskej Štiavnici. In: *Zbor. Struktury a textury mineralů, Banský Studenec, Čs. geol. Úst., Praha*, 50—53.
- Háber, M., 1995: Genetická interpretácia textúr a štruktúr rudnej mineralizácie na žilách v perme severného gemerika. In: *Zbor. Struktury a textury mineralů, Banský Studenec, Čs. geol. Úst., Praha*, 83—86.
- Háber, M. Jeleň, S., Kovalenker, V. & Levin, K., 1995: Mineral-forming processes of the epithermal deposit at the Banská Štiavnica (Western Carpathians, Slovak Republic. *Spec. Publ. (Geol. Soc. Greece). XV Congress of the C.B.G.A., Athens, Greece*, 727—732.
- Onačila, D., Lexa, J., Konečný, V., Štohl, J., Marsina, K., Káčer, S., Koděra, P., Rojkovičová, L., Hojstříčková, V., Žáková, E., Háber, M., Jeleň, S. & Maťo, L., 1995: Banská Štiavnica ore district. *Vol. of abstracts IGCP Project 356, 3rd annual meeting, Athens*, 9—10.
- Háber, M., 1996: Vein Cu-mineralization in the Permian formations near Novoveská Huta area (Slovak Republic). In: *Variscan Metallogeny in the Alpine Orogenic Belt. Mineralia Slov.*, 283—292.
- Jeleň, S. & Háber, M., 1995: Nové Bi-sulfosoli z ložiska Banská Štiavnica a Hodruša. *Bull. min. petr., odd. NM Praha*, 3, 141—164.
- Háber, M., Jeleň, S., Maťo, L. & Sasvári, T., 1996: Modelling of the hydrothermal mineralization process at the Banská Štiavnica - Hodruša ore district, Western Carpathians, Slovakia. In: V. Popov (Ed.): *Plate tectonic aspects of the alpine metallogeny in the Carpatho-Balkan Region, Proceedings of the annual meeting UNESCO-IGCP Project No 356, Vol. 2, Sofia*, 107—115.
- Háber, M., Jeleň, S., Križani, I. & Maťo, L., 1996: Zlatá mineralizácia v Západných Karpatoch, Slovensko. *Montanisticko-geologické nadace TERRA, Zlaté Hory*, 16—19.
- Háber, M., Jeleň, S., Maťo, L., Kovalenker, V. B. & Naumov, V. B., 1997: Genetic model of mezo- and epithermal mineralization in Central zone of the Banská Štiavnica stratovolcano (Slovak Republic). In: N. P. Lavjorov (Ed.): *Principal genetic problems related to mineral deposits of magmatic affiliation, Moscow*, 31—33.
- Háber, M., Jeleň, S., Maťo, L. & Kovalenker, V. B., 1997: Mineral paragenetic assemblages in time- and space- relations in the Banská Štiavnica and Hodruša deposits (Slovak Republic). In: N. P. Lavjorov (Ed.): *Principal genetic problems related to mineral deposits of magmatic affiliation, Moscow*, 119 - 122.

World Mining Congres International committee on automation of mines and quarries BERG faculty TU Košice



International conference ICAMC'98 — 13th International Conference on Automation in Mining Košice, September 8—11, 1998

FIRST ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS

ICAMC conferences belong to most recognized meetings in the field of mining. The main focus of those conferences is complex automation in mining industry. Main topics are modelling, simulation, optimization of control of production processes in mining enterprises with an emphasis on applications from the viewpoint of technical and economical benefits. The ICAMC conferences cover also implementation of information technologies into mining industry, as well as mechanization and robotization in mining.

The Program Committee welcomes papers in the following fields:

- measurements and monitoring systems
- modelling and simulation
- process management and process control
- production management and industrial logistics
- information technologies
- control and management systems
- real time process control and management
- artificial intelligence
- robotics
- economical and social aspects

Papers can be oriented on theory, design, education and applications. Contributions to the topics listed and related fields are welcome. Please send three copies of a one-page abstract to the following address:

ICAMC'98/ASRTP'98
Department of Management
and Control Engineering
BERG Faculty, Technical University
B. Němcovej 3, 042 00 Košice
SLOVAK REPUBLIC

**Slovak Society for Applied cybernetics and Informatics
BERG faculty TU Košice
ASRTP'98 — 13th International Conference on Process Control and Simulation**

The 13th International Conference ASRTP is the dominating conference of the Slovak Society for Applied cybernetics and Informatics. The ASRTP conferences have more than 30 years old tradition with high reputation in control systems theory and its industrial applications. The ASRTP conferences provide excellent opportunities for the presentation of achievements in applied cybernetics and related field. Traditionally high level of participation of specialists from industry creates valuable forum for the academic/industrial interchange.

DEADLINES FOR ICAMC'98 AND ASRTP'98

Submission of one-page abstracts: February 1, 1998
Notification on acceptance: April 1, 1998
Submission of full papers: June 30, 1998
The Conference languages will be English, Slovak, Czech and Russian.

REQUESTS FOR FURTHER DETAILS SHOULD BE SENT TO:

ICAMC'98/ASRTP'98
Department of Management and Control Engineering
BERG Faculty, Technical University
B. Nemcovej 3, 042 00 Košice,
Slovak Republic

Telephone: (+421 95) 63 397 72
Fax: (+421 95) 63 366 18
E-mail: asrtp98@ccsun.tuke.sk

INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE

J. Dvořáček (CZ)	M. Grujić (YU)	P. Kowal (P)	J. Smerek (SK)
J. Fabián (SK)	V. Kebo (CZ)	D. Malindžák (SK)	V. Strakoš (CZ)
B. Firgane (P)	B. Kolonja (YU)	I. Pander (SK)	I. Szintay (H)
L. Floreková (SK)	K. Kostúr (SK)	P. Rybár (SK)	I. Taufer (SZ)
B. Frankovič (SK)	I. Košťál (SK)	F. Sekula (SK)	V. Vodzinský (SK)

ICAMC'98/ASRTP'98
September 8—11, 1998, Košice, Slovakia

Name & Title:
Address:
Phone: Fax:
E-mail:

I wish to receive further information
I intend to participate in the Conference
I enclose 3 copies of the abstract
I suggest to send further announcements also to

Date:

Signature:

Špeciálne číslo časopisu Mineralia Slovaca venované semináru
Special issue of the journal Mineralia Slovaca devoted to the seminar

**HISTORICKÉ ASPEKTY GEOLOGICKÉHO
A MONTANISTICKÉHO VÝSKUMU
V NÍZKYCH TATRÁCH**

**HISTORICAL ASPECTS OF GEOLOGICAL
AND MONTANISTIC RESEARCH
IN THE NÍZKE TATRY Mts.**

Redaktori/Editors

**Milan HÁBER
Martin CHOVAN**

ERRÁTA

Upozorňujeme čitateľov, že v Mineralii Slovaca č. 6/98 - Geovestník - v terminologickom stĺpčeku dr. Michala Potfaja - Terminológia zlepenkových klastov došlo k zámene slova **ovaliak** za slovo obliak v druhom stĺpci - v šiestom odstavci zhora. Odstavec má správne znieť takto:

Ovaliak (valún, ováľanec) - ováľaný klast bez presnejšieho určenia tvaru. Dominuje v ňom genetický (ováľaný), nie morfológický význam. Môže mať hrany viac-menej zaoblené alebo aj (polo)ostrohranné. Je to odvodenina od slova váľať - gúľaním, prevaľovaním posunovať (SSJ 5, 1965). Jeho českým ekvivalentom je valoun, anglickým *fragment* alebo *clast* (pro parte tu aj úlomok) a francúzskym *caillou*.

Redakcia Mineralia Slovaca sa autorovi aj čitateľom ospravedlňuje.

Rady autorom

Každý autor sa usiluje, aby jeho článok bol nielen obsahovo, ale aj graficky na vysokej úrovni. Vaše ilustrácie budú kvalitné, ak presne dodržíte naše inštrukcie.

Už pri príprave obrázka treba zvážiť, či sa umiestni na jeden stĺpec alebo na dva stĺpce, resp. na celú tlačенú stranu. Vhodne upravený obrázok (veľkosť písmen, hrúbka čiar možno reprodukovat aj v pomere 1:1, alebo odporúčame urobiť kresby (perovky) väčšie, ako sa predpokladá ich veľkosť po vytlačení. Perovky majú byť zhotovené sýтым čiernym tušom. Pri obrázkoch urobených na počítači treba redakcii poslať originálne obrázky (nie xeroxové kópie) vytlačené na pauzovacom papieri - *tlač laserovou tlačiarňou v kamerálnej podobe pri vysokom rozlíšení (min. 300 DPI)*. Pri zostavovaní obrázkov redakcia odporúča pracovať s programami vo vektorovom zobrazení (napr. Corel Draw - TIFF). Neodporúčame používať veľmi tenké čiary (tzv. vlasovej hrúbky) ani na obrisy, ani vo výplni.

Úmerne k predpokladanému zmenšeniu treba zvoliť hrúbku čiar, veľkosť písma, čísiel, hustotu šrafovania a pod. Text možno napísať väčším aj menším písomom (nie verzálkami - veľkými písmenami), a to podľa toho, čo sa má zvýrazniť. Optimálna veľkosť písma v časopise po zmenšení je pri veľkých písmenách a číslach 2 mm a pri malých písmenách 1,6 mm.

Všeobecne

1. Rukopis v dvoch exemplároch a originál obrázkov s jedným odtlačkom musia byť vyhotovené podľa inštrukcií pre autorov časopisu Mineralia Slovaca. V opačnom prípade redakcia článok vráti autorovi pred jeho zaslaním recenzentovi.
2. Ak je možnosť, pošlite text článku na diskete 3,5", spracovaný v editore T602 (WinText602, Ami Pro, MS Word, WordPerfect; PC) alebo MS Word, QuarkXPress (Mac) v norme Kamenických alebo Latin2. S disketou zašlite aj jeden výťahok textu na papieri.
3. Rozsah článku je najviac 20 rukopisných strán vrátane literatúry, obrázkov a vysvetliviek. Uverejnenie rozsiahlejších článkov musí schváliť redakčná rada a ich zaradenie do tlače bude zdĺhavejšie.
4. Články sa uverejňujú v slovenčine, češtine, angličtine, resp. ruštine. Abstrakt a skrátené znenie článku (resumé) je obvyčajne anglické (ak je článok v angličtine, potom résumé je v slovenčine).
5. Súčasne s článkom treba redakcii zaslať autorské vyhlásenie. Obsahuje meno autora (autorov), akademický titul, rodné číslo, trvalé bydlisko.

Text

1. Úprava textu vrátane zoznamu literatúry prispôbajte súčasnej úprave článkov v časopise.
2. Text sa má písať s dvojistou linkovou medzerou (riadkovač 2), na strane má byť 30 riadkov, šírka riadku je asi 60 znakov.
3. Abstrakt aj s nadpisom článku sa píše na samostatný list. Obsahuje hlavné výsledky práce (neopakovať to, čo je už vyjadrené nadpisom), nemá obsahovať citácie a jeho rozsah nemá byť väčší ako 200 slov. (Abstraktu treba venovať náležitú pozornosť, lebo slúži na zostavovanie anotácií.)
4. Text má obsahovať úvod, charakteristiku (stav) skúmaného problému, resp. metodiku práce, zistené údaje, diskusiu a záver.
5. Zreteľne treba odlíšiť východiskové údaje od interpretácií.
6. Neopakovať údaje z tabuliek a obrázkov, iba ich komentovať a odvolať sa na príslušnú tabuľku, resp. obrázok.
7. Text treba členiť nadpismi. Hlavné nadpisy písať do stredu, vedľajšie na ľavý okraj strany. Voliť najviac tri druhy hierarchických nadpisov. Ich dôležitosť autor vyznačuje ceruzkou na ľavom okraji strany: 1 - hierarchicky najvyšší, 2 - nižší, 3 - najnižší nadpis.
8. V texte sa uprednostňuje citácia v zátvorke, napr. (Dubčák, 1987; Hrubý et al., 1988) pred formou ... podľa Dubčáka (1987). Ani v jednom prípade sa neuvádzajú krstné mená.
9. Umiestnenie obrázkov a tabuliek sa označí ceruzkou na ľavom okraji rukopisu, resp. stĺpcového obsahu.
10. Grécke písmená použité v texte treba identifikovať na ľavom okraji slovom (napr. sigma).
11. Pri písaní starostlivo odlišujte pomlčkou od spojovníka.
12. Symboly, matematické značky, názvy skamenelín, slová a pod., ktoré treba vysádzať kurzívou, autor v rukopise podčiarkne vlnkovkou.
13. K článku je treba pripojiť kľúčové slová.
14. Abstrakt, résumé, vysvetlivky k obrázkom a názvy tabuliek predloží autor redakcii aj v angličtine.

Ilustrácie

1. Musia byť vysokej kvality. Majú dokumentovať a objasňovať text. Originál (pred zmenšením) môže mať rozmer najviac 340 x 210 mm. Maximálny rozmer ilustrácie vytlačenej v časopise je 170 x 230 mm. Skladacie ilustrácie treba úplne vylúčiť.
- V prípade, že ide o počítačovo vytvorené ilustrácie, prosíme o ich zaslanie na diskete 3,5" vo formáte CorelDraw (PC), Adobe Illustrator (PC, Mac) alebo Aldus FreeHand (Mac).
2. Ilustrácie pripravovať s vedomím, že sa budú zmenšovať (zvyčajne o 50 %) na šírku stĺpca (81 mm) alebo strany (170 mm). Podľa toho pripravovať ich veľkosť a formou, resp. ich zoskupenie.
3. Voliť takú veľkosť písma a čísiel, aby po zmenšení najmenšie písmená boli 1,2 mm. Úmerne zmenšeniu voliť aj hrúbku čiar.
4. Obrázky popisovať šablónou, nie voľnou rukou.
5. Všetky ilustrácie vrátane fotografií musia obsahovať grafickú (metrickú) mierku.
6. Zoskupené obrázky, napr.: fotografie, diagramy, musia byť pripravené (nalepené) ako jeden obrázok a jeho časti treba označiť písmenami (a, b, c atď.). Takto zoskupené obrázky sa citujú ako jeden obrázok. Zoskupené fotografie treba starostlivo upraviť a nalepiť na biely kriedový papier.
7. Fotografie musia byť ostré, čiernebiele, kontrastné a vyhotovené na lesklom papieri. Je vhodné, aby sa zmenšovali minimálne o 50 %.
8. Na všetkých obrázkoch sa na okraji (na fotografiách na zadnej strane) ceruzkou uvedie číslo obrázku a meno autora. Na fotografiách sa šípkou doplní aj orientácia obrázku.
9. Na mapách a profiloch voliť jednotné vysvetlivky, ktoré sa uvedú pri prvom obrázku.
10. Názvy obrázkov a vysvetlivky sa píše strojom na osobitný list.
11. Všetky ilustrácie sa musia citovať v texte.
12. Ilustrácie sa zasielajú redakcii už imprimované, teda pri korektúre ich už nemožno opravovať a dopĺňať.
13. Farebné ilustrácie sú vítané, ale náklady na ich tlač hradí autor.

Tabuľky

1. Tabuľky sa píše na osobitný list. Rozsah a vnútornú úpravu tabuliek zvolíte tak, aby sa tabuľka umiestnila do stĺpca alebo na šírku strany. Rozsiahlejšie tabuľky sa neprijímajú.
2. Údaje zoradíte do tabuľky iba vtedy, ak sa nedajú uviesť v texte.
3. Nadpis tabuľky a prípadný sprievodný text sa píše strojom na osobitný list (úpravu nadpisov pozri v časopise).
4. Vertikálne čiary v tabuľkách nepoužívajte.
5. Tabuľky sa číslujú priebežne a uverejňujú sa v číselnom poradí.

Literatúra

1. V zozname literatúry sa v abecednom poriadku uvádza iba literatúra citovaná v danom článku. Citácia označená „v tlači“ sa môže uviesť v zozname, len ak je z citovaného článku aspoň stĺpcová korektúra. Citácie s doplnkom „v prípade“, „zadané do tlače“ sú nevhodnotné a nemajú sa používať ani v texte. Citácia „osobná informácia“ sa cituje iba v texte (Zajac, os. informácia, 1988).
2. Používať nasledujúci spôsob uvádzania literatúry:
Kniha
Gazda, L. & Čech, M., 1988: Paleozoikum medzevského príkrovu. Alfa Bratislava, 155.
Časopis
Vrba, P., 1989: Strižné zóny v komplexoch metapelitov. Mineralia Slov., 21, 135 - 142.
Zborník
Návesný, D., 1987: Vysokodraselné ryolity. In: Romanov, V. (red.): Stratiforné ložiská gemerika. Špec. publ. Slov. geol. spol., Košice, 203 - 215.
Manuskript
Radvanský, F., Slivka, B., Viktor, J. & Srnka, T., 1985: Žilné ložiská jedľoveckého príkrovu gemerika. Záverečná správa z úlohy SGR-geofyzika. Manuskript - archív GP Spišská Nová Ves, 28.
3. Pri článku viac ako dvoch autorov sa v texte cituje iba prvý autor s dodatkom et al., ale v zozname literatúry sa uvádzajú všetci.
4. Ak sa v článku (knihe) cituje názov, údaje a pod. iného autora, ktorý nie je spoluautorom publikácie, potom sa v texte cituje vo forme (Gerda in Kubka, 1975), ale v zozname literatúry sa uvádza iba Kubka, J., 1975.