3-4/31/1999
ISSN 0369-2086

Mineralia Slovaca



Mineralia Slovaca

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

Vydáva Združenie Mineralia Slovaca
Published by Mineralia Slovaca Corporation

Vedúci redaktor — Chief editor
PAVOL GRECULA
Geologická služba SR
Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovakia

Redaktor špeciálneho dvojčísla 3–4 — Editor of this Special Volume
MILAN HÁBER

REDAKČNÁ RADA — EDITORIAL BOARD

Predseda - Chairman
Michal Kaličiak
Geologická služba SR, Bratislava

Vladimír Bezák, Geologická služba SR, Bratislava
Dušan Hovorka, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Martin Radvanec, Geologická služba SR, Spišská Nová Ves
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
Pavel Hvožďara, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
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 Vrubel, Geospektrum, s. r. o., Bratislava

REDAKCIA — EDITORIAL STAFF

Vedúci redakcie – Managing editor — Technické spracovanie – Production editor
Alena Wolfová

Redaktor — Editorial assistant
Mária Dryjová

Združenie MINERALIA SLOVACA Corporation

Geocomplex, a. s., Bratislava
Geologická služba SR, Bratislava
Geospektrum, s. r. o., Bratislava
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

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 1999: Členovia Slovenskej geologickej spoločnosti 80,- Sk, študenti 40,- Sk, organizácie 228,- Sk (+ 6 % DPH). Cena jednotlivého čísla je 38,- Sk, **cena dvojčísla 3-4/1999 je 110,- Sk.** Časopis možno objednať v redakcii.
Inzeráty: Požiadavky zasielať redakcii. Adresa redakcie: Mineralia Slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice. Telefón: 095/6437 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 1999 calendar year: 92 USD including postage. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Subscription can be sent to 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: ++421/95/6437 846.
© Geocomplex, a. s., Bratislava

Obsah - Contents

Mineralia Slovaca 31 (1999) • 3–4

Mineralógia – ložisková geológia/*Mineralogy – economic geology*

Franzen, J.
Vyhľadávanie zlata na Slovensku v posledných dvadsiatich rokoch z prostriedkov štátneho rozpočtu
The exploration activities for gold in Slovakia during the last 20 years financed by the state budget 157

Tözsér, J.
Podmienky vykonávania geologických prác na území Slovenskej republiky
Conditions for performance of geological operations in the Slovak Republic 161

Slavkovský, J.
Zlato v dejinách ľudstva, jeho ťažba a svetové ceny
Gold in the human history, its output and world prices 165

Knésl, J. & Knéslová, A.
Typy Au mineralizácií na Slovensku a možnosti ich využívania
The types of gold mineralizations at Slovakia and the possibilities of their utilization 171

Chovan, M., Putiš, M., Németh, Z., Maťo, Ľ., Andráš, P. & Jeleň, S.
Rudné mineralizácie so zlatom v Západných Karpatoch, paleotektonická pozícia
Gold-hosted mineralizations in the Western Carpathians, paleotectonic position 175

Morávek, P.
Přehled a význam zlatonosné mineralizace v České republice
Outline and importance of gold mineralization in the Czech Republic 179

Tréger, M. & Baláž, P.
Geologicko-ekonomické hodnotenie ložísk a výskytov zlata na Slovensku
Geological and economic evaluation of Slovak gold deposits 187

Bačo, P., Križáni, I. & Baláž, B.
Distribúcia zlata vo východoslovenskom regióne z pohľadu šlichovej prospekcie
Distribution of gold in the Eastern Slovakian region from aspects of gold panning prospection 193

Pomorský, F., Antonická, B. & Piovarcsy, K.
Zlatý program kanadskej spoločnosti SloGold Resources Ltd na Slovensku
Gold Programme of Canadian Company SloGold Resources Ltd Slovakia 199

Bačo, P., Jeleň, S., Koděra, P., Ďuďa, R., Košárková, M. & Repčiak, M.
Zlato na ložisku Zlatá Baňa a ďalších výskytoch v Slanských vrchoch
Gold at the Zlatá Baňa deposit and at other occurrences in the Slanské vrchy Mts. 203

Slavkovský, J.
Výskyty a ťažba zlata v okolí Zlatej Idky
Occurrence of gold and exploitation in the surroundings of Zlatá Idka village 207

OBÁLKA: Od zlata k minciam: Zlato na kremeni. Šachta Ferdinand a zlaté dukáty kráľov Rudolfa II. a Mateja II. razené v Kremnici (zo zbierok Slovenského národného múzea v Bratislave). Foto: M. Červeňanský.

COVER: From gold to coins: Gold in quartz, the mine shaft Ferdinand and gold ducates of the King Rudolf II and the King Matej II coined in the Kremnica mint (from the collection of the Slovak National museum, Bratislava). Photo by: M. Červeňanský.

Novotný, L., Háber, M., Križáni, I., Rojkovič, I. & Miháľ, F.
Zlato v staršom paleozoiku centrálnej časti Spišsko-gemerského rudohoria
Gold in the Early Paleozoic rocks in the central part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. 211

Bakoš, F. & Chovan, M.
Genetické typy zlata v oblasti Magurky (Nízke Tatry)
Genetical types of gold from Magurka deposit (Nízke Tatry Mts.) 217

Michálek, J.
Geologickoložisková charakteristika Au-polysulfidickej mineralizácie ložiska Dve vody–Karol v Ďumbierskych Tatrách
Au-polysulphidic mineralization Dve Vody–Karol in the Ďumbierske Tatry Mts: geological setting and structural position 225

Horal, M. & Hvožďara, P.
Zlato v sulfidickej mineralizácii lokality Hnúšťa–Ostrá (veporikum)
Gold in sulphide mineralization from the Hnúšťa–Ostrá ore occurrence (Veporicum) 233

Galvánek, J.
Výskyt zlata na lokalite Harmanec
The Harmanec Au occurrence 239

Hvožďara, P.
Ryžoviská zlata v Západných Karpatoch
Gold placers in the Western Carpathian area 241

Petro, M., Mjartanová, H. & Šoltýsová, H.
Zlato v aluviálnych náplavoch pri Rimavskej Bani
The gold at quaternary placers at vicinity of Rimavská Baňa 249

Jeleň, S., Háber, M. & Rojkovičová, Ľ.
Mineralogická charakteristika zlata drahokovových asociácií v štiavnicko-hodrušskom rudnom rajóne
Mineralogical characteristic of gold at precious metal assemblages in Štiavnica-Hodruša ore district 253

Smolka, J.
Ložiskový prieskum Au–Ag rúd v Štiavnických vrchoch v poslednom desaťročí
Au–Ag exploration at Štiavnica Mts. during the last 10 years 257

Bahna, B. & Chovan, M.
Morfológia a chemické zloženie zlata z Pukanca
Morphology and chemical composition of gold from Pukanec 259

Rojkovič, I. & Rojkovičová, Ľ.
Medenoporfýrová mineralizácia so zlatom pri Slatinských Lazoch
Porphyry copper mineralization with gold near Slatinské Lazy 263

Veľký, P.
Výsledky vyhľadávacieho prieskumu Au–Ag rúd v južnej časti kremnického rudného poľa
Results of prospecting for Au–Ag ores in the southern part of the Kremnica ore district 269

Maťo, Ľ., Finka, O. & Bartalský, B.
Kordícke súvrstvie v centrálnej a južnej časti Šturca (ložisko Kremnica) – „fundament a bariéra" drahokovových štruktúr 1. žilného systému, fakty a indície
Kordíky Formation in the central and southern part of the Šturec area (Kremnica deposit) – „basement and barrier" of auriferous vein structures of the 1st vein system, facts and indications 275

Andráš, P., Uher, P., Stankovič, J. & Kotulová, J.
Mineralogická a geochemická charakteristika mineralizácie v štôlni Ernest v Limbachu (Malé Karpaty)
Mineralogical and geochemical characteristics of mineralization in Ernest adit (Limbach, Malé Karpaty Mts., SW Slovakia) 283

Bartalský, B. & Finka, O.
Nové výsledky geologického prieskumu 1. žilného systému kremnických drahokovových žíl
Up-to-date results of the geological exploration on the 1st vein system of the Kremnica precious metal veins 291

Ďuďa, R.
Minerály zlata
Gold minerals 297

Nelišerová, E. & Ďuďa, R.
Zlato v mineralogických fondoch múzeí na Slovensku
Gold in mineralogical collections of Slovak museums 305

Večeřa, J.
Analýza povrchových tvarů vzniklých těžbou Au
The analysis of the surface shapes resulting from the gold mining 309

Abstrakty/Abstracts

Maťašovský, M.
Zlato v zlepencoch krynickej jednotky magurského flyšu
Gold in conglomerates of Krynica unit, Magura flysch 313

Lexa, J. & Tréger, M.
Au potenciál štiavnicko-hodrušského rudného obvodu
Au potential of the Štiavnica–Hodruša ore district 314

Šály, J. & Prcúch, J.
Štruktúrno-tektonické a mineralogické pomery Au mineralizácie v bani Rozália (Hodruša–Hámre)
Structural-tectonic and mineralogical conditions of Au-mineralization in Rozália mine (Horuša–Hámre) 315

Michálek, J. & Chovan, M.
Ložisko Au polysulfidickej mineralizácie Dve vody–Karol v Ďumbierskych Tatrách
Au polysulphidic deposit Dve vody–Karol (Ďumbierske Tatry Mts.) 317

Smirnov, A.
Alluvial gold in Nižná Boca (Nízke Tatry Mts.)
Aluviálne zlato pri Nižnej Boci (Nízke Tatry) 318

Michal, S. & Uher, P.
Zlato v Malých Karpatoch – historický prehľad
Gold in the Malé Karpaty Mts. (SW Slovakia) – a historical review 319

Kyselica, M. & Hvožďara, P.
Morfológia a chemické zloženie zlata v rozsypoch veporika
The morphology and chemistry of the gold from placers of Veporicum 320

Andráš, P., Dubaj, D. & Kotulová, J.
Využitie arzenopyritového termometra na Sb-Au ložisku Pezinok
Arsenopyrite geothermometer application at Pezinok Sb-Au deposit (Western Carpathians, Tatric Unit, Slovakia) 322

Stankovič, J.
K typomorfným vlastnostiam arzenopyritu W-Au zrudnenia Jasenie-Kyslá, Nízke Tatry
Contribution to the typomorphic properties of arsenopyrite from W-Au deposit Jasenie-Kyslá, Nízke Tatry Mts. 324

Tulis, J.
Zlato v jaskynných sedimentoch
Gold in cave sediments 327

Stefanova, V., Tudzarov, N. & Mitevski, G.
Gold occurrences and deposits in the Buchim ore field, Eastern Macedonia
Výskyty a ložiská zlata v rudnom poli Buchim, východné Macedónsko 328

Analytika – úpravníctvo – metalurgia/*Analytics – dressing – metallurgy*

Hock, M.
Úprava štiavnických a kremnických zlatostrieborných rúd v 18. a 19. storočí
Dressing of the gold and silver ores from the area of Banská Štiavnica and Kremnica in the 18th and 19th centuries 329

Baláž, P. & Liddell, K.
Ultrajemné mletie v procesoch získavania zlata
Ultrafine grinding in the processes of gold recovery 337

Križáni, I.
Separácia neporušených zlatiniek z rúd a minerálneho odpadu ultrazvukom
Separation of gold grains from ores and mineral wastes using ultrasound 341

Maťo, Ľ., Sasvári, T., Jusko, F. & Sekula, F.
Koncentrácia Au flotačnou úpravou tetraedritového koncentrátu Striebornej žily bane Mária v Rožňave
Enrichment in gold by flotation treatment of tetrahedrite concentrate of the Strieborná vein of Mária mine in Rožňava 347

Jágerský, I.
Technológia získavania Au koncentrátov v gravitačnoflotačnej úpravni Slovenská banská, s. r. o., Hodruša–Hámre
Technology of treatment of gold-concentrates in gravitational and flotational mill of Slovenská Banská Comp., Hodruša–Hámre 353

Valko, J.
Analytické stanovovanie zlata v geologických materiáloch, koncentrátoch a zliatinách
Analytical determination of gold in geological materials, concentrates and alloys 357

Štofková, M. & Štofko, M.
Alternatívna metóda lúhovania zlata z domácich zdrojov
Alternative method of gold leaching from domestic sources 359

Ficeriová, J., Baláž, P. & Gešperová, D.
Nekyanidové spôsoby lúhovania zlata a striebra koncentrátu z Hodruše predupraveného ultrajemným mletím
Cyanideless Methods of Leaching of the Gold and Silver Concentrate Coming from Hodruša after Pretreatment by Ultrafine Grinding ... 363

Harvanová, J.
Vplyv Cu, Zn a Fe na výťažnosť Au do roztoku Cu, Zn a Fe
Influence of Cu, Zn, and Fe on extraction of Au to solution 369

Kušnierová, M.
Biogénne procesy v úprave zlatonosných sulfidov
Biogenic processes in the processing of gold-bearing sulphides 373

Tomášek, K., Rabatin, Ľ. & Vadász, P.
Metalurgia druhotných zdrojov zlata a striebra v realizačnom centre PLATAURUM
Secondary gold and silver metallurgy in the processing centre PLATAURUM 379

Rabatin, Ľ., Vadász, P. & Tomášek, K.
Elektrolytická rafinácia striebra a zlata
Silver and gold refining by electrolysis 381

Vadász, P., Rabatin, Ľ., Tomášek, K. & Janák, G.
Mikroštruktúra zlatých zliatin
Microstructure of gold alloys 383

Miklovič, J. & Miklovičová, E.
Analýza zlata v obchodnej praxi
Gold analysis in business practice 389

Holub, V.
Možnosti odbytu produktů s obsahem drahých kovů a kovů platinové skupiny v Evropě
The possibilities of marketing of products with precious metal and PGE contents in Europe 391

História – archeológia/*Archeology – history*

Labuda, J.
Ryžovanie zlata a začiatky osídlenia banskoštiavnického regiónu
Gold-mining and heginnings of the settlement in the Banská Štiavnica region 393

Miroššayová, E.
Zlato v pravekých a včasnohistorických kultúrach východného Slovenska
Gold in the prehistorical and protohistorical cultures in Eastern Slovakia 397

Jaremová, D.
História písaná zlatom
History writing by gold 399

Sombathy, L.
K histórii dobývania zlata na Slovensku
Towards the history of gold extraction in Slovakia 401

Novák, J.
Kremnica – najvýznamnejšie stredisko ťažby zlata v stredoveku
Kremnica – the most important centre of the gold mining in the Middle Ages 405

Nemeskürthyová, Ľ.
Zlatnícke cechy na Slovensku v 15.–19. storočí
Goldsmith guilds in Slovakia in the 15th–19th centuries 407

Čelko, M.
Analýza produkcie zlata v stredoslovenskej banskej oblasti v polovici 16. storočia vo svetle historických prameňov
Analysis of production of gold in the Central Slovakia mining region in the end of 16 century in the light of historic documents 411

Jakab, Z.
Ryžovanie zlata v Prenčove v 18. a 19. stor. v súvislosti so spracúvaním Au rúd v Štiavnických Baniach
Panning of gold at Prenčov in 18th and 19th centuries in relation with processing of Au-bearing ores in the Štiavnické bane area 415

Žilák, J.
Výskyt a ťažba zlatých rúd na niektorých lokalitách stredného Slovenska v druhej polovici 16. storočia
The occurrence and exploitation of gold ores in several localities of Central Slovakia in the second half of 16th century 421

Uher, P.
Náučná cesta anglického mineralóga Edwarda Daniela Clarka po stredoslovenských ložiskách zlata a striebra roku 1802
A scientific tour of Edward Daniel Clarke, an English mineralogist, to the Middle Slovak gold and silver deposits in 1802 425

Jesenský, M.
Dejinný náčrt slovenskej alchýmie
Historical outline of Slovak alchemy 429

Kolníková, E. & Minarovičová, E.
Najstaršie razené zlato na Slovensku (keltské a rímske mince)
Das erste geprägte Gold in der Slowakei (keltische und römische Münzen) 435

Hunka, J.
Nálezy zlatých mincí na Slovensku a ich historický význam
Historical importance of finds with gold coins from Slovakia 443

Šeňová, N.
Historické zlaté medailové razby kremnickej mincovne
The historical golden medal strike of the Mint in Kremnica 447

Zozuláková, K.
Razba zlatých mincí v Uhorsku a košická mincovňa
Minting of the gold coins in Hungary and the Košice mint 453

Čelková, M. & Čelko, M.
Zlatnícke remeslo a výrobky zlatníkov v Banskej Štiavnici a okolí
Golden craft and products of goldsmiths in Banská Štiavnica and its vicinity 457

VEDECKÝ PROGRAM – SCIENTIFIC PROGRAM 463

Úvod

Zlato – kov celej histórie ľudstva, sprevádza človeka už najmenej päťtisíc rokov. Bolo a je symbolom moci, bohatstva, slávy príčinou vojen a nenávisti, ale aj víťazstiev a pokroku na poli vedy a techniky.

Na území dnešného Slovenska sa história Au začala písať už pred zhruba 450–400 miliónmi rokov, keď sa v oceánskych sedimentačných panvách staropaleozoickej Prototetýdy usádzalo súvrstvie čiernych bituminóznych hornín (čierne fylity a lydity) a neskôr aj pestrý vulkanický komplex s obsahom rozmanitých prvkov, medzi ktorými bolo aj zlato. Tieto prvky vytvárali výrazné litogeochemické anomálie a z nich sa pri neskorších metalogenetických metamorfných a magmatických procesoch v období mladšieho paleozoika v karbóne a perme pred 320–250 miliónmi rokov, ale aj mezozoika v kriede pred 100–90 miliónmi rokov mobilizovali, transportovali a tvorili väčšie alebo menšie výskyty a ložiská vo viacerých oblastiach dnešného Slovenska. Tak vznikli predpoklady pre baníckú činnosť napríklad v Slovenskom rudohorí, Nízkych Tatrách, Malej Magure i v Malých Karpatoch.

Zlatonosná oblasť dnešných Kremnických, Štiavnických a Slanských vrchov sa formovala v terciéri. Rozsiahla vulkanická činnosť pred 25–10 miliónmi rokov modelovala reliéf tokov, z ktorých sa na tektonických puklinách vulkanických masívov sformovali kremenné zlatonosné a polymetalické žily v Banskej Štiavnici, Kremnici a v Zlatej Bani.

Až po intenzívnych tektonických, zvetrávacích a denudačných procesoch sa niektoré zo spomenutých ložísk s koncentráciou zlata dostali bližšie k povrchu alebo až naň a stali sa významnou surovinovou základňou nielen vtedajšieho Uhorska, ale aj celej Európy.

Ak by sme použili dnes často sa objavujúci a takmer ako klišé pôsobiaci slogan o „zviditeľňovaní Slovenska" smerom do minulosti a postavili otázku, čo asi najviac pomohlo „zviditeľniť" územia dnešného Slovenska v stredoveku a rannom novoveku, odpoveď by mohla byť len jedna – slovenské baníctvo. Keďže sme nemali historickú štátnosť a preslávili sme sa mohli iba viac-menej anonymnou prácou našich predkov, baníctvo bolo azda jedinou oblasťou, ktorou Slovensko a jeho obyvatelia najviac prispeli do spoločných dejín Európy. Až do obdobia protitureckých vojen, keď sa európska verejnosť začala po prvý raz bližšie zaujímať o dianie v tomto našom stredoeurópskom priestore, keďže práve tu sa na dlhší čas ustálila vojenská hranica medzi kresťanskou Európou a výbojnou Osmanskou ríšou, upútavala naša krajina pozornosť ostatnej Európy prevažne len svojím rudným bohatstvom.

Pátralo sa po pôvode uhorského, a preto prevažne slovenského zlata, striebra a medi, po troch ušľachtilých kovoch, ktoré sa v neskorom stredoveku stali strategickou surovinou.

Keby sme lepšie poznali dejiny nášho baníctva a vedeli aj to, čo sa už v kompletných číslach dá zistiť iba veľmi ťažko, určite by sme užasli nad tým, čo dali od praveku do novoveku útroby našich hôr Európe a svetu. Osobitne to platí o slovenskom zlate. A to nie iba preto, že je z tých troch ušľachtilých kovov kovom najvzácnejším, ale najmä s ohľadom na nesmierny historický význam jeho ťažby na Slovensku. Až do 16. stor. bolo Uhorsko hlavným producentom Au v Európe a na tejto produkcii sa významnou mierou zúčastňovalo práve územie dnešného Slovenska. Ale v priebehu tisícročí sa tieto surovinové zdroje vyčerpali a dnes ich už môžeme viac-menej iba spomínať. Tak napríklad viaceré názvy obcí (Zlatá baňa, Zlatá Idka, Zlatník, Zlatníky, Zlatno), kopcov (ako Zlatý stôl, Zlatnianske skalky) i dolín (ako Goldseifen, Zlatá dolina, Zlaté mlynky) nám dodnes pripomínajú staré riečne ryžoviská zlata i lokálnu podzemnú ťažbu zlatej rudy.

Tri zo siedmich stredoslovenských banských miest – Kremnica, Banská Bystrica a Banská Štiavnica – sa stali známymi v celej Európe, ba aj mimo nej: Kremnica v 14. a 15. stor. zlatými dukátmi, ktoré patrili medzi najcennejšie a najvyhľadávanejšie uhorské zlaté mince vo všetkých hlavných centrách európskeho obchodu, Banská Bystrica od sklonku 15. stor. a v 16. stor. meďou, ktorá putovala stovky kilometrov do stredísk svetového kovospracujúceho prie-

myslu a premenená na výrobky pokračovala v ceste ďalej po súši aj po mori do najodľahlejších kútov vtedy známeho sveta. Šírenie slávy slovenského baníctva dovŕšila Banská Štiavnica v 17. a 18. stor. rozsiahlou produkciou striebra a zlata, vyspelou banskou technikou a banskou akadémiou, jednou z najstarších na svete, ktorej odchovanci pôsobili ako významní banskí technici v mnohých banských revíroch Európy, ba aj v zámorí.

Na súčasné ťažkosti a starosti nášho baníctva môže pripomínanie jeho starej slávy byť iba slabou náplasťou na rozjatrené rany. Ale boli by sme veľmi nespravodliví k dejinám, keby sme v nich hľadali vždy len povzbudenie. História je aj studnicou poznania. Dejiny nás učia, že v priebehu stáročí sa vo vývoji baníctva striedal rozkvet so stagnáciou, krízou, ba aj s hlbokým úpadkom. Možno aj naše súčasné obdobie utlmovania rudného baníctva na Slovensku je iba prechodné. A ak nie, treba sa nám zmieriť s tým, že naše baníctvo – aspoň v niektorých druhoch nerastov – svoju historickú úlohu už dohralo. Je to tak aj so získavaním zlata?

O tom, ale aj o historických i súčasných problémoch ťažby zlata, technológie jeho získavania a spracúvania, o historických a súčasných poznatkoch o zlate v archeologických artefaktoch, mincovníctve, medailérstve a šperkárstve na území dnešného Slovenska chceme informovať širokú slovenskú verejnosť referátmi z banskoštiavnickej konferencie Zlato na Slovensku, ktoré publikuje toto dvojčíslo časopisu Mineralia Slovaca.

Organizačný výbor konferencie aj touto formou ďakuje Slovenskej geologickej spoločnosti, Slovenskej hutníckej spoločnosti, Slovenskej banskej spoločnosti, Slovenskému národnému múzeu v Bratislave, Technickému múzeu v Košiciach, NBS – Múzeu mincí a medailí v Kremnici, s. r. o. SLOVENSKEJ BANSKEJ, v Hodruši–Hámroch, s. r. o. FIMAN v Košiciach, MINCOVNI KREMNICA, š. p., v Kremnici, Závodu Slovenského národného povstania v Žiari nad Hronom, s. r. o. ENVIGEO v Banskej Bystrici, a. s. KREMNICA GOLD v Banskej Bystrici, s. r. o. GEOLOGIA v Spišskej Novej Vsi, s. r. o. URANPRES v Spišskej Novej Vsi a firme KKÁ – DSGC v Banskej Bystrici za finančné a vecné sponzorovanie konferencie a vydania tohto dvojčísla časopisu Mineralia Slovaca.

Milan Háber a Marián Skladaný

Foreword

Gold is the metal of mankind's history. It accompanies man at least 5.000 years. It represents the symbol of power and wealth, it was the cause of hate and wars, however, it brought also the scientical and technical victories.

The history of gold at area of today's Slovakia began roughly 450–400 mil. years ago, when at oceanic sedimentary basins of the Early Paleozoic Prototethyds, sedimented the group of beds of black bituminous shales (black phyllites and lydites). Later, the various volcanic complexes with content of various elements, among them gold, have originated. These elements have formed the distinguished lithogeochemical anomalies. During the long-lasted metallogenetic metamorphic and magmatic processes, since Late Paleozoic, through Carboniferous, Permian, Mesozoic, up to Cretaceous (i.e. 320–90 mil. years ago), these elements from anomalies have been mobilized and transported and finally have formed the bigger or smaller ore deposits and occurrences at many areas of recent Slovakia. They formed by this way, the suppositions for mining activities for example at Spišsko-gemerské Rudohorie, Nízke Tatry, Malá Magura and Malé Karpaty ore districts.

The gold-bearing parts of present Kremnické, Štiavnické and Slánske vrchy ore districts, have been formed during Tertiary. The huge volcanic activity 25–10 mil. years ago, has modelled the relief of water-runs, where, along the tectonic faults of volcanic massifs, the quartz veins with Au, Ag, Pb, Zn and Cu contents have originated at surroundings of Banská Štiavnica, Kremnica and Zlatá Baňa.

Much more later, after the intense tectonic, weatering and denudation processes, some from these above given gold-bearing concentrations, have been removed towards the surface. They became the founder of mineral wealth not only for the former Hungary, but for the Europe as a whole.

We often use today the term "to make known" the presen Slovakia. Let us realize, that the mining activities represent the best known results of people's work in Slovakia. Slovakian people, became the well known within medieval Europe, throughout mining activities. Besides mining, the Slovakian area plays at history the role as the boundary between Europian Christianity and Osman's Islam religion. The main wealth of the former Hungary, i.e. gold, silver and copper, these three noble metals, became since latest Middle Ages, so called strategic materials.

At present time, we know from our rich mining history, only the dryasdust statistics. It is very difficult to estimate, how many of various ores have been extracted from Slovakian underground. Especially it regards of Slovakian gold, which has for Slovakia the greatest ancient significance. Up to 16th century, Old Hungary represented the main producer of gold at Europe. Nevertheless, during long lasted mining activities, the known gold resources at Slovakia have been exhausted and at many cases, only the names of localities commemorate their famous history. For example – some villages as Zlatá Baňa, Zlatá Idka, Zlatník, Zlatníky, Zlatno, some hills, as Zlatý stôl, Zlatnianske skalky, and some vallies, as Goldseifen, Zlatá dolina, Zlaté mlynky. These all suggested by name "zlato, i.e. gold", the ancient placers and underground gold mining.

There have been know the 7 centralslovakian mining towns. The three from them Kremnica, Banská Bystrica and Banská Štiavnica, became well known within whole Europe and also out from Europe. Kremnica, during 14th and 15th centuries, by means of gold ducats, which represented the most appreciated and asked Hungarian gold coins at the all main centres of Europian business. Banská Bystrica has been famous since the end of 15th and during 16th centuries through copper ores. Copper from Banská Bystrica was exported into the centres of European metal industry and as copper products, it was exported into the all parts of the medieval world. The glory of the Slovakian mining culminated during 17th and

18th centuries, through big Au and Ag output from the mines Banská Štiavnica and sophisticated mining technics and famous Mining Academy, one from the oldest all over the world, which absolvents successfully worked at many mines in Europe and overseas.

At present time, when our mining is supressed, we can always find in our mining history the encouragement. This mining history instruct us, that the mining always means the alternating of the periods of prosperity and periods of the stagnation, crisis and deep decline. Maybe, the present decline of Slovakian ore mining is temporary only. Perhaps, Slovakian ore mining fulfilled already its historical task. Who knows? And how is it with Slovakian gold?

To give the answers to these questions, it is the main aim of our conference. To deal with various topics, which are connected with all aspects of Slovakian gold, there is the main intention of this publication, which is dedicated to the conference "Gold at Slovakia", which tooks place since Juni 15th up to 18th at Banská Štiavnica.

There is the pleasure for Organizational Committee of Conference, to thank by this way also, to the all organizations and companies, which sponsored the conference itself and the edition of this special issue of Mineralia Slovaca. Many thanks to the: Geological Survey of Slovak Republic, Slovak Metallurgy Society, Slovak Mining Society, Slovak National Museum Bratislava, Technical Museum of Košice, Slovak National Bank – Museum of coins and medals Kremnica, and companies SLOVAK MINING Ltd., Hodruša–Hámre, FIMAN Ltd., Košice, ALUMINIUM SMELTER Inc., Žiar nad Hronom (Plant of Slovak National Uprising), ENVIGEO Ltd., Banská Bystrica, KREMNICA GOLD Inc., Banská Bystrica, GEOLOGIA Ltd., Spišská Nová Ves, COIN-PLANT, s. e., Kremnica, URANPRES Ltd., Spišská Nová Ves and KKÁ – DSGC Banská Bystrica.

Milan Háber and Marián Skladaný

Konferencia

ZLATO NA SLOVENSKU

15.–18. jún 1999, BANSKÁ ŠTIAVNICA

Redaktori

Milan Háber *(hlavný redaktor)*

Martin Chovan, Juraj Knésl, Marta Mácelová, Nadežda Šeňová, Magdaléna Štofková

Organizačný výbor

Milan Háber, *predseda*, Geologický ústav SAV, Banská Bystrica
Stanislav Jeleň, *tajomník*, Geologický ústav SAV, Banská Bystrica
Mikuláš Beránek, Slovenská banícka spoločnosť, Banská Bystrica
Rudolf Ďuďa, Východoslovenské múzeum, Košice
Pavol Grecula, Geologická služba SR, Bratislava
Martin Chovan, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Danica Jaremová, Slovenské technické múzeum, Košice
Richard Kaňa, Slovenská banská, s.r.o., Hodruša-Hámre
Ján Novák, Slovenské banské múzeum, Banská Štiavnica
Jaroslav Setnický, Mincovňa Kremnica, š. p., Kremnica
Jozef Surovec, Štátny ústredný archív, Banská Štiavnica
Milan Šoka, Stredoslovenské múzeum, Banská Bystrica
Juraj Tözsér, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava

Garanti konferencie

Sekcia mineralógia – ložisková geológia – Juraj Knésl, Disseminated slovak gold–consulting, B. Bystrica
Sekcia analytika – úpravníctvo-technológia – Magdaléna Štofková, Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov, Hutnícka fakulta TU Košice
Sekcia história – archeológia – Marta Mácelová, Stredoslovenské múzeum, Banská Bystrica
Sekcia mincovníctvo – medailérstvo – šperkárstvo – Nadežda Šeňová, Národná banka Slovenska – – Múzeum mincí a medailí, Kremnica
Výstava Zlato na Slovensku – Helena Šušková, Slovenské banské múzeum, Banská Štiavnica
Exkurzie – Ján Smolka, Geologická služba SR, regionálne centrum, Banská Bystrica

Spoluorganizátori konferencie

Slovenská geologická spoločnosť; Slovenská banícka spoločnosť; Slovenská hutnícka spoločnosť; Slovenská banská, s.r.o., Hodruša-Hámre; Slovenské národné múzeum, Bratislava; Slovenské banské múzeum, Banská Štiavnica; Stredoslovenské múzeum, Banská Bystrica; Slovenské technické múzeum, Košice; Východoslovenské múzeum, Košice; NBS – Múzeum mincí a medailí, Kremnica; Mincovňa Kremnica, š. p., Kremnica; Geologický ústav SAV, Bratislava; Archeologický ústav SAV, Nitra; Geologická služba Slovenskej republiky; Slovenská skupina IAGOD; Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava; Hutnícka fakulta TU, Košice.

Sponzori

Slovenská geologická spoločnosť; Slovenská banícka spoločnosť; Slovenská hutnícka spoločnosť; Slovenské technické múzeum, Košice; NBS - Múzeum mincí a medailí, Kremnica; Slovenská banská, s.r.o., Hodruša–Hámre; Fiman, s. r. o., Košice; Mincovňa Kremnica, š.p., Kremnica; Závod SNP, Žiar nad Hronom; EnviGeo, s. r. o., Banská Bystrica; Kremnica Gold, a. s., Banská Bystrica; Geologia, s. r. o., Spišská Nová Ves; Uranpres, s. r. o., Spišská Nová Ves; KKA – DSGC, Banská Bystrica.



1



2

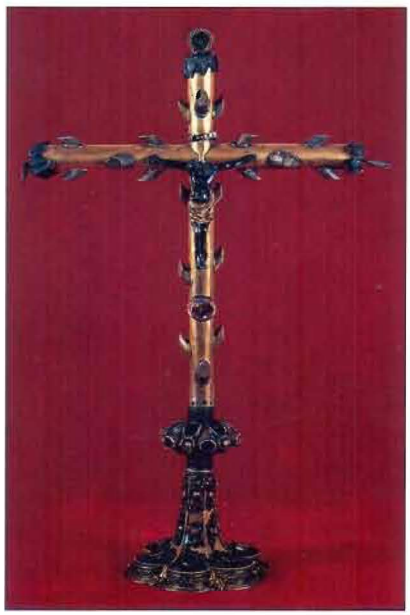


3

1. Monštrancia z pozláteného striebra s emailovými obrázkami so scénami z christologického cyklu a Starého zákona, vykladaná drahokamami a polodrahokamami. Vyhotovil r. 1770 J. Szilassy pre Košický dóm. Výška 1000 mm. **2.** Pokál richtára Glabitsa, Samuel Libay, 1835, Banská Bystrica, pozlátené striebro. **3.** Zlatý kalich s tepanými biblickými výjavmi, zdobený drahokamami a perlami, vyhotovený zo šperkov grófky Františky Andrássyovej. Vyhotovil V. Mayerhofer v Mníchove, 1904. Výška 225 mm, hmotnosť 731 g. **4.** Oltárny kríž, pozlátené striebro, 16. stor. **5.** Kompozícia zbierkových predmetov Kremnického múzea.

1. The monstrance made of the golded silver with enamel pictures with the scenes from the christological cycle and Old Testament, inlaid with precious and semi-precious stones. Made by J. Szilassy in 1770 for the Dome in Košice. Height 1000 mm. **2.** Commemorative cup of town-mayor Glabits, Samuel Libay, 1835, Banská Bystrica, gilded silver. **3.** The gold cup engraved with biblical scenes, decorated with gems and pearls, made of the jewels of countess Franciska Andrassy. Produced by V. Mayerhofer in München, 1904, height 225 mm, weight 731 g. **4.** Altar cross, 16th century, gilded silver. **5.** Composition of the exposition objects from the Kremnica museum.

4

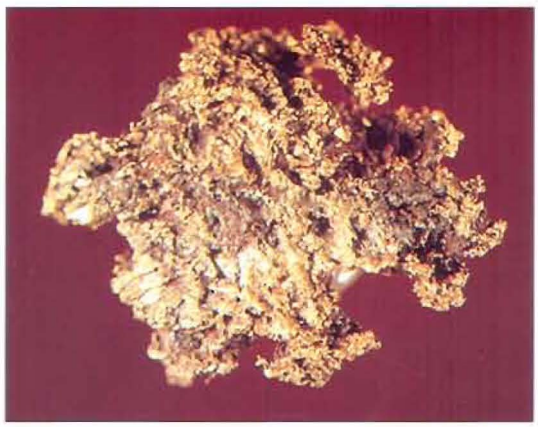


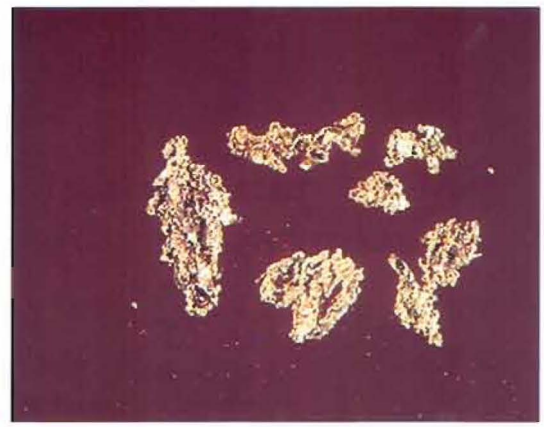
5

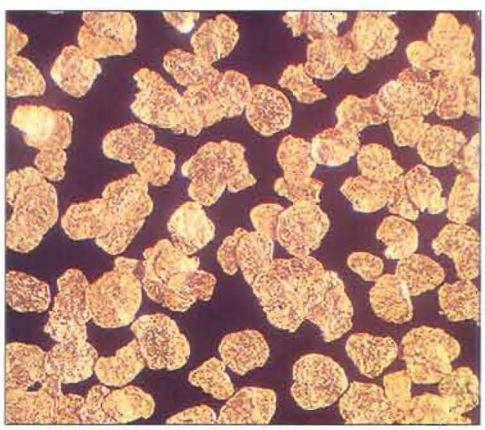


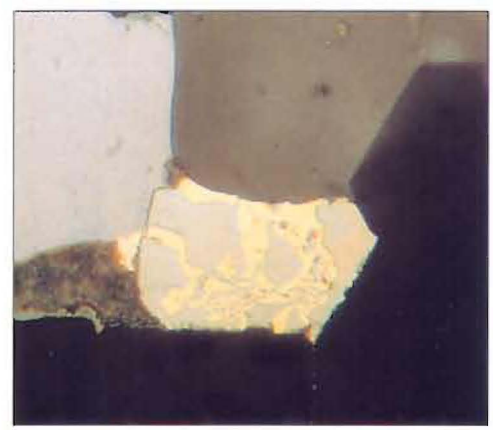












1. Plieškové zlato na kremeni. Kremnica, šachta Ferdinand. Vzorka pochádza z r. 1931 (zo zbierok Slovenského národného múzea v Bratislave). Foto: M. Červeňanský. **2.** Elektrum s kryštálmi parargyritu na kremeni, žila Schöpfer, Hodruša–Hámre. **3.** Nugget zlata zo supergénnej úrovne strižnej zóny. Uderiná, šachtica ŠU-1, hĺbka 11–15 m. Skutočná veľkosť 15 mm. Foto: L. Osvald. **4.** Nuggety zlata zo supergénnej úrovne strižnej zóny. Uderiná, šachtica ŠU-1, hĺbka 11–15 m. Skutočná veľkosť 5–15 mm. Foto: L. Osvald. **5.** Zlatiny zo zlatonosných dunajských náplavov. Zbierky Slovenského národného múzea v Bratislave. Skutočná veľkosť 0,25–0,50 mm. Foto: M. Červeňanský. **6.** Zlatinka tvorená myrmekitom elektra a tetraedritu v zraste s galenitom a sfaleritom v kremenno-karbonátovej žilovine. Hodruša–Hámre. Mikrofotografia nábrusu zväčšená 120x. Foto: Ľ. Rojkovičová.

1. Shim gold in quartz. Kremnica, the mine shaft Ferdinand. Sample from 1931. (collections of the Slovak National Museum, Bratislava). Photo: M. Červeňanský. **2.** Electrum with crystals of pyrargyrite on quartz. Schöpfer vein, Hodruša–Hámre. **3.** Nugget of gold from supergene horizon of shear zone from Uderiná, prospect pit ŠU-1, depth 11–15 m. Actual size 15 mm. Photo: L. Osvald. **4.** Nuggets of gold from supergene horizon of shear zone from Uderiná, prospect pit ŠU-1, depth 11–15 m. Aktual size 5–15 mm. Photo: L. Osvald. **5.** Gold flakes from gold-bearing Danube sediments. Collections of Slovak National Museum, Bratislava. Actual size 0.25–0.50 mm. Photo: M. Červeňanský. **6.** Gold grain formed by myrmekitic electrum and tetrahedrite, intergrows galenite and sphalerite in quartz – carbonate vein-filling. Hodruša–Hámre. Microphoto of polished section, magn. x120. Photo: Ľ. Rojkovičová.

PRÍSPEVKY Z KONFERENCIE ZLATO NA SLOVENSKU, BANSKÁ ŠTIAVNICA, 15.–18. júna 1999
PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE GOLD IN SLOVAKIA, BANSKÁ ŠTIAVNICA, SLOVAKIA, June 15–18, 1999

ZLATO NA SLOVENSKU

GOLD IN SLOVAKIA

Sekcia mineralógia – ložisková geológia
Session mineralogy – economic geology

Vedúci/*leader*
Juraj Knésl



15.–18. júna 1999
BANSKÁ ŠTIAVNICA

PRÍSPEVKY Z KONFERENCIE ZLATO NA SLOVENSKU, BANSKÁ ŠTIAVNICA, 15.–18. júna 1999
PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE GOLD IN SLOVAKIA, BANSKÁ ŠTIAVNICA, SLOVAKIA, June 15–18, 1999

ZLATO NA SLOVENSKU

GOLD IN SLOVAKIA

Sekcia archeológia – história
Session archeology – history

Vedúci/*leader*
Marta Mácelová



15.–18. júna 1999
BANSKÁ ŠTIAVNICA

PRÍSPEVKY Z KONFERENCIE ZLATO NA SLOVENSKU, BANSKÁ ŠTIAVNICA, 15.–18. júna 1999
PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE GOLD IN SLOVAKIA, BANSKÁ ŠTIAVNICA, SLOVAKIA, June 15–18, 1999

ZLATO NA SLOVENSKU

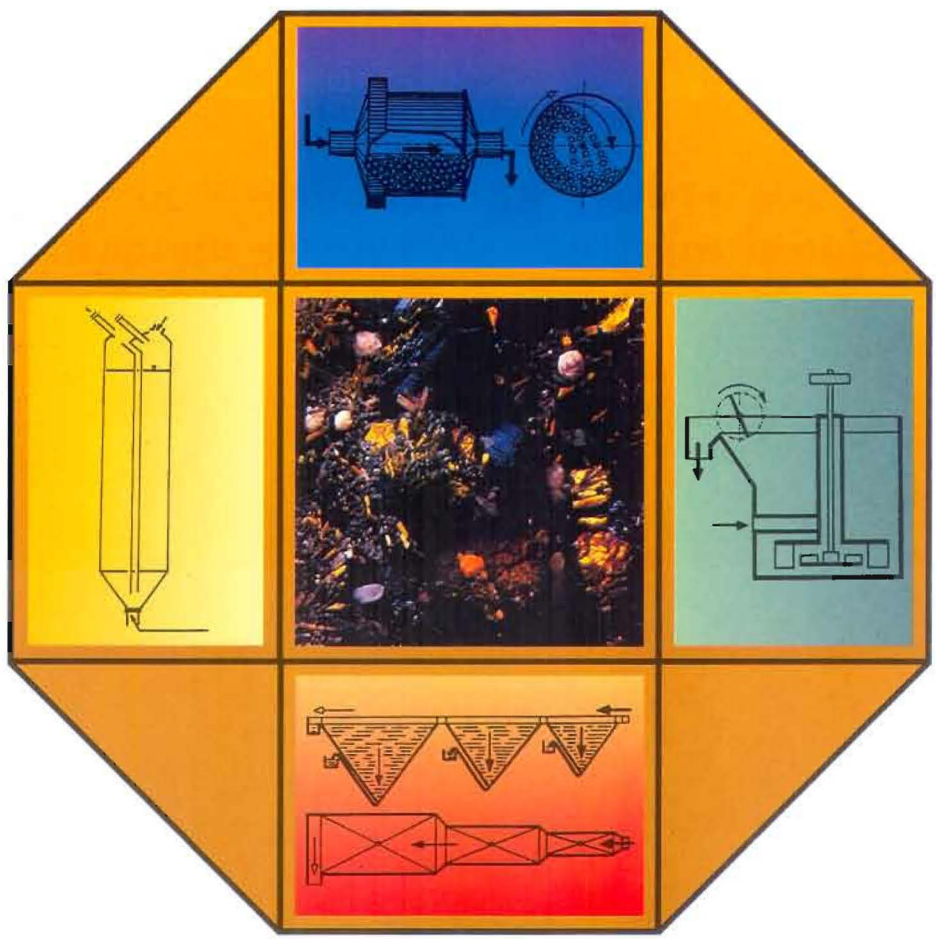
GOLD IN SLOVAKIA

Sekcia mincovníctvo – medailérstvo – šperkárstvo
Session acunation – medal and jewel-craft

Vedúci/*leader*
Nadežda Šeňová



15.–18. júna 1999
BANSKÁ ŠTIAVNICA



ZLATO je ako prameň, ktorý rozdáva úsmevy i slzy, a predsa nikdy neuhasí smäd ...

(Henry Wadsworth Longfellow)

PRÍSPEVKY Z KONFERENCIE ZLATO NA SLOVENSKU, BANSKÁ ŠTIAVNICA, 15.–18. júna 1999
PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE GOLD IN SLOVAKIA, BANSKÁ ŠTIAVNICA, SLOVAKIA, June 15–18, 1999

ZLATO NA SLOVENSKU

GOLD IN SLOVAKIA

Redaktor / Edited by
Milan Háber



Mineralia Slovaca, Bratislava, 1999

PRÍSPEVKY Z KONFERENCIE ZLATO NA SLOVENSKU, BANSKÁ ŠTIAVNICA, 15.–18. júna 1999
PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE GOLD IN SLOVAKIA, BANSKÁ ŠTIAVNICA, SLOVAKIA, June 15–18, 1999

ZLATO NA SLOVENSKU

GOLD IN SLOVAKIA

Sekcia analytika – úpravníctvo – metalurgia
Session analytics – dressing – metallurgy

Vedúci/*leader*
Magdaléna Štofková



15.–18. júna 1999
BANSKÁ ŠTIAVNICA



Obr. 1. Privilégium Karola Róberta z r. 1328 pre Kremnicu. Zlato a dukáty. Foto: M. Červeňanský.

Fig. 1. Privilege of Karol Róbert for the town Kremnica from 1328. The Kremnica gold and ducats. Photo: M. Červeňanský.

Obr. 2. Od zlata k minciam: Zlato na kremeni. Šachta Ferdinand a zlaté dukáty kráľov Rudolfa II. a Mateja II. razené v Kremnici (zo zbierok Slovenského národného múzea v Bratislave). Foto: M. Červeňanský.

Fig. 2. From gold to coins: Gold in quartz, the mine shaft Ferdinand and gold ducates of the King Rudolf II and the King Matej II coined in the Kremnica mint (from the collection of the Slovak National museum, Bratislava). Photo: M. Červeňanský.





Obr. 3. Zlatý prsteň používaný pri židovských svadobných obradoch vyhotovený technikou filigránu a emailovej výzdoby. 17. storočie. Priemer 25 mm, hmotnosť 17,40 g.

Fig. 3. The gold ring used the Jewish wedding ceremony, filigreed, with enamel decorations, 17th century. Dia. 25 mm, weight 17.40 g.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 157–160

Vyhľadávanie zlata na Slovensku v posledných dvadsiatich rokoch z prostriedkov štátneho rozpočtu

JOZEF FRANZEN

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

(Doručené 9. 4. 1999)

The exploration activities for gold in Slovakia during the last 20 years financed by the state budget

The first part of article deals briefly with the questions connected with prices of gold since 1934 up to present days. The second part presents the review of exploration activities for gold in Slovakia by means of projects, which have been financed by the state budget. The main information are concentrated into three enclosed tables. Tab. 1 gives the review of finished projects aimed for gold during the last 20 years. Tab. 2 deals with the finished projects, where presence of gold has been also evaluated. The Tab. 3 brings the review of contemporary projects, which are aimed for gold exploration.

Key words: world prices of gold, state budget, gold reserves, evaluation of exploration and mining activities

V úvode príspevku musím urobiť malú exkurziu do nedávnej histórie. V rokoch 1934–1968 bola stála cena Au 35 USD za troyskú uncu (ďalej tr. oz) resp. 1,12 USD za 1 g (Böhmer a Knésl, 1987). Túto cenu pokladala vláda vtedajšej ČSSR s ohľadom na výrobné náklady za nízku, a rozhodla sa vyhľadávanie, prieskum a ťažbu Au zastaviť. Ako posledné bolo zatvorené kremnické ložisko v decembri 1970. Ale už vtedy bolo zorientovaným v problematike jasné, že sa skostnatené socialistické plánovanie a rozhodovanie dopustilo chyby. Od roku 1968 sa totiž svetová cena Au uvoľnila a prudko stúpala. Extrémom bolo krátkodobé zvýšenie na cca 850 USD za tr. oz roku 1980, ale vcelku možno konštatovať, že oproti dlho platným 35 USD za tr. oz cena stúpla približne na 10–násobok. Netreba dlho vysvetľovať, čo pre prieskum a ťažbu znamená oscilácia ceny okolo dlhodobého priemeru. Kým obdobia stúpajúcej ceny Au až k 400 USD znamenajú nádej a rozvoj, obdobia s cenou pod 300 USD hrozia obmedzením, ba až likvidáciou prieskumnej a ťažobnej činnosti zameranej na Au.

V 70. rokoch tohto storočia bola už cena Au stabilne vysoká a po niekoľkých rokoch museli zmeniť názor aj vtedajší plánovači a moratórium Au skončiť. Z druhej, pozitívnej stránky k tomu významne prispel J. Knésl, pracovník vtedajšieho Geologického prieskumu, š. p. Spišská Nová Ves, geologická oblasť Banská Bystrica (ďalej GP SNV). V rokoch 1978–1980 spracoval materiál Slovensko Au – štúdia, ktorú objednal a zo štátneho rozpočtu financoval vtedajší Slovenský geologický úrad. Štúdia bola zameraná na tieto okruhy problémov:
– základné údaje o ekonomike Au a o najdôležitejších genetických typoch priemyselných zlatonosných ložísk,
– inventarizácia zlatonosných objektov SR,
– výber najperspektívnejších rudných rajónov a zlatonosných objektov SR a
– stanovenie súčasných a výhľadových prognóz Au rúd v rámci SR.

Za cenu okolo 289 tisíc vtedajších Kčs sa získali podklady, ktoré umožnili začať vyhľadávať Au na Slovensku približne v posledných dvadsiatich rokoch, čo je aj téma tohto článku.

Prvá veľká úloha zameraná na vyhľadávanie Au *Kremnica Au* sa realizovala v rokoch 1979–1990 s celkovými nákladmi okolo 94 812 000 Kčs a jej hlavné ciele boli:
– riešenie hĺbkového pokračovania drahokovovej mineralizácie žíl I. a III. kremnického systému,
– vyhľadávanie a overovanie pripovrchovej mineralizácie Au a Ag v severnom smernom pokračovaní štureckého ložiska a
– vyhľadávanie oblastí perspektívnych z hľadiska výskytu drahokovovej a medenoporfýrovej mineralizácie v severnej a západnej časti kremnického rudného poľa.

Riešiteľom úlohy bol opäť J. Knésl s kolektívom z geologickej oblasti GP SNV, ktorý svoje zámery priebežne konzultoval s M. Böhmerom z Prírodovedeckej fakulty UK Bratislava. Prieskum sa vykonával najmä prostredníctvom vrtov. Tie potvrdili, že žilné štruktúry I. kremnického systému, známe z vrchných častí ložiska, pokračujú pod úroveň hlavnej dedičnej štôlne, najmenej do hĺbky -300 m n. m. Potvrdilo sa aj to, že sa s hĺbkou zloženie rudnej výplne výrazne mení, a to od drahokovovej mineralizácie typickej pre kremnické ložisko až po drahokovovo-polymetalickú mineralizáciu s prevahou Ag a Cu v najspodnejších prevŕtaných častiach žíl (Knésl a Knéslová, 1991).

Výsledky výpočtu zásob polymetalických rúd nie sú podľa dnešných ekonomických kritérií atraktívne, no časť drahokovových rúd vypočítaná v južnom pokračovaní štureckého ložiska môže byť jedným z podkladov na úvahy o jeho budúcej ťažbe.

Taká je veľmi stručná charakteristika prvých dvoch úloh zameraných na vyhľadávanie Au v ostatných dvoch desaťročiach. Podobne by sa dali charakterizovať aj všetky ostatné na Au zamerané úlohy, ale v záujme stručnosti ich uvádzame v tabuľkovej forme. Ďalšie informácie možno získať od autora správy, z Geofondu (GS SR) a čiastočne aj od nás.

K tabuľkám možno mať minimálne dve logické výhrady alebo pripomienky. Prvá sa týka finančných prostriedkov. Isté je, že koruna vynaložená roku 1979 (vtedy ešte československá) nie je hodnotou ani len blízka korune investovanej roku 1999. Ale cieľ tabuliek je najmä informatívny. Na hlbšie ekonomické úvahy by sa zrejme museli robiť prepočty, napr. na USD.

Druhou môže byť pochybnosť, či je úplne správne členenie medzi tabuľkami 1 a 2. Niekedy ťažko presne povedať, do akej miery bola úloha zameraná na Au, lebo ono sa na polymetalických, antimónových aj iných ložiskách nevyhľadáva osobitne, ale s inými kovmi. Rozhodujúci je charakter mineralizácie. Cieľ úlohy sa môže v priebehu riešenia meniť alebo dopĺňať. Veď aj náš najväčší úspech posledných 20 rokov – objav Au zrudnenia v Hodruši – sa podaril pri úlohe Hodruša–Bakali, pôvodne zameranej na polymetalické rudy.

Prvé informácie o vysokom obsahu Au vo vrte BLI-6 z úlohy Hodruša–Bakali sa získali v marci 1990. V záujme vyhľadávania Au sa v tejto úlohe postupne objednala zmena projektu 2, 3 a 4, ktoré prebiehali v rokoch 1990–1992. Už v polovici roku 1992 sa začal nový projekt Hodruša–Rozália, zameraný na ďalšie overovanie Au zrudnenia. Skončil sa roku 1994 a odvtedy geologický prieskum financuje už iba ťažiar – Slovenská banská spoločnosť, s. r. o. Treba pripomenúť, že táto spoločnosť financovala časť prieskumu už aj v rokoch 1992 a 1993 (ťažba Au sa začala v máji 1992) a jej podiel na financovaní postupne stúpal. Dodnes sa z ložiska vyťažilo cca 2,5 t Au.

Dovoľme si aspoň malú ekonomickú úvahu bez nároku na prílišnú presnosť, ale skôr ako námet na úvahy alebo diskusie. Pri súčasnej nízkej cene Au cca 300 USD za tr. oz

Tab. 1
Skončené úlohy zo ŠR zamerané hlavne na Au a Ag
Finished projects from the state budget, aimed for Au-Ag mainly

Názov úlohy	Obdobie realizácie	Náklady v tis. Sk/Kčs	Zodpovedný riešiteľ/organizácia
Slovensko Au – štúdia	1978–1980	289	Knésl/GP SNV
Kremnica Au	1979–1990	94 812	Knésl/GP SNV
Kremnické Bane–Šturec	1983–1992	44 561	Veľký/GP SNV
Kremnica–Horná Ves	1991–1997	13 923	Veľký/GP SNV – EnviGeo
Vyhne–Banky	1991–1993	5805	Slovák/GP SNV
Ban.Štiavnica–podpovrch. č.	1991–1997	23 807	Smolka/GP SNV – GS SR
Hodruša–Rozália	1992–1994	27 092	Šály/GP SNV
Kociha	1988–1993	8080	Kusein/GP SNV
Uderiná II	1990–1995	6487	Maťová/GP SNV
Zlatníky	1992–1997	2992	Knésl/GP SNV – Aurex
Pezinok–Trojárová II	1990–1996	29 100	Hanas/GP SNV – GS SR
Pezinok–Zlatá žila	1991–1994	11 367	Mikula/RB B.B.
Byšta Au, Ag	1990–1998	10 117	Bačo/GP SNV – GS SR
Dúbrava–prever. obs. Au	1991–1997	2061	Michálek/GP SNV – EnviGeo
Dolná Lehota	1993–1998	6 541	Michálek/GP SNV – EnviGeo
Partizánska Ľupča–Klinisko	1992–1998	4704	Michálek/GP SNV – EnviGeo
Rimavská Baňa Au	1993–1996	1333	Petro/GP SNV – GS SR
SR – impregn. Au v silicif.	1989–1995	4329	Knésl/GP SNV – Aurex
Registrácia starých ryžovísk	1997	49	Hvožďara/Prírodovedecká fakulta UK
Registrácia ryžovísk Au v SR	1998	50	Hvožďara/ Prírodovedecká fakulta UK
Remata–Sklené	1988–1992	8637	Knéslová/GP SNV
Komplex. zhodn. Kremnice	1995–1998	1713	Veľký/EnviGeo
Spolu 22 skončených úloh		307 849	

možno vyrátať, že 1 kg Au stojí cca 9645 USD, čo pri kurze 40:1 je 385 800 Sk. Vyťažených 2,5 t Au potom predstavuje hodnotu 964,5 miliónov Sk. Aké prostriedky sa vynaložili, aby sa táto hodnota našla? K tomu sa pripočíta suma z tabuliek 1 a 3, t. j. náklady na úlohy zamerané hlavne na Au. Z tab. 2 (úlohy nezabane v Hodruši dávno zavreté a značná časť z ich 350 pracovníkov by poberala sociálne dávky od štátu.

Obráťme teraz pozornosť do budúcnosti, na najbližšie plány a perspektívy. Pred piatimi rokmi sme na konferencii o Au v Hodruši–Hámroch uviedli, že pri vyhľadávaní ložísk Au, pri ktorých sa predpokladá hlbinná ťažba,

Tab. 2
Skončené úlohy zo ŠR pôvodne nezamerané na Au
Finished projects from the state budget, formerly do not aimed for Au

Názov úlohy	Obdobie realizácie	Náklady v tis. Sk/Kč	Zodpovedný riešiteľ/organizácia
Pohr. Polhora–Tisovec Cu, Ni	1989–1996	6619	Knésl/GP SNV – Aurex
Brehov–západ, Pb, Zn, Cu	1990–1995	17 924	Bacsó/GP SNV – GS SR
Mládzovo Sb, Ag, Bi	1989–1996	11 698	Maťová/GP SNV – Aurex
Hodruša–Bakali	1986–1992	29 220	Gavora/GP SNV
Pezinok–Vinohrady	1985–1993	57 272	Hubač/GP SNV
Kremnica–okolie	1981–1987	7567	Knéslová/GP SNV
Pezinok Sb	1974–1986	69 828	Polák/GP SNV
Pezinok–riešenie upr.	1990–1995	3758	Tuček/GP SNV
Spolu 8 skončených úloh		203 886	

Tab. 3
V súčasnosti riešené úlohy na Au, stav k 28. 2. 1999
Contemporary Au projects up to February 28, 1999

Názov úlohy	Plánovaná realizácia	Náklady v tis. Sk/Kčs	Zodpovedný riešiteľ/organizácia
Turček–okolie	09/91–06/00	7405	Maťová/GP SNV – Aurex
Au v sev. časti veporíd	09/97–10/99	3619	Maťová/Aurex
České Brezovo–Uhorské	12/91–03/00	10 611	Kusein/GP SNV – Aurex
Au v star. paleoz. SGR	07/92–03/99	9490	Novotný/Uranpres
Au v sev. časti Rimavskej kotliny	06/97–11/99	3999	Varga/Maseva
Au v kráľovohoľských Níz. Tatrách	12/95–06/99	2701	Petro/GS SR
Nízke Tatry Au	08/94–04/99	4417	Michálek/GP SNV – EnviGeo
Au vo východoslovenskom regióne	12/95–10/99	6180	Husár/Geologia, s. r. o.
Spolu 8 rozpracovaných úloh		48 422	

merané pôvodne na Au) sa zoberie ako kvalifikovaný odhad tretina vypočítanej sumy, t. j. 67 962 000 Sk/Kč. Z toho vychodí, že sa na prieskum Au od roku 1978 vynaložilo zo štátneho rozpočtu cca 424 233 000 Sk/Kč, čo nie je ani polovica z hodnoty vyťaženého Au v Hodruši. Keď sa však vezme do úvahy, že možno 90 % z hodnoty získaného Au treba investovať do nákladov na ťažbu a úpravu rudy, potom už táto bilancia nie je taká optimistická. Ale treba vziať do úvahy aj fakt, že keby nebolo objavu Au zrudnenia Hodruša–Svetozár, isto by už boli z ekonomických dôvodov potrebujeme, aby obsah Au v 1 t horniny bol minimálne 5 g, pri pripovrchových ložiskách bez hlbinného dobývania môže postačiť aj obsah 3 g Au na 1 t horniny a pri najľahšie ťažiteľných rozsypových ložiskách aj výrazne pod 1 g/t. Keďže cena Au odvtedy poklesla, požadovaný obsah Au sa musí pri verejných súťažiach a zadávaní nových úloh primerane zvyšovať, napr. miesto 5 g Au sa už požaduje 6 g Au v t horniny. Pri vypisovaní verejných súťaží na jar 1997 sme za cieľové množstvo rudy pokladali aspoň 500 000 t.

V posledných rokoch prideľované finančné prostriedky na geológiu všeobecne a na rudy obzvlášť klesajú. Dnes už nefinancujeme nijaké vyhľadávanie rúd prostredníctvom banských prác. Pri vrtných prácach zameraných na rudy už „vymizla" kategória vrtov do 1200 m a raritou je dnes vrt v kategórii do 650 m. Usilujeme sa používať čoraz lacnejšie vyhľadávacie metódy (i keď je to ťažké) a tiež metódy poškodzujúce životné prostredie v čo najmenšej miere. V tom zmysle sme pripravili aj tézy do programového vyhlásenia slovenskej vlády.

Z uvedených dôvodov prežíva dnes akési obdobie renesancie šlichová metóda. Roku 1998 sa začal rozsiahly projekt Reinterpretácia šlichového prieskumu na území Slovenska, ktorý plní Geologická služba SR. Riešiteľom je P. Bačo z regionálneho centra Košice. Ide o reinterpretáciu výsledkov šlichového prieskumu SR za posledných 40 rokov. V tom období sa niektoré metodické postupy zmenili, a teda nie všetky šlichy sú zhodnotené na rovnakej úrovni poznania. Nové zhodnotenie dodnes existujúcich šlichových vzoriek (je ich asi 80 % z pôvodne odobraného počtu) by mohlo okrem iného priniesť aj nádejné indície pre nasledujúci ložiskový prieskum. Predmetom prehodnocovania bude celý šlichový materiál, nie iba Au. Preto úlohu v tab. 3 ani neuvádzame. Isté však je, že jej výsledky môžu pozitívne ovplyvniť náš zlatý program v budúcnosti. Podobne to bolo už pri úlohách Regionálna geochémia Západných Karpát (GP SNV a Prírodovedecká fakulta UK Bratislava), či Slovensko – mineralogicko-geochemická prospekcia (GP SNV), ktoré sa realizovali v 80. rokoch. Zo získaného materiálu dodnes vychádzajú mnohé aktivity pri vyhľadávaní Au na Slovensku.

Na ryžoviská Au bola zameraná úloha Registrácia ryžovísk Au na území SR, ktorú rieši P. Hvožďara z Prírodovedeckej fakulty UK Bratislava. Išlo o úvodný projekt, v ktorom sa opisuje metodika prác. Územie SR sa rozčlenilo do 13 celkov, ktoré sa budú riešiť samostatne. Jednotlivé čiastkové územia chceme zadávať od roku 1999 v závislosti od finančných a kapacitných možností.

Veríme, že nové projekty registrácie ryžovísk Au, ako aj projekty vymenované v tab. 3 poskytnú do budúcnosti dostatok predpokladov na vyhľadávanie Au na Slovensku.

Literatúra

Böhmer, M. & Knésl, J., 1987: Hlavné metalogenetické typy Au-zrudnenia v Západných Karpatoch. *In: Zlato v Západných Karpatoch, GÚDŠ Bratislava, 11–16.*

Knésl, J. & Knéslová, A., 1991: Súčasný stav poznatkov o geológii, metalogenéze a prognózach rudného rajónu Kremnických vrchov. *Mineralia Slov., 23, 4, 283–294.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 161–164

Podmienky vykonávania geologických prác na území Slovenskej republiky

JURAJ TÖZSÉR

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

(Doručené 9. 4. 1999)

Conditions for performance of geological operations in the Slovak Republic

Currently all geological activities in Slovakia are governed by the Act of the Slovak National Council No. 52/1988 of the Coll. on geological operations and on the Slovak Bureau of Geology in complete wording of the Act of the Slovak National Council No. 497 of the Coll. and by regulations issued on the base of this Act and Act No. 44/1988 of the Coll. on protection of mineral wealth (mining code) in complete wording of the Act of the Slovak National Council No. 498/1991 of the Coll.

After the approval of the new Mineral Policy of Slovakia by the Government of the Slovak Republic on September 5, 1995 a new Act on geological works and geology state administration (geology act) has been completed. The new Geology Act contains besides some other changes also changes concerning the maximum size of the exploration area, its validity and fees for 1 sq km and also requirement for the minimum expenses.

Key words: legislation of geological activities

Úvod

V odborných geologických a baníckych kruhoch je všeobecne známe, že sa geologické zákonodarstvo vyvinulo z banského právneho poriadku, ktorý má u nás bohatú tradíciu spätú s viacstoročnou intenzívnou baníckou činnosťou. Je to prirodzené, veď geológia sa ako veda vyvíjala ako integrálna súčasť baníctva, jednej z najstarších činností ľudskej spoločnosti. Postupne rastúce požiadavky spoločnosti na využívanie výsledkov geológie v najrozličnejších oblastiach hospodárskeho a spoločenského života viedli k profilácii geológie ako samostatnej vednej disciplíny.

Potreba vytvoriť samostatnú geologickú legislatívu a vyčleniť ju z baníckej nastolil najmä prudký rozvoj geológie po 2. svetovej vojne v bývalej Československej republike, veľký medzinárodný ohlas výsledkov, ktoré dosiahla predovšetkým slovenská geológia v 70. a 80. rokoch nášho storočia, ale najvýraznejšie jej intenzívne prenikanie do stále nových oblastí. Napriek niektorým odlišným názorom na tento proces najmä v časti baníckej komunity sme presvedčení, že takýto krok bol potrebný a podporil rozvoj slovenskej geológie.

Súčasná právna úprava

Prvý samostatný geologický zákon Slovenskej republiky vznikol v druhej polovici nášho storočia. Zákon SNR č. 52/1988 Zb. o geologických prácach a o Slovenskom geologickom úrade schválila Slovenská národná rada 20. apríla 1988 a nadobudol účinnosť 1. júla 1988. Jeho cieľom bolo stanoviť podmienky odborného a racionálneho projektovania, vykonávania a hodnotenia geologických prác, ich koordinácie, kontroly a využívania ich výsledkov v národnom hospodárstve, vede a technike. Tento zákon definoval aj postavenie a vymedzil pôsobnosť Slovenského geologického úradu, ktorý bol zriadený roku 1969 napriek silným tendenciám centrálnych úradov v bývalom Česko–Slovensku a až do jeho začlenenia do Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky (ďalej iba „ministerstvo") roku 1992 bol ústredným orgánom štátnej správy pre geologický výskum a prieskum.

Spoločenské a hospodárske zmeny na Slovensku po roku 1989 a potreba vytvoriť priaznivejšie podnikateľské prostredie v oblasti geológie boli na začiatku 90. rokov dôvodom na novelizáciu spomenutého zákona. Novelu schválila Slovenská národná rada 6. novembra 1991 a účinnosť nadobudla 1. januára 1992. V novele zákona sa novým spôsobom upravili najmä ustanovenia dotýkajúce sa oprávnenia a odbornej spôsobilosti vykonávať geologické práce, ako aj odovzdávania a sprístupňovania ich výsledkov. Vytvorením inštitútu prieskumného územia, ktorý významne pomohol rozvinúť podnikateľskú činnosť v geologickom prieskume nerastných surovín na Slovensku a zaviedol presné pravidlá do geologického prieskumu vyhradených nerastov, sa stala naša geologická legislatíva aspoň sčasti kompatibilná s obdobnou legislatívou štátov s vyspelou geológiou a baníctvom.

V súčasnosti platný zákon SNR č. 52/1988 Zb. v znení zákona SNR č. 497/1991 Zb. sa člení na šesť častí, ktoré postupne upravujú:

– základné ustanovenia,

– oprávnenie na vykonávanie geologických prác a určovanie prieskumných území ložísk vyhradených nerastov,

– projektovanie, vykonávanie a hodnotenie geologických prác,

– pôsobnosť ústredného orgánu štátnej správy pre geologický výskum a prieskum,
– kontrolu a sankcie,
– spoločné, prechodné a záverečné ustanovenia.

Súčasťou nášho geologického právneho poriadku sú aj tieto s ním súvisiace všeobecne záväzné právne predpisy:
– vyhláška SGÚ č. 86/1988 Zb. o postupe pri vyhľadávaní a prieskume výhradných ložísk z hľadiska ochrany a racionálneho využitia nerastného bohatstva a o oznamovaní výskytu ložiska vyhradeného nerastu, jeho odmeňovaní a o úhrade nákladov v znení vyhlášky SGÚ č. 3/1992 Zb.,
– vyhláška SGÚ č. 97/1988 Zb. o správe výhradných ložísk, o evidencii a odpisoch ich zásob v znení vyhlášky SGÚ č. 4/1992 Zb.,
– vyhláška SGÚ č. 9/1989 Zb. o registrácii geologických prác, o odovzdávaní a sprístupňovaní ich výsledkov, o zisťovaní starých banských diel a vedení ich registra v znení vyhlášky SGÚ č. 5/1992 Zb.,
– vyhláška SGÚ č. 6/1992 Zb. o klasifikácii a výpočte zásob výhradných ložísk,
– vyhláška MŽP SR č. 217/1993 Zb. o projektovaní, vykonávaní a hodnotení geologických prác,
– vyhláška SGÚ č. 415/1992 Zb. o udeľovaní povolení na vykonávanie geologických prác a o spôsobe overovania odbornej spôsobilosti,
– vyhláška MF SR č. 305/1993 Zb. o spôsobe a rozsahu financovania a zabezpečovania alebo likvidácie starých banských diel a ich následkov zo štátneho rozpočtu.

Platná geologická legislatíva upravuje celú oblasť geologickej činnosti, ale ak ju analyzuje iba z hľadiska možností vykonávať ložiskový prieskum na území Slovenskej republiky, potom jej najdôležitejšie zásady zakotvené v zákone a vo všeobecne záväzných právnych predpisoch sú:
– Geologické práce na území Slovenskej republiky môžu okrem subjektov vymenovaných v geologickom zákone vykonávať iba právnické a fyzické osoby, ktorým na to udelí povolenie ministerstvo.
– Povolenie na vykonávanie geologických prác možno udeliť len v prípade, ak je ich organizácia spôsobilá vykonávať a ak má na takúto činnosť odborne spôsobilých pracovníkov a nevyhnutné vecné vybavenie.
– Zahraničné právnické a fyzické osoby podnikajúce na území Slovenskej republiky musia byť zaregistrované v príslušnom obchodnom registri.
– Zahraničné a domáce právnické subjekty majú pri podnikaní v oblasti geológie na území Slovenskej republiky rovnaké práva a povinnosti.
– Ložiskový geologický prieskum vyhradených nerastov, ktoré sú majetkom štátu, sa môže vykonávať iba v prieskumnom území určenom ministerstvom po dohode s príslušným krajským úradom.
– Účastníkom konania o určení, zmene alebo zrušení prieskumného územia je organizácia, ktorá návrh podala, príslušný krajský a okresný úrad.
– Prieskumné územie sa určuje najdlhšie na obdobie štyroch rokov a jeho platnosť možno predĺžiť najviac na ďalšie štyri roky.
– Poplatok za km^2 prieskumného územia je v prvom období 1500 Sk ročne, v druhom 6000 Sk.
– Organizácia je povinná poplatky uhradiť do troch mesiacov po uplynutí každého roka počítaného od dňa právoplatnosti rozhodnutia o určení prieskumného územia.
– Konanie o určení prieskumného územia sa začína na návrh organizácie, ktorá podala návrh prvá; výnimkou je prípad, ak je na ložiskový geologický prieskum vyhradených nerastov vyhlásená verejná súťaž.
– Počet ani rozsah prieskumných území určených jednej organizácii nie sú obmedzené.
– Zmenšovanie plochy prieskumného územia počas platnosti určenia sa nepožaduje.
– Organizácia, ktorej bolo prieskumné územie určené, má prednostné právo stanoviť dobývací priestor podľa osobitného predpisu, pokiaľ o to požiada do šiestich mesiacov od schválenia výpočtu zásoby výhradného ložiska ministerstvom.
– Geologické práce podliehajú registrácii. Výnimkou sú práce pri vyhľadávaní a prieskume ložísk vyhradených nerastov, pri ich prieskume v dobývacích priestoroch a geologické práce malého rozsahu.

Navrhované zmeny v geologickej legislatíve

Prebiehajúca transformácia spoločnosti, odstránenie direktívneho spôsobu riadenia hospodárstva, vznik samostatnej Slovenskej republiky, zbližovanie Slovenskej republiky s európskymi a transatlantickými štruktúrami, ale najmä schválenie prvej surovinovej politiky štátu uznesením vlády Slovenskej republiky z 5. septembra 1995 č. 661 boli predpokladom aj dôvodom na prípravu ďalšej novely zákona SNR č. 52/1988 Zb. v znení zákona SNR č. 497/1991 Zb. V počiatočnej fáze prác sa ukázalo, že vzhľadom na potrebné zmeny by bol rozsah novelizácie neúmerne veľký, a tak by sa novela stala neprehľadnou. Preto sa začal pripravovať návrh nového zákona o geologických prácach a štátnej geologickej správe (geologický zákon), ako aj o zmene zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 222/1996 Z. z. o organizácii miestnej štátnej správy a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Navrhované znenie geologického zákona má niekoľko základných znakov, ktorými sa od súčasne platnej právnej úpravy odlišuje. Za najdôležitejšie treba pokladať spresnenie definície geologických prác, osobitnú úpravu otázky oprávnení na ich vykonávanie, úpravu inštitútu odbornej spôsobilosti, ale najmä novú úpravu určovania prieskumných území, spresnenie práv a povinností ich držiteľov, ako aj úpravu poplatkov za prieskumné územie. Preto sa v porovnaní s terajším stavom v novom geologickom zákone z hľadiska ložiskového, a teda aj geologického prieskumu na Au navrhuje niekoľko zmien. Najdôležitejšie sú:
– Spresňuje sa definícia geologických prác.
– Fyzické a právnické osoby – okrem vymenovaných v zákone – môžu vykonávať geologické práce iba na základe a v rozsahu geologického oprávnenia vydaného ministerstvom.
– Geologické oprávnenie môže mať len fyzická osoba, ak ona alebo jej zástupca má trvalý pobyt na Slovensku, a právnická osoba so sídlom alebo zastúpením na Slovensku.

– Geologické oprávnenie je dedičné.

– Odborná spôsobilosť vykonávať geologické práce sa bude overovať každých päť rokov.

– Do zákona sa zavádza charakteristika množstva vody.

– Záverečnú správu s výpočtom zásoby výhradného ložiska a množstva podzemnej vody posudzuje a schvaľuje ministerstvo bez ohľadu na zdroj financovania.

– V prípade, že sa nedosiahne dohoda medzi vlastníkom nehnuteľnosti, na ktorej sa geologické práce vykonávajú, a ich vykonávateľom, rozhodne ministerstvo.

– Novým spôsobom sa rieši otázka prieskumných území najmä v tom, že na rozdiel od súčasného právneho stavu sa medzi vybrané geologické práce, ktoré možno vykonávať len v prieskumnom území, okrem ložiskového geologického prieskumu vyhradených nerastov zaraďuje aj hydrogeologický prieskum zdrojov termálnej podzemnej vody, prírodnej liečivej vody a minerálnej stolovej vody, ako aj špeciálny geologický prieskum zameraný na podzemné zásobníky v prírodných horninových štruktúrach a v podzemných priestoroch zariadenia na priemyselné využívanie geotermálnej energie a úložiská rádioaktívneho odpadu v podzemných priestoroch.

– Účastníkom konania o určení, zmene alebo zrušení prieskumného územia je iba žiadateľ.

– Určuje sa maximálna rozloha prieskumného územia, a to pri pevných nerastných surovinách 250 km^2, pri rope a plyne 1000 km^2.

– Spresňuje sa definícia začatia geologického prieskumu v prieskumnom území tak, že sa pokladá za začatý len v prípade, ak sa naň v prvom roku platnosti rozhodnutia, pred koncom ktorého sa musia práce začať, vynaložilo najmenej 15 % celkových predpokladaných nákladov.

– Navrhuje sa, aby sa platnosť určenia prieskumného územia predĺžovala iba v prípade, keď sa na geologický prieskum pred vypršaním platnosti určenia prieskumného územia vynaložilo najmenej 70 % projektovaných nákladov.

– Jednej fyzickej alebo právnickej osobe možno určiť najviac štyri prieskumné územia.

– Zavádza sa možnosť prevodu prieskumných území medzi fyzickými a právnickými osobami so súhlasom ministerstva.

– Prieskumné územie sa určuje na štyri roky, čo možno predĺžiť o ďalšie štyri a ešte o ďalšie 2 roky.

– Zavádza sa povinná redukcia rozlohy prieskumného územia pri každom predĺžení platnosti určenia o 25 %.

– Prednostné právo držiteľa prieskumného územia na využívanie výsledkov dosiahnutých vybranými geologickými prácami v tomto území sa upravuje aj v geologickom zákone a zachováva sa aj prednosť držiteľa prieskumného územia na ložiskový geologický prieskum vyhradených nerastov podľa osobitného predpisu.

– Držiteľ prieskumného územia má pri ďalších vybraných geologických prácach prednosť pri využívaní ich výsledkov, ak o to požiada príslušný orgán štátnej správy do 18 mesiacov od predloženia záverečnej správy poverenej organizácii, najneskôr však do dvoch rokov od skončenia platnosti rozhodnutia o určení prieskumného územia.

– Zvyšuje sa poplatok za km^2 prieskumného územia na dvojnásobok. V prvom období platnosti určenia ročne na 3000 Sk, v druhom na 6000 Sk a počas tretieho na 9000 Sk.

– Držiteľ prieskumného územia je povinný zaplatiť poplatky do troch mesiacov po začatí každého roka počítaného od dňa určenia prieskumného územia.

– 50 % poplatkov z predchádzajúcich dvoch bodov je príjmom štátneho rozpočtu, 50 % obcí.

– Ak sa geologický prieskum financuje zo štátneho rozpočtu Slovenskej republiky, ministerstvo určí vykonávateľovi prác osobitné prieskumné územie; v takom prípade ustanovenia predchádzajúcich jedenástich odsekov neplatia.

– Zavádza sa výberové konanie najvhodnejšieho uchádzača za držiteľa prieskumného územia, v ktorom sa geologický prieskum financuje zo štátneho rozpočtu Slovenskej republiky. Podmienkou prevodu osobitného prieskumného územia na najvhodnejšieho uchádzača je úhrada časti nákladov dovtedajšieho geologického prieskumu ako príjmu do štátneho rozpočtu.

– Prieskumné územia určené podľa doterajších predpisov sa pokladajú za prieskumné územia určené podľa doterajších predpisov vrátane úhrady za ne.

– Podľa návrhu geologického zákona právo kontroly nad dodržiavaním jeho ustanovení, právo nariaďovať odstránenie zistených nedostatkov a ukladať sankcie zostáva ministerstvu, ale z presne stanovených príčin môže ministerstvo uložiť vykonávateľovi prác, zadávateľovi, držiteľovi prieskumného územia alebo fyzickej osobe oprávnenej na podnikanie pokutu v maximálnej výške 500 tis. Sk. Ak sa v určenej lehote nedostatky neodstránia, výška pokuty sa môže zdvojnásobiť.

– Zavádza sa možnosť zrušiť geologické oprávnenie, ak sa povinnosti ustanovené zákonom opätovne hrubo porušia.

Podrobnosti dotýkajúce sa vykonávania zákona budú obsahovať vykonávacie predpisy Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky. Bude to vyhláška o geologickom výskume, geologickom prieskume a o projektovaní, riešení a hodnotení geologických úloh, vyhláška o spôsobe overovania odbornej spôsobilosti osôb na vykonávanie geologických prác, o odovzdávaní záverečných správ a ich sprístupňovaní, o zisťovaní starých banských diel a o vedení ich registra, vyhláška o prieskumných územiach a o výberovom konaní a vyhláška o kategorizácii a výpočte množstva podzemnej vody hydrogeologického celku.

Záver

Aplikácia platného geologického zákona v praxi potvrdzuje, že niektoré jeho ustanovenia sú brzdou ďalšieho rozvoja slovenskej geológie. To bol dôvod, prečo na začiatku druhej polovice 90. rokov začalo ministerstvo intenzívne pripravovať nový geologický zákon, dokončilo ho v septembri 1997 a predložilo na prerokovanie Legislatívnej rade vlády Slovenskej republiky. Počas prípravy znenia zákona sa vychádzalo nielen zo skúseností s aplikáciou dnes platných geologických právnych predpisov v geologickej praxi, ale využili sa najmä právne

predpisy radu európskych aj zámorských krajín upravujúce túto oblasť.

V čase prípravy tohto príspevku prešiel návrh nového geologického zákona medzirezortným pripomienkovým konaním a znovu sa predložil Legislatívnej rade vlády Slovenskej republiky. Tá ho doteraz neprerokovala, a preto nie je vylúčené, že pri jeho schvaľovaní vládou Slovenskej republiky a Národnou radou Slovenskej republiky môžu v jeho znení nastať isté zmeny. Sme však presvedčení, že aj v prípade nepodstatných úprav vytvorí nový geologický zákon taký právny rámec na vykonávanie geologických prác a podnikanie v oblasti geológie na území Slovenskej republiky, ktorý bude plne porovnateľný s rámcom krajín s vyspelou geológiou a banským priemyslom.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 165–170

Zlato v dejinách ľudstva, jeho ťažba a svetové ceny

JOZEF SLAVKOVSKÝ

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

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold in the human history, its output and world prices

The contribution contains basic data on gold which influenced human history since the Middle Age up to now. This is followed by a brief characteristics of primary and secondary gold deposits. Better understanding and many discoveries of these deposits mainly occurred in the second half of the 19th century during the gold fever. From this reason the attention from geographic, prospection, social and partly also economic viewpoints is paid to the problematics.

Below an estimation of the world gold exploration for the entire period of its exploitation, overview of exploration in the 20th century in five-year cycles as well as total explorations per year and explorations according to the main producents in 90-ties follows. Gold exploration, with some fluctuation, continually increases and similar prognoses prevail up to year 2001 even if it is only assumed 1 % inter-year increase. The prognoses may also affect the world gold prices being about 280–290 $ /tr.oz at the moment. Their future development depends on direct and indirect factors described in the overview of the last world gold prices. At the end of 70-ties and 80-ties the gold prices increased significantly and in the second half of 1997 the prices fell down which mainly jeopardized small exploration companies. Due to lowering of working expenses some big companies have greater profits today even if the gold prices fell down. However, in a long-term perspective such trend may also influence their activity.

Key words: gold, gold deposits, gold-fever, world gold output, world gold prices

Úvod

Zlato patrí medzi kovy, ktoré človek pozná a využíva už od staroveku. Dokazujú to aj archeologické vykopávky prinášajúce informácie o nesmiernom bohatstve starovekých vládcov, ale aj o tom, že medzi ľuďmi a zlatom vznikla zo strany ľudí láska na prvý pohľad, a trvá do dnes.

Vynikajúce antikorózne vlastnosti, zlatožltá farba a tvrdosť 2,5–3 – v závislosti od izomorfných prímesí (Ag, Cu, Pd a Bi) – predurčili Au na využívanie v klenotníctve, neskôr v mincovníctve a v 20. stor. ešte aj v bankovníctve, chemickom priemysle, ale najmä v elektrotechnike. Pred prahom nového tisícročia má zlato, ktorého zmysel spočíval skôr v kráse a symbole bohatstva, aj väčšie úžitkové poslanie.

Základné údaje o zlate

Latinský názov zlata je aurum a z toho je aj chemická značka Au. Jeho atómové číslo je 79 a merná hmotnosť 19,3 $g.cm^{-3}$. Zlato sa najčastejšie vyskytuje v podobe mikroskopických až submikroskopických zrniečok v kremeni alebo v sulfidoch, ale v bohatých primárnych a sekundárnych ložiskách vystupuje aj v makroskopickej forme (pliešky, lístočky, hniezda, obliačiky až hrudy, tzv. nuggety). Kryštály zlata sú zriedkavé a zvyčajne majú tvar oktaédra, redšie dodekaédra a vzácne kocky. Zlato nie je čisté ani v rýdzej podobe. Odrody bohatšie na striebro sa pokladajú za samostatný minerál – elektrum (20–50 % Ag). Z ďalších odrôd Au je to cuproaurit (meďnaté zlato) s obsahom Cu do 20 %, porpezit (s obsahom od 5–11 % Pd a do 4 % Ag). Zlato vytvára aj teluridy. Z nich je významnejší calaverit – $AuTe_2$, petzit – Ag_3AuTe_2 a sylvanit – $AuAgTe_4$. Napriek viacerým možnostiam, ktoré príroda poskytuje, hlavným rudným minerálom je rýdze zlato a teluridy zlata. Obsah zlata v rude sa udáva v $g.t^{-1}$ a v horninách, príp. vo sférach Zeme v ppm a ppb (part per milion a part per bilion). Zemská kôra má klark Au 3,5 ppb alebo 0,0035 ppm. Zlato vzniká počas celého vývoja Zeme.

Základné typy ložísk zlata

Ložiská zlata sa bežne rozdeľujú na primárne a sekundárne (rozsypy – ryžoviská). *Primárne ložiská* zlata sa rozdeľujú na hydrotermálne, metamorfogénne a impregnačné. S vývojom hypoabysálnych intruzií granitu sú späté *plutogénne hydrotermálne ložiská* zlata (tzv. stará zlatonosná formácia), ktoré majú jednoduchú mineralizáciu kremeň-zlato ± sulfidy (najmä pyrit, arzenopyrit, chalkopyrit). Tieto ložiská majú charakter žíl veľkého smerového rozsahu (napr. Mother Lode v Kalifornii, cca 200 km) a značného hĺbkového dosahu (až 3,5 km). Ďalším typom sú *vulkanogénne ložiská zlata* (tzv. mladá zlatonosná formácia), ktoré vystupujú v spätosti s andezitovo-dacitovo-ryolitovým vulkanizmom a majú povahu

žíl, žilníkov a impregnácií viažucich sa na vulkanotektonické štruktúry. Vyznačujú sa mimoriadne vysokými koncentráciami Au a Ag pri povrchu, kde tvoria aj bonanzy, ktoré však smerom do hĺbky rýchlo vyznievajú alebo prechádzajú do polymetalického zrudnenia (ložiská v karpatskom oblúku – Kremnica na Slovensku, Beregovo na Ukrajine, Brad v Rumunsku, v amerických Kordilerách – Crippe Creek v Colorade a i.). Veľký význam majú aj *metamorfogénne ložiská.* Sú trojakého podtypu: 1. metamorfované predkambrické ložiská asi plutogénneho pôvodu (Kirkland Lake, Red Lake v Kanade a Kalgoorie v Austrálii), 2. stratiformné predkambrické zlatonosné tmavé, resp. vulkanosedimentárne zelené bridlice, v ktorých sa zlato remobilizovalo pri metamorfóze (Homstake v USA, Fazenda Brasileiro v Brazílii), 3. metamorfované fosílne ryžoviská (najväčšie ložisko zlata na svete Witwatersrand v Južnej Afrike). V ostatnom období sa objavil nový typ impregnačného Au zrudnenia. Ide o tzv. carlinský typ. Ložiská tohto typu sa stali významným celosvetovým zdrojom zlata.

Sekundárne ložiská zlata tvoria rozsypy – ryžoviská. Ryžoviská vznikli rozrušením hornín a premiestnením zlata z primárnych ložísk. Rozsypové zlato sa však prenáša aj v rozpustnej podobe, pretože je spravidla čistejšie ako na primárnom ložisku. Najvýznamnejšie sú eluviálne, aluviálne a morské ryžoviská s jemnozrnnými, ale aj s veľkými zlatinkami, príp. až hrudami – nuggetami zlata s hmotnosťou niekoľko až desiatok kg. Najväčší nugget v hmotnosti 71,03 kg zlata Welcome Stranger, ktorý sa našiel v Austrálii, sa nezachoval, pretože ho po náleze roztavili. Značná časť produktívnych ryžovísk je už vyčerpaná. Ich objavovanie a ťažbu v 19. a začiatkom tohto stor. sprevádzalo objavovanie nových krajín a zlatonosných polí v nich.

„Zlatá horúčka" v 19. storočí

V polovici 19. stor. sa s rozširovaním civilizácie či skôr s hľadaním nových možností získať väčšie bohatstvo odvážni muži alebo aj dobrodruhovia s cieľom podnikať, dostávali do rozličných kútov sveta, lacno tam získavali pozemky a cieľavedomou prácou napĺňali svoj životný cieľ čiže bohatli. Tak sa dostal roku 1839 do Kalifornie, vtedy mexickej kolónie, aj J. A. Sutter. Od guvernéra získal darovacou listinou úrodnú pôdu v údolí Sacramenta. Keďže pochádzal zo Švajčiarska, pomenoval územie Nero Helvetion (Nová Helvécia). Za 10 rokov podnikania zbohatol, ale cez noc sa stal žobrákom iba preto, že na jeho pozemkoch náhodou objavil Au jeho tesár James Marshall. Tajomstvo sa dostalo do San Franciska, prepukla tam „zlatá horúčka" a rozšírila sa po celej krajine. Tak začiatkom roka 1849 nastala veľká migrácia ľudí do Kalifornie, t. j. údolia Sacramenta, kde hľadali zlato. Počas „zlatej horúčky" sa tam po amerických zlatokopoch usadili aj Austrálčania, Číňania i Európania a zároveň zmenili aj politické pomery. Mexiko muselo odovzdať Texas aj Kaliforniu USA.

„Zlatá horúčka" vyvolala chaos, ale stimulovala aj nový hospodársky rozvoj. Roku 1854, keď sa v San Francisku konali veľkolepé oslavy 6. výročia „zlatej horúčky", 5. výročia založenia mesta a 4. výročia vstupu Kalifornie do federácie Spojených štátov, spomenuli si aj na J. A. Suttera, ktorý sa o povznesenie Kalifornie zaslúžil, a udelili mu hodnosť generála. Znovu bol na výslní, ale o rok neskôr, keď mu 15. marca 1855 priznali aj majetkové práva, vypuklo povstanie, ľudia jeho majetok ničili, a tak sa znovu ocitol porazený a zničený. Napokon Kaliforniu opustil a hľadal spravodlivosť na centrálnych justičných úradoch vo Washingtone, ale bez úspechu. Tam aj roku 1880 zomrel.

Kalifornská „zlatá horúčka", na ktorej sa zúčastnilo takmer 100 000 ľudí, okrem bohatstva a ľudských tragédií bola významnou ekonomickou injekciou pre kolonizáciu celých Spojených štátov. Zároveň tu vyrastali aj naozajstní zlatokopovia a prospektori, ktorí objavovali nové ryžoviská, ale aj primárne ložiská zlata v západnej Nevade.

Prvá novodobá „zlatá horúčka" ovplyvnila aj ekonomiku ďalších krajín, kde sa odkrývali Au polia. Bola to Austrália, Nový Zéland a Kanada. Vďaka tomu prebiehalo nové osídľovanie týchto krajín, vznikali zlatokopecké osady a mestá.

Pre zlatokopov a zlatonosné polia na rozličných kontinentoch platili pravidlá, spôsoby a zvyky stanovené sčasti banským zákonom, ale aj napriek tomu „zákon divočiny" diktoval zlatokopom istý spôsob života. Prospektormi boli ľudia, ktorí dokázali hľadať nielen zlato, ale aj príčiny a vzťahy súvisiace s jeho koncentráciou v prírode. Vychádzali najmä z praktických skúseností. Prospektori boli predovšetkým hľadači, prieskumníci a až potom zlatokopovia. Prácu vykonávali so zápalom a často riskovali aj život. Niektorí túžili po sláve a bohatstve, ale mnohí aj po dobrodružstve a po nových objavoch. Boli to praví hrdinovia „zlatej horúčky", ktorých vášňou bolo skôr zlato v divočine hľadať, ako ho potom prácne ťažiť.

V Austrálii prepukla „zlatá horúčka" už roku 1851, keď sa v Novom Južnom Walese a vo Victorii objavili prvé zlaté polia. V Novom Južnom Walese to bola lokalita Ophir, Yaung, Forbes (1862), Guong (1871) a i. Tu sa roku 1872 našiel aj najväčší kus zlata v bani Hill End, ktorý mal hmotnosť 214,32 kg a obsahoval 92 kg čistého zlata. Vo Victorii to boli tieto bohaté ložiská: Ballarat, Mount Alexandr, Golden Point, Bendigo a i. Au Victorie prilákalo aj skúsených kalifornských zlatokopov, ktorí postupne preskúmali všetky ložiská a postarali sa o rozvoj ťažby v celej Austrálii. Na SV v Queenslande to bolo ložisko Gympie, Ravenswood, Charters Towers, rieka Palmer, oblasť medzi Cooktownom a Cairs. Ale najväčšie ložiská – Kalgoorie a Coolgarie – sa objavili v Západnej Austrálii až v 90. rokoch 19. stor. a znamenali začiatok novej, „západoaustrálskej zlatej horúčky". Ťažba je tu dodnes a Západná Austrália je významným producentom zlata aj v súčasnosti.

Vidinu rýchleho zbohatnutia v južnej časti Afriky najprv vyvolala „diamantová horúčka", keď roku 1866 chlapec Ersam Stephan Jacobs náhodou našiel diamant a o rok neskôr v kolónii Mys Dobrej Nádeje bolo objavené bohaté ložisko diamantov pri Kemberley. Na rozdiel od 19. stor. sa vlády nad diamantovými poľami zmocnili organi-

zované spoločnosti. Spoločnosť De Beers Company a jej zakladateľ Cecil John Rhodes, tzv. diamantový kráľ, ako aj ďalší diamantoví zbohatlíci sa zúčastnili na banskej otvárke a ťažbe najbohatšieho zlatonosného rudného rajónu v oblasti Witwatersrandu. Iba oni mohli investovať značný kapitál do výstavby hlbinných baní. Aj objavenie tohto unikátneho svetového ložiska zlata bolo výsledkom „zlatej horúčky", ktorá sa v Južnej Afrike začala v 70. rokoch minulého storočia, keď boli objavené zlatonosné polia v severnom a neskôr vo východnom Transvaale. Witwatersrand pri Johannesburgu je najväčším doteraz známym zlatým „pokladom" našej planéty. Z tohto gigantického ložiska, označovaného aj Rand, sa hlbinnou ťažbou od roku 1886 vyťažilo vyše 30 000 t rýdzeho zlata.

Vyhľadávanie a ťažba zlata v Ázii nemala v 19. stor. podobu typickej „zlatej horúčky" ako v ostatnom svete. Dôvodom boli pomery na kontinente, veľké vzdialenosti, malý pohyb obyvateľstva a informácií, ale najmä despotickí vladári, ktorí dbali o to, aby sa vyťažené zlato dostalo k nim. Prospekcia a ťažba zlata v Rusku a Číne v tomto období bola tiež intenzívnejšia, ale ovplyvňovala iba domáce dianie a prístup cudzincov bol obmedzený na minimum.

Po objavení zlatonosných polí na rieke Klondike roku 1896 v kanadskom Yukone sa „zlatá horúčka" presťahovala z teplej Afriky do kanadského chladu. Nové ryžovisko Bonanza (od španielskeho slova „šťastie") a Eldorado znamenali novú vlnu „zlatej horúčky". Tá trvala iba krátko, ale do dejín sa zapísala ako najznámejšia a najslávnejšia. Azda preto, že so zlatokopmi prichádzali už aj žurnalisti popredných amerických novín, o i. aj Jack London, ktorý poviedkou Kaňon celý zo zlata priblížil celému svetu pomery na zlatonosných poliach, ale aj život zlatokopov na krutom severe v okolí Dawsonu. „Zlatá horúčka" tu trvala štyri roky a mesto Dawson City dosiahlo svoj vrchol roku 1898, keď doň prišlo 30–40 tisíc ľudí, z ktorých asi 15 tisíc hľadalo zlato. Úspešných bolo iba niekoľko tisíc zlatokopov, ale iba niekoľko stoviek aj naozaj zbohatlo. Po objavení nových lokalít zlata na Aljaške postihol mesto Dawson City osud všetkých zlatokopeckých miest a osád. Keď „zlatá horúčka" opadne, ľudia ich opúšťajú a zostáva im nádej, že budú aspoň turistickou atrakciou žijúcou z bývalej slávy, keď leskom zlata oslňovali celý svet.

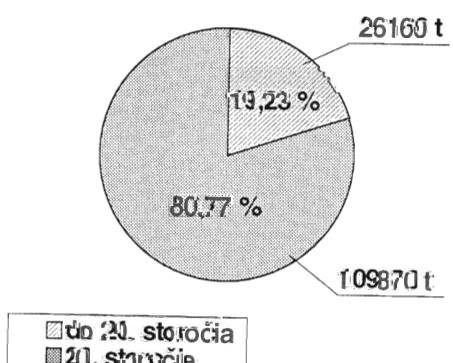
Prieskum a ťažba zlatých ložísk v 20. stor. už nie je vecou jednotlivcov – zlatokopov, ale prechádza do rúk prieskumných a banských spoločností, pretože väčšinou išlo o objav a ťažbu primárnych ložísk. Istou výnimkou je Brazília, kde sa v 70. rokoch po objavení bohatých ryžovísk v Itaitube a v prálesoch amazonskej delty na zlatonosných poliach Serra Pelada vyskytli prejavy „zlatej horúčky", ale v súčasnosti aj tam ťažbu Au organizujú ťažobné spoločnosti.

Historický vývoj ťažby zlata

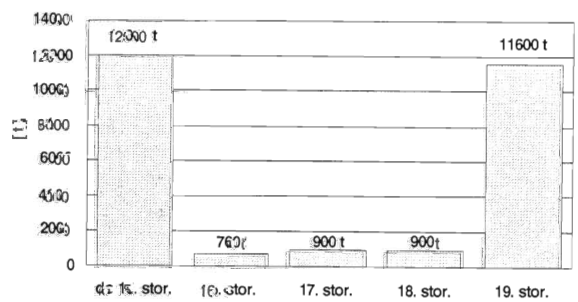
Zlato ľudia poznajú od predhistorických čias. Cenilo a hromadilo sa pre krásu aj trvanlivosť, pokladalo sa za drahý a ušľachtilý kov. Malo obrovský vplyv na celú históriu ľudstva a ovplyvňovalo aj rozvoj poznatkov i obchodu. Od čias Feničanov až do začatia éry bankoviek v 19. stor. bolo zlato aj kovom, z ktorého sa razili mince, a potom menovým kovom. Predpokladá sa, že na tento účel ako menový fond slúži aj dnes vo svete cca 40 kt zlata.

Celkový doteraz vyťažený objem zlata vo svete sa odhaduje na cca 136 000 t. Z toho sa v 20. stor. vyťažilo cca 81 % (obr. 1). Svetová ťažba zlata do konca 19. stor. sa odhaduje na 26 160 t, a to v dimenziách zrejmých z obr. 2. Do konca 15. stor. sa dovedna vyťažilo cca 12 000 t zlata a v nasledujúcich storočiach, t. j. v 16. až 19., cca 14 160 t.

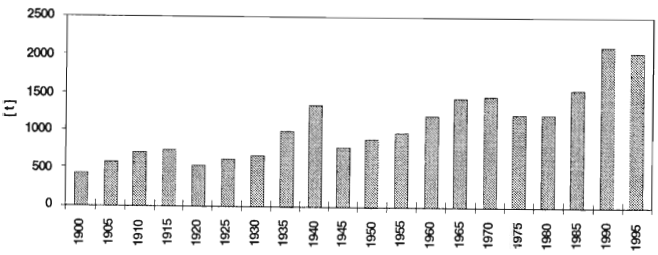
Evidentný rast ťažby zlata v 19. stor. vyplynul z osídľovania nových krajín a hľadania zlatonosných polí, čiže zo „zlatej horúčky", ktorá zachvátila Ameriku, Austráliu, Afriku a späť sa vrátila na S Ameriky. Koncom 19. stor. a začiatkom 20. stor. sa po vyťažení sekundárnych ložísk (ryžovísk) objavili aj veľké primárne svetové ložiská. Ťažia ich už banským spôsobom spoločnosti a odvtedy sú aj presnejšie údaje o ťažbe. Prehľad svetovej ťažby zlata v 20. stor. je zrejmý z obr. 3, kde sa v päťročných cykloch udáva päťročná priemerná ťažba. Kým v rokoch 1900–1904 bola ročná produkcia zlata vyše 400 t, počas prvej svetovej vojny vzrástlo až na 700 t. V 20. rokoch



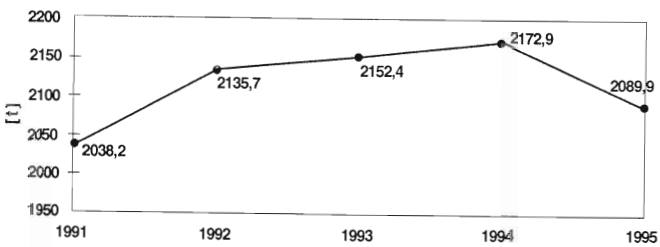
Obr. 1. Prehľad celkovej svetovej ťažby zlata.
Fig. 1. Overview on total world gold output.



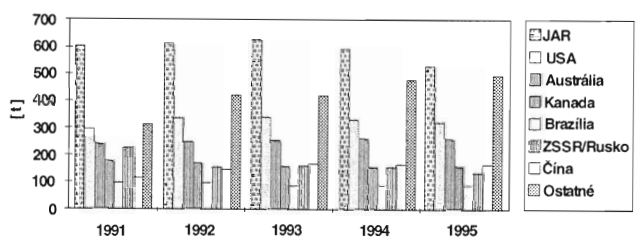
Obr. 2. Odhad svetovej ťažby zlata do konca 19. stor.
Fig. 2. Estimation of world gold output till end of 19. century.



Obr. 3. Celková ťažba zlata [t] v rokoch 1900–1995.
Fig. 3. Total gold output [t] during 1900–1995.



Obr. 4. Svetová ťažba zlata [t] v rokoch 1991–1995.
Fig. 4. World gold output [t] during 1991–1995.



Obr. 5. Svetová ťažba zlata a podiel hlavných producentov v rokoch 1991–1995.
Fig. 5. World gold output and portion of main producers during 1991–1995.

ťažba poklesla, no po hospodárskej kríze nastala nová kulminácia – počas druhej svetovej vojny dosiahla hranicu až 1300 t ročne. Prudký pokles ťažby nastal po skončení vojny, potom znova vzrástla a v rokoch 1965–1970 bola okolo 1400 t ročne. Začiatkom 70. rokov nastal menší pokles ťažby pod vplyvom celosvetovej hospodárskej recesie, ale 80. roky znamenali novodobú renesanciu hodnoty zlata. Prejavilo sa to aj na raste ročnej svetovej ťažby, ktorá roku 1990 prekročila hranicu 2000 t Au.

Prehľad svetovej ťažby zlata v rokoch 1991–1995 je na obr. 4, prehľad ťažby aj hlavných producentov (1991–1995) na obr. 5 a podrobnejší prehľad krajín zúčastňujúcich sa na ťažbe aspoň 1 % roku 1996 (Weber a Zsak, 1998) je v tab. 1.

Najväčším tradičným producentom zlata je Južná Afrika, ktorá roku 1983 ťažila ešte 50 % svetovej produkcie (667,8 t), ale roku 1995 z 2089,9 t iba 522,4 t (25 %) a roku 1996 menej ako 500 t (iba cca 22 %). Ďalším najväčším súčasným producentom zlata sú USA, a to najmä vďaka ťažbe z nových typov impregnačného Au zrudnenia, tzv. ložísk carlinského typu. Väčšinou ide o povrchovú ťažbu a technológiu umožňujúcu efektívne získavať zlato z rúd s kovnatosťou od 1 do 10 $g.t^{-1}$.

Celková svetová ťažba zlata roku 1997 bola 2464 t (Metal report, 9/98) a ročný rast v nasledujúcich rokoch by mal byť okolo 1 % do roku 2001, keď by ťažba mala dosiahnuť 83,5 mil. tr. oz (The Gold Institute), čiže okolo 2597 t zlata. Prognóza počíta s poklesom i rastom ťažby producentom. Predpokladá sa, že ťažba v USA poklesne o cca 9 % a v Austrálii o cca 4 %, ale v Latinskej Amerike a v Mexiku sa počíta s rastom.

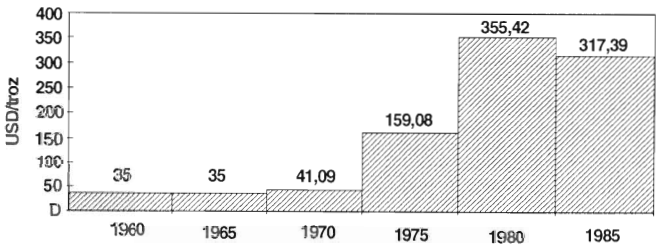
Svetová cena zlata

Cena zlata podlieha rovnakým zákonom ako cena iných surovín alebo tovaru, ale má aj špecifiká. Patria medzi ne faktory priamo ovplyvňujúce hodnotu tohto kovu (výrobné alebo prevádzkové náklady), ako aj faktory ovplyvňujúce úžitkovú hodnotu zlata nepriamo (okrem nesúladu medzi ponukou a dopytom býva zlato aj predmetom špekulácie a tezaurácie v obdobiach menovej neistoty). Z toho vychodí, že cena zlata ovplyvňuje aj celkový menový vývoj.

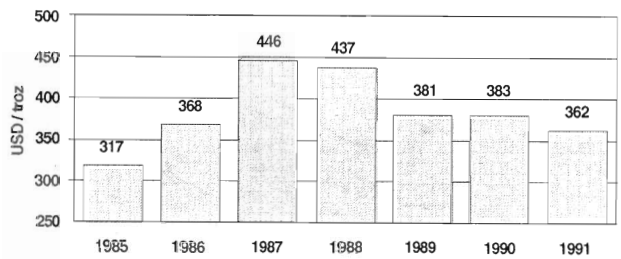
Svetová cena zlata odzrkadľuje ekonomickú stabilitu medzinárodných vzťahov, ale závisí aj od stavu surovino-

Tab. 1
Svetová ťažba zlata roku 1996 podľa producentov
World gold output in 1996 according to producers

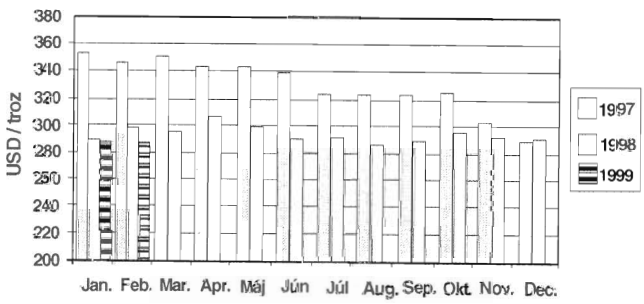
krajina	ťažba [kg]	% podiel	krajina	ťažba [kg]	% podiel
Južná Afrika	496 846	22,12	Brazília	57 000	2,54
USA	318 078	14,16	Papua Nová G.	55 623	2,48
Austrália	288 880	12,86	Chile	53 174	2,37
Kanada	164 136	7,31	Ghana	50 079	2,23
Čína	145 000	6,46	Filipíny	29 958	1,33
Rusko	123 347	5,49	Zimbabwe	24 699	1,10
Indonézia	83 660	3,72	Mexiko	24 083	1,07
Uzbekistan	71 000	3,16	Columbia	22 064	0,98
Peru	65 000	2,89	Ostatné štáty	173 373	7,72
			Svet spolu	2 446 000	100



Obr. 6. Svetová cena zlata v rokoch 1960–1985 (päťročné priemery).
Fig. 6. World gold prices during 1960–1985 (average in five years).



Obr. 7. Prehľad priemernej ročnej ceny zlata v USD za tr. oz v rokoch 1985–1991.
Fig. 7. Overview on average annual gold price in USD during 1985–1991.



Obr. 8. Priemerná mesačná cena zlata v USD za tr. oz v rokoch 1997–1999.
Fig. 8. Average monthly gold price in USD during 1997–1999.

vej základne. V súčasnosti ide o svetovú voľnú cenu, pretože vo svetovej ekonomike má dlhodobo rozhodujúce postavenie USD, a tak sa v tejto mene väčšinou kótuje burzová a producentská cena zlata a iných kovov alebo tovaru.

Pokiaľ ide o burzovú cenu zlata, tá vychádza z ročnej ceny na svetovom trhu, čo je priemer všetkých kótovaných cien v danom roku. Cena zlata je cena Londýnskeho trhu zlata (London Gold Market), ktorý funguje od roku 1954. Istý vplyv na túto cenu majú kotácie na americkom kontinente, a to najmä na Tovarovej burze kovov Commodite Metal Exchange; COMEX, a iné burzy.

Svetová cena zlata sa udáva v USD na troyská uncu (tr. oz) = 31,1035 g. Dlhodobý a krátkodobý prehľad svetových cien zlata je na obr. 6. Z neho je zrejmá novodobá renesancia hodnoty zlata, keď koncom 70. a začiatkom 80. rokov stúpla – hoci na krátky čas – roku 1980 až na 850 USD za tr. oz, ale potom sa ustálila na 360 až 480 USD za tr. oz (obr. 7).

V druhej polovici roka 1997 pod vplyvom ekonomickej krízy vo východnej Ázii dopyt po zlate poklesol a zároveň veľký rast jeho dodávok (roku 1997 činili 4254 t) spôsobil pokles ceny zlata v USD na 18,5-ročné minimum (288,7 USD za tr. oz – december 1997; obr. 8). Nízka cena umožnila zlatníkom spracovať rekordný objem zlata (3328 t oproti 2837 t roku 1996).

Na pokles ceny zlata sčasti vplývalo aj to, že roku 1997 centrálne banky predali 406 t Au. Pohyb zlata v centrálnych bankách je obojsmerný, ale nákupu sa nevenuje taká pozornosť. Banky a ďalšie oficiálne inštitúcie vlastnia okolo 35 000 t zlata. To je dostatočné množstvo Au na uspokojenie dopytu po ňom cca na 10 rokov.

Podľa analytikov nie je súčasná cena 280–300 USD za tr. oz Au hrozbou pre veľkých producentov Au, pretože naďalej dosahujú vysoký zisk najmä znižovaním nákladov na ťažbu a spracovanie, ale využívajú aj rozličné finančné operácie (najmä hedging, opčný predaj, atď.), aby čelili klesajúcej cene Au. Roku 1997 priemerné prevádzkové náklady poklesli z 261 na 212 USD za tr. oz, kým realizačná cena poklesla iba o 38 USD za tr. oz. Ťažobné spoločnosti sa poisťujú aj presunom exploatácie na ložiská s vyšším obsahom zlata. Nevýhodou takejto ťažby je, že zdroje sú obmedzené a ruda s menším obsahom kovu sa nespracúva.

Prognózna cena na roky 1999–2001 sa pohybuje medzi 200–300 USD za tr. oz. Cena pod 200 USD za tr. oz by mohla spôsobiť drastické obmedzenie ťažby zlata a zatvorenie niektorých baní. Na druhej strane cena zlata nad 300 USD za tr. oz by umožnila centrálnym bankám väčší predaj zlata z ich rezerv. To, prirodzene, závisí aj od kúpnej sily USD.

Záver

Podľa gréckej mytológie sa zlatým vekom volá najstaršie obdobie staroveku, chápané ako šťastný vek, keď si ľudia vážili česť a spravodlivosť a žili v trvalom mieri. Potom – v striebornom, bronzovom a železnom veku – vládla láska k majetku a viedli sa vojny. To v zásade platí o celom ďalšom období vývoja ľudskej spoločnosti až po súčasnosť. Akurát zlato bolo a je symbolom bohatstva a v dejinách bolo veľmi často aj príčinou vojen.

V stredoveku po objavení Ameriky bola práve pre zlato zničená kultúra Aztékov v Mexiku a Inkov v Peru. V druhej polovici 19. stor. zase túžba po bohatstve vyvolala „zlatú horúčku", počas ktorej sa ťažili najmä sekundárne ložiská zlata, čiže ryžoviská, ale zároveň sa objavovali primárne ložiská zlata. Ťažba ložísk zlata v 20. stor. stále rastie. Najväčšia bola v rokoch 1966 až 1980, keď dvojnásobne vzrástla z 30 na 61,2 mil. tr. oz. Koncom 70. a začiatkom 80. rokov tohto storočia zlato zažilo novodobú renesanciu svojej hodnoty, ale veľký rast jeho dodávok roku 1997 zasa spôsobil výrazný prepad jeho ceny na hranicu cca 288 USD za tr. oz. Táto cena sa pri malom kolísaní udržiava až doteraz. Realita je v istom rozpore s prog-

nózou z roku 1996 (Slavkovský et al., 1986). Cena zlata sa vtedy pohybovala pod hranicou 400 USD za tr. oz, ale predpokladalo sa, že roku 1997 bude 400–500 USD za tr. oz. Súčasné prognózy hovoria, že sa do roku 2001 udrží v rozpätí 200–300 USD za tr. oz. Menšie ťažobné organizácie budú teda musieť znižovať výrobné náklady a pri ďalšom poklese ceny zlata by ich baniam hrozil aj krach. Veľké ťažobné organizácie sa dokážu s takýmito ťažkosťami – a potvrdzuje to aj súčasný vývoj – vyrovnať.

Záverom treba zdôrazniť, že na cenu zlata okrem priamych nákladov vplývajú aj nepriame faktory (predaj zlata z rezerv centrálnych bánk, špekulácia investičných fondov, menové vplyvy), ale aj celkový svetový hospodársky vývoj a ďalší dopyt po tomto kove. Bolo by dobre, keby v zmysle gréckej mytológie na našej planéte opätovne nastal zlatý vek, ale v zmysle ducha, nie vlastného kovu zlata.

Literatúra

Friedensburg, F., 1965: Die Bergwirtschaft der Erde. *Ferdinand Enke Verlag Stutgart, 566.*

Janák, P., 1995: Trendy vývoja světové ťežby základních rudních nerastných surovín. *In: Sbor. referátu sekce 34/2. Nerastní surovinová politika, VŠB-TU Ostrava, 26–50.*

Klomínsky, J. & Pacovský, J., 1988: Historie psaná zlatem. *Nakl. Svoboda Praha, 167.*

Knésl, J. & Knéslová, A., 1993: Možnosti výskytu impregnačných Au ložísk na Slovensku. *Mineralia Slov., 25, 6, 451–460.*

Kužvart, M., Kraus, I. & Grecula, P., 1998: Nerastné suroviny na prelome tisícročí. *Mineralia Slov., 30, 6, 483–489.*

Palas, M., 1995: Nerastní suroviny včera, dnes a zítra. *In: Sbor. referátu sekce 34/2. Nerastní surovinová politika, VŠB-TU, Ostrava, 87–103.*

Rozložník, L., Havelka, J., Čech, F. & Zorkovský, V., 1987: Ložiská nerastných surovín a ich vyhľadávanie. *Alfa, Bratislava, 693.*

Slavkovský, J., Baláž, B. & Grinč, A., 1996: Svetová produkcia zlata a striebra ťažbou a trendy svetových cien týchto kovov v ostatnom období. *In: Výroba zlata a striebra, skúšobníctvo. KNK HF TU Košice, 112–120.*

Weber, L. & Zsak, G., 1998: World-Mining Data. *Series A, 13, Vienna, 229.*

Zorkovský, V., Rozložník, L., Havelka, J. & Čech, F., 1972: Ložiská nerastných surovín a ich vyhľadávanie. *Alfa, Bratislava, 451.*

METAL Report ročníky 1996, 1997 a 1998.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 171–174

Typy Au mineralizácií na Slovensku a možnosti ich využívania

JURAJ KNÉSL a ALŽBETA KNÉSLOVÁ

Disseminated Slovak Gold Consulting, Medený hámor 15, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 9. 4. 1999)

The types of gold mineralizations at Slovakia and the possibilities of their utilization

The introductory part of article deals briefly with history of Slovakian gold mining. The estimation is given of the total output from Slovakian gold mines. Main part of article presents the review of the most important gold deposits and occurrences at Slovakia. The gold mineralization is divided into the four groups, i. e. gold placers, Pre-Tertiary Au (Sb)-bearing veins, Tertiary Au-Ag (Pb-Zn-Cu)-bearing veins connected with neovolcanics and disseminated gold mineralization. The 4th group of Au mineralization is formed by so-called for Slovakia untraditional, disseminated types of Au (Carlin-type, porphyry-type inc. Au-bearing skarns and mineralized gold-bearing zones). These types of gold have been not known at Slovakia until 1990s and have been prospected during the last years mainly by foreign exploration companies. The final part of article deals shortly with the contemporary possibilities regarding to the gold mining at Slovakia, under the present economic conditions.

Key words: gold deposits and occurrences, various types of gold mineralization, exploration activity, prospecting and mining possibilities

Úvod

V ťažbe Au rúd má Slovensko veľmi bohatú tradíciu. Podľa archeologických indícií sa tu Au získavalo už za keltských čias, teda ešte pred naším letopočtom. Prvým ťaženým objektom boli rozsypy v okolí obce Zlatníky v Považskom Inovci a odtiaľ je aj najstarší dochovaný písomný záznam o Au na našom území. Ide o listinu so slovanským názvom obce „Zlatníky" z roku 1156 (Polák, 1968). S väčšími či menšími prestávkami sa Au na Slovensku ťažilo až do roku 1970, keď sa zastavením ťažby drahokovových rúd z kremnického ložiska historická etapa slovenského zlatého baníctva skončila.

Odhady o vyťaženom množstve Au sa výrazne odlišujú, čo je pochopiteľné, pretože archívne podklady nie sú úplné a z mnohých ložísk vôbec neexistujú. Pri posudzovaní pravdepodobného množstva získaného Au treba brať do úvahy aj dlhodobé, viac ráz sa opakujúce obdobia úpadku drahokovového baníctva, spôsobeného ekonomickou situáciou, ale hlavne vojnovými a inými katastrofickými udalosťami. Knésl et al. (1980) odhadujú, že sa zo slovenských ložísk získalo okolo 40 t Au. Z tohto množstva 20 t pripadá na kremnické ložisko a 10 t na ložiská v okolí Banskej Štiavnice. Naproti tomu Lexa et al. (1994) uvádzajú, že sa iba z banskoštiavnických ložísk vyťažilo až okolo 100 t Au. Jeleň (os. informácia, 1999) na základe archívnych údajov vypočítal množstvo Au vyťaženého v banskoštiavnicko-hodrušskom rudnom poli na cca 48 t.

Typy Au mineralizácií

Slovenské ložiská a výskyty Au možno zjednodušene rozdeliť do štyroch geneticko-morfologických typov. Sú to zlatonosné rozsypy, predterciérna žilná Au (Sb) mineralizácia, terciérna žilná Au-Ag mineralizácia spätá s neovulkanitmi a impregnačné typy Au mineralizácie. Impregnačné typy Au rúd nie sú pre Slovensko typické a ich výskyty a indície sa zistili iba v ostatných rokoch.

Obdobne – ako napokon všade inde – sa i na Slovensku ťažba Au spočiatku orientovala iba na rozsypy. Stopy po dávnom ryžovaní Au sú takmer vo všetkých rudných rajónoch. Au sa zrejme ryžovalo i v okolí neskôr objavených primárnych Au ložísk. Medzi zlatonosnými rozsypmi majú osobitné postavenie už spomenuté Zlatníky a Malinová v rudnom rajóne Malej Magury, kde sa vo veľkom rozsahu ťažili zlatonosné náplavy. Ich primárne zdroje sa napriek viacerým pokusom doteraz jednoznačne identifikovať nepodarilo. Rozsiahle stopy po povrchovom dobývaní a dômyselnom vodnom hospodárstve v širšom okolí Zlatník dokumentujú veľký rozsah a na svoj čas vysokú technickú úroveň exploatácie (Polák, 1969a, 1969b). Odhaduje sa, že sa zo slovenských rozsypov získali približne 4 t Au, z toho zo Zlatník až 2 t.

Predterciérna žilná, resp. žilno-žilníková Au mineralizácia, poväčšine v priestorovej asociácii s Sb, niekedy aj s Cu, W a U, sa vekovo zaraďuje prevažne do variskej metalogénnej epochy. Au rudy tohto typu sa v minulosti ťažili na početných ložiskách a na mnohých miestach boli predmetom kutacích prác, ktorých stopy sú takmer vo všetkých jadrových pohoriach, v Spišsko-gemerskom rudohorí (ďalej SGR) a vo veporidách. Vo väčšine prípadov sa z týchto ložísk spočiatku získavalo Au a neskôr sa ťažba orientovala na Sb rudy, pričom Au nezriedka bolo vedľajším produktom. Do tohto typu ložísk patrí napr. Pezinok a Pernek v Malých Karpatoch, Liptovská Dúbrava, Magurka, Medzibrod, Lom, Lomnistá a Dve vody v Níz-

kych Tatrách, Poproč, Čučma a Zlatá Idka v SGR. Au sa získavalo i z prevažne kremenných žíl, ktoré sa neskôr stali predmetom prieskumu na W mineralizáciu (Jasenie–Kyslá v Nízkych Tatrách), U mineralizáciu (Zimná voda – Prakovce v SGR), ako aj z kremenno-sideritových žíl poväčšine s Cu mineralizáciou (Hnúšťa vo veporidách). Vo všetkých prípadoch išlo o viacfázové zrudňovacie procesy, v ktorých je jednak voľné Au, jednak Au viažuce sa na sulfidy (hlavne pyrit a arzenopyrit).

Žilná, resp. žilno-žilníková Au-Ag mineralizácia, často sprevádzaná Pb-Zn-Cu, resp. Sb-Hg sulfidmi a geneticky spätá s neogénnou vulkanickou činnosťou, bola v minulosti jednoznačne najvýznamnejším zdrojom slovenského Au. V malom rozsahu sa Au tohto typu ťažilo i v rudnom rajóne Slanských vrchov (ložisko Zlatá Baňa), hlavne v súvislosti s ťažbou Sb a Hg rúd. V 80. rokoch sa na tomto ložisku uskutočnil rozsiahly vrtný a banský prieskum zameraný na polymetalické rudy a Cu rudy porfýrového typu, pri ktorom sa v niektorých častiach ložiska zistilo Au, a to v koncentrácii až okolo 5 gt^{-1} (Divinec et al., 1994).

Výrazne najproduktívnejším zdrojom Au boli stredoslovenské neovulkanity. Z nich sa v rudnom rajóne Štiavnických vrchov ťažili hlavne žilné typy s Au-Ag (Pb-Zn-Cu) mineralizáciou a v rudných rajónoch Nová Baňa–Kľak a Kremnické vrchy s Au-Ag mineralizáciou.

Najvýznamnejšou časťou rajónu Štiavnických vrchov bolo banskoštiavnicko-hodrušské rudné pole, z ktorého bolo známych viac ako 120 rudonosných žíl (Koděra et al., 1990). Drahokovová mineralizácia sa vyskytovala poväčšine v pripovrchových častiach žíl. Žily sa intenzívne ťažili do hĺbky okolo 650 m. Kým pre niektoré úseky štiavnickej časti poľa bola príznačná prevaha Au nad Ag, v žilách hodrušskej časti vo väčšine žíl výrazne dominovalo Ag. Veľká prevaha Ag nad Au bola i v žilách pukaneckého rudného poľa, a to na jz. okraji rajónu.

Ťažba Au-Ag rúd v štiavnicko-hodrušskom poli sa skončila roku 1950. V nasledujúcom 40-ročnom období sa tu ťažili Pb-Zn rudy s obsahom Ag (Banská Štiavnica) a Cu rudy (Hodruša) a ako vedľajší produkt sa v Banskej Štiavnici získavalo aj malé množstvo Au. Na začiatku útlmu rudného baníctva roku 1991 sa exploatácia skončila. V súvislosti s predchádzajúcim nálezom žilnej Au mineralizácie v žile Svetozár v hodrušskej bani Rozália začala na tomto novoobjavenom ložisku roku 1992 ťažiť Au s. r. o. Slovenská banská Hodruša. Ide o atypické, dovtedy neznáme a prevažne plytko sklonené rudné žily s obsahom až okolo 10 gt^{-1} Au (Gavora et al., 1983; Šály a Lepeň, 1994; Okáľ, 1998). V súčasnosti je to jediné ťažené ložisko Au v celej strednej Európe.

V novobansko-kľakovskom rudnom rajóne sa Au ťažilo od začiatku 13. storočia do roku 1887 na žilnom ložisku Nová Baňa (Klír, 1961), ktoré svojím charakterom skôr zodpovedá kremnickým drahokovovým žilám. Výška ťažby, aj keď ide o historicky známe ložisko, bola veľmi nízka.

Žily kremnického drahokovového poľa sú geneticky späté s intrúziami hornín dioritového charakteru. Epitermálna Au-Ag (Sb) mineralizácia tu bola známa z viac ako 100 žíl sústredených do troch hlavných žilných systémov smeru S–J (Böhmer et al., 1988; Böhmer, 1992). Priemerná kovnatosť sa tu pohybovala od 2 do 4 gt^{-1} Au a okolo 10–15 gt^{-1} Ag. Po skončení ťažby sa v tomto poli v 80. rokoch vykonal rozsiahly hĺbkový vrtný prieskum zameraný hlavne na hĺbkové pokračovanie žíl 1. systému v severnej časti poľa. Overil prognózne zdroje drahokovovej mineralizácie s prevahou Ag, v sprievode Pb-Zn, a najmä Cu mineralizácie, ale pre veľkú hĺbku uloženia a nízku kovnatosť nie sú tieto zdroje v súčasnosti ani v blízkej budúcnosti ekonomicky využiteľné (Knésl a Knéslová, 1991).

V strednej časti Šturca – na juhu 1. žilného systému – sa overili zásoby a prognózne zdroje chudobných povrchovo ťažiteľných Au-Ag rúd (Veľký et al., 1992) a neskôr boli predmetom prieskumu a ťažobných zámerov terajšej a. s. Kremnica Gold (Bartalský a Potter, 1997).

Do štvrtej – pre Slovensko netradičnej skupiny Au rúd, ktorú nateraz označujeme ako impregnačné Au rudy – zaraďujeme carlinský typ, porfýrový typ včítane zlatonosných skarnov a mineralizované Au zóny (šmykové zóny). Na možnú prítomnosť takýchto pre Slovensko atypických mineralizácií prvýkrát poukázali pracovníci vtedajšieho š. p. Geologický prieskum (Polák a Hanas, 1983; Polák et al., 1985; Knésl et al., 1989). Prvé konkrétne indície tohto typu Au mineralizácie sa zistili koncom 80. rokov v okolí Rematy v sz. okrajovej časti rudného rajónu Kremnických vrchov (Knéslová et al., 1987; Knéslová, 1989), a to v podobe carlinského typu Au mineralizácie. Neskôr sa impregnačné typy Au rúd stali predmetom prieskumu niektorých zahraničných spoločností (Csongrádi, 1993; McDougall, 1994).

Carlinský typ Au mineralizácie sa viaže na sedimentárne, spravidla karbonatické, resp. ílovito-psamitické súvrstvia a často ho indikuje výskyt jasperoidov. Geneticky sa spája s intruzívnymi telesami mladších vulkanitov v blízkosti mineralizácie, ale zdroj hydrotermálnej aktivity a rudnej mineralizácie často nie je známy a môže sa napr. spájať s obsahom a následnou remobilizáciou Au v čiernych bridliciach (Nelson, 1991).

Výskyty a indície carlinského typu Au mineralizácie sa zistili v rudnom rajóne Kremnických vrchov (Remata), Tríbeč (Veľké Pole–Sokolec, Píla), Štiavnické vrchy (Sklené Teplice–Bukovec, Repište–Zlatý vrch, Vyhne-Amáliin vrch) a inde. Vrtmi sa orientačne overovala lokalita Remata (vtedajší š. p. Geologický prieskum), Veľké Pole–Sokolec (Golden Regent Resources Slovakia – ďalej GRRS), Píla (GRRS) a Sklené Teplice–Bukovec (vtedajší Geologický ústav D. Štúra). Najpovzbudivejšie výsledky boli z lokality Píla, kde sa v pásme silicifikovaných dolomitov krížňanského príkrovu zistil obsah Au až okolo 6 gt^{-1}.

Porfýrový typ Au mineralizácie je vyvinutý v samotnom prostredí rudodarných intruzívnych vulkanitov. Ideálne podmienky na vznik takéhoto typu sú v rudných rajónoch SR, kde sú súvrstvia a horninové komplexy prerážané vekovo mladšími intrúziami (stredoslovenské a východoslovenské neovulkanity, resp. i veporidy a SGR s výskytom permských až kriedových granitov). Do porfýro-

vého typu Au mineralizácie, v tomto prípade charakteristického úplnou silicifikáciou a prítomnosťou obohateného oxidačného pásma, možno zaradiť malé ložisko Au Podpolom v rudnom rajóne Poľana-Javorie, ktoré objavila a podrobne skúmala spoločnosť Rhodes Slovakia. Zistené Au zrudnenie v oxidačnej zóne extrémne silicifikovaných vulkanitov (predtým u nás označovaných ako sekundárne kvarcity) je z hľadiska možnej perspektívy slovenských porfýrových Au rúd mimoriadne dôležité. Je to vlastne prvý dôkaz, že sa takéto rudy u nás vyskytujú, potvrdzujúci predikované predpoklady o prognóznych možnostiach rudných rajónov budovaných neovulkanitmi.

V novobansko-kľakovskom rajóne sa bližšie skúmali prejavy porfýrovej Au mineralizácie na lokalite Prochot (GRRS), ale práce sa pre nízku cenu Au predčasne skončili. Prítomnosť zlatonosného skarnu sa zistila a overovala orientačnými vrtmi na malom ložisku magnetitového skarnu Vyhne-Klokoč v Štiavnických vrchoch (GRRS). Zistila sa tam Au mineralizácia dosahujúca v niektorých častiach ložiska obsah nad 5 gt^{-1} Au. Distribúcia Au je však krajne nerovnomerná a rovnako ako v rade ďalších prípadov sa práce pre nízku cenu Au predčasne skončili.

Predpoklady na výskyt Au v podobe mineralizovaných Au nosných zón sú v rajónoch niektorých jadrových pohorí, vo veporiku a v SGR. Pre mineralizované zóny je poväčšine charakteristické rudonosné prostredie, ktoré tvoria metamorfované horniny kryštalinika, prítomnosť tektonických zón so zónami brekciácie a na rozdiel od predchádzajúcich typov niekedy nie veľmi výrazné a areálne rozšírené prejavy alteračných procesov. Rudonosné zdroje týchto ložísk často nie sú známe a mineralizácia môže byť aj amagmatického pôvodu (Ilchik a Barton, 1997).

Niektoré z uvedených typov Au v blízkosti styčnej zóny veporika a gemerika vo veporických rudných rajónoch sa v poslednom období bližšie skúmali (GRRS). Prvé pozitívne výsledky sú z lokality Krátke pri Pohronskej Polhore, kde sa zistil ekonomicky zaujímavý obsah (okolo 10 gt^{-1} Au) v oxidačnom pásme kryštalinika kráľovohoľského komplexu.

Naopak negatívne sa skončil rozsiahly prieskum (vrty, banské práce) na lokalite Uderiná a vrtné práce na lokalite Ozdín v juhoveporickom rajóne. V prípade Uderinej sa ukázalo, že distribúcia sekundárne obohatených koncentrácií Au v pripovrchových podmienkach je krajne nepravidelná a zistené bohaté koncentrácie Au tu dosahujú iba veľmi malé rozmery. Práce prítomnosť očakávaných strižných zón s predpokladanou Au mineralizáciou nepotvrdili. V prípade lokality Ozdín, kde je Au priestorovo sprevádzané Sb, sa práce pre nízku cenu Au predčasne prerušili.

Súčasné možnosti využívania slovenského zlata

Momentálne možnosti využívania slovenského Au sú odrazom súčasnej ekonomickej situácie (a to nielen z hľadiska ceny Au), útlmu baníckej činnosti na Slovensku a v neposlednom rade aj nedostatku súhrnných poznatkov o prognózach a prognóznych predpokladoch prítomnosti Au mineralizácie na Slovensku.

Au u nás v súčasnosti ťaží iba s. r. o. Slovenská banská Hodruša v bani Rozália. Prudký a dlhotrvajúci pokles jeho ceny od roku 1997 vplýval na činnosť tejto spoločnosti veľmi nepriaznivo. Prejavilo sa to najmä v nedostatočnom predstihu prieskumu zabezpečujúceho ďalšie potrebné zásoby, a preto cieľ udržať ťažbu na tomto ložisku treba pokladať nielen za prvoradú úlohu ťažiacej spoločnosti, ale aj za úlohu celospoločenského dosahu (zamestnanosť v regióne etc.).

Z ďalších ložísk Au, ktoré by sa mohli v blízkej budúcnosti otvoriť, je to iba Kremnica, kde sa pri rozsiahlych a systematických prácach a. s. Kremnica Gold, riadených a financovaných zahraničným kapitálom, zistilo veľké množstvo chudobných povrchovo ťažiteľných Au-Ag rúd. Ich prípadné využitie je v súčasnosti predmetom ekonomických rozborov a štúdií.

Využívať by sa azda mohli aj Au rudy ložiska Pezinok-Zlatá žila, kde sa celková kapacita odhaduje (LaPrairie et al., 1996) až na necelých 20 miliónov t Au (Sb-As) rúd, pričom sa kovnatosť niektorých úsekov ložiska pohybuje okolo 5 gt^{-1} Au. Náročná úprava rudy a environmentálne problémy však s najväčšou pravdepodobnosťou otvárku tohto ložiska v najbližšom čase neumožnia.

Ďalšie exploatačné námety sú dlhodobejšieho charakteru, pretože si vyžiadajú najmä finančné nákladné prieskumné práce. V banskoštiavnicko-hodrušskom rudnom poli sú možnosti nájsť analogické typy Au s ložiskom bane Rozália, klasické žilné drahokovové rudy aj zlatonosné skarny.

Perspektívnymi prieskumnými objektmi sú analógy Au mineralizácie s lokalitou Podpolom v Javorí, Píla v Tribeči a Krátke vo veporiku, Prochot vo Vtáčniku a rad ďalších (vrátane bezprostredného okolia spomenutých lokalít). Nádejnými prieskumnými námetmi sú aj výskyty Au na východnom Slovensku (Brehov, Byšta a ďalšie v Slanských vrchoch), kryštalinikum v SGR, veporiku a v Považskom Inovci. Vo všetkých uvedených (i ďalších) prípadoch si práce vyžiadajú potrebné finančné investície a spoluúčasť zahraničných investorov. V období, keď väčšina zahraničných investorov pre nízku cenu Au svoju činnosť na Slovensku prerušila, mali by sa z prostriedkov štátneho rozpočtu pripravovať prognózne podklady, ktoré by v prípade novej vlny záujmu o Au získali na Slovensko nových (staronových) investorov.

Na Slovensku operovali dve veľké (RTZ, Placer Dome) a rad stredných a malých banských a prospekčných spoločností. Veľké spoločnosti sústreďujú záujem na hľadanie prieskumných objektov s kapacitou najmenej 1 mil. tr. oz Au, čiže okolo 31 t Au. Treba si uvedomiť, že takáto kapacita by bola na naše pomery mimoriadna. Stredné a malé spoločnosti sa venujú prieskumným objektom, ktorých kapacita sa môže pohybovať minimálne od 250 000 do 500 000 tr. oz Au. Pri povrchovo ťažiteľných ložiskách treba v súčasnosti počítať s minimálnou priemernou kovnatosťou okolo 2 gt^{-1} Au a pri podzemne ťažiteľných najmenej okolo 7 gt^{-1} Au (prirodzene, že v obidvoch smeroch sú odchýlky). Práve na hľadanie Au mineralizácií takýchto parametrov na území Slovenska by sa mala zamerať Geologická služba SR, ktorá je financovaná zo štátneho rozpočtu.

Literatúra

Bartalský, B. & Potter, S. C., 1997: Vyhľadávanie a prieskum zlata v Kremnici pokračuje. *Mineralia Slov., Geovestník, 29, 6, 10.*

Böhmer, M., Štubňa, S. & Knésl, J., 1988: Kremnica – Au-Ag, súčasné pohľady na ložisko a jeho ekonomický význam. *Rudy, 36, 6, 174–178.*

Böhmer, M., 1992: Štruktúrna charakteristika kremnických žilných systémov. *Zbor. prednášok, TU Košice, 49–53.*

Csongradi, J., 1993: Exploration potential of the contact zone between the Veporicum and Gemericum. *Preliminary report, POE, 15.*

Divinec, L., Repčiak, M. & Košárková, M., 1994: Bzenov – Cu porfýrové a Au rudy. [Záverečná správa.] *Manuskript – archív GP Spišská Nová Ves.*

Gavora, S. et al., 1983: Záverečná správa a výpočet zásob z úlohy Hodruša-PP, polymetal. žilníkovo-impregnačná mineralizácia. *Manuskript – archív GP Spišská Nová Ves.*

Ilchik, R. P. & Barton, M. D., 1997: An amagmatic origin of Carlin-type gold deposits. *Econ. Geol., 92, 3, 269–288.*

Klír, S., 1961: Rudní obvod u horního města Nové Baně na Slovensku. *Geol. Práce, Zpr., 22, 147–166.*

Knésl, J. et al., 1980: Štúdia Slovensko Au. Inventarizácia Au výskytov a prognózy Au v SSR. *Manuskript – archív GP Spišská Nová Ves.*

Knésl, J., Knéslová, A. & Maťová, V., 1989: K možnostiam výskytu Au rúd typu Carlin na území Slovenska. *Geol. Průzk., 30, 12.*

Knésl, J. & Knéslová, A., 1991: Súčasný stav poznatkov o geológii, metalogenéze a prognózach rudného rajónu Kremnických vrchov. *Mineralia Slov., 23, 4, 283–294.*

Knéslová, A. et al., 1987: Kremnica-okolie – VP, záverečná správa so stavom k 28. 2. 1987. *Manuskript – archív GP Spišská Nová Ves, 132.*

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

Koděra, M. et al., 1990: Topografická mineralógia Slovenska. zv. I–III. *Veda, Bratislava, 1.590.*

LaPrairie, R. G., Eng, P. & Adamec, J., 1996: Pezinok II Gold/Antimony Property. *Geol. Report and Property Evaluation for Belmont Resources Inc. Vancouver, 20.*

Lexa, J. et al., 1994: Evaluation of existing geological, geophysical, geoch. and mineralogical data for ETC Exploration area in central zone of Štiavnica stratovolcano. *Final report, GÚDŠ, Bratislava, 47.*

McDougall, J. J., 1994: Preliminary Overview Report Slovakian Concessions. *Preliminary report for GRR, Calgary, 13.*

Nelson, C. E., 1991: Metalliferous marine black shales and fossil petroleum reservoirs – Source rock and host environment for Carlin type gold deposits. *Geol. Soc., Nevada, Reno, 249–254.*

Okáľ, M., 1998: Kolaps ceny zlata a jeho dopad na ťažobnú organizáciu. *Zbor. prednášok SBS, Demänovská dolina, 111–115.*

Polák, S., 1968: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku. I. Zlatníky, *Pov. Inovec. Zbor. SBÚ IV., Banská Štiavnica, 69–81.*

Polák, S., 1969a: Relikty stredovekej hydraulickej exploatácie zlatonosných rozsypov Považského Inovca. *Dějiny Věd Techn., 2, 4.*

Polák, S., 1969b: Orientačné poznatky o zlate v recentných náplavoch a mladých fosílnych sedimentoch na vých. úbočí Pov. Inovca. *Mineralia Slov., 1, 1.*

Polák, S. & Hanas, P., 1983: Nové indície Sb mineralizácie vo vrchoch Tribeč. *Mineralia Slov., 15, 5, 465–467.*

Polák, S., Hanas, P. & Rak, D., 1985: Regionálna geochémia ZK – pohorie Tribeč. [Čiastková záverečná správa.] *Manuskript – archív GP Spišská Nová Ves, 84.*

Šály, J. & Lepeň, I., 1983: Informatívna správa o Au-Ag zrudnení v Hodruši-Hámroch. *Manuskript – archív GP Spišská Nová Ves.*

Veľký P. et al., 1992: Kremnické Bane-Šturec-sever, záverečná správa z VP a výpočet zásob, stav k 31. 7. 1992. *Manuskript – archív GP Spišská Nová Ves.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 175–178

Rudné mineralizácie so zlatom v Západných Karpatoch, paleotektonická pozícia

MARTIN CHOVAN[1], MARIÁN PUTIŠ[1], ZOLTÁN NÉMETH[2], ĽUBOSLAV MAŤO[3], PETER ANDRÁŠ[3] a STANISLAV JELEŇ[3]

[1]Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
[2]Geologická služba Slovenskej republiky, RC Košice, Werferova 1, 040 11 Košice
[3]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold-hosted mineralizations in the Western Carpathians, paleotectonic position

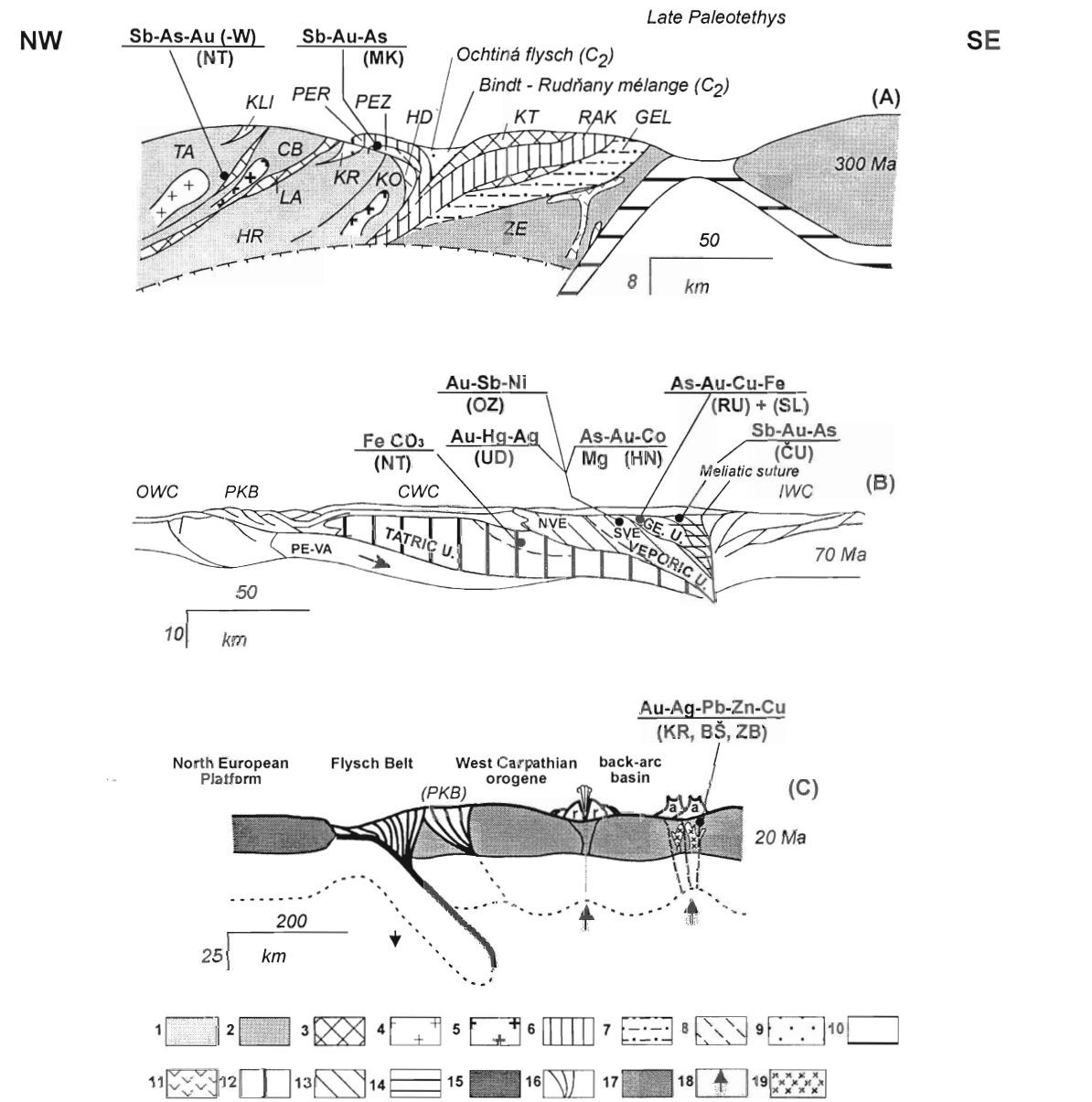
Almost 200 occurrences of gold mineralization are known nowadays in the Western Carpathians. Most of them are concentrated in two different lithological environments (complexes): 1. Pre-Upper Carboniferous (partly in Upper Paleozoic-Mesozoic cover) and 2. neovolcanites. The review summarizes data about geological and structural conditions during paleotectonic evolution of the ore mineralization of 10 representative deposits and occurrences of gold in the older complexes (Pezinok, Dúbrava, Magurka, Jasenie, Uderiná, Ozdín, Hnúšťa, Rudňany, Slovinky, Čučma) and 3 from the neovolcanic rocks (Banská Štiavnica–Hodruša, Kremnica, Zlatá Baňa). Representative deposits and occurrences are situated in the distinctive structural and metallogenetical zones of the Western Carpathians, the latter apparently influencing gold concentrations. Besides, they are examples of the most significant types of the gold mineralization, represented in the basement/(cover) complexes especially by native gold with dominating–sulphide mineralization concentrated in veins and stockworks or as impregnations in tectonic zones. The deposits from the neovolcanic rocks in the Western Carpathians are characteristic by the presence of electrum, mostly in veins with precious- and base-metal mineralization. The Pre-Variscan, Variscan and Alpine orogenies are the three principal geotectonic cycles (Fig. 1) that have been active during evolution of the Western Carpathians. Accordingly, three corresponding metallogenic epochs can be distinguished, defining the Western Carpathians as a polycyclic metallogenic subprovince.

Key words: Au-mineralization, Western Carpathians, Early Paleozoic basement complex, neovolcanics

Zo Západných Karpát (ďalej ZK) je známych okolo 200 výskytov Au mineralizácie (Böhmer a Knésl, 1987). Väčšina z nich sa viaže na predvrchnokarbónske útvary fundamentu, ale ekonomicky významnejšie a perspektívnejšie sú výskyty v neovulkanických komplexoch. Au sa v nich vyskytuje v komplexných vzácnoprvkovo-polymetalických mineralizáciách, ktoré tvoria žily, žilníky a v menšej miere impregnácie. V stredoslovenských neovulkanitoch sú to ložiská Banská Štiavnica–Hodruša a Kremnica, vo východoslovenských Zlatá Baňa. V starších útvaroch sa Au vyskytuje hlavne v sulfidických rudách žíl a žilníkov a redšie vo forme impregnácií v tektonických zónach. Najvýznamnejšie ložiská v tatriku sú Pezinok, Dúbrava, Magurka, Jasenie, vo veporiku Uderiná, Ozdín, Hnúšťa a v gemeriku Rudňany, Slovinky a Čučma. Hlavnými geotektonickými cyklami vo vývoji ZK boli predvariská, variská a alpínska orogenéza (obr. 1; Putiš a Grecula in Plašienka et al., 1997). Podobne možno rozlíšiť aj tri metalogenetické epochy, ktoré definujú ZK ako polycyklickú metalogenetickú subprovinciu. Tento vývoj sa v tektonických jednotkách – tatriku, veporiku, gemeriku a v neovulkanitoch – prejavil rozlične.

Tatrikum

Z hľadiska výskytu rudných mineralizácií Au má v tatriku najväčší význam antimonitová mineralizácia, ktorá sa vyskytuje najmä v Malých Karpatoch a Nízkych Tatrách. Geologická štruktúra je charakteristická niekoľkými naloženými príkrovmi skladajúcimi sa z predvrchnokarbónskych útvarov s reliktmi variských príkrovov, mezozoického obalu a mezozoických príkrovov. V *Malých Karpatoch* sa staršie formácie včlenili do neskorovariskej akrečnej prizmy. Pernecká skupina reprezentuje oceánsku kôru s dominantnou vulkanicko-sedimentárnou formáciou a pezinská skupina predstavuje kontinentálny okraj s flyšoidnými formáciami a formáciami karbonatických a čiernych bridlíc. Celý komplex bol v devóne nízkoteplotne regionálne metamorfovaný (380 ± 20 mil. r., Rb-Sr datovanie), neskôr počas intrúzie variských granitoidov (348 ± 4 mil. r., alebo 320 ± 3 mil. r., Rb-Sr a U-Pb datovanie, Cambel et al., 1990) periplutonicky, resp. kontaktne metamorfovaný. Najvýznamnejšou rudnou mineralizáciou sú metamorfované pyritovo-pyrotínové stratiformné rudy a mladšie „stratabound" Sb-Au rudy



et al., 1992). Obidva typy sa viažu na produktívne horizonty čiernych bridlíc v perneckej skupine (sensu Putiš, 1987). Kryštalinický komplex tatrickej časti *Nízkych Tatier* (NT) tvoria variské granitoidy a stredne až vysoko metamorfované horniny – anatektické migmatity a rozličné typy ruly a amfibolitov. Autochtónny mezozoický obal, ako aj kryštalinikum sú prekryté mezozoickými príkrovmi. Formovanie najdôležitejších sulfidických mineralizácií v Nízkych Tatrách (Chovan et al., 1996) súviselo s variskou metamorfózou a umiestnením granitoidných plutónov v rámci generálne južného zhrubnutého kontinentálneho okraja severnej variskej platne. Au-Sb ± (As, Cu, Pb, W) ložiská sú lokálne zastúpené stratiformnými formami rúd (Medzibrod, Jasenie). Prevažne žilné ložiská (Magurka, Dúbrava, Jasenie, Dve vody a ďalšie) sú v regionálnych mylonitových zónach variského veku (ca 330 mil. r., ^{40}Ar-^{39}Ar z muskovitu, Dallmeyer et al., 1996) a porušujú ich krehké zlomové štruktúry. Alpínska reaktivizácia rudných mineralizácií je pomerne slabá a nízkoteplotná, prejavuje sa lokálnou rekryštalizáciou sulfidických rúd, rekryštalizáciou a remobilizáciou sideritovej mineralizácie (Korikovsky a Molák, 1995; Molák et al., 1998), ktorej žily prenikajú z variského kryštalinika do horninových komplexov obalového mezozoika.

Veporikum

Pararuly a migmatity, ortoruly, amfibolity, často alterované na rozličné typy diaftoritov počas variských aj alpínskych udalostí, sú zväčša polymetamorfované staropa-

◀**Obr. 1.** Štruktúrna pozícia reprezentatívnych ložísk v rámci kryštalinika (A, podľa Greculu a Putiša in Plašienka et al., 1997, modifikované), kryštalinika/obalu (B, podľa Plašienku in Plašienka et al., 1997) a neogénneho vulkanizmu (C, podľa Kováča et al., 1997) v hlavných fázach (A–C) západokarpatskeho orogénneho vývoja.
A: 1 – hlavné variské vysokometamorfované komplexy južného okraja (ligérska kordilera sensu Matte, 1991) severnej variskej platne, 2 – panafrický (hlavne kadómsky) fundament južnej variskej platne, 3 – predvariské a variské metamorfné komplexy, 4 – variské granitoidné plutóny (350–330 mil. r.), 5 – neskorovariské granitoidné plutóny (305–290 mil. r.), 6–8 – neskorovariská akrečná prizma s nízkometamorfovanými staropaleozoickými komplexmi: 6 – metabazity devónskej rakoveckej a perneckej oceánskej kôry, 7 – metasedimenty a metavulkanity pasívneho kontinentálneho okraja južnej variskej platne, 8 – metasedimenty a metavulkanity aktívneho okraja severnej variskej platne, 9 – vrchnokarbónske komplexy s molasou a flyšovými sedimentmi, 10 – oceánska kôra neskoropaleotetydného oceána, 11 – spodnopermské vulkanity,
B: 12 – tatrický kryštalinickoobalový komplex, 13 – veporický kryštalinickoobalový komplex, 14 – gemerický paleozoický komplex,
C: 15 – európske variscidy, 16 – alpínske zóny kolízneho skrátenia, 17 – kryštalinické a obalové komplexy centrálnych Západných Karpát, 18 – magmatické kozuby, 19 – neogénny plutonicko-subvulkanický komplex.
Označenia: A: TA – tatranský príkrov (p.), CB – čiernobalocký príkrov, LA – pásikavý amfibolický komplex, HR hronský príkrov, KO – kokavský príkrov, KLI – komplex Kliniska, HD – komplex Hladomornej doliny, PEZ – pezinský príkrov, PER – pernecký príkrov, KT – klátovský príkrov, RAK – rakovecký príkrov, GEL – gelnický príkrov, ZE – zemplínsky blok,
B: OWC – vonkajšie Západné Karpaty, PKB – pieninské bradlové pásmo, CWC – centrálne Západné Karpaty, IWC – vnútorné Západné Karpaty, PE-VA – penninicko-vahický oceánsky komplex, NVE – severoveporická oblasť, SVE – juhoveporická oblasť,
C: PKB – pieninské bradlové pásmo, r – ryolitový vulkanizmus, a – andezitový a bazaltovo-andezitový vulkanizmus.

Fig. 1. Structural position of the representative deposits within the basement- (A, after Grecula & Putiš in Plašienka et al., 1997), basement/cover- (B, after Plašienka in Plašienka et al., 1997) and Neogene volcanic (C, after Kováč et al., 1997) complexes, in the main phases (A–C) of the Western Carpathian Orogen evolution.
A: 1 – mainly Variscan higher metamorphic complexes of the southern part of the Ligerian Cordillera (Matte, 1991), the Northern Variscan Plate, 2 – Panafrican (mainly Cadomian) basement of the Southern Variscan Plate, 3 – Pre-Variscan and Variscan metamorphic complexes, 4 – Variscan granitic plutons (350–330 Ma), 5 – Late Variscan granitic plutons (305–290 Ma), 6–8 – Late Variscan accretionary prism with the low-grade Early Paleozoic complexes: 6 – metabasites of the Devonian Rakovec-Pernek oceanic crust, 7 – metasediments and metavolcanics of passive continental margin of the Southern Variscan Plate, 8 – metasediments and metavolcanics of active margin of the Northern Variscan Plate, 9 – Late Carboniferous transtensional furrows filled with molasse and flyschoid sediments, 10 – oceanic crust of the Paleotethyan Ocean, 11 – Early Permian volcanics;
B: 12 – Tatric basement/cover complex, 13 – Veporic basement/cover complex, 14 – Gemeric basement/cover complex;
C: 15 – European Variscides, 16 – Alpidic shortening zones, 17 – Central Western Carpathians basement and cover complexes, 18 – magma chambers, 19 – Neogene plutonic-subvolcanic complex.
Abbreviations: A: TA – Tatra Nappe (N.), CB – Čierny Balog N., LA – Layered amphibolitic complex, HR – Hron N., KO – Kokava N., KLI – Klinisko complex, HD – Hladomorná Dolina complex, PEZ – Pezinok N., PER – Pernek N., KT – Klátov N., RAK – Rakovec N., GEL – Gelnica N., ZE – Zemplín crystalline block;
B: OWC – Outer Western Carpathians, PKB – Pieniny Klippen Belt, CWC – Central Western Carpathians, IWC – Inner Western Carpathians, PE-VA – Penninic-Vahic oceanic complex, NVE – North-Veporic domain, SVE – South-Veporic domain,
C: PKB – Pieniny Klippen Belt, r – rhyolitic volcanism, a – andesitic and basalto-andesitic volcanism.

leozoické až proterozoické (?) horniny severnej a centrálnej časti veporického fundamentu. Staropaleozoické komplexy južného veporika sú z chloritovo-muskovitovo-kremeňových fylitov, svorov, grafitických bridlíc, amfibolitov, metamorfovaných Fe rúd, lokálne aj metaultrabázik. Variské typy S a I, ako aj menej metasomatické granity prenikajú cez veporický fundament. Rudné ložiská a mineralizácie fundamentu južného veporika (Uderiná, Ozdín, Hnúšťa a i.; Slavkay a Petro, 1993) v dnešnej pozícii prejavujú súvislosť s alpínskou strednokriedovou (105–86 mil. r., ^{40}Ar–^{39}Ar údaje z fengitickej svetlej sľudy; Dallmeyer et al., 1996) tektogenézou. Viažu sa na transpresno-extenzné strižné zóny na styku veporika a gemerika. Predpokladáme, že mineralizáciu v tejto oblasti mobilizovali metamorfné podmienky s teplotou do 500 °C ($St_{Zn\ 2.42}$-Grt-Chl-Cld±Ky zóna sensu Korikovsky et al., 1989; Méres a Hovorka, 1991; Krist et al., 1992; Kováčik et al., 1997). Vyskytuje sa v mezoštruktúrach neskorej etapy metamorfózy (v kliváži osovej roviny vrás), a najmä nasledujúcej postmetamorfnej duktilnej deformácie, t. j. na priečne extenzné na SZ–JV ako aj pozdĺžne na SV–JZ orientované krehkoplastické domény s kremenno–karbonátovou výplňou a sulfidickou mineralizáciou s Au.

Gemerikum

Moderný pohľad na metalogenézu aj s charakteristikou mineralizácií publikoval Grecula et al. (1995). Gemerikum tvoria staropaleozoické sekvencie s mladopaleozoickým (lokálne až triasovým) obalom. Ako časť variscíd má charakteristický vrásovoklivážový tektonický štýl, ktorý sa vyvíjal v neskorovariskej akrečnej prizme pri južnom okraji severnej variskej platne. Horniny gemerika sú zväčša nízkometamorfované. Oblasť oceánskej, pravdepodobne zaoblúkovej kôry (Putiš a Grecula in Plašienka et al., 1997; Ivan, 1997), je reprezentovaná rakoveckým komplexom presunutým na J na gelnický komplex, odvodený od pasívneho kontinentálneho okraja južnej variskej platne. V prospech zaradenia časti žíl, napr. ložiska Rudňany a Slovinky, do permu by mohol svedčiť ich priebeh z fundamentu (rakovecký a klátovský komplex) cez vrchný karbón až do permu. Ich generovanie by nadväzovalo na postsubdukčnú exhumáciu fundamentu a taktiež vysokotlakovo metamorfovaného rudnianskeho vrchného karbónu (Radvanec, 1998), ktoré sú prekryté transgresným permom krompašskej skupiny. Subdukcia neskoropaleotetydného bazéna (obr. 1) pokračovala aj

v období po ca 300 mil. r. smerom na S, čím sa vytvorili extenzné podmienky vhodné o. i. aj na umiestnenie neskorovrchnokarbónsko(?)-permských granitov/granitových porfýrov typu S a A. Tvorba hydrotermálnych žíl v perme by takto nadväzovala na finálne štádium variskej metalogenézy.

Alpínska reaktivácia gemerika prebiehala pri nízkej teplote (do 450 °C) a strednom tlaku (Faryad, 1997) počas kriedového kolízneho skracovania severného kontinentálneho okraja meliatskeho oceána, čo sa prejavuje aj rejuvenizáciou ^{40}Ar–^{39}Ar systému vo svetlej sľude (Dallmeyer et al., 1996). Alpínsky násun a neskoršia transpresná a extenzná tektonika (podobne ako vo veporiku) mali rozhodujúcu úlohu pri formovaní novšej generácie žilnej mineralizácie. Napr. na ložisku Čučma sa mineralizácia koncentruje v subvertikálnej, skôr krehkej, zrejme alpínskej tektonickej zóne, situovanej medzi granitovým porfýrom so sprievodným ryolitom (perm?) a metamorfovanými porfyroidmi.

Neogénne vulkanity

Vyskytujú sa na strednom a východnom Slovensku v centrálnych Západných Karpatoch. Tento región reprezentuje časť kenozoických vulkanoplutonických aparátov (Lexa a Konečný, 1999; Lexa et al., 1999) s afinitou k subdukčnej zóne a vzťahom k mladšiemu plášťovému diapirizmu. Kaldery a grabeny sú vyvinuté v regióne polygénnych stratovulkánov a/alebo hrastov ako výsledok hlbokokôrovej intruzívnej aktivity. Strednomiocénno–pliocénne stratovulkány (vápenato-alkalického charakteru) Banská Štiavnica, Hodruša, Kremnica a Zlatá Baňa poukazujú na prechodný charakter magmatických hornín medzi aktívnym kontinentálnym okrajom a typom ostrovných oblúkov. Lokalizácia a typ mineralizácie čiastočne závisia od reaktivovaných hlbokokôrových zlomových zón smeru SZ–JV a SV–JZ v predterciérnych komplexoch.

Výskum sa vykonal v rámci projektu 1/5218/98 (M. Ch.) a 1/5822/98 (M. P.) financovaných grantovou agentúrou VEGA, MŠ SR a SAV.

Literatúra

Böhmer, M. & Knésl, J. 1987: Main metallogenic types of Au-mineralization in the Western Carpathians. *Vol. of abstracts: Conferencies, Symposiums, Lectures: Gold in the Western Carpathians. D. Štúr Geol. Inst., Bratislava, 11–16.*

Cambel, B., Král', J., & Burchart, J., 1990: Isotopic geochronology of the Western Carpathian crystalline basement. *Veda–Press, Bratislava, 183 p. (in Slovak, with English summary).*

Dallmeyer, R. D., Neubauer, F., Handler, R., Fritz, H., Müller, W., Pana, D. & Putiš, M., 1996: Tectonothermal evolution of the internal Alps and Carpathians: Evidence from $^{40}Ar/^{39}Ar$ mineral and whole-rock data. *Eclogae geol. Helv., 89, 1, 203–227.*

Faryad, S. W., 1997: Metamorphic petrology of the Early Paleozoic low-grade rocks in the Gemericum. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M. (Eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 309–314.*

Grecula, P. (Ed.), 1995: Mineral deposits of the Slovak Ore Mountains. *Mineralia Slov. – Corporation, Bratislava, 1, 833.*

Chovan, M., Rojkovič, I., Andráš, P. & Hanas, P. 1992: Ore mineralization of the Malé Karpaty Mts. (Western Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 43, 5, 275–286.*

Chovan, M., Slavkay, M. & Michálek, J., 1996: Ore mineralizations of the Ďumbierske Tatry Mts. (Western Carpathians, Slovakia). Review. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 47, 6, 371–382.*

Ivan, P., 1997: Rakovec and Zlatník Formations: two different relics of the pre-Alpine back-arc crust in the central Western Carpathians. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M. (Eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 281–288.*

Korikovsky, S. P., Krist, E. & Boronikhin, V. A., 1989: Staurolite-chloritoid schists from the Klenovec region: Prograde metamorphism of high-aluminia rocks of the Kohút zone – Veporides. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 39, 2, 187–200.*

Korikovsky, S. P. & Molák, B., 1995: Siderite–ankerite–muscovite metasediments on the Nízke Tatry Mts.: their geological position, phase equilibria and protolith. *Geol Zbor. Geol. carpath., 46, 4, 217–226.*

Kováč, M., Bielik, J., Lexa, J., Pereszlényi, M., Šefara, J., Túnyi, I. & Vass, D., 1997: The Western Carpathian intramountane basins. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M. (Eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 43–64.*

Kováčik, M., Král', J. & Maluski, H., 1997: Alpine reactivation of the southern Veporicum basement: metamorphism, ^{40}Ar-^{39}Ar dating, geodynamic model and correlation aspects with the Eastern Alps. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M. (Eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 163–174.*

Krist, E., Korikovsky, S. P., Putiš, M., Janák, M. & Faryad, S. W., 1992: Geology and petrology of metamorphic rocks of the Western Carpathian crystalline complexes. *Comen. Univ. Press, Bratislava, 324.*

Lexa, J., Štohl, J. & Konečný, V., 1999: The Banská Štiavnica ore district: relationship between metallogenic processes and the geological evolution of a stratovolcano. *Miner. Depos., (in press).*

Lexa, J. & Konečný, V., 1999: Geodynamic aspects of the Neogene to Quaternary volcanism. *In: Rakús, M. (Ed.): Geodynamic model of the Western Carpathians. GS SR Press, Bratislava, (in press).*

Matte, Ph., 1991: Accretionary history and crustal evolution of the Variscan belt in Western Europe. *Tectonophysics, 126, 329–374.*

Méres, S. & Hovorka, D., 1991: Alpine metamorphic recrystallization of the pre-Carboniferous metapelites of the Kohút crystalline complex (the Western Carpathians). *Mineralia Slov., 23, 435–442.*

Molák, B., Korikovsky, S. P. & Dubík, M., 1998: Low-temperature metasediments from the Nízke Tatry Mts. (Western Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 49, 3, 169–179.*

Plašienka, D., Grecula, P., Putiš, M., Kováč, M. & Hovorka, D., 1997: Evolution and structure of the Western Carpathians: an overview. *In: Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M. (Eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 1–24.*

Putiš, M., 1987: Geológia a tektonika juhozápadnej a severnej časti kryštalinika Malých Karpát. *Mineralia Slov., 19, 2, 135–157.*

Radvanec, M., 1998: Vysokotlaková metamorfóza vrchnokarbónskeho konglomerátu z lokality Rudňany-Svinský hrb na severe gemerika. *Mineralia Slov., 30, 95–108.*

Slavkay, M. & Petro, M. 1993: Metallogenesis and ore-formations of the Veporicum unit. *Mineralia Slov., 25, 313–317.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 179–186

Přehled a význam zlatonosné mineralizace v České republice

PETR MORÁVEK

Aurea, 1. máje 296, 254 01 Jílové u Prahy, Česká republika

(Doručené 9. 4. 1999)

Outline and importance of gold mineralization in the Czech Republic

An outline is given of the historical production of gold in the territory of the Czech Republic, the results of exploration works on the 1980s and current conditions and aspects related to exploration and/or mining of gold deposits. Types of gold mineralization and genetic models of the formation of gold deposits are described. The main newly explored gold deposits of Mokrsko, Kašperské Hory and Petráčkova hora are characterized.

Key words: Czech Republic, gold exploration and mining, types of gold mineralization, genetic models, new deposits

Úvod

Počátky těžby zlata na území České republiky sahají do minulosti vzdálené téměř tři tisíciletí. První rozmach produkce zlata představuje období keltského osídlení ve 2.–1. stol. př. n. l., největšího významu dosáhla ve 13.–14. stol. n. l. (Jílové, Knín, Krásná Hora n. Vlt., Kašperské Hory aj.); celkového množství zlata získaného historickou těžbou je odhadováno na cca 90 t (Morávek, 1980; Majer, 1991 aj.). Těžbou ložisek zlata ve 20. stol. bylo získáno téměř 10 t zlata (Roudný, Jílové, Zlaté Hory, Krásná Hora, Libčice). V současné době se zlato v ČR netěží a jeho celková spotřeba cca 5 t/rok je zajišťována recyklací a dovozem.

V období 1978–1993 byly v ČR prováděny rozsáhlé výzkumné a průzkumné práce z prostředků státního rozpočtu, zaměřené na prognozní ocenění zlatonosného potenciálu Českého masívu (Morávek a Pouba, 1987) a následné průzkumné ověření nadějných ložisek, z nichž mnohá představovala nová, dříve netěžená (Mokrsko, Petráčkova hora; Morávek et al., 1989). Studie Zhodnocení prognóz zlata v Českém masívu (Morávek et al., 1985) vymezila 32 prognózních oblastí (obr. 1) a ocenila celkový potenciál Českého masívu na přibližně 400 t zlata. Ekonomický přínos průzkumných prací 80. let dokumentuje porovnání geologických zásob Au rud v ČR před jejich započetím a po jejich ukončení:

– bilanční zásoby v roce 1997 představují 135 t zlata oproti 1 t roce 1975;

– nebilanční zásoby v roce 1997 představují 114 t zlata oproti 16 t v roce 1975 (Surovinové zdroje ČR – Geofond, 1976, 1998).

Tyto zásoby by mohly tvořit surovinovou základnu pro obnovení ekonomicky významné těžby zlata v České republice v podmínkách tržního hospodářství.

Počátkem 90. let byly průzkumné práce hrazené z prostředků státního rozpočtu ukončeny a v souladu s politickými změnami státu měly být tyto aktivity v budoucnu prováděny z prostředků soukromého sektoru. V roce 1994 vypsalo Ministerstvo hospodářství ČR výběrové řízení na průzkum ložisek zlata. Výsledky tohoto výběrového řízení, ve kterém pro jednotlivé ložiskové oblasti zvítězily renomované zahraniční společnosti jako RTZ, Greenwich Resources aj., nemohly však být v následujících letech uvedeny do života. Legitimní ekologická problematika průzkumu a případné těžby začala být zneužívána řadou ekologických aktivistů a účelových občanských sdružení „ochrana přírody a lidí před těžbou zlata" se stala oblíbeným tématem masmédií i součástí politických kampaní, což spolu s nedokonalou legislativou vyústilo do současné situace, kdy povolování průzkumných prací a jejich realizace jsou blokovány do té míry, že žádná ze společností nemůže realizovat své programy, které byly vyhodnoceny ve výběrovém řízení.

Hlavní typy zlatonosných mineralizací a jejich distribuce

Zlatonosné mineralizace tvoří v Českém masívu dvě základní skupiny, které jsou dále členěné do několika typů (Morávek et al., 1996); jejich prostorovou distribuci znázorňuje obr. 2.

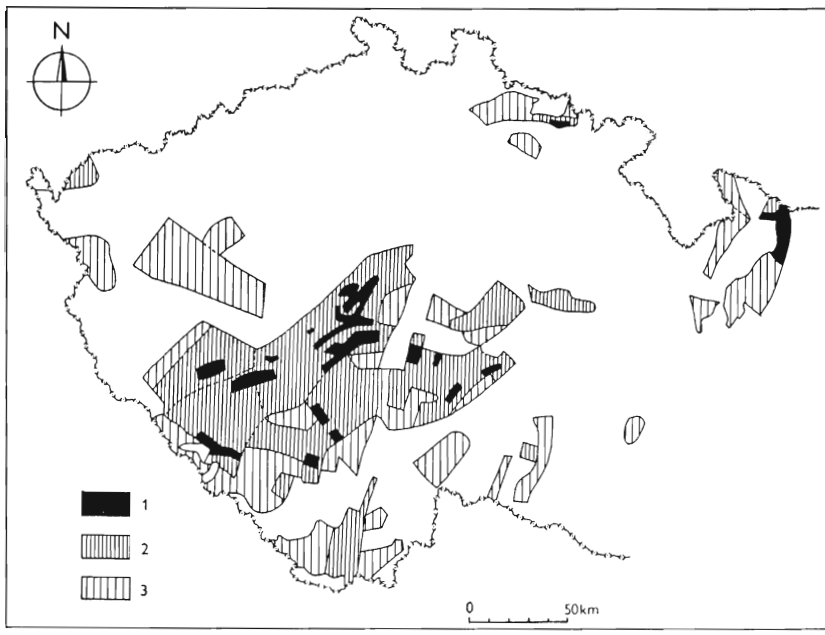
1. Sulfidické mineralizace

1a – polymetalická mineralizace (Cu, Pb, Zn) s příměsí Au a Ag tvoří ložiska převážně stratiformního charakteru, vyvinuté ve vulkanosedimentárních sériích zejména devonského až spodnokarbonského stáří v s. okrajové části Českého masívu (Zlaté Hory), ojediněle i ve starších vulkanosedimentárních jednotkách. U většiny ložisek obsahy zlata nepřevyšují 1 g/t a Ag má výraznou převahou nad Au (Au/Ag v rozmezí 1 až 0,01); zvýraznění podílu Au bývá způsobeno metamorfní remobilizací nebo cementačními procesy.

1b – arzenová ložiska se zlatem představují nesourodou skupinu (stratiformní, skarny, žíly). Na území ČR jsou známé pouze drobné indicie, významným představitelem je ložisko Zloty Stok v Polsku; svoji produkcí 16 t zlata představuje nejvýznamnější historické ložisko zlata v Českém masívu.

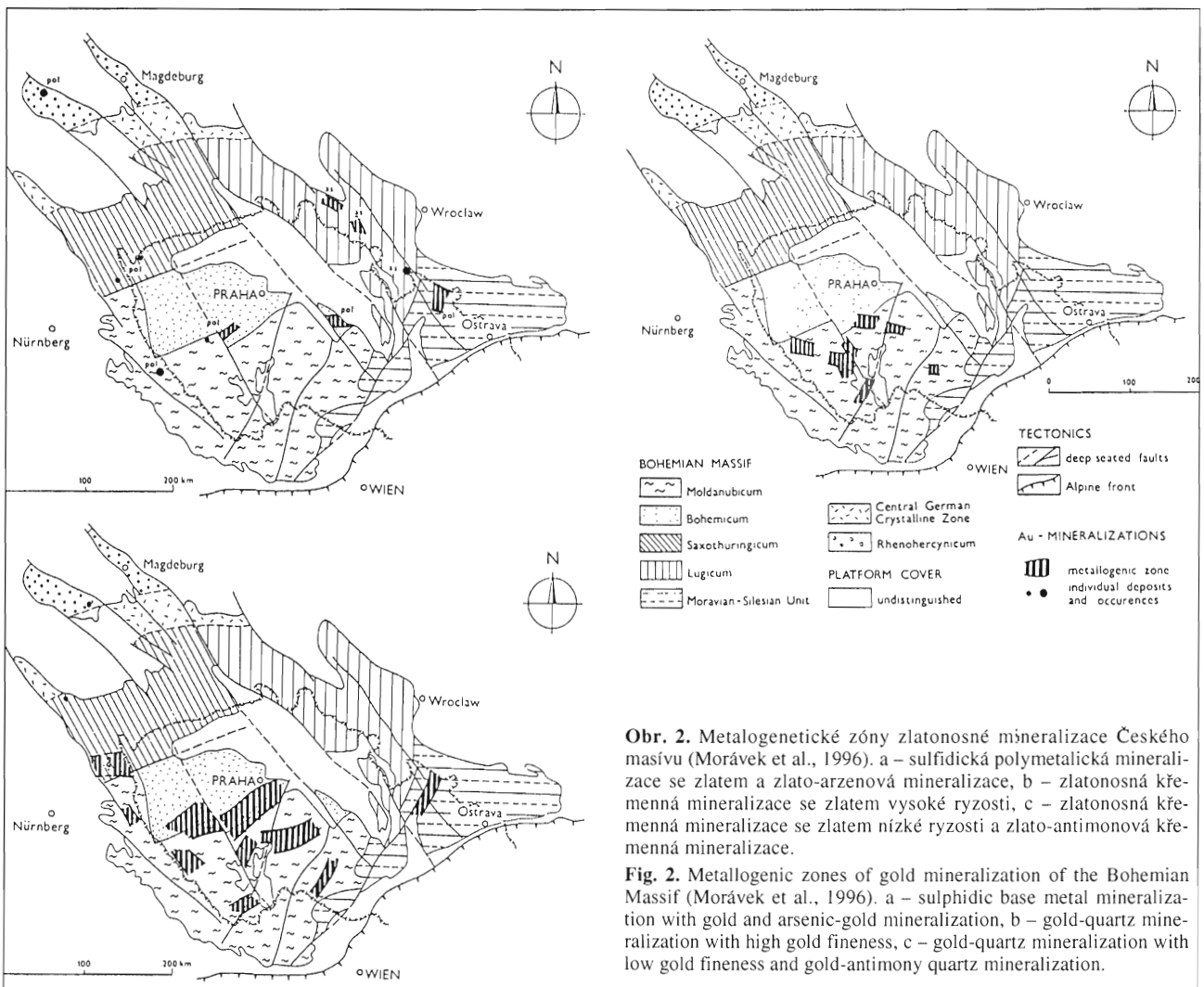
2. Zlatonosné křemenné mineralizace

2a – zlatonosná křemenná mineralizace se zlatem vysoké ryzosti (nad 900) a charakteristickou prvkovou asociací Au-As-Bi-Mo-Te-W. Ložiska jsou žilného, žilníkového a impregnačního typu a vystupují jak ve vulkanosedimentárních svrchnoproterozoických a paleozoických komplexech,



Obr. 1. Schematická mapa prognózních oblasti zlatonosné mineralizace v České republice (Morávek et al., 1985). Členění významnosti prognózních oblastí (plošná produktivita v t Au/km^2): 1. stupeň (0,49–0,9), 2. stupeň (0,09), 3. stupeň (0,009).

Fig. 1. Schematic map of prospective regions of gold mineralization in the Czech Republic (Morávek et al., 1985). Significance of the prospective areas (unit gold productivity in tonnes of gold/ km^2 1: 0.49–0.9; 2: 0.09; 3: 0.009.



Obr. 2. Metalogenetické zóny zlatonosné mineralizace Českého masívu (Morávek et al., 1996). a – sulfidická polymetalická mineralizace se zlatem a zlato-arzenová mineralizace, b – zlatonosná křemenná mineralizace se zlatem vysoké ryzosti, c – zlatonosná křemenná mineralizace se zlatem nízké ryzosti a zlato-antimonová křemenná mineralizace.

Fig. 2. Metallogenic zones of gold mineralization of the Bohemian Massif (Morávek et al., 1996). a – sulphidic base metal mineralization with gold and arsenic-gold mineralization, b – gold-quartz mineralization with high gold fineness, c – gold-quartz mineralization with low gold fineness and gold-antimony quartz mineralization.

slabě regionálně metamorfovaných a pronikaných variskými granitoidy (středočeská metalogenetická zóna), tak v komplexech postižených vyšší regionální metamorfózou (šumavská metalogenetická zóna). Představiteli tohoto typu jsou ložiska Mokrsko a Kašperské Hory, náleží k němu i ložisko Jílové a četná ložiska ve středočeské oblasti (Libčice, Nový Knín, Bělčice aj.).

2b – zlatonosná křemenná mineralizace se zlatem nízké ryzosti (převážně elektrum) a charakteristickou prvkovou asociací Au-Ag-As. Tvoří ložiska převážně žilného a žilníkového typu, většinou vázaná na regionální tektonické zóny. Jejich charakteristickým rysem je mírná převaha Ag nad Au (Au/Ag v rozmezí 1 až 0,1). Vystupují převážně v krystalinických horninách moldanubika a jejich nejvýznamnějším představitelem je ložisko Roudný.

2c – zlato-antimonová křemenná mineralizace s charakteristickou prvkovou asociací Au-As-Sb má řadu rysů společných s předešlou skupinou. Liší se od ní výrazně vyvinutou mladší fází mineralizace s převahou Sb, zatímco převážná část zlata je vázána na starší fázi s vyšším podílem As. Vystupují v krystalinických horninách i v granitoidech, hlavním představitelem je Krásná Hora n. Vlt.

Genetické modely zlatonosné mineralizace

Vznik zlatonosných ložisek v Českém masívu je předpokládán podle čtyř genetických modelů (Morávek et al., 1996 aj.):

a) Submarinně-exhalační model ve vulkanosedimentárním prostředí pro syngenetická sulfidická, převážně stratiformní polymetalická ložiska s nízkými obsahy zlata svrchnoproterozoického, kambro-ordovického a nejčastěji devon-spodnokarbonského stáří.

b) Metamorfně-hydrotermální, příp. metamorfně-plutonický model pro zlatonosné křemenné mineralizace se zlatem vysoké ryzosti a prvkovou asociací Au-As-Bi-Mo-Te-W (typ 2a). Jako zdroj zlata jsou předpokládány svrchnoproterozoické, příp. paleozoické vulkanosedimentární komplexy s vyššími klarky zlata; mobilizace zlata je předpokládána vlivem teplotního gradientu provázejícího variské granitoidní intruze (středočeská oblast) a regionálně metamorfní pochody (moldanubikum, silesikum). Tato synmetamorfní mineralizace vznikala v počátečních etapách variské orogeneze, v období vrcholu plutonické aktivity (350–330 mil. let). Petrologické výzkumy, výzkumy stabilních izotopů a fluidních inkluzí (Morávek et al., 1992; Zachariáš et al., v tisku) ukazují na pravděpodobný metamorfní původ fluid a krystalizaci minerální výplně v teplotních a tlakových podmínkách v rozmezí 570–300 °C a 4–1,2 kb (starší etapy mineralizace) až po 300–200 °C a 1,6–0,9 kbar (zlato a doprovodné minerály).

c) Hydrotermální model pro zlatonosnou křemennou mineralizaci se zlatem nízké ryzosti s prvkovou asociací Au-Ag-As a Sb-Au mineralizaci. Tento model je založen na polyfázovém vývoji mineralizací vázaných na regionální tektonické zóny, s předpokladem redistribuce zlata starších mineralizačních etap hydrotermálními roztoky mladších etap. Mineralizace tohoto typu dosud nebyla v ČR podrobněji studována; vzhledem k obdobě s francouzskými ložisky v Centrálním masívu je možné jejich vznik předpokládat v širokém tepelném rozmezí 400–130 °C v pozdních etapách variské orogeneze (315–280 mil. let – Bonnemaison a Marcoux, 1987).

d) Porfyrový model je předpokládán pro vysvětlení geneze ložiska Petráčkova hora u Vacíkova, vázaného na malý peň porfyrického granodioritu, který proniká vulkanosedimentárními horninami rožmitálské kry. Toto ložisko, charakterizované prvkovou asociací Au-Ag-Bi-Cu-Mo-W, má ve středočeské metalogenetické zóně výjimečné postavení (vysokoteplotní K-alterace, vazba převážné části zlata na starší generace křemenných žil, homogenní izotopické složení S sulfidů, vysoká salinita fluid aj. – Zachariáš, 1999). Vznik ložiska probíhal v teplotním rozmezí 610–400 °C s depozicí zlata okolo 400 °C. Stáří granodioritové pně (Rb-Sr metoda) i stáří molybdenitu (Re-Os metoda) jsou si velice blízké: 348–342 mil. let. Izotopické složení fluid ukazuje na původ v magmatickém zdroji.

Hlavní zlatonosná ložiska

Mokrsko

Ložisko Mokrsko je součástí nového zlatonosného revíru Psí hory, definovaného na základě výsledků průzkumných prací 80. let (Morávek, 1981). Hlavním stavebním prvkem revíru jsou vulkanosedimentární horniny jílovského pásma svrchnoproterozoického stáří, svoji z. částí zasahuje do granodioritu slapského výběžku středočeského plutonu (obr. 3). Horniny jílovského pásma jsou postiženy jednak kadomským vrásněním a regionální metamorfózou ve facii zelených břidlic, jednak variskou kontaktní metamorfózou. Dominantním prvkem variských deformací je regionální tektonická zóna v.–z. směru, která v ranném stádiu svého vývoje měla tahový charakter a projevuje se výraznou koncentrací horninových žil (porfyry a porfyrity, lamprofyry, aplity) i křemenných zlatonosných žil. K výrazným střižným pohybům na této zóně došlo až v porudní etapě. Poruchy ostatních směrů (SV–JZ a S–J) jsou málo významné.

Rozsah provedeného průzkumu nejlépe dokumentuje následující přehled:

– 103 jádrové vrty z povrchu do hloubky až 600 m, celkem 23,378 m

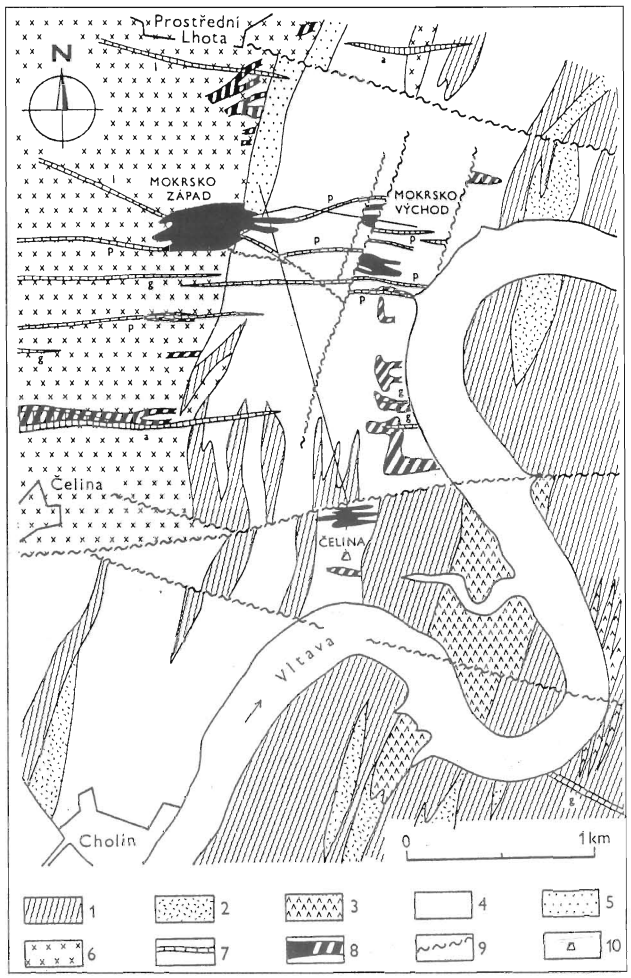
– 127 podzemních jádrových vrtů o celkové metráži 13,137 m

– štolový překop a průzkumné chodby o celké délce 8,056 m

– odběr a analytické vyhodnocení 9,818 vzorků půdní geochemie a více než 25 000 vzorků z vrtných a báňských průzkumných prací.

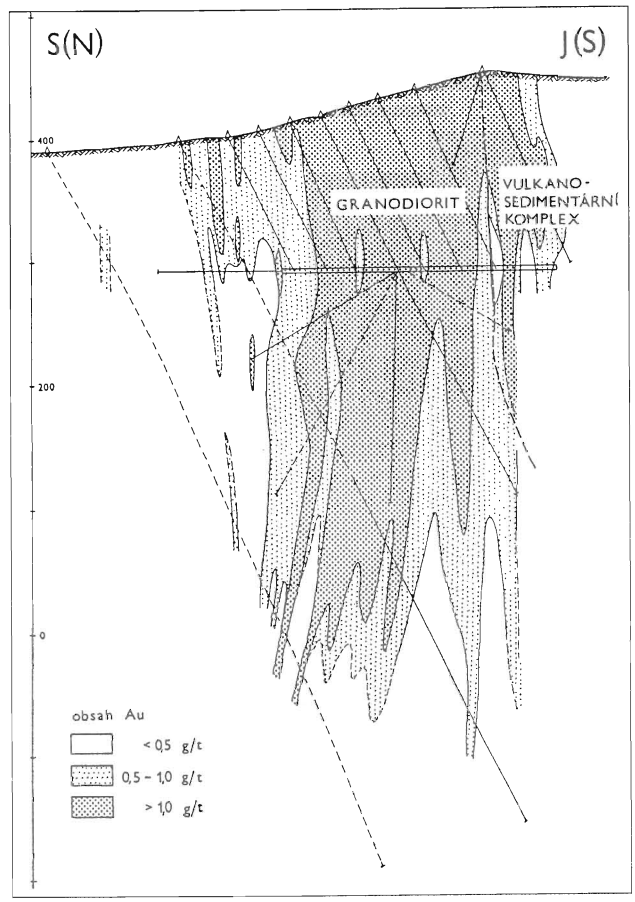
Povrchovým průzkumem byla lokalizována řada rudních zón jak v tufech a vulkanitech jílovského pásma (Čelina, Mokrsko-východ aj.), tak v okrajové části granodioritu (Mokrsko-západ, Prostřední Lhota). Vrtným a báňským průzkumem byla podrobněji prozkoumána ložiska Čelina a mokrská rudní zóna s nejdůležitějším ložiskem Mokrsko-západ.

Zlatonosné zrudnění je představováno křemennými žilami a žilníky většinou s velmi nízkým obsahem sulfidů (pyrit, arzenopyrit, pyrhotin, akcesoricky chalkopyrit, loellingit aj.), místy jsou hojnější molybdenit a scheelit. Z nerudních minerálů jsou přítomny kalcit, chlorit, místy obecný amfibol, biotit, mikroklin a titanit. Zlato má vysokou ryzost (nad 945), většinou je velmi jemnozrnné (mikrony až desítky mikronů), provázené minerály Bi (bismut, bismutin, maldonit), telluridy Bi (hedleyit, tetradymit aj.), vzácně je přítomen i aurostibit. Charakteristickým rysem zrudnění je pravidelný systém paralelních křemenných žil až vlasových žilek, které ve vulkanitech a tufech dosahují nejčastěji dm mocností s frekvencí 2–8 žil/1 m mocnosti (Čelina, Mokrsko-východ), pro převážnou část ložiska Mokrsko-západ situovanou v granodioritu je charakteristický velmi hustý systém většinou vlasových křemenných žilek s frekvencí až 100/1 m mocnosti. Vedle zlatonosného zrudnění je v revíru vyvinuté i scheelitové zrudnění, vázané na kontaktně metamorfované intermediární až bazické tufy (Ca-Si rohovce).



Obr. 3. Geologická mapa zlatonosného revíru Psí hory (Morávek et al., 1992). 1 – mafické a intermediární vulkanity, 2 – felzické vulkanity, 3 – albitický granit, 4 – tufy a tufity, 5 – břidlice a droby, 6 – amfibolicko-biotitický granodiorit, 7 – žilné horniny, 8 – zóny zlatonosného zrudnění (ověřené předpokládané), 9 – průzkumná štola.

Fig. 3. Geological map of the Psí hory gold district (Morávek et al., 1992). 1 – mafic to intermediary volcanites, 2 – felsic volcanites, 3 – albite granite, 4 – tuffitic rocks, 5 – shales and graywackes, 6 – amphibole-biotite granodiorite, 7 – dikes, 8 – gold-bearing zones (verified, presumed), 9 – faults, 10 – exploratory adit.



Obr. 4. Mokrsko-západ. Mapa kovnatosti v příčném řezu ložiskem (Morávek et al., 1992).

Fig. 4. Mokrsko-west deposit. Map of gold grades in the cross-section (Morávek et al., 1992).

Tvoří až několika metrové stratiformní polohy s obsahy W v průměru 0,1–0,2 %, ojediněle i přes 1 % W.

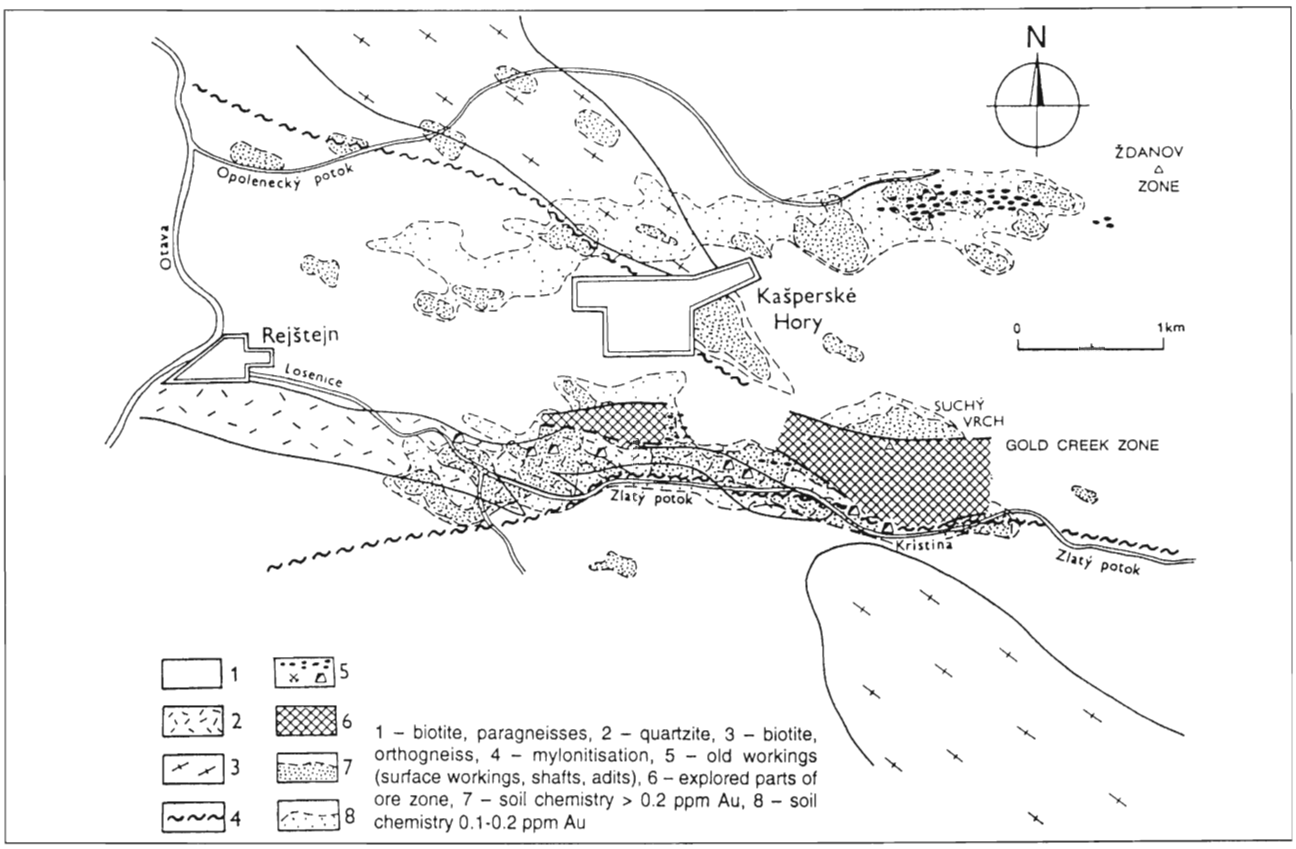
Hlavní ložiskovou strukturu revíru je mokrská rudní zóna v.–z. směru, téměř 2 km dlouhá; v její z. části situované převážně v granodioritu se nalézá ložisko Mokrsko-západ, ve v. části v tufech a vulkanitech jílovského pásma je situované ložisko Mokrsko-východ. Hlavní rudní koncentraci představuje ložisko Mokrsko-západ, zejména díky své mimořádné mocnosti dosahující až přes 200 m (obr. 4). Obsah sulfidů je velmi nízký, nejčastější je arzenopyrit (průměrný obsah As pod 0,1 %). Obsahy zlata v metrových segmentech kolísají od 0,X–10 g/t, v průměru 1,5–2 g/t v celé mocnosti ložiska; variabilita obsahů Au v ložisku je velmi nízká. Vykliňování žilného systému do hloubky je provázeno snižováním obsahů Au, v hloubce 500 m většinou pod 1 g/t.

Geologické zásoby revíru byly vyhodnoceny na cca 130 t zlata, z toho na ložisku Mokrsko-západ na téměř 100 t zlata (Morávek et al., 1991). Charakter ložiska předurčuje jeho těžbu povrchovým způsobem, s možnou produkcí 3–4 t zlata/rok. Ložisko je však situováno v environmentálně citlivém prostředí, ve kterém povrchový způsob těžby a následné hydrometalurgické zpracování rudniny se v současných podmínkách jeví jako neakceptovatelné.

Kašperské Hory

Kašperskohorský revír náležel ve středověku k nejvýznačnějším oblastem těžby zlata v Českém masívu. Její úpadek v pozdějším období nebyl zastaven ani počátkem 20. století. Revizními pracemi počátkem 80. let byla přehodnocena ložisková situace revíru a ve starší štole Kristina zjištěn výskyt scheelitového zrudnění stratiformního typu (Morávek a Punčochář, 1993). Tyto výsledky iniciovaly rozsáhlý průzkum revíru, vč. báňského ověření části hlavní rudní zóny. Geologické zásoby byly po ukončení povrchové etapy průzkumu oceňovány na cca 40 t zlata (Punčochář et al., 1989), v současné době představují cca 100 t zlata (Výroční zpráva TVX Gold 1998).

Ložisková oblast se nachází v přechodné zóně mezi pestrou a monotonní sérii šumavské větve moldanubika. Je tvořena komplexem biotitických pararul, často migmatitizovaných, s polohami kvarcitů, amfibolitů, erlánových a grafi-



Obr. 5. Přehledná mapa kašperskohorského revíru (Punčochář et al., 1989). 1 – biotitické pararuly, 2 – kvarcity, 3 – biotitické ortoruly, 4 – mylonitizace, 5 – staré práce (odvaly, šachty, štoly), 6 – průzkumně ověřované části rudních zón, 7 – obsahy Au v půdním pokryvu nad 0,2 ppm, 8 – obsahy Au v půdním pokryvu 0,1–0,2 ppm.

Fig. 5. Map of old workings, explored areas and soil geochemistry anomalies in the Kašperské Hory district (Punčochář et al., 1989).

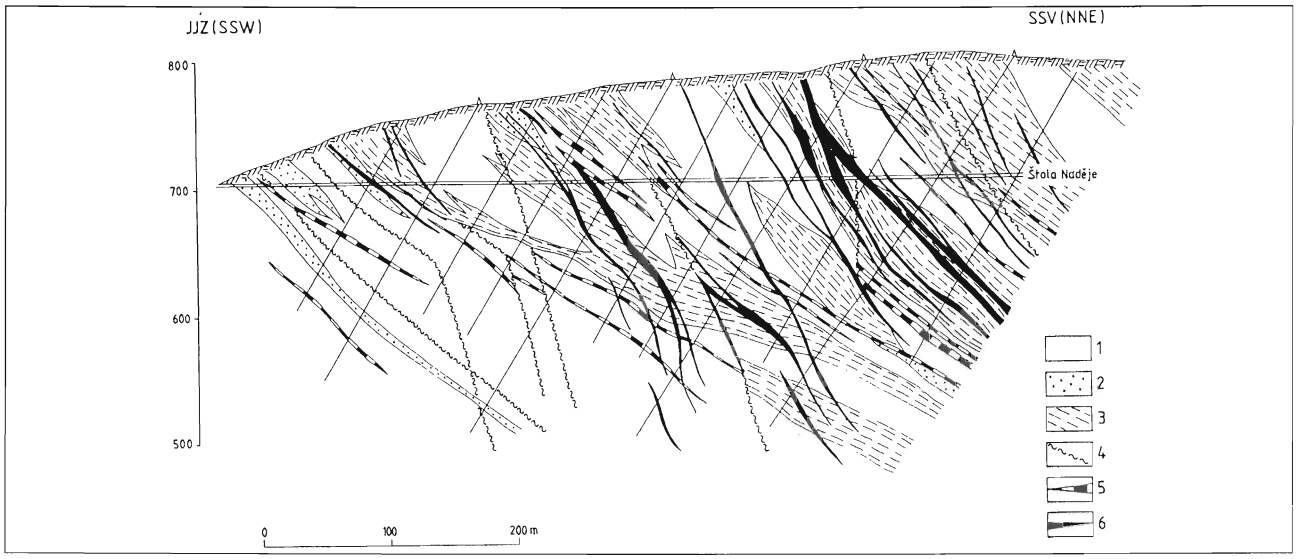
tických rul a leptynitů. Magmatické horniny jsou zastoupeny malými tělesy granitů a biotitických ortorul, nehojné jsou i žíly žulových porfyrů. Variská regionální metamorfóza v amfibolitové facii a vznik granitoidů byly provázeny a následovány rychlým výzdvihem moldanubického komplexu, takže hluboce metamorfované horniny byly již obnaženy v období klastické permokarbonské sedimentace (Pertold a Punčochář, 1996).

Významným regionálním tektonickým elementem je podšumavská mylonitová zóna vjv. směru, jejíž součástí je v kašperskohorské oblasti výrazná střižná zóna, provázená pásmem retrográdní metamorfózy o šířce až 1,5 km. Na průběh této zóny je v oblasti j. od Kašperských Hor v údolí Zlatého potoka vázano hlavní pásmo zlatonosného a scheelitového zrudnění téměř 5 km dlouhé o šířce 200–600 m (obr. 5). V tomto pásmu v profilu štoly Naděje bylo identifikováno přes 10 zón zlatonosného zrudnění (obr. 6), z nichž dvě zóny byly sledovány báňskými pracemi. Vrtnými pracemi bylo toto rudní pásmo ověřováno do hloubky 300–600 m pod povrchem.

Zlatonosné zrudnění je vázané na křemenné žíly komplikované morfologie, které se sdružují do rudních pásem o mocnosti od několika metrů až vyjímečně 20 m. Obsah sulfidů v žilovině je velmi nízký (arzenopyrit, pyrit, molybdenit, ojed. chalkopyrit, pyrhotin, gersdorfit, aj.). Poměrně častou příměsí křemenných žil je scheelit, jeho hlavní výskyty jsou však vázány na polohy Ca-Si rohovců. Karbonáty (kalcit) jsou přítomny jako výplň mladších trhlin. Zlato vysoké ryzosti (950) se vyskytuje v jemnozrnné formě, nejčastěji jako součást jemnozrnných polyminerálních agregátů, tvořených srůsty minerálů Bi a Te, vzácně i jako složka maldonitu, aurostibitu a $AuBi_5S_4$. Distribuce zlata v žilách je značně nepravidelná, jeho obsahy kolísají v rozmezí 0,X až přes 100 g/t, průměrný obsah celého ložiska je 6–10 g/t. Vrtným průzkumem nebyly zjištěny změny obsahů zlata do hloubky.

Vedle zlatonosného zrudnění může mít ekonomický význam i scheelitové zrudnění, vázané na ložní polohy erlanů, amfibolitů, erlánových a amfibolitických paralul. Mocnosti scheelitových poloh kolísají od několika dm do mnoha m, obsahy W kolísají od několika setin % až přes 5 % W, v průměru 0,6–1,2 % W. Obsahy zlata v scheelitových polohách jsou zanedbatelné. Prostorově je scheelitové zrudnění vyvinuté v širším hlavním pásmu zlatonosného zrudnění údolí Zlatého potoka, zejména v jeho j. části (obr. 6).

Výsledky dosud provedených průzkumných prací ukazují na značný ekonomický význam ložiska, s možností jeho těžby podzemním způsobem. Kašperskohorský revír je však situován v chráněné krajinné oblasti okolo Šumavského národního parku. Zájmy ochrany přírody spolu s nesouhlasem části obyvatelstva vyjádřenými aktivitami sdružení „Šumava nad zlato" převážily nad možným ekonomickým přínosem



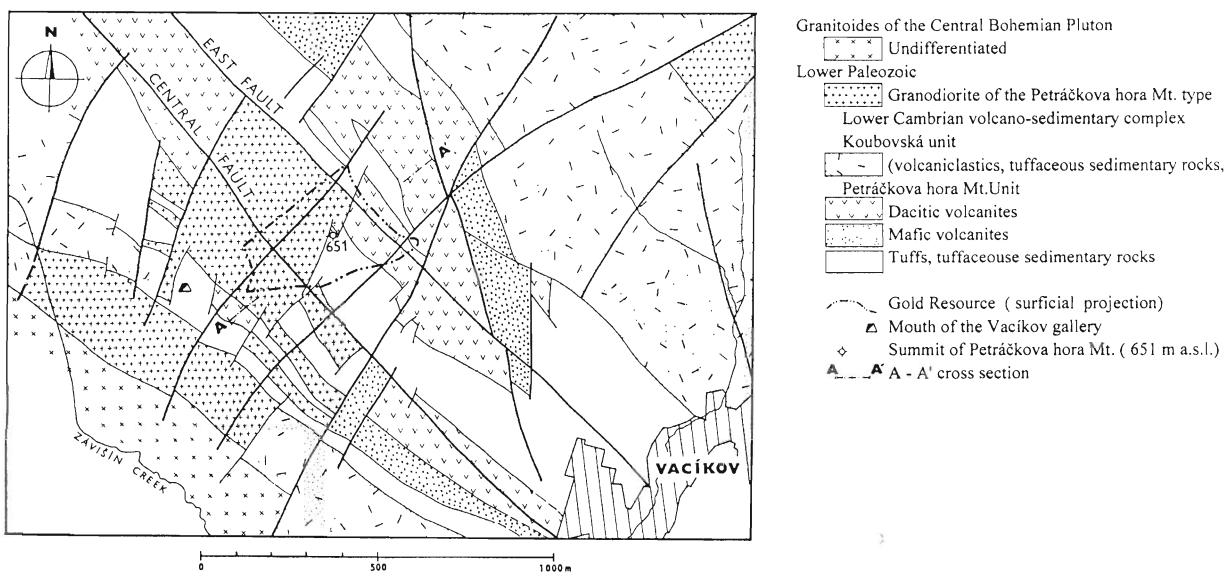
Obr. 6. Kašperské Hory – geologický příčný profil hlavní rudní zónou podél štoly Naděje (Punčochář et al., 1992). 1 – biotitické pararuly, 2 – kvarcity, 3 – migmatitizované pararuly, 4 – mylonitizace, poruchy, 5 – scheelitová mineralizace, 6 – zlatonosná křemenná mineralizace.

Fig. 6. Geological cross section of the main ore zone along the Naděje adit in the Kašperské Hory district (Punčochář et al., 1992). 1 – biotitic paragneiss, 2 – quartzite, 3 – migmatitized paragneiss, 4 – mylonitization faults, 5 – scheelite mineralization, 6 – gold-bearing quartz mineralization.

těžby do té míry, že v roce 1997 byla společnost TVX Bohemia důlní nucena přerušit veškeré průzkumné práce.

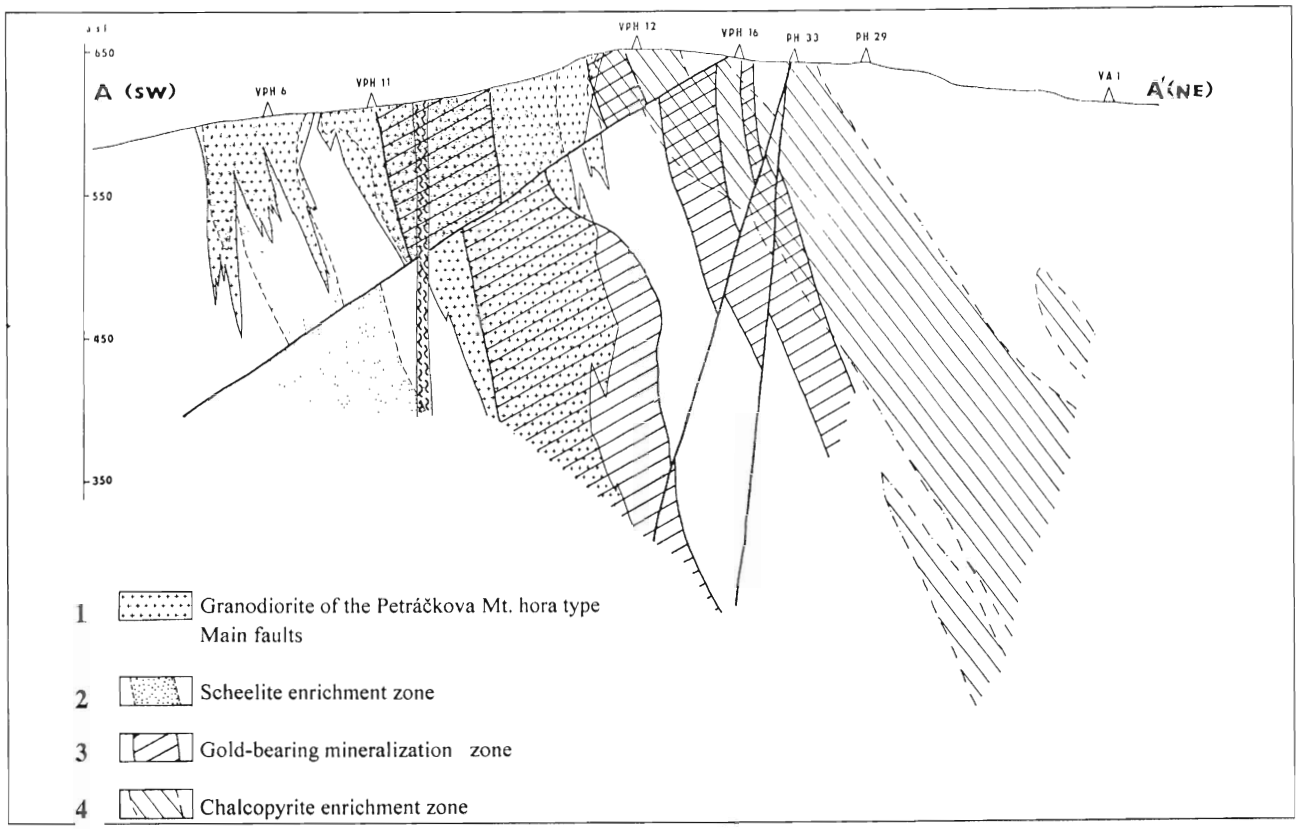
Petráčkova hora u Vacíkova

V j. části rožmitálského bloku byla v polovině 80. let na Petráčkově hoře u obce Vacíkov zjištěna zlatonosná mineralizace s doprovodnými složkami chalkopyritem a scheelitem (Studničná a Studničný, 1987 aj.); průzkumné práce prováděné do té doby tu byly orientovány na polymetalické rudy. Následný průzkumný program s použitím geofyziky, půdní geochemie a jádrových vrtů byl již zaměřen na ověření tohoto nového typu zrudnění v celém rožmitálském bloku; ložisko na Petráčkově hoře bylo ověřováno i báňskými pracemi. Průzkumné



Obr. 7. Geologická mapa ložiskové oblasti Petráčkova hora u Vacíkova (Studničný et al., 1994). Granitoidy středočeského plutonu – nerozlišené; spodní paleozoikum – granodiorit Petráčkovy hory, – počepilské vulkanity, – nemetamorfované sedimenty (ordovik, silur, devon), – spodnokambrický vulkanosedimentární komplex, – nerozlišené spodnokarbonské sedimenty; svrchní proterozoikum – nerozlišené vulkanity a sedimenty.

Fig. 7. Geological map of the Petráčkova hora deposit near Vacíkov (Studničný et al., 1994).



Obr. 8. Příčný řez ložiskem Petráčkova hora u Vacíkova (Studničný et al., 1994). 1 – granitoidy Petráčkovy hory, 2 – zóna obohacená scheelitem, 3 – zóna zlatonosného zrudnění, 4 – zóna obohacená chalkopyritem.

Fig. 8. Petráčkova hora deposit main ores zones – cross section (Studničný et al., 1994).

práce byly ukončeny v roce 1994 vyhodnocením cca 30 t zlata nízkoobsahových rud (okolo 1 g/t Au) a stanovením perspektivních území pro další průzkum (Studničný et al., 1994).

Rožmitálský blok je situován v jižnější části středočeské metalogenetické zóny, při z. okraji středočeského plutonu. Je tvořen svrchnoproterozoickými až devonskými sedimenty a vulkanosedimenty, pronikanými apofýzami granitoidů středočeského plutonu. Z ložiskového hlediska je nejdůležitější kambrický vulkanosedimentární komplex v jz. části, pronikaný malými granitoidními masívky často porfyrické struktury. Stáří granodioritového pně, na který je vázáno zlatonosné zrudnění Petráčkovy hory, je podle určení Rb-Sr metodou starovariské (Zachariáš, 1999). Granodiorit pronika četnými žilami granodioritových porfyritů téměř identického minerálního složení a chemizmu (vysoký obsah K_2O), metabazaltové žíly jsou pravděpodobně kambrického stáří. Horniny na ložisku jsou postiženy vysokoteplotní K-alterací a silicifikací; mladší nízkoteplotní alterace nejsou přítomné.

Zlatonosné zrudnění je vázáno na systémy křemenných žil a žilek převážně strmého průběhu, mezi nimiž bylo rozlišeno pět generací; nejvyšší obsahy zlata (20–80 g/t) obsahují žíly starších generací. Zlato vysoké ryzosti (960) je velmi jemnozrnné, provázené minerály Bi a Te, vzácně jsou přítomné i minerály Au (maldonit, aurostibit, $AuBi_5S_4$). Ze sulfidů je nejčastější chalkopyrit, méně molybdenit, pyrit, pyrrhotin aj. Obsahy Cu v některých úsecích ložiska dosahují 0,1–0,4 % (zejména v bazických horninách) a jsou provázeny zvýšenými obsahy Ag (0,5–10 g/t) a Bi (0,0X %). Charakteristickou příměsí Au-křemenných žilek je scheelit, jehož obsahy se většinou pohybují v 0,0X % (max. 0,2 % W). Distribuce zlata v ložisku je velmi nepravidelná, zóny s obsahy zlata 4–5 g/t o mocnosti několika metrů jsou velice nekontrastní. Ložisko bylo vyhodnoceno pro těžbu povrchovým způsobem, s nízkým průměrným obsahem slabě přesahujícím 1 g/t Au.

Ložisko Petráčkova hora u Vacíkova má řadu odlišností od ostatních zlatonosných ložisek středočeské metalogenetické zóny a bylo interpretováno jako zlatonosné zrudnění porfyrového typu (Morávek a Studničná, 1992; Studničná a Zachariáš, 1996; Zachariáš, 1999). Jeho ověření v Českém masívu představuje zajímavý podnět pro průzkumné práce v celé širší oblasti. Britské společnosti Greenwich Resources, která zvítězila svým návrhem ve výběrovém řízení Ministerstva hospodářství ČR, se však díky nedokonalé legislativě, odporu ekologických skupin a neporozumnění místního obyvatelstva ani po čtyřech letech nepodařilo úspěšně dokončit správní řízení o přidělení průzkumné licence.

Literatura

Bonnemaison, M. & Marcoux, E., 1987: Les zones de cisaillement auriféres du socle hercynien francais. *Chron. Mines Rech. min. (Orléans), 488, 29–42.*

Majer, J., 1991: Po kovových stezkách dějin Československa. *Horn. Příbram ve vědě a technice, Příbram, 360.*

Morávek, P., 1980: Produkce zlata v historii Českých zemí. *Rozpr.*

Nár. techn. Muz., Praha, 78. Stud. dějin hornictví, 12, 75–92.

Morávek, P., 1981: Nové ložisko zlatonosných rud masového typu Psí hory. *Geol. Průzk. (Praha), 23, 5, 131–134.*

Morávek, P., Janatka, J., Pertoldová, J., Straka, E., Ďurišová, J. & Pudilová, M., 1989: Mokrsko gold deposit – the largest gold deposit in the Bohemian Massif, Czechoslovakia. *Monogr. Econ. Geol. (New Haven), 6, 252–259.*

Morávek, P. & Pouba, Z., 1987: Precambrian and Phanerozoic history of gold mineralization in the Bohemian Massif. *Econ. Geol. (New Haven), 82, 2098–2114.*

Morávek, P. & Punčochář, M., 1983: Nový perspektivní typ metamorfogenní Au-W mineralizace v Kašperskohorském revíru. *Geol. Průzk. (Praha), 7, 193–196.*

Morávek, P. & Studničná, B., 1992: Zlatonosná ložiska porfyrového typu také ve středočeské oblasti? *Geol. Průzk. (Praha), 16, 11–15.*

Morávek, P. et al., 1985: Zhodnocení prognóz zlata v Českém masívu. *Manuskript – Geofond, Praha.*

Morávek, P. et al., 1991: Závěrečná zpráva Čelina-Psí hory. *Manuskript – Geofond, Praha.*

Morávek, P. et al., 1992: Zlato v Českém masívu. *Čes. geol. ústav, Praha, 245.*

Morávek, P. ed., 1996: Gold deposits in Bohemia. *Čes. geol. ústav, Praha, 96.*

Pertold, Z. & Punčochář, M., 1996: The Kašperské Hory ore district. *In: Morávek, P. (Ed.): Gold deposits in Bohemia. Čes. geol. ústav, Praha, 79–91.*

Punčochář, M. et al., 1989: Kašperské Hory. Dílčí závěrečná zpráva úkolu Český masív-ověřování prognóz zlata. *Manuskript – Geofond, Praha.*

Studničná, B. & Studničný, I., 1987: Ložisko Au-rud Petráčkova hora ve vulkanosedimentární sérii rožmitálské tektonické kry. *In: Nové trendy a poznatky v čs. ložiskové geologii. Přírod. fak. KU Praha, 159–162.*

Studničná, B. & Zachariáš J., 1996: The porphyry ore deposit with Au-Cu-W mineralization on the Petráčkova hora Mt. near Vacíkov. *In: Morávek, P. (Ed.): Gold deposits in Bohemia. Čes. geol. ústav, Praha, 57–78.*

Studničný, I. et al., 1994: Závěrečná zpráva Vacíkov. *Manuskript – – Geofond Praha.*

Zachariáš, J., 1999: Geneze vysokoteplotního Au-ložiska porfyrového stylu Vacíkov-Petráčkova hora u Rožmitálu pod Třemšínem. [Doktorská disertační práce.] *Manuskript – Přírodověd. fak. KU Praha.*

Zachariáš, J., Pudilová, M., Žák, K., Morávek, P., Litochleb, J., Váňa, T., Pertold, Z. (v tisku): P-T-X conditions of gold-bearing mineralization within the Central Bohemian Metallogenic Zone. *Univ. Carol., Geol. (Praha).*

Outline and importance of gold mineralization in the Czech Republic

Historical gold production in the territory of the Czech Republic is estimated to equal about 90 t. In the 20th century, gold has been mined at Roudný, Jílové, Zlaté Hory, Krásná Hora and Libčice deposits, with an overall production of about 10 t. Extensive revision of exploration works, carried out in 80s evaluated the gold potential of the Czech Republic at about 400 t of gold and delimitated 32 prospective areas. Subsequent exploration verified new, economically significant deposits with total resources of over 200 t of gold. Futher exploration and potential mining are, however, currently blocked for environmental reasons and because of inadequate legislation.

The Bohemian Massif contains numerous gold deposits, which are classified into several types:

1. Sulphidic deposits: 1a – base metal deposits with admixtures of gold (Zlaté Hory) and 1b – arsenic deposits containing gold (Zloty Stock outside of the Czech Republic – in Poland).

2. Gold-bearing quartz deposits: 2a – element association Au-As-Bi-Mo-Te-W and gold of high fineness (Jílové, Mokrsko, Kašperské Hory), 2b – element association Au-Ag-As and gold of low fineness (Roudný), 2c – element association Au-As-Sb, frequently with a predominance of Sb (Krásná Hora).

The formation of these deposits is interpreted on the base of four genetic models:

– the submarine exhalative model for sulphidic stratiform deposits of type 1a of Upper Proterozoic and especially Lower Carboniferous age, in which enrichment in gold occurred through cementation and metamorphic processes;

– the metamorphic-hydrothermal or metamorphic-plutonic model for deposits of type 2a (Au-As-Bi-Mo-Te-W). The source of gold is assumed to lie in pre-Variscan, mainly Upper Proterozoic complexes, from which gold was mobilized through the effect of the temperature gradient associated with granitoid intrusions or metamorphic processes. These deposits appear in geological environment of a similar type to the "greenstone-granite" rock association (Central Bohemian metallogenic zone) and also in the crystalline rocks of the Moldanubicum (Šumava metallogenic zone). They were formed in the temperature conditions range 570–200 °C, in the initial stages of the Variscan orogenesis (350–330 Ma);

– the hydrothermal model for deposits of type 2b (Au-Ag-As) and 2c (Au-As-Sb). These deposits are bound to regional tectonic zones in crystalline and granitoid rocks. They had a prolonged multi-phase evolution and were formed in a broad temperature range from 400–130 °C, in the later stages of the Variscan orogenesis (about 300 Ma);

– the porphyry model for the deposit of Petráčkova hora near Vacíkov (Au-Ag-Bi-Cu-Mo-W). This deposit, which is bonded to a small stock of porphyritic granodiorite, was formed in the temperature range 610–400 °C in the initial stage of the Variscan orogenesis (about 345 Ma). The isotopic composition of the fluid indicates a magmatic source.

The characteristic of the most important gold deposits:

– the Mokrsko deposit is of the sheeted quartz veinlets type, developed in an extensive zone of E–W direction in the boundary parts ot the Upper Proterozoic volcanites and Variscan granodiorite. It attains thickness of up to 200 m. Fine-grained gold occurs in paragenesis with Bi-Te minerals, the most common sulphide is arsenopyrite, scheelite is present as well. The deposits are characterized by low variability of the gold contents, with an average value of 1.5–2 g/t over the entire thickness of the deposit. The Mokrsko deposit is the most important of the newly defined gold-bearing Psí hory district, which overall potential is estimated at about 130 t of gold;

– the Kašperské Hory deposit is of the vein type, bounded to the regional shear zone in the crystalline rocks of the Moldanubicum. The quartz veins of several structural types have a complex morphology, and form vein zones with a thickness from several metres up to max. 20 m. The gold is fine-grained, accompanied by Bi-Te minerals, the most common sulphide is arsenopyrite. Scheelite is occasionally present; however, its main concentrations are bounded to the layers of Ca-Si hornfelses (containing up to 2 % W). The gold mineralization is of high-contrast character, with Au contents varying in the range 0.X–100 g/t, with an average of 6–10 g/t. The overal potential of the Kašperské Hory district is estimated at about 100 t of gold;

– the Petráčkova hora deposit near Vacíkov is located in the Rožmitál block at the W edge of the Central Bohemian Pluton and is bonded to a small stock of porphyritic granodiorite, penetrating through volcano-sedimentary rocks of Cambrian age. The ore mineralization is noncontrastion in character; very fine-grained gold occurs in paragenesis with Bi-Te minerals. Gold contents are mostly low (an average of 1 g/t); some parts of the deposit have elevated contents of Cu, Ag, Bi and W. The deposit is characterized by the presence of high-temperature K-alteration and silicification. The ore potential of this deposit is estimated at about 30 t of gold, which cold be increased by prospecting of promising sites in the entire Rožmitál block.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 187–192

Geologicko-ekonomické hodnotenie ložísk a výskytov zlata na Slovensku

MILAN TRÉGER a PETER BALÁŽ

Geologická služba SR, regionálne centrum Spišská Nová Ves, Markušovská cesta 1,
052 40 Spišská Nová Ves

(Doručené 9. 4. 1999)

Geological and economic evaluation of Slovak gold deposits

In 1997, 21 exclusive gold deposits were registered in Slovakia. Total output of gold is estimated to about 34 000 kg. At present the only exploited Slovak gold mineral deposit is Banská Hodruša–Svetozár. According to the market mineral prices of gold and mine production costs other gold mineral deposits are classified as uneconomic.

Second part of study is focused on model of technical and economic evaluation of gold deposit Pezinok–Zlatá žila. Variant computation for reserves/resources is necessary for complex evaluation and price estimation of mineral deposit.

Key words: gold, classification for gold mineral deposits, economy of mineral resources, variant computation for reserves/resources, price estimation

Úvod

Ložiská a výskyty Au na Slovensku sa spravidla členia na:

a) predterciérne ložiská a výskyty,
b) terciérne ložiská a výskyty a
c) kvartérne rozsypové výskyty.

Predterciérne ložiská a výskyty sú na Slovensku známe z rudných obvodov Malých Karpát (zlatonosný arzenopyrit a pyrit Sb ložiska Pezinok), Nízkych Tatier (Magurka, Dúbrava, Jasenie, Lom a i.), Spišsko-gemerského rudohoria (Čučma, Poproč, Zlatá Idka), ako aj z veporika (Uderiná, Ozdín).

S karpatským neogénnym vulkanizmom je späté subvulkanické hydrotermálne ložisko Kremnica, Banská Štiavnica, Banská Hodruša, Pukanec a Zlatá Baňa, ako aj novoovorený objekt Brehov, Klokoč a niektoré menej významné výskyty.

Rozsypové akumulácie Au (Považský Inovec – Zlatníky, dunajské náplavy a i.) sú v súčasnosti ekonomicky bezvýznamné.

Celkové množstvo Au vyťaženého na Slovensku sa odhaduje na 34 t.

Klasifikácia ložísk a výskytov Au na Slovensku

Podľa aktualizovanej bilancie zásob výhradných ložísk Slovenskej republiky (ďalej BZVL SR) bolo na Slovensku k 1. januáru 1998 evidovaných 21 ložísk Au s celkovou zásobou 39 584 kg Au. Z nich sa ťaží iba ložisko Banská Hodruša–Svetozár (roku 1997 458 kg Au). Z overených zásob 39 584 kg Au je podľa BZVL SR 10 087 kg bilančných, kým ostatné (19 265 kg Au) sa hodnotia ako nebilančné.

Ak sa vezme do úvahy súčasná svetová cena Au (280–290 USD/tr. oz) a priemerné výrobné náklady, možno konštatovať, že z evidovaných geologických zásob Au sú bilančné len zásoby Au-rúd ložiska Banská Hodruša–Svetozár (cca 300 kg Au). Ale údaje BZVL SR vychádzajú z pôvodného výpočtu zásob a podmienok ich využiteľnosti, a preto súčasným ekonomickým podmienkam nezodpovedajú.

Pozíciu ložísk evidovaných v BZVL SR znázorňuje obr. 1. Okrem evidovaných ložísk a výskytov sú na Slovensku známe aj ložiskové a mineralogické výskyty.

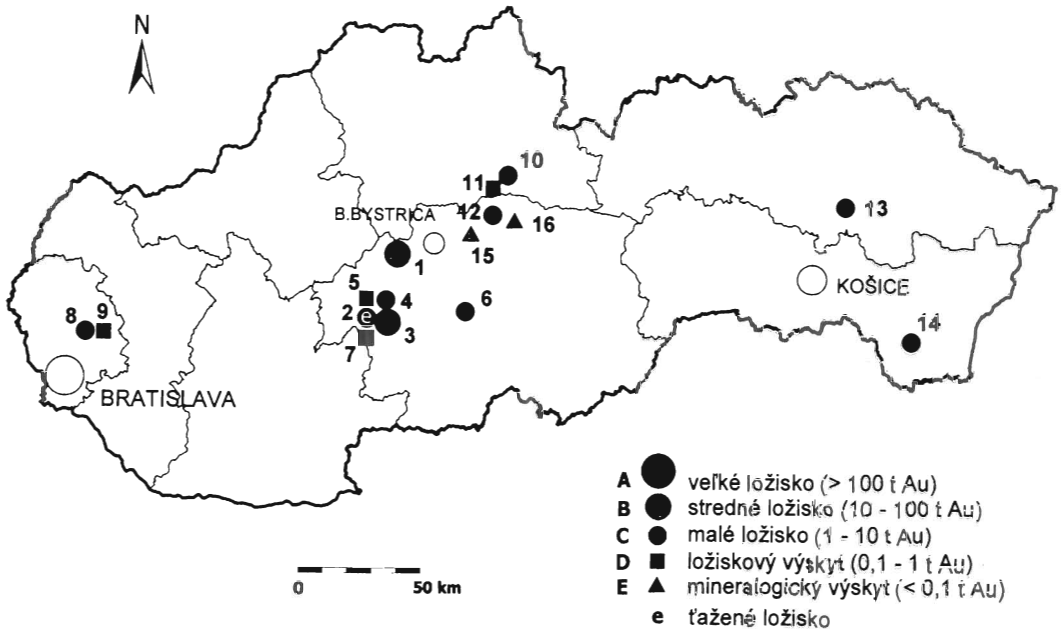
Keďže platná banská a geologická legislatíva nepozná okrem termínu (pojmu, inštitútu) výhradné ložisko nerastnej suroviny ďalšie termíny, ako je mineralogický výskyt, ložiskový výskyt, malé ložisko, stredné ložisko, veľké ložisko, pokúšame sa ich definovať v súlade s klasifikáciou OSN z roku 1997 a predkladáme na diskusiu odbornej verejnosti.

Na štatistické spracovanie ložísk a výskytov Au na Slovensku navrhujeme podľa zásoby Au v jednotlivých kategóriách takúto klasifikáciu:

A – veľké ložisko (> 100 t Au)
B – stredné ložisko (10–100 t Au)
C – malé ložisko (1–10 t Au)
D – ložiskový výskyt (0,1–1 t Au)
E – mineralogický výskyt (< 0,1 t Au)

Z tab. 1 vyplýva, že podľa zásob je najvýznamnejším ložiskom Au na Slovensku Kremnica. Celkovými zásobami troch preskúmaných častí 17–18 t Au sa zaraďuje medzi stredné ložiská (10–100 t Au). Priemerná kvalita overených zásob je iba okolo 1,2 g.t^{-1} a pri súčasnej svetovej cene Au ide o nebilančné (potenciálne ekonomické) zásoby.

V súčasnosti sa u nás ťaží iba ložisko Au Banská Hodruša–Svetozár. Napriek tomu, že ide o malé ložisko –



Obr. 1. Distribúcia a klasifikácia evidovaných ložísk a výskytov Au na Slovensku. Číselné označenie lokalít zodpovedajú poradovým číslam objektov v tab. 1.

Fig. 1. Distribution and classification of registered gold mineral deposits and occurrences in Slovakia. Number and letter identification is equivalent of Tab. 1.

Tab. 1

Klasifikácia ložísk a výskytov Au na Slovensku (návrh s využitím klasifikácie OSN, 1997)

Classification of gold mineral deposits and occurrences of Slovakia (with application of UN International Framework Classification, 1997)

P. č.	Názov ložiska[1]	Bilančné zásoby[2] [kt]	Nebilančné zásoby[3] [kt]	Odhad Au v zásobách [kg]	Veľkostná klasifikácia	Kategória[5]	
1	Kremnica Au, Ag	–	9727	12 000	stredné ložisko	B	
	Kremnické Bane–Šturec-sever	–	3995	4554	malé ložisko	C	B
	Kremnica	–	943	1066	malé ložisko	C	
2	Banská Hodruša (e)	38	52	300*	malé ložisko		C
3	Banská Štiavnica	–	528	1400**	stredné ložisko		B
4	Banky pri Vyhniach–Rummel–Hoffer	–	1455	1600	malé ložisko		C
5	Banky pri Vyhniach–Ján Benedikty	–	68	214	ložiskový výskyt		D
6	Klokoč	–	1142	2044	malé ložisko		C
7	Vysoká–Šementlov	–	1492	518	ložiskový výskyt		D
8	Pezinok–Zlatá žila	–	962	3300	malé ložisko	C	
	Pezinok–Vinohrady	–	644	1829	malé ložisko	C	
	Pezinok I–Trojárová	–	415	476	ložiskový výskyt	D	
	Pezinok	–	85	180	ložiskový výskyt	D	
9	Pezinok–odkaliská	–	366	436	ložiskový výskyt		D
10	Dúbrava–Ľubeľská, Martin, Matošovec	–	1314	1167	malé ložisko		C
11	Magurka–štôlňa Adolf–halda	–	448	885	ložiskový výskyt		D
12	Jasenie–Kyslá	–	2881	1412	malé ložisko		C
13	Zlatá Baňa	–	2233	2367	malé ložisko		C
14	Brehov	–	521	1412	malé ložisko		C
15	Medzibrod–halda, odkalisko	–	25	67	mineralogický výskyt		E
16	Dolná Lehota–Lom	–	18	55	mineralogický výskyt		E
	Spolu/total	38	29 314	37 282			

A – veľké ložisko (>100 t Au), B – stredné ložisko (100–10 t Au), C – malé ložisko (10–1 t Au), D – ložiskový výskyt (1–0,1 t Au), E – mineralogický výskyt (< 0,1 t Au), e – ťažené ložisko, * – celkové množstvo Au (vrátane vyťaženého) sa odhaduje na 2600 kg, ** – celkové množstvo Au (vrátane vyťaženého) sa odhaduje na 15 000 kg.

Poznámka: Do štatistiky nie sú zahrnuté v minulosti vyťažené zásoby s výnimkou ložiska Banská Hodruša, odkiaľ sú údaje o celkovej ťažbe známe.

1 – name, 2 – reserves (economic), 3 – resources (uneconomic), 4 – estimation of Au content, 5 – category: A – big mineral deposit (>100t Au), B – medium mineral deposit (100–10 t Au), C – little mineral deposit (10–1 t Au), D – uneconomic occurrence, E – mineral occurrence, e – exploited mineral deposit, * – total amount of Au (including mined Au) is estimated to 2600 kg, ** – total amount of Au (including mined Au) is estimated to 15 000 kg.

so zásobou okolo 2600 kg Au (z toho okolo 2300 kg Au sa vyťažilo v rokoch 1993–1998) a priemernou kvalitou 8–10 $g.t^{-1}$ Au – aktuálne sa zaraďuje medzi bilančné a ekonomicky významné ložiská, avšak so životnosťou zásob iba na jeden až dva roky.

V minulosti významné ložisko Au Banská Štiavnica je v podpovrchových bohatších úsekoch vyťažené. Hlboké úseky polymetalických žilných a žilníkovo-impregnačných štruktúr medzi 12. a V. hlbinným obzorom obsahujú Au len v ekonomicky nevýznamnej koncentrácii 0,02–0,2 $g.t^{-1}$. Zásoby 321 kt kat. C_2 s kvalitou 3,43 $g.t^{-1}$ Au pri súčasnej nízkej cene Au nemožno pokladať za bilančné.

Z ložísk Au-Sb formácie sa za ekonomicky najvýznamnejšie považuje ložisko Pezinok–Zlatá žila (3300 kg Au; priemerná kvalita 3,8–4,9 $g.t^{-1}$ Au). Potenciál rudného poľa Pezinok (Pezinok–Trojárová, Pezinok–Vinohrady, Pezinok–Zlatá žila) sa odhaduje na 8500 kg Au s kvalitou 1,8–4,9 $g.t^{-1}$ Au. Špecifikom je prevažujúca väzba Au na arzenopyrit.

Na preskúmanom úseku Ľubeľská, Martin a Matošovec (ložisko Dúbrava) sa spolu s Sb rudami overilo 1314 kt nebilančných Au rúd s kvalitou 0,66–1,56 $g.t^{-1}$ Au.

Medzi malé ložiská Au s chudobnými, nebilančnými zásobami komplexných rúd patrí ložisko Zlatá Baňa (Pb-Zn-Cu-Au-Ag rudy), Brehov (Au-Cu rudy) a Jasenie–Kyslá (W-Au rudy).

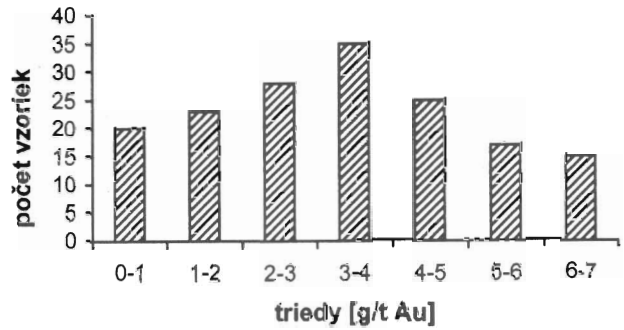
Na záver tejto časti predkladáme do diskusie nasledujúce: Malé objekty (mineralogické výskyty, ložiskové výskyty), ako je napr. Dolná Lehota-Lom, Medzibrod, Banky pri Vyhniach-Ján Benedikty a i., ktoré z geologicko-ekonomického hľadiska a perspektívy využívania nespĺňajú požiadavky na zaradenie do kategórie ložísk, navrhujeme vyňať z BZVL SR a evidovať samostatne ako výskyty. Obdobne navrhujeme preklasifikovať a rebilancovať všetky ložiská evidované v BZVL SR. Čiastkovú rebilanciu obsahuje ročenka Surovinové zdroje SR, nerastné suroviny (vydáva Geologická služba SR). Systematická a podrobná rebilancia zásob a zdrojov nerastných surovín SR sa očakáva po schválení projektu Ministerstvom životného prostredia SR.

Komplexné geologicko-ekonomické hodnotenie zásob a prognóznych zdrojov Au rúd na Slovensku vrátane množstva vyťaženého Au v minulosti sa predpokladá v rámci vedecko-technického projektu č. 160 – Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky, ktorý v súčasnosti spracúva Geologická služba SR.

Pezinok–Zlatá žila

Príklad technicko-ekonomického hodnotenia variantného výpočtu zásob Au rúd

Na ložisku Pezinok–Zlatá žila sa roku 1994 na základe banského prieskumu štôlne Budúcnosť a Pyritová urobil výpočet zásob Au rúd (Mikula et al., 1994). Ložisko Au je tvorené stromou tektonickou štruktúrou smeru SZ–JV v prostredí tmavých grafitických bridlíc staršieho paleozoika (silúr – devón?) s vývojom kremenno-karbonátových žíl a s impregnáciami staršieho zlatonosného arzenopyritu a hojného pyritu. Lokálne je v ňom vyvinutá mladšia antimonitová mineralizácia (s priemerným obsahom Sb iba 0,29 % Sb). Pomerne detailný banský prieskum štôlne Budúcnosť potvrdil, že rudná štruktúra Zlatá žila je vyvinutá od povrchu do hĺbky 100–150 m v dĺžke okolo 250 m a má premenlivú hrúbku 2,0–9,6 m. Obsah Au podľa zásekového vzorkovania prekopov je 0,5–6,58 $g.t^{-1}$, priemerný obsah As dosahuje 1,06 % a medzi obsahom Au a As je vysoká pozitívna korelácia (+0,8–0,9). Distribúcia Au má takmer normálne rozdelenie (obr. 2) a koeficient variácie Au dosahuje iba 30–40 %, čiže ide o pomerne rovnomerné rozdelenie Au, čo môže poukazovať na jeho primárny sedimentárno-exhalačný pôvod v čiernych bridliciach. Pre väčšinu hydrotermálnych ložísk zlata je charakteristické prevažne lognormálne rozdelenie Au s vysokým koeficientom variácie V_{Au} = 100–300 %.



Obr. 2. Histogram početnosti Au ložiska Pezinok–Zlatá žila.
Fig. 2. Histogram of Au frequency on Pezinok–Zlatá žila deposit.

Pretože ložisko Pezinok–Zlatá žila je z hľadiska hrúbky (2,0–9,6 m) aj obsahu Au (0,5–6,58 $g.t^{-1}$) významne premenlivé, pri jeho ekonomickom hodnotení sme aplikovali variantný výpočet zásob s technicko-ekonomickým hodnotením vypočítaných variantov zásob. Cenu ložiska (C) chápeme ako funkciu zásoby (Z), priemernej kvality (x) a medznej kvality (x_0)

$$C \Rightarrow f\,(Z, x, x_0)$$

Výpočet zásob

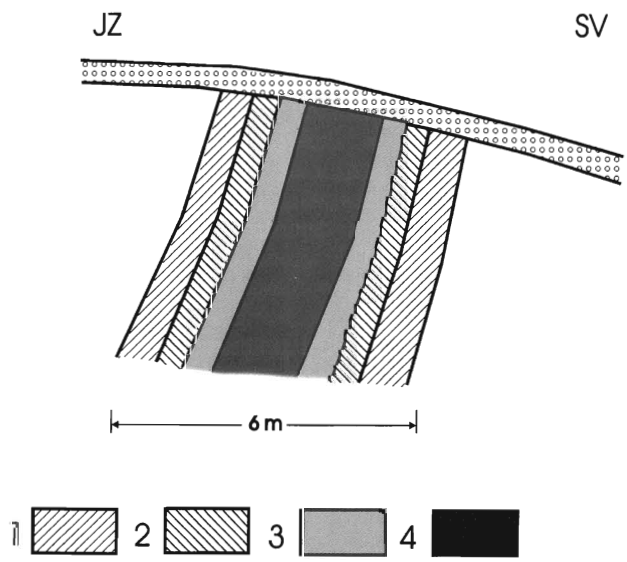
Výpočet zásob sa urobil v štyroch variantoch (tab. 2), a to pri medznom obsahu (x_0) 0,7 $g.t^{-1}$ Au, 1,5 $g.t^{-1}$ Au, 2,0 $g.t^{-1}$ Au a 2,5 $g.t^{-1}$ Au. Zásoby (Z) sa pohybujú od 1024 kt do 680 kt a priemerný obsah Au (x) od 3,77 $g.t^{-1}$ do 4,90 $g.t^{-1}$. Priemerná hrúbka ložiska od prvého variantu po štvrtý klesá od 5,75 do 3,82 m (obr. 3). Zásoby Au (kovu) od prvého po štvrtý variant klesajú od 3859 kg Au do 3333 kg Au. Podľa zásob Au (3,8–3,3 t Au) sa ložisko Pezinok-Zlatá žila zaraďuje medzi malé ložiská (1–10 t Au). Závislosť medzi zásobami (Z), priemerným obsahom Au (x) a medzným obsahom Au (x_0) (obr. 4a) voláme statická ložisková charakteristika a pokladáme ju za nevyhnutný predpoklad korektného hodnotenia zásob každého ložiska.

Zdôrazňujeme, že závislosť medzi Z, x, x_0 jednotlivých ložísk je veľmi variabilná a závisí od typu distribúcie Au,

Tab. 2
Výsledky variantného výpočtu zásob ložiska Pezinok–Zlatá žila (Mikula et al., 1994)
Results of reserves account on Pezinok–Zlatá žila deposit (Mikula et al., 1994)

Variant	Medzný obsah[1] x_0 [g/t Au]	Zásoba[2] Z [kt]]	Priemerný obsah[3] x [g/t Au]	Priemerná hrúbka[4] [m]	Úžitková hodnota[5] UH [USD/t]	Výrobné náklady[6] VN [USD/t
1*	0,7	1024	3,77	5,75	24,03	27,63
2	1,5	828	4,38	4,64	28,28	28,95
3	2,0	756	4,63	4,24	30,27	30,26
4**	2,5	680	4,90	3,82	32,44	31,58

* – variant podľa podmienok využiteľnosti zásob, ** – optimálny variant
1 – marginal content, 2 – reserves, 3 – average content, 4 – average thickness, 5 – utility (value), 6 – production costs
* – variant of "reserve efficiency conditions", ** – optimal variant



Obr. 3. Schematický priečny rez ložiskom Pezinok–Zlatá žila. 1–4 – varianty výpočtu zásob, 1 – 0,7–1,5 g/t, 2 – 1,5–2 g/t, 3 – 2–2,5 g/t, 4 – >2,5 g/t.
Fig. 3. Schematic cross-section of Pezinok–Zlatá žila deposit. 1–4 – variants of reserves account.

resp. iných úžitkových zložiek (lognormálne, ľavoasymetrické a iné rozdelenie).

Technicko-ekonomické hodnotenie

Druhým krokom oceňovania ložiska je technicko-ekonomické hodnotenie štyroch variantov vypočítaných zásob. Táto etapa zahŕňa modelovanie ťažby a úpravy rudy z každého variantu, potom výpočet úžitkovej hodnoty a napokon odhad výrobných nákladov na 1 t zásob. Prijali sa nasledujúce technicko-technologické parametre hodnotenia štyroch variantov zásob: znečistenie 10 %, výrubnosť 90 %, výťažnosť 77–80 %. Pri výpočte úžitkovej hodnoty sa použila svetová cena Au 286 USD/tr. oz (február 1999). Úžitková hodnota 1 t zásob sa od prvého po štvrtý variant mení od 24,03 do 32,44 USD/t ovplyvňuje ju hlavne vyšší obsah Au od prvého po štvrtý variant (3,77– 4,90 $g.t^{-1}$ Au). Treba poznamenať, že výpočet úžitkovej hodnoty je pomerne presný, avšak jeho platnosť časovo obmedzená platnosťou svetovej ceny Au. Pri jej významnom zvýšení, resp. znížení ceny Au, bude vyššia hodnota 1 t overených zásob v príslušnom variante vyššia, resp. nižšia.

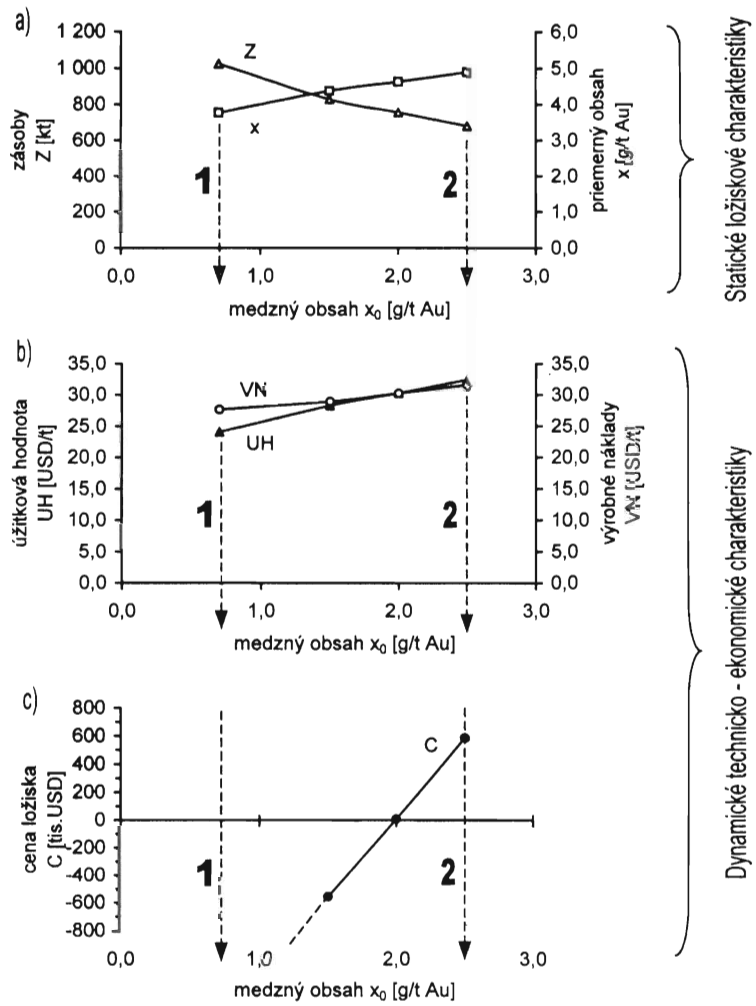
Po výpočte úžitkovej hodnoty 1 t zásob každého variantu sa robí odhad výrobných nákladov na 1 t každého variantu. Táto operácia je pomerne zložitým zisťovaním investičných a ďalších nákladov potrebných na otvárku a ťažbu ložiska, ale aj pokiaľ ide o nasledujúce likvidačné, environmentálne a ďalšie náklady. Na hodnotenie zásob kategórie Z-3 sa používa odhad výrobných nákladov na 1 t odvodený od nákladov ťažby analogických ložísk a berie sa pri ňom do úvahy matematická závislosť medzi kapacitou ročnej ťažby, priemernou hrúbkou a výrobnými nákladmi. Na určenie výrobných nákladov pri hodnotení zásob kategórie Z-1 a Z-2 je vhodnejšia náročnejšia metodika „cash-flow", definujúca každoročný peňažný tok počas celej životnosti ložiska.

Krivky úžitkovej hodnoty (UH) a výrobných nákladov (VN) sa vynášajú na jeden graf ako závislosť medzného obsahu (x_0) a hodnoty UH a VN (obr. 4b). Za ekonomické (bilančné) sa považujú zásoby variantu, pri ktorom je úžitková hodnota 1 t zásob vyššia ako výrobné náklady na ňu. Zásoby v ostatných variantoch sa pokladajú za nebilančné (potenciálne ekonomické zásoby). V prípade ložiska Pezinok–Zlatá žila sa ako ekonomické (bilančné) klasifikujú zásoby štvrtého variantu, t. j. nad medzný obsah 2,5 $g.t^{-1}$ Au dosahujúce 680 kt s priemerným obsahom 4,90 $g.t^{-1}$ Au (3333 kg Au) a s priemernou hrúbkou 3,82 m. V chudobnejšom „obale" zásob štvrtého variantu je medzi prvým a štvrtým variantom 344 kt zásob s priemerným obsahom Au 1,529 $g.t^{-1}$, t. j. 526 kg Au. Ak by sa však tieto chudobné zásoby chceli ťažiť spolu s kvalitnejšími zásobami štvrtého variantu, výsledkom by bol záporný ekonomický efekt, čiže ťažba a spracúvanie Au rúd by boli stratové.

Cena ložiska

Posledným krokom pri hodnotení zásob ložiska je výpočet (odhad) ceny ložiska pri každom variante vypočítaných zásob, t. j. definovanie závislosti ceny ložiska od medzného obsahu (x_0) každého variantu. Cena ložiska sa počíta (odhaduje) ako súčin vyťažiteľnej zásoby, rozdielu úžitkovej hodnoty a výrobných nákladov na 1 t redukovaný koeficientom berúcim do úvahy diskontnú sadzbu a životnosť ložiska.

V prípade ložiska Pezinok–Zlatá žila technicko-ekonomické hodnotenie štyroch variantov výpočtu zásob ukázalo, že by ťažba ložiska podľa štvrtého variantu bola teoreticky mierne zisková a dosiahla cca 585 tis. USD po vyťažení 680 kt zásob s kvalitou 4,9 $g.t^{-1}$ Au (obr. 4c). Nevylučujeme, že by presnejšie hodnotenie zásob metodikou „cash-flow" (napr. po overení zásob kat. Z-1) poskytlo presnejší celkový výsledok, s negatívnym hodnotením aj štvrtého variantu zásob. Ale získať jednoznačné nákladové



Obr. 4. a – graf závislosti zásob (Z), priemernej kvality (x) a medzného obsahu (x_0); b – graf závislosti úžitkovej hodnoty (UH), výrobných nákladov (VN) a medzného obsahu (x_0); c – graf závislosti ceny ložiska (C) a medzného obsahu (x_0). PVZ – – podmienky využiteľnosti zásob.

Fig. 4. a – relation between reserves (Z), average content (x), and marginal content (x_0); b – relation between utility value (UH), production costs (VN) and marginal content (x_0); c – relation between mineral deposit value (C) and marginal content (x_0).

položky na výpočet výrobných nákladov je veľmi ťažké, lebo sa menia v závislosti od ekonomických a technicko-technologických možností každého ťažobného subjektu. Výpočet a parametre úžitkovej hodnoty, výrobných nákladov (obr. 4b) a ceny ložiska (obr. 4c) v závislosti od medzného obsahu (x_0) voláme dynamická technicko-ekonomická charakteristika ložiska, pretože jej platnosť je časovo obmedzená platnosťou ceny suroviny (Au), výrobných nákladov a technicko-technologických parametrov hodnotenia (znečistenie, výrubnosť, výťažnosť a i.).

Záver

Ak by sa ložisko Pezinok–Zlatá žila hodnotilo podľa podmienok využiteľnosti zásob (v súlade s vyhláškou SGÚ č. 6/1992 Zb.), výsledkom by bol iba jeden variant jej výpočtu. Vypočítané zásoby by sa hodnotili ako nebilančné, lebo výrobné náklady sú vyššie ako úžitková hodnota 1 t zásob. Jediný variant výpočtu zásob podľa klasických podmienok ich využiteľnosti neumožňuje definovať závislosť medzi Z a x pri zmenách x_0, a tak podľa neho nemožno zistiť optimálne x_0, Z a x, ktorým zodpovedá maximálna cena overených zásob ložiska.

Uvedený príklad ilustruje výhody variantného výpočtu zásob a technicko-ekonomického hodnotenia variantov oproti hodnoteniu ložiska výpočtom zásob podľa vopred určených podmienok využiteľnosti. Pred definovaním závislosti medzi x_0, Z a x pri každom hodnotení ložiska nemožno objektívne ekonomicky zhodnotiť zásoby akéhokoľvek ložiska. Korektne hodnotiť ekonomický význam (bilančnosť, resp. nebilančnosť) každého ložiska možno iba modelovaním ťažby, úpravy a spracúvania suroviny každým variantom vypočítaných zásob a porovnaním ich parametrov. Technicko-ekonomické hodnotenie vypočítaných zásob ložiska vo variantoch by sa malo opakovať pri každej významnej zmene ceny príslušného nerastu. Napr. zmeny ceny Au medzi 800–280 USD/tr. oz (v rokoch 1980–1999) významne ovplyvnili aj cenu každého ložiska Au, a teda aj bilančnosť, resp. nebilančnosť jeho overených zásob. Zároveň treba vziať do úvahy, že zmeny ceny nerastu vyvolávajú zmeny optimálneho medzného obsahu (x_0), pri ktorom sa dosahuje maximálna cena ložiska. Pri raste ceny nerastu sa medzný obsah zodpovedajúci maximálnej cene ložiska spravidla posúva k nižšej a pri poklese k vyššej hodnote.

Príklad ekonomického hodnotenia ložiska zlata Pezinok–Zlatá žila a iných ložísk potvrdzuje nevyhnutnosť rýchlych legislatívnych zmien, vedúcich od metodiky tzv. podmienok využiteľnosti zásob k moderným metódam oceňovania zásob výhradných ložísk.

Predpokladáme, že vlastník výhradných ložísk (štát) v najbližšom čase zabezpečí legislatívne a technicko-organizačné podmienky umožňujúce hodnotiť nerastné bohatstvo Slovenska tak, ako je to v štátoch Európskej únie.

Literatúra

Knésl, J., Burian, J., Čillík, I., Polák, S., Rozložník, O., Windt, D., Knéslová, A., Malý, S., Petro, M., Rak, D., Tarhanič, L., Pencáková, Ľ., Hric, I. & Ferijančík, E., 1980: Slovensko – Au (Inventarizácia Au výskytov a prognózy Au v SSR). [Záverečná správa.] *Manuskript – archív GS SR, 401.*

Lexa, J., 1998: Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky. Projekt geologických prác. *Manuskript – GS SR, Bratislava, 28.*

Mikula, P. & Mihalík, F., 1994: Záverečná správa a výpočet zásob a výskum technológie získavania zlata Pezinok – Zlatá žila, Au, VP, 55.

Seják, J., Kokoška, J., Pulkrab, K., Šišák, L. & Sitenský, I., 1999: Oceňování pozemků a přírodních zdrojů. *Grada Publishing, 251.*

Tréger, M. & Baláž, P., 1998: Surovinové zdroje Slovenskej republiky, nerastné suroviny, ročenka 1998. *GS SR, Vyd. Dionýza Štúra, 203.*

Tréger, M. & Mihalík, F., 1995: Teoretické, metodické a legislatívne problémy klasifikácie zásob výhradných ložísk na bilančné a nebilančné zásoby. *Manuskript – GS SR, 33.*

Tréger, M., Mihalík, F., Hanas, P. & Fekete, V., 1989: K problematike optimálneho využitia ložísk na príklade ložiska Pezinok–Trojárová. *Geol. Průzk., 11, 31, 324–328.*

United Nations International Framework Classification for Reserves/Resources: Solid Fuels and Mineral Commodities. *United Nations, Economic and Social Council, 1997, 22.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 193–198

Distribúcia zlata vo východoslovenskom regióne z pohľadu šlichovej prospekcie

PAVEL BAČO[1], IVAN KRIŽÁNI[2] a BARTOLOMEJ BALÁŽ[3]

[1]Geologická služba SR, regionálne centrum Košice, Werferova 1, 040 11 Košice
[2]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica
[3]Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU Košice, Park Komenského 15, 040 00 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Distribution of gold in the Eastern Slovakian region from aspects of gold panning prospection

Panning prospection realized in the area of Eastern Slovakia since 1958 gave basic information about the presence of precious metal, mercury, base metal and other types (Sn, W) of mineralization in crystalline complexes, Mesosoic, flysch of Cretaceous - Paleogene age and Neovolcanics. In flysch formation the probable paleo-placer gold type existence is indicated by association of its dispersion aureolas with sandstone lithofacies and also by habitus of gold grain and by their chemical composition. The Geological Survey verified the occurrence of primary accumulations of Au-Ag, Hg and basic metals in Neovolcanics. The occurrence of epigenetical Hg mineralization and paleo-placer gold type of mineralization in flysch was verified too.

Key words: panning prospection, gold flakes, heavy metals, accessories

Úvod

Moderne sa začala stará prospektorská metóda – ryžovanie (šlichovanie) u nás používať začiatkom 60. rokov. Jej regionálne projekty vychádzajú z výsledkov šlichovania povodia Uble roku 1960, ktorými sa v potoku Stežná zistila systematická prítomnosť zlatiniek až po obec Ruská Bystrá (Slávik, 1967). To, ako aj poznanie, že šlichová prospekcia je veľmi efektívna, časovo a ekonomicky nie veľmi náročná metóda, viedlo k začatiu regionálnych programov šlichovania a tie postupne pokryli takmer celé územie Slovenska.

Preskúmanosť východného Slovenska regionálnou šlichovou prospekciou

Prvým projektom regionálnej šlichovej prospekcie bola úloha Vihorlat-Popriečny, ktorou sa potvrdil systematický výskyt zlatiniek v krynickej jednotke magurského flyša v sv. predhorí Vihorlatu. V oblasti Ruskej Bystrej potom technické práce potvrdili väzbu Au na detritické, a najmä bazálne časti pieskovcových polôh (Slávik, 1969). Na tieto zistenia nadviazal projekt *Východné Slovensko-Au* (Križáni, 1971), *Vysoké Tatry – Prešov* (Križáni, 1979), metodicky úlohy: *Prešovsko-tokajské pohorie* (Tözsér, 1972) a *Vranov – Kelča* (Križáni, 1977). Výsledkom bolo okrem iného zmapovanie plošnej distribúcie Au v aktívnych sedimentoch recentnej hydrosiete, vyčlenenie plôch s anomálnou koncentráciou Au v magurskom flyši a vo vnútrokarpatskom paleogéne aj určenie pravdepodobného typu zdroja Au. V neovulkanitoch viedli výsledky regionálnej šlichovej prospekcie k vyhľadávaciemu prieskumu najprv na Hg a potom aj na polymetalické rudy.

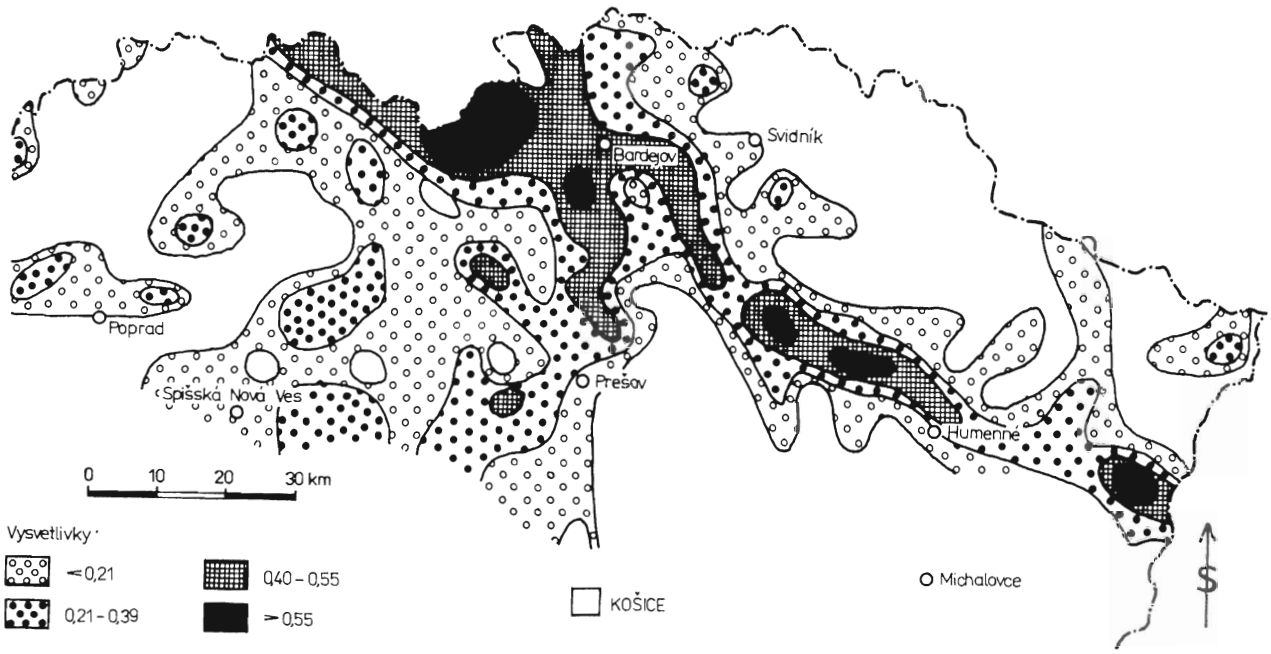
Regionálna šlichová prospekcia na začiatku 80. rokov pokračovala odberom vzoriek v oblasti Braniska a Čiernej hory (Bartalský, 1984; Fulín, 1987). Východoslovenská nížina s priľahlými flyšovými a vulkanickými oblasťami bola ovzorkovaná v rámci posledného projektu Slovensko, mineralogicko-geochemická prospekcia (Bačo in Prokša et al., 1993). V Branisku a Čiernej hore sa vyčlenili prognózne oblasti s Fe a polymetalickou mineralizáciou rozličného genetického typu (Jacko et al., 1984), ale aj mineralizácie so Au. Prínosom úlohy Slovensko, mineralogicko-geochemická prospekcia bolo potvrdenie južného pokračovania sekundárnej aureoly rozptylu Au Ruská Bystrá do oblastí Podhoroď a zistenie indícií recentných rozsypov Au v aluviálnych sedimentoch Laborca a Tople vo Východoslovenskej nížine.

Šlichové vzorky z aktívnych sedimentov recentnej hydrosiete sa odoberali s krokom 250 až 500 m. Celkovo sa zhodnotilo okolo 23 000 vzoriek.

V súčasnosti sa rieši projekt *Reinterpretácia šlichového prieskumu na území Slovenska* (Bačo, 1998), v rámci ktorého je problematika distribúcie Au jednou z ťažiskových úloh.

Znosové oblasti zlata

Zásadným poznatkom zisteným a overeným už na začiatku regionálnej šlichovej prospekcie (Slávik, 1969) bolo, že sa Au viaže na pieskovcové fácie, hlavne na bazálne časti pieskovcových lavíc. Plošne s nimi koinciduje v celej časti magurského flyša, hlavne však so spodnoeocénnymi až strednoeocénnymi fáciami strihovských vrstiev krynickej jednotky, najmä v úseku Ruská Voľa – Ruský Hrabovec (obr. 1). Početnosť výskytu na Au pozitívnych šlichov (šlichov obsahujúcich Au), ako aj počet



Obr. 1. Mapa výskytov zlata vo flyšovom pásme a vnútrokarpatskom paleogéne (frekvencia Au-pozitívnych šlichov na 1 km^2).
Fig. 1. Distribution map of gold occurrence in the Flysch and Inner-Carpathian Paleogene zones (frequency of Au-positive gold paus per km^2).

a veľkosť zlatiniek v nich klesá súhlasne s rastúcou vzdialenosťou od bradlového pásma. Druhou oblasťou početnejšieho výskytu na Au pozitívnych šlichov v magurskom flyšovom pásme je úsek od Raslavíc po hranicu s Poľskom. Tento priestor tvoria predovšetkým polohy pieskovca malcovských vrstiev.

Primárne ložiskové výskyty Au vo východoslovenskom úseku magurského flyšového pásma nateraz nie sú známe, ale historicky je doložené kutanie na Au v širšej oblasti obce Zlaté na SZ od Bardejova. Recentná distribúcia Au tesne koreluje s hrubodetritickými (pieskovcovo-zlepencovými) litofáciami litostratigrafických jednotiek flyša.

Vo vnútrokarpatskom paleogéne šlichy obsahujúce Au, ako aj znosové oblasti na Au pozitívnych šlichov prejavujú afinitu k strednopriabónskym až vrchnopriabónskym hrubodetritickým litofáciám. Ani z tejto oblasti nateraz primárne ložiskové výskyty, nie sú známe ale staré kutacie práce v oblasti Cemjaty na JZ od Prešova áno. V ich okolí sa našli zlatinky veľké do 4 mm (Hrabčák in Križáni, 1987). Divinec et al. (1994) na základe chemickej analýzy výplne puklín z čelby starej kutacej štôlne usudzujú, že Au tejto lokality je epigenetického pôvodu. Analyzované vzorky obsahovali do 0,28 g.t^{-1} Au a z rudných minerálov sa potvrdila prítomnosť galenitu, pyritu, chalkopyritu a barytu.

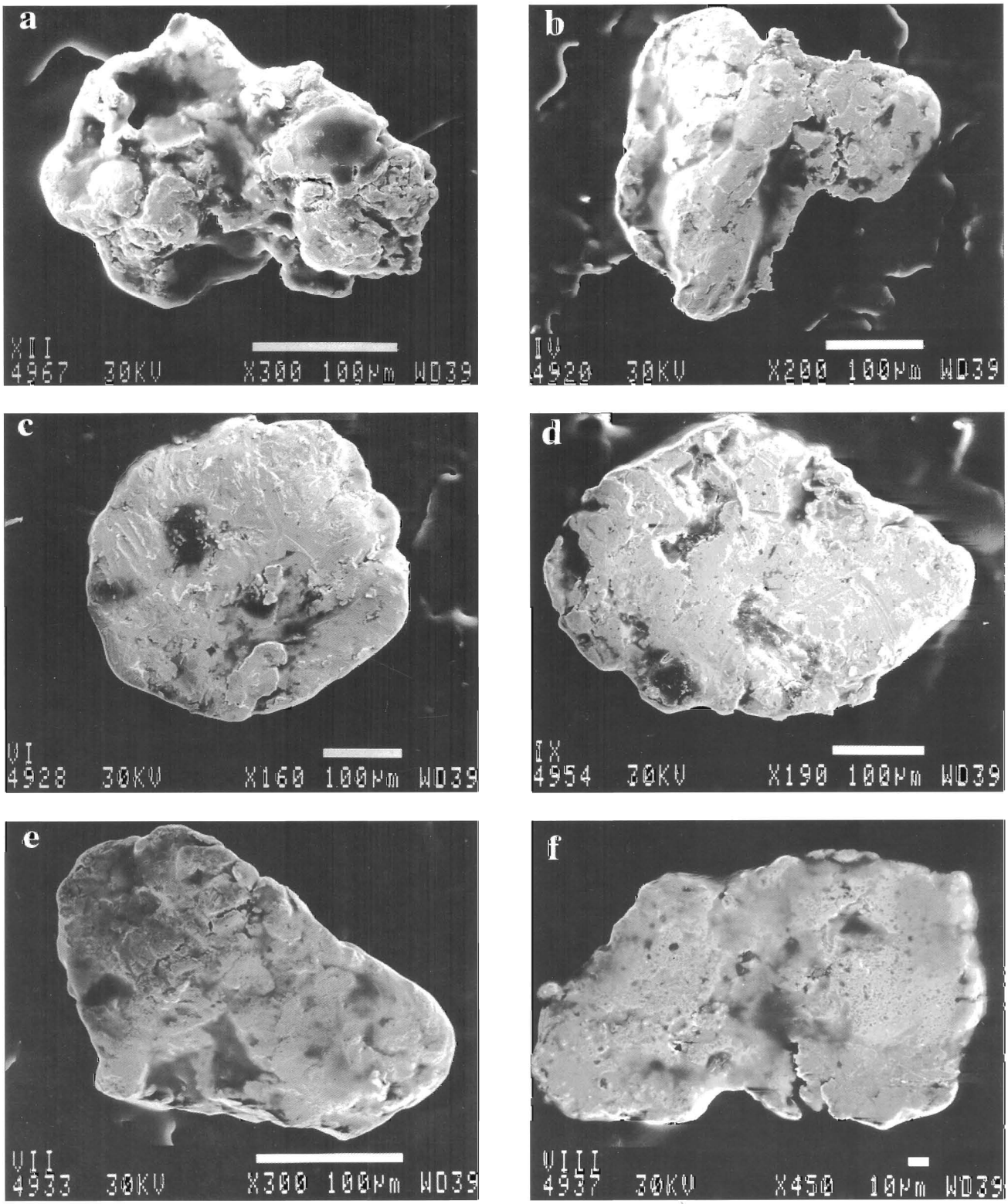
Častejšie výskyty na Au pozitívnych šlichov v Čiernej hore poukazujú jednak na možnosť výskytu paleorozsypov v paleogéne, ale aj na určitú zlatonosnosť karbónskych či permských klastických sedimentov. Au veľmi pravdepodobne pochádza aj z mineralizovaných zón v kryštaliniku, signalizuje to distribúcia zlatiniek (Bartalský, 1984) či chemické analýzy sideritovo-sulfidickej mineralizácie z tejto oblasti (Baláž, 1992; Knésl et al., 1995).

Primárne výskyty Au sú známe z neovulkanických oblastí východného Slovenska. Sú to najmä ložiská polymetalických a drahokovových rúd Zlatá Baňa a Brehov a výskyty Byšta a Izra v Slanských vrchoch, Zemplín a Cejkov v Zemplínskych vrchoch a Remetské Hámre vo Vihorlate. Ale pre tieto ložiská a výskyty nie je charakteristická výrazná sekundárna aureola rozptylu Au (na Au pozitívnych šlichov). Podmieňuje to jednak kvantitatívne zastúpenie Au, jednak charakter jeho vystupovania. O to zaujímavejšie sú rozsahom podobné znosové oblasti bez známych primárnych výskytov najmä v Slanských vrchoch.

Charakter zlata sekundárnych aureol rozptylu

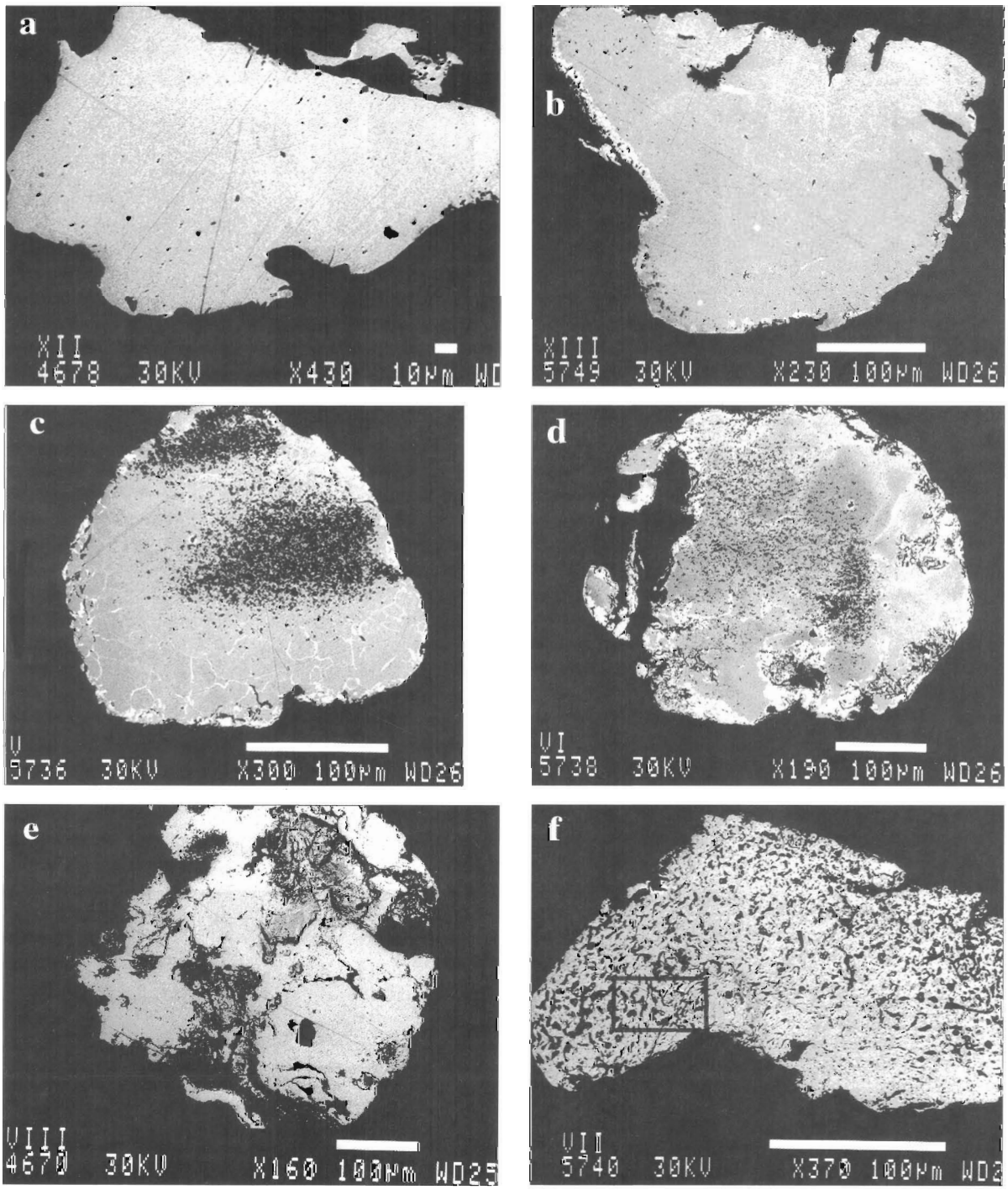
Komplexnej mineralogicko-chemickej charakteristike zlatiniek z tejto oblasti sa doteraz venovala dosť malá pozornosť. Známa je najmä veľkostná charakteristika a morfológia zlatiniek (Slávik, 1969; Križáni, 1987). Rozmery zlatiniek z prostredia flyša sa pohybujú od mikroskopických do 0,128 x 0,272 x 1,04, resp. do 2,5 x 0,75 x 0,4 mm z oblasti Ruská Bystrá.

Výber reprezentantov tvarového spektra zlatiniek dokumentuje obr. 2a–f. V znosových oblastiach, ktoré buduje kryštalinikum tatroveporika a neovulkanity, majú zlatinky nepravidelný hrudkovitý, redšie stĺpčekovitý a ojedinele aj stuhovitý habitus. V znosových oblastiach budovaných flyšom sú väčšinou sploštené až šupinkovité, zriedkavejšie až sféricky a elipsoidálne hrudkovité. Povrch zlatiniek často pokrýva gélový film až kôrka krémovej, hnedej až čiernej farby hrubá niekoľko µm. Kôrka vypĺňa depresie reliéfu. Mikroreliéf nepovlečených



Obr. 2. Ukážky variácie habitu zlatiniek a ich povrchu. Depresie reliéfu vypĺňa gél. a, b – nepravidelne hrudkovité zlatinky (a – Čierna hora, b – rieka Poprad), c–f – mikronuggety: c – sférické (rieka Torysa), d, e – sploštené (krynická subjednotka magurského flyša), f – šupinkovité (račianska jednotka magurského flyša).

Fig. 2. Examples of gold grain habitus and surface variation. Relief depressions are filled by gels. a, b – irregular lump like gold grains (a – Čierna hora, b – Poprad river), c–f – micronuggats, c – sferical (Torysa river), d, e – flatted (Krynica Subunit of the Magura Flysch), f – scale like gold grains (Rača unit of the Magura Flysch).



Obr. 3. Ukážky kompozície prierezu zlatiniek. a – homogénna mikromozaikovitá (lokalita Čierna hora), b – zlatinka s elektrokorozívnym lemom (biely) s vysokou rýdzosťou (podtatranský glacifluviál), c – elektrokorózia postupuje do vnútra zlatinky po styčných plochách mikrokryštálikov elektra (rieka Poprad), d – mozaikovitá kompozícia vysokorýdzeho Au (biele) medzi zrnami s premenlivým obsahom Ag (sivé) a na obvode zrna (Torysa), e – agregátna zlatinka zo zŕn rozdielnej rýdzosti stmelených gélom Fe-Mn hydroxidu (Slanské vrchy, potok Delňa), f – hubovitá štruktúra Au s vysokou rýdzosťou (biele); póry vyplnené Fe hydroxidovým gélom (čierne), pravdepodobne autigénna zlatinka (magurský flyš, bystrická subjednotka).

Fig. 3. Examples of gold grains cros-section compositions. a – homogenous micromosaic (Čierna hora occurrence), b – gold grain of high fineness with electrocorrosive rim (white) (Sub Tatra Glacifluvial), c – electrocorrosion penetrating into gold grain along interstices of micro crystalls of electrum (Poprad river), d – mosaic composition of gold (white) of high fineness among grains of variable content of silver (grey) around the border of the grains (Torysa river), e – gold grain aggregate created by grains of various fineness, which are cemented by Fe-Mn hydroxide gel (Slanské vrchy Mts., Delňa creek), f – spongy gold texture of grain with high fineness (white), pores are filled by Fe = hydroxide gel (black), probably autigenic gold (Magura Flysh, Bystrica Subunit).

zlatiniek modelujú abrázne ryhy a odtlačky oblých zŕn minerálov, pravdepodobne kremeňa. Kontúry sploštených zlatiniek sú hladké, so stopami impaktnej modelácie (naklepnutia), sporadickejšie nepravidelne laločnaté.

Okrem jedného prípadu – Au v kremeni od Zámutova (Černáková, 1968) – sa doteraz zrasty Au s inými, primárne hostiteľskými minerálmi nezaznamenali, ale je veľmi pravdepodobné, že sa hlavne blízko primárnych výskytov v kryštaliniku a v neovulkanitoch nájdu.

Chemické zloženie, resp. rýdzosť Au sú dávnejšie známe zo zlatiniek od Ruskej Bystrej. Povrch analyzovaných zlatiniek má rýdzosť 960 až 980, vnútorné časti 720 až 750, pri drobných zlatinkách je to až 960. Na leptoch majú vnútorné časti zrnitú štruktúru a vonkajší lem býva rýdzejší ako jadrá, čo poukazuje na pomerne dlhodobé pôsobenie elektrokorozívnych vplyvov subaerického prostredia (Jablokova in Slávik, 1969).

Štúdiom rovinných rezov zlatiniek elektrónovou mikroskopiou a rtg. spektrálnou mikroanalýzou sa novšie získala (Ďuďa a Caňo, osobná informácia) orientačná predstava o ich vnútornej stavbe a chemickom zložení. Na obr. 3a–f je ukážka variácií vnútornej kompozície zlatiniek. Chemickým zložením (tab. 1) sa zlatinky zo znosových oblastí flyšových terénov od ostatných odlišujú. Zlatinky z flyša charakterizuje absencia prímesných prvkov Cu, Hg, Bi a Te, ktoré sa však vyskytujú najmä v zlatinkách zo znosových oblastí tatroveporika a gemerika (Hornád). Zlatinky z neovulkanitov charakterizuje spravidla stopová prímes Cu, Hg a Bi.

Sprievodné minerály v znosových oblastiach

Veľká časť sprievodných minerálov vystupujúca primárne so Au sa v tejto časti územia neidentifikovala. Dôvodom môže byť väčšinou malá odolnosť voči transportu (veľká časť sulfidických minerálov), ako aj ich pôvodná akcesorická prítomnosť.

Asociáciu primárne hostiteľských a sprievodných minerálov možno v hodnotenom území očakávať najmä v znosových oblastiach neovulkanických hornín, kde sú známe ložiská a výskyty Au. V týchto oblastiach sa sekundárne aureoly Au najčastejšie prekrývajú so znosovými oblasťami pyritu, rumelky a barytu. Baryt je charakteristický hlavne pre širšiu oblasť Byšty a jeho výskyt sa potvrdil aj v okolí Brehova a širšej oblasti zemplínskeho ostrova. V okolí Zlatej Bane sa prekrýva so sfaleritom, galenitom a antimonitom v najtesnejšom priestore ložiska. V širšom okolí ložiska, ako aj v oblasti Kecerovského Lipovca, Lučiny a Bačkovíka sa prekrýva aj so znosovými oblasťami rumelky. Vo všetkých oblastiach tvoria pozadie sekundárne aureoly rozptylu pyritu.

Asociáciu Au s primárne sprievodnými minerálmi predpokladáme aj v Čiernej hore, hoci primárne výskyty Au tam zatiaľ nie sú známe. Znosové oblasti Au sa tu prekrývajú najmä so scheelitom, ale aj s barytom a arzenopyritom (Bartalský, 1984). Nejasné je postavenie kassiteritu.

Vo východoslovenskej časti magurského flyša, ako ani vnútrokarpatského paleogénu nemožno podľa súčasných poznatkov jednoznačne konštatovať, o aký pôvodný genetický typ Au ide. Na základe litologického obsahu hrubodetritických fácií s prevahou „žilného" kremeňa sa dá nepriamo uvažovať o pôvodnej mineralizácii v kremenných žilách, avšak bez ďalších sprievodných rudných minerálov. Asociácia akcesorických a rezistentných horninotvorných minerálov poukazuje na možný typ hominového prostredia predpokladaných primárnych zlatonosných mineralizácii. Podľa granátovej topominerálnej fácie (Križáni, 1987), ktorá je najrozšírenejšia v magurskom flyšovom pásme, sa usudzuje, že v zdrojovej oblasti prevládali metamorfity, slabometamorfované až nemetamorfované sedimenty, intermediárne a kyslé magmatity. Asociácia chrómspinelidov poukazuje aj na lokálny výskyt ultramafitov. Znosové oblasti Au sú prekryté sekundárnymi aureolami zirkónu a čiastočne aj monazitu.

Tab. 1
Chemické zloženie Au (v hm. %) zo sedimentov recentnej hydrosiete
Chemical composition of gold (in wt. %) from sediments of recent water network

Pôvod zlatiniek	Au	Ag	Cu	Hg	Bi	Te	Suma	Rýdzosť	Poznámka
neovulkanity	84,48	15,41	0	0	0,11	0	100,00	845	stred
Slanských vrchov	99,69	0,31	0	0	0	0	100,00	997	okraj
rieka Poprad	95,16	4,83	0	0	0,01	0	100,00	952	
	74,86	25,13	0	0	0	0	100,00	749	stred
	76,08	23,84	0	0	0	0	100,00	761	stred
rieka Hornád	85,11	14,75	0,06	0,08	0	0	100,00	851	žilky
	98,96	0,84	0,05	0,02	0,13	0	100,00	990	okraj
	99,15	0,84	0	0,02	0	0	100,01	992	okraj
	99,59	0,35	0	0	0	0	99,99	996	okraj
rieka Torysa	74,52	25,42	0	0	0	0	100,00	745	
podtatranský	76,97	22,24	0	0,75	0,02	0	99,98	770	stred
glacifluviál	99,18	0,77	0	0	0,03	0,02	100,00	992	okraj
Čierna hora	86,71	12,42	0,18	0,68	0	0,01	100,00	867	
magurský flyš	95,54	4,46	0	0	0	0	100,00	955	
flyš dukl. jednotky	99,61	0,39	0	0	0	0	100,00	996	

Diskusia a záver

Podľa novších experimentálnych štúdií (Pľusin et al., 1990; Kuznecov et al., 1982; Varšal et al., 1990; Micjuk et al., 1993 a Goľdin et al., 1991) sa ako geneticky významný ukazuje značná migračná schopnosť Au.

Sú dve dominantné formy migrácie Au. Jednou je migrácia vo forme koloidov a organických komplexov v podobe Au^{+1} ($Au[CN]_2$, $AuCl_2$, $Au[S_2O_3]$ a Au^{+3} ($Au[OH]_4$, $AuCl_4$, $AuCl_3OH$), druhou „klastogénny" transport Au^0 vo forme jeho prírodných intermetalických zliatin, pri ktorom sa v hypergénnom prostredí oddeľuje Au od Ag a prímesí ostatných kovov. Tento jav sa označuje termínom elektrokorózia – „očisťovanie" zlata (Nikolaeva, 1990). Prejavy elektrokorózie sú zaznamenané vo vnútornej kompozícii zlatiniek (obr. 3). Mechanizmus transportu zlatiniek v akvatickom prostredí ovplyvňuje a mení ich pôvodný habitus (obr. 2; trhanie a zbaľovanie pôvodných šupín, stúh a drôtikov; naklepávanie, abrázia a akrécia; mechanické oddeľovanie heterogénnych minerálnych zŕn).

Záznamy stôp korózie alebo dorastania zlatiniek sú veľmi významné aj pre prospekčnú prax. Upozorňujú na to, že vysoký výskyt takýchto zlatiniek v kôre zvetrávania môže indikovať iba rozptýlenú primárnu Au mineralizáciu. Naopak ak ide o hydrodynamicky redeponovanú kôru zvetrávania, gravitačnou segregáciou a chemickou redepozíciou Au v subakvatickom prostredí môžu aj z primárne rozptýlených typov Au mineralizácie vzniknúť bohaté druhotné akumulácie Au (Kazakievič, 1972).

Pravdepodobnú existenciu paleorozsypov Au vo flyšových útvaroch východného Slovenska indikuje koincidencia jeho recentných rozptylových tokov s pieskovcovými litofáciami, absencia minerálov hostiteľov a sprievodných akcesórií epigenetických ložísk, ako aj habitus a vnútorná kompozícia zlatiniek. Potvrdil to aj orientačný prieskum lokality Ruská Bystrá.

V neovulkanitoch východného Slovenska sa prieskumnými prácami na viacerých lokalitách potvrdil výskyt primárnych epigenetických akumulácií Au-Ag, Hg a polymetalických rúd. V paleogéne a v sedimentárnom neogéne sa overilo epigenetické Hg zrudnenie (Ladomirov, Nová Kelča).

Sekundárne aureoly rozptylu rumelky vo flyšovom pásme sledujú priebeh hlavných pozdĺžnych a priečnych tektonických línií a násunových plôch čiastkových jednotiek a anomálie sú v uzloch prieniku zlomových štruktúr.

Habitus zlatiniek z tatroveporického kryštalinika a mezozoika, široké spektrum prímesných prvkov v nich a väzba aureol rozptylu s aureolami scheelitu, arzenopyritu a barytu indikujú pravdepodobný výskyt primárneho nízkotermálneho až vyššietermálneho epigenetického zrudnenia.

Kvartérne rozsypy Au v korytovej fácii nivných sedimentov a terás hlavných vodných tokov východného Slovenska indikujú anomálnu koncentráciu šlichov obsahujúcich Au na smerových ohyboch a zlomoch spádovej krivky.

Výsledky doterajšej šlichovej prospekcie boli základným podkladom na hodnotenie výskytu drahokovovej, Hg a iných typov (Sn, W) mineralizácie na celom území Slovenska. V sledovanej oblasti sa realizovali prvé projekty šlichovania, preto sa pri nich niektoré novšie identifikačné postupy, metódy spracovania, interpretácie a výstupy nepoužili. Projekty však priniesli informácie trvalej hodnoty a vzorkový materiál možno používať ľubovoľne a veľa ráz na ďalší laboratórny výskum. A práve tak sa v súčasnosti v rámci úlohy *Reinterpretácia šlichového prieskumu na území Slovenska* vzorkový materiál skúma.

Literatúra

Bačo, P. & Dzurenda, Š., 1998: Reinterpretácia šlichového prieskumu na území Slovenska. Projekt geologických prác. *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 36.*

Baláž, B., 1992: Paragenetické pomery a štruktúrna väzba zrudnenia v pásme Čiernej hory a v Branisku. [Kandidátska dizertačná práca]. *Manuskript – archív TU Košice, 131.*

Bartalský, B., 1984: Scheelitovo-kassiteritová a barytovo-polymetalická mineralizácia v západnej časti Čiernej hory. *Mineralia Slov., 16, 3, 269–274.*

Divinec, Ľ., Repčiak, M. & Košárková, M., 1994: Záverečná správa úlohy Bzenov – Au rudy. *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 25.*

Fulín, 1987: Šlichová prospekcia Braniska a Čiernej hory. [Kandidátska dizertačná práca]. *Manuskript – archív BF TU Košice, 93.*

Goľdin, A. E., Korčuganova, N. I. & Surkov, A. V., 1991: Tipomorfnyje osobennosti rozsypnogo zolota (Valižgenskaja zona, severnaja Kamčatka) v svjazi s prognozirovaniem ego korennych istočnikov. *Izv. VUZ, Geologija i razvedka, 4, 140–142.*

Jacko, S. et al., 1984: Štruktúrno-metalogenetická štúdia Braniska a Čiernej hory. [Záverečná správa.] *Manuskript – archív BF TU Košice, 295.*

Kazakievič, Ju. P., 1972: Uslovija obrazovania i sochranenia složnych pogrebennych rozsypej zolota. *Nedra, Moskva, 215.*

Knésl, J., Knéslová A., Novotný L., Mihál', F., Bačo, P., Oružinský, V. & Akúč, G., 1995: Slovensko – impregnačné Au rudy v silicifikovaných horninách, štúdia. *Manuskript – archív Aurex, s. r. o., Banská Bystrica.*

Križáni, I., 1977: Vranov – Kelča – VP, Hg rudy. [Záverečná správa.] *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 135.*

Križáni, I., 1971: Magurský flyš východného Slovenska. Správa o šlichovej prospekcii. *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 110.*

Križáni, I., Ďuďa, R. & Bacsó, Z., 1979: Záverečná správa Vysoké Tatry – Prešov. Komplexná mineralogicko-geochemická prospekcia. *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 222.*

Križáni I., 1987: Zlato vo flyši a neovulkanitoch východného Slovenska. *In: Zlato v Západných Karpatoch. GÚDŠ Bratislava, 139–145.*

Kuznecov, Ju. A., Šarkin, O. P. & Samojlovič, L. G., 1982: O pervych nachodkach rtutistogo zolota na Ukrajine. *Mineralogičeskij žurnal, 2, 72–74.*

Kvasnitza, V. N., Kovalchuk, M. S. & Yatzun, V. K., 1998: The morphology and chemical composition peculiarities of native gold from sedimentary complexes of Ukrainian Carpathians. *Geol. žurnal, 1–2, 229–240.*

Micjuk, B. M., 1993: Mechanizm sorpcii komplexov zolota iz vodnych raztvorov na poverchnosti različnych form kremnezema. *Mineralogičeskij žurnal, 15, 2, 3–9.*

Pľusin, A. M., Mironov, A. G., Belomestnova, N. V. & Černigova, S. E., 1990: Eksperimentaľnoe issledovanie okislenia zolotosoderžaščich sulfidov. *Geochimija, 1, 51–60.*

Prokša, P., Matula, I., Petr, K., Bačo, P., Mesarčík, I., Galová, M. & Fodorová, V., 1992: Slovensko, mineralogicko-geochemická prospekcia. VP. [Záverečná správa úlohy.] *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 58.*

Slávik, J. & Valko, P., 1969: Záverečná správa Vihorlat – Popričný. VP. *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 255.*

Slávik, J., 1967: Samorodnoje zoloto v magurskom fliše, KBGA, VIII kongres. *Dokl. Mineralia, Geochimia, Belgrad, 271–274.*

Tözsér, J., 1972: Prešovsko-tokajské pohorie – Hg-VP. Záverečná správa z etapy vyhľadávacieho prieskumu. *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 239.*

Varšal, G. M., Veljuchanova, T. K. & Baranova, N. N., 1990: Vzaimodejstvie zolota s gumusovymi veščestvami prirodnych vod, počv i porod (geochimičeskij i analitičeskij aspekt). *Geochimija, 3, 316–327.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 199–202

Zlatý program kanadskej spoločnosti SloGold Resources Ltd na Slovensku

FRANTIŠEK POMORSKÝ, BEÁTA ANTONICKÁ a KAROL PIOVARCSY

Geologia, s. r. o., Školská 5, 052 01 Spišská Nová Ves

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold Programme of Canadian Company SloGold Resources Ltd Slovakia

Canadian company SloGold resources Ltd came to Slovakia in autumn 1996 with the requirement to explore gold. After signing of contract in 1997, a subsidiary company SloGold Slovakia, s. r. o., originated in Slovakia, with the seat in Spišská Nová Ves. Subsequently works began at individual exploration areas in the framework of Slovakia. Exploration works were performed at the exploration areas of Detva, Petrovce, Bunetice, Slovinky, Močiar, Nová Baňa, Beluj, Sklené, Remata. Samples were taken at the exploration areas from stream clay sediments, pan concentrates and solid rocks and gold and other metal contents were determined in them. On the basis of the exploration, interesting areas with occurrence of Au mineralization were shown most of all at the exploration areas of Detva and Slovinky. Perspective area of Detva exploration area is the surroundings of Zlatý vŕšok (Golden Hill) where Au mineralization is bound to propylitized and silicified andesites. In the exploration area of Slovinky, the mineralization is bound to vein structures in Gelnica Group. There are also interesting Au contents in setting pits of this exploration area.

Key words: propylitized andesite, silicified andesite, vein structure, setting pit

Úvod

Kanadská spoločnosť SloGold Resources Ltd z Carpu (Ontario) prišla na Slovensko na jeseň 1996 s požiadavkou na prieskum Au. Na jar 1997 Geologia, s. r. o., a SloGold Resources Ltd podpísali zmluvu o spoločnom podniku, založili dcérsku spoločnosť SloGold-Slovakia, s. r. o., so sídlom v Spišskej Novej Vsi a požiadali Ministerstvo životného prostredia SR o určenie prieskumných území. Na strednom Slovensku im bolo pridelené prieskumné územie Beluj (26,3 km^2), Nová Baňa (59,7 km^2), Močiar (125,0 km^2), Sklené (19,0 km^2) a Remata (19,0 km^2) a na východnom Petrovce (37,7 km^2), Bunetice (41,6 km^2), Zlatá Idka (165,4 km^2), Prakovce (18,8 km^2), Rožňava (6,8 km^2) a Švedlár (54,8 km^2). Geologické práce na strednom Slovensku s výnimkou prieskumného územia Detva vykonala firma Envigeo, s. r. o., Banská Bystrica, ostatné Geologia, s. r. o., Spišská Nová Ves.

Po určení prieskumných území a po schválení projektových prác sme (rozumej Geologia Spišská Nová Ves) na jeseň roku 1997 začali 1. etapu geologických prác. V nej sa spracovali všetky geologické údaje o území vrátane geologických, geochemických a geofyzikálnych máp v mierke 1 : 10 000 až 1 : 50 000. Po zhodnotení a verifikácii údajov v teréne sa začalo vzorkovanie (šlichy, riečne ílovité vzorky, pôdne vzorky, litogeochémia, vzorky zo žilných štruktúr) a detailné mapovanie. Po spracovaní výsledkov v laboratóriu sa vyčlenili zóny technických prác. Ale pre dramatický pokles ceny Au (pod hranicu 295 USD/tr. oz) sa technické práce (okrem odkalísk v Slovinkách) doteraz nevykonali. Za zmienku stojí aj to, že sa vzorky museli posielať do laboratória v Kanade (Actlabs Ltd, Ancaster, Ontario), a to najmä pre nedôveru k našim laboratóriám na burzách, hlavne po škandáli firmy Bre-x v Indonézii, ktorý spôsobil veľké otrasy najmä na burzách v Kanade a USA.

Metodika prieskumu

Metodika prieskumu všetkých lokalít bola rovnaká a tvoril ju odber vzoriek riečnych ílovitých sedimentov, šlichov a skalných vzoriek.

Vzorky skalných hornín sa odoberali v odkryvoch a kameňolomoch. Súčasne sa urobil aj opis, textová príloha a fotodokumentácia. Odoberali sa predovšetkým alterované horniny. Úprava vzoriek spočívala v ich mechanickom rozdružení. Časť vzorky sa pomlela a v množstve 100–200 g poslala do ACTLABS Ltd v Kanade. Duplikát sa uložil vo firme Geologia, spol. s r. o., Spišská Nová Ves.

Riečne ílovité sedimenty sa odoberali z aktívnych aj občasných tokov s krokom cca 500 m. Odobrali sa aj vzorky ílovitých sedimentov nad každým sútokom, a to bez ohľadu na vzdialenosť od predchádzajúcej vzorky. Úprava vzoriek spočívala v ich sušení, rozdružení, preosiatí na site s okami veľkými 0,177 mm, v navážení podsitnej frakcie 100 g, jej označení a zabalení. Podsitná frakcia sa poslala do laboratórií ACTLABS.

Vzorky šlichov sa odoberali pod sútokmi vodných tokov v prieskumných územiach a v ich tesnej blízkosti podľa požiadaviek objednávateľa geologických prác. Vzorky sa vysušili, odvážili, zabalili a poslali do laboratórií ACTLABS.

Charakteristika prieskumných území a výsledky prieskumu

Prieskumné územie Detva

Lokalizácia a geografická charakteristika

Prieskumné územie Detva leží v sv. výbežku Slovenského stredohoria. V najsevernejšej časti zasahuje do erozívnej kaldery – Kyslinky, ktorá je súčasťou Vysokej Poľany. Smerom na J prechádza cez Detvianske predhorie a časťou Detvianskej kotliny. Južný úsek územia tvorí skupina elevácií Rohy a južným okrajom zasahuje do Javoria.

Sv. časť územia je v horskom prostredí s charakteristickým jz. priebehom hrebeňov a hlboko zarezaných dolín, ktoré odvodňujú územie do Slatiny. Stredná časť má kotlinovitý, málo zvlnený reliéf, kým pre južnú sú charakteristické viac-menej izolované pahorky.

Geologická stavba

Celé prieskumné územie budujú vulkanické komplexy bádensko-sarmatského veku, v nížinných úsekoch s pokryvom pliocénnych a kvartérnych sedimentov.

Horniny zúčastňujúce sa na stavbe územia možno rozdeliť na horniny predvulkanického podložia, neogénne vulkanické horniny, pliocénne a kvartérne sedimenty.

Predvulkanické podložie je zastúpené veporickým kryštalinikom, ktoré je známe iba z ojedinelých vrtov (DV-24, D-3) v blízkosti Zlatého vŕška v centre územia, ale na povrch nikde nevystupuje. Tvoria ho telesá biotickej pararuly, migmatitu (vrt DV-24; Miháliková, 1985) a granodioritov (vrt D-3).

Neogénne vulkanogénne horniny patria do niekoľkých formácií. V jv. rohu je to Blýskavica. Budujú ju spodnobádenské vulkanické horniny a je typická striedaním lávových prúdov bázického až intermediárneho pyroxenického andezitu s polohami hyaloklastických brekcií. Najväčšiu časť územia zaberá formácia Rohy, ktorú tvoria spodnobádenské horniny. Zastúpená je extrúziami, dajkami, lávovými prúdmi, pyroklastikami a epiklastikami a charakteristická výraznými extruzívnymi formami, tvoriacimi zreteľnú kruhovú štruktúru s hydrotermálne alterovaným centrom Zlatý vŕšok. Extrúzie sú zo strednoporfyrického až hruboporfyrického amfibolického andezitu, zriedkavé dajky z amfibolicko-hyperstenického andezitu a lávové prúdy z pyroxenicko-amfibolického a pyroxenického andezitu. Pyroklastiká predstavujú akumulácie explozívnych produktov chaotických brekcií, ojedinele (na svahu kóty Prostredný vrch) aj pemzového tufu. V sv. časti prieskumného územia sú strednosarmatské horniny formácie Veľká Detva, reprezentované lávovými prúdmi pyroxenického a amfibolicko-pyroxenického andezitu. Na kóte Ježová a Kochlačka sa vyskytuje formácia Šútovka, zastúpená reliktmi lávových prúdov z amfibolicko-pyroxenického andezitu s lávoklastickou brekciou na báze. Poslednou formáciou je Abčina, ktorá vystupuje na povrch iba na SV od Kochlačky ako časť súvrstvia konglomerátov brekcií v podloží lávových prúdov formácie Veľkej Detvy (Dublan, 1981).

Vrchnopliocénne a kvartérne sladkovodné sedimenty sa viažu na postvulkanickú sedimentáciu vo Zvolenskej a Slatinskej kotline. Tvorí ich íl, piesčitý íl až piesok a štrk, deluviálno-fluviálna svahová hlina a proluviálne výplavové kužele.

Hydrotermálne premeny a rudná mineralizácia

Na prieskumnom území vyčleňujeme tri zóny hydrotermálne premenených hornín rozličného stupňa intenzity. Horniny s nízkym stupňom premeny (chloritizácia, karbonatizácia) budujú strednú a južnú časť a sú akýmsi pozadím, do ktorého sa vkliňujú, alebo v ňom vystupujú ako ostrovy horniny s vyšším stupňom premeny (propylitizácia, silicifikácia, epidotizácia) a v okolí Zlatého vŕška až vysokotermálnej premeny (aktinolizácia, biotitizácia, turmalinizácia).

Rudná mineralizácia sa v prieskumnom území vyskytuje podradne a obmedzuje sa na vtrúseniny pyritu, chalkopyritu a sfaleritu (vrt DV 24) s maximálnym obsahom Cu 500 ppm, Pb 650 ppm a Zn 2000 ppm (Štohl et al., 1989). Obsah Au sa nestanovoval. Pyritizácia sa zistila aj v ďalších vrtoch v území. Pri šlichovom výskume Hontianskeho potoka a potoka pretekajúceho cez Stožok na južnom okraji prieskumného územia sa overil obsah pyritu a witheritu (do 10 zŕn). V riečnych ílovitých sedimentoch obidvoch potokov sa zistil Zn v rozsahu 1–0,01 %, Sn, Cu, Pb, Ag, Ba a Mo pod 0,01 % (Böhmer et al., 1981). Au sa asi nestanovovalo.

Výsledky prieskumu

V prieskumnom území sa odobralo 208 vzoriek riečnych ílových sedimentov, 35 šlichov a 31 skalných vzoriek. Vo väčšine vzoriek bol obsah Au nižší, ako je detekčný limit (2 ppb). Vzorky riečnych ílovitých sedimentov s vyšším obsahom ako 10 ppb Au sa odobrali v Dúbravskom potoku na J od obce Dúbravy (113 ppb Au), v potokoch na J a JV od kóty Zlatý vŕšok (20–28 ppb Au), v rieke Slatina (16–42 ppb Au) a v Kochanovskom potoku (18 ppb Au) na južnom okraji prieskumného územia.

Pri šlichoch sa vyšší obsah Au ako 10 ppb zistil v piatich vzorkách z okolia Zlatého vŕšku (69–963 ppb Au) a z rieky Slatina (15 ppb a 38 ppb Au) na južnom okraji územia (Pomorský, 1998).

Zo skalných vzoriek mali iba dve vyšší obsah Au ako 10 ppb. Pochádzajú z južného svahu (29 ppb Au) a východného okraja (12 ppb Au) Zlatého vŕška. Z tohto možno uzavrieť, že perspektívnym územím Au rúd je okolie Zlatého vŕška, resp. aj Dolného Chvojna, ktoré je na južnom okraji územia. Vzorky skalných hornín potvrdili, že sa Au viaže na telesá propylitizovaného a silicifikovaného andezitu formácie Rohy.

Prieskumné územie Petrovce

Lokalizácia a geografická charakteristika

Prieskumné územie Petrovce je na východnom Slovensku blízko štátnej hranice s Ukrajinou. Jeho južná časť patrí do

Východoslovenskej pahorkatiny, časti Podvihorlatská pahorkatina, severná do Vihorlatských vrchov, časti Popriečny.

Geologická stavba

Neogénne sedimenty Východoslovenskej nížiny sú zastúpené iba podradne v južnej časti územia a pre metalogenézu sú prakticky bezvýznamné.

Väčšina územia patrí do stratovulkánu Popriečny, na ktorého svahoch sa prieskum vykonal. Podložie stratovulkánu tvoria ryodacity a ryolitový tuf bádenského veku. Stratovulkán je produktom intermediárneho andezitového vulkanizmu bádenského až spodnopanónskeho veku (Pomorský, 1997). Vyskytujú sa tu rozličné typy andezitu a andezitových pyroklastík. Eruptívne centrum stratovulkánu je na území Ukrajiny.

Výsledky prieskumu

Podrobné mapovanie a odber vzoriek skalných hornín sa v tejto etape nevykonali a iné práce sa realizovali podľa už opísanej metodiky. Obsah Au v riečnych ílovitých sedimentoch bol v rozpätí <2 ppb – 11 ppb. Vzorky s vyšším obsahom Au, ako je detekčný limit (2 ppb), sú z rozličných miest celého prieskumného územia, ale bez zjavného vzťahu ku geologickému podložiu.

Vzorky šlichov sa odoberali pod sútokmi vodných tokov. Zo 14 bol obsah Au vyšší, ako je detekčný limit, v dvoch vzorkách, a to PH-1 (17 ppb) a PH-12 (5 ppb). Obidve vzorky boli z koryta Toroškovského potoka na JZ od obce Husák (Pomorský, 1998).

Prieskumné územie Buzetice

Lokalizácia a geografická charakteristika

Prieskumné územie patrí do oblasti Lučensko-košickej zníženiny, celku Košickej kotliny, oddielu Toryskej pahorkatiny a jeho východná časť mierne zasahuje do Matransko-slanskej oblasti, celku Slanských vrchov, oddielu Makovice.

Na sv. strane hraničilo s prieskumným územím firmy Argossy Slovakia, s. r. o.

Geologická stavba

Andezitový stratovulkán Makovice prezentuje extrúzia augiticko-hyperstenického andezitu, lávový prúd augiticko-hyperstenického bazaltoandezitu a vulkanoklastiká – – epiklastické vulkanické brekcie, epiklastický vulkanický pieskovec a nečlenené redeponované andezitové pyroklastiká.

Formáciu Rankovských skál reprezentuje lávový prúd pyroxenického andezitu.

Zlatobanský andezitový stratovulkán zastupujú lávové prúdy a ich brekcie: augiticko-hyperstenický andezit s amfibolom, amfibolicko-hyperstenický andezit a drobnoporfyrický pyroxenický andezit, ako aj vulkanoklastiká: epiklastické brekcie amfibolicko-hyperstenického andezitu, hyperstenicko-biotitického andezitu, nečleneného pyroxenického andezitu a nečlenených redeponovaných andezitových pyroklastík.

V strednom sarmate andezitová vulkanická činnosť kulminovala. V prieskumnom území ju reprezentuje plošne rozsiahla periférna vulkanická zóna (oblasť proluviálnej roviny). Zastupuje ju brestovská formácia s extrúziami a epiklastikami. Vyvinuté sú extruzívne dómy hyperstenického andezitu s amfibolom a ich brekcie – hruboúlomkovité epiklastické brekcie hyperstenického andezitu s amfibolom a drobnoúlomkovité epiklastické brekcie hyperstenického andezitu s amfibolom a polohami epiklastického pieskovca.

Vo vyššom sarmate až spodnom panóne vulkanická aktivita postupne klesala.

Pleistocén zastupujú fluviálne a proluviálne sedimenty.

V holocéne sedimentovali fluviálne, proluviálne a eluviálno-deluviálne sedimenty.

Výsledky prieskumu

Obsah Au vo vzorkách zistený analýzou sme porovnali s jeho klarkovou hodnotou v zemskej kôre (Taylor, 1964; 0,004 ppm). Okrem Au sa na základe vzoriek šlichov a riečnych ílových sedimentov bližšie zhodnotil výskyt Hg a Sb. Dostatočne veľké súbory sa zhodnotili štatisticky.

V geochemickej správe sa podrobnejšie zhodnotil obsah Au v skalných horninách v šlichových vzorkách a vo vzorkách riečnych ílovitých sedimentov.

V prieskumnom území sa overili nevýrazné anomálie Au.

Z 18 odobratých vzoriek skalných hornín sa v deviatich vyskytlo Au v obsahu pod detekčným limitom. Dve vzorky obsahom Au zodpovedajú 0,004 ppm (klarkovej hodnote), tri vykazujú vyššiu hodnotu (dve odobraté v drobnoporfyrickom pyroxenickom andezite a jeho epiklastických brekciách v zlatobanskej formácii a jedna v drobnoúlomkovitých epiklastických brekciách brestovskej formácie).

Z odobratých vzoriek šlichov sa analyzovalo 42. Výraznejšie vyšší obsah Au sa zistil na vrchnom toku potoka Brestov (založenom na tektonickej línii v extrúzii hyperstenického andezitu a jeho epiklastík brestovskej formácie), čiastočne v potoku Balka (zdroj pravdepodobne v pyroxenickom andezite zlatobanskej formácie; vyšší obsah Au mala aj vzorka horniny nad potokom Balka) a vo vzorke z údolia Mokrého potoka (znos materiálu pravdepodobne zo západných svahov lávových prúdov Makovice).

Zo 177 analyzovaných vzoriek riečnych ílových sedimentov sa po zhodnotení stanovili tri anomálne výskyty Au v ílových sedimentoch a niekoľko prípadov vyššieho obsahu Au v ojedinelých vzorkách. Prvá anomália vychádza pod obcou Žehňa, druhá je pod Vtáčkovcami a tretia, plošne najrozsiahlejšia, je od Opinej v smere na Kecerovce a Kecerovské Kostoľany (Antonická, 1998).

Prieskumné územie Slovinky

Lokalizácia a geografická charakteristika

Prieskumné územie Slovinky leží v severnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. Má rozlohu 63,60 km^2

a ohraničuje ho kóta Skala (1014 m), Biela skala (925 m), Plejsy (758 m), Rúbaň (690 m), Ostrá skala (796 m) a Orlí vrch (1043 m). V jeho blízkosti, alebo priamo v ňom ležia Krompachy, Gelnica, Slovinky, Žakarovce, Helcmanovce, Prakovce, Mníšek nad Hnilcom a Jaklovce.

Geologická stavba

Prieskumné územie je súčasťou slovinsko-gelnického rudného poľa, ktoré sa rozkladá na severnom okraji gemerickej štruktúrno-tektonickej jednotky. Rudné telesá sú v paleozoických skupinách gemerickej jednotky v pruhoch s generálnym smerom Z–V. Horninové komplexy zúčastňujúce sa na geologickej stavbe územia patria najmä do gelnickej a rakoveckej skupiny, v menšej miere je zastúpený perm (krompašská skupina), mezozoikum (stratenská skupina) a kvartérne pokryvné útvary.

Gelnickú skupinu buduje komplex regionálne metamorfovaných sedimentárnych, vulkanoklastických a vulkanických hornín predpokladanej hrúbky 3–5 km. Prevládajú ryolitové až ryolitovo-dacitové metavulkanoklastiká, sericitické, kremité, chloriticko-sericitické fylity, lokálne sa vyskytujú grafitické fylity a vo vložkách kvarcity a karbonáty. Vulkanoklastický materiál vlastné efuzívne horniny objemom mnohonásobne prevyšuje.

Rakovecká skupina (staršie paleozoikum: stredný devón–spodný karbón?) zaberá severnú časť prieskumného územia. Skupina je prevažne v metavulkanickom bázickom vývoji a tvoria ju metabazalty, ich metavulkanoklastiká, zelené bridlice, spility, kremenné fylity, metapieskovec, chloriticko-sericitické a grafiticko-sericitické fylity a amfibolity.

Krompašská skupina (mladšie paleozoikum: perm) zasahuje do prieskumného územia iba okrajovo na S a SZ. Tvoria ju telesá bazálneho polymiktného zlepenca, brekcie a metaprodukty kyslého vulkanizmu – metaryolity a ryolitový metatuf a metatufit.

Stratenská skupina (mezozoikum: spodný – stredný trias) preniká do prieskumného územia nevýrazným výbežkom zo Z. Horninové komplexy sú zo spodnotriasových súvrství pestrej bridlice s polohami pieskovca (griesbach – namal?), a najmä strednotriasový dolomiticko-vápencový komplex telies reifflinského, wettersteinského vápenca a gutensteinského dolomitu a vápenca.

Kvartér (pleistocén – holocén) tvoria prevažne fluviálne sedimenty (zahlinený štrk, piesčitý a hlinitý štrk, hlina a íl), v menšej miere deluviálne (hlinito-kamenité a hlinité) sedimenty. Vystupujú vo forme riečnych terás, náplavových kužeľov, svahových sedimentov, výplne riečnych korýt a antropogénnych navážok – odkalísk a háld v Slovinkách, Gelnici a Helcmanovciach (Husár, 1998).

Výsledky prieskumu

V riečnych ílových sedimentoch bol maximálny obsah Au až 235 ppb a v kusových vzorkách zo žíl 8,6 gt^{-1}. Vzorky s vyšším obsahom Au boli z centrálnej časti prieskumného územia. Au sa viaže na žilné štruktúry v horninách gelnickej série. Zaujímavý bol aj obsah Au vo vzorkách z odkalísk – maximálny 572 ppb (Ag 31 ppm, La 73 ppm, Ce 130 ppm), pričom na Au a vzácne prvky je bohatšie nové odkalisko.

Záver

Doterajšie výsledky geologickoprieskumných prác nás oprávňujú vyjadriť v súvislosti so zvýšeným výskytom Au istý optimizmus, ale aj nevyhnutnosť bezpodmienečne dokončiť prieskum v projektovanom rozsahu. Pri súčasnej cene Au je to skôr iluzórne, a preto všetky geologické práce obmedzili na minimum aj naši partneri. Podľa ich vyjadrenia sú schopní vrátiť sa, pokiaľ bude cena Au dlhodobejšie nad 320 USD/tr. oz.

Upozorňujeme geologickú verejnosť na našu minuloročnú skúsenosť z Toronta, na jednej z najväčších geologických akcií v Kanade (okolo 7000 účastníkov, vyše 1200 mimo Kanady), s množstvom sprievodných podujatí, na ktorých sa pohybuje veľa potenciálnych investorov. Prezentácia a účasť Slovenska na nej pod záštitou Ministerstva životného prostredia SR a Ministerstva hospodárstva SR by mala byť v budúcich rokoch stála, lebo to je najlepší spôsob, ako získať zahraničný kapitál na geologický prieskum i prípadnú ťažbu na Slovensko.

Literatúra

Antonická, B., 1998: Geochemical report on the gold content of Bunetice exploration area Slovakia, phase II. *Manuskript – SloGold-Slovakia, Spišská Nová Ves, 25.*

Böhmer, M., Antal, B., Kravjanský, G., Kleseň, S. & Veľký, P., 1981: Šlichový a metalometrický výskum Javoria a Poľany. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava, 107.*

Dublan, L., 1981: Geological Structure and Petrography of the Neovolcanites of Poľana. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava, 213.*

Husár, M., 1998: Geological structure and ore mineralization of exploration area of Slovinky. *Manuskript – SloGold-Slovakia, Spišská Nová Ves, 40.*

Miháliková, K., 1985: Litologicko-petrografická charakteristika vrtu DV-24 a charakter hydrotermálnych premien v oblasti Zlatého vŕšku-Poľana. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Geofond, Bratislava.*

Pomorský, F., 1997: Exploration area Petrovce – Geological structure and ore mineralization. *Manuskript – SloGold Slovakia, Spišská Nová Ves, 17.*

Pomorský, F., 1998: Geochemical report on the gold content of Petrovce exploration area Slovakia, phase II. *Manuskript – SloGold-Slovakia, Spišská Nová Ves, 21.*

Pomorský, F., 1998: Geochemical report on the gold content of Detva exploration area Slovakia, phase II. *Manuskript – SloGold-Slovakia, Spišská Nová Ves, 45.*

Štohl, J., Onačila, D. & Stolár, M., 1989: Regionálna mapa ložísk a prognóz nerastných surovín 1 : 50 000 – Javorie a Poľana. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava, 128.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 203–206

Zlato na ložisku Zlatá Baňa a ďalších výskytoch v Slanských vrchoch

PAVEL BAČO[1], STANISLAV JELEŇ[2], PETER KODĚRA[3], RUDOLF ĎUĎA[4], MÁRIA KOŠÁRKOVÁ[5] a MARTIN REPČIAK[1]

[1]Geologická služba Slovenskej republiky, regionálne centrum Košice, Werferova 1
[2]Geologický ústav SAV, Bratislava, pracovisko Banská Bystrica, Severná 5
[3]Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava, Mlynská dolina 1
[4]Východoslovenské múzeum Košice,
[5]Kostrova 46, Košice–Barca

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold at the Zlatá Baňa deposit and at other occurrences in the Slanské vrchy Mts.

The precious metal epithermal vein mineralization, usually overprinted on older base metal mineralization, is a common phenomenon on several localities in the Slanské vrchy Mts. Mineralization processes are related to Neogene volcanic activity. At Zlatá Baňa the gold occurs in the form of native gold, electrum and Au-telurides (petzite). At Byšta the gold (±Ag, Cu) and "invisible gold" in Au-bearing pyrite occurs and at Izra just the gold was found nowadays. The fineness of gold is variable from 350 to 830 at Zlatá Baňa, 660–670 at Byšta and 970 at Izra. At all localities gold is accompanied by several Ag-bearing minerals.

Key words: Zlatá Baňa, Byšta, Izra, precious metal mineralization, gold, electrum, petzite

Úvod

Severná časť Slanských vrchov, najmä širšia oblasť Zlatej Bane a Dubníka bola oddávna v centre záujmu prospektorov a geológov, a to nielen vďaka ťažbe drahého opálu, Hg, Sb, ale aj drahých a farebných kovov (Kuthan, 1941; Pták, 1956; Lázár, 1958; Grech a Drnzíková, 1959).

V 60. rokoch sa vykonal vyhľadávací prieskum v oblasti Zlatej Bane a rozsiahly šlichový prieskum celých Slanských vrchov (Tözsér et al., 1972) a na ich výsledky nadviazali ďalšie projeky vyhľadávacieho prieskumu. Po roku 1970 prebiehal v severnej časti Slanských vrchov intenzívny geologický prieskum na vyhľadávanie rúd Hg v oblasti Dubníka (Tözsér, 1980; Divinec, 1984; Ďuďa et al., 1981) a neskôr od roku 1974 sa intenzívne a systematické geologickoprieskumné práce zamerali na vyhľadávanie polymetalických rúd na ložisku Zlatá Baňa (Tözsér, 1974; Kaličiak et al., 1979; Divinec et al., 1985, 1989, 1991, 1992; Repčiak et al., 1990). V tomto ložisku sa v posledných rokoch systematicky sledovala aj distribúcia Au (Ďuďa a Divinec, 1984; Ďuďa, 1988, 1992; Bačo et al., 1995, a predchádzajúce citované záverečné správy od roku 1989).

Zlatá Baňa

Ložisko epigenetických drahokovových a polymetalických rúd Zlatá Baňa sa nachádza v centrálnej zóne zlatobanského stratovulkánu, ktorú tvoria produkty efuzívneho, extruzívneho a intruzívneho vulkanizmu (ryolit, andezit, dioritový porfyrit) a sprievodné vulkanicko-sedimentárne súvrstvia. Zrudnenie sa viaže na žily a žilníky smeru SSZ–JJV až S–J so strmým sklonom 70–90° na V aj Z. Smerová dĺžka jednotlivých žilných štruktúr spravidla nepresahuje 500 m a hĺbkový dosah 500–600 m od povrchu. Hrúbka žíl je veľmi premenlivá, kolíše od 0,1 až do 5,2 m a v priemere je 1,1 m. Maximálna dĺžka ložiska neprekračuje 3 km a šírka 1 km. Ložiskové telesá sú výplňou trhlín v horninách centrálnej vulkanickej zóny (ryolit, andezit, dioritový porfyrit). Trhliny sú vyplnené rudnými i nerudnými minerálmi a magmaticko-hydrotermálnymi brekciami so zrudnením vo forme tmelu. Hlavné rudné minerály žilnej výplne sú: sfalerit, pyrit, galenit a chalkopyrit. Menšie zastúpenie má bournonit, Ag tetraedrit, freibergit, boulangerit, plumozit a ďalšie (Ag)-Pb-Sb sulfosoli. Sprevádzajú ich rozličné variety karbonátov a zriedkavejšie aj kremeň. Ložisko sa preskúmalo sieťou vrtov dosahujúcich hĺbku 300–1800 m i horizontálnymi banskými prácami (štôlňa Mária, Gemerka a 3). Mineralizáciu overili technické práce do hĺbky 1500 m.

V oblasti celého zlatobanského stratovulkánu sa vyskytujú tieto štyri typy hydrotermálnej mineralizácie (Ďuďa et al., 1989):

– *polymetalická* (Pb-Zn-Cu ± Au, Ag, Hg, Sb, Cu) – iba v centrálnej zóne stratovulkánu,
– *antimónová* (Sb ± As, Hg, Pb, Zn, Au, Ag) – na okraji centrálnej zóny a v prechodnej zóne stratovulkánu,
– *ortuťová* (± As, Sb) – väčšinou v plášti stratovulkánu, sporadicky aj v centrálnej a prechodnej zóne ako naložená na staršie minerálne asociácie,
– *opálová* – v plášti stratovulkánu, sčasti sa prekrýva s mineralizáciou Hg (Dubník).

Drahokovová mineralizácia ložiska patrí k najmladšej, naloženej na polymetalickú mineralizáciu a koncentruje sa najmä v pripovrchových častiach. S pribúdajúcou hĺb-

Tab. 1
Minerály Au a Ag drahokovovej mineralizácie z ložísk a výskytov Slanských vrchov a iných lokalít východoslovenských neovulkanitov
Gold and silver minerals of the precious metal mineralization from deposits and occurrences from Slanské vrchy Mts. and other localities of East Slovak neovolcanics

Minerál	Chemický vzorec	Au (obsah v hm. %)	Ag (obsah v hm. %)	Zlatá Baňa	Byšta	Brehov	Zemplín
akantit	Ag_2S	-	87	+	+	+	+
andorit	$PbAgSb_3S_6$	-	10–11	+	-	-	-
argyrodit	Ag_8GeS_6	-	77	+	-	-	-
diaforit	$Ag_3Pb_2Sb_3S_8$	-	24	+	-	-	-
freibergit	$(AgCu)_{10}(FeZn)_2Sb_4S_{13}$	-	22–36	+	-	+	-
freieslebenit	$AgPbSbS_3$	-	20	+	+	-	-
hessit	Ag_2Te	(1,3)	62	+	-	-	-
jalpait	Ag_3CuS_2	-	77	+	+	-	-
matildit	$AgBiS_2$	-	28	-	-	-	-
mckinstryit	$(AgCu)_2S$	-	60	-	-	-	+
miargyrit	$AgSbS_2$	-	26–37	+	-	-	-
owyheeit	$Ag_2Pb_5Sb_6S_{14}$	-	6–7	+	-	-	-
pearceit	$(AgCu)_{16}(AsSb)_2S_{11}$	-	60	-	-	+	+
perroudit	$Hg_5Ag_4S_5(Cl, I, Br)_4$	-	22	-	+	-	-
petzit	Ag_3AuTe_2	24	42	+	-	-	-
proustit	Ag_3AsS_3	-	65	-	+	-	-
polybázit	$(AgCu)_{16}(SbAs)_2S_{11}$	-	65–70	+	-	+	+
ramdohrit	$Ag_3Pb_6Sb_{11}S_{24}$	-	6–8	+	-	-	-
stefanit	Ag_5SbS_4	-	68	+	-	-	-
striebro	Ag	-	93–99	+	+	+	+
küstelit	Ag_3Au	20–35,6	61,8–80	+	-	-	-
elektrum	AuAg	37–63	36–63	+	+	-	-
zlato	Au	66–98	2–30	+	+	+	-
stromeyerit	AgCuS	-	53	+	-	-	+
stützit	$Ag_{5-x}Te_3$	-	54–58	-	+	-	-
sulfocervelleit	Ag_4TeS	-	76–79	+	-	-	-
Ag tetraedrit	$(CuAg)_{10}(FeZn)_2Sb_4S_{13}$	-	0,1–21	+	+	+	+

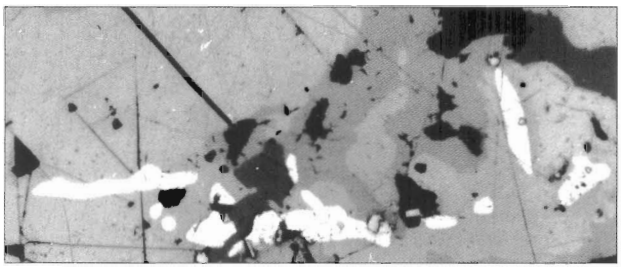
kou jej obsah klesá. Obsah Au i Ag zjavne klesá v hĺbke pod 300 m. Časť Au pôvodne akumulovaného v ložisku bola odnesená pri erózii stratovulkánu a časť bola v minulosti vyťažená (odhaduje sa cca 150 kg). Zistený obsah Au celého ložiska je v priemere 1,42 gt^{-1} a Ag 39,74 gt^{-1}. Najvyšší obsah Au bol zistený v štôlni Gemerka (až 48,5 gt^{-1}) a obsah Ag v rude do 1220 gt^{-1} (Divinec et al., 1992). Priemerný obsah Au je od 2 do 6 gt^{-1}, Ag až 150 gt^{-1} (Ďuďa, 1992), príp. obsah Au v zlatonosných žilách 4,3 gt^{-1} (Bačo et al., 1995). Maximálna koncentrácia Au sa zistila v štôlni Mária a v prekope P4 štôlne Gemerka. Pomer Au ku Ag je cca 1:4.

Uvedená vysoká koncentrácia Au a Ag v zásekových vzorkách zo štôlní, ale aj z vrtov jednoznačne indikuje prítomnosť samostatných minerálov Au a Ag v rudách ložiska a potvrdil ju aj detailný mineralogický výskum. Mikroskopické štúdium vzoriek rúd ložiska ukázalo, že minerály Au a Ag sú oveľa hojnejšie, ako sa predpokladalo v minulosti.

Drahokovovú minerálnu asociáciu, ktorá sa sformovala po vylúčení hlavných sulfidov (tab. 1), tvorí Au, elektrum, Ag, teluridy Au a Ag (petzit, hessit), ako aj Pb a Bi (altait, tetradymit), akantit, polybázit, miargyrit, Cu miargyrit, argyrodit (Ag_8GeS_6), jalpait (Ag_3CuS_2), Ag tetraedrit, schwatzit, Hg tennantit, freibergit a rad vzácnych Ag-Pb-Sb sulfosolí (diaforit, ramdohrit, owyheeit, freieslebenit, andorit, fizélyit).

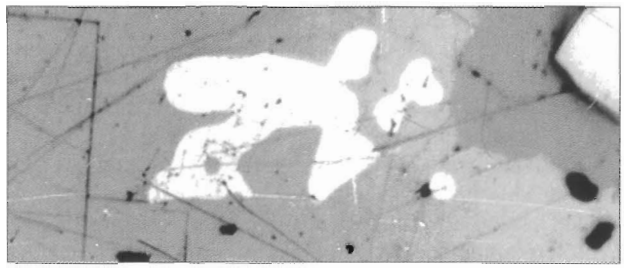
Au sa zistilo vo vyrazenej štôlni Mária, Gemerka a 3. V štôlni Gemerka (prekop P-6) tvorí ojedinelé drobné inklúzie vo sfalerite, agregáte polymetalickej rudy. Relatívne hojnejšie bolo Au (obr. 1) v štôlni Mária (cca 35 m od ústia štôlne). Početné drobné zrnečka Au spozorované v nábrusoch majú veľmi blízky vzťah k rozvetvujúcim sa žilôčkam dolomitu presekávajúcim staršie agregáty sfaleritu, galenitu a pyritu. Pretiahnuté xenomorfné inklúzie Au sa vyskytujú v galenite (obr. 1, 2), sfalerite, pyrite, chalkopyrite alebo na vzájomných hraniciach týchto minerálov. Často sa v asociácii s Au vyskytuje tetraedrit s vyšším obsahom Ag, resp. freibergit (do 24,41 hm. %), bournonit, boulangerit a iné Pb-Sb sulfosoli. Zrnečka Au sú veľké do 50 μm, ale v karbonátovej žilke sa našla aj zlatinka väčšia ako 1 mm. Analýza chemického zloženia Au potvrdila jeho relatívne stabilný charakter. Obsah Au je v rozmedzí 81,50–82,64, Ag 17,37–18,86 hm. %. Z prímesných prvkov sa stanovila iba nízka koncentrácia Cu (0,04–0,08 hm. %) a Hg (0,05–0,10 hm. %). Okrem Au s relatívne vyššou rýdzosťou (cca 810–830) sa v štôlni Gemerka zistilo aj Au nižšej rýdzosti (cca 720–780, čo zodpovedá obsahu Au 66,67–73,74 a Ag 21,04–27,97 hm. %) a küstelitu s rýdzosťou okolo 350 (Au 34,90 a Ag 64,85 hm. %). Toto Au spolu s Ag tetraedritom tvorilo tenkú žilku presekávajúcu chalkopyrit (obr. 3, 4). Z toho je zrejmé, že rýdzosť Au ložiska Zlatá Baňa podstatne varíruje.

Okrem Au a elektra sa v štôlni Gemerka v miestach s extrémne vysokým obsahom Au a Ag (22,7 gt^{-1} Au a 762 gt^{-1} Ag) potvrdila aj prítomnosť teluridu Au – petzitu $AuAg_3Te_2$. Podľa rtg. spektrálnej mikroanalýzy mal minerál takéto chemické zloženie (v hm. %): 23,96–26,20 Au, 40,70–41,51 Ag a 32,88–33,51 Te. Tesné zrasty petzitu s hessitom umožňujú vysloviť predpoklad, že uvedené



Obr. 1. Viac nepravidelných zlatiniek (biele) veľkých do 50 µm v galenite (sivý) zatláčanom bournonitom (tmavosivý). Zlatá Baňa, štôlňa Mária. Nábrus, nikoly //

Fig. 1. Several irregular gold grains (white) up to 50 µm in galena (light grey), replaced by bournonite (dark grey). Zlatá Baňa, Mária adit. Polish section, nicols //



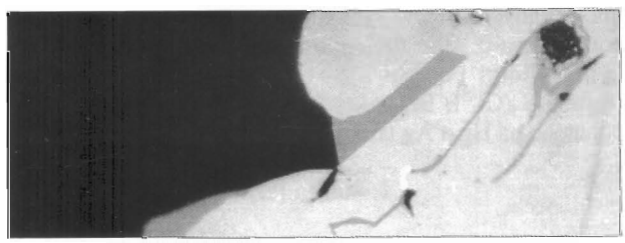
Obr. 2. Nepravidelná zlatinka (biele) veľká 75 µm v galenite (sivý) zatláčanom bournonitom (tmavosivý). Zlatá Baňa, štôlňa Mária. Nábrus, nikoly //.

Fig. 2. Irregular gold grain (white) in galena (light grey), replaced by bournonite (dark grey). Zlatá Baňa, Mária adit. Polish section, nicols //



Obr. 3. Nepravidelná zlatinka (biele) veľká 100 µm v galenite (sivý). Zlatá Baňa, štôlňa Mária. Nábrus, nikoly //

Fig. 3. Irregularly shaped gold (white) enclosed in galena (grey). Zlatá Baňa, Mária adit. Polish section, nicols //.



Obr. 4. Vlásočnicová žilka Ag tetraedritu (tmavosivý) s küstelitom (biely) v chalkopyrite (svetlosivý). Zlatá Baňa, štôlňa Gemerka. Nábrus, nikoly //.

Obr. 4. Ag-tetrahedrite (dark grey) thin veinlets with küstelite (white) in chalcopyrite (light grey) Zlatá Baňa, Gemerka adit. Polish section, nicols //.

minerály vznikli rozpadom „fázy-x" – vysokoteplotného pevného roztoku Au, Ag a Te (Cabri, 1965). Experimentálne údaje (Cabri, l. c.) dovoľujú predpokladať aj prítomnosť ďalších nízkoteplotných teluridov Au a Ag v rudách ložiska Zlatá Baňa, napr. sylvanitu $(AuAg)_2Te_4$ a stützitu Ag_7Te_4.

Analýzy chemického zloženia hessitu rtg. spektrálnym mikroanalyzátorom zistili nepatrnú izomorfnú prímes Au aj v hessite s obsahom od 0,68 do 1,32 hm. % a v altaite od 0,04 do 0,07 hm. %.

Lokalita Byšta

Lokalita Byšta sa nachádza v južnej časti Slanských vrchov pri hraniciach s Maďarskom. Mineralizované zóny sú v hydrotermálne premenených rulách kryštalinika, ktoré sú v jv. časti lokality prekryté polohami silicifikovaného a pyritizovaného neogénneho ílovca. Podľa Magyara (1968) sa v širšom okolí Byšty v minulosti ťažili silne limonitizované svory. Ojedinelé zlatinky sa našli pri šlichovej prospekcii v potokoch na SZ a S od Byšty (Tözsér, 1972; Hrabčák, 1984). Drahokovová mineralizácia spolu s antimonitovou sa prvýkrát zistila v limonitizovaných vulkanosilicitoch v oblasti Byšta–kúpele (Bačo et al., 1989). Neskôr sa z priestoru kryštalinika zmapovala zóna brekciovitej, silne silicifikovanej a limonitizovanej ruly s obsahom Au do 2,5 gt^{-1} a Ag do 54 gt^{-1} (Bačo et al., 1995).

Ďalší prieskum potvrdil výskyt drahokovovej mineralizácie, ktorá je priestorovo úzko spätá so staršou polymetalickou mineralizáciou. Reprezentuje ju najmä pyrit, lokálne chalkopyrit, sfalerit, galenit, tetraedrit a v najvrchnejších častiach aj antimonit (Bačo et al., l. c.; Koděra et al., 1998). Prítomnosť asociujúcich Co-Ni minerálov (kobaltín, gersdorffit) zrejme súvisí s výskytom amfibolitov v kryštaliniku (Vozár et al., 1986), z ktorého boli tieto prvky pravdepodobne remobilizované. Povrchovým vzorkovaním a plytkými vrtmi sa overili intenzívne silicifikované a pyritizované neogénne sedimenty a horniny kryštalinika (Bačo et al., 1998). Drahokovovú asociáciu reprezentuje Au, Ag, akantit, stützit, Ag tetraedrit (s obsahom Ag 0,7–18,3 hm. %), freieslebenit(?), jalpait(?). Au sa zistilo v prostredí silicifikovaného neogénneho ílovca v podobe xenomorfných zrniečok veľkých do 2 µm. Analýza chemického zloženia potvrdila výskyt Au nižšej rýdzosti – elektra (rýdzosť 660–670) s vyššou izomorfnou prímesou Cu (cca 5 hm. %) a stopami Fe, ktoré malo hmotnostný pomer Au:Ag:Cu približne 8:4:1.

Okrem Au a Ag v podobe samostatných minerálov sa na lokalite zistila aj väzba Au a Ag na pyrit vo forme tzv. neviditeľného (chemicky viazaného) Au. Kvantitatívna chemická analýza pyritu z vrtu stanovila obsah Au 4,5 ppm, Ag 73,6 ppm a As 0,39 hm. %. Obsah Au sa sledoval aj v koncentráte ťažkých minerálov pripravenom ako umelý šlich. Urobil sa z intenzívne pyritizovaných častí mineralizovanej zóny. Obsah Au v takto pripravenom koncentráte sulfidov bol 9,83 až 10,6 gt^{-1} a Ag 130 až 175,6 gt^{-1} (Bačo et al., l. c.). Rtg. spektrálnou mikroanalýzou pyritu z vrtu sa však zistil obsah až do 0,23 hm. % (= 2300 ppm) Au. Ale taký vysoký obsah naznačuje skôr heterogénnu väzbu Au v pyrite (vo forme submikroskopických inklúzií). Ojedinele sa v pyrite zistil

aj zvýšený obsah Ni (maximálne 1,9 hm. %), As (0,6–2,0 hm. %) a Co, spôsobený pravdepodobne inklúziami gersdorffitu a arzenopyritu. V asociujúcom gersdorffite sa niektorými bodovými analýzami podobne zaregistroval vysoký obsah Au (do 0,24 hm. %).

Okrem autochtónnych výskytov sa prejavy drahokovovej Sb, Ag, Au ± As, Sn mineralizácie potvrdili aj v alochtónnej pozícii – v blokoch a úlomkoch vulkanosilicitov, hydrotermálnoexplozívnych brekcií a limnokvarcitov v zárezе potoka na Z od kúpeľov Byšta (Bačo et al., 1989). Obsah Au tu bol do 1,9 gt^{-1} a Ag do 44 gt^{-1}. Najvyšší obsah Au a Ag sa zistil v intenzívne silicifikovaných a limonitizovaných hydrotermálno-explozívnych brekciách. Súčasný mineralogický výskum doteraz výraznejšie prejavy drahokovovej mineralizácie nepotvrdil. Asociáciu minerálov drahých kovov, vyskytujúcu sa spolu s polymetalickou mineralizáciou (galenitom, antimonitom a sekundárnymi oxidmi Fe, Mn a Sb) zastupuje len perroudit(?) ($Hg_5Ag_4S_5(Cl, I, Br)_4$), ktorý vzniká alteráciou tennantitu bohatého na Hg a Ag (Bernard a Rost, 1992).

Lokalita Izra

V okolí jazera Izra sa v odkryvoch lávových prúdov andezitu vyskytujú hniezda a žilky chalcedónov a opálov, ktoré majú pôvod v postvulkanickej činnosti záverečných etáp vulkanizmu (Ďuďa, 1989). Známe sú výskyty Au, scheelitu, kassiteritu a barytu v šlichoch v širšom okolí jazera Izra a pri jazierku Malá Izra (Tözsér, 1972; Hrabčák, 1984). Najnovšie (Bačo et al., 1995, 1998) sa na JV od jazera Izra vo vzorkách kontaktne metamorfovaných vrchnobádenských sedimentov okrem polymetalickej mineralizácie, zastúpenej tetraedritom, chalkopyritom, sfaleritom a gersdorffitom, zistili aj prejavy drahokovovej mineralizácie, ktorú predstavuje rýdze Au, proustit(?) a Ag tetraedrit s obsahom Ag 5,6–16,4 hm. %. Au sa vyskytuje v kremenno-sideritovej asociácii v podobe xenomorfných zrniečok veľkých 1 μm. Analýza chemického zloženia potvrdila jeho vysokú rýdzosť (cca 970). Keďže hmotnostný pomer Au:Ag je približne 35:1, má výrazne vyššiu rýdzosť ako Au lokality Byšta.

Záver

Drahokovová mineralizácia na niektorých lokalitách východoslovenských neovulkanitov spravidla nie je zriedkavým a ojedinelým fenoménom. Au a Ag vystupujú ako samostatné minerály v sulfidoch, karbonáte, príp. v kremeni. Veľkosť zlatiniek sa pohybuje od niekoľkých μm (lokalita Byšta a Izra) až do 0,0X, ojedinele aj X mm (Zlatá Baňa). Asociáciu minerálov drahých kovov ložiska Zlatá Baňa tvorí Au, elektrum, Ag, teluridy Au a Ag, akantit, polybázit, miargyrit, Cu miargyrit, argyrodit, jalpait, Ag tetraedrit, freibergit a rad vzácnych Ag-Pb-Sb sulfosolí (diaforit, ramdohrit, owyheeit, freieslebenit, andorit, fizélyit). Drahokovovú asociáciu lokality Byšta predstavuje Au, Ag, akantit, stützit, jalpait, freieslebenit, Ag tetraedrit, perroudit(?) a Izry Au, proustit a Ag tetraedrit. Na lokalite Byšta sa predpokladá väzba Au a Ag v pyrite aj vo forme „neviditeľného“ (chemicky viazaného) Au. Rýdzosť Au, elektra, resp. küstelitu ložiska Zlatá Baňa je od 350 do 830, ložiska Byšta 660–670 a lokality Izra okolo 970.

Literatúra

Bačo, P., Ďuďa, R. & Kaličiaková, E., 1989: Prejavy epigenetickej rudnej mineralizácie v oblasti Byšty (Slanské vrchy). *In: Zbor. referátov Metalogenéza malých intrúzií neovulkanitov Slovenska, Banský Studenec. GÚDŠ, Bratislava, 63–66.*

Bačo, P., Bacsó, Z., Divinec, Ľ., Košárková, M. & Repčiak, M., 1995: Zlato v neovulkanitoch východného Slovenska. *In: Zbor. III. Geol. dni J. Slávika. GÚDŠ, Bratislava, 67–70.*

Bačo, P., Lexa, J., Bačová, N., Hurai, V., Bodnár, J., Čarňanský, M., Derco, J., Koděra, P., Kozáč, J., Repčiak, M., Šoltésová, E., Tréger, M., Tuček, Ľ., Zlinská, A. & Žáková, E., 1998: Byšta – Au, Ag. [Záverečná správa.] *Manuskript – archív GS SR Košice, 219.*

Bernard, J. H. & Rost, R. (Eds): 1992: Encyklopedický přehled minerálů. *Academia, Praha, 701.*

Cabri, L. J., 1965: Phase relations in the Au-Ag-Te system and their mineralogical significance. *Econ. Geol., 60, 1569–1606.*

Divinec, Ľ., Repčiak, M., Košárková, M. & Gootsová, M., 1984: Dubník-okolie, Hg, VP. [Záverečná správa.] *Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 120.*

Divinec, Ľ., Ďuďa, R., Kaličiaková, E. & Repčiak, M., 1985: Zlatá Baňa–polymetalické rudy. ZS. *Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 200.*

Divinec, Ľ., Ďuďa, R., Kaličiaková, E., Repčiak, M., Kotuľák, P., Bačo, P., Petercová, A. & Hrinko, V., 1989: Kapušany–Slanec, Hg a polymetalické rudy. *Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 189.*

Divinec, Ľ., Volko, P., Kaličiaková, E., Repčiak, M. & Košárková, M., 1991: Zlatá Baňa II - banský prieskum. ZS. *Manuskript, GSSR, Bratislava, 139.*

Divinec, Ľ., Volko, P., Kaličiaková, E., Repčiak, M. & Košárková, M., 1992: Zlatá Baňa–okolie. ZS. *Manuskript – archív GS SR. Bratislava, 122.*

Ďuďa, R. & Divinec, Ľ., 1984: Distribúcia Au a Ag na polymetalickom ložisku Zlatá Baňa. *In: Zbor. referátov Komplexní výzkum a využití Ag–Au surovin, Jeseník, 2.*

Ďuďa, R., 1988: Informatívna správa o väzbe a distribúcii drahých a stopových prvkov v meneráloch na ložisku Zlatá Baňa. *Manuskript – archív GS SR Košice, 69.*

Ďuďa, R., 1989: Mineralógia Slanských vrchov. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 148.*

Ďuďa, R., 1992: Väzba a distribúcia drahých a stopových prvkov v sulfidických meneráloch na ložisku Zlatá Baňa. *In: Zbor. Východoslovenské múzea, 32–33, 201–225.*

Grech, J. & Drndzíková, L., 1960: Zlatá Baňa – Sb + Ag (Ag+Au), Zpráva a výpočet zásob. *Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 145.*

Hrabčák, M., 1984: Mineralógia rozsypov masívu Veľký Milič. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív GP SNV, 158.*

Koděra, M. (Ed.) 1990: Topografická mineralógia Slovenska III. *Veda, Bratislava, 1099–1590.*

Koděra, P., Rojkovičová. Ľ., & Košárková, M. 1998: Mineralogický výskum hydrotermálnej mineralizácie východoslovenských neovulkanitov (Byšta, Izra, Kuzmice).

Lázár, V., 1959: Zpráva o archívno-výskumnom úkole Zlatá Baňa a okolie r. 1958. VSRP, n. p., SNV. *Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 64.*

Magyar, J., 1968: Geologická stavba byštianskeho kryštalinika. *Manuskript – archív PF UK, Bratislava.*

Pták, J., 1957: Zpráva o podrobném sledování propylitisačních pásem v okolí Zlaté Baně u Prešova (list 4467/1) a předběžné zhodnocení rudních výskytů. *Manuskript – archív Katedry GaM BF VŠT v Košiciach, 161.*

Repčiak, M., Divinec, Ľ., Kotuľák, P., Košárková, M. & Gootsová, M., 1990: Zlatá Baňa – JV - Pb, Zn. [Záverečná správa.] *Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 152.*

Tözsér, J. et al., 1972: Záverečná správa a výpočet zásob v Prešovsko-tokajskom pohorí. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 239.*

Tözsér, J. & Valko, P., 1980: Dubník – Hg, Záverečná správa a výpočet zásob. *Manuskript – archív Geofond Bratislava.*

Vozár J., Vozárová, A., Hanzel, V., Vass, S., Zlinská, A., Stankovič, J., Caňo, F. & Straka, P., 1986: Vyhodnotenie vrtu BB-1. Čiastková správa za rok 1986. *Manuskript – archív GÚDŠ Bratislava 70.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 207–210

Výskyty a ťažba zlata v okolí Zlatej Idky

JOZEF SLAVKOVSKÝ

Katedra geológie a mineralógie, Technická univerzita, Park Komenského 15, 043 84 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Occurrence of gold and exploitation in the surroundings of Zlatá Idka village

The contribution includes knowledge on occurrence and exploitation of gold in secondary placers as well as in primary vein structures which have a special position within a framework of ore bodies of quartz – Sb-Au association in the eastern part of the Slovak Ore Mts.

Key words: gold, secondary and primary occurrences, mining history, Zlatá Idka village, Gemeric granite aureole, ore field

Úvod

Cenné poznatky získané v minulosti pri prospekcii, otvárke, ťažbe a spracúvaní rudy osobitnej paragenézy zlatoidčianskych žíl vystupujúcich v bezprostrednom okolí gemerického granitu, t. j. v jeho kontaktnej aureole, sú stále dôležitým zdrojom informácií teoretického a praktického významu.

Z histórie baníctva, ale aj rastu geologických a ložiskových poznatkov o zlatoidčianskom rudnom poli vyplývajú aj poznatky súvisiace s naším cieľom zhodnotiť výskyt a ťažbu Au v okolí Zlatej Idky. Zlatoidčiansky rudný revír má vo východnej časti Slovenského rudohoria špecifické postavenie, pretože je jediným revírom, ktorý sa najmä v 19. stor. preslávil ťažbou Ag rúd a výrobou Ag a tým preslávil aj Zlatú Idku. Okrem Ag sa tu získaval aj Sb a Au. Au bolo motivantom aj názvu obce.

Zhodnotením histórie a paragenézy zlatoidčianskych žíl, ako aj štruktúrnym výskumom časti tohto rudného poľa (Rozložník a Slavkovský, 1980; Slavkovský, 1986; Slavkovský, 1987) bolo možno vniknúť do zložitej problematiky a staršie aj novšie poznatky spracovať tak, aby sa získal ucelenejší obraz o celom rudnom poli a o výskyte i ťažbe Au v ňom.

História prospekcie a baníctva

Počiatky baníctva v Zlatej Idke dokladá listina kráľa Ľudovíta I. z roku 1349, ktorou udelil obci banské privilégiá. Pôvodne sa tu Au získavalo ryžovaním z potoka Ida, neskôr aj z pripovrchových častí žíl. Potvrdzujú to mnohé šachtičky a štôlne razené ešte železkom a kladivkom. Počas panovania Mateja I. (1458–1490) sa pravdepodobne z tohto Au razili v Košiciach mince.

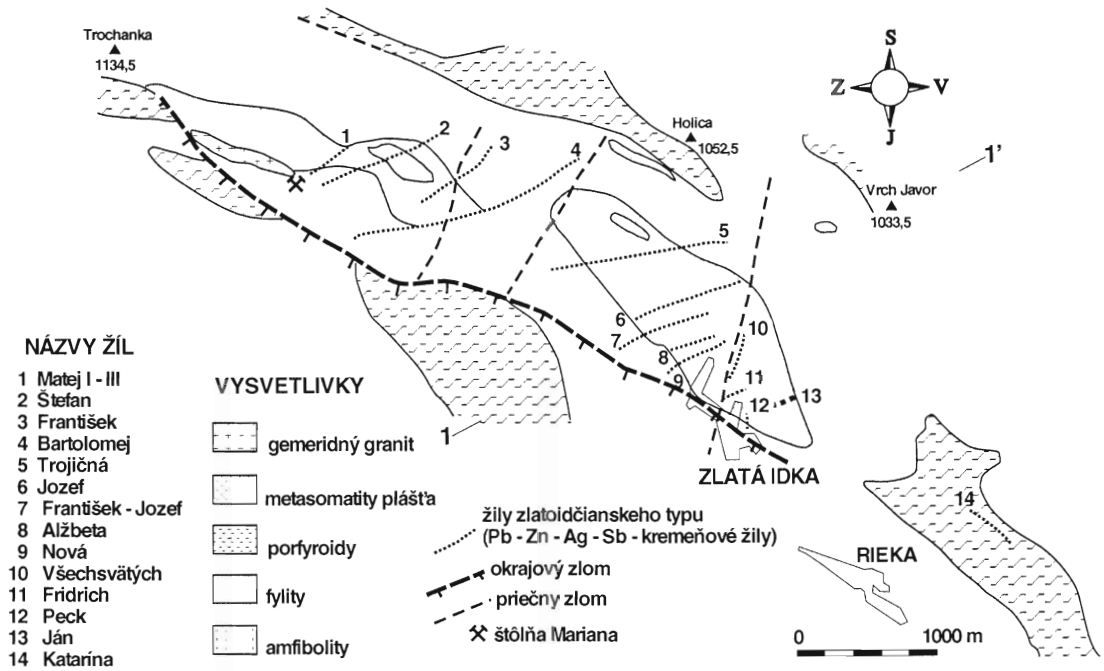
O rozmach baníctva v oblasti sa začiatkom 19. stor. zaslúžili rozličné ťažiarstva, ale najmä smolnícky štátny merač Gabriel Svajczer. Z jeho iniciatívy začal erár roku 1807 nové kutacie a otvárkové práce. Po deväť ročnej prospekčnej a otvárkovej činnosti Gabriel Svajczer odovzdal svojim nástupcom 300 kt strieborno-antimónových a sčasti zlatonosných rudných zásob, ktoré – podľa dodatočných výpočtov – vystačili na 50 rokov ťažby (Lázár a Magula, 1973).

Na základe výsledkov tu štát vybudoval ťažobný závod s úpravňou a v rokoch 1822–1823 aj hutu na výrobu striebra v osade Rieka (pôvodný názov Reka). Ťažba a výroba Ag bola do roku 1895 zisková a neskôr – až do jej skončenia roku 1914 – stratová. Počas prvej svetovej vojny sa tu ťažila Sb ruda a po roku 1918 pre nedostatočnú zásobu rudy ťažkosti pokračovali, a tak roku 1925 bol závod úplne zlikvidovaný. Za okupácie v rokoch 1939–1943 maďarské štátne bane opätovne niektoré banské diela otvorili, opustené žilné štruktúry preskúmali, ale výsledok nebol priaznivý.

S rozkvetom zlatoidčianskeho baníctva pribúdalo aj geologicko-montanistických prác. Ich prehľad je v práci Lázára a Magulu (1973), Rozložníka (1979), Koděru et al. (1990) a Greculu et al. (1995). Zo starších prác treba osobitne spomenúť monografiu Rozlozsnika (1912), ktorá vznikla v čase, keď sa zlatoidčianske baníctvo – jednak pre pokles ceny striebra, a najmä nedostatočnú zásobu – dostalo do zložitej situácie. Autor prehodnotil všetky dovedajšie, ale aj vlastné poznatky o geologicko-ložiskových pomeroch, ako aj baníctve v tomto revíre. Rozlozsnikova monografia zároveň uzavrela obdobie rozkvetu, ale zachytila aj začiatok útlmu baníctva v Zlatej Idke a je aj zdrojom informácií o zlate.

Charakteristika zlatoidčianskeho rudného poľa

V minulosti ťažené ložiská v okolí Zlatej Idky boli východným skončením severného antimonitového pásu, ale

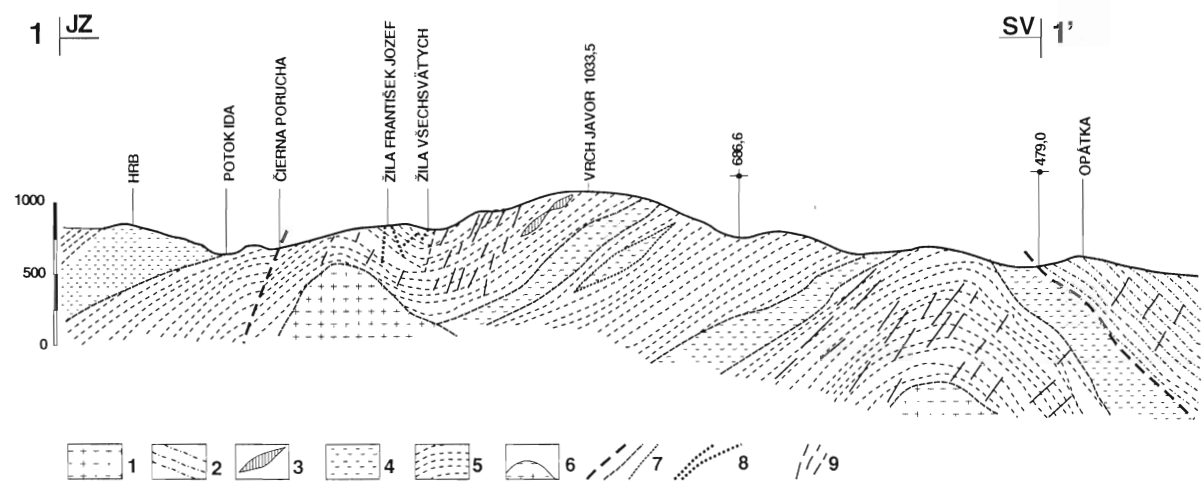


Obr. 1. Schematická geologická a ložisková mapa zlatoidčianskeho rudného poľa (Rozložník, 1971) s vyznačením línie geologického rezu 1–1' (Zlatá Idka – vrch Javor – Opátka).

Fig. 1. Schematic economic-geological map of Zlatá Idka ore field showing line of the geologic cross-section 1–1' (Zlatá Idka village – hill Javor – Opátka village).

zo štruktúrnej a paragenetickej stránky mali oproti ostatným kremenno-Sb-Au ložiskám východnej časti Slovenského rudohoria isté špecifiká.

Zlatoidčianske žily sú výrazným reprezentantom rudného poľa pretiahnutého v smere hlavného štruktúrneho ťahu, ale voči tomuto štruktúrnemu smeru sú poväčšine priečne alebo diagonálne a iba niektoré (žila Katarína a i.) sú smerovo totožné s hlavným štruktúrnym smerom (SZ–JV) rudného poľa (obr. 1 a 2). Mineralizácia žíl zlatoidčianskeho rudného poľa má osobitné črty. Rozlozsnik (1912) ich zaradil do prechodného typu medzi sideritovo-sulfidickým a antimonitovým typom mineralizácie. V podstate ich rozdelil na striebronosné a Au-Sb žily. Podľa Varčeka (1973) žila Anton a Jozef sú kremenno-sideritové s malým podielom jamesonitu a bohatším zastúpením Cu minerálov. Žily František, Štefan a Bartolomej



Obr. 2. Geologický profil 1–1' (Rozložník a Slavkovský, 1978) zobrazujúci geologickú stavbu gelnickej skupiny s kupolou gemerickej žuly a v jej aureole sú vyvinuté žilné štruktúry. 1 – gemerická žula, 2 – fylity (rakoveckej skupiny), 3 – amfibolity, 4 – porfyroidy, 5 – fylity (3–5 – gelnická skupina), 6 – kontaktný dvor gemerickej žuly, 7 – zlomy, plochy násunu, 8 – žilné štruktúry, 9 – kliváž.

Fig. 2. Geological cross-section 1–1' showing geology of Gelnica Group with a dome of Gemeric granite in which aureole vein structures are developed. Compiled by Rozložník and Slavkovský (1978). 1 – Gemeric granite, 2 – phyllites (of Rakovec Group), 3 – amphibolites, 4 – porphyroids, 5 – phyllites (3–5 – Gelnica Group), 6 – contact aureole of Gemeric granite, 7 – faults, overthrust plane, 8 – vein structures, 9 – clivage.

predstavujú kremenno-sulfidický typ s antimonitom a so zvýšeným obsahom Au. Ostatné žily patria do kremenno-sulfidického typu s bohatým zastúpením jamenositu. Minerálnu asociáciu týchto žíl doplnil Rozložník (1979). Za hlavný striebronosný minerál žíl sa pokladal jamesonit $4PbS.FeS.3Sb_2S_3$, v ktorom prevažne Ag izomorfne zastupuje Pb. Pri jeho vysokom obsahu je však nevyhnutné pripustiť aj existenciu samostatného minerálu striebra (Varček, 1970; Rozložník, 1979). Nové mikroanalýzy jamesonitu (Peterec, 1988) zistili uzavreniny tetraedritu s obsahom Ag 13,8–18,3 % v tomto mineráli a izomorfný obsah Ag v jamesonite nepotvrdili. Podľa Greculu et al. (1995) z toho vychodí, že hlavným striebronosným minerálom zlatoidčianskych žíl je tetraedrit. Podľa nášho náhľadu nemožno zo vzoriek z háld robiť takú závažnú interpretáciu. Skôr sa prikláňame k názoru Rozložníka (1979), že väzba Ag v jamesonite doteraz nie je dostatočne objasnená.

Zlatoidčianske žily sa dobývali pre vysoký obsah striebra, ktoré bolo hlavným úžitkovým minerálom. Pri bohatších akumuláciách bol vedľajším produktom aj antimonit a sprievodným minerálom Au, v niektorých žilách aj rýdze.

Poznatky o výskytoch a ťažbe zlata

Výskyty zlata v okolí Zlatej Idky (Koděra et al., 1990) boli dvojakého charakteru. V prvom rade išlo o mineralogický výskyt v žilných štruktúrach zlatoidčianskeho rudného poľa, kde zlato vystupovalo sporadicky vo forme drobných vtrúsenín (lístočky, drôtiky) a inklúzií v kremeni, vzácnejšie v antimonite. Vyskytovalo sa spolu so zlatonosným pyritom a sfaleritom, freibergitom a Sb okrami. Nachádzalo sa v pripovrchových častiach žíl najmä kremenno-antimonitovej mineralizácie. Najvyšší obsah bol v žile Štefan, František, Jeremiáš a v ďalších drobných žilách. Podrobnejší opis žíl s udaním ťažby Ag a Au je v monografii Rozlozsnika (1912) a v novších prácach, ktoré z nej vychádzajú. Druhým typom výskytu zlata v okolí boli aluviálne náplavy – ryžoviská na potoku Ida. Ryžoviská boli takmer v celej dĺžke údolia od Zlatej Idky až po osadu Mexiko.

Prehľad o ťažbe zlata uvedených typov je iba orientačný, pretože k dispozícii sú len čiastkové údaje z 19. a začiatku 20. stor., ale aj tak sú celkovo vyššie, ako uvádza Koděra et al. (1990) a Grecula et al. (1995). Aby sa aj napriek tomu dal vyjadriť pomer zlata k striebru v zlatoidčianskych žilách, uvádzame aj prehľad výroby striebra.

Ide o nasledujúce poznatky:

1. Ťažba zlata z ryžovísk najmä v 14. a 15. stor. nie je známa. Ak takéto zlato slúžilo v čase kráľa Mateja I. (1458–1490) na razbu zlatých mincí v Košiciach, nemohlo to byť malé množstvo.

2. Ťažba zlata z primárnych ložísk zlatoidčianskeho rudného poľa je známa zo zachovaného prehľadu za roky 1823–1867. V tomto období sa zo striebronosných koncentrátov (5926 t) vyrobilo 103 682 kg surového Ag a obsah čistého Ag bol 60 838 kg. Okrem toho sa ešte vyrobilo 184,5 kg zlata, priemeru 4,1 kg ročne. Keď v tomto období bola priemerná výroba čistého striebra 1352 kg, potom pomer Au : Ag bol 1 : 330.

Za mimoriadne priaznivé pre baníctvo a hutníctvo v Zlatej Idke sa pokladali roky 1863–1873, v ktorých priemerná ročná výroba surového Ag predstavovala 2481,5 kg a čistého Ag 1456 kg. Z toho vyplýva, že v rokoch 1868–1873 bola výroba čistého Ag vypočítaného z ročnej priemernej výroby cca 8736 kg. Údaje o produkcii Au nie sú.

Z rokov 1874–1909 sú údaje o skutočnej ročnej ťažbe a výrobe Ag, ako aj o zisku či strate v tomto podnikaní (Rozlozsnik, 1912, in Lázár a Magula, 1973). Roky 1874 až 1895 ešte znamenali celkovú prosperitu s ročnou výrobou čistého striebra na úrovni 1200 až 1800 kg. Pokiaľ ide o výrobu zlata zo strieborných koncentrátov za toto obdobie, výsledky nie sú známe. Z analýzy rokov 1896 až 1914 vyplýva, že aj keď sa v rokoch 1896 a 1897 výroba Ag udržala na úrovni z roku 1895, ktorý bol ešte pre erár v Zlatej Idke ziskový, uvedené, ako aj nasledujúce roky boli už stratové. Pravdepodobne išlo o pokles ceny striebra a odrazom bol aj postupný pokles jeho výroby. V rokoch 1898 až 1903 výroba Ag predstavovala cca 40–25 % a v rokoch 1904 až 1914 cca 15–10 % z pôvodnej výroby z roku 1896.

O výrobe zlata (Rozlozsnik, 1912 in Lázár a Magula, 1973) sú dostupné ďalšie údaje, a to za roky 1897 až 1909, keď sa vyťažilo cca 42 kg zlata (prehľad je v tab. 1). Po roku 1909 sa zlato v Zlatej Idke nezískavalo.

O celkovej produkcii zlata zo zlatoidčianskej rudy možno podľa dostupných prameňov (Félix, 1868; Rozloszsnik, 1912, in Lázár a Magula, 1973) konštatovať, že v rokoch 1823–1867 bola 184,5 kg a v rokoch 1895–1909 cca 42 kg, čiže dovedna 226,5 kg Au.

Ak celková výroba striebra za 90 rokov v Zlatej Idke bola cca 126 000 kg a zlata 226,5 kg, potom je pomer Au:Ag cca 1:556. S týmito údajmi koreluje aj obsah zlata v 1 kg vyrobeného striebra z jednotlivých žíl, a to takto: zo žily Štefan 3,3 g, Alžbeta 2,8 g, Trojičná 4,2 g, František-Jozef 2,4 g a zo žily Katarína 1,5 g. Ak sa vezmú za priemernú hodnotu iba 2 g zlata v 1 kg vyrábaného striebra, pomer Au:Ag je 2:1000 = 500. Nazdávame sa, že pomer Au/Ag 1:24 000 v práci Koděru et al. (1990),

Tab. 1
Prehľad výroby zlata v rokoch 1895–1909
Overview of gold production during 1895–1909

Rok	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902
Výroba Au v kg	0,18	0,19	1,7	2	6,3	2,4	2,5	6,3
Rok	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	
Výroba Au v kg	2,8	7,3	5,9	3,3	0,2	0,06	0,8	

ako aj celková výroba zlata 78 kg s prezentovanými výsledkami archívnych materiálov a dostupnej literatúry nekorešpondujú.

Záver

Koncom 19. stor. po poklese svetovej ceny striebra, keď sa prieskumné a otvárkové práce obmedzovali na minimum, zlatoidčianske baníctvo sa dostalo do ťažkej krízy, ktorej nemohla zabrániť ani dočasná orientácia na ťažbu zlata v rokoch 1897 až 1906 a cez prvú svetovú vojnu na antimón.

Ťažba zlata a striebra v rokoch rozkvetu zlatoidčianskeho rudného revíru (1823–1867) sa orientovala na vrchnejšie časti žilných štruktúr a bola intenzívna. V tomto období sa vyrobilo 184,5 kg zlata. Z konjuktúry striebronosných rúd v rokoch 1869–1895 nie sú o výrobe zlata údaje. Z toho možno konštatovať, že sa nevyrábalo, pretože výroba striebra vytvárala eráru dostatočný zisk. Výroba zlata popri striebre sa obnovila v období krízy, t. j. v rokoch 1895–1909 a bola 42 kg. Podľa jestvujúcej evidencie sa tu vyťažilo 226,5 kg zlata.

Uvedené, ako aj fakt, že sa baníctvo v okolí Zlatej Idky začínalo ťažbou zlata z náplavov už v 14. stor., ako aj predpoklad, že sa v čase Mateja I. (1458–1490) v Košiciach zo zlatoidčianskeho zlata razili zlaté mince, nás utvrdzuje v tom, že práve zlato bolo impulzom, ktorý viedol k sláve zlatoidčianskeho Ag baníctva a hutníctva v 19. stor.

Novodobý geologický výskum a prieskum sa po vyše polstoročí vrátil aj do zlatoidčianskeho revíru, keď sa nahromadili nové poznatky o geologickej stavbe a metalogenéze východnej časti Slovenského rudohoria, bol komplexný, ale očakávaný efekt neprinieso1.

Literatúra

Félix, A., 1868: Aranyidka, Bányászati es kohászati lapok.

Grecula, P. et al., 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria, Zväzok 1. *Mineralia Slov. – Monogr., 834.*

Koděra et al., 1990: Topografická mineralógia Slovenska 3. *Veda, Bratislava.*

Lázár, V. & Magula, R., 1973: Z dejín baníctva a hutníctva v Zlatej Idke. Nové obzory 15. *Vyd. Východoslovenské vydavateľstvo v Košiciach, 85–131.*

Peterec, D., 1988: Väzba Ag na zlatoidčianskych žilách. *MS–GP.*

Rozlosznik, P., 1912: Die montangeologischen Verhältnisse von Aranyida. *Mitt. Jb. Ung. geol. Anst., 19, 6, 263–402.*

Rozložník, L., 1979: Z histórie geologických výskumov v oblasti Zlatej Idky. *In: Banícko-geologické sympózium, sekcia geologická. ČSVTS – Dom techniky Košice, 1–18.*

Rozložník, L. & Slavkovský, J., 1979: Geologická stavba styku gemerika s pásmom Čiernej hory ilustrovaná geologickým profilom od Zlatej Idky po vrch Bujanová. *In: Tektonické profily Západných Karpát. GÚDŠ, Bratislava, 193–197.*

Rozložník, L. & Slavkovský, J., 1980: Niektoré štruktúrne vlastnosti ložísk antimonitových rúd v Spišsko-gemerskom rudohorí. Antimónové rudy Československa. *GÚDŠ, Bratislava, 115–126.*

Rozložník, O., 1979: Mineralogicko-parageneticka charakteristika ložísk širšej oblasti Zlatej Idky a ich perspektíva. *In: Banícko-geologické sympózium, sekcia geologická. Vyd. Dom techniky Košice, 30–42.*

Slavkovský, J., 1986: Štruktúrna pozícia a genéza Sb žily Ferdinand. *Mineralia Slov., 18, 6, 535–544.*

Slavkovský, J., 1987: Štruktúrny charakter zlatoidčianskeho rudného poľa a jeho prognózne hodnotenie. *In: Zbor. vedeckých prác VŠT v Košiciach. Alfa, Bratislava, 413–426.*

Varček, C., 1979: Paragenetické a geochemické pomery hydrotermálnych ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí. *In: Bartalský et al., 1973 (Eds.): Geologicko-ložisková štúdia Spišsko-gemerského rudohoria. Kniha VII. MS–PF UK, 122.*

Occurrence of gold and exploitation in the surroundings of Zlatá Idka village

The beginning of the mining in Zlatá Idka village is certified by a document issued in 1349 by King Louis I which gave the village mining privileges. Originally the gold was exploited by gold-washing from the Ida creek in the 14th and 15th centuries. Later it was also obtained from primary vein structures mainly exploited for their high silver content in the 19th and 20th centuries. The by-products also were gold and antimony. The Zlatá Idka veins are expressive representants of a vein field (Figs. 1 and 2) elongated in NW–SE direction but the proper veins are mostly oriented transversally or diagonally against this direction (Fig. 1).

The analysis of historic documents suggest the beggining of mining history in the surroundings of Zlatá Idka village by exploitation of gold from placers already in the 14th century. However, the data on gold production in that time are not available. The gold exploitation from primary deposits is known from the preserved reviews for years 1823–1867 when 184.5 kg of gold was producted and for years 1895–1909 when 42 kg of gold was exploited. The total amount of the exploited gold was 226.5 kg.

The worth knowledge gained in the past during the prospection, exploitation and treatment of the ores comprising a specific paragenesis of the Zlatá Idka veins occurring in the Gemeric granite contact aureole (Fig. 1), is still an important source of information of practical and theoretical significance. The specified knowledge on gold exploitation from primary deposits partly reduces gold:silver rate and at the same time it makes possible to estimate the exploited reserves of gold from placers which was coined in the Košice mint in the 15th century.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 211–216

Zlato v staršom paleozoiku centrálnej časti Spišsko-gemerského rudohoria

LADISLAV NOVOTNÝ[1], MILAN HÁBER[2], IVAN KRIŽÁNI[2]
IGOR ROJKOVIČ[3] a FRANTIŠEK MIHÁĽ[1]

[1]URANPRES s. r. o., Fraňa Kráľa 2, 052 80 Spišská Nová Ves
[2]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica
[3]Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold in the Early Paleozoic rocks in the central part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts.

Occurrences of gold have been long known in veins with stibnite and in stratiform sulphide ores. Lately found U–Au mineralization in quartz veins and stockworks was object of this study. New type of stratiform Au mineralization was found in black sediments of the Betliar Formation and in quartz veins related to sedimentary carbonates. Increased contents of metals in rocks of the Betliar Formation were presumed as a source of Au mineralization. They were mobilized and concentrated into vein structures due to metamorphic and hydrothermal processes in proximity of the Gemeric granite.

Key words: gold, Spišsko-gemerské rudohorie Mts., types of Au mineralization

Úvod

V rokoch 1992–1998 sa prieskum na Au sústredil do prieskumných území centrálnej časti Spišsko-gemerského rudohoria (SGR), v ktorých vystupujú iba horninové sekvencie staršieho paleozoika a v nich vyvinuté žilné a tektonické štruktúry (obr. 1).

V zmysle tektonického a litostratigrafického členenia Greculu (1982) sa prieskum prevažne zameral na sekvencie humelského príkrovu, no v západnej časti aj na sekvencie v jedľoveckom, prakovskom a kojšovskom a vo východnej i v medzevskom príkrove. Podľa doterajšieho priebehu prieskumu sú pozitívne výsledky najmä z betliarskeho súvrstvia, osobitne z holeckých vrstiev (nezávisle od príkrovu), v menšej miere aj zo smolnícke ho a hnileckého súvrstvia.

Betliarske súvrstvie sa vyznačuje prevahou tmavých litofácií (grafitických fylitov, bridlíc, metasiltovcov), v holeckých vrstvách ich zvýšeným prekremenením, výskytom silicitov (lyditov) a v rozličnej miere aj metamorfovaných sedimentárnych karbonátov (dolomit, magnezit). Na toto súvrstvie sa viažu indície Au nielen s väzbou na litofácie, ale aj na žilníky a žily, ktoré v nich vystupujú.

Smolnícke súvrstvie tvorí pestrá škála zelených fylitov, flyšové psamiticko–pelitické a psamitické metamorfity s malým zastúpením diabázovo–keratofýrových vulkanitov v strednej časti súvrstvia.

Hnilecké súvrstvie je tvorené prevažne z vulkanických a vulkanoklastických hornín, v centrálnej a južnej časti územia s prevahou variet ryolitovej, dacitovej a andezitovej povahy (tzv. gelnický komplex).

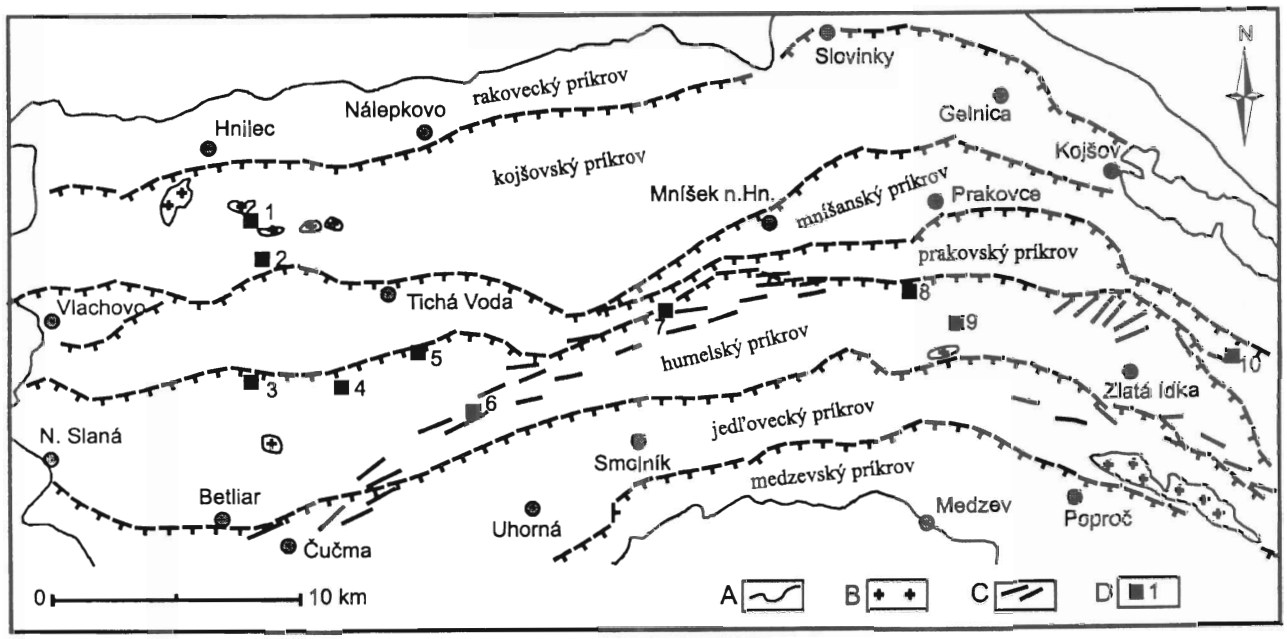
Význam pre lokalizáciu a formovanie mineralizácie zistenej v žilníkoch a žilách má aj ich priestorová pozícia voči známym výskytom gemerických granitoidov. Je overené, že študované výskyty Au mineralizácie žilného typu (Zimná voda, Krátka dolina) sú hlavne v exokontaktnej zóne týchto granitoidov.

Prieskum v centre SGR sa zameral na doteraz málo známe, prípadne neznáme genetické typy a výskyty Au mineralizácie. Menšia pozornosť sa venovala kremenno-antimonitovo-zlatonosným žilám a sulfidickej stratiformnej mineralizácii, ktoré sa skúmali aj exploatovali už v minulosti.

Prieskumné územie bolo okrem účelového geologického mapovania pokryté vzorkovaním sedimentov v hydrosieti, a to odberom šlichov a korytových riečnych (streams) sedimentov. Anomálie Au sa overovali opakovaným vzorkovaním a na priliehajúcich svahoch geochemickými pôdnymi profilmi v kombinácii so vzorkovaním sutiny a odkryvov. Lokálne sa použili geofyzikálne práce, prieskumné ryhy a vrty. Vzorky sa kvantitatívne analyzovali na Au (metódou AAS), lokálne na U a iné prvky, ako aj spektrálne (riečne – „streams" sedimenty, výber pevných vzoriek). Súčasťou prieskumu bolo aj mineralogické a geochemické hodnotenie študovaných lokalít.

Úmerne cieľom a doterajším výsledkom prieskumu uvádzame v práci základné informácie o nasledujúcich zistených a študovaných typoch mineralizácie:

1. stratiformná Au mineralizácia v čiernych metasedimentoch,
2. kremenno–uránovo–zlatonosné žily a žilníky (s apatitom),
3. kremené žily v karbonátových horninách s Au,
4. kremenno–antimonitová mineralizácia s Au v žilách a v žilníkovo-impregnačnom type zrudnenia,
5. stratiformná sulfidická (± Sn, W) mineralizácia.



Obr. 1. Poloha lokalít s Au mineralizáciou v staršom paleozoiku SGR. Členenie tektonických príkrovov podľa Greculu (1995). A – hranice staršieho paleozoika, B – gemerické granity, C – kremenno–antimonitové žily, D – lokality s Au mineralizáciou: 1 – Peklisko, 2 – Krátka dolina, 3 – Pintíková dolina–Šrámky, 4 – Tichovodská dolina, 5 – Christofori, 6 – Zlaté mlynky, 7 – Spišská baňa, 8 – Hrelíkov potok, 9 – Zimná voda, 10 – Hlboká dolina.

Fig. 1. Occurrences of Lower Paleozoic gold mineralization in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. Classification of tectonic nappes according to Grecula (1995). A – borders of Lower Paleozoic, B – Gemeric granites, C – quartz-stibnite veins, D – occurrences of Au mineralization 1 – Peklisko, 2 – Krátka valley, 3 – Pintíkova valley–Šrámky, 4 – Tichá voda valley, 5 – Christofori, 6 – Zlaté mlynky, 7 – Spišská baňa, 8 – Hrelíkov creek, 9 – Zimná voda valley, Hlboká valley.

1. Stratiformná Au mineralizácia v čiernych metasedimentoch

Typická lokalita tejto novozistenej Au mineralizácie je v doline Hrelíkovho potoka na J od Prakoviec. Výskyt sa lokalizoval na základe zistenej anomálie obsahu Au 19,1 ppm v riečnom (stream) sedimente bez zlatiniek vo vzorkách šlichov. Takáto indikácia je najpravdepodobnejšia pri výskytoch Au v stratiformných polohách tmavých litofácií. Ide tu pravdepodobne o výskyty zlatiniek submikroskopickej veľkosti.

Na lokalite v humelskom príkrove, v betliarskom súvrství s holeckými vrstvami sú v šírke do 300 m vyvinuté tmavosivé až čierne metasiltovce, miestami grafitické fylity s lokálnymi polohami lyditov. Hlavne v metasiltovcoch sa zistila nepriebežná vrstva hrubá 1–10 m, dlhá 700 m s obsahom v rozmedzí 0,006–2,55 ppm Au (podľa analýzy pôdnych vzoriek má priebeh dĺžku 1,8 km). Makroskopicky sa zistila premenlivá, málo koncentrovaná, rozptýlená pyritizácia. Zlatinky sa vo vzorkách makroskopicky ani mikroskopicky nezistili. Mineralizáciu mikroskopicky sprevádzajú nevýznamné vtrúseniny pyritu, arzenopyritu, chalkopyritu, galenitu a sfaleritu. Obsah analyzovaných prvkov je: C_{org} 0,26–2,48 %, Mo 10,2–24,3 ppm, Cu 8–168 ppm, Pb 7–1109 ppm, Ag <0,4–5,6 ppm a podľa spektrálnych analýz v kategóriách obsahov 0,01–0,1 % Zn, V, P, Bi, La, Ni, Co, Pb, Cu a 0,001–0,01 % Sb, Ag, Sn, Mo, Y, W, As, Nb, Yb, Ga a i.

Do tohto typu mineralizácie zaraďujeme aj indície mineralizácie v priestore kóty Kloptaň v Gelnickej (Zimná voda na J od Prakoviec), v Krátkej (okolie žily J-1) a v Kovandskej doline.

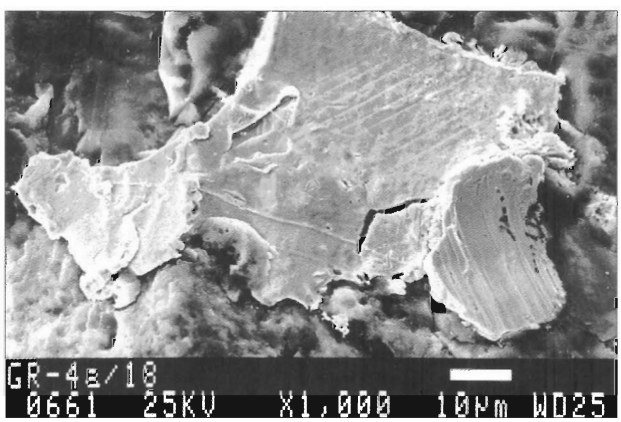
Výskum v týchto horninách potvrdzuje zvýšený obsah Au, Ag, Ca, Co, Cu, La, Mo, P, Pb, Sn, U, V, Y a C_{org} (napr. Rojkovič et al., 1992), ale aj As, B, Ba, Mn, Ni, Sb a Zn v mineralizovaných čiernych fylitoch a lyditoch v porovnaní s kremenno–(chloritovo)–sericitickými fylitmi s nízkym obsahom C_{org}. (Kuhn et al., 1987, 1992; Varček et al., 1989; Oružinský et al., 1989; Radvanec, 1981; Radvanec a Grecula, 1985; Grecula a Radvanec 1988; Rojkovič a Kuhn, 1997 ad.). Tieto prvky sú možným látkovým zdrojom metamorfne hydrotermálneho žilného a žilníkového zrudnenia, najmä ak prenikajú cez litofácie čiernych metasedimentov.

2. Kremenno–uránovo–zlatonosné žily a žilníky (s apatitom)

Ich výskyty sa zistili a preskúmali v betliarskom súvrství kojšovského a v smolníckom súvrství humelského príkrovu. Prvé orientačné údaje o nich už skôr publikovala Meľnikova (1973), Varček (1975), Varček et al. (1989), Novotný a Čížek (1979), ale aj nedávno – s vyš-

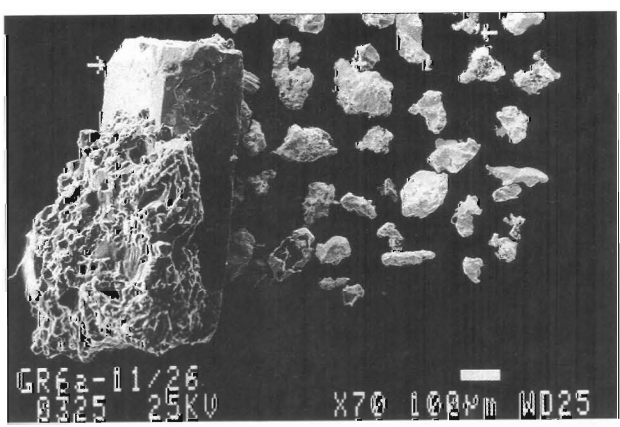
ším stupňom poznania – Rojkovič a Novotný (1993) a Rojkovič et al. (1997). Ako príklad uvádzame lokalitu Zimná voda v Gelnickej doline na J od Prakoviec v smolníckom súvrství. Inou lokalitou s podobnými geochemickými a mineralogickými charakteristikami, ale v prostredí holeckých vrstiev kojšovského príkrovu je Krátka dolina (žila J-1) a Peklisko (žila S-1 a S-2).

Na Zimnej vode – v prostredí sericitických a chloriticko-sericitických fylitov a metapsamitov s polohami svetlých epikvarcitov v horninách so znakmi externejšej kontaktnej metamorfózy gemerických granitov (humelská apofýza) – je preskúmaná kremená žila so sklonom 60–70° na J (bridličnatosť na S). V žile hrubej 5–30 cm v dĺžke 80 m tvoria U minerály a vtrúseniny zlata v hnedastom kremeni a miestami sú v žile aj makroskopicky viditeľné. V jemnozrnnom kremeni vystupuje hlavne uraninit, brannerit a arzenopyrit. Sprevádza ich pyrit, glaukodot, kobaltín, zlato, galenit, bizmut, bizmutín, tetraedrit, molybdenit, xenotím, monazit, rutil, sericit, chlorit, apatit a turmalín.



Obr. 2. Pliešky zlata na povrchu arzenopyritu. Umelý šlich zo žiloviny v ryhe GR-4a, Zimná voda.

Fig. 2. Native gold on the surface of arsenopyrite. Artificial heavy mineral concentrate from gangue material (trench GR-4a at Zimná voda valley).



Obr. 3. „Hubovité zlato" na kryštáli arzenopyritu a výber zlatiniek z umelého šlichu zo žiloviny v ryhe GR-6a, Zimná voda.

Fig. 3. "Sponge gold" on arsenopyrite crystal and selected gold grains from heavy mineral concentrate from gangue material in trench GR-6a at Zimná voda valley.

Zlato sa v kremenných žilách vyskytuje v podobe 2 až 100 µm veľkých zŕn. Najväčšie zrná zlata (do 200 µm, zriedkavo až do 750 µm) možno pozorovať v oxidačných produktoch žilnej výplne s hojným goethitom a skoroditom a sú najpravdepodobnejšie hypergénneho pôvodu.

Vo vzorkách z geologických rýh sa zisťoval obsah Au (zo zásekových vzoriek 0,1–760 ppm, v priemere 32 ppm Au) a z umelých šlichov aj charakteristiky separovaných zlatiniek (viac ako 300 kusov) v asociácii so sprievodnými minerálmi (arzenopyrit, pyrit, kremeň, skorodit, limonit a i).

Zlatinky z umelých šlichov žiloviny v zrnitostnom rozpätí 30–300 µm sú oválne, lalokovité, hrudkovité, redšie vypĺňajú pukliny a medzizrnové priestory v starších mineráloch (obr. 2, 3). Ich povrch je šupinkovitý, laločnato–konkávny, hladký, hubovitý, niekedy aj s náznakmi idiomorfného oktaedrického obmedzenia. Vyskytujú sa v kremeni, uraninite, brannerite, zriedkavejšie aj v arzenopyrite, glaukodote a bizmutíne. Zlato obrastá predchádzajúce minerály, uzatvára ich alebo v nich tvorí tenké žilky (obr. 2). Napr. vyseparovaný uraninit s hmotnosťou 0,104 g obsahoval 0,56 ppm Au a jeho zrasty s arzenopyritom v hmotnosti 0,09 g obsahovali 5,31 ppm Au.

Chemické zloženie zlata (WDX a EDX analýzy) kolíše od 85,8 do 97,3 hm. % Au, od 2,7 do 14,0 hm. % Ag, od 0,5 do 2,6 hm. % Hg, od 0 do 0,3 hm. % Cu a od 0 do 0,9 hm. % Bi. Rýdzosť zlata sa pohybuje od 773 do 954.

Geochemickým štúdiom bezprostredných okolitých hornín aj žily sa zistilo, že akumulácie U sprevádzajú výrazne vyšší priemerný obsah Au, Y a prvkov vzácnych zemín (TR), najmä ťažkých. Kremenné žily s U-Au (TR) mineralizáciou, ktoré pretínajú horniny staršieho paleozoika gemerika (čierne fylity a lydity), sú výrazne obohatené o U, Au, Cu, Pb, Ca, Y, P, Th, Ag, Co, Sr, La a Mo. Obohatenie odráža prítomnosť apatitu, xenotímu, uraninitu, zlata a arzenopyritu v žilách. Lokálne sa potvrdil zvýšený obsah W.

Kremenné žily s U-Au (prípadne TR) mineralizáciou nielen na opisovanej lokalite, ale aj vo všetkých študovaných územných celkoch prejavujú výraznú priestorovú a čiastočne aj látkovú spätosť s gemerickými granitmi so zvýšeným obsahom U, Sn, Th a B. Významným zdrojom kovov mohli byť okolité sedimenty, najmä čierne fylity, lydity a fosfáty vystupujúce s nimi v asociácii. Tie boli pravdepodobným zdrojom Au, Ag, Mo (čiastočne aj U) a sprievodné fosfáty pravdepodobným zdrojom REE v žilách (Rojkovič et al., 1995).

Asociácia uraninitu, branneritu, molybdenitu, turmalínu, apatitu a monazitu reprezentuje vysokotermálnu mineralizáciu v aureole humelského granitu. Sulfidická mineralizácia, ktorú zastupuje arzenopyrit, glaukodot, kobaltín, zlato, tetraedrit, bizmut, bizmutín a galenit, predstavuje mladšiu fázu mineralizácie.

Varček (1975) predpokladal na základe teploty dekrepitácie teplotu pri vzniku študovanej žilnej U mineralizácie

od 330 do 220°C. Teplota homogenizácie fluidných uzavrenín v kremeni v asociácii s U mineralizáciou kolíše od 450 do 300° C, kým v kremeni v asociácii so sulfidmi od 280 do 240° C. Pri hypergénnych procesoch vznikal goethit, limonit, skorodit a mobilizovalo sa tu aj Au, pričom sa vytvorili aj početné veľké zlatinky.

Zvláštnosťou U, Au a TR minerálnej paragenetickej asociácie je prítomnosť sulfoarzenidov Co-Fe-Ni (arzenopyritu, glaukodotu a kobaltínu) a bizmutínu, ktorá sa prvý raz zo Západných Karpát opísala na tomto výskyte (Rojkovič et al., 1997).

3. Kremeňové žily v karbonátových horninách s Au

Ide o novú zistenú mineralizáciu Au v SGR, primárne indikovanú anomálnym obsahom Au v riečnych (streams) sedimentoch (maximálne 46,5 ppm Au) v Tichovodskej doline s málo výraznou indikáciou zlatiniek v šlichoch.

V humelskom príkrove v betliarskom súvrství v grafitických fylitoch a metasiltovcoch s vložkami lyditov sú rozšírené šošovkovité telesá sedimentárnych karbonátových hornín (Šedlovská skala a širšie okolie). Sú metamorfované (miestami mramorizované) a metasomaticky zmenené (vápenec–dolomit–magnezit), príp. prekremenené a lokálne skrasovatené. Hlavne na ich nadložnej hranici pri styku s fylitmi sa vyvinula ložná žila kremeňa. Podľa viacerých oddelených odkryvov má sklon 15–25° na S, hrúbku 0,5–1,5 m a tvorí ju biely, sklovitobiely až hnedastý kremeň bez viditeľnej mineralizácie. Iba výnimočne sa v hnedastom kremeni zistil pyrit a malachit. V karbonátoch sa pri styku so žilou nachádzali ojedinelé vtrúsené zrniečka pyritu.

Žila sa vo VSV smere na svahoch Tichovodskej doliny sledovala v nesúvislej dĺžke 800 m. Podobný výskyt sa zistil na svahoch Pintíkovej doliny–Šrámky pod Balochovou hoľou, ako aj v banskom poli Christofori v závere Tichovodskej doliny.

Prítomnosť Au sa overovala vzorkovaním kremennej žily a priliehajúcich karbonátov v odkryvoch, sutine a v prieskumných ryhách. V kremennej žile na styku s karbonátmi sa zistil obsah Au 0,01–0,07 ppm z bodových vzoriek, ale vo väčšine hrúbky sa Au nevyskytovalo. V karbonátoch v podloží žily sa pri hrúbke do 2 m zistil obsah Au 0,01–1,72 ppm (odkryv mM-1277, Tichovodská dolina). V priestore prieskumných rýh sa v odkryvoch (mM-642) z bodových vzoriek stanovil v žile obsah Au 0,44–2,25 ppm a v karbonátoch 3,15–9,75 ppm Au, avšak väčšina vzoriek bola bez Au. Podobná je situácia v ryhách, ale s obsahom Au v žile <0,01–0,36 ppm a v karbonátoch <0,01–0,58 ppm Au. V karbonátoch sa stanovil aj As (27 ppm), Hg (0,041 ppm), Sb (1,5 ppm), Cu (292 ppm) a Ag (<0,2ppm).

Na výskyte Pintíková–Šrámky v kremennej žile sa na styku s karbonátmi (bod mM-450) zistil obsah Au 0,01–2,38 ppm, v karbonátoch do 0,2 ppm Au a v banskom poli Christofori v karbonátoch (bod mM-1410) obsah 4,32 ppm Au (jediná vzorka). Au sa makroskopicky ani mikroskopicky v týchto výskytoch doteraz nezistilo.

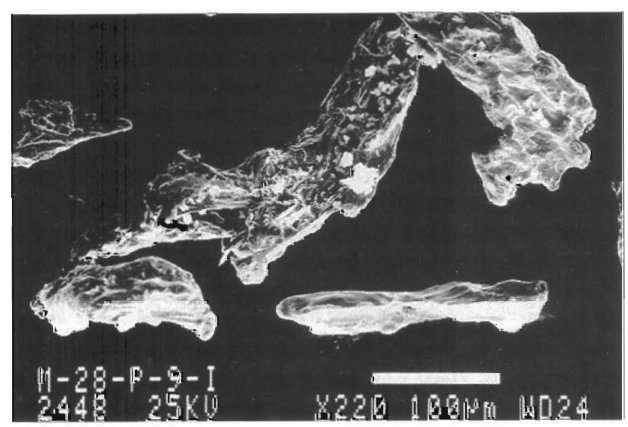
Priestorovú pozíciu žíl na rozhraní karbonátov a grafitických fylitov pravdepodobne podmieňuje nerovnaká plasticita hornín. Zdrojom Au mineralizácie v kremeni a karbonátoch môžu byť tmavé metasedimenty betliarskeho súvrstvia a vznik mineralizácie sa viaže na metamorfno–hydrotermálny proces.

4. Kremeňovo-antimonitová mineralizácia s Au v žilách a v žilníkovo-impregnačnom type zrudnenia

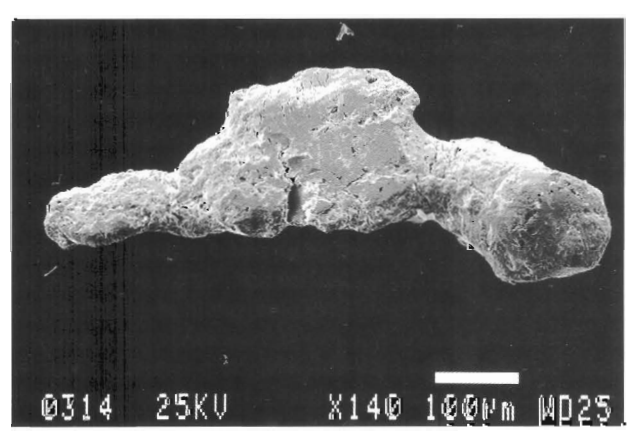
Prieskum na výskyt Au v týchto štruktúrach pred rokom 1992 nepriniesol pozitívne výsledky.

V území sa žilná Sb-Au mineralizácia prejavuje jednak zvýšeným obsahom zlatiniek v šlichoch (napr. v Majerskej doline 11 a v závere Štofovej doliny 13 zlatiniek) alebo menej v anomálnom obsahu Au v riečnych (streams) sedimentoch.

Štúdium mineralizácie kremenno–antimonitovo–zlatonosných žíl na území Betliarska dolina–Rožňavská doli-



Obr. 4. Výber zlatiniek zo šlichu v Rožňavskej doline (M-28).
Fig. 4. Selected gold grains, heavy mineral concentrate from the Rožňava valley (M-28).



Obr. 5. Homogénna zlatinka zo šlichu v Starovodskej doline (T-75).
Fig. 5. Homogeneous gold grain, heavy mineral concentrate from the Stará Voda valley (T-75).

na-Jamina–Štofova dolina sa obmedzilo iba na vzorky z haldového materiálu niektorých lokalít – Straková (Betliarska dolina), Štofova dolina (Spišská baňa) a žila Juraj v Bystrom potoku. Okrem toho sa geochemickými profilmi skúmala lokalita Zlaté mlynky v Starovodskej doline. Výsledky korešpondujú s výsledkami pracovníkov skúmajúcich tieto ložiská alebo výskyty v minulosti (Kantor, 1952, 1953; Drnzíková, 1958; Pecho, 1978, 1980, 1987; Rozložník a Slavkovský, 1980; Ilavský, 1980; Beňka, 1980; Grecula, 1982; Václav, 1980; Radvanec, 1982; Gargulák et al. 1985; Rozložník, O., 1986; Mesarčík, 1987, atď.). Ucelenejší pohľad na perspektivitu zvýšených koncentrácií Au z nových výsledkov poskytujú výsledky šlichovania (obr. 4, 5) a štúdia riečnych (streams) sedimentov.

Na kompletizáciu poznatkov uvádzame aspoň stručný prehľad mineralogickej výplne antimonitového typu žilnej mineralizácie v sledovanom území.

Žily vystupujú v metapelitoch a kyslých metapyroklastikách staršieho paleozoika prevažne humelského príkrovu. Sú v pruhu v oblasti Betliara, Čučmy, Rožňavskej doliny, Bystrého potoka, Štofovej a Tinesovej doliny, Zlatej Idky a Poproča. Sú viac-menej šošovkovité, tektonicky rozvlečené na výrazných tektonických líniách. Ich smer v západnej časti je JZ–SV, v strednej a východnej V–Z.

Minerálna výplň žíl je prevažne kremenno–sulfidická a skladá sa najmä z kremeňa a antimonitu. Vo vrchnejších častiach žíl sa častejšie, no v menšom množstve vyskytuje pyrit, galenit, sfalerit, chalkopyrit, tetraedrit, jamesonit, chalkostibit, berthierit, arzenopyrit, zriedkavejšie aj zlato. V niektorých žilách však boľ obsah Au a Ag významný (napr. v Čučme, Zlatej Idke). Podľa literatúry možno uviesť, že do hĺbky pribúda arzenopyrit, pyrit a zlato. Podľa Pechu (1980) sa zlato viazalo predovšetkým na kremenné žily v blízkosti gemerických granitov, ale známe je aj z antimonitu s pyritom a arzenopyritom. Na lokalite Straková obsah Au dosahoval 1,2–3,23 ppm a s hĺbkou jeho obsah rástol od 3,6 do 39 ppm (Pecho, 1978).

Na ložisku Spišská baňa pribúda ku kremenno–antimonitovej mineralizácii aj W mineralizácia. Ložisko je v komplexe čiernych sericitických fylitov s polohami porfyroidov. Ruda tu vytvára (aj podľa úlomkov z haldového materiálu) šošovky až impregnácie v horninách, ako aj celistvú rudninu. Okrem spomenutých minerálov bol zvláštnosťou mineralizácie výskyt scheelitu, ferberitu a volframitu (Kantor, l. c., a ď.). Zlato sa vyskytovalo iba sporadicky. Zlatinky boli veľké do 0,03 mm.

Podrobnejší geochemický prieskum sa vykonal v závere Starovodskej doliny (medzi Rožňavskou dolinou a Jaminou) v kremenno–antimonitovo–zlatých žilách (Zlaté mlynky, Štampová I a II), ale aj v okolitých alterovaných porfyroidoch. Obsahom Au 0,005–1,44 ppm v pôde, sutine a v starých odvaloch sa tu v dĺžke 1,4 km overila Au mineralizácia. Au mineralizácia sa doteraz nezistila makroskopicky ani mikroskopicky.

V oblasti výskytu kremenno–antimonitovo–zlatých žíl sa zistili časté impregnácie sulfidov, najmä pyritu a arzenopyritu v čiernych fylitoch. Opísali sa odtiaľ aj geochemické anomálie Sb (Radvanec in Grecula a Kucharič, 1985; Gargulák et al., 1985), ktoré do istej miery signalizujú možnosť vzniku Sb ložísk s Au mobilizáciou prvkov z hornín betliarskeho súvrstvia pri metamorfno-hydrotermálnych procesoch v úzkej spätosti s intrúziami gemerických granitov.

5. Stratiformná sulfidická (± kassiteritová) mineralizácia

Túto mineralizáciu predstavujú ložiská a výskyty v staršom paleozoiku SGR označované ako stratiformné polymetalické, resp. strataboundové rudy. Začleňujú sa do nej aj polymetalické zrudnenia rozšírené hlavne v oblasti Pintíkovej doliny (Hermitka), Čučmy, Bystrého potoka (v jeho aluviálnych náplavoch sa zlato ryžovalo už v stredoveku, Ilavský et al., 1964), Mníška nad Hnilcom, Hutnej doliny, Prakoviec a Zlatej Idky. Pyritový typ mineralizácie smolníckeho typu sa v sledovanom území nevyskytuje.

Predstaviteľom stratiformného typu ložísk v oblasti je Alžbeta v Bystrom potoku v polohách čiernych fylitov viažucich sa na laminované sericiticko–chloritické bridlice. Absolútny vek zrudnenia je od 460 do 570 mil. rokov (Kantor, 1962). Jeho rudnú výplň tvorí prevažne pyritovo–pyrotínová mineralizácia s premenlivým obsahom sfaleritu, galenitu, chalkopyritu, tetraedritu, chalkostibitu, jamesonitu, zlata, kassiteritu, kremeňa, magnetitu, karbonátov, cinvalditu, apatitu a muskovitu.

Podľa Kantora (1953) polymetalická ruda obsahuje 1–3 ppm Au, 10–30 ppm Ag a do 1,06 % Sn. Pecho (1987) zo vzoriek z ložiska udáva 28–40 ppm Au.

Zlato je vcelku veľmi vzácne a zvyčajne asociuje s pyritom mladšej generácie. Vystupuje v podobe nepravidelných pórovitých (machovitých) zrniečok do 100 μm v intergranulárach spolu s kremeňom. Mikroanalýza udáva zloženie 92,15 hm % Au, 7,36 hm % Ag, 0,06 hm % Hg.

Ložiskovú výplň tvoria dva typy zrudnenia: staršie, pyritové s malým obsahom chalkopyritu, sfaleritu, magnetitu a kremeňa (má svetlejšiu farbu), a mladšie, polymetalické, lokalizované v predchádzajúcom type, tmavšie sfarbené hojným tmavým sfaleritom, galenitom a pyrotínom. Najpravdepodobnejšie sa na najmladší typ zrudnenia viaže aj vznik zlata. Jeho prítomnosť v ložisku potvrdzujú početné zlatinky v šlichoch tejto oblasti (maximálne 23 zlatiniek) a analýzy v riečnych (streams) sedimentoch okolitých prítokov (maximálne 5,2 ppm Au).

Je pravdepodobné, že tento typ zrudnenia vznikol pri sedimentárno–exhalačných procesoch v sedimentačnej morskej panve v silne redukčnom prostredí vo fácii čiernych bridlíc s nasledujúcou metamorfnou remobilizáciou.

Záver

Historicky sú v SGR známe výskyty zlata v žilách s antimonitom a v stratiformných sulfidických polohách. Iba nedávno zistená U-Au mineralizácia v kremenných žilách a žilníkoch sa teraz podrobnejšie skúmala v závere

doliny Zimná voda. Nové sú údaje o rozptýlenej mineralizácii Au stratiformného typu v tmavých horninách betliarskeho súvrstvia v oblasti Hrelíkovho potoka, ako aj na kontakte kremenných žíl so sedimentárnymi karbonátmi v závere Starovodskej doliny.

Podľa pozície mnohých výskytov a typov Au mineralizácie v betliarskom súvrství, ktorého geochemická charakteristika poukazuje na primárne zvýšenie obsahu kovov, sa dá predpokladať, že zdrojový materiál mobilizácie môže pochádzať práve z tohto súvrstvia. Impulzom mobilizácie a lokálnej koncentrácie boli metamorfno–hydrotermálne procesy, ako aj intrúzia gemerických granitov.

Poďakovanie. Prieskumné, výskumné a laboratórne práce úlohy finančne zabezpečovala sekcia geológie a prírodných zdrojov Ministerstva životného prostredia SR. Za výsledky laboratórnych prác ďakujú autori pracovníkom laboratória elektrónovej mikroanalýzy GS SR v Bratislave (Dr. Siman, Dr. Konečný, Dr. Stankovič, Dr. Ďurík) a laboratória Geologického ústavu SAV v Banskej Bystrici (Dr. András, E. Paulínyová, A. Svitáčová).

Literatúra

Beňka J., 1980: Niekoľko poznámok k mineralogickým a paragenetickým pomerom na Sb ložiskách Betliar-Čučma. *In: Ilavský J. (Ed.): Antimónové rudy Československa, 127–132*

Drnzíková, L., 1958: Správa o mineralogickom štúdiu žíl „Rozabella" a „Margita" na lokalite Spišská baňa. *Manuskript – archív GP, Spišská Nová Ves.*

Gargulák, M., Chmelík, J. & Böhmer, L., 1985: Zhodnotenie prognóz Sb rúd v oblasti Zlatý stôl–Bystrý potok. *Manuskript – archív GP, Spišská Nová Ves.*

Gargulák, M. & Václav, J., 1985: Charakteristika antimonitových žíl južne a juhovýchodne od masívu Zlatého stola v Spišsko-gemerskom Rudohorí. *Geol. Práce, Spr., 82, 157–173*

Grecula, P., 1982: Gemerikum – segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy. *Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 263.*

Grecula, P. & Kucharič, L., 1985: SGR-geofyzika, čiastková záverečná správa strednej časti SGR. *Manuskript – archív GP, Spišská Nová Ves.*

Grecula, P. & Radvanec, M., 1988: Mobilization of metals from the Lower Paleozoic black metapelites during metamorphic events (Spišsko-gemerské rudohorie Mts., West Carpathians). *Proc. IGCP 254 Inaugural meeting, Prague, 29–33*

Grecula, P. (Ed.), 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského Rudohoria. *Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 829.*

Ilavský, J., 1964: Metalogenéza pyritových zrudnení diplogenetického typu v silúre okolia Smolníka. Zpr. geol. výsk. v roku 1964, časť 2. *Manuskript – archív GP, Spišská Nová Ves, 34–37*

Ilavský, J., 1980: Regularities of spatial distribution of antimony ore mineralization in West Carpathians. *In: Antimónové rudy Československa. GÚDŠ, Bratislava, 31–46*

Kantor, J., 1953: O volfráme na antimonitovom ložisku v Spišskej Bani JZ od Mníška nad Hnilcom. *Geol. Sbor., SAV, 1–2, 83–110.*

Kantor, J., 1962: Izotopy „obyčajného" olova na niektorých západokarpatských ložiskách. *Geol. Práce, Zoš., 61, 175–199.*

Khun, M., Jarkovský, J., Šimánek, V. & Jančula, D., 1987: Zlato a niektoré ďalšie stopové prvky v čiernych bridliciach ložiska Slovinky. *In: Jarkovský, J. & Beňka, J. (Eds.): Zlato v Západných Karpatoch. GÚDŠ, Bratislava, 87–92*

Khun, M., Turanová, L. & Zlocha, M., 1992: Black „shales" of the Nižná Slaná deposit. Part II: Trace elements. *In: Metallogeny and Anoxic Environments. Prague, 47–50*

Meľnikova, A. M., 1973: Kratkije svedenija o mineraľnom sostave nekotorych uranovych rudoprojavlenij Slovakii. *Manuskript – archív GR uránového priemyslu ČSSR, Příbram, 89.*

Mesarčík, I., 1987: Záverečná správa Čučma Sb-Sn – I. podetapa. *Manuskript – archív GP, Spišská Nová Ves.*

Novotný, L. & Čížek, P., 1979: Nový výskyt uránu a zlata južne od Prakoviec v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Mineralia Slov., 11, 188–190.*

Oružinský, V., Depta, M. & Miškovic, J., 1989: Black schists and lydites from the western part of the Gelnica Group, in the contact zone of Gemericum and Veporicum (surroundings of Kociha). *In: Metallogeny and anoxic sediments. Charles University, Praha, 32.*

Pecho, J., 1978: Niektoré problémy metalogenézy antimonitových ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Geol. Práce, Spr., 71, 13–37.*

Pecho, J., 1980: Štruktúrno-geologické pomery antimonitových ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí. *In: Ilavský J. (Ed.): Antimónové rudy Československa. GÚDŠ, Bratislava, 103–114.*

Pecho, J., 1987: Niekoľko novších údajov o výskytoch zlata v gemeridách. *In: Jarkovský, J. & Beňka, J. (Eds.): Zlato v Západných Karpatoch. GÚDŠ, Bratislava, 81–95.*

Radvanec, M. & Grecula, P., 1985: Geochemické anomálie Sn a Mo v rudonosnom vulkanickom horizonte staršieho paleozoika gemerika. *Mineralia Slov., 17, 563–568*

Radvanec, M., 1988: Mobilizácia kovových prvkov v regionálnej metamorfóze fácie staršieho paleozoika gemerika. *[Kandidátska dizertačná práca.] Manuskript – archív GP, Spišská Nová Ves.*

Radvanec, M., Grecula, P., Návesňák, D. & Kobulský, J., 1993: Zonálnosť submarinno–exhalačnej mineralizácie v oblasti Mníška nad Hnilcom a Prakoviec; staršie paleozoikum gemerika. *Mineralia Slov., 25, 249–262*

Radvanec, M. (Ed.), 1982: SGR-geofyzika, výsledky pôdnej geochemickej prospekcie východnej časti SGR. *Manuskript – archív GP, Spišská Nová Ves.*

Rojkovič, I. & Novotný, L., 1993: Uránové zrudnenie v gemeriku. *Mineralia Slov., 25, 368–370.*

Rojkovič, I., Puškelová, Ľ., Khun, M. & Medveď, J., 1995: U-REE-Au in veins and black shales of their environmental impacts. *A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 789–792*

Rojkovič, I., Háber, M. & Novotný, L., 1997: U-Au-Co-Bi-REE mineralization in the Gemeric unit (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Carpath., 48, 5, 303–313.*

Rojkovič, I. & Kuhn, M., 1997: Metamorphosed Paleozoic black shales in the Western Carpathians, Slovakia. *Mineral Depos., Balkema, Rotterdam, 103–106.*

Rozložník, L. & Slavkovský, J., 1980: Niektoré štruktúrne vlastnosti ložísk antimonitových rúd v Spišsko-gemerskom rudohorí. *In: Ilavský, J. (Ed.): Antimónové rudy Československa, 115–126*

Rozložník, O. (Ed.), 1986: Záverečná správa Čučma-Grexa, Sb-rudy, VP. *Manuskript – archív GP, Spišská Nová Ves.*

Václav, J., 1980: Výsledky geochemickej prospekcie na Sb z oblasti Betliara. *In: Ilavský, J.(Ed.): Antimónové rudy Československa, 133–140.*

Varček, C., 1975: Mineralogický výskum žilnej U-mineralizácie v centrálnej časti SGR. *Manuskript – archív Katedry nerastných surovín PF UK, Bratislava, 214.*

Varček, C., Depta, M., Miškovic, J. & Oružinský, V., 1989: Preliminary results of complex study of anoxic rocks from western part of Gemericum (Paleozoic, Western Carpathians). *In: Metallogeny and anoxic sediments. Charles University, Praha, 31.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 217–224

Genetické typy zlata v oblasti Magurky (Nízke Tatry)

FRANTIŠEK BAKOŠ a MARTIN CHOVAN

Katedra mineralógie a petrológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava
e-mail: bakos@fns.uniba.sk, chovan@fns.uniba.sk

(Doručené 9. 4. 1999)

Genetical types of gold from Magurka deposit (Nízke Tatry Mts.)

Sb–Au deposit Magurka lies in Hercynian granitoids of the Nízke Tatry Mts. On the deposit we can distinguish two generations of primary gold. Oldest one with high fineness (950) is bounded to quartz-arsenopyrite-pyrite mineral assemblage, later gold with lower fineness (879) occurs in Pb-Sb-Cu sulphide mineral assemblages. Gold crystallized as one of the latest mineral in mineral stages. Content of silver in gold is from 0.3 to 15.0 wt.%, content of other elements (Cu, Fe, Sb, Hg, Te and Bi) is no more than 0.X wt. %. Placer gold is disseminated in the upper part (deep up to 2.5 m) of alluvial sediments. Flaky and fine-grained nuggets of gold under 0.2 mm in size is dominant. Under the supergene conditions during transport the silver is leached from whole gold grains.

Key words: Western Carpathians, generations of primary gold, change of chemical composition, alluvial gold

Úvod

Oblasť Magurky je známa ťažbou Au z náplavov Lupčianky a neskôr hlbinnou ťažbou už od 13. storočia. V čase rozkvetu koncom 18. a v prvej polovici 19. storočia bola Magurka jedným z najväčších Sb–Au ložísk v Európe. Ložisko sa nachádza na S od hlavného hrebeňa Ďumbierskych Nízkych Tatier medzi Latiborskou hoľou (k.1643) a osadou Magurka. Stopy po ryžovaní sa tiahnu pozdĺž toku Lupčianky v úseku dlhom vyše 6 km. Naša práca nadväzuje na výskum Chovana et al. (1995) a dopĺňa poznatky o vystupovaní zlata na tomto ložisku. Po niekoľkoročnom úsilí sa podarilo získať dostatok rudných vzoriek s makroskopicky viditeľným zlatom, ako aj dostatočné množstvo aluviálneho zlata. Počas opravy mostov cez Lupčianku sa podarilo získať cenné informácie aj o distribúcii Au v aluviálnych sedimentoch Lupčianky.

Geologická stavba územia

Študované územie budujú prevažne granitoidné horniny kryštalinika Ďumbierskych Tatier (obr. 1). Metamorfity sú zastúpené zriedkavo. V oblasti Malého Železného sa vyskytujú staropaleozoické fylity až svory typu Klinisko (Michálek, 1998a). V menšej miere vystupujú aj telesá a žily bázických hornín. Kryštalinikum lemujú sekvencie obalového mezozoika, krížňanský a Chočský príkrov. Terasy v Lupčianskej doline, ako aj jej výplň sú riečneho pôvodu a strednopleistocénneho až mladopleistocénneho veku (Biely a Bezák, red., 1997).

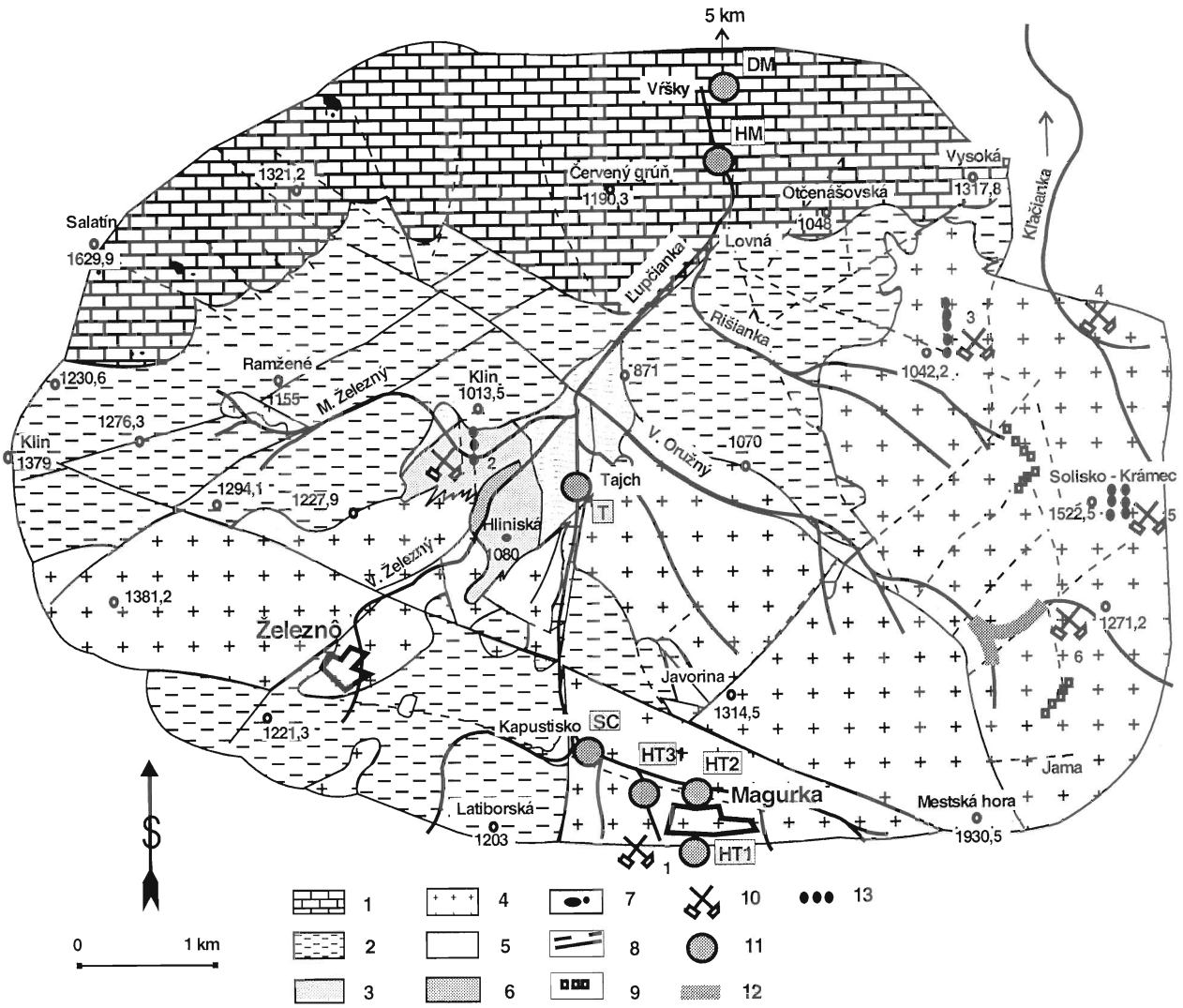
V oblasti Magurky je niekoľko ložísk a menších výskytov Sb–Au mineralizácie. Najvýznamnejší je magurský žilný systém smeru V–Z skladajúci sa z niekoľkých paralelných žíl s hrúbkou od cm až do niekoľkých m (Koutek a Pouba, 1957; Chovan et al., 1995). Menšie výskyty Sb mineralizácie sú na Malom Železnom a Rišňanke (Majzlan et al., 1998; Michálek, 1998a), na Kľačianke, Krámici a vo Veľkom Oružnom potoku (Bakoš, 1998).

Metodika

Vzorky rudy na doplňujúce mineralogické štúdium sú z haldového materiálu štôlne Kilián. Vyhodnotilo sa 32 rudných vzoriek s makroskopicky viditeľným zlatom. Zlato sa analyzovalo na rtg. mikroanalyzátore JEOL JXA 840 A (CLEOM Prírodovedecká fakulta UK) za týchto podmienok: 20 kV, 15 nA, štandardy: Te, Sb, Ag, Bi, Fe, Cu, Au a Hg (HgS). Fotografie v odrazených elektrónoch sa robili na prístroji JXA 840 A (Prírodovedecká fakulta UK).

Šlichy sa odobrali štandardnou metódou z cca 15 kg materiálu (frakcia pod 3 mm) a laboratórne sa upravili na Prírodovedeckej fakulte UK. Mineralogicky sa zhodnotilo vyše 0,5 g aluviálneho zlata, čo je niekoľko desiatok tisíc zŕn (na 1 g pripadá 100–150 tisíc zŕn magurského zlata).

Profil stavebnej jamy „hornéhо mosta" sa vzorkoval po 0,5 m úsekoch a odobratý materiál sa šlichoval. Veľkoobjemové vzorky sa spracúvali na mieste odberu na splave s rozmermi 1980 a 400 mm. Dno splavu bolo vystlané špeciálnou textíliou prichytenou mriežkou. Získaný



Obr. 1. Schematická geologická mapa okolia Magurky s vyznačením miest odberu vzoriek (upravené podľa Michálka (1998). 1 – sekvencie krížňanského príkrovu, 2 – sekvencie obalového mezozoika, 3 – leukokratný granit typu Klinisko, 4 – granit–granodiorit prašivského typu, 5 – fylity typu Klinisko, 6 – diorit (Veľké Železné), 7 – telesá bazaltov (jura?), 8 – zlomy (overené, predpokladané), 9 – žily bázických hornín, 10 – staré banské práce (1 - Magurka, 2 - Malé Železné, 3 - Rišianka, 4 - Kľačianka, 5 - Krámec, 6 - Veľká Oružná), 11 – miesta odberu vzoriek (HT1, 2, 3 – horný tok, SC – šachtica EnviGeo, s. r. o., T – Tajch, HM – „horný most", DM – „dolný most"), 12 – Au anomália podľa šlichovej prospekcie (horná časť doliny Veľká Oružná), 13 – hydrotermálne žily.

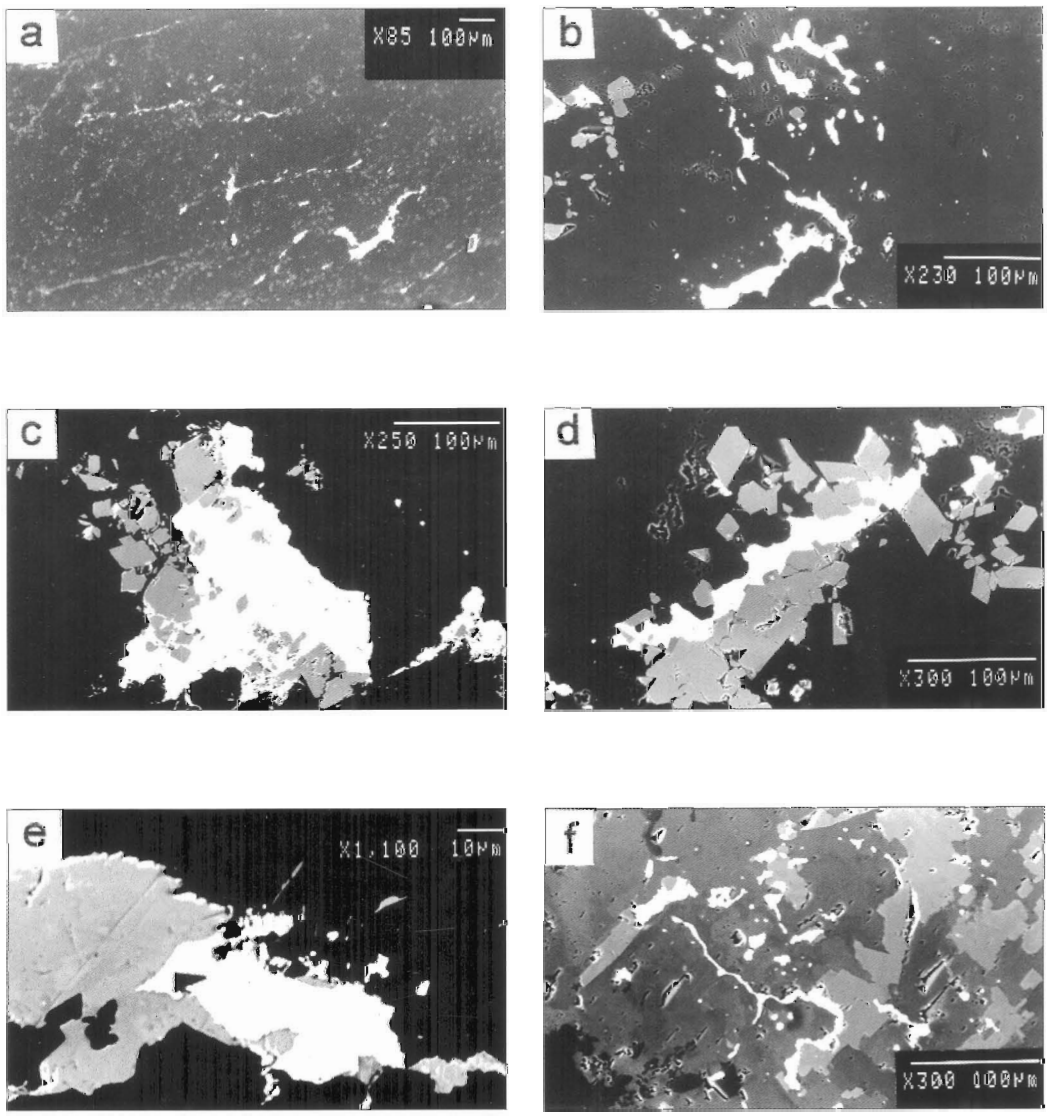
Fig. 1. Schematic geological map of vicinity of Magurka deposit with localization of samples (adapted after Michálek, 1998). 1 – Krížna nappe, 2 – Mesozoic sedimentary cover, 3 – leucocratic granite, type Klinisko, 4 – granite–granodiorite, type Prašivá, 5 – phyllite, type Klinisko, 6 – diorite (Veľké Železné), 7 – basalts (Jurassic?), 8 – faults, 9 – veins of basic rocks, 10 – old mines (1 - Magurka, 2 - Malé Železné, 3 - Rišianka, 4 - Kľačianka, 5 - Krámec, 6 - Veľká Oružná), 11 – localization of samples (HT 1, 2, 3 – upper brook, SC – pit (EnviGeo, s. r. o.), T – Tajch, HM – upper bridge, DM – lower bridge), 12 – Au anomaly in heavy–mineral concentrates (Veľká Oružná), 13 – hydrothermal veins.

koncentrát sa šlichoval a po zhodnotení amalgámoval. Výťažnosť zlata splavom odhadujeme na 80 %.

Zlato z primárnej mineralizácie

Na základe 32 rudných vzoriek s makroskopickým zlatom z haldového materiálu štôlne Kilián ložiska Magurka sa urobilo doplňujúce mineralogické šúdium zamerané na postavenie Au v jednotlivých paragenetických asociáciách.

Štúdiom paragenetických vzťahov a chemického zloženia sa zistili dve generácie zlata. Najväčšia časť zlata 1. generácie sa viaže na biely, ružový, sivobiely, sivý až čierny kremeň. Makroskopicky je kremeň masívny, ale porušený sieťou mikroskopických trhlín, ktorých dĺžka len zriedka prekračuje niekoľko mm. Trhliny a priestor medzi zrnami sú vzácne vyplnené zrniečkami zlata a ich morfológiu určuje tvar trhliny (obr. 2a). Prevažujú zlatinky plieškovitého tvaru a sploštené hrudky. Zrnká sa vzácne spájajú do tenkých žiliek. Zlato ojedinele vytvára

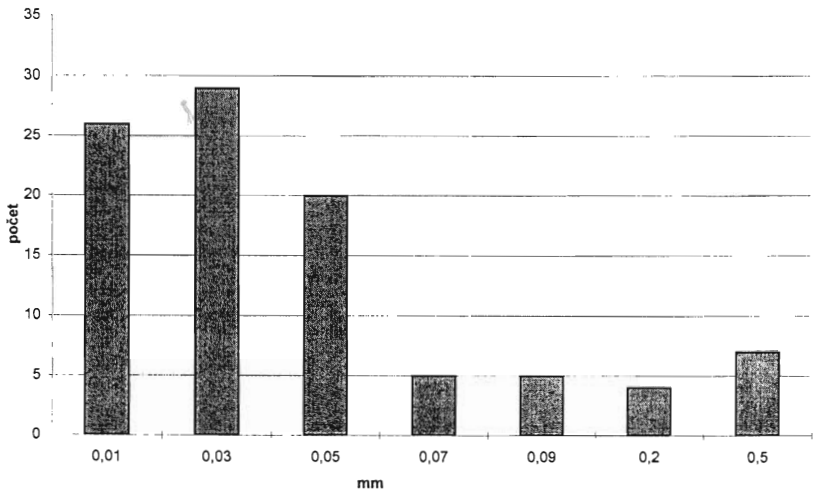


Obr. 2. Primárne zlato z Magurky. a – zlato (biele) viazané na trhliny v kremeni (sivý), SEM. b – kremeň (tmavosivý) prerastený zlatom (biele) s impregnáciami arzenopyritu (svetlosivý). SEM. c – prerastanie arzenopyritu (sivý) so zlatom (biele) v kremeni (čierny). SEM. d - zlato (biele) v asociácii s arzenopyritom (sivý) v kremeni (tmavosivý). SEM. e – zlato (biele) zatláčané zinckenitom (sivý) v kremeni (čierny). SEM. f – zlato (biele) v žilke karbonátov a mladšej generácie kremeňa (odtiene sivej) s reliktmi staršieho kremeňa (čierny). SEM.

Fig. 2. Primary gold from Magurka deposit. a - gold (white) in joints in quartz (grey). SEM image. b - quartz (dark grey) penetrated by gold with impregnations of arsenopyrite (grey). SEM image. c – an intergrowth of arsenopyrite (grey) with gold (white) in quartz (black). SEM image. d – an intergrowth of gold (white) with arsenopyrite (grey) in quartz (black). SEM image. e - Gold (white) is affected by zinckenite (grey) in quartz (black). SEM image. f – Gold (white) in vein of carbonates and younger quartz (grey). relicts of oldest quartz is in black. SEM image.

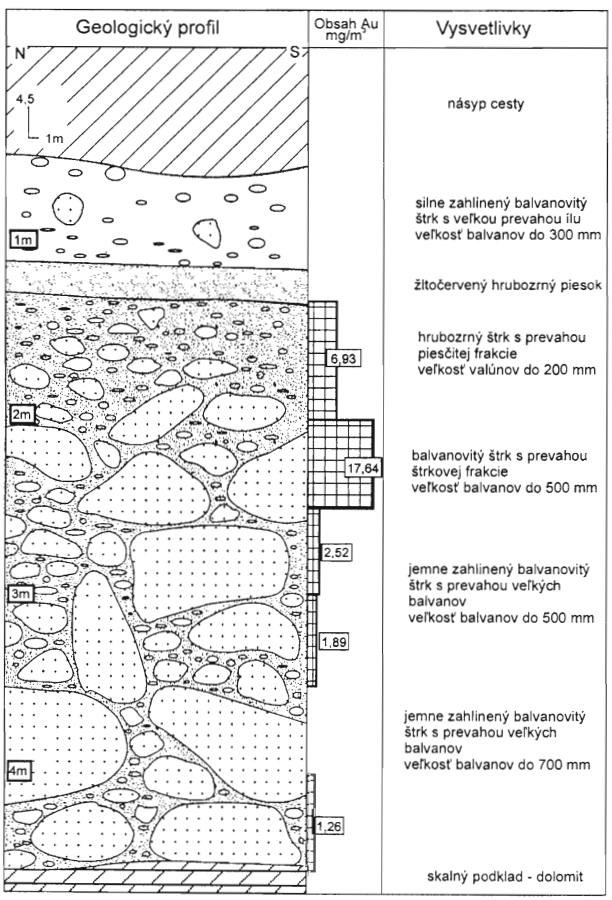
Tab. 1
Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy zlata z primárnej mineralizácie
Representative X-ray microanalyses of gold from the primary mineralization

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Au	93,81	93,65	91,15	91,12	92,28	91,99	84,50	87,85	84,51
Ag	3,60	3,35	6,68	6,58	5,62	5,78	12,16	10,74	14,53
Hg	0,73	0,74	0,64	0,68	0,71	0,69	1,12	0,47	0,00
Cu	0,00	0,00	0,34	0,02	0,07	0,04	0,18	0,00	0,08
Fe	0,44	0,34	0,47	0,51	0,43	0,33	0,47	0,35	0,71
Sb	0,00	0,24	0,33	0,31	0,05	0,17	0,14	0,07	0,07
Bi	0,53	0,41	0,47	0,43	0,71	0,69	0,59	0,89	0,84
Te	0,15	0,13	0,14	0,16	0,10	0,07	0,09	0,21	0,18
Σ	99,27	98,86	100,12	99,81	99,74	99,59	99,26	100,58	100,92



Obr. 3. Histogram veľkosti zŕn Au v nábrusoch (počet meraní 96).

Fig. 3. Histogram of the gold grains size in polished section (96 number of measurements).



Obr. 4. Geologický profil aluviálnych sedimentov Ľupčianky v stavebnej jame „horného mosta" s vyznačením obsahu Au v jednotlivých hĺbkových úrovniach (HM na obr. 1).

Fig. 4. Profile through alluvial sediments of Ľupčianka brook with content of gold, upper bridge (HM in Fig. 1).

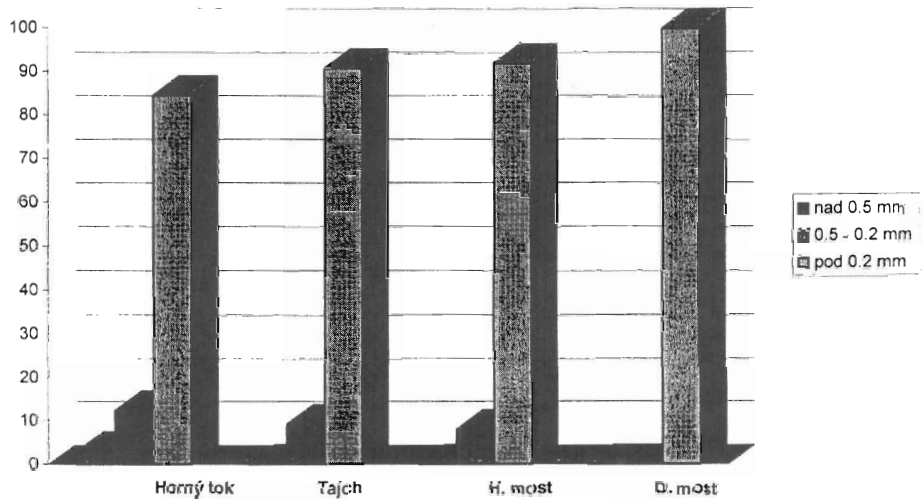
bohaté impregnácie v kremeni. Na ploche niekoľkých mm^2 bývajú desiatky drobných, maximálne 0,1 mm veľkých zlatiniek (obr. 2b). Zlato často vystupuje v asociácii s arzenopyritom a pyritom, vzácne uzatvára idiomorfné zrná arzenopyritu (obr. 2c), tmelí jeho kataklázované zrná a tvorí lem okolo jeho zŕn. Ojedinele sú hniezda arzenopyritu presekávané mikroskopickými žilkami zlata (obr. 2d). Zistilo sa aj zatláčanie zlata zinckenitom (obr. 2e). Zo starších prác je známe zatláčanie a intímne prerastanie zlata s antimonitom (Chovan et al., 1995). Rýdzosť zlata v okolí zrastov s antimonitom klesá. Zlatinky sú opticky aj chemicky homogénne. V rámci jednej zlatinky sa rozdiely v rýdzosti zistili v rozmedzí maximálne 0,5–1 %. Priemerná rýdzosť zlata 1. generácie je 950, priemerný obsah Ag 5,17 %, Bi neprekračuje 0,5 %, Hg 1,17 % a obsah Fe, Cu, Sb a Te je do 0,5 hm. % (tab. 1, anal. 1–6).

Zlato 2. generácie sa identifikovalo v podobe zhlukov drobných, maximálne 0,2 mm veľkých zŕn a mikroskopických žiliek v hniezdach a žilkách karbonátov (obr. 2f), ako aj mladšej generácie kremeňa. Zlatinky sa našli aj na rozhraní zŕn karbonátov a kremeňa. Chovan et al. (1995) opisujú zlato nižšej rýdzosti v asociácii s galenitom, tetraedritom a pyritom, kde často vypĺňa pukliny v sulfidoch. Má nižšiu rýdzosť, v priemere 879, priemerný obsah Ag je 11,83 %, obsah Hg do 1,12 %, Bi do 1 %, obsah Fe, Cu, Sb a Te je niekoľko desatín % (tab. 1, anal. 7–9).

Zlato je veľmi jemnozrnné. Najväčšie množstvo zlatiniek sa koncentruje v intervale od 0,01 až 0,05 mm (obr. 3). Maximálna veľkosť zlatinky v študovaných vzorkách bola 2,8 mm. V archívnych vzorkách (Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Slovenské banské múzeum v Banskej Štiavnici) sa vyskytujú zhluky zlatiniek až cm rozmerov. Rozdiely v zrnitosti medzi jednotlivými generáciami zlata sa nepozorovali.

Zlato v sedimentoch Ľupčianky

Podľa výsledkov šlichovej prospekcie (Chovan et al., 1995) je zlato rozšírené v šlichoch pozdĺž celého



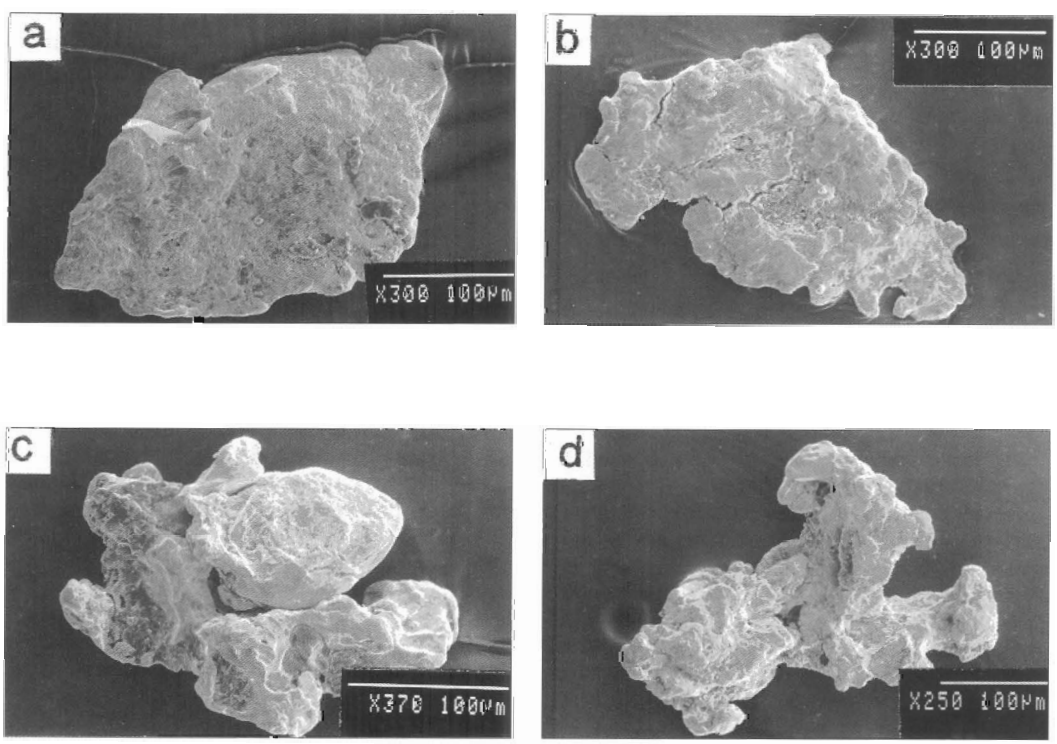
Obr. 5. Percentuálne zastúpenie zlatiniek v zrnitostných frakciách zo sedimentov Lupčianky z rozličných odberových miest.

Fig. 5. Histogram of content (%) of gold grains in granularity fractions from localites in alluvial sediments of Lupčianka brook (HT – upper brook, T – Tajch, HM – upper bridge, DM – lower bridge – see Fig. 1).

toku Lupčianky. Ovzorkovalí sa riečne sedimenty asi do hĺbky 0,5 m. Zlato vytvára najväčšie koncentrácie 20 až 350 zlatiniek na šlich (15–200 mg/m^3) v oblasti (obr. 1) od horárne Kapustisko po horáreň Vŕšky. Od horárne Lovná počet zlatiniek výrazne klesá. Podľa výsledkov šlichovej prospekcie je druhá významná Au anomália v doline Veľká Oružná (Bakoš, 1998), kde sa zlato vyskytuje v počte maximálne 15 zŕn na šlich. Pod haldami starých banských prác v potočných sedimentoch v doline Rišianky, Malého Železného sa nijaké aluviálne zlato nezistilo a v doline Kľačianky sa našla jedna zlatinka.

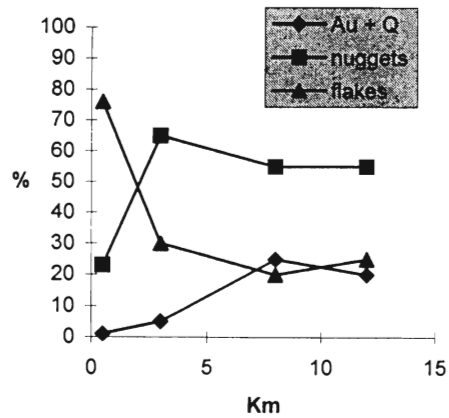
Na výskum morfológie, veľkosti, chemického zloženia zlata, zistenie kovnatosti aluviálnych náplavov a distribúcie Au v rozličnej hĺbkovej úrovni sedimentov Lupčianky boli odobrané šlichové a veľkoobjemové vzorky vo vzdialenosti 1, 4, 8 a 13 km od primárneho zdroja (obr. 1).

V hornej časti toku sa vo vzdialenosti do 1 km od primárneho zdroja odobrali šlichové vzorky aluviálneho zlata zo štyroch rôznych miest (obr. 1). Získané zlato sa vyhodnotilo ako jedna vzorka (vz. HT). Pre zlé sedimentačné podmienky sa zlato koncentruje iba v minimálnom množstve. Výnimkou sú miesta s vhodnými podmienkami



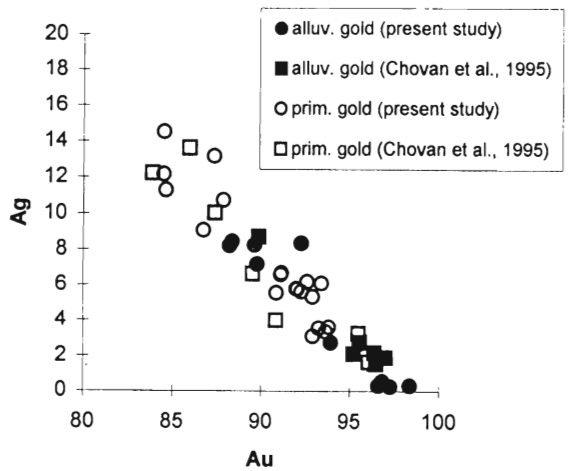
Obr. 6a, b, c, d. Typy zlatiniek z aluviálnych sedimentov Lupčianky

Fig. 6a, b, c, d. Types of gold from alluvial sediments of Lupčianka brook.



Obr. 7. Graf závislosti morfológie aluviálneho Au z aluviálnych sedimentov Lupčianky od dĺžky transportu.

Fig. 7. Plot of morphology of alluvial gold vs. transport (km).



Obr. 8. Graf závislosti Au od Ag (hm. %) v zlatinkách z lokality Magurka.

Fig. 8. Plot of Au vs. Ag content (wt. %) in gold from the vicinity of Magurka deposit.

na akumuláciu zlata (pasce) s kubatúrou do 0,1 m^3, v ktorých býva až niekoľko sto zlatiniek na šlich.

Distribúcia Au v aluviálnych sedimentoch až po skalné dno sa sledovala v šachtici EnviGeo, s. r. o. (Michálek, 1998b), pri horárni Kapustisko (obr. 1, vz. SC). Zistený obsah Au bol veľmi nízky – v prepočte niekoľko desatín mg/m^3. Do hĺbky 1,5 m je obsah Au stály (desatiny mg/m^3), ďalej s hĺbkou klesá na stotiny až tisíciny mg/m^3 a od hĺbky 3,5 m je nulový. Vyšší obsah Au sa zistil v intervale 2–2,5 m (desatiny mg/m^3).

Ďalším miestom odberu boli recentné štrkové náplavy na dne bývalej nádrže – Tajchu, vzdialeného od primárneho zdroja cca 4 km. Obsah Au (vz. T) bol v troch veľkoobjemových vzorkách (1 m^3, 1 m^3 a 0,5 m^3) do hĺbky 0,3 m priemerne 30,9 mg/m^3 a v hĺbke 0,3–0,5 m 66,2 mg/m^3 (tab. 2). Pri 100 % účinnosti splavu by bol priemerný obsah približne 55 mg/m^3 (do hĺbky 0,3 m) a 115 mg/m^3 (do hĺbky 0,5 m).

Tab. 2
Obsah Au vo veľkoobjemových vzorkách z aluviálnych sedimentov Lupčianky–Tajch (mg/m^3)
Content of gold in samples from alluvial sediments of Lupčianka–Tajch (mg/m^3)

sample	whole sample	fr. 0,5–0,2 mm	fr. – 0,2 mm
splav1 (1m^3)	26,8	0,3	26,5
splav2 (1m^3)	35	5,9	29,1
splav3 (0,5m^3)	66,2	6,4	59,8

Tab. 3
Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy zlata z aluviálnych sedimentov
Representative X-ray microanalyses of alluvial gold

	1	2	3	4	5
Au	92,25	89,63	96,84	98,39	95,58
Ag	8,34	8,24	0,57	0,30	2,67
Hg	0,00	0,06	0,07	0,00	0,42
Cu	0,06	0,14	0,17	0,13	0,08
Fe	0,06	0,01	0,00	0,07	0,08
Sb	0,08	0,05	0,31	0,09	0,10
Bi	0,29	0,25	0,93	0,58	0,28
Te	0,15	0,09	0,12	0,04	0,03
Σ	101,22	98,46	99,00	99,60	99,24

Pri stavbe mosta (obr. 1) – cca 8 km od primárneho zdroja – sa zo steny stavebnej jamy („horný most" – vz. HM) odobrali šlichové vzorky od hĺbky 1,3 m od povrchu až po skalné dno (obr. 4). Po hĺbku 1,3 m od povrchu sa vzorka pre premiešanie sedimentov stavebnými mechanizmami neodobrala. Ovzorkovaním profilu stavebnou jamou „horného mosta" sa zistil nízky obsah Au v aluviálnych sedimentoch dolnej časti toku. Veľmi nízky obsah Au (maximálne 2,52 mg/m^3) je od hĺbky 2,5 m až po skalné dno. Obsah Au po hĺbku 2,5 m je nízky (maximálne 17 mg/m^3), ale niekoľkonásobne vyšší ako pri skalnom dne.

Najvzdialenejším miestom odberu šlichových vzoriek od primárneho zdroja (cca 13 km) bola stavebná jama „dolného mosta" (vz. DM), kde boli mechanizmami premiešané aluviálne sedimenty (obr. 1). Obsah 4,41 a 8,19 mg/m^3, ako aj výsledky šlichovej prospekcie (Chovan et al., 1995) svedčia o nízkom, ale stálom obsahu Au vo vrchnej časti sedimentov dolnej časti toku Lupčianky.

Pozdĺž doliny Lupčianky sa miestami zachovali zvyšky riečnych terás. Tvorí ich balvanovitý štrk, ktorý je miestami preryžovaný (sútok Rišianky s Lupčiankou) a zbavený piesčitej frakcie. V šlichoch z terasy pri horárni Kapustisko sa zlato nezistilo.

Aluviálne zlato je veľmi jemnozrnné, priemerne 92 % vo frakcii pod 0,2 mm (maximálna veľkosť 1,3 mm). Pri transporte veľkosť zrniek zlata postupne klesá (obr. 5) a zlato je značne mechanicky zdeformované a opracované. Najviac sú zastúpené ploché hrudkovité a plieškovité zlatinky (obr. 6a, b). Členité hrudkovité zlatinky sa pri transporte sploštili a výčnelky zaoblili (obr. 6c, d). Zlatinky sa často prerastajú s kremeňom. V hornej časti toku je tento typ zlatiniek zastúpený vo veľmi malom množs-

tve (okolo 1 %), ale v dolnej rastie na 5–20 % (obr. 7). Jednotlivé morfologické typy zlata sa vyskytujú v blízkosti primárneho výskytu, ale aj vo vzdialenosti 13 km od neho. Povrch zlatiniek je drsný, s priehlbeninami. Plieškovité zlatinky majú znaky roztepávania a často sa lámu. Zrastanie s inými minerálmi – okrem kremeňa – ani inklúzie iných minerálov sa nezistili.

Zlato v šlichoch vystupuje v asociácii s apatitom, zirkónom a rutilom (diamagnetická frakcia), v paramagnetickej frakcii je prítomný ilmenit, hematit, titanit, pyrit, chlorit, epidot, v menšej miere granát a amfibol. V magnetickej frakcii je zastúpený magnetit a antropogénny materiál. Podiel ťažkej frakcie je veľmi malý (do 5 g šlichu).

Optická ani chemická inhomogenita zlatiniek sa nezistila. Podľa chemického zloženia možno rozlíšiť dva typy zlatiniek – prvý s priemernou rýdzosťou 984 (Ag 0,25–3 %; tab. 3, anal. 3–5), druhý s priemernou rýdzosťou 917 (Ag 7,16–8,34 %, tab. 3; anal. 1, 2). Obsah Bi je 0–0,93 %, Hg 0–0,43 %, Te maximálne 0,23 % a obsah Sb, Fe, Cu maximálne 0,2 %. Obsah Ag v zlatinkách z aluviálnych náplavov je oproti obsahu Au z primárneho výskytu nižší o 2 až 3 % (obr. 8).

Diskusia

V ložisku Magurka sa vyskytuje zlato dvoch generácií (obr. 8), 1. generácia, staršia – s priemernou rýdzosťou 950 sa viaže na kremeň s arzenopyritom, vzácnejšie s pyritom, 2. sa viaže na mladšie kremenno–karbonátové žily, má nižšiu rýdzosť (okolo 880) a vyskytuje sa v asociácii so sulfidmi (Chovan et al., 1995). Zlato je jedným z najmladších minerálov v rámci jednotlivých mineralizačných etáp. Najčastejšie vypĺňa priestor medzi zrnami kremeňa, zriedkavo arzenopyritu a karbonátov, čo vplýva aj na jeho morfológiu. Najstarším typom zlata v rudných mineralizáciách tatrika je neviditeľné zlato, ktoré sa chemicky viaže na pyrit a arzenopyrit (Andráš a Ragan, 1995; Chovan et al., 1996). Jeho výskyt sa predpokladá aj v ložisku Magurka (Chovan et al., 1995).

Zlato prechádza do náplavov. Už v blízkosti primárnej mineralizácie prevládajú plieškovité zlatinky, čo spôsobilo intenzívne opracovanie pri transporte, ako aj morfológia primárneho zlata. Zlatinky nesú znaky opracovania už po krátkom transporte, niekoľko sto metrov od primárneho zdroja. Pri transporte sa zrnká zlata zmenšujú. V dolnej časti toku je vo frakcii pod 0,2 mm 100 % zlatiniek, kým v hornej v tej istej frakcii iba 85 %.

Tvorba nuggetov a stepávanie zlatiniek sa nezistili. Vyšší obsah morfologicky členitých zlatiniek v dolnej časti toku oproti hornej je v rozpore s rozsypmi iných svetových lokalít. Morávek (red., 1992); Boyle (1979) a i. opisujú členité zlatinky v blízkosti primárneho výskytu, ale s dĺžkou transportu podiel plieškovitých zlatiniek stúpa. V našom prípade je odlišný trend vystupovania morfologických typov zlatiniek. Zlatinky prerastené s kremeňom sa pre zníženú objemovú hmotnosť ukladajú hlavne v dolnej časti toku, kde rýchlosť prúdu klesá. Podobný trend sme zistili aj pri morfologicky členitých zlatinkách. Tie kladú prúdu väčší odpor ako plieškovité zlatinky, ktoré prevládajú v hornej časti toku, kde je silný prúd.

Najmenšia frakcia magurského aluviálneho zlata sa podobá dunajskému, ktoré býva veľké okolo 0,04 mm (Polák, 1965). Dunajské zlato je pre svoju veľkosť a tvar unášané na veľkú vzdialenosť a ukladá sa iba pri vhodných sedimentačných podmienkach. Podľa meraní z nábrusov je najviac magurského zlata veľkosti pod 0,05 mm. V šlichoch z Ľupčianky v úseku po Partizánsku Ľupču je táto frakcia zastúpená podradne. Jemné zlato môže byť odnášané na veľkú vzdialenosť (podobne ako dunajské), a to až do Liptovskej kotliny.

Obsah Ag v zlatinkách z aluviálnych náplavov je oproti obsahu zlatiniek z primárnej mineralizácie nižší o 2–3 % a je odnášané (obr. 8). Pri jednotlivých zlatinkách z aluviálnych náplavov Ľupčianky sa ich inhomogenita ani tvorba lemu vysokorýdzeho zlata nezistila. Na aluviálnych zlatinkách sa v rozsypoch vytvára lem vysokorýdzeho zlata okolo jadra s nižšou rýdzosťou (Macuvele, 1995; Loen, 1994; Boyle, 1979; Križáni a Jeleň, 1995 a i.). Pri drobných zlatinkách z Ľupčianky nastáva odnos Ag v rámci celej zlatinky. Veľkosť zlatiniek je od niekoľkých stotín mm do 0,2 mm a hrúbka maximálne niekoľko stotín mm. Spôsobuje to takmer rovnomerný odnos Ag v rámci celej zlatinky, pričom sa výrazný lem zlata s vyššou rýdzosťou okolo jadra s rýdzosťou blízkou primárnemu zlatu netvorí. Podľa Boyla (1979) sa hrúbka lemu vysokorýdzeho zlata pohybuje okolo 0,03 mm. Podľa Macuveleho (1995) pri odnose Ag z aluviálnych zlatiniek vzniká na nich charakteristický korozívny lem vysokej rýdzosti. Na zlatinkách z Ľupčianky sa okrem znakov mechanickej deformácie iné štruktúry nezistili. Odnos Ag prebieha zároveň s mechanickou deformáciou. V šlichoch z Ľupčianky sa zriedka vyskytujú zlatinky striebornej farby. Podľa Loena (1994) sú takéto zlatinky potiahnuté tenkým filmom amalgámu Au. Hrúbka lemu väčšinou dosahuje 0,00X mm.

Šlichovou prospekciou v Ľupčianskej doline (Chovan et al., 1995) sa zistil stály obsah Au v aluviálnych sedimentoch Ľupčianky a potvrdili to aj naše práce. Zlato je rozptýlené v polohách hrubozrnného až balvanovitého štrku. V aktívnom riečisku sa koncentruje na nánosových brehoch, v meandroch a štrkových laviciach uprostred riečiska. Obsah Au býva veľmi nepravidelný, závislý od zmien koryta rieky v čase, keď nánosy vznikali. Podľa našich prepočtov sa stály obsah pohybuje od niekoľkých mg/m^3 do niekoľkých desiatok mg/m^3. Vyšší obsah Au – niekoľko desiatok až sto mg/m^3, lokálne podľa vysokého obsahu Au v šlichoch až niekoľko sto mg/m^3 – sa dá očakávať v pripovrchovej časti náplavov do hĺbky 2,5 m, ale najmä v prvých desiatkach cm náplavu. Predpokladaný rast obsahu Au smerom do hĺbky a prítomnosť bonánz pri skalnom a falošnom dne sa nepotvrdilo.

Príčinou veľmi nízkeho až nulového obsahu Au v hĺbke od 2,5 m po skalné dno sú predovšetkým nevhodné podmienky na akumuláciu zlata na obidvoch skúmaných lokalitách. Rýchlosť prúdu, pri ktorom sedimentovali balvany veľké vyše 0,5 m, ktoré sa v danej hĺbke vyskytujú, znemožňovala akumuláciu takého jemnozrnného zlata.

Ďalšou príčinou mohla byť aj nedostatočná odkrytosť primárneho zdroja zlata v čase, keď tieto sedimenty vznikali.

Z doterajších poznatkov vychodí, že najvyšší obsah Au v aluviálnych sedimentoch Ľupčianky je v úseku od horárne Kapustisko po horáreň Vŕšky. V tomto úseku sú miesta, kde sa údolie rozširuje na niekoľko desiatok až sto metrov. Práve ony sú charakteristické hojným výskytom ryžovníckych kopčekov a zníženou rýchlosťou prúdu. Podľa geofyzikálnych prác sa na týchto miestach vyskytujú priehlbeniny skalného podkladu (bedrock) s hrúbkou kvartérnych uložení 5–40 m (Michálek, 1998a).

Rozmiestnenie a charakter stôp po ryžovaní zlata v minulosti naznačujú, že sa najintenzívnejšie ťažilo do malej hĺbky a v úsekoch, kde sa údolie rozširuje na sto a viac metrov. Z hľadiska ďalšej prospekcie na aluviálne zlato v oblasti Magurky sú zaujímavé práve tieto úseky Ľupčianskej doliny.

Literatúra

Andráš, P. & Ragan, M., 1995: Sulfidické rudy s neviditeľným zlatom na Slovensku. *Mineralia Slov., 27, 1, 57–63.*

Bakoš, F., 1998: Mineralógia hydrotermálnej mineralizácie na SV od Magurky (Nízke Tatry). [*Diplomová práca.*] *Manuskript – archív KMaP PRIFUK Bratislava, 100.*

Biely, A. (Ed.), 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier 1:50 000. *SGÚ–GÚDŠ, Bratislava.*

Biely, A. & Bezák, V., (Eds.), 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier 1:50 000. *Vyd. D. Štúra, GS SR, Bratislava, 232.*

Boyle, R. W., 1979: The geochemistry of gold and its deposits. Canada *Geol. Surv. Bull., 280, 584.*

Chovan, M., Póč, I., Jancsi, 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, Slovakia). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 47, 6, 371–382.*

Koutek, J., & Pouba, Z., 1957: Přehled geologických poměru rudního ložiska Magurka v Nízkych Tatrách. *In: Sbor. k 80-tinám akad. Slavíka, ČSAV, Praha, 169–196.*

Križáni, I. & Jeleň, S., 1995: Genetický a technologický význam štúdia morfológie a štruktúry zlatiniek. *In: Struktury a textury minerálů. Sbor. přednášek, ČGÚ, Praha, 32–35.*

Loen, J. S., 1994: Origin of placers gold nugets and history of formation of glacial gold placers, Gold Creek, Granite County, Montana. *Economic Geology, 89, 91–104.*

Macuvele, A. E., 1995: Mineralogische und sedimentologische Untersuchungen an alluvialen Goldseifen im River Manica (Mosambik). *Deutschen Akademischen Austauschdienstes, Aachen, 127.*

Majzlan, J., Chovan, M. & Michálek, J., 1998: Rudné telesá na Rišianke a Malom Železnom – minerálne zloženie a paragenéza. *Mineralia Slov., 30, 1, 52–59.*

Michálek, J., 1998a: Geologická stavba a rudná mineralizácia v okolí ložiska Magurka. *Mineralia Slov., 30, 1, 44–51*

Michálek, J., 1998b: Klinisko–Partizánska Ľupča. Záverečná správa so stavom k 1. 1. 1998. *Manuskript – archív EnviGeo, Banská Bystrica.*

Morávek, P. (Ed.), 1992: Zlato v Českém masivu. *Vyd. ČGÚ Praha, 245.*

Polák, S., 1965: Príspevok k problematike dunajského aluviálneho zlata. *Zpr. geol. výsk. v Roku 1964, časť 2 (Bratislava), 155–156.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 225–232

Geologickoložisková charakteristika Au–polysulfidickej mineralizácie ložiska Dve vody–Karol v Ďumbierskych Tatrách

JOZEF MICHÁLEK

EnviGeo, s. r. o., Kynceľova 10, 974 11 Banská Bystrica

(Doručené 9. 4. 1999)

Au-polysulphidic mineralization Dve Vody–Karol in the Ďumbierske Tatry Mts: geological setting and structural position

The deposit Dve Vody–Karol in crystalline schists is located on southern slopes of the Ďumbier part of the Nízke Tatry Mts., north of village Dolná Lehota. It belongs to the group of Au–polysulphidic deposits. Au–mineralization is developed mainly in the stockwork Karol. Stockwork Karol is a linear, gold–bearing structure based on the axial plane of folds of NW–SE direction and is formed by parallel vein structure with total thickness up to 80 meters. Au is bounded to quartz–pyrite–arsenopyrite association, less to sulphides and sulphosalts of Sb, Pb, Cu elements. Silver is also present and it is bounded to galenite and Cu–sulphosalts. It is developed in separate veins with quartz and siderite.

Key words: crystalline schists, stockwork, gold-bearing structure, chemical composition of ores

V súvislosti s orientáciou rudnej problematiky na vyhľadávanie a prieskum Au zrudnenia v posledných rokoch sa v rudnom obvode Ďumbierskych Tatier vybrali lokality s vysokým stupňom perspektívy overiť priemyselnú zásobu. Ide najmä o ložiská a indície Au–Sb mineralizácie v kryštalickom plášti ďumbierskeho kryštalinika. Podľa archívnych údajov a výsledkov geologických prác je jedným z najvhodnejších objektov ložisko Dve vody–Karol.

Stručná história ložiska Dve vody–Karol

Podľa nepriamych údajov bolo sledované ložisko – pravdepodobne v súvislosti s kutaním na Fe rudy – známe už v 18. stor. Údaje o banskej činnosti na hlavnom žilníku Karol v Štellerovej doline a Dve vody nie sú jednoznačné, ale je veľmi pravdepodobné, že pokiaľ ide o ryžovanie a kutanie na Au a od 18. stor. aj kutanie na antimonit – patrí medzi najstaršie. Skutočný rozsah banských prác na hlavnom žilníku nie je známy, ale podľa banských máp z rokov 1948–1950 sa vo ôsmich štôlňach dovedna vyrazilo okolo 1200 m prevažne sledných chodieb (Kantor, 1948). Počas 2. svetovej vojny sa v niektorých štôlňach razenie obnovilo a s prestávkami až do roku 1955 to už bola prieskumná lokalita Západoslovenského rudného prieskumu (ďalej ZSRP). Podľa jestvujúcich prameňov predpokladáme, že sa na lokalite Dve vody–Karol vyťažilo do 5 kt antimonitovej rudy.

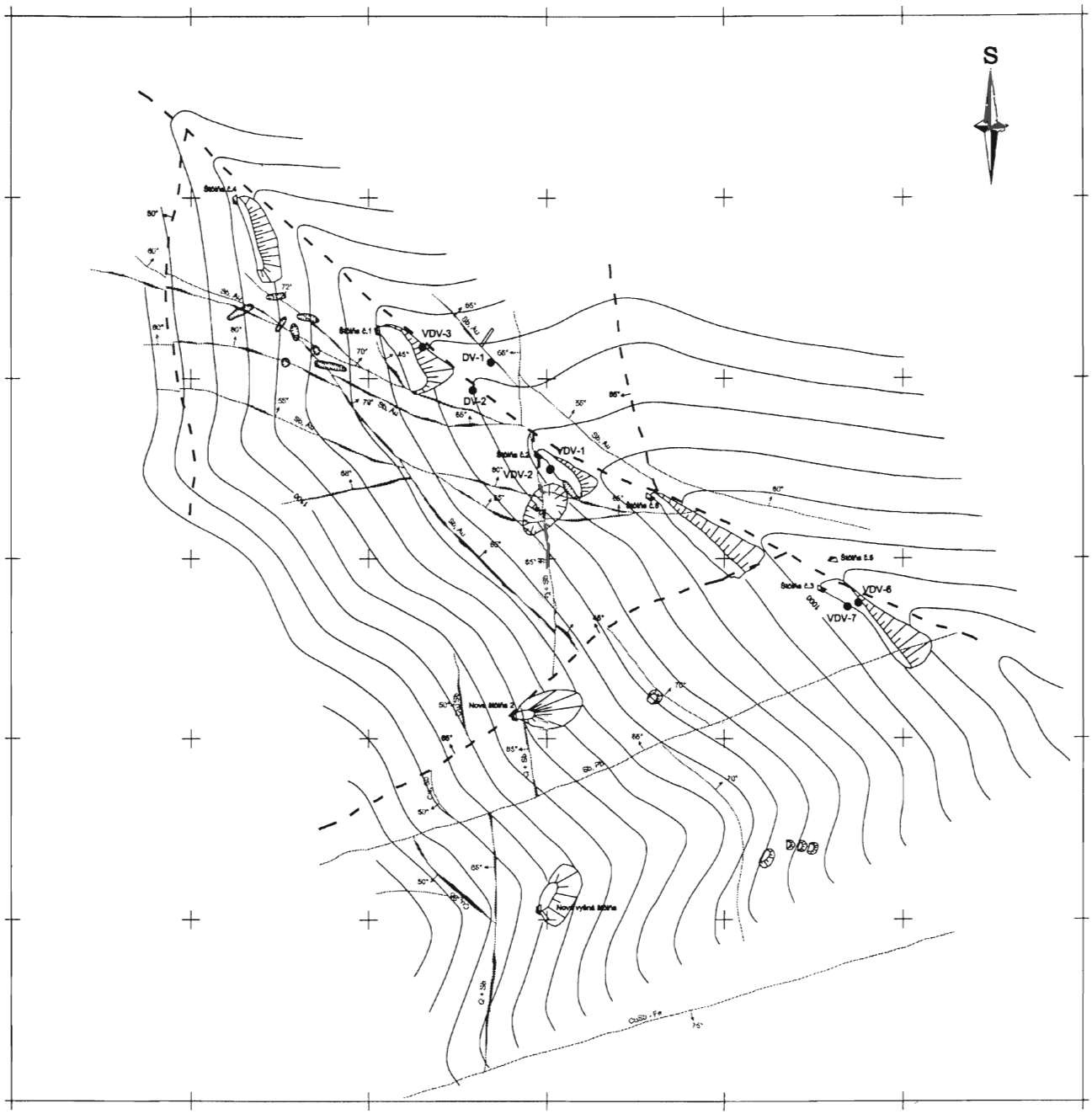
Geologickoložisková charakteristika územia

Ložisko Dve vody–Karol je na južných svahoch Ďumbierskych Tatier 12 km na S od obce Dolná Lehota a na V od kóty Ždiar (1407,7). Ložisko vystupuje na východných svahoch doliny Dve vody a Štellerovej doliny v troch samostatných úsekoch so starými banskými prácami vo výške 800–1100 m n. m. Celková zistená dĺžka hlavnej ložiskovej štruktúry žilníka Karol, ktorá prebieha v smere SZ(S)–JV(J) paralelne so Štellerovou dolinou – Dvoma vodami, vrátane rudných indícií na povrchu je 2,2 km. Ťažko prístupná lokalita je súčasťou NAPANT-u, čo podstatne ovplyvnilo metodiku geologických prác.

Ložiskové územie budujú kryštalické horniny ďumbierskeho antiklinória. Hlavným horninovým typom je komplex telies ruly viacerých podtypov a variet blízkeho zloženia a vzájomných prechodov (Biely a Bezák, 1997). Do tejto skupiny sa zaraďujú aj hybridné granitoidy. Samostatnú skupinu tvoria amfibolity a amfibolické ruly, ďalej aplity, pegmatity (Mudráková, 1998).

Charakteristika hlavných ložiskových štruktúr

Ložisko Dve vody je štruktúrne jedinečné, pretože samostatné minerálne asociácie rudných aj nerudných minerálov vystupujú v rozdielnych žilných štruktúrach. V tom zmysle sa vyčleňuje žilný systém žilník Karol, Galenitová žila a Sideritová žila (obr. 1).



Žily s kremeňom a rudnou mineralizáciou

Vymapované zlomy

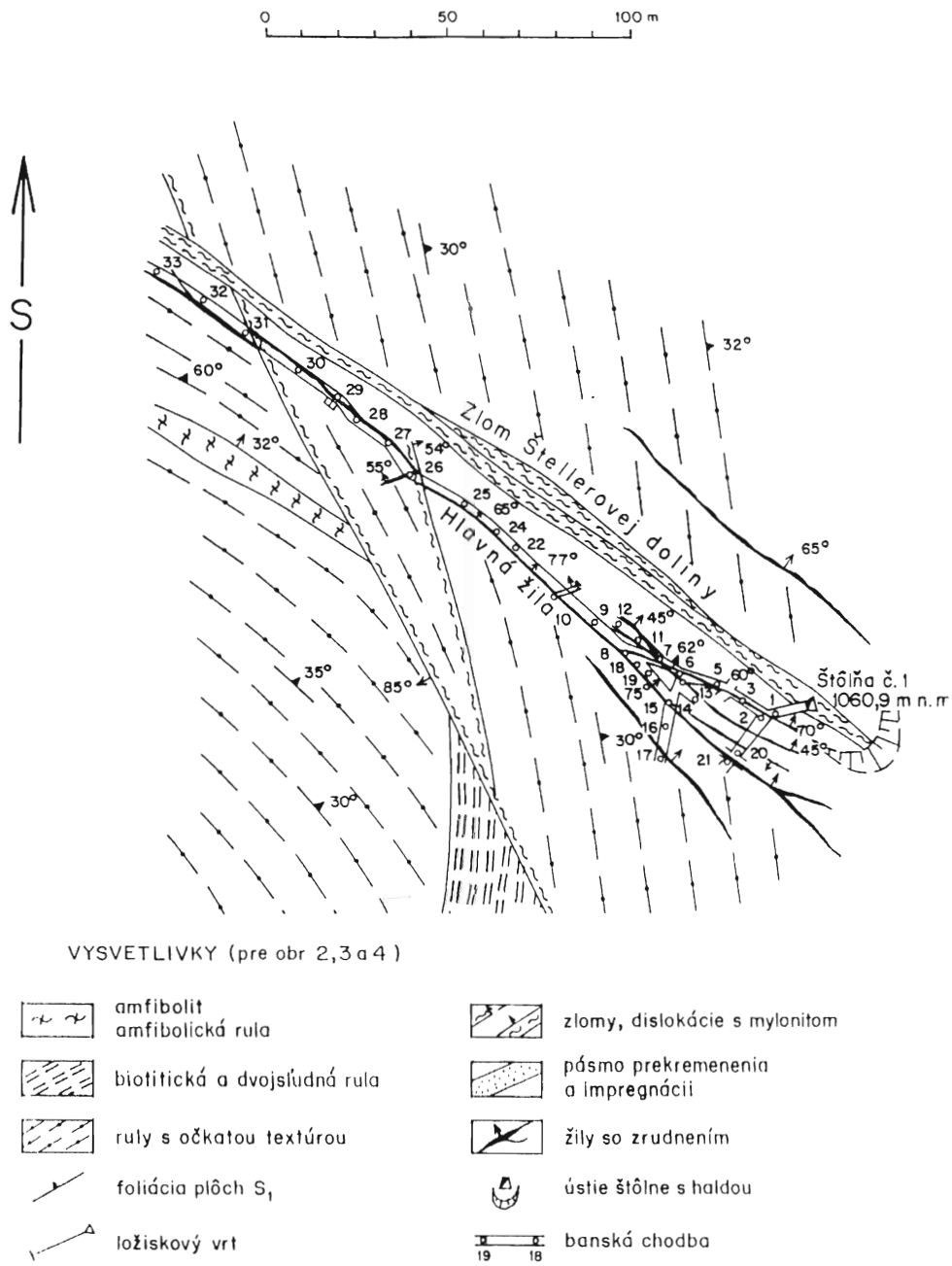
VDV-2 ● Vrty zrealizované v rámci úlohy Dolná Lehota - Au, VP

DV-2 ● Vrty zrealizované v rámci úlohy Nízke Tatry - juh, 1960

Staré banské diela

Prieskumná ryha

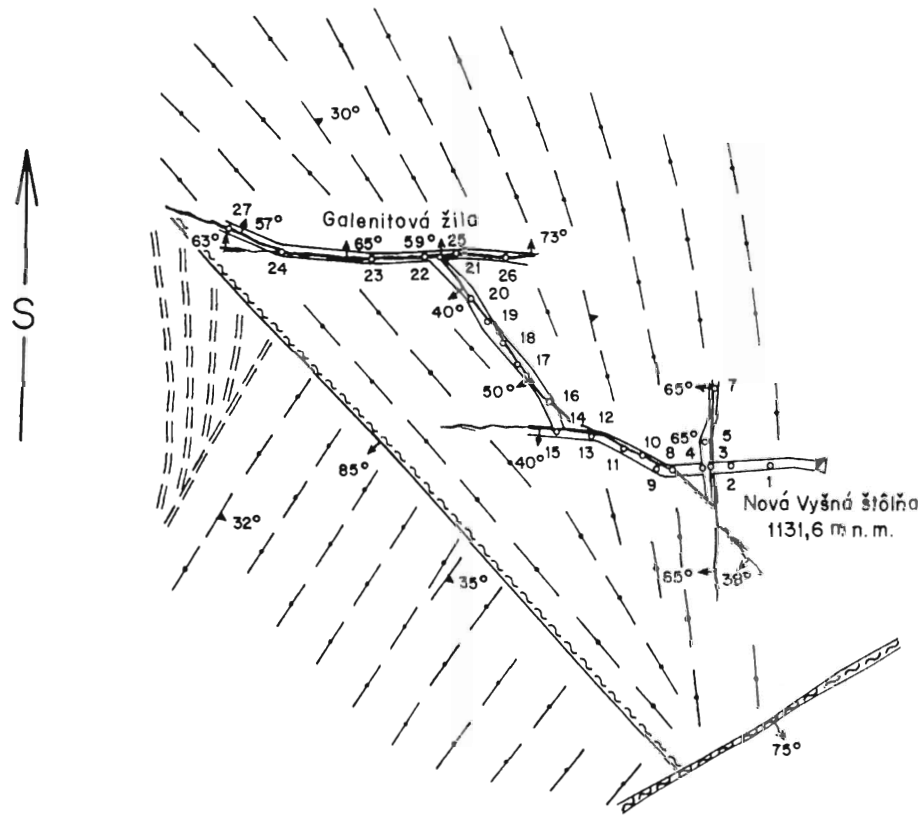
Obr. 1. Štruktúrna mapa centrálnej časti ložiska Dve vody.
Fig. 1. Structural map of the central part of the Dve vody deposit.



Obr. 2. Geologická mapa na úrovni štôlne 1.
Fig. 2. Geological map on the level of adit No. 1.

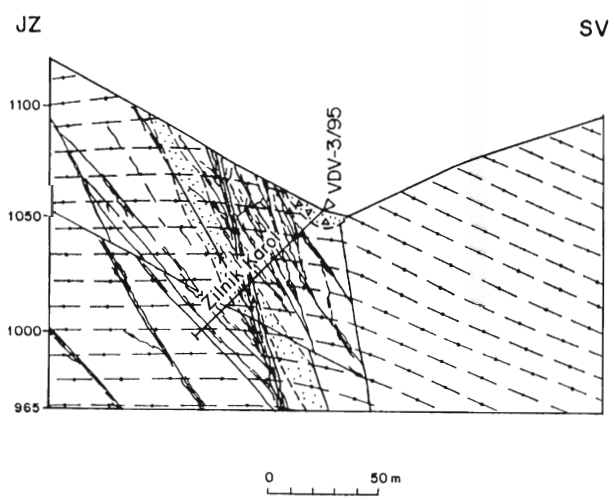
Tab. 1
Chemické zloženie vzoriek z haldy štôlne 2
Chemical composition of samples from the waste dump of Adit No. 2

Označenie vzorky	Obsah hlavných prvkov v hm. %, Ag, Au v g/t							
	Sb	As	Cu	Pb	Zn	S	Ag	Au
DVTCH–1	0,284	0,07	0,009	0,420	0,012	1,19	11,2	6,44



Obr. 3. Geologická mapa na úrovni štôlne Nová Vyšná. Vysvetlivky viď. obr. 2.
Fig. 3. Geological map of the level of Nová Vyšná adit. For explanations see Fig. 2.

Žilník Karol je vyvinutý v Štellerovej doline a v doline Dve vody. Žilník sa overil a exploatoval v štyroch štôlňach v Štellerovej doline s výškovým rozdielom 80 m (Kantor, 1948; Ďuriak, 1951; Hruškovič, 1961). Tvorí ho Hlavná žila so systémom paralelných a diagonálnych žíl a žiliek tvoriacich pásmo hrubé do 45 m.



Obr. 4. Geologický rez vrtom VDV-3. Vysvetlivky viď. obr. 2.
Fig. 4. Cross-section through the drill hole VDV-3. For explanations see Fig. 2.

Hlavná žila, ktorá bola najvýznamnejším zdrojom antimonitovej rudy a je hlavnou štruktúrno-morfologickou časťou žilníka, má generálny smer SZ–JV, sklon 38-75° na SV, formu doskovitého telesa a je hrubá 0,7–2,8 m. Najlepšie je zdokumentovaná v banských dielach štôlne 1 (obr. 2). Výplňou žily je silne hydrotermálne alterovaný ultramylonit ruly, v ktorom v podobe nespojitých šošoviek vystupuje žilný kremeň s agregátmi, žilkami a vtrúseninami sulfidických minerálov. Sporadicky sa vyskytujú aj v liatej forme s tendenciou tvoriť rudné stĺpy. V tesnom nadloží aj podloží Hlavnej žily sa zachytili a niektoré aj krátko sledovali paralelné aj diagonálne žily, ktoré vo forme „konského chvosta" odbiehajú od Hlavnej žily. Hlavná žila sa bansky presledovala v dĺžke 450 m. Jej sklonný priebeh sa doteraz overil vrtmi do hĺbky 80 m pod úroveň štôlne 1 (Michálek, 1998). Hlavným rudným minerálom je antimonit, ktorý v monominerálnej forme vystupuje iba sporadicky. Častejšie je súčasťou pestrej asociácie rudných aj nerudných minerálov s dominantným postavením Sb-Pb-As-Cu sulfidov a sulfosolí.

Z Hlavnej žily je reprezentatívny údaj zo sledného komína medzi štôlňou 1 a 4 s takýmito hodnotami: Sb 0,93 %, As 0,20 %, Au 15,30 g/t, Ag 2,30 g/t, hrúbka 1,00 m (Bernáth, 1947). Z hľadiska obsahu Sb a úpravňou požadovanej kvality v rokoch 1940–1944 3,5–4,2 % je to výrazne nebilančná vzorka (Klein, 1943), ale s vysokým obsahom Au. Obsah hlavných prvkov potvrdili aj nové

Tab. 2
Chemické zloženie vzoriek z háld Sideritovej žily
Chemical composition of samples from the vaste dumps of Siderite vein

Označenie vzorky	Obsahy hlavných prvkov v hm. %, Ag, Au v g/t							
	Sb	Cu	As	Pb	Zn	Bi	Ag	Au
D–431	0,039	0,066	st.	0,034	0,025	st.	10,6	0,14
D–433	0,041	0,081	st.	0,565	0,010	st.	40,8	0,02
D–434	1,360	1,010	0,05	1,450	0,094	0,010	145,2	0,04

Tab. 3
Chemické zloženie vzoriek z haldy Nová–Galenitová žila
Chemical composition of samples from the waste dump of Nová adit – Galenite vein

Označ. vzorky	Obsah hlavných prvkov v hm. %, Ag, Au v g/t							
	Sb	Cu	As	Pb	Zn	Bi	Ag	Au
DV–6	0,394	0,046	0,04	4,82	0,089	st.	71,6	0,60

Tab. 4
Chemické zloženie vzoriek z haldy štôlne Nová Vyšná
Chemical composition of samples from the waste dump of Nová Vyšná adit

Označ. vzorky	Obsah hlavných prvkov v hm. %, Ag, Au v g/t						
	Sb	Cu	As	Pb	Zn	Ag	Au
D–501/ 1	3,54	0,026	st.	5,56	0,076	90,6	1,18
D–501/ 2	6,02	0,026	st.	0,77	0,043	71,8	1,60
D–501/ 3	0,21	0,003	0,03	2,14	0,010	20,2	5,08
D–501/ 4	0,08	0,002	0,01	0,19	0,016	2,6	3,68
D–501/ 5	0,22	0,046	st.	4,52	0,205	86,2	0,26
D–501/ 6	3,98	0,009	st.	0,56	0,037	17,8	0,78
D–501/ 7	0,51	0,003	0,01	0,57	0,006	7,0	0,62
D–501/ 8	0,57	0,002	st.	0,08	0,003	1,2	2,86
D–501/ 9	8,55	0,028	st.	0,002	0,03	9,8	1,84
D–501/10	0,45	0,004	st.	0,201	0,021	2,6	0,18

Poznámka: st As < 0,01 %, Bi < 0,004 %, Au < 0,02 g/ t
Note: st As < 0.01 %, Bi < 0.004 %, Au < 0.02 g/ t

práce. Dokumentujú to výsledky rozborov objemovej vzorky z haldy štôlne 2 v tab. 1.

Podľa neúplných archívnych údajov zo štôlne 1 a 2 z roku 1944 je obsah hlavných prvkov na Hlavnej žile takýto: Sb 4,48 %, As 0,27 %, Au 9,08 g/t, Ag 11,57 g/t a priemerná hrúbka žily 0,71 m (Munda, 1944). Dôležitý je poznatok, že celý žilník Karol je klasickým príkladom žilníkového vývoja hlavnej žily so sprievodným sietivom diagonálnych a paralelných žiliek, ktorý v smere aj po sklone lemuje hlavnú rudnú štruktúru (obr. 4). Smerové pokračovanie na JV v doline Dve vody sa už dávno overovalo kutaním a banskými dielami v časti Hrable a Bukovina.

Štôlňa Hrable (841,5 m n. m.) bola vyrazená pred rokom 1940 a sledovala mohutnú kremennú žilu na SZ v dĺžke okolo 100 m. Žila bieleho kremeňa smeru SZ–JV so sklonom 90° a hrubá do 3 m vystupuje vo forme „stienky" na hrebienku medzi dolinou Dve vody a Štellerovou dolinou, avšak okrem limonitu a chloritu na puklinách rudnú mineralizáciu neobsahuje. Žilu v podobnom vývoji zachytil aj vrt VDV-4, vyhĺbený z haldy starej štôlne Hrable. Miestami obsahuje viditeľné hniezda pyritového pigmentu a nálety antimonitu a molybdenitu (?) (Michálek, 1998). Vzhľadom na porovnateľné štruktúrne prvky pokladáme kremennú žilu za smerové jv. pokračovanie Hlavnej žily žilníka Karol.

Štôlňa Mistrík bola vyrazená (ZSRP v rokoch 1951–1952) v časti Bukovina na zistenie sklonného priebehu rudných indícií, ktoré sa na povrchu overili ryhami (Kravjanský, 1956). V banských dielach sa ekvivalentné žilné štruktúry nezachytili, hoci sa vo vzorkách z haldy zistil zaujímavý obsah Au mineralizácie. Rudné indície považujeme za súčasť smerového pokračovania žilníka Karol v okrajovej časti ložiska.

Sideritová žila. Žilu sleduje skupina starých štôlní na jz. svahu Štellerovej doliny v časti Trstené od výšky 1230 m n. m. až po hrebeň vo výške 1300 m n. m. Na svahu Štellerovej doliny je šesť štôlničiek s haldami, ktoré sú takmer v jednej línii s výškovým odstupom 20–50 m. Štôlne asi patria medzi najstaršie na ložisku alebo ide o banské práce ešte spred kutania na antimonit (Klein, 1943). Tento predpoklad vychádza zo zloženia haldového

materiálu, v ktorom prevláda jemnozrnný siderit s Ag tetraedritom a menšej miere s chalkopyritom. Sledovaná žila má smer SV–JZ, sklon 75° na JV a hrúbku 0,5–1,00 m. Je na periférii zlomu smeru SV–JZ, ktorý je asi súčasťou mladej, neoidnej tektonickej činnosti. Zlom má regionálny význam, pretože jeho pokračovanie vrátane výskytu sideritovej mineralizácie je známe aj v zjz. smere s výskytom kutačiek a píng do oblasti Bôrového.

Galenitová žila sa zachytila a sledovala v štôlni Nová (1091,95 m) v podloží žilníka Karol. Sleduje sa priamo z povrchu, bez prekopu v celkovej dĺžke 110 m a jej morfológia sa nemení. V súvislosti s nálezom masívneho Ag galenitu v halde Novej štôlne (obsah Pb 4,82 % a Ag až 71,6 g/t) a na základe analógie s Novou Vyšnou štôlňou (1124,68 m), je veľmi pravdepodobné, že sa aj v tejto úrovni zachytila žila s galenitom.

Nová Vyšná štôlňa bola vyrazená na sz. svahu vo výške 1131,6 m n. m. v miestach s indíciami antimonitového zrudnenia, ktoré sa overilo aj ryhami (obr. 3). V štôlni sú podľa podkladov (Kantor, 1948) presledované štyri žily rozličnej smerovej orientácie a každá z nich obsahuje typickú minerálnu asociáciu, dokumentovanú chemickým rozborom rudy (pozri tab. 4), a to systém smeru

– V–Z so sklonom 65° na S s galenitom, karbonátmi a kremeňom,

– SZ–JV so sklonom 50° na JZ s kremeňom, antimonitom, pyritom, arzenopyritom a Au,

– ZSZ–VJV so sklonom 50° na JJZ s tetraedritom, barytom a Fe, Mg karbonátmi a

– S–J so sklonom 65° na Z s antimonitom, Sb-Pb, sulfosoľami, pyritom, arzenopyritom a Au.

Štruktúrno–tektonické pomery ložiska Dve vody–Karol

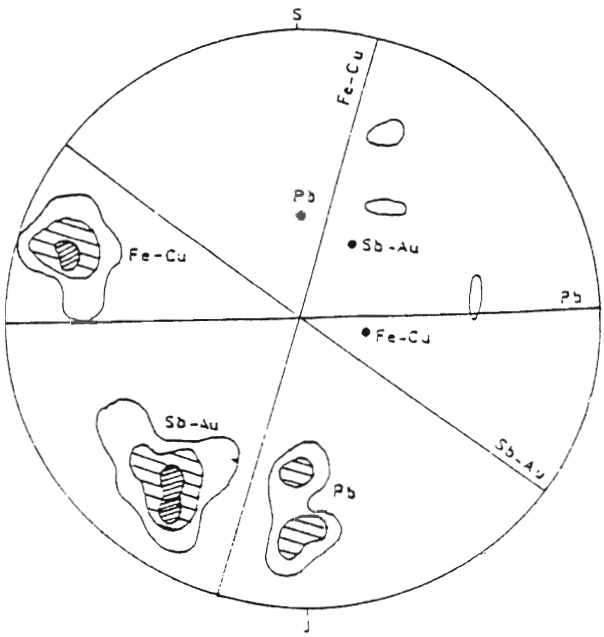
Charakteristika ložiska Dve vody–Karol je rovnako problematická ako stanovenie objektívnej sukcesnej schémy. K dispozícii sú staré banské mapy, ktoré, predpokladáme, sú na charakterizovanie hlavných štruktúrnych systémov vo vzťahu k celkovej štruktúrnej stavbe územia, k okolitému horninovému prostrediu, a najmä k zrudneniu dosť spoľahlivé. Štruktúrnym základom rudného ťahu je sinistrálny krehký zlom IV. radu, ktorý je morfoštruktúrnou súčasťou vajskovského zlomu ako spoločná tektonická náplň mýtňanského zlomového systému (Kubíny, 1973). Zlom Štellerovej doliny pravdepodobne patrí medzi štruktúry starého založenia, pretože, ako to ukázala mezoštruktúrna analýza, je asi osovou rovinou izoklinálnej vrásy s amplitúdou do 1 km. Jeho vznik ohraničuje 1. deformačné štádium. Podobne predpokladáme aj izoklinálnu až vejárovitú vrásu v oblasti Kulichovej doliny v závere Dvoch vôd. Zlom Štellerovej doliny je paralelný s osami B_1 vrások a vrás F_1, ktoré vznikli prevrásnením plôch S_1 kryštalickej bridličnatosti rulového komlexu. Svojou podstatou je teda zlom Štellerovej doliny „klivážou" osovej roviny vrásy signalizujúcou extenziu v smere SV–JZ ako spätný efekt vrásnivej kompresie. Išlo pravdepodobne o oslabenú zónu fundamentu, pretože – okrem malých výnimiek – nateraz nie sú známe zásadné rozdiely výrazného fyzikálneho rozhrania ako základ strihu práve v jestvujúcej línii. Výsledkom je zlomové pásmo zlomu Štellerovej doliny, ktoré podľa údajov z vrtných prác (Hruškovič, 1961) dokumentuje teleso extrémne mylonitizovanej ruly hrubé do 30 m. Je možné, že ide o kumulovaný prejav viacerých deformačných štádií.

V súvislosti s existenciou vrásových systémov F_1 treba komentovať prirodzenú prítomnosť vrás F_0, ktoré sa v ďumbierskom kryštaliniku viažu na telesá amfibolitov. Vznikli prevrásnením plôch S_0, teda plôch (?) protolitu, ktorý sa spravidla charakterizuje ako vulkanosedimentárny komplex. Toto tvrdenie nemôžeme potvrdiť ani vyvrátiť. Predpokladáme, že vo väčšine prípadov je $F_0 \equiv F_1$.

Slavkay (1971) v práci o vzťahu štruktúrnych prvkov k žilným telesám lokality Lomnistá a Dve vody uvádza, že pri zrudňovaní *„najväčšiu úlohu zohrala pripravenosť prostredia, t. j. hlavne jeho tektonická deformácia a vznik vrásových štruktúr."* K tomu treba dodať, že štruktúrny základ rudnej aj nerudnej mineralizácie tvoria strižné deformácie diagonálneho a paralelného usporiadania. V našom prípade sú to sperené systémy smeru V–Z a SSZ–JJV, v niektorých prípadoch v pozícii strihu voči starším štruktúram.

Druhý systém vrás F_2, je spravidla v kolmej pozícii na F_1, teda osi b_2 sú v generálnom smere SV–JZ s variabilným sklonom jednak na os b_2, ale aj roviny B_2. Vrásy s amplitúdou od cm do X m majú v detailoch povahu krenulačného vrásnenia v drobných aj väčších okrskoch. Sprievodným znakom je kliváž osovej roviny, dokumentovaná vznikom puklinových systémov. Procesy sú súčasťou 2. deformačného štádia, ktoré pravdepodobne prebiehalo až po stabilizácii 1. štádia. Je veľmi pravdepodobné, že štruktúry 2. deformačného štádia tvoria základ mylonitových zón vyvinutých v tesnom okolí zlomov smeru SSV–JJZ. Tento systém – zjavne rejuvenovaný v mladších deformačných štádiách (alpínskych ?) – je štruktúrnym základom sideritových žíl s tetraedritom. Vzájomný vzťah medzi štruktúrami 1. a 2. štádia je badateľný zo štruktúrnej mapy (obr. 2). Štruktúrny systém Sideritovej žily utína žilný systém 1. deformačného štádia. Vzťah systému Sideritovej žily k zlomu Štellerovej doliny nie je jasný, ale podľa súčasných poznatkov líniou zlomu neprestupuje.

Optimálna sukcesia postupu deformácie a konsolidácie spätá s mineralizáciou žilných systémov sa stanovuje ťažko. Ako príklad možno uviesť väzbu žíl pegmatitu na plochy kliváže osovej roviny F_2 na severných svahoch doliny Dve vody, pričom v protiľahlom južnom svahu analogické plochy kliváže sprevádza Cu mineralizácia. Je pravdepodobné, že sa deformačné štádiá viac ráz obnovovali a to je aj jedna z príčin komplikovanej stavby ložiska. Zároveň treba uviesť, že typickou mineralizáciou je sprevádzané takmer každé štádium. Výsledkom býva vzájomné vystupovanie, zatláčanie a prerastanie vekovo a látkovo odlišných minerálnych asociácií v jednej štruktúre. Pozorovania a závery vychádzajú z poznatkov z časti Dve vody–Trstené, teda z časti ložiska so starými a súčasnými technickými prácami (banskými aj vrtnými). Údaje o štruktúrnych prvkoch žíl sú z geologickej dokumentácie



Obr. 5. Synoptický tektonogram pólov plôch hlavných žilných systémov ložiska Dve vody.

Fig. 5. Synoptic diagram of the main vein systems plane poles on deposit Dve vody.

v mierke 1:10 000 z roku 1949 (Ďuriak, 1951; Kantor, 1948).

Z priloženého tektonogramu (obr. 5) je evidentná príbuznosť systémov Sb-Au a Pb žíl patriacich do štruktúrneho systému 1. deformačného štádia. Fe-Cu žila (sideritovo-tetraedritovo-bournonitová) je zjavne v priečnej pozícii k obidvom žilným systémom. Viaže sa na 2. deformačné štádium, ktoré má spravidla charakter krehkého strihu, a teda tektonicky segmentuje štruktúry 1. deformačného štádia. Vzájomný prienik je sprevádzaný prínosom Cu minerálov, ktoré v niektorých častiach exploatovaného ložiska boli aj hojnejšie, ba aj dominantne zastúpené. Predpokladáme, že sa najvýraznejšie prejavila najmladšia deformácia, ktorá sa viaže na mechaniku zlomu Štellerovej doliny. Maximá puklín ukazujú na anomáliu smeru SZ–JV (ZSZ–VJV), teda systémov paralelných s líniou hlavného zlomu.

Z ložiskového hľadiska je dôležité, že nositeľom Sb zrudnenia (antimonitu) boli jednak klasické žily, teda doskovité telesá so známou priestorovou orientáciou a parametrami, ale aj drobné žilky. O Au mineralizácii to však neplatí, pretože vystupuje spolu s pyritom a arzenopyritom, ale aj samostatne vo forme impregnácií v kremeni a v niektorých sulfidoch, tvoria pásma paralelné so zlomom Štellerovej doliny. Výskyt Sb a Au do spoločných akumulácií „spojil" iba vzájomný prienik mladšej Sb (polysulfidickej) mineralizácie.

Charakter mineralizácie ložiska Dve vody

V súlade s viacerými autormi (Kantor, 1948; Andrusov et al., 1951; Hak, 1966; Chovan a Majzlan, 1997) možno potvrdiť, že mineralizácia ložiska Dve vody – podobne ako jeho stavba – je veľmi komplikovaná. Jeho prvú sukcesnú schému zostavil Kantor (1948) a vyčlenil v nej štyri hydrotermálne fázy, ktoré sú navzájom ohraničené kataklázou. Z ložiskového hľadiska je významná 2. a 4. fáza, na ktoré sa viažu hlavné sulfidy a sulfosoli Sb a Pb. Napriek tomu, že autor opisuje Au z ložiska vo väzbe s arzenopyritom, kremeňom, pyritom a antimonitom, kde je „neobyčajne jemne rozptýlené", v sukcesnej schéme Au chýba. Podľa Haka (1966) mineralizácia prebiehala v troch mineralizačných etapách: *pyritovo-arzenopyritovej, karbonátovej* a *sulfidickej*. Posledná je aj zdrojom hlavných rudných minerálov ložiska. Au v sukcesnej schéme zastupuje problematický telurid Au, ktorý je pravdepodobne o niečo starší ako najmladší antimonit.

Chovan a Majzlan (1997) na základe mineralogického štúdia vzoriek z háld ložiska Dve vody urobili prehľad rudných aj nerudných minerálov s dôrazom na formu vystupovania a distribúciu Au. Ložisko má niekoľko typov mineralizácie. Najstaršia je pravdepodobne *pyritovo-arzenopyritová*, ktorá vystupuje vo forme jemnozrnných impregnácií v kremeni alebo v okolitých alterovaných horninách. Hojnosť karbonátov názor o existencii *karbonátovej* mineralizácie podopiera, ale časť karbonátov vznikala spolu so sulfosoľami. Nasledujúca mineralizácia je *bohatá na Sb vo forme antimonitu a sulfosolí*, ktoré často sprevádza sfalerit a malé akumulácie pyritu a arzenopyritu. V Galenitovej žile ešte pristupuje galenit a miestami tvorí liatu rudu. Sulfidy Cu vystupujú v jemnozrnnom siderite zo štôlne Sideritovej žily pod kótou Ždiar.

Podľa Chovana a Majzlana (1997) je Au hlavne súčasťou *pyritovo-arzenopyritovej mineralizácie* a viaže sa na *sivý kremeň*. Zistilo sa aj v mineralizácii so sulfosoľami a veľmi vzácne aj v galenitovej mineralizácii. Zvýšený obsah Au a zároveň aj As vo vzorkách, v ktorých sa mikroskopicky zistil arzenopyrit, ale Au nie, podporuje náhľad o možnej prítomnosti tzv. neviditeľného Au, chemicky sa viažuceho na arzenopyrit, príp. pyrit. Výskyt Au v hrubozrnnom arzenopyrite podporuje názor aj o jeho možnej chemickej väzbe (v zmysle Andráša a Ragana, 1995).

Aj podľa údajov z predbežného technologického výskumu rudného materiálu z haldy štôlne 2 podstatná časť Au asi vystupuje vo forme zlatiniek submikroskopickej až mikroskopickej veľkosti a viaže sa na rudné aj nerudné minerály žilných štruktúr takmer všetkých typov mineralizácie alebo tvorí mineralizované lemy na žilných štruktúrach v okolitých alterovaných horninách.

Záver

Účelovým geologickým mapovaním sa stanovili hranice hlavných horninových komplexov. Ložisko Dve vody leží v horninách kryštalického plášťa s dominantným postavením telies biotitickej až dvojsľudnej ruly s očkatou a páskavou textúrou. Súčasťou rulového komplexu sú telesá hybridných granitoidov, aplitov, pegmatitov a amfibolitov.

Štruktúrnym základom ložiska Dve vody je zlom Štellerovej doliny smeru SZ–JV, ktorý je morfoštruktúrnou

súčasťou vajskovského zlomu ako spoločná tektonická náplň mýtňanského zlomového systému. Zlom Štellerovej doliny pravdepodobne patrí do štruktúr starého založenia, a tak je svojou podstatou klivážou osovej roviny vrásy. Ložiskové štruktúry hlavného, diagonálneho a priečneho systému vznikli v troch deformačných štádiách a každé štádium i štruktúrny systém sa prejavuje charakteristickými minerálnymi asociáciami.

Hlavnú ložiskovú štruktúru tvorí žilník Karol s Hlavnou žilou, Galenitová žila, s významným obsahom gelnitu, a Sideritová žila, s jemnozrnným sideritom a sulfidmi Cu. V ložisku sa zistila pyritovo-arzenopyritová, karbonátová a sulfidická mineralizácia s hlavným antimonitom, sfaleritom, galenitom a sulfosoľami. Siderit s Cu sulfidmi je súčasťou najmladšej mineralizácie Au sa vo forme zlatiniek viaže na viaceré minerálne asociácie, ale najvyšší obsah sa zistil v pyritovo-arzenopyritovej a antimonitovej asociácii. Menej významné môže byť aj neviditeľné Au, chemicky sa viažuce na arzenopyrit, príp. pyrit. Zrudnenie ložiska Dve vody patrí do skupiny ložísk žilno-žilníkového typu s lokálnym vývojom rudných blokov liatej rudy, drobných žiliek a impregnácií vystupujúcich v alterovaných kryštalických horninách.

Hlavným rudným minerálom pri poslednej exploatácii (1940–1944) bol antimonit. Ťažená ruda obsahovala 2,5–4,2 % Sb a 3,5–4,2 g/t Au. Je veľmi pravdepodobné, že v ložisku Dve vody–Karol bude možno overiť Au zrudnenie s obsahom 4,0–8,0 g/t.

Výsledky geologických prác na lokalite Dve vody–Karol v Ďumbierskych Tatrách potvrdili prítomnosť Au mineralizácie viažucej sa na rudné štruktúry s polysulfidickou mineralizáciou. Na tomto základe a poznatkov z ostatných ložísk a indícií v ďumbierskom kryštaliniku možno Ďumbierske Tatry zaradiť z hľadiska vyhľadávania a prieskumu Au rúd medzi rudné rajóny s najvyšším stupňom prognóznej hodnoty. Takéto tvrdenie platí aj napriek tomu, že takmer všetky ložiská a indície Au mineralizácie sú v NAPANT-e.

Literatúra

Andráš, P. & Ragan, M., 1995: Sulfidické rudy s neviditeľným zlatom zo Slovenska. *Mineralia Slov., 27, 57–63.*

Andrusov, D., Koutek, J. & Zoubek, V., 1951: Výsledky základního a montanisticko-geologického výzkumu v jižní a JZ části nízkotatranského krystalického jádra v roce 1950. *Praha–Bratislava.*

Bernáth, J., 1947: Znalecká mienka týkajúca sa antimonorudnej bane na závode Dolná Lehota–Lom–Dúbrava–Banská Štiavnica. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava.*

Biely, A. & Bezák, V., 1998: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier, 1:50 000. *Vyd. D. Štúra, GS SR, Bratislava.*

Ďuriak, F., 1951: Ročná správa o prevedených prieskumných prácach–úsek Dve vody. *Manuskript – archív RB, Banská Bystrica.*

Hak, J., 1966: Mineralogie a geochemie nízkotatranských antimonitových ložisek. *Sbor. geol. Věd, TG 7, Praha, 71–144.*

Hruškovič, S., 1961: Nízke Tatry Sb–juh. Prospekcia rudy. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava.*

Chovan, M. & Majzlan, J., 1997: Minerálne zloženie rudonosných telies na ložisku Dve vody. Priebežná správa za úlohu Dve vody–Au. *Manuskript – archív EnviGeo, s. r. o., Banská Bystrica.*

Kantor, J., 1948: Antimonit na Dvoch vodách (predbežná správa), *Manuskript – archív Geofond, Bratislava.*

Klein, R., 1943: Die Eisenspätgänge am Südhang des Djumbirgebirges der Nieder Tatra Berg u. *HüttmMonantshefte Kgh 19.*

Kravjanský, D., 1973: Štruktúrno-tektonická pozícia Sb ložísk Nízkych Tatier. *Manuskript – archív Geofond, Spišská Nová Ves.*

Kubíny, D., 1973: Štruktúrno-tektonická pozícia Sb ložísk Nízkych Tatier. *Manuskript – archív Geofond, Spišská Nová Ves.*

Michálek, J., 1998: Dolná Lehota Au. Záverečná správa s výpočtom zásob so stavom k 1. 10. 1998. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava.*

Mudráková, M., 1998: Petrografická správa k úlohe Dolná Lehota Au. *Manuskript – archív EnviGeo, s. r. o..Banská Bystrica.*

Munda, M., 1944: Lom (Slowakei, Bericht über den Antimonitbergbau und die Erzvorkommen Dve vody und Lomnista–Chabenec. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava.*

Slavkay, M., 1971: Vzťah niektorých nízkotatranských antimonitových ložísk ku geologickým štruktúram. *Mineralia Slov., 3, 9, 5–22.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 233–238

Zlato v sulfidickej mineralizácii lokality Hnúšťa–Ostrá (veporikum)

MIROSLAV HORAL a PAVEL HVOŽĎARA

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

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold in sulphide mineralization from the Hnúšťa–Ostrá ore occurrence (Veporicum)

Detailed mineralogical research was carried out in several sulphide occurrences near Hnúšťa. In spite of relatively high gold content in ore analyses, the only "visible" gold was found in Hnúšťa–Ostrá As locality The two types of "visible" gold were distinguished in common sulphide assemblage there. The first one associated with chalcopyrite filling microcracks and intergranular spaces in arsenopyrite and the second one forming inclusions in central parts of pyrite crystals. Both types are Au-Ag alloys in fact, and differ by chemical composition as well. The former one with fineness in range 418–673 should be treated as electrum – kustelite and the latter one with fineness 772–858 could be classified as gold – electrum.

Key words: Au-Ag alloys, gold, electrum, küstelite, arsenopyrite, pyrite, Veporicum, microprobe analyses

Úvod

V minulých rokoch sme vykonali mineralogický výskum lokalít sulfidického zrudnenia so zlatom v okolí Hnúšte. Výskum nadviazal na práce Trdličku (1960, 1962), Petra (1961), Lázničku (1962, 1963) a Ragana (1989) v tejto oblasti, jeho predmetom bol najmä rudný výskyt Hnúšťa–Ostrá (Ostrá As a Ostrá Pb), Hnúšťa–Cerberus (názvy podľa Lázničku, 1962) a Klenovec–Medené a cieľom doplniť poznatky z týchto lokalít najmä o distribúciu Au. Napriek podobnosti v charaktere a vývoji sulfidickej mineralizácie a pozitívnym analýzam na Au (do 17 ppm) zo sledovaných rudných výskytov (metóda AAS, chemické analýzy) sme Au zistili iba v rudnom výskyte Hnúšťa–Ostrá As a v podobe jediného nálezu v ložisku Klenovec–Medené.

Geologická stavba územia

Lokalita Hnúšťa–Ostrá sa nachádza v strednej časti kohútskej zóny (sensu Zoubek, 1932) a podľa novšieho členenia veporika (sensu Bezák, 1982, 1988) na rozhraní komplexu Ostrej a klenovského komplexu (obr. 1).

Lokalizácia a odber vzoriek

Rudný výskyt Ostrá Pb je v katastri obce Hnúšťa na jv. svahu Ostrej (kóta 1011,5), vzdušnou čiarou 3 km na SZ od okraja Hnúšte vo výške 733 m n. m. V skupine píng sú viditeľné dve, resp. tri zavalené štôlne a staré haldy. Ostrá As je asi 300 m na ZSZ od Ostrej Pb vo výške asi 750 m n. m. Výskyt bol otvorený štôlňou, ktorej časť je stále prístupná. Pred ústím štôlne je dosť veľká halda a nad štôlňou niekoľko prepadlísk.

Na mineralogické štúdium sme odobrali vzorky prevažne z rudných háld a niekoľko aj zo štôlne Ostrej As.

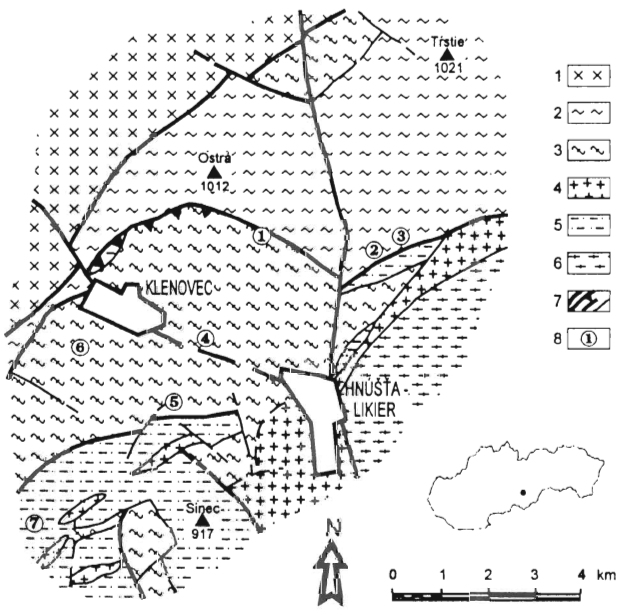
Zlatá mineralizácia oblasti

V rámci metalogenetického členenia Západných Karpát (v zmysle Ilavského, 1973, a Ilavského, red., 1977) lokalita Hnúšťa–Ostrá patrí do juhoveporického rudného rajónu, presnejšie do rudného poľa Kokava nad Rimavicou–Hnúšťa, zahŕňajúceho Fe karbonatické a kremenno-sulfidické ložiská a ložiská mastenca.

Predpokladá sa, že sa Au mineralizácie v oblasti viažu na kaledónsku, variskú aj alpínsku metalogenetickú epochu. Pôvodným zdrojom Au sú pravdepodobne bázické vulkanity staršieho paleozoika (Hvožďara, 1987). Variské Au rudy sú pravdepodobne produktom hydroterierm odvodených od granitoidného plutonizmu. Pri alpínskej metamorfóze sa Au redistribuovalo vo fáze tlakového uvoľnenia (Hvožďara a Pouba, 1998).

V jz. veporiku sa Au v sekundárnej forme (cementačné a aluviálne) získalo a skúmalo v rámci regionálnej šlichovej prospekcie, pri ktorej sa zmapovali sekundárne aureoly Au (Hvožďara, 1980, 1983, 1987; Kyselica, 1997). V okolí lokality Hnúšťa–Ostrá sa Au zistilo v recentnej hydrosieti aj v haldovom materiáli (Hvožďara, nepublikované údaje).

Veľmi málo údajov sa získalo a publikovalo o primárnom Au. Z ložiska *Mútnik* opísal Ragan (1989) a Ragan (in Chovan et al., 1994) Au v tesnej asociácii s tetraedritom, chalkopyritom, kobaltínom, pyritom, galenitom, sfaleritom a Ni-Co-Sb-sulfosoľami. V mastencovom ložisku *Hnúšťa–Samo* je Au zarastené v agregáte galenitu, boulangeritu a falkmanitu, v ložisku Klenovec–Medené v tetraedrite a chalkopyrite (Ragan, 1989). Z lokality *Kokava nad Rimavicou–Bohaté* boli opísané hydrotermálne žily s kremeňom, pyritom a Au (Žilák, 1993). Pri *Uderinej* Au (s obsahom Hg) asociuje s pyritom, chalkopyritom, arzenopyritom, pyrotínom, rumelkom, tetraedritom, bornitom a amalgámom Ag (Maťo a Maťová, 1993).



Obr. 1. Prehľadná geologická mapa okolia Hnúšte a Klenovca s vyznačenými výskytmi rudnej mineralizácie (upravené podľa Bezáka, 1988). 1 – kráľovohoľský komplex (migmatity, hybridné granitoidy), 2 – komplex Ostrej (granatické svory, amfibolity), 3 – klenovecký komplex (albitizovaná biotitická rula), 4 – rimavický komplex (svetlé granitoidy), 5 – sinecký komplex (bridlice, magnezit, metavulkanity, metakonglomeráty), 6 – slatvinské súvrstvie (karbón), 7 – tektonické línie, 8 – lokalita: 1 – Ostrá (rudný výskyt Ostrá As a Ostrá Pb), 2 – Mútnik, 3 – Cerberus, 4 – Klenovec–lom, 5 – Samo, 6 – Medené, 7 – Kokava–Bohaté.

Fig. 1. Sketch geological map of the area of Hnúšťa and Klenovec with marked ore occurrences (adapted after Bezák, 1988). 1 – the Kráľova hoľa complex (migmatites, hybrid granitoides), 2 – the Ostrá complex (garnet mica schists, amphibolites), 3 – the Klenovec complex (albitized biotite paragneisses), 4 – the Rimavica complex (light granitoides), 5 – the Sinec complex (slates, magnesites, metavolcanites, metaconglomerates), 6 – the Slatvina formation (the Carboniferous), 7 – tectonic lines, 8 – localities: 1 – Ostrá (ore occurrences Ostrá As and Ostrá Pb), 2 – Mútnik, 3 – Cerberus, 4 – Klenovec–quarry, 5 – Samo, 6 – Medené, 7 – Kokava–Bohaté.

Maťo a Maťová (l. c.) uvádzajú aj „neviditeľné" Au v pyrite. Na viacerých lokalitách sa Au zistilo len analyticky, bez „viditeľného" Au.

V rudnom výskyte *Ostrá Pb* sú dva typy sulfidického zrudnenia – Pb-Zn a arzenopyritové. Obidve zrudnenia sú v žltkastých až ružovkastých varietách kryštalického vápenca vo forme vtrúsenín a hniezdovitých akumulácií. Pb zrudnenie tvorí až 35 cm hrubé teleso pomerne čistej rudy (Koutek, 1948). Koutek (l. c.) predpokladá metasomatický pôvod ložiska zatlačením vápenca hydrotermálnymi roztokmi. Z primárnych minerálov sa odtiaľ opísal galenit, sfalerit, pyrit, chalkopyrit, arzenopyrit, kremeň, kalcit, ankerit, siderit (Láznička, 1962) a pyrotín (Ragan, 1989) zo sekundárnych limonit, ceruzit a smithsonit (Láznička, l. c.).

Na výskyte *Ostrá As* sulfidické zrudnenie reprezentuje bohatá arzenopyritová ruda v podobe žiliek, hniezd a vtrúsenín, ktoré v prekremenenej mylonitizovanej rule tvorí polohy hrubé do 1 m. Vzorky žltkastých kryštalických karbonátov obsahujú vtrúsený hrubokryštalický arzenopyrit a podobajú sa na karbonáty s arzenopyritom z výskytu Ostrá Pb. Z minerálov sa odtiaľ opísal arzenopyrit, pyrit, chalkopyrit, pyrotín, galenit, sfalerit a kremeň (Láznička, l. c.).

Podľa publikovaných údajov (Trdlička, 1960, 1962; Láznička, 1962, 1963; Ragan, 1989; Horal, 1997) možno predpokladať, že sa vývoj zrudnenia na obidvoch lokalitách Hnúšťa–Ostrá a sulfidických výskytoch v blízkom okolí (Hnúšťa–Cerberus, Mútnik, Klenovec–Medené) do značnej miery podobal, resp. že mineralizácie týchto lokalít sú pravdepodobne produktmi jedného rudotvorného procesu. V študovaných ložiskách sú zastúpené prvé tri mineralizačné periódy vyčlenené Raganom (1989) v oblasti Hnúšte a na vývoj zrudnenia možno použiť sukcesnú schému toho istého autora (obr. 2).

Podľa vzťahu mineralizácie a litológie okolia možno zrudnenie v oblasti pokladať za epigenetické, vytvorené roztokmi metamorfného pôvodu pravdepodobne alpínskeho veku. Metamorfný pôvod mineralizácie predpokladal už Láznička (1962, 1963), Ragan (1989), Ragan (in Chovan et al., 1994) a alpínsky vek potvrdzuje Varček a Regásek (1962), Láznička (l. c.) a Ragan (l. c.).

Postavenie zlata v sulfidickej mineralizácii

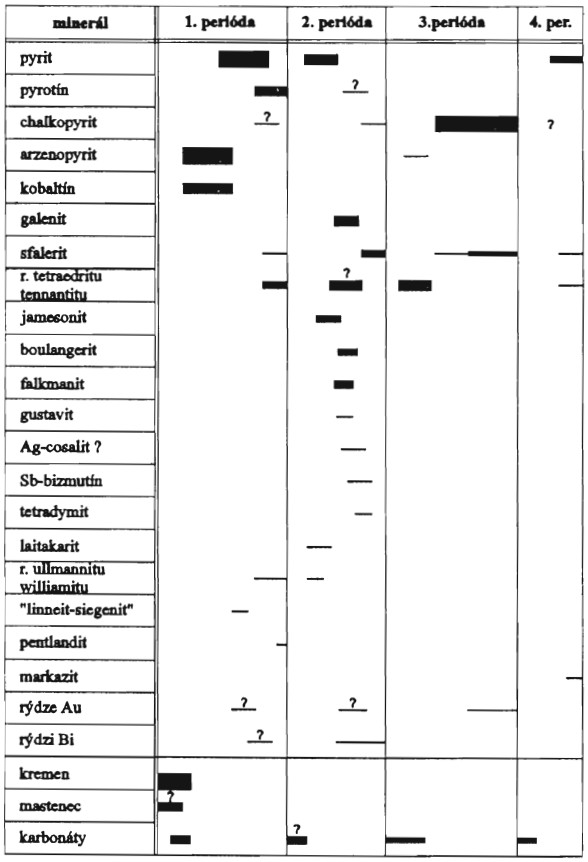
V skúmaných vzorkách z rudného výskytu Hnúšťa–Ostrá As je arzenopyrit najrozšírenejším sulfidom a je v podobe dvoch morfologicky odlišných typov. Idiomorfné až hypidiomorfné kryštály a hrubokryštalická masa často postihnutá kataklázou patria do prvej (najstaršej) mineralizačnej periódy. Väčšina kryštálov je chemicky zonálna, svetlé zóny sú o 0,5–1,3 hm. % bohatšie na As ako tmavé (elektrónová mikroanalýza). Časté striedanie zón odráža rýchle zmeny fyzikálnochemických podmienok kryštalizácie. Arzenopyrit I je najstarším sulfidom v ložisku. Mladšia generácia arzenopyritu II tvorí jemnokryštalickú masu v intergranulárach arzenopyritu I, pyritu I a výplň mikropuklín. Arzenopyrit II precipitoval počas mladšej, tretej mineralizačnej periódy.

Pyrit – podobne ako arzenopyrit – vytvára dve generácie. Starší pyrit I je produktom prvej mineralizačnej periódy, tvorí idiomorfné a hypidiomorfné kryštály, niekedy s korodovanými hranami a úlomkami v agregáte arzenopyritu II. Pyrit I tvorí aj samostatné monominerálne žilky a pravdepodobne odtiaľ pochádzajú jeho úlomky redeponované v jemnokryštalickom arzenopyrite II. Niektoré kryštalické zrná pyritu I sú chemicky zonálne. Svetlé zóny sú obohatené o As (až do 1,5 hm. %; elektrónová mikroanalýza). Druhú generáciu – patriacu do druhej alebo tretej mineralizačnej periódy – predstavuje jemnokryštalický agregát, ktorý je morfológiou podobný mladšej generácii arzenopyritu.

Chalkopyrit vytvára alotriomorfnú masu a vypĺňa niekoľko porúch. Je jedným z najmladších minerálov a zaraďujeme ho do tretej mineralizačnej periódy. Miestami je chalkopyrit od okrajov zatláčaný covellínom, vzácne aj Au (elektrum).

„Viditeľné" Au je zastúpené na lokalite Ostrá As v podobe dvoch morfologicky aj chemicky odlišných typov. Veľkosť zlatiniek obidvoch typov je niekoľko tisícin až prvých stotín mm.

Zlatinky typu I sú kruhového až oválneho, zriedka nepravidelného prierezu a vyskytujú sa v podobe inklúzií



Obr. 2. Sukcesná schéma epigenetickej sulfidickej mineralizácie v oblasti Hnúšte (Ragan, 1989).

Fig. 2. Succession scheme of epigenetic sulphide mineralization in area of Hnúšťa (Ragan, 1989).

v neporušených centrách idiomorfných až hypidiomorfných kryštálov pyritu. Morfológiou a lokalizáciou nápadne pripomínajú exsolučné odmiešaniny. V polarizačnom mikroskope majú typickú žltú farbu. Zlatinky typu I sú intermetalickou zliatinou Au-Ag vyššej rýdzosti ako typ II a majú obsah Ag do 35 at. % (tab. 1: anal. č. 6–10, obr. 4).

Zlatinky typu II sú nepravidelného tvaru a vyskytujú sa takmer vždy s chalkopyritom a miestami ho zatláčajú. Vyskytujú sa v medzizrnných priestoroch pyritu a arzenopyritu a na mikropuklinách v arzenopyritových agregátoch sprevádzané chalkopyritom. Zlatinky majú svetložltú až krémovožltú farbu, typickú pre Au s vysokým obsahom Ag (Háber et al., 1995). Znížený obsah Au a naopak vysoký obsah Ag (až do 69 at. %) sa potvrdil aj elektrónovou mikroanalýzou (tab. 1: anal. č. 1–4, obr. 4). Na tomto základe možno intermetalickú zliatinu kvalifikovať ako elektrum až küstelit.

V jednom prípade sme Au zistili na rozhraní pyritu a v ňom uzavretého arzenopyritu bez prítomnosti chalkopyritu.

Diskusia

Podľa morfológie, spôsobu vystupovania a chemického zloženia vyčleňujeme v rudnom výskyte Hnúšťa–Ostrá As dva typy „viditeľného" Au, a to

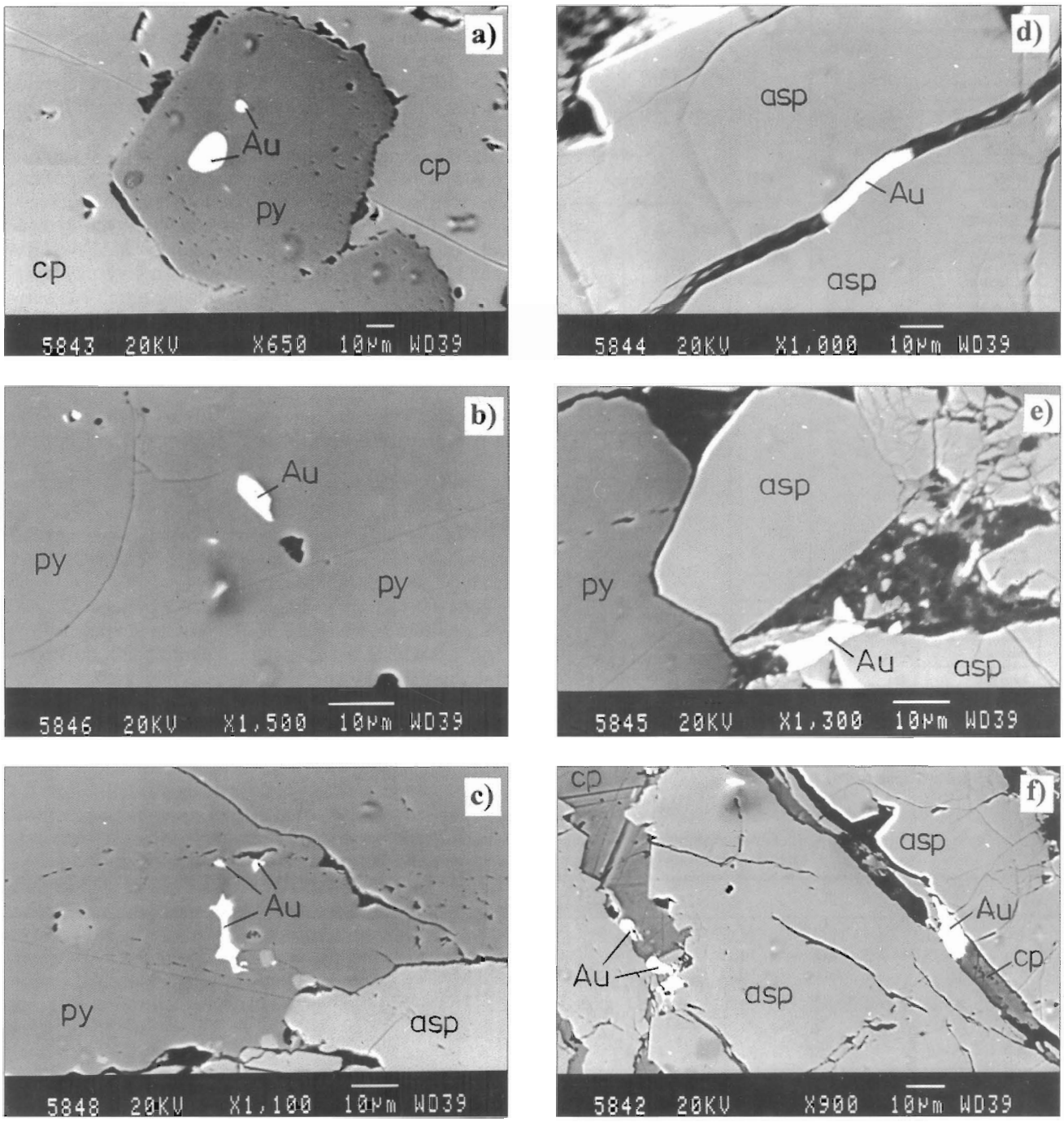
1. Au až elektrum v podobe inklúzií v pyrite,
2. elektrum až küstelit + chalkopyrit na puklinách.

Ad 1. Inklúzie Au až elektra v pyrite patria do staršej generácie. Zlatinky kruhového až oválneho prierezu v centre idiomorfných kryštálov pyritu majú vyššiu rýdzosť (772–858) ako zlatinky 2. typu. Projekcie elektrónových mikroanalýz do grafu závislosti Ag/Au (obr. 4) tvoria samostatnú skupinu.

Tab. 1
Elektrónové mikroanalýzy rýdzeho Au z rudného výskytu Hnúšťa–Ostrá As
Microprobe analyses of native Au from the Hnúšťa–Ostrá As ore occurrence

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au	77,88	84,58	85,94	84,60	72,98	40,95	65,21	46,11	41,83	60,84
Ag	23,04	14,06	14,19	13,93	26,92	57,04	31,68	51,91	55,43	40,19
Cu	0	0,06	0,11	0,12	0	1,56	1,59	0,35	0,88	0,21
Sb wt. %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Te	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	100,92	98,70	100,24	98,65	99,90	99,55	98,48	98,37	98,14	101,24
Au	64,50	76,00	76,04	76,36	59,43	27,16	50,62	32,47	28,68	45,12
Ag	34,84	23,07	22,92	22,95	40,03	69,08	44,90	66,76	69,43	54,41
Cu	0	0,17	0,30	0,31	0	3,21	3,82	0,77	1,88	0,48
Sb at. %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Te	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1, 2, 3, 4 – inklúzie Au v pyrite, 5 – Au na rozhraní pyritu a arzenopyritu bez prítomnosti chalkopyritu, 6, 7, 8, 9, 10 – Au s chalkopyritom vo výplni voľných priestorov.
Mikrosonda JEOL SuperProbe 733 pri týchto podmienkach: urýchľovacie napätie 20 kV, vzorkový prúd 20 nA, priemer elektrónového lúča 3 µm, štandardy: Au, Ag, Cu, Sb, Bi, Te a HgS, analytik Ozdín, Konečný (GSSR Bratislava).
1, 2, 3, 4 – Au inclusions in pyrite crystals, 5 – Au in the boundary of pyrite and arsenopyrite without presence of chalcopyrite, 6, 7, 8, 9, 10 – Au with chalcopyrite filling "free" spaces. Microprobe JEOL SuperProbe 733 under following conditions: acceleration voltage 20 kV, sample current 20 nA, diameter of electron beam 3 µm, standards Au, Ag, Cu, Sb, Bi, Te, HgS, analyst Ozdín, Konečný (GSSR Bratislava).



Obr. 3. „Viditeľné" Au v asociácii so sulfidickými minerálmi (Hnúšťa–Ostrá As). a, b, c - inklúzie Au/elektra v pyrite, d, e, f - elektrum vo výplni puklín v arzenopyrite. Au - zlato, elektrum. Mikrosonda JXA 840A, operátor Stankovič (CLEOM, Prírodovedecká fakulta UK Bratislava).

Fig. 3. "Visible" Au in sulphide assemblage (the Hnúšťa–Ostrá As). a, b, c – Au/electrum inclusions in pyrite, d, e, f – electrum filling cracks in arsenopyrite. Au – gold, electrum. Microprobe JXA 840A, operator Stankovič (CLEOM, Faculty of Natural Sciences UK Bratislava).

Zlatinky v pyrite pokladáme za exsolučné odmiešaniny. Zdrojom Au mohol byť pyrit, pretože zlatinky nie sú v medzizrnných priestoroch ani na okrajoch zŕn, ale výlučne v centre kryštálov. Au bolo v pyrite pôvodne zrejme v „neviditeľnej" forme, a to submikroskopicky alebo chemicky viazané (Andráš et al., 1988) z Pezinka–Kolárskeho vrchu.

Výsledky výskumu sulfidických rúd s „neviditeľným" Au zo slovenských lokalít využitím mössbauerovskej spektroskopie publikoval Andráš a Ragan (1995) a Andráš et al. (1993, 1998). Podľa týchto autorov je Au v arzenopyrite a pyrite v pozitívnej korelácii s As a negatívnej s Fe. Obsah Au rastie v zónach obohatených o As. Výraz-

né obohatenie jednotlivých častí minerálov o Au predstavuje zmeny v rudotvorných roztokoch pri precipitácii rúd (Andráš a Ragan, 1995; Cathelineau et al., 1988; Fleet et al., 1988; Gammons a Williams-Jones, 1995, a i.).

Najdôležitejším zlatonosným sulfidickým minerálom je arzenopyrit, pyrit a minerály tetraedritovo-tennantitového radu (Chryssoulis a Cabri, 1990). Význam prítomnosti As pri viazaní Au v arzenopyrite a pyrite zdôrazňuje aj Cathelineau et al. (1988), Fleet et al. (1988), Marcoux et al. (1989), Mumin et al. (1994) a i. Pyrit z rudného výskytu Ostrá As obsahuje do 1,5 % As, a preto je možné, že je spolu s arzenopyritom potenciálnym zdrojom Au. Prítomnosť „neviditeľného" (submikroskopického a/alebo chemicky viazaného) Au sme neštudovali.

„Viditeľné" zlatinky v pyrite môžu byť:

1. Primárneho pôvodu, pričom sa inklúzie Au-Ag zliatin formovali pri chladnutí pyritu v prvej mineralizačnej perióde.

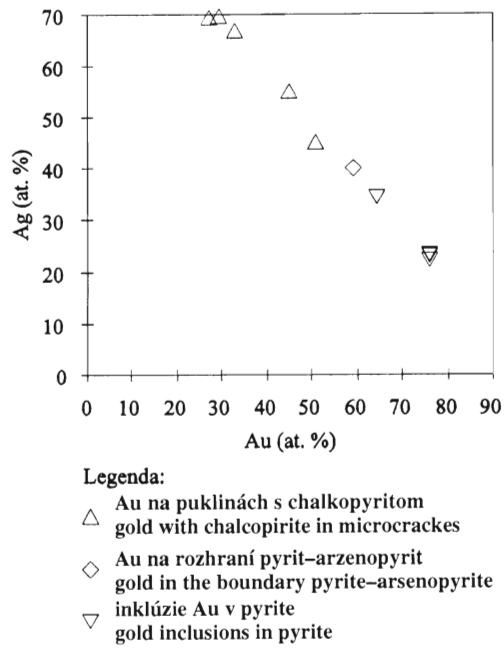
2. Sekundárneho pôvodu ako produkt účinku mladých hydrotermálnych roztokov na kryštály pyritu. Rast teploty pôsobením hydrotermálnych roztokov umožnil migráciu „neviditeľného" Au zo štruktúry pyritu a jeho nasledujúcu precipitáciu vo „viditeľnej" forme. Termálne roztoky mohli patriť druhej alebo tretej mineralizačnej perióde.

Precipitáciou „neviditeľného" Au v sulfidoch pri zahrievaní v laboratórnych podmienkach sa zaoberal napr. Bürg (1930, 1935, in Andráš a Ragan, 1995), Mojsejenko (1966), Weir a Berezowsky (1987, in Chryssoulis a Cabri, 1990), Thomas (1988, in Chryssoulis a Cabri, 1990). Mojsejenko (l. c.) zahrieval vo vákuu vzorky pyritu na 600 °C (42 min.) a arzenopyritu na 700 °C (100 hod.). Vo vzorkách obidvoch zlatonosných sulfidov nebolo pred začiatkom experimentu Au viditeľné ani pri zväčšení 1200x, ale po skončení experimentu už pri zväčšení 600x bolo vylúčené Au viditeľné. Vylúčené zlatinky boli okrúhle, podobné ako Au, ktoré sme spozorovali v pyrite. Podľa Mojsejenka (l. c.) sa zlatinky v pyrite zväčšujú rýchlejšie a pri nižšej teplote ako v arzenopyrite.

Predpokladáme, že inklúzie Au v pyrite Ostrej As vznikli podobne, aj keď za odlišných fyzikálnochemických podmienok. Vákuum, ktoré v experimente bránilo rýchlej oxidácii zahrievanej vzorky, spätným reakciám uvoľnených výparov so vzorkou a ďalším nežiaducim chemickým procesom, bolo v prírodnom procese naopak nahradené zvýšeným tlakom okolitého prostredia, pričom tak isto nenastávala oxidácia ani výrazne nevznikala, ani neunikala prchavá zložka. Pri vyššom tlaku a dlhšom reakčnom čase pravdepodobne nebolo potrebné ani prehriatie na takú vysokú teplotu ako v experimente (600–700 °C).

Ad 2. Intermetalická Au-Ag-zliatina sa vo forme elektra, resp. küstelitu vyskytuje v pozícii jedného z najmladších minerálov na trhlinách a v medzizrnných priestoroch hrubokryštalického arzenopyritu. Zlatinky tvaru žilnej výplne sú v úzkej časovej a priestorovej spätosti s chalkopyritom. Vlnovodisperzná analýza potvrdila nízku rýdzosť zlatiniek (418–673), aká sa predpokladala už pri mikroskopickom štúdiu. V projekcii do diagramu závislosti Ag/Au (obr. 4) spadajú všetky analýzy do jedného vyznačeného spoločného poľa.

Elektrum s porovnateľne nízkou rýdzosťou nie je zo študovanej oblasti známe. Ragan (1989) z ložiska Mútnik



Obr. 4. Diagram vzťahu Ag/Au v zlate jednotlivých typov.
Fig. 4. Diagram of Ag/Au relation in gold of different types.

opísal elektrum s rýdzosťou 650 iba v jedinom prípade. Všetky minerálne zrná elektra z okolitých lokalít majú vyššiu rýdzosť ako 700 (Ragan, l. c.; Maťo a Maťová, 1993; Kyselica, 1997; Horal, 1997).

Gammons a Williams-Jones (1995) na základe publikovaných údajov vysvetľujú príčinu obohatenia zŕn elektra o Au, resp. Ag. Podľa nich je zloženie Au-Ag zliatin komplexnou funkciou a_{S2} a a_{O2}, koncentrácie Cl^-, pH a celkového pomeru Au/Ag v skúmanom systéme. Rozpustnosť Au a Ag v hydrotermálnych roztokoch závisí od teploty, tlaku, chemického zloženia rudotvorného fluida a od mineralógie a zloženia zlato-striebronosných fáz. Títo autori (l. c.) za zdroj Au a Ag pokladajú argentit, chlorargyrit, sulfosoli, selenidy a teluridy. Koprecipitácia elektra s rozličnými zlato-striebronosnými fázami má vplyv na zloženie zliatin.

Z lokality Hnúšťa–Ostrá sa doteraz nijaký zo spomenutých zlato-striebronosných minerálov neopísal. Zdrojom Au mohli byť staršie sulfidy (pyrit, arzenopyrit), z ktorých sa Au lúhovalo účinkom mladých hydrotermálnych roztokov alebo ho roztoky priniesli. Ragan (1989) pri opise rovnakej pozície Au vo vzťahu k ostatným minerálom ložiska Mútnik pokladá obidva zdroje za pravdepodobné.

Zlatinky nízkej rýdzosti vyčleňujeme samostatne a predpokladáme, že vznikli v tretej prínosovej perióde s chalkopyritom, príp. krátko po jeho vylúčení. V zhode s Raganom (l. c.) pokladáme obidva spomenuté potenciálne zdroje Au za pravdepodobné.

V Západných Karpatoch sa z mnohých ložísk opisuje trend poklesu rýdzosti zlatiniek od starších generácií po mladšie. Au s relatívne vyššou rýdzosťou je späté s arzenopyritovo-pyritovou mineralizáciou, kým zlatinky nižšej rýdzosti sa vyskytujú v paragenéze s chalkopyritom a tetraedritom, príp. kobaltínom, chalkostibitom, galenitom, sfaleritom, gersdorffitom (Antal, 1987, 1993;

Ragan, 1989; Ragan in Chovan et al., 1994; Chovan et al., 1995; Chovan et al., 1996; Majzlan a Chovan, 1997; Stankovič, 1998, a i.).

V jednom prípade sme zistili voľné Au na rozhraní pyritu a v ňom uzavretého arzenopyritu. Rýdzosť Au (731) sa pohybuje na hranici medzi obidvoma vyčleňovanými typmi (tab 1: anal. 5, obr. 4). Pre ojedinelosť tohto nálezu zlatinku nezaraďujeme do nijakého z vyčlenených typov a jej genézu neinterpretujeme.

Záver

– Vykonali sme podrobný mineralogický výskum lokalít v okolí Hnúšte a v jeho rámci sme v rudnom výskyte Hnúšťa–Ostrá As identifikovali „viditeľné" Au, ktoré z tejto lokality nebolo opísané.

– Na lokalite sme určili nasledujúcu sukcesiu sulfidických minerálov: arzenopyrit I, pyrit I (zlatonosný), pyrit II, arzenopyrit II a chalkopyrit.

– Na základe morfológie, lokalizácie a chemického zloženia zlatiniek sme vyčlenili dva geneticky aj mineralogicky rozdielne typy Au: 1. elektrum až küstelit s chalkopyritom na puklinách, 2. Au až elektrum v podobe inklúzií v pyrite.

– Prítomnosť „neviditeľného" Au v sulfidických mineráloch (pyrit, arzenopyrit, chalkopyrit?) pokladáme za pravdepodobnú, ale podrobnejšie sa neštudovala.

Literatúra

Andráš, P., Caňo, F. & Nagy, G., 1988: K charakteristike zlatonosného pyritu na ložisku Pezinok – Kolársky vrch, Vinohrady. *Mineralia Slov., 20, 463–471.*

Andráš, P., Chovan, M. & Ozdín, D., 1998: Neviditeľné Au v sulfidoch Nízkych Tatier. *Mineralia Slov., 30, 92–93.*

Andráš, P. & Ragan, M., 1995: Sulfidické rudy s neviditeľným zlatom na Slovensku. *Mineralia Slov., 27, 57–63.*

Andráš, P., Ragan, M., Wagner, F. E., Friedl, J. & Hrnčárová, M., 1993: Väzba „neviditeľného" zlata v arzenopyrite antimónového ložiska Pezinok–Kolársky vrch. *Mineralia Slov., 25, 51–54.*

Antal, B., 1987: Vystupovanie mikroskopického zlata na ložisku Slovinky. *In: Zlato v Západných Karpatoch: geochémia, mineralógia, metalogenéza, ložiská. GÚDŠ, Bratislava, 165–166.*

Antal, B., 1993: Charakter zlata z nadložného odžilku Severnej žily v Rudňanoch. *Mineralia Slov., 25, 146–150.*

Bezák, V., 1982: Komplexy metamorfitov a granitoidov v kohútskom pásme veporid. *Geol. Práce, Spr., 78, 65–70.*

Bezák, V., 1988: Tektonický vývoj juhozápadnej časti veporika. *Mineralia Slov., 20, 131–142.*

Cathelineau, M., Boiron, M. C., Holliger, Ph. & Marion, Ph., 1988: Gold-rich arsenopyrites: crystal chemistry, gold location and state, physical and chemical conditions of crystallization. *In: Bicentennial Gold 88, Melbourne.*

Fleet, M. E., Maclean, P. J. & Barbier, J., 1988: Oscillatory-zoned As-bearing pyrite from stratabound gold deposits: evidence for primary mineralization. *In: Bicentennial Gold 88, Melbourne.*

Gammons, C. H. & Williams-Jones, A. E., 1995: Hydrothermal geochemistry of electrum: thermodynamic constraints. *Econ. Geol., 90, 420–432.*

Háber, M., Jeleň, S. & Kašpar, P., 1995: Fyzikálno-optické vlastnosti pevných roztokov Au a Ag. *Mineralia Slov., 27, 29–36.*

Horal, M., 1997: Mineralogický výskum v jz. veporiku s ohľadom na výskyt zlata. [Diplomová práca.] *Manuskript – Katedra mineral. a petrol. PriF UK Bratislava, 115.*

Hvožďara, P., 1980: Prospekčné minerály tatroveporidného kryštalinika. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., 35, 5–43.*

Hvožďara, P., 1983: Výsledky šlichovej prospekcie v západnej časti Slovenského rudohoria. Záver. správa úlohy Reg. geochémia ZK. *Manuskript – archív GSSR, Bratislava, 393.*

Hvožďara, P., 1987: Metalogenéza zlata vo veporidoch. *In: Zlato v Západných Karpatoch: geochémia, mineralógia, metalogenéza, ložiská. GÚDŠ, Bratislava, 75–79.*

Hvožďara, P. & Pouba, Z., 1998: Zlato v juhozápadnom veporiku. *Mineralia Slov., 30, 94.*

Chovan, M., Háber, M., Jeleň, I. & Rojkovič, I. (Eds.), 1994: Ore textures in Western Carpathians. *Slov. Acad. Press, 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, 397–406.*

Chovan, M., Slavkay, M. & Michálek, J., 1996: Ore mineralizations of the Ďumbierske Tatry Mts. (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Carpath., 47, 371–382.*

Chryssoulis, S. L. & Cabri, L. J., 1990: Significance of gold mineralogical balances in mineral processing. *Trans. Instn Min. Metall. 99, Sect. C: Mineral Process. Extr. Metall., 10.*

Ilavský, J., 1973: Metalogenetická mapa Západných Karpát 1:1 000 000 pre RVHP. [Čiastková záver. správa.] *GÚDŠ, Bratislava, 79.*

Ilavský, J. et al., 1977: Vysvetlivky k metalogenetickej mape Západných Karpát 1:500 000. *Manuskript – archív GSSR, Bratislava.*

Koutek, J., 1948: Zpráva o prohlídce kutiště na olověnou rudu na vrch Ostrá u Hnúšte. *Manuskript – archív GSSR, Bratislava.*

Kyselica, M., 1997: Mineralógia zlata na vybraných lokalitách JZ veporika. [Diplomová práca.] *Manuskript – Kat. min. a petrol. PriF UK Bratislava, 70.*

Láznička, P., 1962: Příspěvky k poznání drobných rudních výskytů v okolí Tisovce, Hnúště, Klenovce a Kokavy nad Rimavicou (veporidy). [Diplomová práca.] *Manuskript – Kat. nerost. sur. PřírF KU, Praha, 232.*

Láznička, P., 1963: Metasomatické ložisko Pod Medeným u Klenovce a geologie jeho okolí. *Sbor. Nár. Muz. (Praha), Ř. B 19, 1–151.*

Majzlan, J. & Chovan, M., 1997: Hydrotermálna mineralizácia v Mlynnej doline, Nízke Tatry. *Mineralia Slov., 29, 149–158.*

Marcoux, E., Bonnemaison, M., Braux, C. & Johan, Z., 1989: Distribution of Au, Sb, As and Fe in gold-bearing arsenopyrite from Le Châtelet and Villeranges deposits, Creuse, French Massif Central. *C. R. Acad. Sci. 308, series II. Paris, 185–191.*

Maťo, Ľ. & Maťová, V., 1993: Zlatá mineralizácia strižných zón pri Uderinej, jz. časť veporického kryštalinika, stredné Slovensko. *Mineralia Slov., 25, 327–340.*

Mojsejenko, V. G., 1966: Povedenie zolota pri termičeskom metamorfizme. *In: Genetičeskije osobennosti i obščije zakonomernosti razvitia zolotoj mineralizacii Dalnego Vostoka. Izd. Nauka, Moskva.*

Mumin, A. H., Fleet, M. E. & Chryssoulis, S. L., 1994: Gold mineralization in As-rich mesothermal gold ores of the Bogosu-Prestea mining district of the Ashanti Gold Belt, Ghana: remobilization of "invisible" gold. *Mineral. Depos., 29, 445–460.*

Petro, M., 1961: Geologické a mineralogické pomery rudných ložísk v oblasti Klenovec–Ratkovské Bystré. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Kat. nerast. sur. PriF UK, Bratislava, 105.*

Ragan, M., 1989: Mineralogická, geochemická a paragenetická chrakteristika sulfidickej mineralizácie v oblasti Hnúšte (veporikum). [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript – archív Geologický ústav SAV, Banská Bystrica, 199.*

Stankovič, J., 1998: Inklúzie zlata v mineralizácii ullmannitovo-gersdorffitového radu ložiska Jasenie–Kyslá v Nízkych Tatrách. *Mineralia Slov., 30, 475–478.*

Trdlička, Z., 1960: Charakter zrudnění ve štole Cerberus SZ od mastek – magnesitového ložiska Mútnik u Hnúště (Slovenské rudohoří). *Čas. Mineral. Geol., 5, 442–445.*

Trdlička, Z., 1962: Mineralogicko-geochemický výskum mastku a polymetalického zrudnenia na ložiskách magnezitu na Slovensku. *Geol. Práce, Zpr., 24, 5–69.*

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

Zoubek, V., 1932: Předběžná zpráva o mapování na listě Veľká Revúca (4564). *Věst. St. geol. Úst., Praha, 8, 136–145.*

Žilák, J., 1993: Menej známe banícke a hutnícke podnikanie v novohradskej a malohontskej časti Slovenského rudohoria. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript – archív Banská Bystrica.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 239–240

Výskyt zlata na lokalite Harmanec

JURAJ GALVÁNEK

Stredoslovenské múzeum, Radvanská 27, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 9. 4. 1999)

The Harmanec Au occurrence

The small Au-bearing quarz vein is hosted by Paleozoic crystalline complex and Permian sediments. The digging activities were carried out here mainly during the first half of 20th century. As part of these activities, according to the archival materials, some mining is reported here, since 1923 until 1927. The total amount of obtained gold is reported as 20 kgs of gold and silver, Au:Ag ratio 2:1 up to 5:1. The average Au content of the gold-bearing vein material was about 30 gt^{-1}, the highest Au content was ostensibly around 150 gt^{-1}. The occurrence is considered, because of small size and complicated tectonics, as no promising target at present time.

Key words: Harmanec, gold-bearing vein, mineralogy

Úvod

Sledované územie leží pri západnom okraji Starohorských vrchov. Kutacie oprávnenia pre lokalitu Harmanec zahŕňali bezprostredné okolie Harmaneckej papierne na obidvoch brehoch Bystrice a priľahlé územie na Z od Starohorského potoka od jeho vtoku do Bystrice a na S až po Polkanovú. Celková výmera bola okolo 997 katastrálnych jutár (Paulinský, 1926). Jadrom územia je priestor, kde bola vyrazená šachta (1923–1927), t. j. nad areálom papierne na pravom brehu Bystrice 200 m na V od závodnej vodárne.

História kutania a ťažby

Najstarším – aj keď nepriamym – dôkazom o výskyte Au v oblasti je zmienka v literatúre (Pisoň, 1968), že obyvatelia osady Bystrica popri poľnohospodárstve v riečišti Hrona a jeho prítokov ryžujú zlato. Fakt, že prítokom bola hlavne Bystrica, potvrdilo aj orientačné šlichovanie (Galvánek, 1967).

O staršom kutaní ako v 20. storočí možno nateraz usudzovať len podľa publikovaného zdroja (Hynie a Koutek, 1929), ktorý konštatuje, že harmanecká žila bola už dávno známa. Jej severné pokračovanie dosiahla dvojitá štôlňa. Pri terénnom prieskume sa v dolinke Lelekovo (medzi Harmaneckou a Andrášovou dolinou) na vrstevnici 580 m našli zvyšky dvoch štôlní a pomerne veľkých odvalov porastených už 50-ročnými stromami. Ale údaje o výskyte Au chýbajú.

Najväčší rozmach však dosiahlo kutanie v prvej polovici 20. storočia. Roku 1908 banskobystrický banský kapitanát povolil kutanie vo viac ako 10 katastroch obcí v okolí Banskej Bystrice, medzi nimi aj v Harmanci. Roku 1921 sa už kutalo nad Harmaneckou papierňou. Roku 1922 bola uzatvorená zmluva medzi slobodným mestom Banská Bystrica a Vládnym komisariátom pre štátne bane a huty v Bratislave o prenájme mestských pozemkov na kutanie a využívanie suroviny (Paulinský, 1926). V rokoch 1923–1927 sa prieskumne ťažilo, a to do októbra 1926 pod hlavičkou Čs. štátneho banského riaditeľstva v Kremnici a od novembra 1926 už pod správou Štátneho elektrolytického závodu v Banskej Bystrici (Paulinský, 1923–1927; Paulinský a Čechura, 1923–1927).

V rokoch 1940–1942 prebiehali práce pod správou Štátneho banského riaditeľstva v Banskej Štiavnici (Bergfest, 1943). Roku 1944 požiadalo Štátne banské riaditeľstvo v Banskej Bystrici o zlúčenie výhradných kutísk vrátane Harmanca. Roku 1951 bola pri zemných prácach v Harmaneckej papierni odkrytá zlatonosná kremenná žila (Koutek in Galvánek, 1967). V rokoch 1970–1972 aj do tejto lokality zasahoval geologický prieskum na uránové suroviny (Tréger, 1975).

Ložiskové pomery

Zlatokremenná žila leží v prostredí paleozoických hornín. Z kryštalických hornín sú odtiaľ zmapované (Jaroš in Galvánek, 1967) svory, biotitická a dvojsľudná rula až migmatity, zo sedimentov permu arkóza, pieskovec (často s karbonátovými polohami) a bridlica, prevažne sivej, zelenosivej, ojedinele červenej farby. Doteraz je nedostatočne spracovaný výskyt pyroxenického andezitu nad Harmaneckou papierňou (Hynie a Koutek, 1929).

Typickým znakom územia je zložitá tektonika. Podľa viacerých autorov (Kubíny, 1962, 1965; Tréger, 1975, a i.) práve križovanie zlomov smeru V–Z so zlomami smeru SV–JZ, resp. SZ–JV ovplyvnilo zonalitu ložiska a etapovitosť metalogenetických procesov a tým aj pravdepodobnú genetickú súvislosť s Cu mineralizáciou v okolí Starých Hôr a Španej Doliny.

Zlatokremenná žila je zmapovaná v dĺžke 1250 m, mala smer SZ–JV a ohraničovali ju zlomy. V strednej časti ju zerodovala Bystrica a výsledkom toho je aj výskyt zlatiniek v náplave (Galvánek, 1967). Keďže nejde o mono-

litný žilný útvar, ale o systém kremenných žiliek relatívne malej hrúbky (do 30 cm), možno hovoriť skôr o žilníku. V jeho okolí sú zreteľné premeny typu sericitizácie, v menšej miere prekremenenie.

Ťažilo sa, hoci sa to pokladalo za kutanie, tradične. Ruda sa triedila, dočasne samostatne deponovala a potom odvážala do úpravne v Kremnici. Priebežne sa viedla evidencia o kovnatosti suroviny a podľa toho sa triedila na stupovú (do 10 $g.t^{-1}$) a bohatú (nad 10 $g.t^{-1}$). Osobitne sa deponovala hlušina. Na záver ťažby (k 31. marcu 1927) sa na spracovanie odviezla celá rudná depónia a časťou hlušiny sa zaplnila šachta. V tomto období ťažby bol pozoruhodný priemerný obsah Au, a to okolo 30 $g.t^{-1}$. Je zaujímavé, že aj najnovší publikovaný údaj (Stankovič, 1998) je prakticky rovnaký. Najvyšší pri ťažbe zistený obsah bol 150 $g.t^{-1}$ Au a 48 $g.t^{-1}$ Ag (2. obzor, severná chodba, 11 m od šachty). Na ložisku sa za dolovateľné považovalo 69 m. Pri ťažbe sa konštatovalo, že sa v žilkách na mnohých miestach vyskytuje makroskopicky viditeľné zlato (Paulinský, 1923–1927). Za celé obdobie sa vyťažilo a z rudy získalo 20 kg zlatostriebra, pričom pomer Au:Ag bol 2:1–5:1. K 1. decembru 1926 to bolo 926,86 g Au (Paulinský a Čechura, 1923–1927). Podľa mojich doterajších zistení sú údaje o kutaní v rokoch 1940–1942 veľmi strohé. Platí to o kovnatosti aj o výsledku úpravy rudy, hoci ich nadriadení požadovali (Bergfest, 1943).

Mineralogická charakteristika

Pri spracúvaní archívnych dokladov, publikovaných prác i mojich vlastných pozorovaní som zistil viac nových faktov. Uvádzam ich ako doplnok Topografickej mineralógie Slovenska (Koděra et al., 1986), pri ostatných udávam aj zdroj.

Primárne minerály

ankeriticko-dolomitický karbonát, najmladšia súčasť žíl (Sedláčková in Kubíny, 1965)

arzenopyrit, súčasť kremennej žiloviny (Galvánek, 1967) v dominantnej asociácii s kremeňom, zlatom a pyritom (Stankovič, 1998)

hematit, odroda spekularit, zriedkavý v usadeninách permu

chalkopyrit, hojnejší len lokálne

kremeň, veľmi hojný, starší mliečnobiely, mladší tmavosivý

lepidolit, v zelenosivej arkóze (Tréger, 1975)

pyrit, veľmi hojný, často vo forme závalkov

siderit, zriedkavý

tetraedrit, spolu s U minerálmi (Tréger, 1975)

uraninit, v strednozrnnej až hrubozrnnej arkóze (Tréger, 1975)

zlato, plieškovité, častejšie v tmavosivom kremeni

Sekundárne minerály

azurit, pomerne zriedkavý, v asociácii s U minerálmi (Rojkovič, 1998)

goethit, kolomorfný, ľadvinovitý, zatláča pyrit (Rojkovič, 1998)

limonit, najčastejší sekundárny minerál

malachit, relatívne zriedkavý

sadrovec, malé tabuľky v limonite

torbernit, v asociácii U minerálov (Rojkovič, 1998)

zeunerit, v asociácii U minerálov (Rojkovič, 1998)

Minerály v náplavoch

Pri orientačnom šlichovaní v okolí Harmaneckej papierne sa – prevažne zo zvetrávania hornín okolia – identifikovali: *augit, granát, hematit, magnetit, malachit, rutil, zirkón* a *zlato* (Galvánek, 1967).

Záver

Aj keď sa všetky práce o kutaní na tejto lokalite končia konštatáciou, že ide o malé, tektonicky komplikované, a teda neperspektívne ložisko (Hynie, 1926; Hynie a Koutek, 1929; Kuthan, 1942), stále nádejným protipólom zostáva tvrdenie z posledného listu „provozního výkazu" (Paulinský a Čechura, 1923–1927), že „ryzí zlato bylo tu i tám viditelno ..." Pre geológa je to vždy motivujúci fakt, aj keď azda iba ako do poznávania histórie.

Literatúra

Bergfest, A., 1943: List Štátneho banského riaditeľstva v Banskej Štiavnici z 21. 8. 1943, Pobočná zpráva o kutacích prácach v Harmanci a Čavoji. *Manuskript – archív ŠÚBA Banská Štiavnica, 2.*

Galvánek, J., 1967: Rudné indície v Kremnických horách a ložisko Au v Harmanci. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 88.*

Hynie, O., 1926: Geologický posudek o kutací šachtě v Harmanci na Slovensku. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 6.*

Hynie, O. & Koutek, J., 1929: Posudek o geologických a prospektorských pracích v okolí Harmance na Slovensku. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 5.*

Koděra, M. et al., 1986: Topografická mineralógia Slovenska, 1. *Veda, Bratislava, 295–396.*

Kubíny, D., 1962: Geologická pozícia starohorského kryštalinika. *Geol. Práce, Zoš., 62, 109–114.*

Kubíny, D., 1965: Niektoré poznatky o geológii širšieho okolia Špaňej Doliny. *Geol. Práce, Zpr., 37, 113–126.*

Kuthan, M., 1942: Geologické posúdenie kutacích prác v Harmanci. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 4.*

Paulinský, J., 1923–1927: Důlní knihy Harmanec. *Manuskript – archív Rudné bane, Kremnica.*

Paulinský, J., 1926: Smlouva slobodného mesta Banská Bystrica a Vládneho komisariátu pre štátne bane a hute v Bratislave z 30.11.1922, opis originálu. *Manuskript – archív ŠÚBA Banská Štiavnica. 5.*

Paulinský, J. & Čechura, J., 1923–1927: Provozní výkaz – kutací práce v Harmanci. *Manuskript – archív ŠÚBA Banská Štiavnica, 352.*

Pisoň, Š., 1968: Slovník obcí Banskobystrického okresu. *Stredoslovenské vydavateľstvo, Banská Bystrica, 125–126.*

Rojkovič, I., 1998: Stratiformná U-Cu mineralizácia v perme Nízkych Tatier. *Mineralia Slov., 30, 66–71.*

Stankovič, J., 1998: Zlatonosné zrudnenie s arzenopyritom na západnom okraji Nízkych Tatier (Liptovská Lúžna, Korytnica, Donovaly, Harmanec). *Mineralia Slov., 30, 60–62.*

Tréger, M., 1975: Výsledky geologicko-geofyzikálnych prác GPUP v tatroveporidách. *In: Problémy geológie a metalogenézy tatroveporíd. KR SVTS a ZP SVTS pri Geologickom prieskume GO Banská Bystrica, 69–73.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 241–248

Ryžoviská zlata v Západných Karpatoch

PAVEL HVOŽĎARA

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

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold placers in the Western Carpathian area

Detailed exploration works for gold showed several large gold placers in the Western Carpathian area. The gold placers were exploited in the Middle Ages. There are present alluvial and deluvial-eluvial placers with typical morphology and finesses of gold. Registrated placers deposits are possible to use for prognosis of primary gold mineralization.

Key words: gold placers, alluvial, deluvial, gold finesses, prognosis area

Úvod

Ryžovanie Au patrí medzi najstaršie prospekčné a exploatačné metódy, ktoré sa využívali takmer vo všetkých zlatonosných rajónoch sveta. Dnes možno s istotou tvrdiť, že to platí aj o Západných Karpatoch, kde sú stopy po ryžovaní Au vo viacerých geologických jednotkách. Rozsiahle ryžoviská, ktoré možno pozorovať v geologických jednotkách s primárnymi zdrojmi a sekundárnymi akumuláciami Au, svedčia o tom, že sa Au na našom území ryžovalo veľmi dlho. Tento drahý kov sa očividne získaval v niekoľkých časových periódach, v ktorých sa opakovane premývali zlatonosné sedimenty. Tak vznikli „kultúrne" vrstvy, ktoré dokumentujú dlhodobú prospekčnú, exploatačnú i technickú činnosť. Ilavský (1960) uvádza, že podľa Tacita (100 rokov pred n. l.) boli v oblasti Karpát baníkmi Kotíni. Ďalší rozvoj hľadania Au podľa Ilavského (1960) bol v 10.–13. stor. a neskôr.

Charakteristické haldy po ryžovaní možno nájsť v alúviách potokov v tatriku (v Malých Karpatoch, Považskom Inovci, Malej Magure – tie patria medzi najväčšie, v Tribeči a na severných aj južných svahoch Nízkych Tatier), vo veporiku i v gemeriku (v Slovenskom rudohorí), ale aj v neovulkanitoch. Menej údajov je o možných ryžoviskách na potenciálnych paleorozsypoch napr. vo flyši, kde sa Au identifikovalo prospekciou len nedávno.

Z konfrontácie našich súčasných poznatkov o distribúcii, resp. výskytoch a ložiskách Au na území Slovenska so starými ryžoviskami (aluviálnymi, deluviálnymi a eluviálnymi) s historickými údajmi je zrejmé, že „starci" boli výbornými prospektormi a dokázali nájsť viditeľné sekundárne Au a ťažiť ho. Je veľmi pravdepodobné, že sa väčšia časť sekundárnych výskytov v minulosti ťažila, resp. aj vyťažila. Ale exploatačné možnosti v minulosti limitovala hladina spodnej vody, a tak povrchová exploatácia dosahovala hĺbku 5–10 m, iba výnimočne viac.

Prehľad prác o ryžoviskách

Systematický výskum ryžovísk, resp. rozsypov Au v celých Západných Karpatoch sa doteraz nevykonal. Výskumu rozsypov v tejto oblasti sa v posledných tridsiatich rokoch venoval Polák a zhodnotil distribúciu Au v náplavoch Dunaja, ako aj rozsypy v Malých Karpatoch, Považskom Inovci, Tribeči a Malej Magure (Polák, 1965, 1966, 1968, 1969, 1969a, 1971, 1971a). Rozsypy v Malej Magure skúmal Böhmer a Hvožďara (1980). Rozsypové Au vo veporiku, resp. v styčnej zóne s gemerikom registrujú práce Hvožďaru (1980, 1983, 1987). Zlocha spracoval rozsypy Au v gemeriku, resp. v styčnej zóne s veporikom (in Grecula et al., 1995). Au z rozsypov v štúdii Slovensko Au ... opísal Knésl et al. (1980). Registráciu starých ryžovísk vo veporiku Slovenského rudohoria vykonal Hvožďara (1997, 1998). Knésl a Knéslová (1998) uvádzajú perspektívne Au mineralizácie v Považskom Inovci. Prieskum rozsypov Au v alúviu Rimavice a Rimavy urobil Petro (1996).

Zdrojom informácií o ťažbe, ale aj o rozsypoch sú historické pramene, napr. z oblasti jz. veporika interpretované v práci Žiláka (1993), ale aj lokálne publikácie. Napr. Spišiak (1990) uverejnil informácie o kokavskom Au.

Zdrojom poznatkov o sekundárnom Au, resp. o rozsypoch sú aj miestne názvy. Ide najmä o staré nemecké názvy so sufixom – „seifen", čo označovalo rozsypy, ryžoviská, napr. Goldseifen ryžovisko Au.

Písomné pramene o ryžovaní Au sú sporadické. Navyše často ide o údaje o ťažbe Au, a tak nemožno dosť dobre odlíšiť Au získané z primárnych zdrojov od ryžovaného Au, teda zo sekundárnych zdrojov – rozsypov.

Z predchádzajúcich prác vyplýva, že pri registrácii starých ryžovísk je vhodné vychádzať zo šlichovej prospekcie, z distribúcie viditeľného Au v alúviách a v delúviách, z mapovania typickej morfológie („zvlnený chaotický reliéf ryžovísk") v alúviách, resp. typickej „pingovej" morfológie v delúviách – elúviách.

Vznik zlatých mineralizácií v Západných Karpatoch

Vznik zlatých mineralizácií sa viaže na všetky tri metalogenetické epochy (kaledónsku, variskú, alpínsku). Predpokladáme, že pôvodným zdrojom Au boli bázické vulkanity a s nimi späté mineralizačné procesy v staršom paleozoiku (resp. proterozoiku). Sem patria niektoré výskyty Au v metamorfovaných komplexoch tatrika, veporika a gemerika.

Vo variskej epoche Au migrovalo ako výsledok metamorfogénnych a magmatogénnych procesov. Iniciátorom koncentrácie bol niektorý z energetických procesov vedúci k vzniku granitoidov. Podmienky prenosu Au boli blízke tým, ktoré vyvolali granitizáciu, alebo tým, ktoré uvádzali do pohybu vodu pri metamorfóze v oblasti amfibolitovej fácie. Tu sa zaraďujú výskyty Au lemujúce kontakt granitoidov a metamorfitov. Vyskytujú sa v metamorfitoch tatrika, veporika a gemerika. Tento typ Au mineralizácie zaraďujeme do genetického typu „greenstone belt". V prípade intrúzie mladších granitov do metamorfných komplexov sa označujú ako „greenstone belt granites" (Hvožďara, 1987).

V alpínskej epoche sa zvýraznila koncentrácia Au vyvolaná metamorfózou a magmatogénnymi procesmi. Okrem iného sa to prejavuje aj výraznou koncentráciou zlatých mineralizácií v strižných zónach. Model depozície Au v strižných zónach rozpracoval Bonnemaison a Marcoux (1990). Z výsledkov štúdia vychodí, že Au mineralizácie vo veporiku majú s uvedeným modelom mnohé spoločné črty (Hvožďara a Pouba, 1998).

Najmladšie primárne Au sa viaže na známe ložiská a výskyty v neovulkanitoch (Kremnica, Banská Štiavnica, Hodruša, Rudno, Brehy, Pukanec, Nová Baňa, Zlatá Baňa a i.). Hlavné metalogenetické typy Au zrudnenia v Západných Karpatoch uvádza Böhmer a Knésl (1987).

Sekundárne výskyty Au – paleorozsypy sa môžu vyskytovať v mladšom paleozoiku, karbóne a perme, ako aj v polohách kremenca spodného triasu. Indície paleorozsypov Au sú známe z vrchného eocénu – strihovských vrstiev kochanovskej jednotky magurského flyšu (Križáni, 1987). Indície Au sú aj v niektorých neogénnych sedimentoch (napr. v poltárskej formácii; Hvožďara, 1997).

Najviac sekundárnych výskytov Au je známych z kvartérnych sedimentov, a to najmä z tatrika, veporika a gemerika.

Základné údaje o rozsypoch

Rozsypy sú nespevnené alebo čiastočne spevnené („scementované") úlomkovité usadeniny – klastogénne sedimenty s obsahom úžitkových nerastov (napr. Au, Pt, kassiterit, monazit, rutil, korund a i.).

Klasifikácia rozsypov (Bilibin, 1955) sa zakladá na ich vzťahu – pozícii k primárnym zdrojom. Podľa toho sa rozlišujú nepremiestené a premiestené rozsypy. Premiestené rozsypy sa členia podľa toho, aké procesy sa zúčastňovali na transporte úžitkovej zložky.

Eluviálne rozsypy

Ležia na mieste svojho vzniku ako produkt zvetrávania vrchnej časti primárnych ložísk.

Deluviálne rozsypy

Sú materiálom eluviálnych rozsypov, ktorý sa pohybuje pôsobením gravitácie po svahu (svahové sedimenty, svahoviny). Ak hranica medzi eluviálnymi a deluviálnymi rozsypmi nie je ostrá, ide o eluviálno-deluviálne rozsypy. Podľa našich poznatkov medzi ne patria napr. rozsypy ložiska Bohaté pri Kokave nad Rimavicou.

Deluviálne rozsypy možno rozdeliť na dve skupiny

Vlastné deluviálne rozsypy bývajú na svahoch a pôsobením gravitácie sa pohybujú k úpätiu. Ide o väčšinu rozsypov v tatriku a veporiku, napr. rozsypy v masíve Sľnca.

Koluviálne rozsypy predstavujú nahromadenie svahových sedimentov na úpätí svahov. Často sú v bočných častiach riečnych dolín. Patria medzi ne napr. rozsypy v dolnej časti Studeného potoka na lokalite Kokava nad Rimavicou–Hámor.

Aluviálne rozsypy

Ležia spravidla v riečnych dolinách a vznikli transportom a sedimentáciou klastického materiálu vodnými tokmi. Možno ich rozdeliť do štyroch skupín.

Potočné (riečne) rozsypy ležia v koryte vodného toku alebo bezprostredne pod ním. Patria medzi ne napr. rozsypy s ryžoviskami na Selčianskom potoku v južnom veporiku, ako aj rozsypy v alúviu Rimavice a Rožňavského potoka.

Kosové rozsypy

Ležia na štrkových ostrovoch, kosách, výplavoch a spravidla obsahujú úžitkové nerasty vo vrchnej časti riečneho nánosu. Patria medzi ne napr. rozsypy v povodí Dunaja. Z povodia Dunaja, resp. z niektorých jeho sedimentov sú známe výskyty s jemným viditeľným Au (napr. Kľúska Nemá a Zlatná na Ostrove). Zdrojom Au v týchto kvartérnych sedimentoch sú zrejme výskyty Au v Alpách. Au z dunajských sedimentov – ryžovísk bolo v 30.–60. rokoch predmetom exploatačného aj prieskumného záujmu, a preto je o ňom podstatne viac údajov (Polák, 1965, 1969a) ako o Au z historických ryžovísk v iných regiónoch.

Údolné rozsypy

Ležia v recentnej doline vodného toku, ale často mimo jeho súčasného koryta. Takéto rozsypy sú v doline Rimavice.

Terasové rozsypy

Ležia na riečnych terasách – reliktoch bývalej doliny vodného toku, v ktorej si rieka vyhĺbila nové koryto. Takéto rozsypy sa môžu vyskytovať napr. v doline Rimavy.

Deltové, jazerné a lagúnové rozsypy

Vznikajú transportom klastického materiálu vodnými tokmi a jeho akumuláciou v deltách, jazerách a lagúnach. Do tejto kategórie asi patrí časť rozsypov pri východnom okraji Malej Magury medzi Chvojnicou a Malinovou.

Príbrežné morské a jazerné rozsypy

Vznikajú prenosom a nahromadením klastického materiálu v príbrežných sedimentačných priestoroch. Materiál s úžitkovými minerálmi prinášajú alebo vodné toky, alebo pochádza z rozrušených pobrežných primárnych alebo sekundárnych zdrojov. Takéto rozsypy sa môžu vyskytovať na okraji neogénnych bazénov napr. v Lučenskej kotline (poltárska formácia).

Ľadovcové rozsypy

Vznikajú v horských oblastiach ľadovcovým transportom a akumuláciou klastického materiálu (glaciálny, fluvioglaciálny transport). Takéto rozsypy sa môžu vyskytovať v Západných, príp. v Ďumbierskych Tatrách.

Ryžoviská v Západných Karpatoch

Malé Karpaty

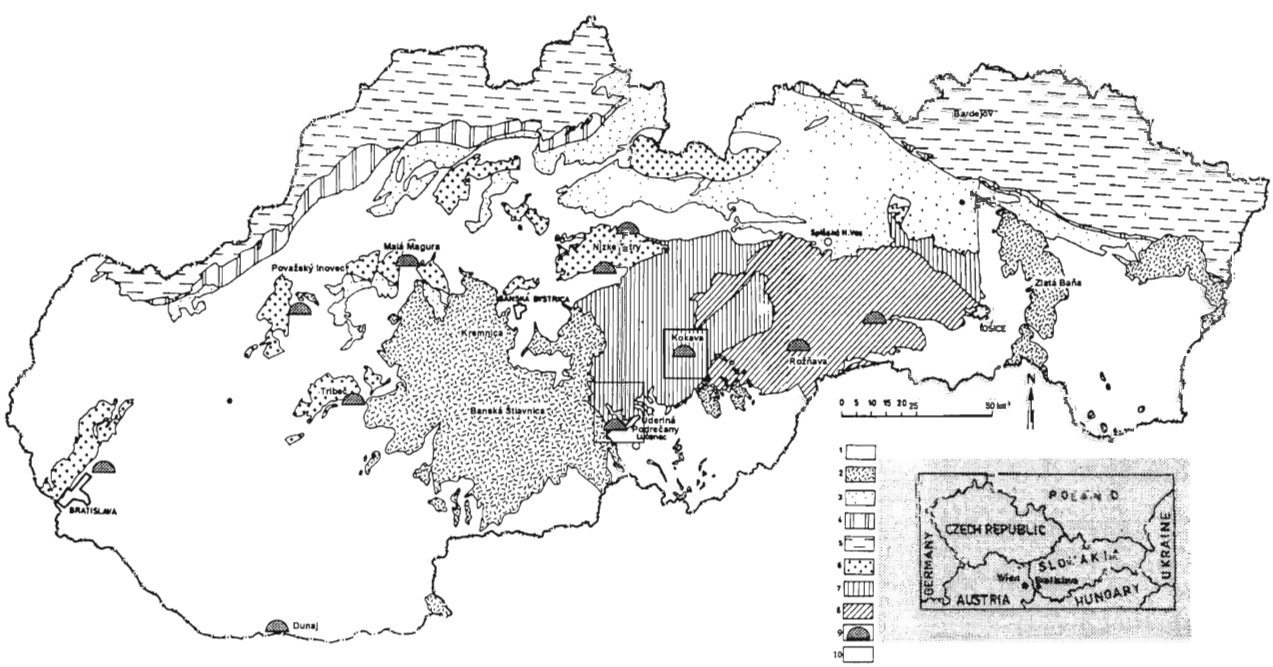
V Malých Karpatoch sú známe a dobre zachované ryžoviská (s viditeľným Au; obr. 1) najmä v údolí Limbašského potoka. Au sa tu pravdepodobne ryžovalo v 14. a 15. stor. Exploatovali sa najmä eluviálno-deluviálne rozsypy, aluviálne sedimenty a úzke terasy (Koděra et al., 1990).

Považský Inovec – Tribeč

Územie tvoria dva geologicky podobné celky. Primárne zdroje Au sa viažu na kryštalinikum (obr. 1). Údaje o nich v obidvoch pohoriach sú skromné, hoci sa ryžoviská vyskytujú v Tribeči (Zlatno, Veľký Kĺž) aj v Považskom Inovci. Ryžoviská pri obci Zlatníky patria medzi najväčšie v celých Západných Karpatoch. Rozsypy Au v tomto regióne objavil Polák (1969, 1971, 1987) a Au z rozsypov v Považskom Inovci a jeho perspektívy najnovšie spracoval Knésl et al. (1998).

Malá Magura

Kryštalinické jadrá Suchý, Žiar a Malá Magura tvoria región, v ktorom sú historické ryžoviská Au veľkého rozsahu (obr. 1). Medzi najväčšie (nielen v regióne, ale v Západných Karpatoch vôbec) patrí územie medzi Chvojni-



Obr. 1. Staré ryžoviská Au na území Slovenska (geologická situácia zjednodušená podľa Maheľa et al., 1984). 1 – kvartér, neogén a mezozoikum vcelku, 2 – neovulkanity, 3 – centrálnokarpatský paleogén, 4 – bradlové pásmo, 5 – vonkajší flyš, 6 – tatrikum, 7 – veporikum, 8 – gemerikum, 9 – staré ryžoviská, 10 – detail obr. 2 Kokava a obr. 3 Podrečany.

Fig. 1. Ancient gold placers in the Slovakia (geological sketch simplified according to Maheľ et al., 1984). 1 – Quarternary, Neogene and Mesozoic, 2 – Neovolcanic rocks, 3 – Central Carpathian Paleogene System, 4 – Klippen belt, 5 – Flysch belt, 6 – Tatricum, 7 – Veporicum, 8 – Gemericum, 9 – ancient placers, 10 – detail Fig. 2 Kokava and Fig. 3 Podrečany.

cou a Malinovou na východnom úpätí Malej Magury. Rozsah, povaha sedimentov i spôsob ryžovania naznačujú, že ide o deltové, jazerné i lagúnové príbrežné rozsypy. Menšie ryžoviská sú aj vo vnútri pohoria, teda bližšie k primárnym zdrojom. V tých prípadoch ide o deluviálne, koluviálne, príp. aluviálno-potočné rozsypy. Podobne ako z Tribeča a z Považského Inovca aj odtiaľ je málo údajov o primárnych ložiskách či zdrojoch Au, aj keď kutacie práce na primárnych výskytoch sú tu častejšie, najmä v oblasti Chvojnice, Čavoja a Gápľa. Novšie poznatky o Au z tohto regiónu sú v práci Böhmera a Hvožďaru (1980).

Ďumbierske Tatry

Nízke Tatry patria v Západných Karpatoch medzi oblasti s bohatou tradíciou v získavaní primárneho aj sekundárneho Au. Početné primárne výskyty a ložiská uvoľnili Au do rozsypov na severných a južných svahoch Nízkych Tatier (obr. 1). Mnohé, často rozsiahle ryžoviská svedčia o tom, že sa tu sekundárne Au získavalo dlhodobo. Ilavský (1972) uvádza aluviálne ryžoviská z doliny Ľupčianky, Križnianky, Malužianky, Bieleho potoka, Lúžnej, Bocianky, Lomnistej, Vajskovskej a Bystrej. Sombathy (1998) predpokladá, že sa Au v Nízkych Tatrách ryžovalo ešte pred príchodom Tatárov. Údaje o ryžoviskách Au uvádza Koutek a Pouba (1957). Prieskum akumulácie Au v náplavoch Ľupčianky robil Michálek (1998). Práce ukázali, že sa Au koncentruje vo frakcii pod 0,5 mm. Au z nízkotatranských ryžovísk v poslednom období študoval Chovan et al. (1995). Najnovšie výsledky o distribúcii Au v aluviálnych náplavoch Ľupčianky, o jeho veľkosti, morfológii a chemickom zložení uvádza Bakoš a Chovan (1999, v tlači). Dá sa predpokladať, že vzhľadom na dlhodobú prospekciu a exploatáciu v tejto oblasti sa budú stopy po ryžovaní nachádzať na väčšine rozsypov na obidvoch svahoch pohoria. Možno očakávať, že okrem aluviálno-potočných rozsypov sú tu aj deluviálne, príp. fluvio-glaciálne rozsypy.

Slovenské rudohorie – veporikum

Au sa vo veporiku opätovne zistilo pri regionálnych šlichových prácach, ktoré potvrdili jeho rozsiahlu distribúciu v recentnej hydrosieti. Navyše sa ukázalo, že v tomto regióne bola v minulosti – najmä na miestach systematického výskytu Au – intenzívna prospekcia i ťažba.

Územie s rozsypmi pokrýva jz. časť veporika, prevažne v zóne Kohúta, kde sú rozsiahle stopy po exploatácii – ryžoviská Au, a to najmä v povodí Rimavy a Ipľa. V povodí Rimavy sú rozšírené aluviálne potočné aj aluviálne údolné rozsypy, v masíve Sinca a Ostrej eluviálno-deluviálne, deluviálne a koluviálne rozsypy a v povodí Ipľa prevládajú eluviálno-deluviálne, deluviálne a deluviálno-aluviálne rozsypy (obr. 2, obr. 3).

Pri registrácii a hodnotení ryžovísk sa v rámci terénnych prác zmapoval plošný rozsah a odhadla kubatúra spracovaného materiálu. Z ryžovísk sa odobrali reprezentatívne veľkoobjemové vzorky (100–1000 l). Ich spracovaním sa stanovil obsah Au na 0,1–1,5g/m^3. Na základe týchto výsledkov sme odhadli množstvo Au, ktoré sa mohlo z ryžovísk získať.

Veľkosť Au z ryžovísk sa pohybuje od 0,1 do 1 mm, zriedka 2–5 mm. Zhodnotila sa aj morfológia Au a stanovila jeho rýdzosť.

Sekundárne Au v rozsypoch má charakteristickú morfológiu a chemické zloženie. Au v alúviách tvorí spravidla ploché, plieškovité a kompaktné hrudkovité zlatinky s rýdzosťou spravidla nad 900 (tab. 1).

Sekundárne „cementačné" Au svahových sedimentov má dendritickú, kríčkovitú morfológiu, býva krehké, má o niečo nižšiu rýdzosť ako Au v alúviách a spravidla obsahuje Hg (tab. 1, anal. 1 a 5–7).

Tab. 1
Zloženie Au z rozsypov vybraných lokalít vo veporiku
Composition of Au from placers of selected localities at Veporicum

Lokalita	Zloženie Au (hmot. %) Au	Ag	Hg	Cu	Suma	Rýdzosť
Kokava nad Rimavicou–Bohaté	90,04	4,85	3,46	0,28	98,63	948,9
Kokava nad Rimavicou–Bohaté	98,85	2,34	0	0,28	101,47	976,9
Hnúšťa–Mútnik	95,21	3,27	0	0,29	98,77	966,8
Hnúšťa–Bystrý potok	91,34	8,9	0	0,26	100,5	911,2
Točnica	91,67	4,25	2,23	0,28	98,43	955,7
Uderiná	88,3	4,47	5,08	0,29	98,14	951,8
Lovinobaňa	94,63	2,18	2,13	0,26	99,2	977,5
Podrečany	92,87	6,81	0	0,27	99,95	931,7

(analyzované metódou WDS v laboratóriu GS SR, prevzaté z práce Kyselicu, 1997)
(analysed by WDS method at GS SR laboratory, according to Kyselica, 1997)

Rozsypy v povodí Rimavy

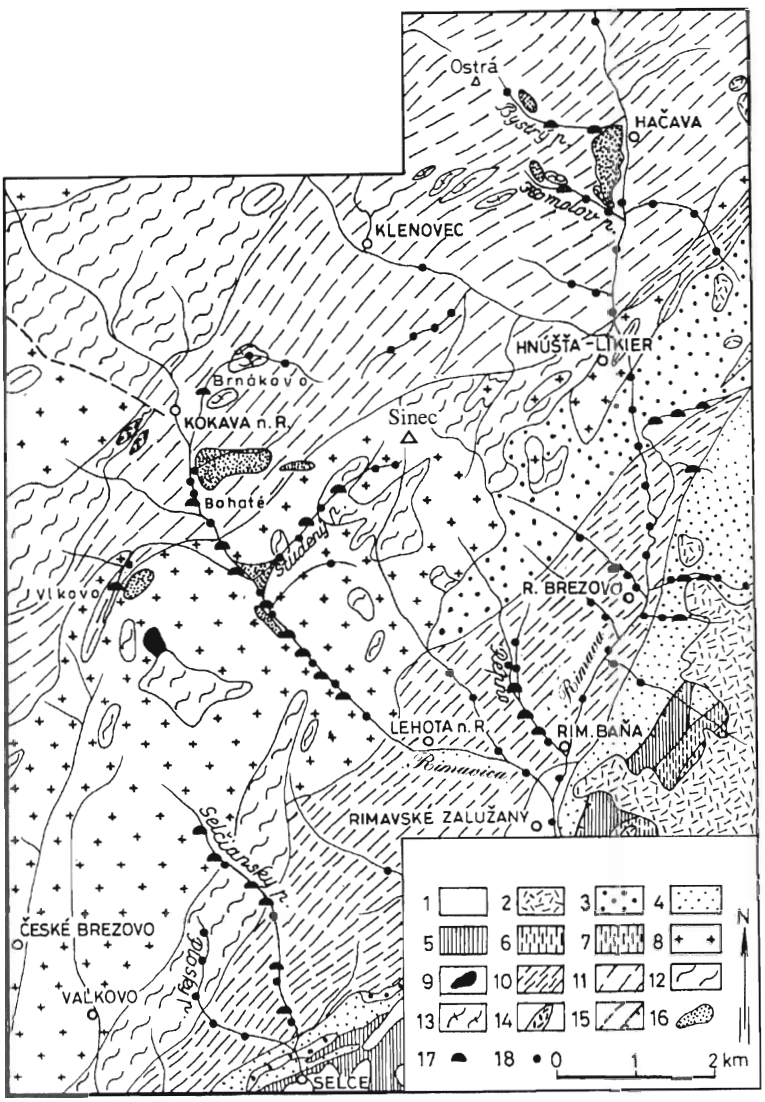
V povodí Rimavy medzi Hačavou a Rimavskými Zalužanmi (asi 15 km úsek) je viac aluviálnych aj deluviálnych ryžovísk (obr. 2).

Hačava–Skálie

Na tejto lokalite sú aluviálne ryžoviská na Bystrom a Homoľovom potoku na východných svahoch masívu Ostrá. Medzi týmito potokmi sú pomerne rozsiahle deluviálne ryžoviská (obr. 2). Zdrojom Au v nich sú výskyty Au a sulfidickej mineralizácie s Au, ktoré vystupujú v metamorfitoch masívu Ostrej (Horal a Hvožďara, 1999 v tlači).

Hnúšťa–Rimavské Brezovo

Medzi Hnúšťou a Rimavským Brezovom sú aluviálne rozsypy na ľavostranných prítokoch Rimavy. Najvýraznejšie sú na prítoku pri južnom okraji Hnúšťe. Primárne výskyty, ktoré sú zdrojom Au v alúviu, nie sú známe.



Obr. 2. Staré ryžoviská Au v jz. veporiku (povodie Rimavy; geologická situácia podľa geologických máp GÚDŠ 1 : 200 000). 1 – neogén vcelku, 2 – neovulkanity vcelku, 3 – spodný trias – kvarcity, 4 – perm – kremité porfýry, 5 – karbón – fylity, bridlice, 6 – tmavé lydity, 7 – porfyroidy, 8 – predmezozoické magmatity vcelku, 9 – diority, 10 – fylity, 11 – svory, pararuly, 12 – migmatity, 13 – ortoruly, 14 – amfibolity, 15 – zlomy, prešmyky, 16 – deluviálno-aluviálne ryžoviská, pingy, 17 – aluviálne ryžoviská, 18 – Au v šlichoch.

Fig. 2. Ancient gold placers in the SW Veporicum unit (geological sketch according Geological Maps 1 : 200 000). 1 – Neogene, 2 – Neovolcanic rocks, 3 – Trias–quartzite, 4 – Permian–porphyry, 5 – Carboniferous – phyllites, shales, 6 – lydites, 7 – porphyroids, 8 – granitoids, 9 – diorites, 10 – phyllites, 11 – mica shists, paragneisses, 12 – migmatites, 13 – orthogneisses, 14 – amphibolites, 15 – faults, 16 – deluvial-eluvial placers, 17 – alluvial placers, 18 – gold in the streams.

Rimavská Baňa

Aluviálno-deluviálne ryžoviská sú na južných svahoch Sinca v potoku Repno. Možno predpokladať, že ide o podobné primárne zdroje Au ako v západnej časti Sinca pri Kokave nad Rimavicou.

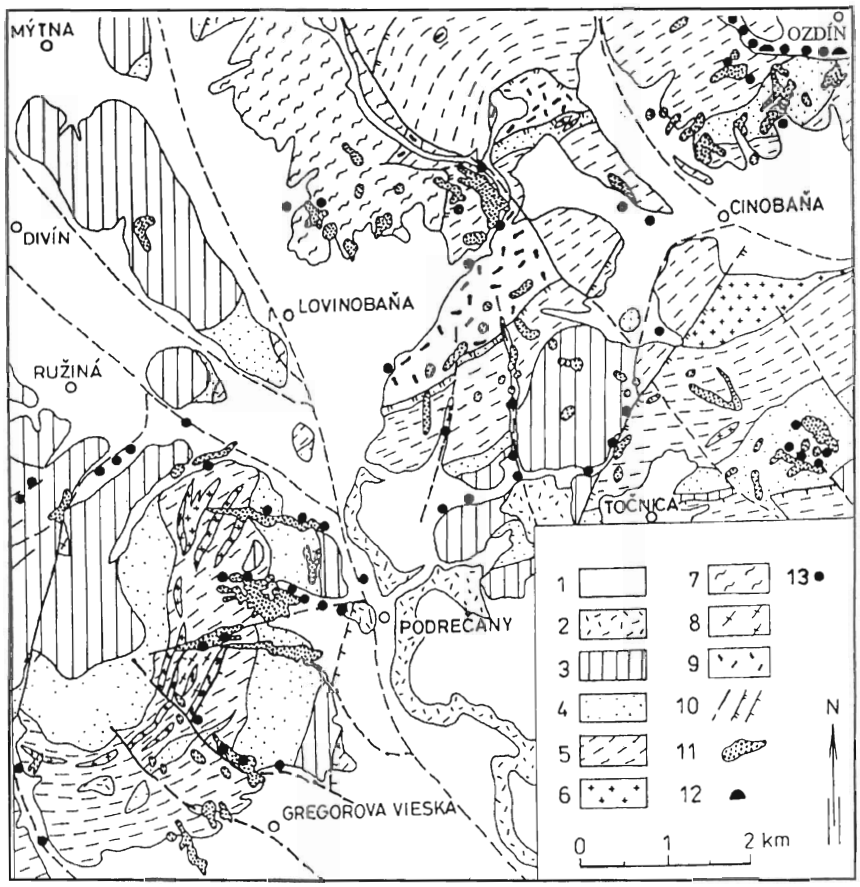
Kokava nad Rimavicou

Ryžoviská v okolí Kokavy nad Rimavicou patria v Západných Karpatoch medzi najrozsiahlejšie. Ryžoviská sú tu v alúviách aj v delúviách. Aluviálne sú (resp. boli, pretože dnes sú do značnej miery poľnohospodársky rekultivované) v alúviu Rimavice a jej prítokov medzi Kokavou nad Rimavicou a Lehotou nad Rimavicou (obr. 2). Stopy po ryžovaní sa začínajú pod Chorepou pri starých prácach Brnákovo. Pri sútoku Rimavice s potokom z Bohatého na J od Kokavy nad Rimavicou boli práce ešte intenzívnejšie a stopy po rozsiahlom ryžovaní možno sledovať po dĺžke toku asi 5 km takmer po Lehotu nad Rimavicou (obr. 2). Na celom uvedenom úseku – od Kokavy nad Rimavicou až po sútok s Rimavou v Rimavskej Bani – sa vyskytuje aluviálne Au v recentných sedimentoch Rimavice. Zdrojom Au v alúviu Rimavice je najmä ložisko v doline Bohaté, výskyty na Sinci, ako aj pravobrežné prítoky z Vlkova.

Z ryžoviska na Rimavici sa pri predpokladanej dĺžke zlatonosného úseku 4 km, šírke alúvia 100 m a predpokladanom obsahu 0,5 g/m^3 mohlo získať 200 kg Au.

Kokava nad Rimavicou–Bohaté

Ložisko je asi 500–1000 m na JV od Kokavy nad Rimavicou na západnom svahu masívu Sinca pod kótou Bodnárka. Sú tu rozsiahle staré povrchové dobývky s rozlohou 1200 x 200–400 m a hĺbkou 10–20 m (obr. 2). Predpokladáme, že sa tu exploatovali svahové zvetraniny – delúvium až elúvium. Podľa veľkého rozsahu prác a historických údajov (v 16. stor., z ktorého sú písomné záznamy o banských prácach, sa už hovorí o Bohatom



Obr. 3. Staré ryžoviská Au v jz. veporiku (povodie Ipľa; geologická situácia podľa Vassa et al., 1992). 1 – kvartér, neogén, 2 – bazalty, 3 – mezozoikum, 4 – perm, 5 – karbón, 6 – drobnozrnné a strednozrnné granitoidy, leukogranitoidy a aplity , 7 – mylonitizované a rekryštalizované granitoidy, 8 – pararuly, 9 – metabáziká, 10 – zlomy, 11 – deluviálno-eluviálne ryžoviská, 12 – aluviálne ryžoviská, 13 – Au v šlichoch.

Fig. 3. Ancient gold placers in the SW Veporicum (geological sketch according to Vass et al., 1992). 1 – Quarternary, Neogene, 2 – basalts, 3 – Mesozoic, 4 – Permian, 5 – Carboniferous, 6 – granitoids, leucogranitoids and aplites, 7 – mylonitized and recrystallized granitoids, 8 – paragneisses, 9 – metabasic rocks, 10 – faults, 11 – deluvial-eluvial placers, 12 – aluvial placers, 13 – gold in the streams.

ako o starom opustenom ložisku; Spišiak, 1990) možno predpokladať, že sa tu prospekcia či exploatácia začali na prelome letopočtu, teda približne pred 2000 rokmi.

Primárnu mineralizáciu tvoria kremenné žily a šošovky v metamorfitoch. Kremeň je zlatonosný, Au sa viaže aj na zlatonosné sulfidy – pyrit, chalkopyrit, arzenopyrit (Koděra et al., 1990).

V šlichoch z tejto lokality sa identifikovali: Au, scheelit, pyrit, arzenopyrit, chalkopyrit, rumelka, turmalín, anatas, rutil, apatit, distén, zirkón, epidot, granáty, ilmenit, monazit, limonit, magnetit a amfibol.

Z rekonštrukcie starých banských prác je zrejmé, že sa ťažili najprístupnejšie a najľahšie dobývateľné povrchové reziduálne, cementačne obohatené časti ložiska. Podľa objemu vyťažených častí sa tu pri predpokladanom obsahu 1 g/m^3 mohlo získať do 3000 kg Au.

Kokava nad Rimavicou–Hámor–Studený potok

Ryžoviská ležia asi 3 km na JV od Kokavy nad Rimavicou pri osade Kokava nad Rimavicou–Hámor v Studenom potoku, ktorý je ľavobrežným prítokom Rimavice. Ryžoviská pri ústí potoka do Rimavice sú deluviálno-koluviálne (obr. 2).

V dolnej a vrchnej časti Studeného potoka je veľa typických aluviálnych ryžovísk. Zdrojom Au sú primárne výskyty v masíve Sinca.

Kokava–Vlkovo

Menšie aluviálno-deluviálne ryžoviská sú na pravobrežnom prítoku Rimavice asi 2 km na JJV od Kokavy nad Rimavicou (obr. 2).

Selce

V južnej časti územia sú dosť rozsiahle ryžoviská na Selčianskom potoku, ktorý už patrí do povodia Ipľa, ale zdroje Au a ryžoviská majú priestorovo a geologicky bližšie k povodiu Rimavy (obr. 2). Možno tu vidieť typické aluviálne ryžoviská v dĺžke asi 3 km. Stopy po menších prácach sú aj na malých pravobrežných prítokoch. Primárne zdroje sa doteraz nelokalizovali.

V šlichoch sa identifikovali: Au, scheelit, volframit, cínovec, rumelka, pyrit, chalkopyrit, arzenopyrit, anatas, apatit, rutil, titanit, zirkón, epidot, granáty, ilmenit, monazit, turmalín, xenotím, amfibol, pyroxén, limonit a magnetit.

Rozsypy v povodí Ipľa

Rozsypy v jz. veporiku sú prevažne deluviálno-eluviálne. Typické aluviálne ryžoviská sú iba na Banskom potoku na Z a J od Ozdína (obr. 3). Možno predpokladať, že sa v dolných častiach potokov aluviálne ryžoviská rekultivovali.

Deluviálno-eluviálne rozsypy v jz. veporiku možno rozdeliť do troch skupín:

1. skupina sa nachádza na S od Cinobane (obr. 3). Sú tu staré povrchové práce – pingoviská a aluviálne ryžoviská na Banskom potoku na JZ od Ozdína. Časť povrchových dobývok, ktorá sa nachádza bližšie k Cinobani, bola na Fe rudy – gosany.

2. skupina ryžovísk leží medzi Cinobaňou, Lovinobaňou a Točnicou (obr. 3). Sú v nej najmä deluviálno-eluviálne rozsypy s častým výskytom „cementačného Au".

3. skupinu tvoria rozsiahle deluviálno-eluviálne rozsypy a ryžoviská medzi Divínom, Lovinobaňou, Ružinou, Podrečanmi a Gregorovou Vieskou (obr. 3). Podľa archívnych údajov sa tam ryžovalo Au ešte v 18. stor.

Šlichovacími prácami sme potvrdili výskyt Au na všetkých ryžoviskách. V šlichoch sa identifikovali: Au, scheelit, rumelka, pyrit, anatas, apatit, rutil, zirkón, distén, epidot, granáty, ilmenit, monazit, turmalín, xenotím, limonit a magnetit. Zrnká Au sú veľké 0,1–2 mm a obsah Au je lokálne od 0,5 do 1g/m^3.

V šlichoch miestami spolu s Au vystupuje monazit s obsahom až 500g/m^3. Kryštály monazitu sú veľké od 0,1 do 3 mm. Popri monazite a Au sa vo zvýšenom obsahu vyskytuje aj zirkón.

Zdroje primárnej mineralizácie Au sa doteraz nelokalizovali.

Z deluviálnych rozsypov pri Podrečanoch, ktoré zaberajú viac ako 1 km^2, sa pri predpokladanej hrúbke produktívnej vrstvy pri skalnom podklade 1 m a obsahu 1g/m^3 mohlo získať 1000 kg Au.

Slovenské rudohorie – gemerikum

V ložiskovo významnom území gemerika je niekoľko primárnych ložísk Au, resp. ložísk s Au, a rad výskytov, ktoré sú zdrojom Au rozsypov v tejto oblasti. Najväčšia hustota primárnych výskytov Au v gemeriku je v centrálnej antimonitovej zóne (Pecho, 1987) a z toho vychodí aj lokalizácia sekundárneho Au v rozsypoch, ktoré sú na severných aj južných svahoch hlavného chrbta pohoria. V tejto oblasti možno predpokladať vývoj eluviálno-deluviálnych, deluviálnych, koluviálnych, aluviálno-potočných a aluviálno-údolných rozsypov. Na južnom okraji pohoria v príbrežnej zóne s neogénnymi sedimentmi nemožno vylúčiť vývoj deltových, príbrežných rozsypov.

O intenzívnom získavaní Au v tejto oblasti svedčia mnohé lokálne názvy so sufixom „-seifen". Ilavský (1960) pri opise ryžovísk v Spišsko-gemerskom rudohorí uvádza rad lokalít so sufixom „-seifen". Je to napr. Goldseifen a Metzenseifen v Medzeve, Grellenseifen pri Gelnici, Kobulseifen v Kojšove, Grosswolfseifen pri Dobšinej, Weissenseifen pri Mníšku nad Hnilcom a i. Rozsiahle ryžoviská možno aj dnes vidieť v doline Rožňavského potoka. Patria medzi najväčšie v Západných Karpatoch.

Stredoslovenské neovulkanity

Primárne ložiská stredoslovenských neovulkanitov dlho patrili medzi významné zdroje Au, ale o rozsypoch, resp. ryžoviskách je pomerne málo údajov. V podstate sa uvádzajú pri nasledujúcich dvoch hlavných ložiskách.

Kremnica

Predpokladá sa, že v prvopočiatkoch sa Au na tejto lokalite získavalo ryžovaním. V náplavoch Rudnice sa vyskytujú zlatinky rozličnej formy. Predpokladá sa, že pochádzajú zo žíl 2. kremnického systému. V ryžoviskách skalného dna (aluviálne potočné rozsypy) možno predpokladať obsah do 300 mg/m^3 a v kosových ryžoviskách do 150 mg/m^3 (aluviálne kosové rozsypy; Lexa in Koděra et al., 1990).

Banská Štiavnica

Au sa v okolí Banskej Štiavnice údajne ryžovalo už roku 1075 a 1209 (Koděra et al., 1990). Možno predpokladať, že akumulácia Au v sekundárnej, rozsypovej forme je väčšia, ako vyplýva zo súčasných poznatkov.

Východoslovenské neovulkanity

Aj z tejto oblasti je o rozsypoch, príp. ryžoviskách Au málo údajov.

Z oblasti Zlatej Bane sa uvádza, že sa Au spolu s Ag ryžovalo z aluviálnych náplavov tamojšieho potoka. Aj prvé zmienky o výskyte Au v okolí Zlatej Bane, známe už od stredoveku, pravdepodobne súvisia s ryžoviskami (Koděra et al., 1990). Regionálne šlichovanie potvrdilo výskyt Au ako v potokoch zlatobanskej tektonickej depresie, tak aj v ďalších častiach Slanských vrchov a Vihorlatu (Slávik a Tözsér, 1973; Križáni, 1987).

Východoslovenský flyš

Vo flyši východného Slovenska sa regionálnou šlichovou prospekciou indikovala Au, sedimentárno-klastogénna mineralizácia. Viaže sa na marginálne litofácie (Slávik, 1967, 1970; Križáni, 1971, 1974, 1977, 1987). Križáni (1987) uvádza častý výskyt na Au pozitívnych šlichov v aktívnych sedimentoch riečišťa Popradu, Torysy a Tople, ktoré signalizujú možný výskyt rozsypových akumulácií v ich alúviách. Križáni (1987) hovorí aj o zachovaných stopách po kutaní v magurskom flyši makovického súvrstvia pod vrcholom Magury pri obci Zlaté. Zo šarišskej časti vnútrokarpatského paleogénu uvádza odvalový materiál zo starých štôlní na lokalite Haligrundy.

Regionálna distribúcia šlichov s Au a ich afinita k hrubodetritickým litofáciám flyšu naznačuje, že ide o prejav Au, prevažne sedimentárno-klastogénnej mineralizácie (Križáni, 1987).

Dunaj

Au sa v náplavoch Dunaja v malej koncentrácii vyskytuje na celom úseku od Bratislavy po Štúrovo. Najväčšie koncentrácie sú známe z kosových náplavov pri Klížskej Nemej a Zlatnej na Ostrove. Voľné dunajské Au je rozptýlené v štrkopiesku do veľmi jemných zlatiniek s priemernou hmotnosťou 0,006 mg. Doteraz známe objekty so zvýšenou zlatonosnosťou nie sú veľké a objemom nestačia na racionálnu veľkoťažbu plávajúcimi bagrami (Polák, 1969a).

Záver

Pri interpretácii výsledkov šlichových prospekčných prác sa ukázalo, že v Západných Karpatoch sú časté rozsiahle staré ryžoviská Au. Ich veľký rozsah a spôsob spracovania svedčia o dlhodobom opakovanom získavaní Au na našom území.

Najväčšie ryžoviská sú v tatriku (Zlatníky, Chvojnica), veporiku (Kokava nad Rimavicou, Podrečany, Hnúšťa) a v gemeriku (Rožňavský potok). Menej údajov je o ryžoviskách v neovulkanitoch, vo flyši, príp. o takých, ktoré sa môžu viazať na potenciálne zdroje Au z paleorozsypov.

Doterajšie práce potvrdili, že prevládajú ryžoviská na: 1. aluviálnych a 2. deluviálno-eluviálnych rozsypoch.

Obidva typy rozsypov majú charakteristickú morfológiu aj zloženie Au. Au v alúviách je plieškovité, lístkovité, hrudkovité a má vysokú rýdzosť – vyššiu ako 900. Au v delúviách a elúviách – „cementačné zlato" – je krehké, kríčkovité, dendritické, s variabilnou rýdzosťou a s viacerými prímesami. Spravidla obsahuje Hg.

Rozsiahle ryžoviská, identifikovateľné aj v súčasnosti, môžu byť významným zdrojom informácií o: – sekundárnom Au vyťaženom v minulosti, – možných akumuláciách sekundárneho Au a – prognóznych územiach s distribúciou primárneho Au.

Výsledky systematického výskumu a registrácie ryžovísk môžu byť významným vyhľadávacím kritériom pri prospekcii primárnych ložísk a výskytov Au najmä v kryštaliniku.

Literatúra

Bakoš, F. & Chovan, M., 1999: Genetické typy zlata v oblasti Magurky. *Mineralia Slov., 3–4, 217–224.*

Bilibin, J. A., 1955: Osnovy geologii rossypej. *AN SSSR, Moskva, 471.*

Böhmer, M. & Hvožďara, P., 1980: Výsledky šlichového výskumu z východnej časti Malej Magury. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 34, 31–45.*

Böhmer, M. & Knésl, J., 1987: Hlavné metalogenetické typy Au-zrudnenia v Západných Karpatoch. *In: Zlato v Západných Karpatoch, jeho geochémia a ložiská. GÚDŠ, Bratislava, 11/16.*

Bonnemaison, M. & Marcoux, E., 1990: Auriferous mineralization in some shear zones: a three-stage model of metallogenesis. *Mineral. Depos., 25, 96–104.*

Grecula, P. (red.), 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. *Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 834.*

Horal, M. & Hvožďara, P., 1999: Zlato v sulfidickej mineralizácii na lokalite Hnúšťa–Ostrá (veporikum). *Mineralia Slov., 3–4, 233–238.*

Hvožďara, P., 1980: Prospekčné minerály tatroveporidného kryštalinika. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., 35, 5–43.*

Hvožďara, P., 1983: Výsledky šlichovej prospekcie v západnej časti Slovenského rudohoria. *Manuskript – archív katedry KMP Bratislava, 200.*

Hvožďara, P., 1987: Metalogenéza zlata vo veporiku. *In: Zlato v Západných Karpatoch, jeho geochémia a ložiská. GÚDŠ, Bratislava, 75–79.*

Hvožďara, P., 1997: Registrácia starých ryžovísk vo veporiku Slovenského rudohoria. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava, 20.*

Hvožďara, P., 1998: Registrácia ryžovísk zlata na území Slovenska. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava, 27.*

Hvožďara, P. & Pouba, Z., 1998: Zlato v juhozápadnom veporiku. *Mineralia Slov., 30, 6, 94.*

Ilavský, J., 1960: Vysvetlivky ku generálnej mape nerastných surovín 1:200 000, list M-34-XXVII, Vysoké Tatry. *GÚDŠ, Bratislava, 285–287.*

Ilavský, J., 1972: Metalogenetická mapa Západných Karpát, M 1:200 000, list Banská Bystrica, Trstená. *[Záverečná správa.] GÚDŠ, Bratislava, 96.*

Chovan, M., Póč, I., Jancsy, P., Majzlan, J. & Krištín, J., 1995: Sb-Au (As-Pb) mineralizácia ložiska Magurka, Nízke Tatry. *Mineralia Slov., 27, 397–406.*

Knésl, J. et al., 1980: Štúdia Slovensko Au, inventarizácia Au výskytov. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava, 52.*

Knésl, J. & Knéslová, A., 1998: Perspektívy Au mineralizácie v Považskom Inovci. *Mineralia Slov., 30, 6, 413–422.*

Koděra et al., 1986, 1990: Topografická mineralógia Slovenska 1-3. *SAV Bratislava.*

Koutek, J. & Pouba, Z., 1955: Přehled geologických poměrů rudního ložiska Magurka v Nízkých Tatrách. *In: Sbor. k 80-tinám akad. Slavíka. ČSAV, Praha, 169–196.*

Kuthan, M. et al., 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Zvolen. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava.*

Kyselica, M., 1997: Mineralógia zlata na vybraných lokalitách veporika. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Katedry Mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, 70.*

Križáni, I., 1971: Magurský flyš východného Slovenska. Správa o šlichovej prospekcii. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava, 1–110.*

Križáni, I., 1974: Šlichová prospekcia vo flyši a neovulkanitoch východného Slovenska. *Geol. Průzk., 8, 230–235.*

Križáni, I., 1977: Metalogenetická interpretácia výsledkov šlichovania východoslovenského úseku západokarpatského flyšu. *In: Ložiskotvorné procesy Západných Karpát. Bratislava, 237–246.*

Križáni, I., 1987: Zlato vo flyši a v neovulkanitoch východného Slovenska. *In: Zlato v Západných Karpatoch. GÚDŠ, Bratislava, 139–145.*

Lexa, J., 1969: Možnosti výskytu ryžovísk v alúviu Kremnického potoka. *Geol. Práce, Spr., 50, 198–204.*

Pecho, J., 1987: Niekoľko novších údajov o výskytoch zlata v gemeridách. *In: Zlato v Západných Karpatoch. GÚDŠ, Bratislava, 81–85.*

Petro, M., 1996: Rimavská Baňa Au. *GS SR Bratislava, 120.*

Polák, S., 1965: Príspevok k problematike dunajského aluviálneho zlata. *Správa geol. výskumu v roku 1964, časť 2, 80.*

Polák, S., 1966: Aluviálne zlato na Slovensku a jeho perspektívy. *Geol. Průzk., 9, 290–292.*

Polák, S., 1968: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku. *In: Zbor. ban. Múzea, 4, Banská Štiavnica, 69–81.*

Polák, S., 1969: Orientačné poznatky o zlate v recentných náplavoch a mladých fosílnych sedimentoch na východnom úbočí Považského Inovca. *Mineralia Slov., 1, 27–31.*

Polák, S., 1969a: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku - II. Dunajské zlato - história doterajšej ťažby a prieskumu. *In: Zbor. Slov. ban. Múzea, 5, Banská Štiavnica, 69–81.*

Polák, S., 1971: Zlatá mineralizácia pri Skýcovskom zlome na SZ svahoch Tribeča v Klížskom Hradišti. *Mineralia Slov., 9, 63–65.*

Polák, S., 1971a: O dunajskom zlate - reálne a ekonomicky. *Geol. Průzk., 8, 241–244.*

Polák, S., 1987: Reálne o zlate a zlatom zrudnení na západnom Slovensku. *In: Zlato v Západných Karpatoch, jeho genéza a ložiská. GÚDŠ, Bratislava, 49–53.*

Slávik, J., 1967: Samorodnoje zoloto v magurskom fliše. *KBGA, VIII. kongres, Dokl. Mineralia, Geochimia, Absol. vozr., Belgrad, 271–274.*

Slávik, J., 1970: Minerály rozsypov vulkanitov Vihorlatu, ich geologický a prospekčný význam. *Mineralia Slov., 2, 7, 231–248.*

Slávik, J. & Tözsér, J., 1973: Geological structure of the Prešovské pohorie Mts. and its relation to the boundary of the West and East Carpathians. *Geol. Zbor., 24, 1, 23–52.*

Spišiak, P., 1990: Kokava nad Rimavicou v období neskorého feudalizmu a kapitalizmu. *Vyd. Osveta, 480.*

Sombathy, L., 1998: História geologicko-montanistického výskumu ďumbierskej časti Nízkych Tatier. *Mineralia Slov., 30, 1, 72–75.*

Tözsér, J. & Rudinec, R., 1975: Geologická stavba a nerastné suroviny neogénu Východného Slovenska a jeho podložia. *Mineralia Slov., 7, 3, 81–104.*

Žilák, J., 1993: Menej známe banícke a hutnícke podnikanie v novohradskej a malohontskej časti Slovenského rudohoria, autoreferát. *[Kandidátska dizertačná práca.] 120.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 249–252

Zlato v aluviálnych náplavoch pri Rimavskej Bani

MILAN PETRO[1], HANA MJARTANOVÁ[2] a HENRIETA ŠOLTÝSOVÁ[2]

[1]Geologická služba SR, regionálne centrum Banská Bystrica, Kynceľovská 10, 974 01 Banská Bystrica
[2]Geologická služba SR, regionálne centrum Spišská Nová Ves, geoanalytické laboratóriá, Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves

(Doručené 9. 4. 1999)

The gold at quaternary placers at vicinity of Rimavská Baňa

The gold-bearing placers have been prospected at vicinity of the Rimavská Baňa village, at Quarternary sediments of Rimava and Rimavica streams. The explorations activities (i. e. geological mapping 1:50 000, geophysical survey, percussion large-diameter drilling, sampling analysis and mineralogy) have been concentrated mainly into the area below the confluence of Rimava and Rimavica streams, where the best conditions for the gold accumulation have been expected. The presence of gold has been confirmed, nevertheless, the Au content (up to 0.2 gm^{-3} Au) does not indicate the economic perspectives of this occurrence.

Key words: gold-bearing placers, Rimavská Baňa, sampling analysis, large-diameter drilling, mineralogy

Úvod

V ostatných dvadsiatich rokoch je v oblasti rudných surovín aktuálna problematika Au. Do popredia vystúpili otázky jeho pozície v metalogenéze, prehodnocovania prognóz a zintenzívnilo sa jeho vyhľadávanie a prieskum. Pozornosť sa upriamila najmä na oblasti kryštalinika a neovulkanitov s historicky významnými banskými revírmi, kde sa ťažilo epigenetické zrudnenie s drahokovovou mineralizáciou. Jedným z podnetov na riešenie problematiky Au aj vo veporiku bolo hodnotenie perspektív zlatonosnosti Západných Karpát v štúdii Slovensko – Au rudy, ktorú spracoval Knésl et al. (1980). Pozornosť sa začala sústreďovať aj na perspektívy a vyhľadávanie u nás netradičných genetických typov rúd Au. Významným prínosom v tomto smere bola rozsiahla štúdia Knésla a Knéslovej (1995) o impregnačných Au rudách v silicifikovaných horninách.

Je známe, že banskej ťažbe v historických revíroch predchádzala šlichová prospekcia a exploatácia Au z aluviálnych sedimentov vodných tokov ich okolia. Tento litogenetický – rozsypový ložiskový typ sa využíval staročia, ale limitujúcim technickým faktorom bola hladina spodnej vody, ktorá bola ťažkou prekážkou pri získavaní Au pod jej úrovňou. Možnosť prekonať ju dáva predpoklady zistiť doteraz exploatačne nedotknuté akumulácie Au v aluviálnych sedimentoch. Jednu z radu týchto možností sledovali naše práce – overenie zlatonosnosti alúvia v oblasti sútoku Rimavice a horného toku Rimavy pri Rimavskej Bani a pod ním.

Východiskové údaje

Povodie Rimavice a Rimavy na S od ich sútoku pri Rimavskej Bani patrí prevažne do kryštalinika kohútskej, čiastočne aj do kráľovohoľskej zóny veporika. Do jeho severnej časti zasahuje mezozoikum Muránskej planiny – tektonickej trosky silického príkrovu. Na SZ od Tisovca a pri východnom ohraničení povodia lokálne vystupujú produkty neogénneho vulkanizmu. Na J od Rimavskej Bane prebieha lubenícko-margecianska tektonická línia, ktorá tvorí hranicu s gemerikom.

V sledovanom povodí je rad lokalít s epigenetickou rudnou mineralizáciou. Opísal ich najmä Šuf (1938), Sombathy (1950), Petro (1961, 1977, 1977a), Láznička (1962, 1963, 1964), Ragan (1989) a Gargulák (1994).

V kryštaliniku medzi Kokavou nad Rimavicou a Polomom, ako aj v okolí Rimavskej Bane a na S od Hnúšte je pruh lokalít s hydrotermálnym žilným a žilníkovým zrudnením. Na niekoľkých lokalitách vystupuje hydrotermálne metasomatické zrudnenie v staropaleozoických šošovkách kryštalického vápenca. Charakteristická pre ne je menej rozšírená staršia sideritovo-ankeritová, prípadne feromagnezitová a rozšírenejšia kremenno-sulfidická mineralizácia s pyritom, arzenopyritom, pyrotínom (lokálne s pentlanditom), galenitom, sfaleritom, chalkopyritom, tetraedritom, prípadne s inými sulfosoľami, ako aj s ďalšími minerálmi.

V okolí Hnúšte sa v ložiskách mastenca Mútnik, Samo a Polom v staropaleozoických karbonátových telesách prejavila staršia a výrazná Mg metasomatóza spätá so vznikom dolomitu a magnezitu a mladšia Si metasomatóza, na ktorú sa viaže vznik mastenca a naloženej sulfidickej mineralizácie.

Prevažnej časti zrudnení sa podľa ich pozície na mladých tektonických štruktúrnych systémoch, ako aj podľa charakteru regionálnej zonálnosti prisudzuje alpínsky vek (Petro, 1974, 1977, 1977a; Petro a Slavkay, 1993).

Na S od Tisovca je známe skarnové magnetitové a naložené hydrotermálne i hydrotermálnometasomatické

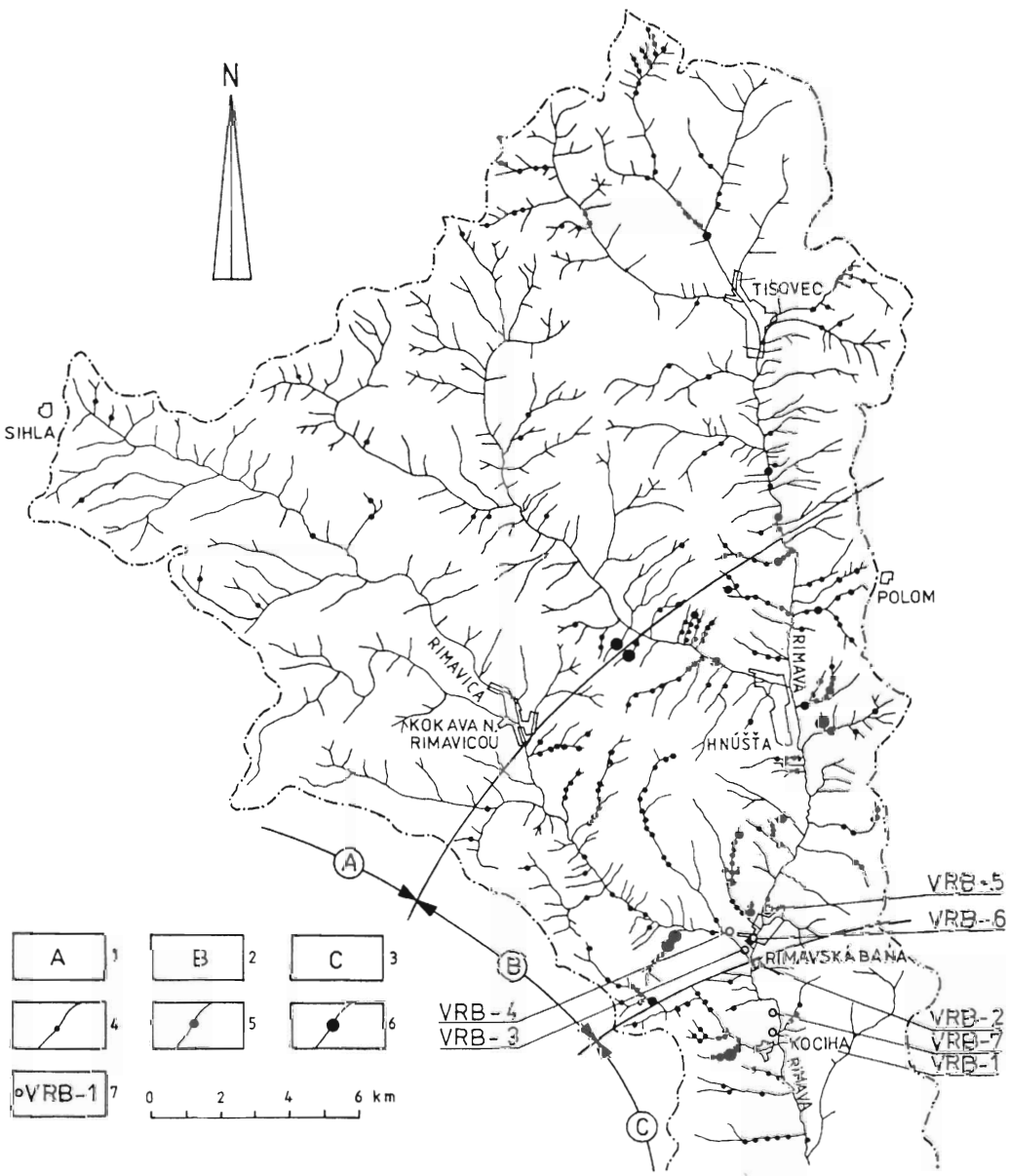
Pb-Zn zrudnenie viažuce sa na neogénny vulkanizmus (Bacsó, 1964, 1969).

Na Z od Kokavy nad Rimavicou je variské granátovo-magnetitové zrudnenie, ale Au sa vo vodných tokoch jeho okolia nezistilo.

Takmer na všetkých lokalitách kremenno-sulfidického zrudnenia sa vyskytuje aj Au. Jeho obsah je prevažne nízky, iba ojedinele dosahuje 7 až 11 gt^{-1}. Rudné štruktúry nie sú rozsiahle, avšak otázka Au v primároch tejto oblasti sa najmä z pohľadu možnosti vývoja impregnačných Au rúd nedá pokladať za doriešenú.

Au z týchto a z predpokladaných a doteraz nezistených, ako aj eróziou odstránených epigenetických zrudnení sa redeponovalo do alúvia za vzniku rozsypových akumulácií. V minulosti sa exploatovali v údolí Rimavice, kde boli ryžoviská najmä v okolí náplavových kužeľov potokov z masívu Sinca.

Významným prínosom do poznania distribúcie Au, ako aj ďalších minerálov v alúviu vodných tokov veporika bola rozsiahla regionálna šlichová prospekcia, ktorú vykonal Hvožďara et al. (1985). Jej výsledky (obr. 1) boli jedným z podkladov projektovania prác v opisovanom území (Petro, 1996).



Obr. 1. Geomorfologická zonálnosť, distribúcia Au v šlichoch a zrealizované vrty. Geomorfologická zonálnosť povodia Rimavice a horného toku Rimavy. 1 – zóna zrelých údolí starého erózneho cyklu, 2 – zóna prehlbovania údolí, 3 – zóna rozširovania údolí. Distribúcia Au v šlichoch (podľa Hvožďaru et al., 1985): 4 – 1–5 zŕn, 5 – 6–10 zŕn, 6 – 11–20 zŕn, 7 – zrealizované vrty.

Fig. 1. The map of geomorphological zonality, distribution of gold at panning samples and drilled boreholes. Geomorphological zonality of drainage area of Rimavica and upper part of Rimava. 1 – zone of mature valleys of old eroded cycle, 2 – zone of deepening of valley, 3 – zone of expansion of valley. Distribution of gold at panning samples (according to Hvožďara et al., 1985): 4 – 1–5 flakes of gold, 5 – 6–10 flakes of gold, 6 – 11–20 flakes of gold, 7 – drilled boreholes.

Metodika prác

Metodika našich prác vychádzala z geomorfologických a sedimentologických kritérií, ktoré tu zhŕňame.

Z pohľadu geomorfologickej zonálnosti povodí riek a jej vzťahu k vývoju zlatonosných rozsypov (v zmysle Bilibina in Smirnov, 1983) sa predpokladala nasledujúca situácia (obr. 1):

1. V zóne zrelých údolí starého erózneho cyklu môžu byť korytové ložiská malého, často bohatého typu. Vzhľadom na pozíciu primárnych – prevažne mimo tejto zóny vystupujúcich rudných štruktúr – sa tu významnejšie akumulácie Au nepredpokladali.

2. V zóne prehlbovania údolí sú všeobecne známe terasové ryžoviská. Možnosti akumulácie Au sa tu vzhľadom na iba lokálny vývoj nie rozsiahlych terás nepredpokladali a aj historické ryžoviská v údolí Rimavice boli malé.

3. Zóna rozširovania údolí býva na vznik ryžovísk najvhodnejšia. Za najperspektívnejšie sa pokladali aluviálne sedimenty v oblasti Rimavská Baňa–Rimavské Zalužany–Kociha, do ktorých sa Au transportovalo z Rimavice aj z horného toku Rimavy, a tak sa sústreďovalo z dvoch zlatonosných tokov. Na priaznivosť tohto priestoru poukazoval i priebeh eróznej terminanty údolia Rimavy, ktorá na J od Rimavskej Bane nadobúda miernejší priebeh, čo znižuje rýchlosť vodného toku a vytvára priaznivé podmienky na sedimentáciu ťažkých minerálov.

Zároveň sa predpokladala akumulácia Au hlavne v spodnej časti aluviálnych sedimentov, najmä na ich podloží a v najhlbších miestach reliéfu údolia, čo je sedimentologicky preukázaná a neraz preverená skúsenosť. Práce boli orientované tak, aby sa overili akumulácie Au pod sútokom Rimavy a Rimavice a na porovnanie aj nad ním. Mali takýto postup:

1. Vykonalo sa účelové geologické mapovanie v mierke 1:5000 s cieľom spresniť charakter a rozsah alúvia a riečnych terás.

2. Na profiloch orientovaných kolmo na údolnú nivu sa urobili geofyzikálnogeoelektrické, magnetické a gravimetrické merania (Filo, Geocomplex, a. s., Bratislava) na zistenie reliéfu podložia alúvia.

3. V miestach maxím depresie reliéfu sa vyhĺbilo sedem vrtov nárazovým vŕtaním súpravou PSVD s drapákovým odberom sedimentu a s vrtným priemerom 630 mm (Ekozdroje, s. r. o., Prešov).

Vrty ukázali, že hrúbka aluviálnych sedimentov pri relatívnom zachovaní priebehu reliéfu podložia oproti geofyzikálnym predpokladom do 30 m bola iba do 5,50 m.

4. Vrty sa vzorkovali priebežne po 0,5 m a posledný odber zasahoval až do zvetraného podložia alúvia.

5. Zistil sa objem vzoriek a ďalej sa spracúvali na kanadskom koncentrátore 7,5" Knelson (družstvo Geomin, Jihlava). Frakcia nad 6 mm sa po vizuálnej kontrole vypustila do odpadu a frakcia pod 6 mm prešla koncentrátorom, ktorý má podľa výrobcu zachytiť 95–98 % voľného Au. Odpad z koncentrátora sa ešte viedol cez kontrolný koncentračný splav a získaný produkt sa zlúčil s hlavným koncentrátom.

6. Laboratórne boli vzorky spracované v geoanalytických laboratóriách GS SR v Spišskej Novej Vsi.

– Stanovil sa objem a hmotnosť koncentrátov a vzorky sa na site rozdelili na frakciu nad 1 mm, 1–0,5 mm, 0,5–0,2 mm, 0,2–0,1 mm a pod 0,1 mm.

– Preosiate vzorky sa delili v bromoforme. Hmotnosť ich ťažkých frakcií sa pohybovala do 180 g.

7. Ťažké frakcie mineralogicky zhodnotilo regionálne centrum GS SR v Banskej Bystrici (Fodorová) a geoanalytické laboratóriá (Augustiňáková, Hricová). Zlatinky sa vyseparovali pod stereomikroskopom a vážkovo s citlivosťou 0,000X g sa zistila ich celková hmotnosť.

Obsah Au v zrnitostnej frakcii pod 0,1 mm bol stanovený analyticky (Šoltýsová) metódou atómovej absorpčnej spektrometrie s elektronickou atomizáciou po predchádzajúcom rozklade vzorky lúčavkou kráľovskou a obohatením Au komplexu do organického rozpúšťadla. Medza stanovenia tejto analytickej metódy je 0,005 gt^{-1} Au.

8. Obsah Au vzoriek sa vypočítal v gm^{-3} na objem pôvodnej vzorky a prepočítal na 1 m^3 aluviálneho sedimentu. Pri výpočte sa použila hodnota mernej hmotnosti štrku 2,2 $g.cm^{-3}$.

V zmysle metodického postupu prác sa porovnalo stanovenie obsahu Au mineralogickou metodikou (so stanovením obsahu Au v zrnitostnej frakcii pod 0,1 mm analyticky) a analytickou (všetky zrnitostné frakcie). Z porovnania výsledkov vyplynuli v priemere malé rozdiely, čo prezrádza, že analytická metóda kvantitatívneho stanovovania Au v aluviálnych sedimentoch môže nahradiť zdĺhavé a prácne mineralogické postupy.

Zistený stav a diskusia

Prítomnosť Au sa potvrdila vo všetkých vrtoch, t. j. v údolí Rimavice a Rimavy nad ich sútokom, ako aj pod sútokom medzi Rimavskou Baňou a Kocihou, ale jeho koncentrácia bola nízka, do 0,2 gm^{-3}. Obsah 1 gm^{-3}, o ktorom sa pri projektovaní pracovne predpokladalo, že by mohol byť ťažiteľnou koncentráciou, sa nezistil. Nízku koncentráciu Au možno vysvetliť dvojako:

a) Časť Au unikla pri transporte odplavením v jemnej, tzv. plávajúcej forme.

b) Koncentrácia Au v primárnych štruktúrach je nízka.

Treba zdôrazniť, že otázka jemného Au (ktoré mohlo byť odplavené) predpokladanej impregnačnej mineralizácie v silicifikovaných zónach nie je doriešená.

Potvrdil sa predpoklad, že obsah Au v alúviu s hĺbkou stúpa a najvyšší je tesne nad jeho bázou. Presvedčivo sa to ukázalo vo vrte VRB-1, VRB-2 a VRB-7, ktoré sa vyhĺbili v miestach s väčšou dĺžkou transportu a s dokonalejším vytriedením sedimentov. S hĺbkou pomer obsahu Au k hmotnosti ťažkej frakcie stúpal.

V miestach kratšieho transportu sedimentu sa ojedinele zistila vyššia koncentrácia Au nad polohou s ílovitou prímesou, napr. v strede hĺbky vrtu VRB-3.

Au bolo vo všetkých zrnitostných frakciách okrem frakcie nad 1 mm. Najvyšší obsah Au bol vo frakcii 0,5–0,2 a 0,2–0,1 mm.

Zlatinky sú izometrického tvaru, prípadne ploché, podľa toho, v akom priestore sa Au vylučovalo. Na morfológii zlatiniek s kratším transportom jasne vidieť odtlačky

ostrých okrajov puklín minerálov žiloviny a v niektorých prípadoch sú na ich povrchu stopy po výplni drobných kremenných drúz. S pribúdajúcou dĺžkou transportu sa tieto príznaky zastierajú, zlatinky sa čiastočne zaobľujú, ale dokonale zaoblené zlatinky sa nezistili. Potvrdzuje to malú vzdialenosť ich primárneho zdroja.

Zaujímavý je analyticky stanovený a mineralogicky nezistiteľný zvýšený obsah Au v prvých dvoch návrtoch vrtov do 0,5 až 1,0 m v porovnaní s ich strednou časťou. Tieto akumulácie boli asi výsledkom účinku organických látok typu humídnych kyselín (Maňour, 1987) v dosahu vplyvu koreňového systému rastlinného pokryvu. V tomto prostredí sa Au rozpúšťalo a pri prechode do pravého roztoku spätne vyzrážalo do podoby koloidálnych suspenzií identifikovateľných len analyticky.

Záver

Údaje o vystupovaní Au v aluviálnych sedimentoch pri Rimavskej Bani jeho ekonomicky významné akumulácie nepotvrdili.

Cieľom tohto príspevku je oboznámiť odbornú verejnosť so zistenými zákonitosťami a formami jeho distribúcie, ale najmä s metodikou prác, akou sa informácie získavali. Dá sa konštatovať, že pri riešení zlatonosnosti rozsypov sa u nás prvýraz uplatnila metodika širokopriemerových vrtov s drapákovým odberom vzoriek, ktorá sa už v zahraničí využíva. Na základe veľmi dobrých praktických skúseností ju odporúčame na riešenie obdobnej problematiky aj v iných perspektívnych oblastiach. Jej veľkou prednosťou je reprezentatívnosť získaných vzoriek, ktorú pri menších vrtných priemeroch prakticky nemožno zaručiť.

Literatúra

Bacsó, Z., 1964: Potriasové skarnové ložiská pri Tisovci. *Geol. Práce, Zpr., 31, 13–45.*

Bacsó, Z., 1969: Tisovec–Hnúšťa. Fe–VP. *Manuskript – archív GS SR Spišská Nová Ves, 383.*

Gargulák, M., 1994: Metalogenetické vyhodnotenie vrtov RBA-1, RBA-2 (Rimavská Baňa). *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 109.*

Hvožďara, P., Hurai, V., Linkešová, M. & Kravjanský, G., 1985: Regionálna geológia Západných Karpát (pohorie Slovenské rudohorie–západná časť). *Manuskript – archív GS SR Spišská Nová Ves, 259.*

Knésl, J. et al., 1980: Štúdia Slovensko Au. Inventarizácia Au výskytov a prognózy Au v SSR. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 520.*

Knésl, J. & Knéslová, A., 1995: Slovensko – impregnačné Au rudy v silicifikovaných horninách. Štúdia. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 227.*

Láznička, P., 1962: Příspěvky k poznání drobných rudných výskytů v okolí Tisovce, Hnúště, Klenovce a Kokavy nad Rimavicou (veporidy). *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 233.*

Láznička, P., 1963: Metasomatické ložisko pod Medeným u Klenovce a geologie jeho okolí. *Sbor. Nár. Muz. (Praha), 19, 1, 1–151.*

Láznička, P., 1964: Geologicko-mineralogické poměry rudního výskytu Dúhovo a jeho okolí. *Geol. Práce, Zpr., 31, 61–80.*

Maňour, J., 1987: Šlichová prospekce. *Ústř. Úst. geol., Praha, 84.*

Petro, M., 1961: Geologické a mineralogické pomery rudných ložísk v oblasti Klenovec–Ratkovské Bystré. *Manuskript – archív Katedra nerastných surovín PF UK, Bratislava, 110.*

Petro, M., Bacsó, Z., Hvožďara, P., Ivanov, M., Kravjanský, I., Kubíny, D., Maljkovič, J., Slavkay, M. & Žákovský, R., 1974: Rudné suroviny v kryštaliniku Západných Karpát a v nadväzujúcich tektonických jednotkách a obale. *In: Materiály z III. celoslovenskej geologickej konferencie – sekcia Nerastné suroviny. SGS Bratislava, 231–237.*

Petro, M., 1977: Problémy alpínskej hydrotermálnej mineralizácie veporíd. *In: Ložiskotvorné procesy Západných Karpát, z príležitosti 25. výročia založenia Katedry nerastných surovín UK, Bratislava, 172–176.*

Petro, M., 1977a: Metalogenéza veporíd. *Manuskript – archív GS SR Bratislava, 95.*

Petro, M., 1996: Rimavská Baňa, Au. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 120.*

Ragan, M., 1989: Mineralogická, geochemická a paragenetická charakteristika mineralizácie v okolí Hnúšte. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript – archív Geologický ústav SAV Bratislava, 199.*

Smirnov, V. I., 1983: Geologie ložisek nerostných surovin. *SNTL, Praha, 417–452.*

Slavkay, M. & Petro, M., 1993: Metalogenéza a rudné formácie veporika. *Mineralia Slov., 5, 25, 313–317.*

Sombathy, L., 1950: Zpráva o zastavení kutacích prác na Ostrej. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 5.*

Šuf, J., 1938: Zpráva o geologických poměrech a ložiskách užitečných nerostů v okolí Kokavy na Slovensku. *Věst. Ústř. Úst. geol., 14, 91–109.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 253–256

Mineralogická charakteristika zlata drahokovových asociácií v štiavnicko-hodrušskom rudnom rajóne

STANISLAV JELEŇ[1], MILAN HÁBER[1] a ĽUDMILA ROJKOVIČOVÁ[2]

[1]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01Banská Bystrica
[2]Belinského 2, 851 04 Bratislava

(Doručené 9. 4.1999)

Mineralogical characteristic of gold at precious metal assemblages in Štiavnica-Hodruša ore district

The recently found epithermal vein precious metal and base metal Au mineralization of Svetozár type is from the point of view of gold accumulation the most important in whole ore district. Epithermal precious metal vein mineralization is characterized by base metal veins ± Au, Ag ("Štiavnica type"), Ag-Au veins with base metal mineralization ("Hodruša type") and Au-Ag veins ("Kremnica type"). The gold is situated in more different time- and space- precious metal mineral assemblages in levels of vein systems of various depth in thr whole Štiavnica-Hodruša ore district. The oldest generations of gold have higher Au content. They are predominantly situated in the deeper levels of the vein systems. Younger generations of gold, electrum, küstelite with relativelly lower fineness are created in the end of the polyphase development of epithermal mineralization. They are typical for subsurface parts of the vein systems.

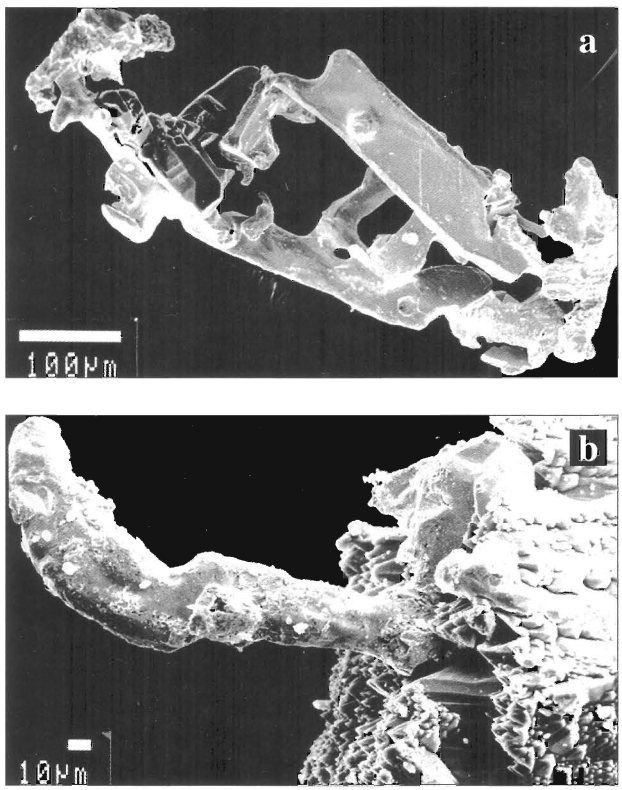
Key words: Banská Štiavnica, Hodruša, precious metal mineralization, gold, electrum, fineness of gold

Úvod

Viacetapový geologický a metalogenetický vývoj veľkého štiavnického stratovulkánu, ktorého centrálnou zónou v súčasnosti je rozsiahla kaldera s hrastom uprostred, obnažujúcim podložie vulkanitov a mohutný, petrograficky pestrý, subvulkanický intruzívny komplex, vytvoril podmienky pre rozsiahle, viacfázové a dlho žijúce hydrotermálne systémy, predstavujúce jeden z najbohatších rudných obvodov Európy (Onačila et al., 1995b). Podrobný štruktúrno-geologický, mineralogický a geochemický výskum štiavnicko-hodrušského rudného rajónu, ktorý vykonal v posledných desaťročiach rad geologických aj ťažobných organizácií umožnil komplexnejšie zhodnotiť poznatky o drahokovovej mineralizácii, o jej časovom vývoji, priestorovej distribúcii i o kvalitatívnom zložení. Z genetických typov mineralizácie v centrálnej zóne štiavnického stratovulkánu je z hľadiska ekonomického obsahu drahých kovov najdôležitejšia epitermálna žilná polymetalická (Pb-Zn-Cu) + Au-Ag a novoobjavená Au mineralizácia typu Svetozár.

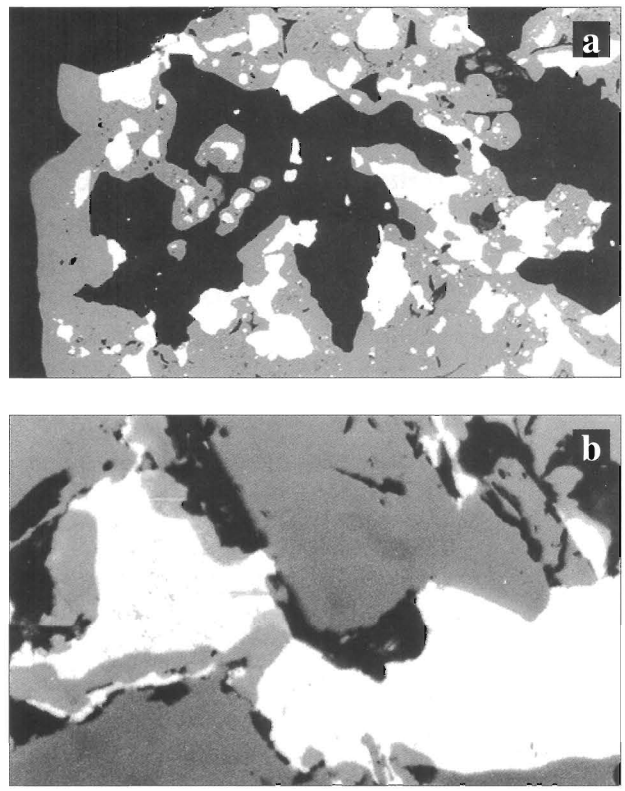
Žilný systém Svetozár

Drahokovová mineralizácia *Svetozár* je vyvinutá v centrálnej časti rudného rajónu. Vystupuje vo forme žilníka a subhorizontálnych extenzných žíl v komplexe vrstiev pyroxenického andezitu v tesnom nadloží granodioritovej intrúzie (Onačila et al., l. c.). Žilnú výplň v rozhodujúcej miere tvorí kremeň a karbonáty, v menšej rodonit, chlorit, adulár a sulfidy. Priemerný obsah Au v ťaženej rude je od 5,0 do 9,4 gt^{-1} a Ag okolo 10 gt^{-1} (Jágerský, 1997). Ale pri orientačnej analýze mineralogických vzoriek z istých extrémne na Au bohatých miest obsah Au dosahoval 960–5500 gt^{-1} a Ag približne 6500 gt^{-1}. Pomer Au:Ag najčastejšie varíruje od 3:1 až 1:3 (Prcúch, 1997). V žilnom systéme Svetozár sa identifikovali tri generácie zlata. Najstaršie zlato je súčasťou reliktnej vyššej termálnej Au-karbonátovo-kremeňovej mineralizácie iba v žilnom systéme Svetozár (Háber et al., 1995). Je xenomorfné (sub)mikroskopicky veľké (do 35 μm) a tvorí samostatné vtrúsené a rozlične veľké zhluky v kremeni a karbonátoch. Má najvyššiu rýdzosť, spravidla od 910 do 960. Mladšie zlato (okrúhle a oválne zrná do 50 μm), s relatívne nižšou rýdzosťou 810–880, sa väčšinou vyskytuje v sfalerite a najmladšie elektrum (xenomorfné zrná ojedinele veľké až do 750 μm), vyskytujúce sa v tomto žilnom systéme kryštalizovalo počas formovania sa staršej a mladšej epitermálnej drahokovovo-polymetalickej mineralizácie a v podstate zodpovedá vystupovaniu zlata v žilách štiavnického typu. Jeho rýdzosť sa pohybuje od 745 do 790. Na miestach s extrémne vysokým obsahom Au je zlato viditeľné aj makroskopicky v podobe jemných zhlukov v kremeni, resp. na okraji sulfidov, kde ojedinele vytvára i relatívne hrubšiu vrstvičku. Najmladšiu drahokovovú asociáciu dopĺňajú minerály Ag (polybázit – $(Ag,Cu)_{16}Sb_2S_{11}$), Ag tetraedrit – $(Cu,Ag)_{10}(Fe,Zn)_2Sb_4S_{13}$) a teluridy (hessit – Ag_2Te, altait PbTe). Len lokálny je výskyt bohatých koncentrácií drôtikového zlata – elektra, prerastajúceho sa so sfaleritom a kremeňom na úrovni 14. obzoru bane Rozália. Drôtikové zlatinky niekoľko μm hrubé a takmer až 1 mm dlhé sa vzájomne zrastajú (obr. 1a, b).



Obr. 1. a - Priestorový agregát zlata z interstícií kremeňa a sulfidov po ich vylúhovaní Hodruša, žila Rozália, XIV. obzor SEM BEI. b – Jemný drôtik Au vypĺňajúci úzky kanálik v čiastočne vylúhovanom sfalerite. Hodruša, žila Rozália, XIV obzor. SEM BEI.

Fig. 1. a – Space aggregate of gold liberated by leaching out from surrounding quartz and sulphides. Hodruša, Rozália vein, 14th level. SEM BEI. b – Wire-shaped aggregate of gold in very thin chanel in particularly leached sphalerite. Hodruša, Rozália vein, 14th level. SEM BEI.



Obr. 2. a – Inklúzie zlata (biele) v pyrite (sivý) a v kremeni (čierny). Banská Štiavnica, žila Terézia. SEM BEI. b – Zrná zlata (biele) uzavreté v hematite (sivý). Banská Štiavnica, žila Bieber, II. hlbkový obzor. Nábrus, nikoly //

Fig. 2. a – Inclusion of gold (white) in pyrite (grey) and in quartz (black). Banská Štiavnica, Terézia vein. SEM BEI. b – Gold grains (white) enclosed in hematite (grey). Banská Štiavnica, Bieber vein, 2nd deep level. Polish section, nicols //.

Epitermálna žilná mineralizácia

Epitermálnu drahokovovo-polymetalickú žilnú mineralizáciu, vytvorenú pravdepodobne jednotným paleohydrotermálnym systémom, a istými odlišnosťami charakterizujú tieto typy žíl:

1. polymetalické žily ± Au, Ag (štiavnický typ)
2. Ag-Au žily s polymetalickou mineralizáciou (hodrušský typ)
3. Au-Ag žily (kremnický typ)

1. Polymetalické žily ± Au, Ag (*štiavnický typ*) sa vyvinuli vo východnej časti rudného rajónu najmä v andezite, kremennodioritovom porfýre, granodiorite a diorite. V ich žilnej výplni (Grüner, Ján, Špitaler, Bieber, Terézia, Ochsenkopf, Amália, Bakali, Rozália, Medená) dominuje kremeň s podstatnou súčasťou sulfidov Pb, Zn, Cu a Fe. V pripovrchových častiach pristupujú Ca-Mn karbonáty, rodonit a baryt. V ťažených polymetalických rudách ložiska Banská Štiavnica sa priemerný obsah Au pohyboval do 0,5 gt^{-1} a Ag do 25 gt^{-1}; v žilách s Au-Ag mineralizáciou do 23 gt^{-1} Au a do 300 gt^{-1} Ag (Koděra et al., 1986).

Drahokovovú mineralizáciu charakterizuje vystupovanie niekoľkých vekovo aj priestorovo odlišných asociácií minerálov drahých kovov. V blízkopovrchových častiach žilných systémov dominujú najmladšie asociácie minerálov Au a Ag, ktoré vznikli v závere polyfázového vývoja epitermálnej mineralizácie a boli hlavným zdrojom ťažby Au-Ag rúd v minulosti. Orientačná vzorka tejto žiloviny z prieskumnej štôlne Terézia obsahovala 27 gt^{-1} Au, 813 gt^{-1} Ag (Smolka a Daubner, 1992) a extrémny maximálny obsah Au a Ag v zásekových vzorkách dosahoval 193 a 95 gt^{-1} Au a 4261 a 835 gt^{-1} Ag. Najstaršou drahokovovou asociáciou je koncentrácia Au a Ag v „cinoplovom" kremeni (kremeň s jemne dispergovaným hematitom), často v sprievode pyritu, tzv. cinoplové zlato, známe z minulosti. V ložisku je takáto koncentrácia zastúpená iba rudimentárne. Jej prítomnosť dokumentuje častý výskyt samostatných nepravidelných zlatiniek (obr. 2a) veľkých od 2 do 250 µm, spravidla vysokej rýdzosti (780–800), ale aj elektra (prevládajúca rýdzosť 550–700) a akantitu (Ag_2S), v kremeni a v pyrite s hematitom. Mladšiu drahokovovú asociáciu, zatláčajúcu staršiu asociáciu sulfidov, tvorí elektrum, striebro, polybázit, pear-

ceit $(Ag,Cu)_{16}As_2S_{11}$, pyrargyrit Ag_3SbS_3, proustit Ag_3AsS_3, akantit Ag_2S, Ag tetraedrit $(Cu,Ag)_{10}(Fe,Zn)_2Sb_4S_{13}$, stromeyerit (AgCuS), mckinstryit $(Ag,Cu)_2S$. Elektrum tvorí zrasty so sulfidmi a výplň medzi zrnami, ako aj mnohé inklúzie rôzneho tvaru a veľkosti (od 2 do 270 μm) hlavne v galenite, sfalerite, v menšej miere v pyrite a chalkopyrite. Jeho rýdzosť sa pohybuje od 420 do 810. Častá je heterogénna štruktúra zlatiniek, prejavujúca sa nižšou rýdzosťou na ich periférii ako v centre. Zistený rozdiel v obsahu Au dosahuje až 30 hm. %. Takýto okrajový lem zlatiniek sme spozorovali v zrnách asociujúcich s akantitom alebo polybázitom. Z ostatných prímesných prvkov zlata sa v nízkej koncentrácii zistila iba Hg (do 0,3 hm.%) a Cu (do 0,54 hm. %).

V hlbších úrovniach žilných systémov (napr. žily Bieber, Rozália, Bakali) je kvantitatívne zastúpenie drahokovovej mineralizácie v rudách podstatne nižšie (0,X–0,0X gt^{-1} Au). Koncentrácia Au býva väčšia iba lokálne, napr. obsah v zásekových vzorkách zo žily Bieber je 5–14 gt^{-1} Au a 500–19 000 gt^{-1} Ag. Najčastejšie sa zlato vyskytuje v sulfidoch – chalkopyrite, galenite, sfalerite, redšie v kremeni, chlorite, pyrite, hematite a v nových sulfosoliach Bi (obr. 2b). Drahokovovú mineralizáciu okrem zlata tvorí pestrá asociácia Ag minerálov (argentit, akantit, naumannit Ag_2Se, minerál $Ag_{10}Cu_2SeTe_3S_4$, polybázit, pearceit, stefanit Ag_5SbS_4, matildit $AgBiS_2$, Ag tetraedrit), Ag wittichenit Cu_3BiS_3 (do 12 hm. % Ag) a početná skupina doteraz neidentifikovaných sulfosolí systému Ag-Cu-Pb-Bi-S. Veľkosť zlatiniek je variabilná a pohybuje sa od niekoľkých mikrónov až do 0,5 mm. Rýdzosť zlata varíruje v pomerne širokom intervale od 580 do 850. S pribúdajúcou hĺbkou sa spravidla v rovnakej asociácii rýdzosť zlata zvyšuje, avšak jeho celkový podiel na ložisku v porovnaní s elektrom je nízky. Pri detailnom skúmaní niektorých zŕn zlata sa zistila heterogénna štruktúra zlatiniek, prejavujúca sa nižšou rýdzosťou na periférii zlatiniek ako v ich centre. Zistený rozdiel v obsahu Au býva až 11 hm. %.

2. Ag-Au žily s polymetalickou mineralizáciou (*hodrušský typ*) sú v západnej časti rudného rajónu prevažne v horninách hodrušského intruzívneho komplexu – v granodiorite, diorite, kremennodioritovom a andezitovom porfýre. Žilnú výplň hodrušských žíl (Colloredo, Schöpfer, Nová a Hlavná Anton, Finsterort, Brenner, Alžbeta, Matyáš, Ján Benedikty, Windischleuten, Všechsvätých, Havraní kameň, Bärenleuten, Rummel–Hoffer, Hlavná a Zlatá žila) charakterizuje prevažne kremennokarbonátový vývoj s podradným zastúpením polymetalickej mineralizácie a stála prítomnosť drahokovovej mineralizácie. Obsah Ag a Au v rudách v bohatších podpovrchových častiach žíl bol okolo 800 gt^{-1} s pomerom Au:Ag = = 1:200, resp. 1:100. Niektoré časti žíl boli bohatšie. Ešte roku 1932 a 1936 boli vyberané zvyšky bohatých kusových rúd s obsahom 12–42 gt^{-1} Au a 4800–13 000 gt^{-1} Ag. O prudkom poklese kovnatosti s hĺbkou svedčia údaje z posledných rokov ťažby – 1,4–2 gt^{-1} Au a 150–200 gt^{-1} (Koděra et al., 1986). Novšie orientačné analýzy mineralogických vzoriek s drahokovovou mineralizáciou zo žily Hlavná Anton obsahovali 82,71 gt^{-1} Au a 67 453 gt^{-1} Ag (Onačila et al., 1995a) a vzorka zo žily Péch štôlne Anton pri Vyhniach 191,12 gt^{-1} Au a 83 300 gt^{-1} Ag. Opierajúc sa o práce Koděru (1960, 1965, 1989) sa v súčasnosti vyčleňujú dve samostatné etapy sulfidickej a drahokovovej mineralizácie (Onačila a Rojkovičová, 1992; Rojkovičová in Onačila et al., 1993; Onačila et al., 1995a, b). V staršej, I. etape prevládajú sulfidy Pb, Zn, Fe, Cu a drahokovovú asociáciu reprezentuje elektrum uzatvárané vo forme drobných, prevažne izometrických zŕn v sulfidoch a v kremeni a v nepatrnom množstve aj Ag minerálmi (akantit, pyrargyrit, freibergit – $(Ag,Cu)_{10}(Fe,Zn)_2(Sb,As)_4S_{13}$, polybázit). Veľkosť zlatiniek sa pohybuje v rozmedzí 0,00X–0,0X mm. Drahokovová mineralizácia II. etapy je kvalitatívne i kvantitatívne bohato zastúpená, sprevádza sulfidickú mineralizáciu a miestami, napr. v žile Bärenleuten, dominuje. Jej kvalita sa mení aj v závislosti od jej vertikálnej pozície v žilnej štruktúre. Vo vrchných častiach sú najmladšie členy asociácie (elektrum, Ag minerály i Ag-(Pb)-Sb sulfosoli – miargyrit $-AgSbS_2$, diaforit – $Ag_3Pb_2Sb_3S_8$, proustit, pyrargyrit, akantit, freieslebenit – $AgPbSbS_3$), hlbšie sú prítomné sulfidy a Au mineralizácia a iba ojedinele Ag minerály. Pestrú asociáciu Au a Ag minerálov dopĺňa i nedávno identifikovaný vzácny telurid Ag benleonardit $(Ag_8(Sb,As)Te_2S_3)$, opísaný zo severnej časti žily Ján Benedikti pri Vyhniach (Onačila et al., 1993; Maťo et al., 1996). Veľkosť zlatiniek je od 0,00X do 0,X mm, ojedinele (napr. na žile Schöpfer) do 1 mm. Identifikovali sa dve generácie elektra. V najmladšom sa zistila inhomogénnosť zŕn spôsobená nerovnakým zastúpením Au a Ag s nižšou rýdzosťou v centre. Rýdzosť zlata – elektra značne varíruje (od 480 do 800). Z charakteristických prímesných prvkov zlata sa v nízkej koncentrácii zistila Cu (do 1,07 hm. %) a Hg (do 0,11 hm. %).

3. Au-Ag žily (*kremnický typ*) sú situované na periférii hodrušsko-štiavnického hrastu v prostredí amfibolovo-biotitických andezitov a časovo i priestorovo súvisia s ryolitovým vulkanizmom. Drahokovové rudy sa ťažia hlavne v oblasti Banskej Belej (žila Goldfahrtner a Baumgartner na východnom okraji hrastu) a Vyhní (žila Trojkráľová na západnom okraji hrastu pri považianskej poruche). Bohaté Au rudy sa v minulosti vyskytovali najmä v cementačnej zóne žily Baumgartner. Ich vrchná časť bola bohatá na Ag. Ag rudy s obsahom až 3200 gt^{-1} Au+Ag sa ťažili zo žily Siebenwieber (Koděra et al., 1986). Podľa archívnych údajov bol pomer Au:Ag 1:10. Drahokovovú asociáciu tvorí zlato, striebro, akantit, (Ag) tetraedrit spolu s pyritom, galenitom, sfaleritom, chalkopyritom a markazitom. Zlato, resp. striebro sú jemne dispergované v pyrite, kremeni a v okolitom argilitovom metasomatite.

Medzi žily s Au-Ag mineralizáciou sa zaraďovala aj žila Grüner, ktorá v minulosti ročne poskytovala asi 500 kg zlatistého Ag (Koděra et al., 1986). Žilovinu, často silne kaolinickú, v severnej časti hlavnej žily tvoril kremeň, karbonát, pyrit, markazit a Ag minerály a v podložnej žile polymetalická mineralizácia. V južnej časti, bohatej na Au, prevládal kremeň s pyritom a chalkopyritom. Ag mi-

nerály – stefanit, argentit, polybázit a striebro – boli nepravidelne rozptýlené v žilovine a v dutinách aglomerátov. Au sa viazalo na Ag minerály a v hĺbke bolo iba polymetalické zrudnenie (Koděra et al., 1986). Pri početných novších analýzach rúd z I. – IV. obzoru žily Grüner (Mihóková, 1980) sa zistil obsah Au do 62 gt^{-1} a Ag do 341,7 gt^{-1} a v dokumentačnej mineralogickej vzorke žiloviny z múzea až 95,82 gt^{-1} Au a 33 500 gt^{-1} Ag. Pomer Au:Ag sa najčastejšie pohybuje od 1:1 do 1:20. Drahokovovú mineralizáciu okrem uvedených minerálov Ag v podstatnej miere tvorí elektrum (36–63 hm. % Ag a 37–63 hm. % Au), ktoré spolu s akantitom/argentitom patrí medzi najrozšírenejšie minerály tejto asociácie. Najčastejšie vytvára samostatné okrúhle aj oválne zrniečka v pyrite, sfalerite a galenite. Často sa vyskytuje na ich kontakte spolu s akantitom, resp. tvorí nepravidelné zrnká v interstíciách kremeňa veľké do 200 µm. Ojedinele možno pozorovať aj tenké žilky elektra, niekedy spolu s akantitom a sfaleritom v kremenno–karbonátovom agregáte. Rýdzosť zlatiniek varíruje od 670 do 410. V prítomnosti Ag minerálov ich rýdzosť výrazne klesá a dosahuje zloženie küstelitu (62–80 hm. % Ag a 20–35,6 hm. % Au). Z toho sa dá usudzovať, že rýdzosť zlata vylučovaného z hydrotermálneho roztoku bola kontrolovaná predovšetkým aktivitou Ag. Z ostatných typomorfných prvkov sa v chemickom zložení zlata stanovili obsahy Cu (do 0,23 hm. %) a Hg (do 0,51 hm. %).

Záver

Zlato v drahokovových asociáciách vystupuje v metalickej forme v podobe samostatných minerálnych fáz – intermetalických Au-Ag zliatin. Rtg. spektrálnymi mikroanalýzami sa preukázal viac-menej nepretržitý rad Au-Ag tuhých roztokov od striebra, cez küstelit a elektrum až po zlato vysokej rýdzosti. Heterogénna forma väzby Au v sulfidoch, kremeni i karbonátoch umožňuje veľmi dobrú upraviteľnosť zlata flotáciou, príp. gravitáciou, ako aj jeho prechod do koncentrátu. Zlato sa vyskytuje vo viacerých paragenetických asociáciách a v rozličnej hĺbke žilných systémov v celom štiavnicko-hodrušskom rudnom rajóne. Jeho najstaršie generácie sú jemnozrnné, majú spravidla vyššiu rýdzosť a dominujú prevažne v hlbších častiach žilných systémov (Svetozár, Bieber). Z minerálov Ag najčastejšie asociujúcich so zlatom je charakteristický najmä akantit, polybázit, selenidy a teluridy Ag (naumannit, hessit) a v niektorých častiach žíl aj Ag-Bi-sulfosoli (Bieber, Rozália, Bakali). Mladšie generácie zlata, resp. elektra sú typické pre pripovrchové časti žilných systémov a tam výrazne prevládajú. Majú relatívne väčšiu zrnitosť, ale v porovnaní so zlatom staršej asociácie nižšiu rýdzosť. Sprievodným minerálom striebra je akantit, sulfoantimonidy, resp. sulfoarzenidy Ag (pyrargyrit, proustit, stefanit, polybázit, pearceit), ređšie aj stromeyerit a mckinstryit. V hodrušskom type sa na rozdiel od štiavnických žíl vyskytuje i asociácia Ag-(Pb)-Sb sulfosolí (miargyrit, diaforit a freieslebenit), ktorá v štiavnickom type žíl chýba.

Literatúra

Háber, M., Jeleň, S., Maťo, Ľ. & Bebej, J., 1995: Model mezotermálneho a epitermálneho rudotvorného procesu v centrálnej zóne štiavnického stratovulkánu. Záverečná správa pre účely spracovania projektu 601 Metalogenetický model centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu (téma 10). *Manuskript – archív GÚDŠ, Bratislava, 110.*

Jágerský, I., 1997: Technológia spracovania Au rudy z bane Rozália v gravitačno-flotačnej úpravni závodu Slovenská banská, s. r. o. Hodruša-Hámre. *In: Spravodaj. Banský výskum Prievidza, 3-5, 240–243.*

Koděra M., et al., 1986: Topografická mineralógia Slovenska I. *Veda, vyd. SAV, 577.*

Maťo Ľ., Knésl J. & Rojkovičová, Ľ. 1996: Teluridy v sz. časti hodrušského rudného poľa, neovulkanity stredného Slovenska. *Mineralia Slov., 28, 259–264.*

Mihóková, M., 1980: Analýza distribúcie hlavných a vedľajších elementov na banskoštiavnických rudných žilách. *Manuskript 54.*

Onačila, D., Rojkovičová, Ľ., Jeleň, S., Hojstričová, V., Štohl, J., Lexa, J. & Žáková, E., 1995a: Komplexná geologická dokumentácia revíru Banská Štiavnica–Hodruša. [Záverečná správa]. *Manuskript – archív GÚDŠ, Bratislava, 63.*

Onačila, D., Lexa, J., Marsina, K., Rojkovičová, Ľ., Káčer, Š., Hojstričová, V., Žáková, E., Štohl, J., Konečný, V., Nemčok, M. Koděra, P., Konečný, P., Repčok, I., Hurai, V., Háber, M., Jeleň, S., Maťo, Ľ., Sasváry, T., Schmidt, R., Zvara, I. & Grant, T., 1995b: Metalogenetický model a prognózne zhodnotenie centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu. Čiastková záverečná správa z úlohy: Výskum nerastných surovín ZP-547-010. *Manuskript – archív GÚDŠ, Bratislava, 231.*

Prcúch J., 1997: Mineralogický výskum Au ložiska v bani Rozália. *In: Spravodaj. Banský výskum Prievidza, 3-5, 216–220.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 257–258

Ložiskový prieskum Au–Ag rúd v Štiavnických vrchoch v poslednom desaťročí

JÁN SMOLKA

Geologická služba SR, regionálne centrum, Kynceľovská 10, 97401 Banská Bystrica

(Doručené 9. 4. 1999)

Au–Ag exploration at Štiavnica Mts. during the last 10 years

The political and economical changes in Slovakia since 1991 have caused the gradual suppression of mining and exploration activities at Štiavnica Mts. Therefore, since 1990, the exploration programmes have been aimed for Au–Ag ores only. These programmes have been carried out until 1997, mostly with positive results. On Rozália deposit at Hodruša–Hámre, the vein gold-bearing system Svetozár has been discovered, where the Au–Ag ores are mined successfully up to present. At Banská Štiavnica deposit, at near-surface part of Terézia vein, the new Au–Ag reserves have been found out. Also the results of exploration activity at Pukanec ore field are positive and possibilities exist to discover here the Au–Ag ores, suitable for open pit mining. All these questions, including of conversion of base metal deposits and further exploration activities in this area, remain opened.

Key words: Štiavnica Mts., Au–Ag exploration, Au–Ag ores, mining suppression, exploration programme

Úvod

Pri zmene politicko-ekonomických podmienok v našom štáte na prelome 80. a 90. rokov sa podľa vládneho rozhodnutia z roku 1991 o útlme baníctva a geologického prieskumu v ďalšej orientácii banského a geologickoprieskumného podnikania v Štiavnických vrchoch vytvorila jednoznačná situácia. Netreba osobitne zdôrazňovať význam a dôsledky tohto rozhodnutia pre rudný rajón Štiavnických vrchov, ktorý vo svojom polymetalickom ložiskovom potenciáli vždy mal nielen rudy Pb, Zn a Cu, ale aj Au a Ag. V novej situácii sa priemyselné zhodnocovanie rúd Pb, Zn a Cu a na ne orientovaný geologický prieskum z ekonomických príčin postupne utlmovali až celkom skončili. Na zachovanie kontinuity baníctva a geológie v Štiavnických vrchoch bol jediným riešením pokus o konverziu vo využívaní známych polymetalických ložísk, a preto súbežne s ukončovaním už prebiehajúcich geologickoprieskumných úloh orientovaných na Pb, Zn a Cu začiatkom 90. rokov vznikali projektové úlohy zamerané na prieskum Au–Ag rúd. V rokoch 1990–1995 š. p. Geologický prieskum Spišská Nová Ves (neskôr š. p. Slovenská geológia a ešte neskôr Geologická služba SR) projektovo spracoval alebo modifikoval päť geologických úloh vyhľadávacieho geologického prieskumu prevažne financovaných zo štátneho rozpočtu s cieľom vyčísliť prírastok Au–Ag rúd. Úlohy sa zamerali na lokalitu Banky, žilu Rozália v Hodruši–Hámroch, žilu Terézia a Špitáler v Banskej Štiavnici, ale aj na rudné pole Pukanec. Prieskum sa postupne vykonával až do roku 1996 a vo väčšine prípadov s pozitívnym výsledkom, a to či už z hľadiska prírastku zásoby a nasledujúcej ťažby, alebo iba prírastku zásoby, príp. predčasne skončeného overovania už ložiskových výskytov.

Výsledky geologickoprieskumných prác

Geologickoprieskumnými prácami sa získalo niekoľko pozoruhodných výsledkov. Ide najmä o zistenie predtým neznámeho typu Au–Ag zrudnenia v priestore žily Rozália v **Hodruši–Hámroch**. Dôležité pri tomto objave boli dva povrchové vrty z rokov 1988–1991 a ich vysoko profesionálna interpretácia, ktorá vyústila do schváleného projektu prieskumných prác na úrovni XIV. obzoru bane Rozália v Hodruši. Práce sa začali roku 1991 a do roku 1992 prostredníctvom 542 m vyrazených banských chodieb a 1417 m vrtov bolo možno bilancovať prvé prírastky zásoby v novoobjavenom žilnom systéme Svetozár. Riešiteľský kolektív už roku 1992 konštatoval, že ide zrejme o plocho uloženú kremenno-karbonátovú štruktúru s premenlivým podielom sulfidov, ktorá má smer SZ–JV, sklon 20° na JZ, segmentovanú poklesovou tektonikou s amplitúdami až do 25 m, pričom postupné zaklesávanie prejavuje orientáciu na V (Šály et al., 1993). Podzemným vrtom BLR-11 sa zistilo, že štruktúra má viac paralelných vetiev. V mieste prieniku povrchového vrtu BLI-17, ale aj ďalej po smere na V a Z (59–63 m) sa overila hrúbka novej štruktúry 1,5–5 m s obsahom Au 8–39 g/t, Ag 16–40 g/t. Zistilo sa, že vyšší obsah Au v niektorých častiach žily Rozália môže byť remobilizovaný zo skôr mineralizovaných štruktúr Svetozár, čo vo vzťahu k segmentujúcej poklesovej tektonike môže mať veľký rudolokalizujúci význam. Tak sa mohli roku 1993 odovzdať do ťažby prvé rudné bloky bilančnej zásoby rúd v kategórii Z1, Z2 a Z3 v celkovom rozsahu 71,4 kt s priemerným obsahom Au 7,7 g/t a Ag 8,7 g/t. Touto úlohou sa skončilo financovanie prieskumných prác zo štátneho rozpočtu. Po krátkej skúšobnej ťažbe a úpravníckom spracúvaní týchto rúd v š. p. Rudné bane tu pokračuje v banskej čin-

nosti Slovenská banská, s. r. o., Hodruša–Hámre aj v súčasnosti.

Ďalšou úlohou boli prieskumné práce vyhľadávacieho prieskumu **žily Terézia v Banskej Štiavnici**. Ich cieľom bolo nielen získať novú zásobu Au–Ag rúd, ale aj overiť stupeň vyťaženia a stav starých dobývok v mieste, kde bolo známych viac návratov banskej činnosti. Otvárkovým prekopom štôlne Terézia v priestore historickej šachty Weiden a ďalšími banskými dielami či podzemnými vrtmi v rozsahu 1597 m chodieb a 467 m vrtov sa vypočítalo 151 kt geologickej zásoby Au–Ag rudy kategórie Z3, z ktorých je 92 kt pri prepočítanom Ag na Au 7 g/t (lebo pomer Au : Ag = 1 : 23) bilančných. V tejto časti bansko-štiavnického ložiska sa prieskumnými prácami zistili nielen nové, v minulosti neťažené rudné celky žily Himber, ale aj veľký rudný potenciál v nedoťažených rudných stĺpoch, pilieroch a v neposlednom rade aj v základkách (Smolka et al., 1995). Nové prieskumné diela medzi dvoma starými obzormi s prevýšením 20 m umožnili odborne odhadnúť koeficient vyťaženia skúmanej časti žily Terézia kv = 0,7. Táto prieskumná úloha sa roku 1994 prestala financovať zo štátneho rozpočtu, a to jednak pre nedostatok finančných prostriedkov, ale aj pre záujem domácich a zahraničných investorov o túto a ďalšie prieskumné akcie v dobývacom priestore banskoštiavnického ložiska. Tak sa pre nových investorov pripravili aj ďalšie projektové zámery a časť z nich sa z hľadiska technických prác ešte roku 1994 aj fyzicky realizovala. Napokon sa však po vystriedaní dvoch zmluvných zväzkov kanadských firiem s firmou HELL, spol. s r. o., Banská Štiavnica práce ešte v tom istom roku úplne zastavili.

Za pozoruhodný možno označiť prieskum Au–Ag rúd v **rudnom poli Pukanec**. Prieskumné práce zamerané na overenie priemyselne využiteľných rúd na povrchové dobývanie sa uskutočnili v rokoch 1995–1996 v zmluvnej spolupráci investorskej firmy ARGOSY SLOVAKIA, spol. s r. o. v Banskej Bystrici s Geologickou službou SR a s firmou HELL, spol. s r. o. v Banskej Štiavnici. Podľa projektovej dokumentácie, ktorá vychádzala z poznatkov o tomto rudnom poli z prieskumu v rokoch 1980–1988, bolo vyhĺbených 7276 m rýh a 3200 m povrchových vrtov, čo predstavovalo 66 profilových rýh a 21 vrtov. V prípade 20 rýh sa dosiahli pozitívne výsledky. V rozsiahlom rudnom poli sa skúmali viaceré štruktúrne zóny, ale iba Agraš (štyri ryhy), Biela baňa (dve ryhy) a Pukliar (dve ryhy) sa overovali aj povrchovými vejárovými vrtmi (2556 m). Na to sa zo 66 rýh určilo len osem už uvedených pozitívnych rýh (v mieste lokalizácie vrtov) v celkovej dĺžke 1301 m. Ich pozitívnosť potvrdzujú nasledujúce údaje: 83 % (1076 m) z tejto dĺžky rýh vykazovalo pri kritériu Au > 0,1 g/t mineralizáciu s priemerným obsahom Au 0,6 g/t a Ag 28 g/t (Au : Ag = 1 : 48). Priemerná šírka súvislej – podľa tohto kritéria – mineralizovanej zóny bola v týchto lokalitách 134 m. Kritérium Au > 0,5 g/t spĺňalo 32 % (347 m) dĺžky rýh testovaných na Au > 0,1, pričom priemerný obsah tak dosiahlo Au 1,7 g/t a Ag 56 g/t (Au : Ag = = 1 : 33). Priemerná šírka mineralizovaných zón bola 43 m. Ale vrtný prieskum obsah získaný z rýh nepotvrdil. Takmer tri razy nižší obsah Au–Ag mineralizácie z vrtov sa dá vysvetliť nedostatočným výnosom jadra z ložiskových častí, pretože sa vrtmi pozitívne zistilo, že Au–Ag mineralizáciu v tomto rudnom poli nesprevádza iba kremenno–karbonátové (pevné) prostredie, ale aj veľmi nesúdržné, hydrotermálne alterované horniny s prvkami silného tektonického porušenia, argilitizácie a mylonitizácie s tektonickým ílom, v ktorom – ako naznačuje množstvo zanechaného „pevného" odpadu na povrchu – mohli byť najkvalitnejšie akumulácie Au–Ag zrudnenia, aké sa ťažilo v minulosti (Smolka, 1998). Preto možno výsledky ložiskového prieskumu tejto lokality pokladať za rozporuplné, ale nie za negatívne. Pôsobenie investorskej firmy ARGOSY SLOVAKIA v pukaneckom rudnom poli možno aj napriek výsledku prieskumných prác hodnotiť pozitívne. Rovnako treba oceniť aj jej úsilie vykonať ďalšie prieskumné práce v dobývacom priestore banskoštiavnického ložiska roku 1997, kde sa – v oblasti Štiavnických Baní – realizovali prvé vrtné práce.

Záver

Z prehľadu zaznamenanej činnosti a načrtnutých možností, ktoré charakterizujú ložiskový prieskum drahokovových rúd v Štiavnických vrchoch v ostatnom desaťročí vychodí, že geológovia mali a stále majú odvahu popasovať sa so spomínanou konverziou. Treba si uvedomiť, čo v tomto historicky a metalogeneticky významnom regióne vo sfére baníctva a geológie nastalo po roku 1989. Chybou isto nebola požiadavka konverzie vo využívaní ložísk, lebo si ju vyžiadalo zavádzajúce sa trhové hospodárstvo a požiadavka na rentabilnosť banských prevádzok. Ale chybou boli najmä viaceré kroky, akými sa situácia riešila. Ich nekoordinovanosť spôsobila, že o banskej činnosti v možnom skúšobnom období konverzie ťažby a spracovania Au–Ag rúd rozhodovali len vtedajšie vedenia ťažobných závodov. Potvrdzuje to porovnanie osudu baníctva známych ložísk v Banskej Štiavnici a v Hodruši–Hámroch (Kaňa, 1997), ich možností a výsledkov geologickoprieskumných prác v poslednom období. V neposlednom rade je faktom, že pre niektoré legislatívne nezvládnuté vzťahy pri nástupe súkromných a štátnych geologických a banských subjektov bolo ťažko zachytiť rýchly trend v geológii Au, a to či už z hľadiska odovzdávania si skúseností, alebo aj rozvoja aplikovaných disciplín geologických vied v širšom slova zmysle. Nástup zahraničných, ale aj domácich geologických a banských spoločností do teritória Štiavnických vrchov a ich špecifický prístup k vyhľadávaniu a prieskumu Au–Ag rúd síce dokonale nahradil štátne investície, ale neprispel výraznejšie na záchranu baníctva v Štiavnických vrchoch, skôr naopak, situáciu iba skomplikoval.

Literatúra

Kaňa, R., 1997: Vývoj činnosti banského závodu v Hodruši po roku 1990. *In: Spravodaj B. V., Prievidza, 3–5, 233–240.*

Smolka, J. (red.), 1995: Banská Štiavnica–VP, podpovrchové časti Au, Ag. Záverečná správa. *Manuskript – archív Geofondu Bratislava.*

Smolka, J., 1998: Pukanec, Au–Ag, VP. Záverečná správa. *Manuskript – archív Geofondu Bratislava.*

Šály, J. (red.), 1993: Hodruša–Bakali žila, VP, Pb-Zn-Cu rudy. Záverečná správa. *Manuskirpt – archív Geofondu Bratislava.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 259–262

Morfológia a chemické zloženie zlata z Pukanca

BRANISLAV BAHNA a MARTIN CHOVAN

Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava
bahna@fns.uniba.sk, chovan@fns.uniba.sk

(Doručené 9. 4. 1999)

Morphology and chemical composition of gold from Pukanec

Gold and silver deposit Pukanec is situated in the SW part of the Banská Štiavnica stratovolcano. Primary occurrences of gold are related to tectonic zones in altered silicified andesites. Chemical composition of alluvial and primary gold corresponds to electrum and some grains correspond to custelite. Morphology of electrum is very diverse. Alluvial gold grains were deformed and rounded during transport. Grains size ranges between 0.00X and 2 mm. Ag was leached out from Au-Ag alloy and Au-rich rim was formed under the supergene conditions.

Key words: Banská Štiavnica stratovolcano, electrum, gold-rich rim

Úvod

Začiatky banskej činnosti v Pukanci zameranej na ťažbu Au a Ag siahajú až do 14. storočia. Ťažba prekvitala v 15. a 16. storočí, neskôr už iba stagnovala a po mnohých neúspešných pokusoch koncom minulého storočia obnoviť ju celkom zanikla. Napriek viacerým štruktúrno-ložiskovým prieskumným a výskumným prácam v posledných desaťročiach (Harman, 1959; Brlay (red.), 1982; Burian, 1985; Smolka (red.), 1988; Smolka, 1997) sa výskumu mineralógie Au nevenovala takmer nijaká pozornosť. Metalogenetické pomery v oblasti Pukanca študoval Štohl et al. (1994).

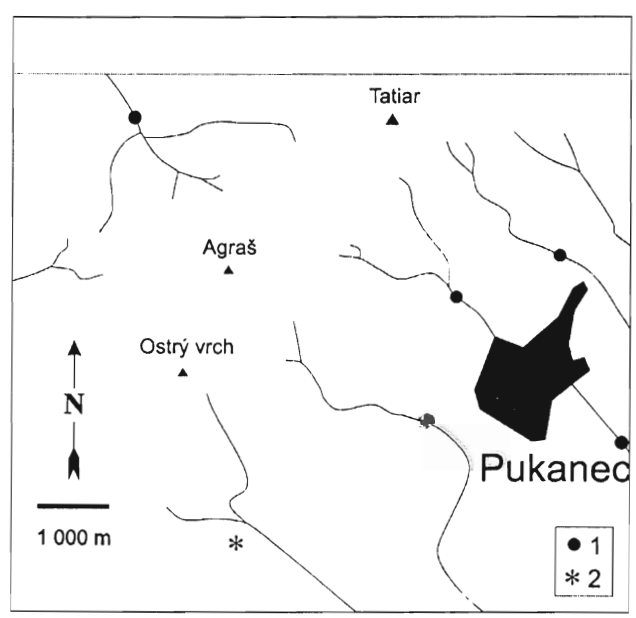
Rudný obvod Pukanec sa nachádza v jz. časti štiavnického stratovulkánu a od centrálnej zóny kalderového typu ho oddeľujú mladšie vulkanotektonické štruktúry kaldery a hrastu. Severojužný tatiarsky intruzívny komplex reprezentuje súbor dajok intermediárnych hornín vystupujúcich na povrch v prostredí andezitov a ich porfýrov. Tieto intrúzie sú geneticky späté s mohutnými hydrotermálnymi a metasomatickými alteráciami (silicifikácia, sericitizácia, adularizácia, chloritizácia; Štohl et al., 1993).

Prieskumnými prácami sa zistilo, že sa v pukaneckom rudnom poli vyskytuje Cu porfýrová mineralizácia, polymetalická impregnačná žilno-žilníková mineralizácia a žilný až žilno-žilníkový typ drahokovového Au-Ag zrudnenia (Štohl et al., l. c.).

Metodika

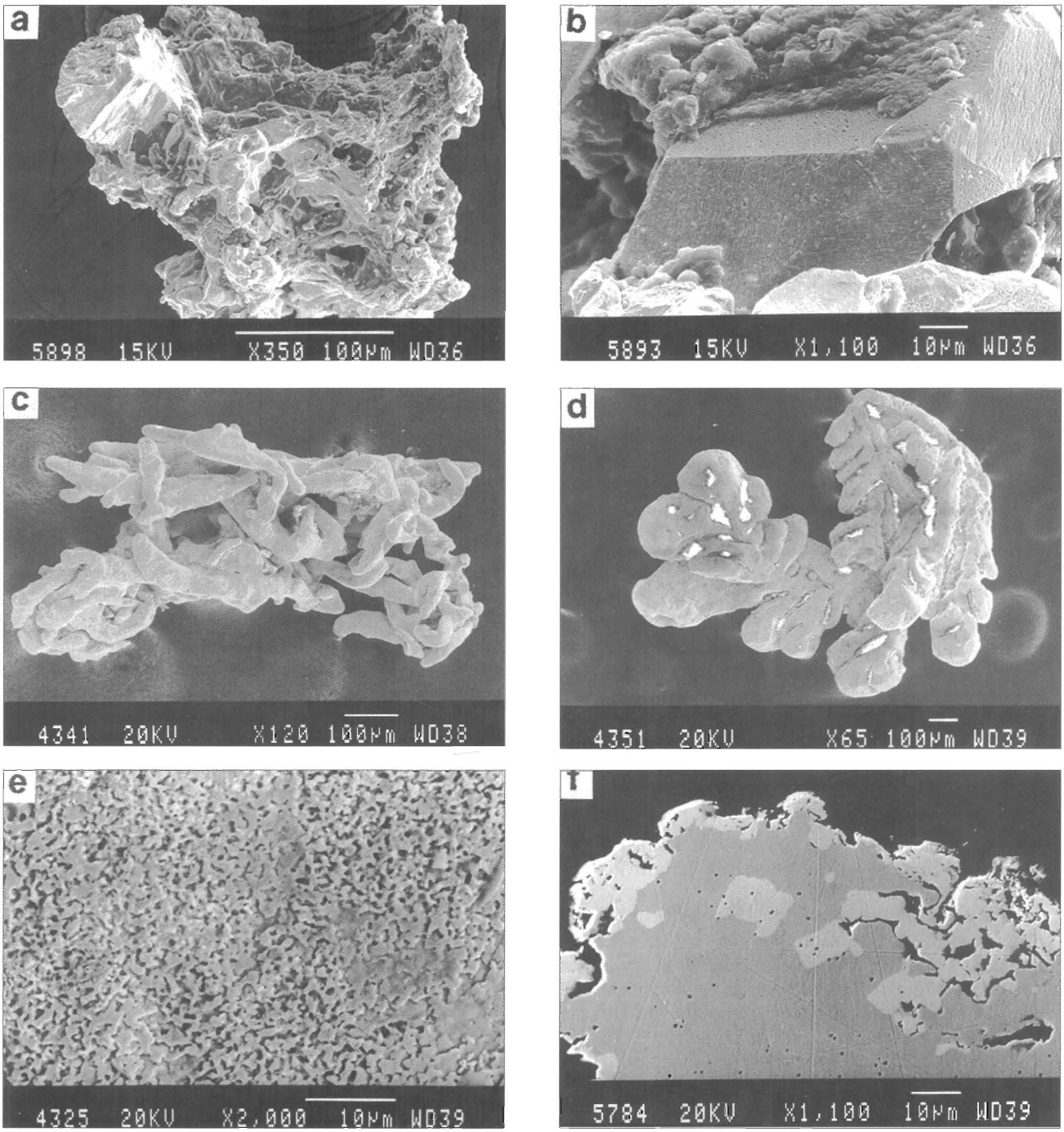
Primárne zlatinky pochádzajú zo suchých šlichov z umelého odkryvu (lomu), povrchových dobývok a štôlne, aluviálne z potokov blízko primárnych výskytov a zo vzdialenejšej časti od primárnych výskytov (cca 3 km; obr. 1).

Zlatinky zo šlichov sa študovali pod binokulárnou lupou, v odrazenom svetle a na elektrónovom mikroanalyzátore JXA 840A (CLEOM Prírodovedecká fakulta UK, analytik Stankovič) metódami odrazených elektrónov (BSE) a vlnovodisperznej analýzy (WDS) za týchto podmienok: urýchľovacie napätie 20 kV, prúd 10–12 nA, štandardy: rumelka (Hg), chalkopyrit (Cu, Fe) a rýdze kovy – Au, Ag, Bi, Te, Sb. Rýdzosť sa počítala podľa vzťahu (Au/Au + Ag) x 1000 (Boyle, 1974).



Obr. 1. Schéma miest odberu vzoriek. 1 – aluviálne zlato, 2 – primárne zlato.

Fig. 1. Sketch of sampling sites. 1 – alluvial gold, 2 – primary gold.



Obr. 2. a – primárna kostrovitá zlatinka, b – pórovitý kryštál zlata z primárneho výskytu, c – mierne deformovaný drôtikovitý agregát zlata z alúvia, d – slabo opracovaný agregát kryštálov Au z alúvia, e – špongiovitý povrch aluviálnej zlatinky, f – rez aluviálnou zlatinkou (tmavá) s výrazným lemom vysoko rýdzeho Au (svetlý) (SEM).

Fig. 2. a – skeletal form of Au from primary occurrence, b – sponge crystal of Au from primary occurrence, c – slightly deformed wire aggregate of Au from primary occurrence, d – slightly rounded aggregate crystals of placer Au, e – sponge surface of placer Au, f – section of placer Au (dark) with an distinct Au-rich rim (light), SEM.

Primárne zlato

Primárne zlato v povrchových odkryvoch a v starých banských dielach (obr. 1) vystupuje v tektonických zónach smeru S–J uprostred alterovaných prekremenených andezitov. Smerná dĺžka zón je približne 1 km. Zóny hrúbky 0,1–1,0 m tvoria kremenno-karbonátové žily cm až dm hrúbky a drvený materiál okolitých alterovaných hornín, ktorý tmelia ílové minerály. Hojne sa vyskytujú Fe a Mn oxidické minerály, ktoré spôsobujú hnedé až

Tab. 1
Chemické zloženie zlatiniek z primárnych výskytov (hm. %)
Chemical composition of gold grains from primary occurrence (wt. %)

Anal.	vz.	Au	Ag	Bi	Hg	Fe	Te	Cu	Sb	Σ
1	PŠ-26	62,63	34,53	0,43	0,37	0,25	0,27	0,12	0,07	98,66
2	PŠ-26	61,34	37,21	0,44	0,37	0,26	0,29	0,12	0,08	100,11
3	PŠ-26	54,55	43,27	0,21	0,21	0,21	0,07	0,11	0,05	98,69
4	PŠ-23	62,48	37,06	0,16	0,14	0,19	0,13	0,11	0,00	100,26
5	PŠ-23	61,23	37,97	0,16	0,27	0,26	0,09	0,20	0,09	100,27
6	PŠ-23	62,58	36,59	0,34	0,48	0,18	0,07	0,07	0,09	100,40

Tab. 2
Chemické zloženie aluviálnych zlatiniek (hm. %)
Chemical composition of alluvial gold grains (wt. %)

Anal.	vz.	Au	Ag	Bi	Hg	Fe	Te	Cu	Sb	Σ
1	PZ-1	89,28	9,96	0,49	N.A.	0,13	0,09	0,13	N.A.	100,08
2	PZ-1	40,11	57,39	0,26	N.A.	0,08	0,12	0,22	N.A.	98,19
3	PZ-2	48,76	49,57	0,44	0,18	0,37	0,25	0,00	0,05	99,62
4	PZ-2	58,27	38,46	0,20	0,42	0,35	0,21	0,07	0,31	98,12
5	PZ-5	65,56	31,34	0,38	0,41	0,35	0,14	0,13	0,04	98,36
6	PZ-5	65,15	31,86	0,18	0,43	0,38	0,10	0,12	0,00	98,22
7	PZ-6	65,68	32,17	0,44	N.A.	0,03	0,07	0,09	N.A.	98,49
8	PZ-6	65,49	32,05	0,56	N.A.	0,06	0,19	0,10	N.A.	98,45
9	PŠ-3o	59,24	39,38	0,31	0,13	0,30	0,11	0,08	0,07	99,62
10	PŠ-3s	96,35	1,94	0,45	0,24	0,24	0,07	0,08	0,10	99,49
11	PŠ-16o	56,19	43,09	0,34	0,22	0,21	0,07	0,10	0,07	100,30
12	PŠ-16s	96,03	3,80	0,54	0,08	0,26	0,04	0,08	0,13	100,96

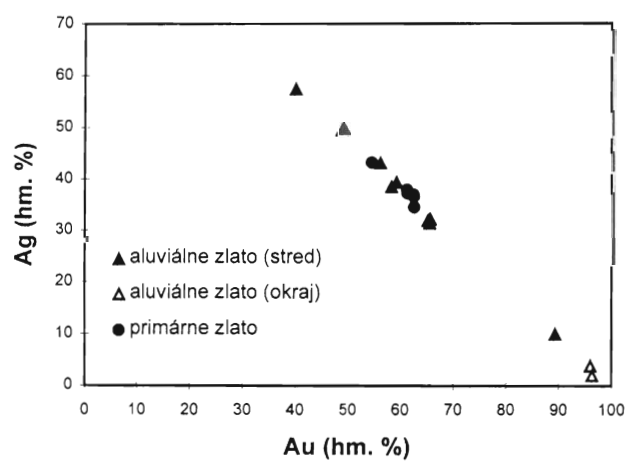
čierne sfarbenie výplne mineralizovaných zón. V tomto prostredí sa vyskytujú voľné zlatinky, ktoré možno získať sitovaním a šlichovaním materiálu drvených zón.

Zlatinky z primárnych výskytov tvoria väčšinou ostrohranné nepravidelné pliešky, zrná, drôtikovité a kostrovité agregáty (obr. 2a). Zlato zriedka tvorí hypidiomorfné kryštály (obr. 2b) a ich agregáty. Zlatinky sú bledožlté až striebrobiele, čo spôsobuje vysoká prímes Ag (elektrum; tab. 1). Povrch zlatiniek je členitý, pórovitý (špongiovitý) aj hladký. Zlato často narastá na kryštály kremeňa alebo ich obaľuje. Veľkosť zlatiniek je od 0,00X do 0,X mm, väčšinou 0,0X mm.

Primárne zlatinky obsahujú 35–43 hm. % Ag (elektrum), obsah ostatných jednotlivých prvkov (Bi, Sb, Fe, Hg, Te, Cu) neprekračuje 0,5 hm. % (tab. 1, obr. 3). Priemerná rýdzosť Au je 662. Keďže ide o homogénne zlatinky, majú jednoduchú a nerovnomerne pórovitú vnútornú stavbu. Veľkosť pórov je 2–3 μm.

Aluviálne zlato

Aluviálne zlatinky sú morfologicky veľmi rozmanité. Zachovávajú si primárny tvar a ich ostré hrany a výčnelky sa transportom zaobľujú. Z primárnych tvarov sa po krátkom transporte zachovali mierne deformované drôtikovité agregáty (obr. 2c), kostrovité členité agregáty a agregáty nedokonalých oktaedrických kryštálov (obr. 2d), po dlhšom prevládajú hrudky a tyčinky, často vyvalcované na pliešky. Len zriedka sa zachovali kostrovité a drôtikovité agregáty. Zlatinky sú striebrobiele až zlatožlté, často aj dvojfarebné (biele/žlté). Bledožltú až bielu farbu pravdepodobne spôsobuje – rovnako ako pri primárnom zlate – vysoký obsah Ag (elektrum; tab. 2) a žltú vysoko rýdzi lem Au na okraji zlatiniek. Niektoré zlatinky sú červenkasté, hnedé alebo čierne, čo vyvoláva povlak Mn a Fe oxidov. Povrch zlatiniek býva členitý, pórovitý (obr. 2e), korodovaný alebo hladký. Zlato niekedy zrastá s kryštálmi kremeňa. Jeho zrnitosť je od 0,0X do 2 mm, väčšinou 0,X mm.



Obr. 3. Graf obsahu Au a Ag (hm. %) v zlatinkách z Pukanca.
Fig. 3. Plot of Au vs. Ag content (wt. %) in gold from Pukanec.

Zlatinky z alúvia blízko primárnych výskytov majú podobné chemické zloženie ako primárne zlato. Obsah Ag je od 32 do 50 hm. % a obsah ostatných jednotlivých analyzovaných prvkov neprekračuje 0,5 hm. % (tab. 2, obr. 3). Priemerná rýdzosť zlata je 630. Podľa obsahu Ag možno z izomorfného radu zlato–striebro (Háber et al., 1995) identifikovať v alúviu Au, elektrum a küstelit (Ag 57,39 hm. %).

Na mnohých aluviálnych zlatinkách je v odrazenom svetle aj v odrazených elektrónoch (BSE) pozorovateľná zonálnosť. V supergénnych podmienkach je Ag odnášané v podobe komplexných zlúčenín z povrchu zlatiniek a na okraji sa akumuláciou Au vytvára ostro ohraničený vysoko rýdzi lem široký 10–20 μm (obr. 2f, tab. 2 – anal. 10 a 12). Pri narušení Au lemu, ktorý tvorí ochrannú bariéru, pokračuje korózia aj dovnútra zlatiniek. Pôvodné zloženie si zachováva iba neporušené jadro (tab. 2 – anal. 9 a 11). Vysoko rýdzi lem je na zlatinkách v supergénnych podmienkach pomerne častý a v odbornej literatúre sa opisuje (Boyle, 1979; Groen et al., 1990; Loen, 1994; Macuvele, 1995, a i.).

Záver

Primárne výskyty Au sa viažu na tektonické zóny uprostred pásiem alterovaných silicifikovaných andezitov. Podľa chemického zloženia zlata v pukaneckom rudnom obvode možno väčšinu zlatiniek označiť ako elektrum a niektoré zrná s vysokým obsahom Ag zodpovedajú küstelitu. V supergénnych podmienkach sa na zlatinkách tvorí vysoko rýdzi lem, kým pôvodné zloženie elektra zostáva v jadre zlatinky. Morfológia primárnych zlatiniek je rozmanitá. Aluviálne zlato nesie znaky mierneho opracovania pri transporte. Veľkosť zlatiniek je 0,00X až 2 mm.

Literatúra

Boyle, R. W., 1979: The geochemistry of gold and its deposits. *Geol. Surv. Canad. Bull., 280, 584.*

Brlay, A., (red.), 1982: Stanovenie prognóznych zásob rúd farebných a vzácnych kovov v oblasti medzi Rudnom a Pukancom. *ČZS, Manuskript – Geofond, Bratislava.*

Burian, J., Slavkay, M., Štohl, J. & Tözsér, J., 1985: Metalogenéza neovulkanitov Slovenska. *ALFA, Bratislava, 269.*

Groen, J. C., Craig, J. R. & Rimstidt, J. D., 1990: Gold-rich rim formation on electrum grains in placers. *Canad. Mineralogist, 28, 207–228.*

Háber, M., Jeleň, S. & Kašpar, P., 1995: Fyzikálno-optické vlastnosti pevných roztokov Au a Ag. *Mineralia Slov., 27, 1, 29–36.*

Harman, M., 1959: Prehľad geologických a parageneticých pomerov rudných žíl v okolí Pukanca. *Acta geol. geogr. Univ. Comen. Geol., 2, 34–47.*

Loen, J. S., 1994: Origin of placer gold nuggets and history of formation of glacial gold placers, Gold Creek, Granite County, Montana. *Econ. Geol., 89, 91–104.*

Macuvele, A. E., 1995: Mineralogische und sedimentologische Untersuchungen an alluvialen Goldseifen im River Manica (Mosambik). *Deutschen Akademischen Austauschdienstes, Aachen, 127.*

Smolka, J., (red.), 1988 : Záverečná správa úlohy Rudno-Brehy-Pukanec (Pb, Zn, Cu). *Manuskript – Geofond, Bratislava.*

Smolka, J., 1997: Správa o získaných poznatkoch z riešenia geologickej úlohy Pukanec Au-Ag za obdobie r. 1995–1996. *Manuskript – – Geofond, Bratislava, 31.*

Štohl, J., Lexa, J., Kaličiak, M. & Bacsó, Z., 1994: Metalogenéza žilníkových polymetalických mineralizácií v neovulkanitoch Západných Karpát. *Mineralia Slov., 26, 2, 75–118.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 263–268

Medenoporfýrová mineralizácia so zlatom pri Slatinských Lazoch

IGOR ROJKOVIČ[1] a ĽUDMILA ROJKOVIČOVÁ[2]

[1]Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
[2]Belinského 2, 851 02 Bratislava

(Doručené 9.4. 1999)

Porphyry copper mineralization with gold near Slatinské Lazy

Porphyry copper mineralization with Au was found in drilling core R-27 in andesite of Rohy Formation. Non altered andesite was only observed in the deepest part from 48 to 50.3 m. Porphyry andesite underwent silicification, sericitization, chloritization and carbonatization from 14.6 to 48 m. Rock is entirely silicified in interval from 20.90 to 31.50 m. There were found the following ore minerals in the altered andesite: pyrite, chalcopyrite, molybdenite, Au, sphalerite, galena, marcasite, pyrrhotite, magnetite and rutile. Luzonite was found by drilling R-1. Hydrothermal alteration and mineral association correspond to porphyry copper ores.

Key words: andesite, porphyry copper, mineral association, Cu-Au-Zn distribution

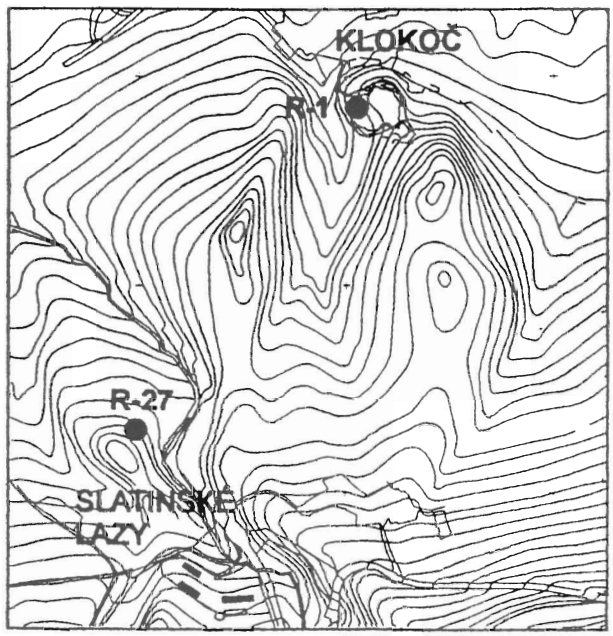
Úvod

Typická medenoporfýrová mineralizácia priemyselného významu sa v Západných Karpatoch doteraz nenašla. Málo výrazné akumulácie medenoporfýrových rúd sú v hlbších úrovniach hodrušsko-štiavnického hrastu na lokalite Zlatno, Šementlov, Medené, Jelšová, Handerlová, Kozí potok a Sklené Teplice (Burian et al., 1985; Lexa et al., 1997; Marsina et al., 1991). Okrem jednej lokality je rudná mineralizácia v hĺbke od 600 do 1000 m (Marsina a Lexa, 1997). Jej štúdium v pohorí Javorie potvrdilo bohatú asociáciu rudných minerálov, ktorú reprezentuje pyrit, markazit, pyrotín, chalkopyrit, enargit, sfalerit, galenit, magnetit, hematit, molybdenit, alabandín, rumelka, arzenopyrit, Sb a antimonit (Rojkovičová, 1982). Indície medenoporfýrového zrudnenia sa zistili vo väčšej hĺbke (800–2000 m) v intrúziách kremito-dioritového porfýru až kremitého monzonodioritu (Konečný et al., 1983). V Javorí sa zistilo päť hydrotermálnych centier: Zaježová, Banisko, Skalka, Pod Polomom a Stožok (Burian et al., 1985). Au mineralizáciu v ložisku Pod Polomom pri Klokoči prvý raz identifikovali pracovníci Rhodes Slovakia (Marlow et al., 1998) a vrt R-27 roku 1997 v blízkosti osady Slatinské Lazy vyhĺbila tá istá firma (obr. 1). Jeho celková dĺžka bola 50,5 m, sklon 50° na SV a úlohou hľadanie pokračovania akumulácií Au na ložisku Pod Polomom pri Klokoči v pohorí Javorie. Mineralogické štúdium vrtu R-27 sa opiera o mikroskopické pozorovanie v prechádzajúcom a odrazenom svetle doplnené o energodisperznú rtg. analýzu na prístroji Kevex (Rojkovič a Rojkovičová, 1998).

Petrografická charakteristika hornín vo vrte R 27

Horninovým materiálom vrtu R 27 je porfyrický andezit formácie Rohy (Konečný et al., 1983). Pôvodné, málo alterované horniny možno pozorovať v hĺbke 48,40 a 49,10 m. Základná hmota v hĺbke 48,40 m je veľmi jemnozrnná. Zrnitosť živca v matrixe je niekoľko μm a vystupujú v ňom výrastlice plagioklasov a chloritizovaného biotitu (obr. 2). V hĺbke 49,10 m je hrubozrnnejšia hypidiomorfná základná hmota a hornina má charakter andezitového porfýru. V tomto prípade je štruktúra horniny hypidiomorfná a v časti porfyrická. Alotriomorfné zrná živcov sú veľké 0,05–0,1 mm. Výrastlice (veľké 0,5–1 mm) tvoria plagioklasy a biotit (chloritizovaný). Plagioklasy sú podľa zloženia An 65 a Ab 35 labradority (tab. 1). Tvoria polysynteticky lamelované, sericitizované a chloritizované výrastlice. V časti plagioklasov je badateľná výrazná zonálnosť. Biotit je veľmi viditeľne zatláčaný chloritom. Chlorit tvorí zrná a agregáty veľké 1–1,5 mm, zelenej farby, s výrazným pleochroizmom a štiepateľnosťou. Jeho chemické zloženie (tab. 2) zodpovedá Fe chloritu delessitu (podľa klasifikácie Heya, 1954, in Deer et al., 1962). Hojné sú na nich hnedé zaoblené zrná leukoxénu rutilu, ktoré sú produktom zatláčania po biotite. Kremenno-karbonátové žilky (hrubé 0,5–2 mm) obsahujú alotriomorfné zrná kremeňa (veľké 0,1–0,2 mm), karbonátov (až do 0,5–0,8 mm) a chloritu.

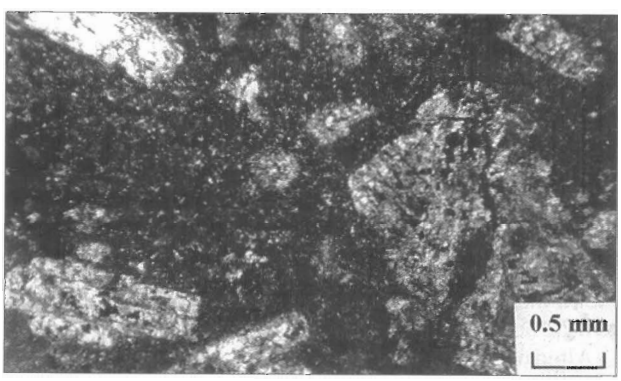
Alterovaný porfyrický andezit je postihnutý výraznou silicifikáciou, sericitizáciou, chloritizáciou a karbonatizáciou. Zistil sa vo vzorkách z hĺbky od 14,60 do 46,30 m. Najintenzívnejšia silicifikácia je v hĺbke 20,90–31,50 m. Makroskopicky sú viditeľné agregáty chloritu sýtozelenej



Obr. 1. Lokalizácia vrtov R-27 a R-1 pri Slatinských Lazoch.
Fig. 1. Localization of drilling holes R-27 and R-1 near Slatinské Lazy.



Obr. 2. Výrastlice plagioklasov v základnej hmote andezitu. R-27/48,40 m, X nikoly.
Fig. 2. Plagioclase phenocrysts in andesite matrix. R-27/48.40 m, X nicols.



Obr. 3. Sericitizované výrastlice plagioklasov v alterovanom andezite. R-27/35,10 m, X nikoly.
Fig. 3. Sericitized phenocrysts of plagioclase in altered andesite. R-27/35.10 m, X nicols.

Tab. 1
Chemické zloženie plagioklasu R-27/49,10 m
Chemical composition of plagioclase R-27/49.10 m

Hmotnostné %		Atóm. podiely na O_8	
CaO	11,14	Ca	0,54
Na_2O	3,33	Na	0,29
K_2O	0,61	K	0,04
SiO_2	57,31	Si	2,57
Al_2O_3	27,13	Al	1,44
Spolu	99,52		4,88

Tab. 2
Chemické zloženie chloritu R-27/49,10 m
Chemical composition of chlorite R-27/49.10 m

Hmotnostné %		Atóm. podiely na O_{10}	
FeO	34,49	Fe	3,09
MgO	9,32	Mg	1,49
MnO	0,64	Mn	0,06
CaO	0,29	Ca	0,03
SiO_2	29,74	Si+Al IV*	4,00
Al_2O_3	15,56	Al VI #	1,15
H_2O	9,96	O	10,00
Spolu	100,00	OH	8,00

* Si IV (3,19)+Al IV (0,81) = 4,00; # Fe+2+Mg+ Mn+2+Al VI = 5,82

Tab. 3
Chemické zloženie allanitu R-27/19,60 m
Chemical composition of allanite R-27/19.60 m

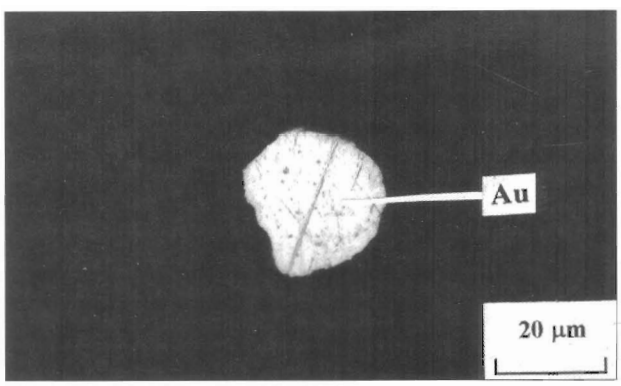
Hmotnostné %		Atóm. podiely na O_{12}	
CaO	11,77	Ca	1,21
Ce_2O_3	14,59	Ce	0,51
La_2O_3	8,40	La	0,30
Nd_2O_3	5,03	Nd	0,17
FeO	17,14	Fe	1,37
Al_2O_3	12,70	Al	1,43
SiO_2	30,40	Si	2,91
Spolu	100,03		7,90

farby. Žilky kremeňa sú biele, tmavosivé až čierne a je v nich hojne rozptýlený pyrit, ktorý tvorí jemnozrnné vtrúseniny a vlásočnicové žilky (v hrúbke pod 10 μm). V menej chloritizovanej hornine sa lepšie zachovali výrastlice plagioklasov, niekedy aj s pozorovateľnou zonálnosťou. Vo výraznejšie alterovaných horninách sú hojné pseudomorfózy po výrastliciach plagioklasov (veľké do 1 mm) so sericitom, chloritom a karbonátmi (obr. 3). Zriedkavejšie ich vypĺňajú agregáty alotriomorfného kremeňa. Kremeň je hojný najmä v hĺbke 20,90–31,50 m, kde tvorí podstatnú časť horniny s alotriomorfnými zrnami (10–50 μm). Hrubozrnnejší kremeň (0,1–0,5 mm) sa vyskytuje v žilkách (hrubých 0,5–3 mm). Zriedka možno vidieť undulózne zhášajúce zrná kremeňa veľké až 1 mm. V silicifikovaných častiach je hojný pyrit. Chlorit tvorí agregáty veľké niekoľko mm až niekoľko cm. Rovnako ako okolie obsahujú sericitizované výrastlice po plagioklasoch a dá sa pozorovať aj neostrý okraj styku s porfy-

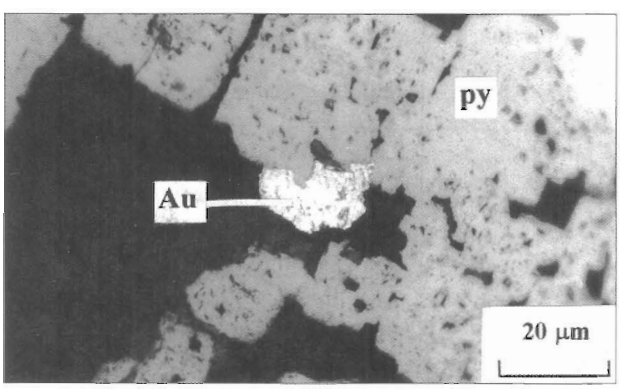
rickým andezitom (15,65 a 16,10 m) – čiže v prípade chloritu nejde o brekciu, ale o neskôr vzniknuté agregáty. Prerastá s kremeňom v žilkách v úzkej paragenéze s pyritom. Šupiny sericitu sú v kremennom matrixe a v žilkách kremeňa rozptýlené alebo tvoria zhluky a agregáty veľké až do 1 mm. Zrná karbonátu (veľké do 1 mm) s výraznou klencovou štiepateľnosťou a ich agregáty (do 4 mm) sú rozptýlené v hornine alebo tvoria žilky. Prerastajú s kremeňom a chloritom a hojne sprevádzajú žilky kremeňa a pyritu. Zriedkavý allanit tvorí agregát prizmatických kryštálov (dlhých 0,1 mm) v hĺbke 19,60 m (tab. 3). V prechádzajúcom svetle je hnedý s výrazným pleochroizmom. Xenolity kvarcitu oválneho tvaru v alterovanom andezite sú veľké do 4 mm (23,15 m). Tvoria ich agregáty pretiahnutých usmernených zŕn kremeňa (0,02–0,1 mm) s granoblastickou štruktúrou.

Rudné minerály

Rudné minerály vo vrte R-27 reprezentuje nasledujúca asociácia minerálov: pyrit, chalkopyrit, molybdenit, Au, pyrotín, sfalerit, markazit, sfalerit, galenit, rutil a magnetit. Asociácia rudných minerálov je obdobná ako v medenoporfýrových rudách z lokality Zlatno, Sklené Teplice, Šemetlov a Zlatá Baňa (Bebej et al., in Chovan et al., 1994).



Obr. 4. Zlato (Au) v silicifikovanom andezite. R-27/15,30 m, 1 nikol.
Fig. 4. Gold (Au) in silicified andesite. R-27/15.30 m. 1 nicol.



Obr. 5. Zlato (Au) narastá na pyrite (py) R-27/20,30 m, 1 nikol.
Fig. 5. Gold (Au) overgrows pyrite (py). R-27/20.30 m, 1 nicol.

Tab. 4
Chemické zloženie chalkopyritu R-27/23,90 m
Chemical composition of chalcopyrite R-27/23.90 m

	Hmot. %	Atóm. %	At. podiely
Cu	34,72	25,24	1,01
Fe	31,43	25,99	1,04
S	33,86	48,77	1,95
Spolu	100,01		4,00

Tab. 5
Chemické zloženie Au
Chemical composition of Au

	R-27/16,10 m		R-27/20,30 m	
	Hmot. %	Atóm. %	Hmot. %	Atóm. %
Au	86,89	78,41	92,90	87,76
Ag	13,11	21,59	7,10	12,24
Spolu	100,00		100,00	

Tab. 6
Chemické zloženie molybdenitu R-27/23,90 m
Chemical composition of molybdenite R-27/23,90 m

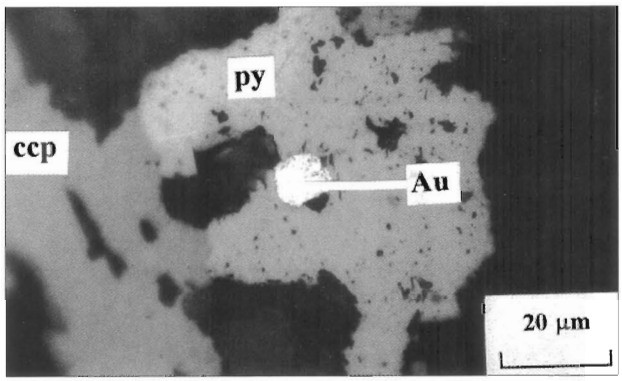
	Hmot. %	Atóm. %	At. podiely
Mo	65,13	38,85	1,17
Fe	1,43	1,46	0,04
S	33,44	59,69	1,79
Spolu	100.00		3.00

Tab. 7
Chemické zloženie luzonitu R-1/115,3 m
Chemical composition of luzonite R-1/115.3 m

	Hmot. %			Atóm. %			Atómové podiely		
Cu	51.71	52.29	51.30	40.69	40.93	40.25	3.26	3.27	3.22
As	14.81	15.44	16.07	9.89	10.25	10.69	0.79	0.82	0.86
Sn	2.46	0.79	0.70	1.04	0.33	0.29	0.08	0.03	0.02
S	31.02	31.25	31.36	48.39	48.49	48.77	3.87	3.88	3.90
Spolu	100.00	99.77	99.43	100.00	100.00	100.00	8.00	8.00	8.00

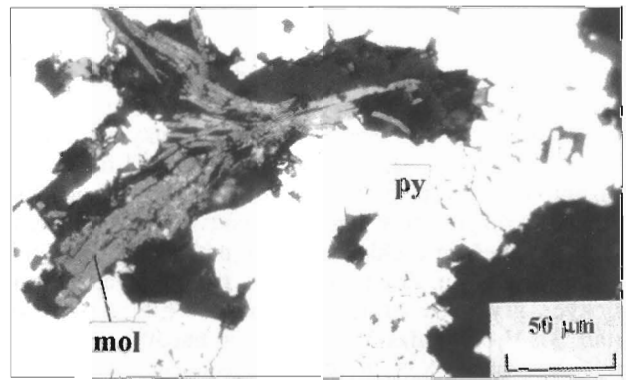
Tab. 8
Chemické zloženie sfaleritu R-27/39,40 m
Chemical composition of sphalerite R-27/39.40 m

	Hmot. %	Atóm. %	Atóm. podiely
Zn	58.00	43.42	0.87
Cd	0.29	0.13	0.00
Cu	2.38	1.83	0.04
Fe	8.09	7.09	0,14
Mn	0.23	0.21	0,00
S	31.02	47.34	0,95
Spolu	100.01		2.00



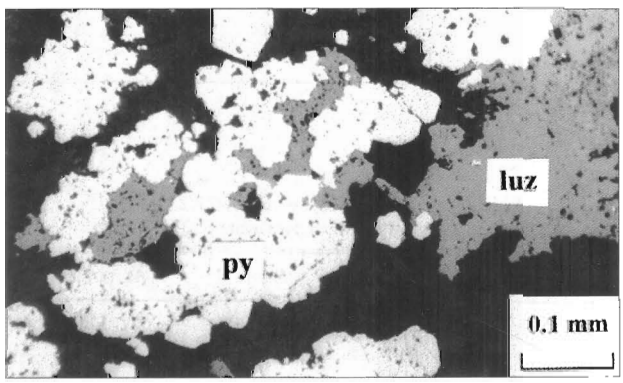
Obr. 6. Zlato (Au) je uzavreté v pyrite (py) lemovanom chalkopyritom (ccp). R-27/16.10 m, 1 nikol.

Fig. 6. Gold (Au) is enclosed in pyrite (py) rimmed by chalcopyrite (ccp). R-27/16.10 m, 1 nicol.



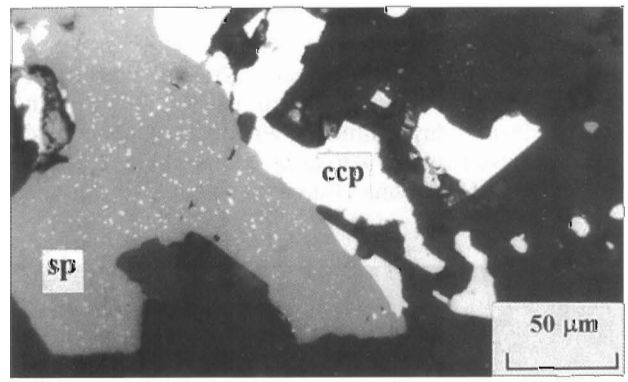
Obr. 7. Šupiny molybdenitu (mol) uzatvára pyrit (py). R-27/23.15 m, 1 nikol.

Fig. 7. Flakes of molybdenite (mol) are enclosed by pyrite (py). R-27/23.15 m, 1 nicol.



Obr. 8. Luzonit (luz) obrastá pyrit (py) a pretína ho žilkami. R-1/115,3, 1 nikol.

Fig. 8. Luzonite (luz) overgrows pyrite (py) and cuts pyrite in veinlets. R-1/115.3, 1 nicol.



Obr. 9. Chalkopyrit (ccp) prerastá so sfaleritom (sp) s odmiešaným chalkopyritom. R-27/20,90 m, 1 nikol. 440x, 37/22

Fig. 9. Chalcopyrite (ccp) overgrows sphalerite (sp) with tiny admixtures of chalcopyrite. R-27/20.90m, 1 nicol.

Pyrit FeS_2 tvorí idiomorfné a hypidiomorfné zrná (veľké 0,05–0,8 mm), ktoré sa spájajú do niekoľko milimetrových agregátov a zhlukov. Zrná vykazujú slabú anizotropiu. Kubické kryštály majú často zonálnu štruktúru a obsahujú bohaté uzavreniny horninotvorných minerálov a rutilu, najmä v centrálnej časti. Uzavreniny horninotvorných minerálov sú alotriomorfné, oválne a lalokovité, zväčša veľké 10–30 µm. Na kryštalický svetlejší pyrit narastá jemnozrnný poréznejší (zdanlivo tmavší) pyrit. Agregáty jemnozrnného pyritu sú veľké až 1 mm a kolomorfne zonálne. Pyrit tvorí aj žilky (hrubé do 0,7 mm), ktoré pretínajú zhluky rutilu. Vlásočnicovo tenké žilky (hrubé pod 0,01 mm) majú makroskopicky čierne sfarbenie. Pyrit vystupuje aj v kremenných žilkách s chloritom a karbonátmi. Obrastá ho chalkopyrit a sfalerit.

Tab. 9
Chemické zloženie galenitu R-27/23,90 m
Chemical composition of galena R-27/23.90 m

	Hmot. %	Atóm. %	Atóm. podiely
Pb	86,17	50,20	1,00
Ag	0,42	0,47	0,01
Fe	0,70	1,52	0,03
S	12,70	47,81	0,96
Spolu	99,99		2,00

Chalkopyrit $CuFeS_2$ tvorí agregáty (veľké do 0,5 mm) a zhluky (do 1,5 mm) v hornine (tab. 4). Obrastá a uzatvára pyrit a markazit. Vypĺňa medzizrnové priestory pyritu a pretína ho tenkými žilkami. V sfalerite tvorí odmiešaniny, prerastá s ním a obrastá ho.

Rýdze Au tvorí zaoblené zrná veľké do 25 µm s charakteristickým ryhovaným povrchom a s vysokou odraznosťou. V porovnaní s okolitým pyritom je žltá farba výrazná. Vystupuje samostatne v hornine, často v priamom kontakte s pyritom, rutilom a kremeňom (obr. 4). Obrastá pyrit, ale je v ňom aj uzatváraný (obr. 5 a 6). Hojnejší výskyt Au je v hĺbke od 15,30 do 16,1 m. Často možno vidieť jeho úzku asociáciu s chloritom. Energodisperzná analýza (EDX) potvrdila obsah Au 87–93 hmotnostných % (tab. 5).

Molybdenit MoS_2 tvorí šupiny (dlhé od 0,02–0,15 mm) a ich agregáty (obr. 7). Charakterizuje ich veľmi silný dvojodraz a anizotropia. Obklopuje a uzatvára ich pyrit. Jeho identifikáciu potvrdzuje aj chemické zloženie (tab. 6).

Tab. 10
Chemické zloženie markazitu R-27/39,40 m
Chemical composition of marcasite R-27/39.40 m

	Hmot. %	Atóm. %	Atóm. podiely
Fe	47,78	34,44	1,03
S	52,22	65,56	1,97
As	0,00	0,00	
Spolu	100,00		3,00

Tab. 11
Chemické zloženie pyrotínu R-27/20,95 m
Chemical composition of pyrrhotite R-27/20.95 m

	Hmot. %	Atóm. %	Atóm. podiely
Fe	62,44	48,83	0,98
S	37,57	51,17	1,02
Spolu	100,01		2,00

Luzonit Cu_3AsS_4 sa ako hojný minerál zistil vo vrte R-1 v hĺbke 114,20 a 115,30 m. Tvorí zrná veľké okolo 0,05 mm a agregáty od 0,2 do 0,5 mm. Jeho odraznosť je blízka sfaleritu a má výrazne hnedý odtieň. Je anizotropný, hojné sú charakteristické dvojčatné lamely a vnútorné reflexy žltej farby. Prerastá s pyritom, obrastá ho a pretína žilkami (obr. 8). Chemické zloženie minerálu zodpovedá luzonitu, ako aj enargitu (tab. 7). Identifikáciu luzonitu potvrdzujú dvojčatné lamely a neprítomnosť štiepateľnosti, ktorá je typická pre enargit.

Sfalerit ZnS tvorí rozptýlené zrná, zhluky a agregáty (veľké do 0,7 mm). Vypĺňa medzizrnové priestory horninotvorných minerálov. Často obsahuje drobné odmiešaniny chalkopyritu, niekedy výrazne orientované pozdĺž plôch štiepateľnosti (obr. 9). Obrastá a lemuje pyrit a chalkopyrit a prerastá s nimi. Obrastá a uzatvára ho chalkopyrit a markazit. V podobe žiliek, často aj s odmiešaným chalkopyritom, preniká pyritom a horninou. Charakteristickou prímesou je vysoký obsah Fe a nízky Cd (tab. 8). Výskyt drobných odmiešanín chalkopyritu pravdepodobne spôsobuje zvýšenú koncentráciu Cu.

Galenit PbS je rozptýlený v hornine a v žilkách karbonátov. Jeho zrná (do 0,1 mm) sú izotropné a s výraznou štiepateľnosťou. Vystupujú v úzkej asociácii s chalkopyritom a sfaleritom. Tie obrastajú a lemujú pyrit. EDX analýza potvrdila prítomnosť Ag (tab. 9).

Markazit FeS_2 tvorí pretiahnuté zrná (dlhé do 0,2 mm), zhluky a agregáty s výrazným dvojodrazom a anizotropiou. Prerastá s chalkopyritom a s pyritom na okraji agregátov. Tvorí žilky (hrubé 0,1–0,3 mm) a prstencové štruktúry (s priemerom 2 mm) s pyritom. EDX analýzou sa prítomnosť As nezistila (tab. 10).

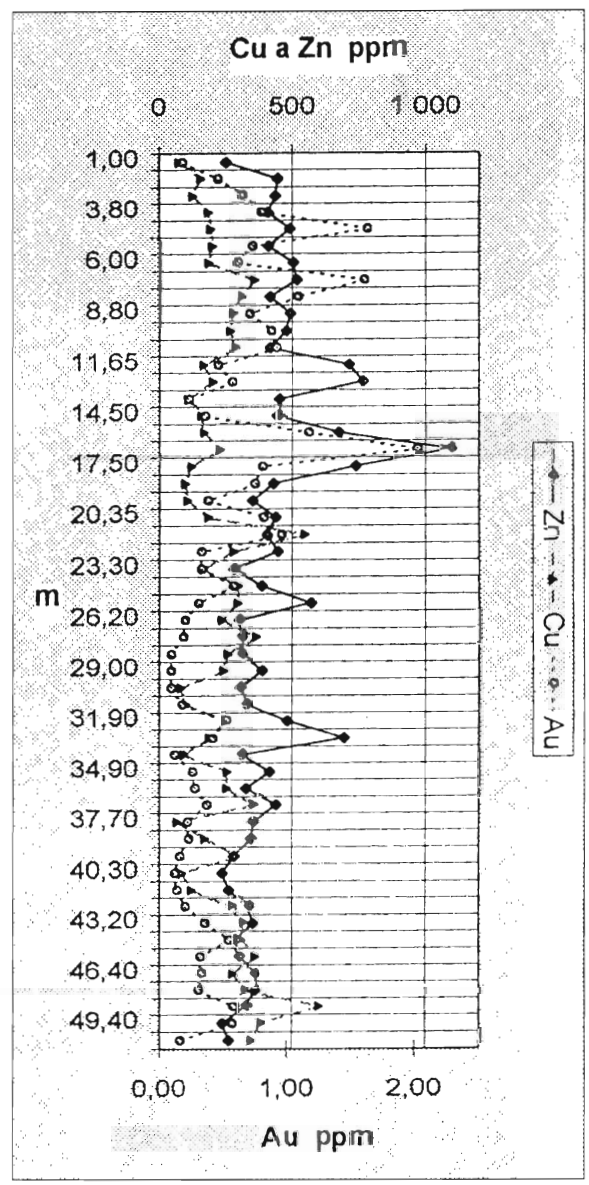
Pyrotín FeS_{1-x} tvorí zaoblené zrná (veľké 10–40 μm) s výrazným dvojodrazom a anizotropiou, ktoré uzatvára pyrit. S chalkopyritom lemuje agregáty kryštalického pyritu. EDX analýzou sa zistilo len Fe a S (tab. 11).

Magnetit Fe_3O_4 sa vyskytuje iba v čerstvom andezite. Oválne zrná (veľké 0,02 mm až 0,07 mm) tvoria zhluky v hornine.

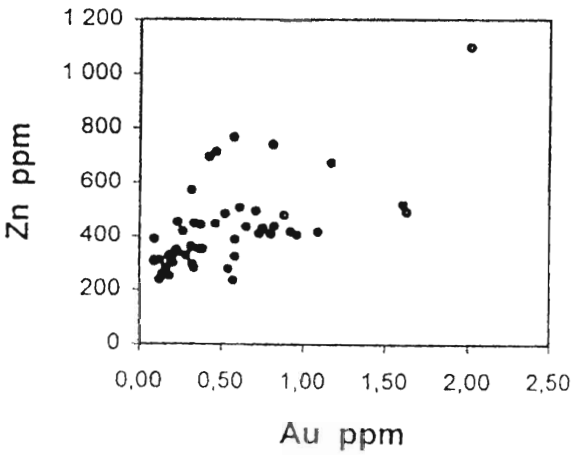
Rutil TiO_2 sa vyskytuje ako rozptýlené stĺpcové kryštály (dlhé 10–20 μm) a ich kolenové zrasty s hojnými vnútornými reflexmi žltobielej a hnedožltej farby. Časté sú zhluky a lemy okolo horninotvorných minerálov alebo Fe-Ti oxidov. Pyrit ich uzatvára, obrastá a pretína žilkami. Pozorovateľné sú aj mriežkové štruktúry sprevádzané pyritom, ktoré potvrdzujú rozpad tuhého roztoku, odnos Fe z pôvodných Fe-Ti oxidov a ich nahradenie oxidmi Ti a sulfidom Fe.

Distribúcia Cu, Zn a Au

Vzorky na chemickú analýzu sa odobrali z približne metrových úsekov. V 53 vzorkách potvrdila priemerný



Obr. 10. Diagram distribúce Au, Cu a Zn vo vrte R-27.
Fig. 10. Distribution diagram of Au, Cu and Zn in drilling-core R-27.



Obr. 11. Korelačný diagram Au a Zn v horninách vrtu R-27.
Fig. 11. Correlation plot of Au and Zn in rocks from drilling-core R-27.

obsah Cu 232,70 ppm, Zn 422,06 ppm a Au 0,52 ppm. Distribúcia Cu, Zn a Au potvrdzuje vyšší obsah Au a Zn v plytšej časti vrtu a naopak Cu v hlbšej (obr. 10). Najvyššia koncentrácia Au (2,02 ppm) a Zn (1097 ppm) je v rovnakej hĺbke (15,5–16,5 m). Najvyšší obsah Cu (602 ppm) je v hĺbke 47,4–48,4 m a v jeho tesnej blízkosti v hĺbke 48,4–49,4 m je naopak najnižší obsah Zn (235 ppm). Spoločné vystupovanie Au a Zn potvrdzuje aj korelačný diagram týchto dvoch prvkov (obr. 11).

Záver

1. Porfyrický andezit je postihnutý silicifikáciou, sericitizáciou, chloritizáciou a karbonatizáciou. Najintenzívnejšia silicifikácia je v hĺbke 20,90–31,50 m.

2. V alterovanom andezite vo vrte R-27 sa zistila nasledujúca asociácia minerálov: pyrit, chalkopyrit, molybdenit, rýdze Au, sfalerit, galenit, markazit, pyrotín, magnetit a rutil. Hlavným rudným minerálom je pyrit a hlbšie vo vrte (pod 30,5 m) je hojnejší aj chalkopyrit. Vo vrte R-1 sa identifikoval aj luzonit. Rudné minerály vznikali pri postupnom znižovaní termality od oxidického štádia (magnetit), pri postupnej zmene roztokov cez hydrotermálno-sulfidické štádium (pyrotín, pyrit, molybdenit, chalkopyrit a Au) po nízkotermálne kremenno-karbonátovo-sulfidické štádium (galenit a sfalerit).

3. Charakter hydrotermálnych premien, ako aj asociácia minerálov svedčia o tom, že ide o medenoporfýrovú mineralizáciu.

4. Priemerný obsah Au 0,52 ppm, Cu 232,70 ppm a Zn 422,06 ppm potvrdila chemická analýza 53 vzoriek hornín. Maximálna koncentrácia Zn a Au je spoločne vo vrchnej časti vrtu (15,5–16,5 m) a naopak maximálny obsah Cu sa vyskytuje hlbšie (47,4–48,4 m).

Poďakovanie. Za EDX analýzy vďačíme RNDr. Pavlovi Simanovi z Geologickej služby Slovenskej republiky v Bratislave.

Literatúra

Burian, J., Slavkay, M., Štohl, J. & Tözsér, J., 1985: Metalogenéza neovulkanitov Slovenska. *Alfa, Bratislava, 269.*

Deer, W., A., Howie, R., A. & Zussman, J., 1962: Rock-forming minerals. *London, Longmans, Vol. 3, 316.*

Chovan, M., Háber, M., Jeleň, S. & Rojkovič, I., (red.) 1994: Ore textures in the Western Carpathians. *Bratislava, Slovak Academic Press, 219.*

Konečný, V., Lexa, J. & Planderová, E., 1983: Stratigrafické členenie neovulkanitov stredného Slovenska. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 9, 203.*

Konečný, V., Mihaliková, A. & Štohl, J., 1983: Intruzívny komplex Javoria a jeho zrudňovací proces. *In: Vplyv geologického prostredia na zrudnenie. GÚDŠ, Bratislava, 157–168.*

Lexa, J., Koděra, P., Onačila, D., Rojkovičová, Ľ., Žáková, E. & Tréger, M., 1997: Komplexné hodnotenie prognóznych zdrojov nerastných surovín v oblasti centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu. *Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 225.*

Marsina, K., Lexa, J., Štohl, J., Mihaliková, A., Žáková, E., Rojkovičová, Ľ., Ivan, P., Káčer, Š. & Filo, M., 1991: Nový skarnovo-medenoporfýrový ložiskový objekt v Štiavnických vrchoch. *Geol. Průzk., Praha, 33, 2, 42–48.*

Marlow, A., G., Onačila, D., Rojkovičová, Ľ. & Štohl, J., 1998: Status report on the Javorie licence 3.3/294-96 Slovakia. *Manuskript – – Rhodes Slovakia.*

Marsina, K. & Lexa, J., 1997: Skarn related porphyry copper deposit model from the central zone of the Banská Štiavnica stratovolcano (Western Carpathians, Slovakia). *Rom. J. Mineral Deposits, Bucuresti, 78, 27–33.*

Rojkovič, I., & Rojkovičová, Ľ., 1998: Petrographical and mineralogical characteristic of drilling core R-27. *Manuskript – Rhodes Slovakia, Bratislava, 10.*

Rojkovičová, Ľ., 1982: Rudná mineralizácia v Javorí. *Mineralia Slov., 14, 461–470.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 269–274

Výsledky vyhľadávacieho prieskumu Au–Ag rúd v južnej časti kremnického rudného poľa

PAVOL VEĽKÝ

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

(Doručené 9. 4. 1999)

Results of prospecting for Au–Ag ores in the southern part of the Kremnica ore district

The author is evaluating results of geological–exploratory works in the southern part of the Kremnica ore district in 1991–1997.

Ore structure of Kremnica type, three kilometers long, was verified in this area, in the scope of the project Kremnica–Horná Ves, Au–Ag ores. Au–disseminated mineralization of the "hot springs" type, unknown to date, was found out by geochemical works in the area of Čertov vrch Mt., in rhyolite breccias.

Occurrence of this type of mineralization indicates possibilities for verification of additional reserves of disseminated Au–Ag ores in border parts of the Kremnica ore district.

Key words : ore structure, disseminated mineralization, Au–Ag ores

Úvod

Južná časť kremnického rudného poľa sa na rozdiel od centrálnej a severnej časti z hľadiska perspektív výskytu Au–Ag rúd skúmala len veľmi sporadicky a pomerne intenzívny prieskum sa tam orientoval iba na nerudné suroviny.

V príspevku uvádzame geologické poznatky o južnej časti kremnického rudného poľa získané pri zhodnotení pomerne rozsiahleho komplexu geologickoprieskumných prác v rokoch 1991–1997 v rámci úlohy Kremnica–Horná Ves, VP, Au–Ag rudy.

Geologická a štruktúrno-tektonická stavba južnej časti kremnického rudného poľa

Severnú časť územia južnej časti kremnického rudného poľa budujú andezitové horniny rozsiahleho bádenského stratovulkánu formácie Zlatá studňa. V miestach výstupu rudných štruktúr sú horniny intenzívne hydrotermálne zmenené, K metasomované a silicifikované (obr. 1).

V zvyšnej časti územia vystupujú prevažne horniny jastrabskej formácie, ktorú tu reprezentujú extrúzie, prúdy a vulkanoklastiká ryolitového a ryodacitového zloženia výrazne sa viažuce na zlomový systém smeru S–J. Prívodné sopúchy ryolitových telies sú situované prevažne na križovaní tektonických systémov.

Z petrografického hľadiska sú tu telesá a materiál ryodacitov, plagioklasových ryolitov a kremenno-sanidínových ryolitov. Horniny sú často postihnuté silicifikáciou a K metasomatózou. Vulkanickú aktivitu v závere sprevádzala sedimentácia epiklastík v jazernom a fluviolimnickom prostredí.

Súvrstvie je hrubé 100–300 m a leží na andezitových horninách sarmatského veku. Vekové rozpätie formácie je vrchný sarmat až spodný panón.

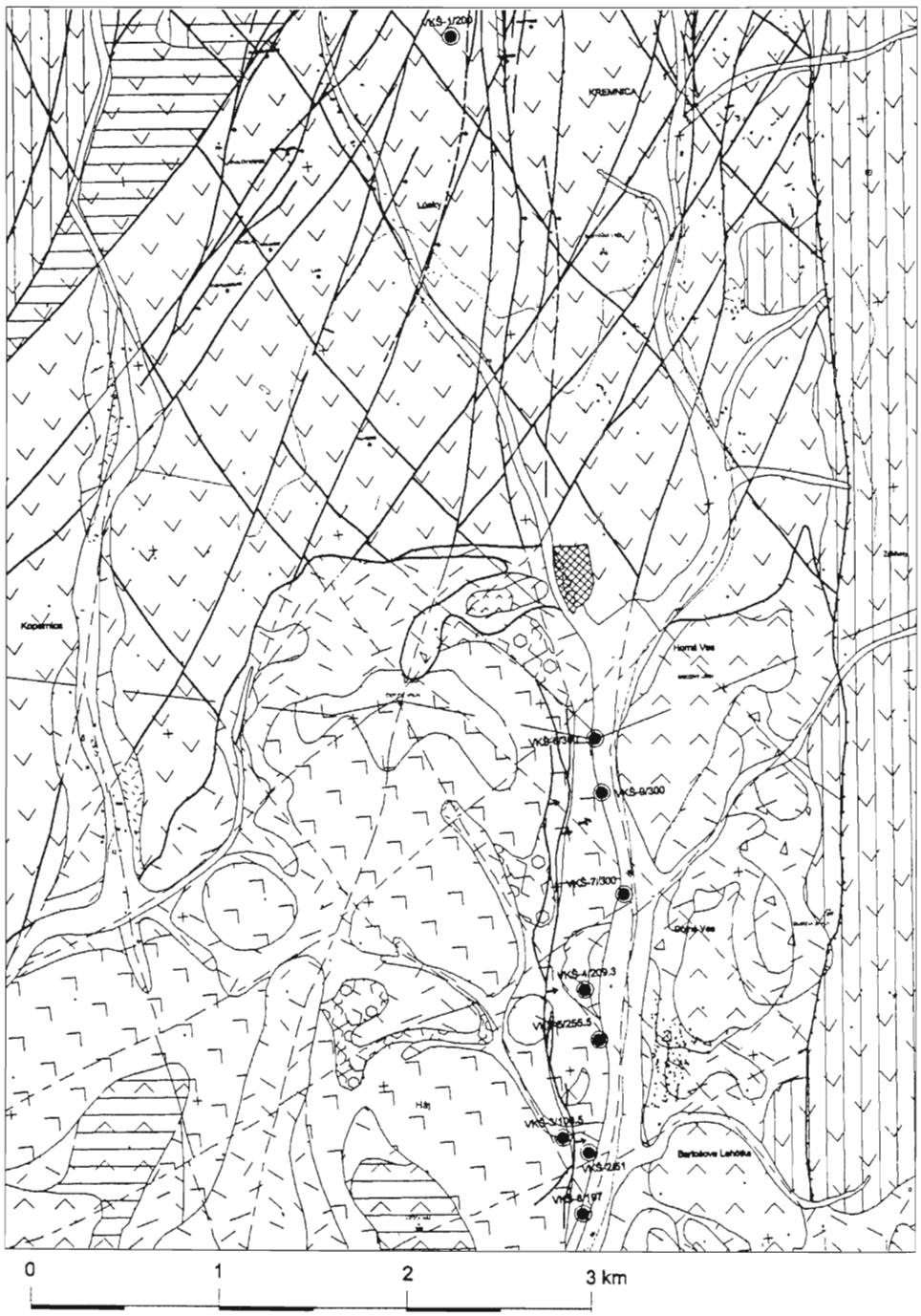
Na V od Hornej Vsi (severné predpolie svahov Čertovho vrchu) vystupujú na povrchu v 300 až 500 m širokom pruhu prevažne telesá redeponovaného ryolitového tufu a jemné epiklastiká. Dominantným geologickým a morfologickým útvarom južnej časti kremnického rudného poľa je Čertov vrch, ktorý sa rozprestiera na ploche cca 2,7 km^2. Tvorí ho mohutná extrúzia ryolitov, miestami až charakteru vypreparovaného lakolitu. Na jeho sv. svahoch sú zastúpené aj ryolitové brekcie. V okolí kóty Čertov vrch zmapoval na povrchu Knésl et al. (1970) na ploche cca 0,4 km^2 denudačnú trosku telesa silne silicifikovaných ryolitových brekcií až silicitov hrubú cca 10 až 15 m so žilníkovoimpregnačným zrudnením Hg. V rámci geologickoprieskumných prác projektu Kremnica–Horná Ves sa v pôdnom horizonte tohto telesa zistili významné akumulácie Au (priemerne 300, maximálne 500 až 1700 ppb).

Na J od Čertovho vrchu vystupujú na povrch ryolitové horniny reprezentujúce východné svahy mohutného extruzívneho telesa s centrom v oblasti kóty Veľký háj.

Podložné horniny južnej časti kremnického rudného poľa reprezentuje vulkanogénno–sedimentárne súvrstvie kordíckej formácie v hĺbke -250 až -400 m n. m. Pod ním vystupujú bližšie nešpecifikované horniny mezozoika. Lexa (1983) predpokladá, že z J je kremnický graben v oblasti Čertovho vrchu ohraničený systémom tektonických zlomov smeru SZ–JV s amplitúdou poklesu podložia od Čertovho vrchu smerom na J od 200 až 700 m.

Geochemická charakteristika južnej časti kremnického rudného poľa

Na plošné ohraničenie sekundárnych geochemických aureol sa použil rozsiahly súbor pôdnych vzoriek odobraných z profilov orientovaných kolmo (V–Z) na smer predpokladaných žilných štruktúr. Vzájomná vzdialenosť profi-



Obr. 1. Geologická mapa ložiskového územia. Vysvetlivky pri obr. 2.

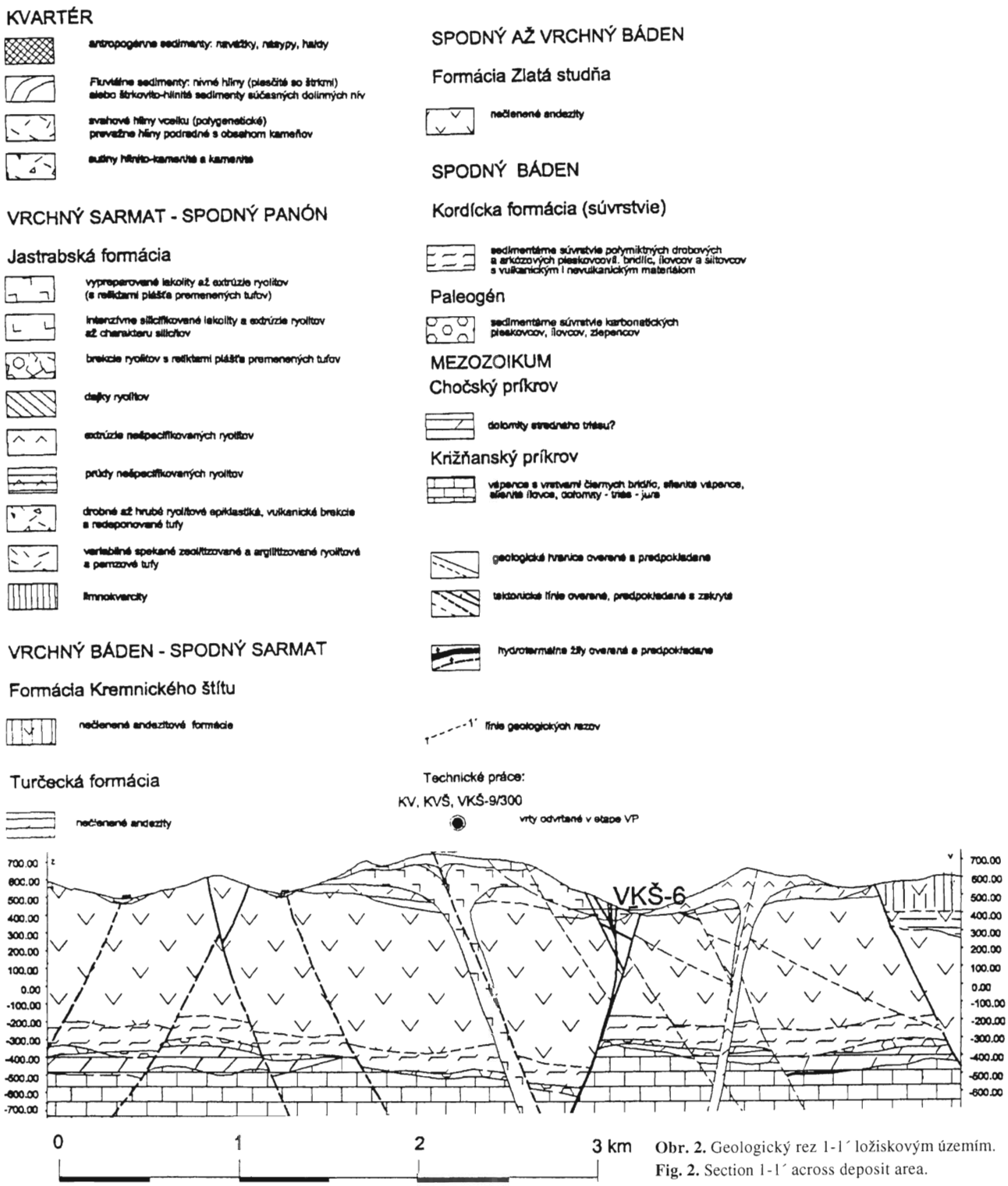
Fig. 1. Geological map of deposit area. Explanation see on Fig. 2.

lov bola 100, resp. 200 m a krok odberu 10, resp. 20 m. Vzorky boli z celej južnej časti kremnického rudného poľa. Vzorky sa analyzovali štandardnými geoštatistickými metódami na počítači PC s operačným systémom Windows v programe Microsoft Excel – verzia 5.0a.

Sekundárne geochemické pole

Prehľad o distribúcii sledovaných prvkov a charaktere sekundárneho geochemického poľa celej južnej časti kremnického rudného poľa je v tabuľkách a mapách sekundárnych geochemických aureol prvkov (tab. 1 a 2, obr. 3 a 5).

Najväčšia overená sekundárna anomália Au (obr. 3) v skúmanom území má nepravidelný tvar, plošný rozsah cca 0,4 km^2 a je v oblasti Čertovho vrchu. Anomália v podstate kopíruje oblasť s výskytom intenzívne silicifikovaných ryolitov a ryolitových brekcií s najvyšším obsahom koncentrujúcim sa na centrá prívodných sopúchov ryolitového telesa. Vysoký obsah Au (> 300 ppb) v nej môže reprezentovať denudačný relikt oxidačnej zóny silici-



Obr. 2. Geologický rez 1-1´ ložiskovým územím.
Fig. 2. Section 1-1´ across deposit area.

fikovaných hornín s obsahom Au v primárnych horninách cca 50–200 ppb Au. Vzhľadom na to, že sa vo vyčlenenom súbore ryolitových telies väzba Au na Ag typická pre Au–Ag kremenné žily nepotvrdila, anomália je pravdepodobne prejavom nového, doteraz neidentifikovaného typu Au impregnačného typu zrudnenia „hot sprigs".

Okrem tejto anomálie sú aj ďalšie sekundárne anomálie Au pretiahnutého tvaru reprezentujúce priebeh Au–Ag žilnej štruktúry kremnického typu.

Ostatné sledované prvky – Ag, Sb, As, Hg (obr. 5, 6) tvoria v južnej časti kremnického rudného poľa (okrem oblasti Čertovho vrchu) obdobné anomálie ako Au.

Tab. 1
Sekundárne geochemické pole – základné štatistické parametre sledovaných prvkov
Secondary geochemical field – fundamental statistic parameters of investigated elements

Prvok	Andezity form. ZS–505 vz.				Ryolit. epikl. a tuf–313 vz.				Ryolity, ryol. brekcie–536 vz.			
	x	±σ	x+σ	x+2σ	x	±σ	x+σ	x+2σ	x	±σ	x+σ	x+2σ
Au [ppb]	24,4	58,6	83,0	141,6	23,4	43,8	2,5	540	89,4	215,1	0	2800
Ag [ppm]	0,4	1,1	1,5	2,6	0,3	0,4	0,02	4,2	0,2	0,2	0,005	1,27
Sb [ppm]	39,7	76,9	116,6	193,5	35,3	33,6	1	222,4	31,2	42,8	1,5	416
As [ppm]	269,2	1979,8	2249	4229	89,1	117,6	7	720	117,2	115,9	1,5	950
Hg [ppm]	0,8	1,6	2,4	4,0	1,6	5,2	0,04	59,95	0,8	0,8	0,06	13,56

Tab. 2
Sekundárne geochemické pole – korelačné vzťahy medzi sledovanými prvkami
Secondary geochemical field – correlations between investigated elements

Prvok	Andezity form. ZS–505 vz.					Ryolit. epikl. a tuf–313 vz.					Ryolity, ryol. brekcie–536 vz.				
	Au	Ag	Sb	As	Hg	Au	Ag	Sb	As	Hg	Au	Ag	Sb	As	Hg
Au [ppb]	1					1					1				
Ag [ppm]	0,59	1				0,40	1				-0,02	1			
Sb [ppm]	0,18	0,14	1			0,01	0,09	1			-0,01	0,02	1		
As [ppm]	0,04	0,02	0,11	1		0,11	0,18	0,59	1		-0,06	-0,04	0,37	1	
Hg [ppm]	0,24	0,12	0,59	0,06	1	-0,01	-0,02	0,12	0,14	1	0,004	0,003	0,23	0,52	1

Je zaujímavé, že sa výskyt Hg zrudnenia impregnačného typu, ktorý zistil Knésl (1970), v oblasti silicifikovaných ryolitových brekcií Čertovho vrchu pozitívnou anomáliou neprejavil. Najvýraznejšia anomália Hg sa viaže na ryolitové vulkanoklastiká (prevažne redeponovaného tufu) a je v severnom predpolí Čertovho vrchu. Vysvetlením môže byť, že sa nerozložená rumelka počas hypergenézy mechanicky rozkladá a akumuluje v blízkom okolí v prostredí ryolitových, prevažne tufových vulkanoklastík s významným podielom ílových minerálov, ktoré pôsobia ako sorbent.

Primárne geochemické pole

Stručná geochemická charakteristika základných parametrov primárneho geochemického poľa a korelačných vzťahov medzi sledovanými prvkami v rámci vyčlenených súborov sú v tab. 3 a 4.

V primárnom geochemickom poli – na rozdiel od sekundárneho geochemického poľa v primárnej zóne ryolitových hornín – s rastúcou hĺbkou obsah Au výrazne klesá. Na rozdiel od povrchu sa tu objavuje silná väzba Au s Ag, ba pribúda dokonca i slabá väzba na Hg. Výrazne odlišný je aj pomer Au:Ag: V sekundárnej aureole na povrchu je cca 1:2, v primárnej aureole vo vrtoch 1:11. Všetky fakty svedčia o tom, že najvýraznejšia sekundárna geochemická aureola Au na Čertovom vrchu je prejavom iného typu zrudnenia v tomto rajóne a so žilami Au–Ag kremnického typu nesúvisí.

Anomálie Au majú pretiahnutý tvar a reprezentujú primárnu aureolu rudnej žily. Najvýraznejšia aureola s obsahom Au je medzi vrtmi VKŠ-3, 5, 4 s obsahom Au cca 100 až 360 ppb. Ďalšie, menej výrazné anomálie sú ešte v oblasti vrtov VKŠ-7, 7a, 9 a 6. Oproti prvej sú posunuté cca 200 na V.

Priečne posuny anomálií sú z veľkej časti odrazom uložných pomerov overovanej rudnej štruktúry (sklon žily cca 60 až 75°) a tektonických pomerov skúmaného územia. Predpokladáme, že rudnú štruktúru tektonicky rozsegmentovala priečna porudná tektonika cca smeru V–Z až SV–JZ a SZ–JV, aktivovaná v starom štruktúrnom pláne pravdepodobne vplyvom zaklesávania okrajových častí Žiarskej kotliny a celkového vykleňovania Kremnických vrchov po ukončení aktivity ryolitového vulkanizmu v panóne. Amplitúdu poklesu a priečneho posunu medzi tektonickými blokmi s prihliadnutím na sklon žíl odhadujeme na 100 až 150 m.

Distribúcia aureol Ag, Sb, As, Hg (obr. 6) je podobná ako pri Au. Priemerný obsah Ag v primárnej aureole do hĺbky stúpa. Objavila sa silná väzba na Au a slabá na Hg. To potvrdzuje známy fakt, že primárna aureola jednoznačne reprezentuje rudnú štruktúru kremnického typu.

Priemerný obsah Sb a As v primárnej aureole stúpa. Z toho možno usúdiť, že sa v zóne hypergenézy minerály As a Sb rozkladajú a sú odnášané do okolia.

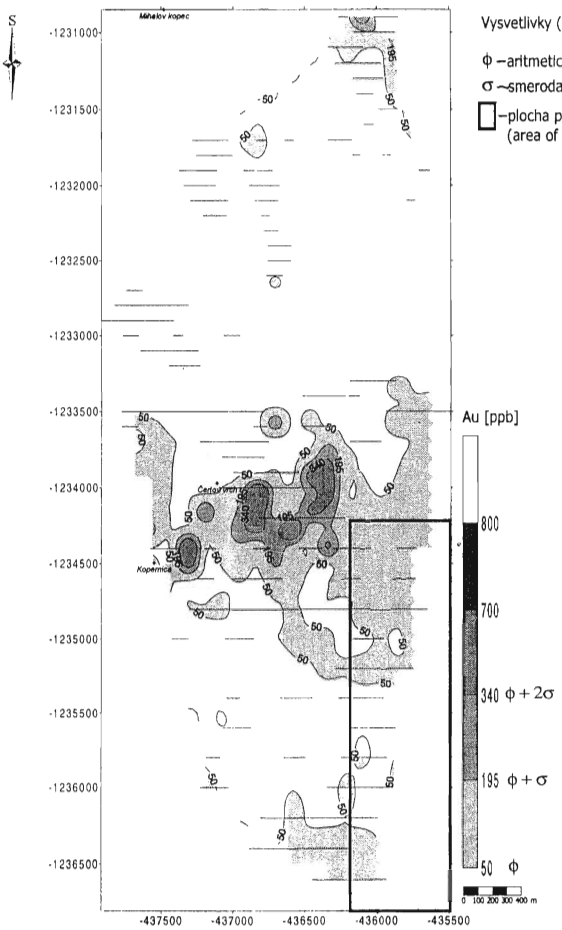
Obsah Hg v primárnej aureole stúpa. V primárnej zóne sa objavila väzba Hg na Au a Ag, čo znamená, že sa na prívod Hg z hĺbky využívali rovnaké štruktúry ako Au a Ag.

V povrchovej časti žily (v oxidačnej zóne) rastie obsah Au a Ag na úkor sírnikových minerálov Sb, As a Hg. Potvrdzuje to aj slabá záporná väzba týchto prvkov na Au a Ag.

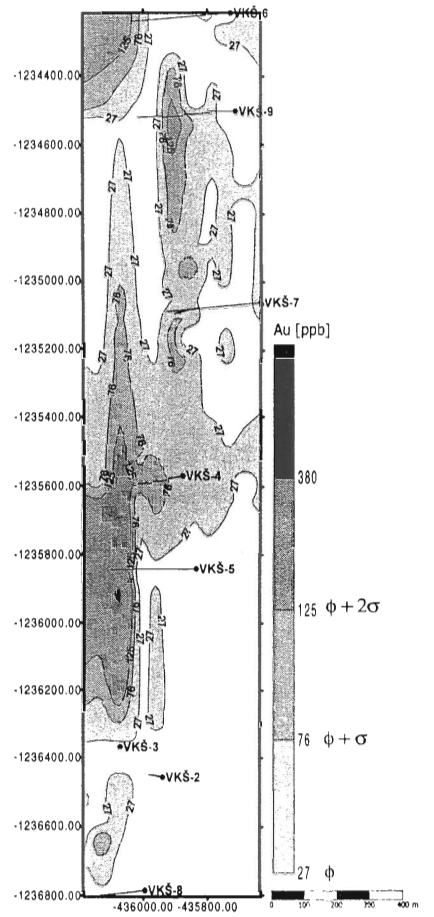
S hĺbkou žilnej štruktúry klesá obsah Au aj Ag. Silná väzba Au a Ag na Hg a slabšia kladná väzba s Sb a As v hĺbke potvrdzuje vystupovanie Au a Ag vo forme prímesí v sírnikoch.

Sb sa oxidačnej zóne pravdepodobne koncentruje vo forme nerozpustných sírnikov. Dokazuje to výrazný pokles jeho obsahu do hĺbky. S hĺbkou klesá aj obsah Hg a ako jediný stúpa obsah As. Dá sa to vysvetliť tak, že sa časť As v oxidačnej zóne žily v rozpustnej forme transportuje mimo žily.

Žilná štruktúra kremnického typu overená v oblasti Horná Ves–Dolná Ves–Bartošova Lehôtka v celkovej dĺžke cca 3 km má hrúbku cca 2–5 m s kovnatosťou na povrchu Au 1,0 až 5,5 gt^{-1} a Ag 10 až 100 gt^{-1}. Kovnatosť



Obr. 3. Mapa sekundárnych geochemických anomálií Au [ppb].
Fig. 3. Map of secondary geochemical anomalies for element Au [ppb].



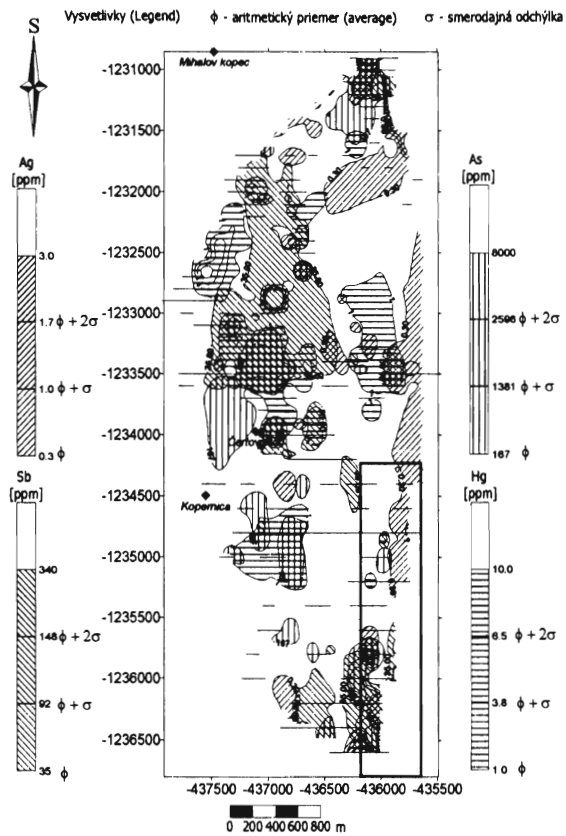
Obr. 4. Mapa primárnych geochemických anomálií Au [ppb] vo vrtoch.
Fig. 4. Map of primary geochemical Au anomalies [ppb] in drill holes.

Tab. 3
Primárne geochemické pole – základné štatistické parametre sledovaných prvkov
Primary geochemical field – fundamental statistic parameters of investigated elements

Prvok	Krem. žila–povrch–20 vz. x	± σ	Min	Max	Krem. žila–vrty–23 vz. x	± σ	Min	Max	Ryolity, ryol. brekcie–372 vz. x	± σ	Min	Max
Au [ppb]	1112,5	1466,0	120	4780	322,7	292,5	36	1030	26,8	48,9	2,5	380
Ag [ppm]	10,2	15,9	0,42	62,8	7,4	11,5	0,1	51,2	0,3	0,7	0,05	6,6
Sb [ppm]	396,8	504,8	20	1725	113,6	210,6	5	840	61,3	144,9	1,25	1200
As [ppm]	610,0	635,0	45	2100	847,8	604,4	110	1950	376,2	472,8	5	2700
Hg [ppm]	3,3	4,2	0,69	18,3	1,5	1,2	0,17	4,25	0,7	0,9	0,005	7,0

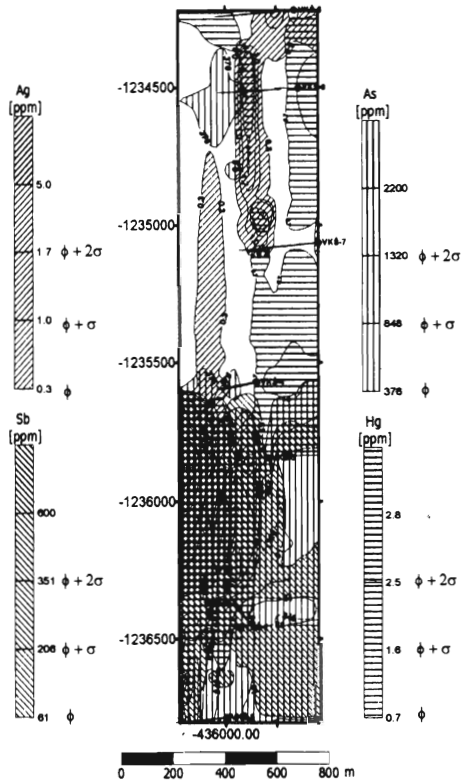
Tab. 4
Primárne geochemické pole – korelačné vzťahy medzi sledovanými prvkami
Primary geochemical field – correlations between investigated elements

Prvok	Krem. žila–povrch–20 vz. Au	Ag	Sb	As	Hg	Krem. žila–vrty–23 vz. Au	Ag	Sb	As	Hg	Ryolity, ryol. brekcie–372 vz. Au	Ag	Sb	As	Hg
Au [ppb]	1					1					1				
Ag [ppm]	0,71	1				0,77	1				0,58	1			
Sb [ppm]	-0,21	-0,22	1			0,21	-0,03	1			0,15	0,05	1		
As [ppm]	-0,25	-0,36	0,64	1		0,28	0,40	0,10	1		0,08	0,13	0,30	1	
Hg [ppm]	-0,12	0,03	0,17	-0,24	1	0,64	0,74	0,13	0,79	1	0,23	0,35	0,41	0,39	1



Obr. 5. Mapa sekundárnych geochemických anomálií Ag, Sb, As a Hg [ppb].

Fig. 5. Map of secondary geochemical anomalies for element Ag, Sb, As and Hg [ppb].



Obr. 6. Mapa primárnych geochemických anomálií Ag, Sb, As a Hg [ppb] vo vrtoch.

Fig. 6. Map of primary geochemical anomalies for element Ag, Sb, As and Hg [ppb] in drill holes.

do hĺbky klesá, vo vrtoch sa pohybuje od 0,14 do 1,03 gt^{-1} Au a od 1,38 do 8,99 gt^{-1} Ag. Jej vývoj je nepravidelný na povrchu aj v hlbších úrovniach žily. Vo vrtoch sa zistila hrúbka žily od 1,0 do 4,0 m a hrúbka odžilkov od 0,2 do 1,3 m. Sklon žily varíruje od 50 do 75° na V. Žilu tektonicky na čiastkové bloky segmentuje mladšia priečna tektonika smeru SZ–JV. Na rozdiel od vývoja žíl v centrálnej časti rudného rajónu overená žila okrem Au a Ag obsahuje aj zvýšený podiel Sb, As, čo svedčí o jej nižšej termalite jej vzniku. Obsah As sa pohybuje od 0,08 % do 0,195 %, Sb od 0,006 do 0,085 %.

Záver

Výsledky geologického prieskumu v južnej časti kremnického rudného poľa potvrdzujú, že aj v takom známom Au–Ag rudnom banskom revíri, akým ložiskové územie Kremnice nesporne je, sú možnosti overiť ďalšie zásoby a zdroje Au–Ag rúd. V rámci úlohy Kremnica–Horná Ves, VP, Au–Ag rudy sa zmapovala cca 3 km dlhá žilná štruktúra kremnického typu s vypočítanou pripovrchovou nebilančnou zásobou v dvoch blokoch 457 kt Au–Ag rúd s obsahom 1,66 $g.t^{-1}$ Au a 16,37 $g.t^{-1}$ Ag.

Geochemicky sa v silicifikovaných ryolitových horninách Čertovho vrchu zistilo predtým v kremnickom rudnom poli neznáme Au impregnačné zrudnenie typu „hot spring". Objavenie – hoci len indícií – nového typu zrudnenia naznačuje perspektívnu možnosť v okrajových častiach kremnického rudného poľa overiť ložiskové objekty Au rúd impregnačného typu priemyselného významu.

Literatúra

Böhmer, M., 1985 : K distribúcii zlata v stredoslovenských neovulkanitoch. *In: Zbor. Zlato v Západných Karpatoch. GÚDŠ, Bratislava, 111–116.*

Fiala, F., 1961: Geologicko-petrografický výzkum centrální a jižní části Kremnických hor za léta 1955–1960. [Závěrečná zpráva.] *Manuskript – archív GÚDŠ Bratislava.*

Knésl, J., Linkešová, M., Blaško, D., Pažitný, F. & Prôčka, V., 1970: Predbežné výsledky geologického mapovania v okolí Kopernice. *Mineralia Slov., 2, 8, 351–353.*

Knésl, J., 1990 : Záverečná správa úlohy Kremnica, VP, Au-Ag rudy. *Manuskript – archív GP Spišská Nová Ves.*

Konečný, V., Lexa, J. & Planderová, E., 1983 : Stratigrafické členenie neovulkanitov stredného Slovenska. *In: Zbor. ZK, 9, GÚDŠ Bratislava.*

Polanski, A. & Smulikovski, K., 1969 : Geochémia, preložil B. Cambel a J. Zelman. *SPN, Bratislava, 1978.*

Veľký, P., 1997: Záverečná správa s výpočtom zásob na úlohe Kremnica–Horná Ves, VP, Au-Ag so stavom k 31. 12. 1997. *Manuskript – EnviGeo, s. r. o., Banská Bystrica.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 275–282

Kordícke súvrstvie v centrálnej a južnej časti Šturca (ložisko Kremnica) – „fundament a bariéra" drahokovových štruktúr 1. žilného systému, fakty a indície

ĽUBOSLAV MAŤO[1], OLIVER FINKA[2] a BORIS BARTALSKÝ[3]

[1]Rudohorská 20, 974 01 Banská Bystrica, Slovakia
[2]Kremnica Gold, a. s., Banská cesta – šachta Ludovik, 967 01 Kremnica, Slovakia
[3]Kremnica Gold, a. s., Kukučínova 20, 974 01 Banská Bystrica, Slovakia

(Doručené 9. 4.1999)

Kordíky Formation in the central and southern part of the Šturec area (Kremnica deposit) – "basement and barrier" of auriferous vein structures of the 1st vein system, facts and indications

The Schultersberg ridge belongs to the Šturec depositional area, which is a part of the central horst zone. Within the survey exploration of Au mineralization by drillholes the Kordíky Formation was detected. The Formation occurs on level 65 to 124 m, event. 134 m from the surface and is represented by positions of dark epiclastic volcanic claystones to clayey shales with small relics of andesite and andesite tuffs. Generally, dark claystones to clayey shales of the Kordíky Formation form folded position - "a flake", which is locally irregularly stratified and has variable thickness from several dm to app. up to 25 m.

The confirmed strike and lateral range of the Kordíky Formation flake in Schultersberg and particularly the structural relation with the auriferous veins of the 1st vein system, which generally occurs in its close hanging wall, strongly indicate that the flake of epiclastic volcanic claystones: - created the "basement" of the central part (app. on level below 100 m) of the 1st vein system while it was formed; - at the same time it represented partial "barrier", which determined the development and mainly the continuance of structures of the 1st vein system to W.

The system of several cm to dm thick subvertical vein structures, which is situated W from the flake of the claystones of the Kordíky Formation generally "slipped over" it, and these generally create a footwall diagonal stockwork of the 1st vein system occurring in the oxidation zone (up to depth of only app. 80 m, and thickness 3.5 m).

Key words: claystones, clayey shales, Kordíky Formation, epithermal mineralization, auriferous veins, Central Slovakian neovolcanites, Kremnica

Úvod

Pokračovanie žilných štruktúr 1. žilného systému smerom na J od prepadliska Šturec (hrebeň Schultersbergu - geografický názov kóty; v odbornej literatúre je zaužívaný názov Schüllersberg, napr. Koděra et al., 1990, čo nie je v súlade s jej platným historickým názvom) sa usilovali objasniť viacerí banskí ťažiari a geológovia. Indície o starej banskej činnosti prezrádzajú, že sa v minulosti ťažba sústredila len na pripovrchovú časť Schultersbergu. V rokoch 1968–1969 sa tejto problematike venoval Reimont et al. (1969).

V nadväznosti na poznatky Reimonta et al. (1969) vykonal n. p. Rudné bane, závod Kremnica, v rokoch 1982–1990 podrobný geologický prieskum v centrálnej a v malej miere aj južnej časti ložiskovej oblasti Šturec dvomi štôlňami (Andrej – 654 m n.m., a Milan 707 m n.m.). Súčasťou projektu bol aj vrtný prieskum na hrebeni Schultersbergu, ale ten sa nerealizoval. Výsledky podrobného prieskumu boli komplexne zhodnotené v dvoch správach (Štubňa, 1985; Ďurčo, 1990). Severnejšie pokračovanie žilných štruktúr 1. žilného systému sa overovalo štôlňou Vratislav (680 m n.m.) a Vladimír (614 m n. m.; Veľký, 1992). Neskôr Veľký (1997) zisťoval aj južné pokračovanie predĺžením prekopu P-12 na úrovni štôlne Milan.

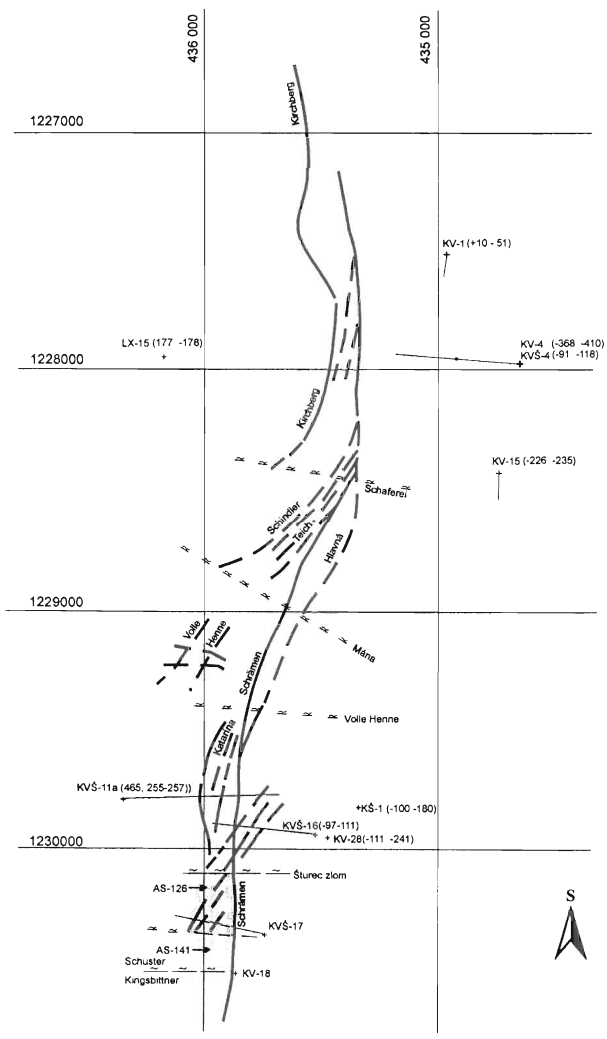
Prácami sa spresnil rudný potenciál, aktualizovala geologická stavba oblasti a vysvetlili sa niektoré otázky o ložiskových a štruktúrnych pomeroch, ale stav v podloží žily Schrämen smerom na J od prepadliska Šturec sa dostatočne neobjasnil. Situáciu skomplikovalo aj náhodné sprístupnenie starej štôlne Tag (722 m n. m.) a vývoj žilných štruktúr na jej úrovni. V minulosti sa touto štôlňou asi sledovala porucha Šturca smerom na Z. Zároveň sa sprístupnilo 110 m široké pásmo s tenšími kremennými žilami s generálnym smerom SV–JZ. V úrovni prekopu P-9 (štôlňa Milan), ktorý je len o niekoľko metrov nižšie, sa tieto žilné štruktúry nezdokumentovali.

V rokoch 1996–1997 kanadská spoločnosť Argosy Mining Corp. vykonala v ložiskovej oblasti Šturec rozsiahly vyhľadávací prieskum vrtmi a overila ložiskové a štuktúrne pomery v podloží žily Schrämen v Schultersbergu (v dĺžke 660 m smerom na J od poruchy Šturca). Zároveň sa objavil nový výskyt kordíckeho súvrstvia, ktorý reprezentujú zvrásnené polohy tmavého ílovca a ílovitých bridlíc. Významom tohto litotypu pre ložiskovú oblasť Šturca sa zaoberá tento príspevok.

Stručná geológia Šturca

Poznatky o geologickej stavbe, ložiskových pomeroch a mineralizácii ložiskovej oblasti Šturec sa od 80. rokov aktualizovali na základe výsledkov vyhľadávacieho a podrobného prieskumu (napr. Knésl a Veľký, 1984; Štubňa, 1985; Knésl et al., 1990; Veľký, 1992, 1997; Ďurčo, 1990) a viaceré boli uverejnené v odborných publikáciách (napr. Knésl a Knéslová, 1991).

Z hľadiska geologickej stavby ložiskovej oblasti, v ktorej je veľká časť žilných štruktúr s drahokovovou mineralizáciou, ako aj definície priestorového vzťahu týchto štruktúr, je z litostratigrafických jednotiek najvýznamnejšia formácia (súvrstvie) Zlatej studne, jastrabská formácia a kordícke súvrstvie a relatívne menej významná turčocká formácia a formácia kremnického štítu. Litologicky tieto jednotky tvorí väčšina známych hor-



Obr. 1. Žilné štruktúry 1. žilného systému v štureckej ložiskovej oblasti s lokalizáciou vrtov a so zistenou polohou kordíckeho súvrstvia, vrátane šupiny v Schultersbergu.

Fig. 1. Vein structures of the 1st vein system in the Šturec depositional area with location of drillholes and detected Kordíky Formation, including a flake in Schultersberg.

ninových typov a ich petrografických variácií, ktorých prítomnosť sa v posledných 20 rokoch zdokumentovala v banských dielach, vrtoch a povrchovým mapovaním.

Výskyt šupiny tmavého ílovca až ílovitých bridlíc kordíckeho súvrstvia v Schultersbergu je významný štruktúrny a ložiskový fenomén. Ich zistenie v tejto časti ložiskovej oblasti pomáha pri opise geologickej stavby Šturca, v minulosti významnej exploatačnej oblasti. Severnú časť šupiny v okolí steny Šturca (od vrtu AS-125 smerom na S) charakterizuje čiastočne odlišné zloženie. Niekoľko dm hrubé vrstvy ílovca a andezitového tufitu sú zvrásnené, tektonicky porušené a (ne)pravidelne sa striedajú. Presné rozhranie vrstiev ílovca a tufitu miestami dosť ťažko rozoznať. Aj vo vrstvách tmavého ílovca sú intenzívne prekremenené relikty andezitu, andezitového tufitu a tufu veľké do 5 cm.

Vrchnú a bazálnu časť (sú hrubé do 50 cm) v tomto úseku šupiny reprezentujú vrstvy tufitického ílovca. V centrálnej a južnej časti šupiny je v ílovci a v ílovitých bridliciach malý podiel andezitových pyroklastík. Pod šupinou sú v celej dĺžke vrstvy strednozrnného až hrubozrnného andezitového tufitu a v menšom množstve tufu. Nadložie tvorí intenzívne argilitizovaný pyroxenický andezit zlatostudnianskej formácie.

Ložiskové a štruktúrne pomery Šturca

Generálny smer žily Schrämen (1. žilný systém) je S–J so sklonom na V (obr. 1). Od štureckého zlomu (smeru SSZ–JJV) na J sa smer čiastočne mení a žila sa skláňa na Z. Za ďalšou južnejšou poruchou smeru Z–V (pri šachte Kingsbittner) sa mení priebeh žily do smeru SV–JZ a pred údolím potoka Lúčky žila vykliňuje. V južnom vývoji žily Schrämen sa smerom do hĺbky zmenšuje aj jej hrúbka.

Na S od štureckého zlomu má centrálna časť žilného systému šírku 80–100 m. Tento vývoj determinovali diagonálne žilné štruktúry (smeru SV–JZ, obr. 1), pretínajúce žilu Schrämen, ako aj podložné štruktúry žily Hlavná. Nadložné diagonálne štruktúry žily Schrämen sa v minulosti exploatovali a ich vývoj sa sledoval až po úroveň 4. obzoru šachty Ludovik. V dôsledku štruktúrnych pomerov vznikla v centrálnej časti Šturca „sutinová zóna", a to od zlomu Šturec až po šachtu Leopold mestská.

Diagonálne žilné štruktúry smerom do podložia žily Schrämen na štureckom zlome pokračujú obmedzene, resp. sú odsunuté na J (obr. 1). Ich hĺbkový dosah určuje subhorizontálna šupina kordíckeho súvrstvia v úrovni cca 700 m n. m. (obr. 2C). Toto zistenie odhalilo, prečo takéto žilné štruktúry v prekope P-9 chýbajú.

Chronológia lokalizácie kordíckeho súvrstvia v Šturci

Z litologicko-petrografickej charakteristiky kordíckeho súvrstvia (Andrusov, 1954; Jaroš et al., 1996; Knésl et al., 1973; Lexa, 1975) vyplýva, že ide o nepravidelne zvrstvené súvrstvie neovulkanického a epiklastického vulkanického ílovca, siltovca, pieskovca, štrku a zlepenca pestrého (ne)vulkanického materiálu. V sukcesnej schéme litostratigrafického členenia Kremnických vrchov (Konečný

ný et al., 1983) je kordícke súvrstvie druhou najstaršou jednotkou. Vyvinulo sa v nadloží paleogénu na báze vulkanického komplexu vo východnej a centrálnej časti Kremnických vrchov. Pyroklastický vulkanický materiál súvrstvia je v podstatnej miere derivovaný z pyroxenického a v menšej miere z pyroxenicko-amfibolického andezitu ± granát a biotit.

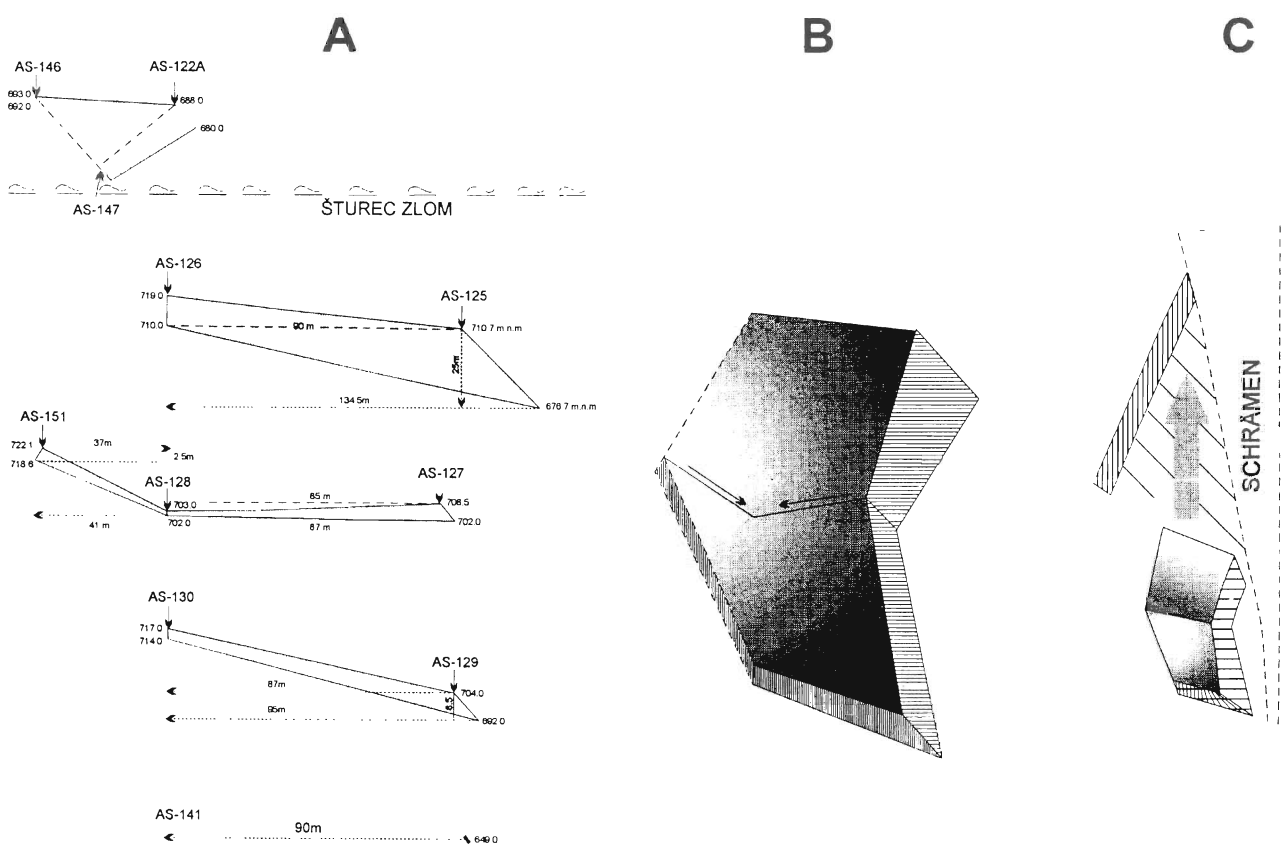
Staršie údaje o výskyte kordíckeho súvrstvia

V centrálnej časti kremnického rudného poľa, ktorého súčasťou je ložisková oblasť Šturec, sú známe viaceré výskyty kordíckeho súvrstvia. Böhmer (1966) na Saubergu v zóne vybielených a silicifikovaných hornín v nadloží Hlavnej žily zistil tenšie polohy zvrstveného tufitického zlepenca a pieskovca. V úseku Hlavnej dedičnej štôlne medzi šachtou Ludovik a Anna sa identifikovali dve polohy tufitického zlepenca s obliakmi ílovitých a grafitických bridlíc. Severnejší úsek je v nadloží pyroxenického andezitu a južnejší priamo v dislokačnej zóne v blízkosti dioritového porfyritu. Tufit s reliktmi ílovitých bridlíc a pieskovca zistil Böhmer (1966) južnejšie od šachty Ludovik. Z okolia IV. šachty opísal zvrstvený popolovitý tuf s aglomerátmi reprezentujúcimi kordícke súvrstvie.

Viaceré tenšie polohy tufitického zlepenca kordíckeho súvrstvia sa zistili aj v 2. žilnom systéme (Böhmer, 1966) v nadloží aj podloží rudných žíl. V žile Viktor (5. obzor na hlavnom prekope) je zlepenec čiastočne vyvlečený po dislokácii. Polohy tufosedimentárnych hornín s mikrofaunou (aglomeráty, jemnozrnitý tufit hrubý niekoľko cm) sa vyskytujú v úrovni 3. obzoru Zlatej žily v prekope na Krížnu žilu, ako aj 4. obzoru Zlatej žily–sever (Böhmer, 1966).

Lexa (os. informácia, 1999) priraďuje ku kordíckemu súvrstviu polohy rohovca zistené v nadloží dioritu (vrt KR-3). Vo vrte KZ-1 súvrstvie reprezentujú tufitické sedimenty v nadloží andezitu s granátom v hĺbke 570 m, resp. 690–700 m. Vo vrte LX-5 (4 km na SV od Kremnice) sa zdokumentovala takmer 119 m hrubá poloha súvrstvia (v úseku 1365,1–1483,9 m [-575.1 až -693.9 m n. m.]; Lexa, 1979). Na J od centrálnej zóny hrúbka kordíckeho súvrstvia rastie až na 500 m (napr. vrty pri Jánovej Lehote, Jastrabej, LX-28 v Čiernej doline; Lexa, os. informácia, 1999).

V centrálnej časti Kremnických vrchov v podzemnom vrte KŠ-1 (hĺbenom zo 7. obzoru šachty Ludovik v Hlavnej dedičnej štôlni 130 m na JV od šachty; obr. 1) v úseku od 375 do 450 m zistil Böhmer (1977) cca 75 m hrubú polohu tufitického pieskovca s ílovcom a ílovitými bridlicami. Pod súvrstvím (-180 až - 200 m n. m.) sú sedimen-



Obr. 2. Šupina kordíckeho súvrstvia zistená vrtmi AS v centrálnej časti hrebeňa Schulterberg, 2A – profil polôh súvrstvia zistených zvislými a šikmými vrtmi, 2B – schéma šupiny, 2C – schéma pozície šupiny v podloží Schrämen žily a diagonálneho žilníka.

Fig. 2. A flake of the Kordíky Formation detected by drillholes AS in the central part of the Schultersberg ridge, 2A – section of positions of the formation detected by vertical an oblique drillholes, 2B – sketch of position, 2C – sketch of location of position in footwall of the Schrämen vein and diagonal stockwork.

ty oligocénu v litologicky dosť podobnom vývoji a sekvencie mezozoických karbonátov. Od 280,5 do 304,5 m (-10 až -34 m n. m.) sa na kontakte ryolitu s dioritovým porfyritom zistilo pokračovanie žily Schrämen (20–70 cm hrubé relikty žilného kremeňa v mylonitizovanej zóne).

V 80. rokoch sa pri vyhľadávacom prieskume v blízkosti šachty Ludovik (KŠ-1) zistili ďalšie polohy kordíckeho súvrstvia (Knésl et al., 1990). Súvrstvie s pestrým zložením vo vrte KVŠ-16 a KV-28 (obr. 1) reprezentujú striedajúce sa polohy tmavého až čierneho drobového pieskovca, ílovca, tufitického pieskovca, tufitickej droby, piesčitej droby, drobového pieskovca, arkózy s úlomkami andezitu a ílovitých bridlíc. Vo vrte KVŠ-16 sa zistila 13,8 m hrubá poloha a v 100 m vzdialenom vrte KV-28 (smerom na V) dve polohy súvrstvia. Vyššia poloha vo vrte KV-28 je hrubá cca 76,5 m a hlbšia 16,9 m. Pod druhou polohou v hĺbke od 916 do 920 m (-263 až -267 m n. m.) sú sedimenty oligocénu a sekvencie mezozoických karbonátov.

Z pozície zdokumentovaných výskytov kordíckeho súvrstvia v troch vrtoch v centrálnej časti ložiskovej oblasti Šturec vyplýva, že:

- generálne pravdepodobne ide o súvislú a pomerne rozsiahlu polohu,
- overený rozsah polohy v smere V–Z je cca 300 m a v smere S–J cca 150 m,
- hrúbka polohy smerom na Z postupne klesá, a to zo 76,5 na 13,8 m,
- sklon polohy je cca 30° na V,
- pravdepodobné pokračovanie polohy v smere S–J a V–Z doposiaľ nie je potvrdené.

V severnej časti štureckej ložiskovej oblasti smerom na V a JV od Kremnických Baní v intervale 1. žilného systému (v rámci tohto projektu) súvrstvie zistil vrt KV-1, KV-4, KVŠ-4 a KV-15 (obr. 1). Reprezentujú ho polohy svetlej až tmavosivej droby, arkózovej droby, drobového pieskovca a tufitického drobového pieskovca s polohami ílovca. Vo vrte KV-1 a KV-4 sa zistilo viac polôh súvrstvia. Sú nepravidelne zvrstvené, majú rozdielnu hrúbku (od 2,8 až do 39,5 m, KV-1) a sú v rozličnej hĺbke. Vrty KV-15, KV-4, KVŠ-4, KV-1 a KŠ-1, KVŠ-16 a KV-28 sú situované v línii smeru SSV–JJZ, dlhej 2,5 km (vzdialenosť vrtu KV-28 a KV-1; obr. 1).

- KŠ-1 375,0–450,5 m (-100.5 až -180 m n. m.), hrúbka 75 m
- KVŠ-16 785,9–800.0 m (-97 až -110,8 m n. m.), hrúbka 13,8 m
- KV-28 763,9–840,4 m (-110,9 až -187,4 m n. m.), hrúbka 76,5 m, 876,8–893,7 m (-223,8 až -240,7 m n .m.), hrúbka -16,9 m
- KV-15 909,5–918,0 m (-226,4 až -234,9 m n. m.), hrúbka -8,5 m
- KV-4 1151,5–1158,7 m (-368,7 až -375,4 m n. m.), hrúbka -6,7 m, 1162,0 -1165,3 m (-379 až -382 m n. m.), hrúbka 3 m, 1189,3 -1193,0 m (-406 až -409,7 m n. m.), hrúbka -3,7 m
- KVŠ-4 905,7–933,8 m (-90,8 až -118 m n. m.), hrúbka -27,2 m
- KV-1 723,7–729,0 m (10 až 4,7 m n. m.), hrúbka 5,3 m, 733,1–735,9 m (0,6 až -2,2. m n. m.), hrúbka 2,8 m, 745,5–785,0 m (-11,8 až -51.3 m n. m.), hrúbka -39,5 m

Vo vrte KV-4 a KVŠ-4 sa pod kordíckym súvrstvím vyskytujú sekvencie mezozoických karbonátov. Z pozície zistených polôh v týchto vrtoch vyplýva sklon kordíckeho súvrstvia do 40° na V.

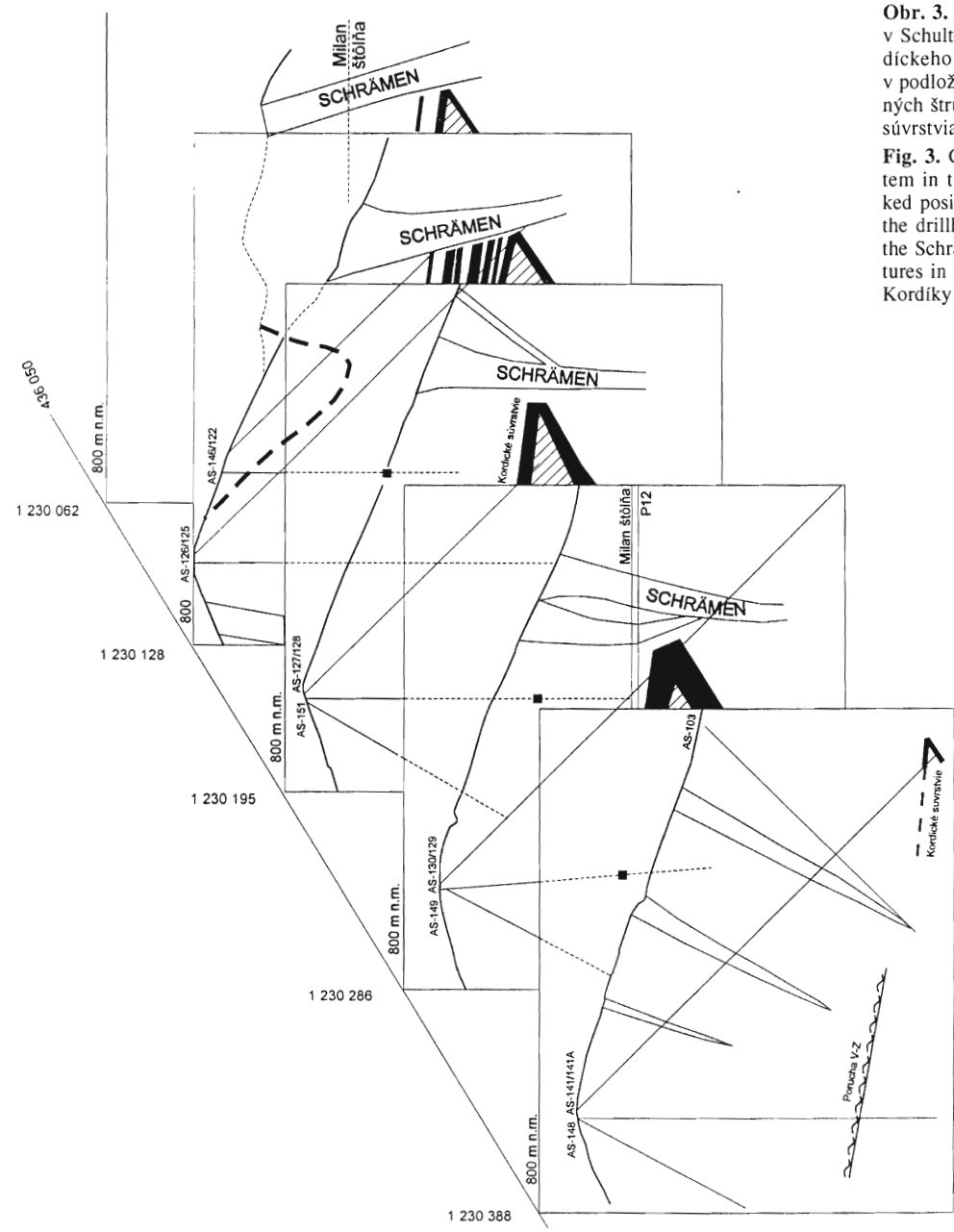
Polohy súvrstvia v západnej časti štureckej ložiskovej oblasti sa zistili vrtom LX-15 a KVŠ-11a (obr. 1), situovaným v línii smeru S–J vo vzdialenosti cca 2 km. V štruktúrnom vrte LX-15 v úrovni 662,6 až 673,6 m (176,8–187,8 m n. m.; hrúbka 11 m) sa identifikovala poloha redeponovaného tufu a epiklastického vulkanického pieskovca (Lexa et al., 1983). Pod súvrstvím sú v litologicky dosť podobnom vývoji sekvencie ílovca a pieskovca paleogénu (vyše 200 m hrubá poloha) intrudujúce dajky andezitu a dioritového porfýru. Od 1152 do 1397 m (-301,4 až -546,6 m n. m.) sú sekvencie mezozoických karbonátov. V južnejšie situovanom vrte KVŠ-11a, ktorý prenikol podložie 3. žilného systému (?) sa zistili dve polohy: v úrovni 465,1 m n. m. blok piesčitého tufitického ílovca a od 585 do 587 m (255,5–257,3 m n. m.) čierny kompaktný prachovitý ílovec (Knésl, 1990). Z dokumentácie vrtu vychodí, že obidve polohy reprezentujú kordícke súvrstvie a sú blízke zložením i hĺbkovým intervalom výskytu.

Súvrstvie tmavého epiklastického vulkanického ílovca s drobnými reliktmi andezitu a andezitového tufu v Schultersbergu sa zistilo v štôlni Milan (707 m n. m.). V dvoch paralelných prekopoch (P-9 a 10) na hrúbku žily Schrämen vytvára ílovec 2 a 3 m hrubé polohy v podloží žily. Majú skon 30–35° na V a sú vo vzdialenosti 100 a 30 m od žily Schrämen v jej podloží (obr. 2C, 3).

Nové údaje o výskyte kordíckeho súvrstvia

Vyhľadávací vrtný prieskum v štureckej ložiskovej oblasti v rokoch 1996–1997 (obr. 4A) potvrdil, že dve polohy ílovca v štôlni Milan patria do pomerne rozsiahlej šupiny súvrstvia (obr. 2B, 3, 4B). Šupina je zvrásnená, lokálne nepravidelne zvrstvená, má nesúvislý vývoj (obr. 4B), variabilnú hrúbku od niekoľkých dm až do 25 m a je v centrálnej časti Schultersbergu (obr. 1, 4A,C). Generálne ju tvoria polohy tmavého epiklastického vulkanického ílovca a ílovitých bridlíc s drobnými reliktmi andezitu a andezitového tufu, ktoré sa zistili v týchto 11 zvislých a šikmých vrtoch (obr. 2A, 4A):

- AS-122A (3 polohy: 10, 30 cm a 1 m hrubé v hĺbke **680,0–688,0** m n. m., V-70,7 m, S-78,7 m)
- AS-125 (9 polôh: 10, 40, 2 x 90 cm, 1,4, 1,6, 2,6 3,0 a 4, 7 m hrubé v hĺbke **676,7–710,7** m n. m. = 34 m, V-89,9 m, S-123,8 m)
- AS-126 (2 polohy: 1,7 a 4,0 m v hĺbke **718,0–719,0** m n. m., V-81,5 m, S-90,5 m)
- AS-127 (1 poloha: 6,5 m hrubá v hĺbke **702,0–708,5** m n. m., V-81,9 m, S-88,4m)
- AS-128 (1 poloha: 1,0 m hrubá v hĺbke **702,0–703,0** m n. m., V-87,5 m, S-88,5 m)
- AS-129 (1 poloha: 12 m hrubá v hĺbke **692,0–704,0** m n. m., V-80,4 m, S-92,4 m)



Obr. 3. Priečne profily 1. žilného systému v Schultersbergu s vyznačením polôh kordíckeho súvrstvia vo vrtoch AS, pozície v podloží žily Schrämen, diagonálnych žilných štruktúr v nadloží šupiny kordického súvrstvia smerom na Z.

Fig. 3. Cross sections of the 1st vein system in the Schultersberg ridge with marked positions of the Kordíky Formation in the drillholes AS, positions in footwall of the Schrämen vein, of diagonal vein structures in the hanging wall of a flake of the Kordíky Formation westward.

– AS-130 (1 poloha: 3 m hrubá v hĺbke **714,0– 717,0** m n. m., V-67,4 m, S-70,4 m)
– AS-141 (1 poloha: 20cm hrubá v hĺbke **649** m n. m., V-S = 134 m)
– AS-146 (2 polohy: 20 a 30 cm hrubé v hĺbke **692,0–693,0** m n. m., V-65,9 m, S-66,9 m)
– AS-147 (2 polohy: 10 a 50 cm hrubé v hĺbke **687,5 –694,0** m n. m., V-64,8 m, S-71,3 m)
– AS-151 (1 poloha: 3,5 m hrubá v hĺbke **718,6– –722,1** m n. m., V-68 m, S-71,5 m)

Vysvetlivky: V – vrchná úroveň šupiny od povrchu, S – spodná úroveň šupiny od povrchu

Vrty boli od seba vzdialené 75 až 100 m. Polohy, ktoré sa v nich zistili, sú v hĺbke od 65 do 124 m, resp. 134 m (722,1–676,7 m n. m., resp. 649 m n. m.). V šiestich vrtoch tvorí ílovec až ílovité bridlice jednu súvislú polohu (hrubú od 20 cm do 12 m), v ostatných sa zistili dve až tri polohy, resp. najviac deväť. Na S a J šupinu porušujú zlomy, avšak jej smerové pokračovanie sa potvrdilo aj za obidvomi zlomami. Priebeh celej šupiny je v smere S–J overený v dĺžke cca 320 m (medzi zlomami má dĺžku cca 250 m) a rozsah v smere V–Z je cca 80 až 135 m. Generálne má šupina sklon cca 30–35° na V, za zlomami na SZ, resp. na JV. V centrálnej časti je prehnutá a so sklonom cca 15° na Z, resp. 20° na V. Južná časť šupiny kordíckeho súvrstvia má tendenciu ponárať sa smerom na J, jej hrúbka sa postupne zmenšuje a šupina pravdepodobne vykliňuje (obr. 2A, 3, 4B).

Petrografia kordíckeho súvrstvia zo Šturca

Makroskopicky je zrejmé, že sa ílovec a ílovité bridlice z južnej a centrálnej časti ložiskovej oblasti Šturec odlišujú farbou, kompaktnosťou, zvrstvením, obsahom jemnozrnného pyritu, intenzitou silicifikácie a kalcifikácie, ako aj výskytom kremenných a kalcitových žiliek. Farbu, kompaktnosť a zvrstvenie vo veľkej miere determinuje zastúpenie andezitových pyroklastík. V tmavosivom tufitickom ílovci z vrchnej a bazálnej časti severného úseku šupiny je vysoký podiel jemnozrnitého pyroklastického materiálu. Tufitický ílovec je zvyčajne nepravidelne zvrstvený. Svetlejšie vrstvy andezitových pyroklastík (hrubé niekoľko mm) sa nepravidelne striedajú s vrstvami tmavého ílovca. Epiklastický ílovec s reliktmi andezitu a andezitového tufu nie je vrstvovitý a má hrubozrnitú textúru.

Tmavé ílovité bridlice s nižším podielom andezitových pyroklastík z centrálnej časti šupiny majú jemnú pásikovú textúru. Charakteristické je pravidelné striedanie tenkých (mm) vrstiev andezitových pyroklastík a hrubších (cm) vrstiev ílovca. Ílovec (aj tufitický) nie je kompaktný a na vzduchu sa rýchlo rozpadá. Ílovité bridlice tvoria kompaktnú horninu s matným leskom a bridličnatou textúrou.

Zvrstvené polohy tmavého ílovca a andezitového tufitu, resp. aj tufitický ílovec z vyššej úrovne šupiny v rozsahu cca do 2 m sú pomerne intenzívne karbonatizované a prenikajú nimi tenké (mm) kalcitové žilky. Podobne sú vo vrchnej časti (do 1,5 m) v prekopoch štôlne Milan intenzívne karbonatizované aj polohy tmavého epiklastického vulkanického ílovca až ílovitých bridlíc s reliktmi andezitu a andezitového tufitu. Spolu s kalcitovými žilkami je vo zvýšenom obsahu zastúpený aj jemnozrnný vtrúsený pyrit.

Úseky epiklastického ílovca (zo strednej časti šupiny), ako aj zvrstveného ílovca a andezitového tufitu (zo severnej časti), ktoré sa vyskytujú v hlbšej úrovni šupiny, sú intenzívnejšie silicifikované. Ak je celková hrúbka tmavého epiklastického ílovca v spodnej úrovni šupiny menšia – do 1,5 m (andezitový tufit do 5 m), potom ním preniká systém tenkých kremenných žiliek (od niekoľkých mm až do 5 cm). Polohy ílovca hrubé 2 m nie sú silicifikované a neprechádzajú nimi nijaké žilné štruktúry.

Tmavé ílovité bridlice majú jemnú pásikavú štruktúru s paralelnými a prevažne nerovnomerne vyvinutými tmavými a svetlejšími pásikmi. Petrografické zloženie tvorí plagioklas, muskovit, sericit, ílové minerály, kremeň, pyrit, chlorit, kalcit, leukoxén, limonit, rutil a apatit. Vo variabilnom obsahu je zastúpený jemnozrnný pyroklastický materiál, ktorý spolu s muskovitom a kremeňom vypĺňa svetlé pásiky. Relikty pyroklastík sú intenzívne premenené a na ich miestach sú agregáty ílových minerálov.

Tmavé pásiky tvorí plagioklas, šupinky sericitu a vo vyššom podiele sú bližšie neidentifikované tmavohnedé škvrny (pigment), ktoré zrejme tvorí zmes smektitu–illitu. Základná hmota je z mikrolitov plagioklasu, muskovitu, ílových minerálov, sericitu, kalcitu, kremeňa, jemnozrnného pyritu a z reliktov vulkanického skla. Štruktúra základnej hmoty je vitrifyrická, alebo lithická. Pri silnejšej silicifikácii alebo karbonatizácii je takmer úplne rekryštalizovaná na zmes agregátov ílových minerálov, kalcitu alebo kolomorfného a chalcedonického kremeňa. Sekundárne minerály reprezentuje kremeň, kaolinit, kalcit, ílové minerály, sericit, limonit a akcesórie tvorí apatit a rutil.

Analýzou niekoľkých vzoriek tmavého epiklastického vulkanického ílovca a ílovitých bridlíc z vrtu AS-127, KVŠ-16 a zo štolne Milan (prekop P-9 a 10) sa potvrdila prítomnosť organického (TOC) a anorganického C (TIC). Výsledky ilustruje tab. 1.

Tab. 1
Obsah C v ílovci a v ílovitých bridliciach kordíckeho súvrstvia zo štureckej ložiskovej oblasti
Content of carbon in samples of claystones and clayey shales of the Kordiky Formation from the Šturec depositional area

Označenie vzorky	TC	TOC	TIC
AS-151/81.5	0,92	0,92	0
AS-127/122	1,16	0,50	0,66
KVŠ-16/797	0,50	0,34	0,26
P-9/150	0,53	0,53	0
P-9/151	0,95	0,22	0,73
P-10/103B	0,57	0,57	0
BM	0,54	0,11	0,43
KKK	2,11	0,46	1,65

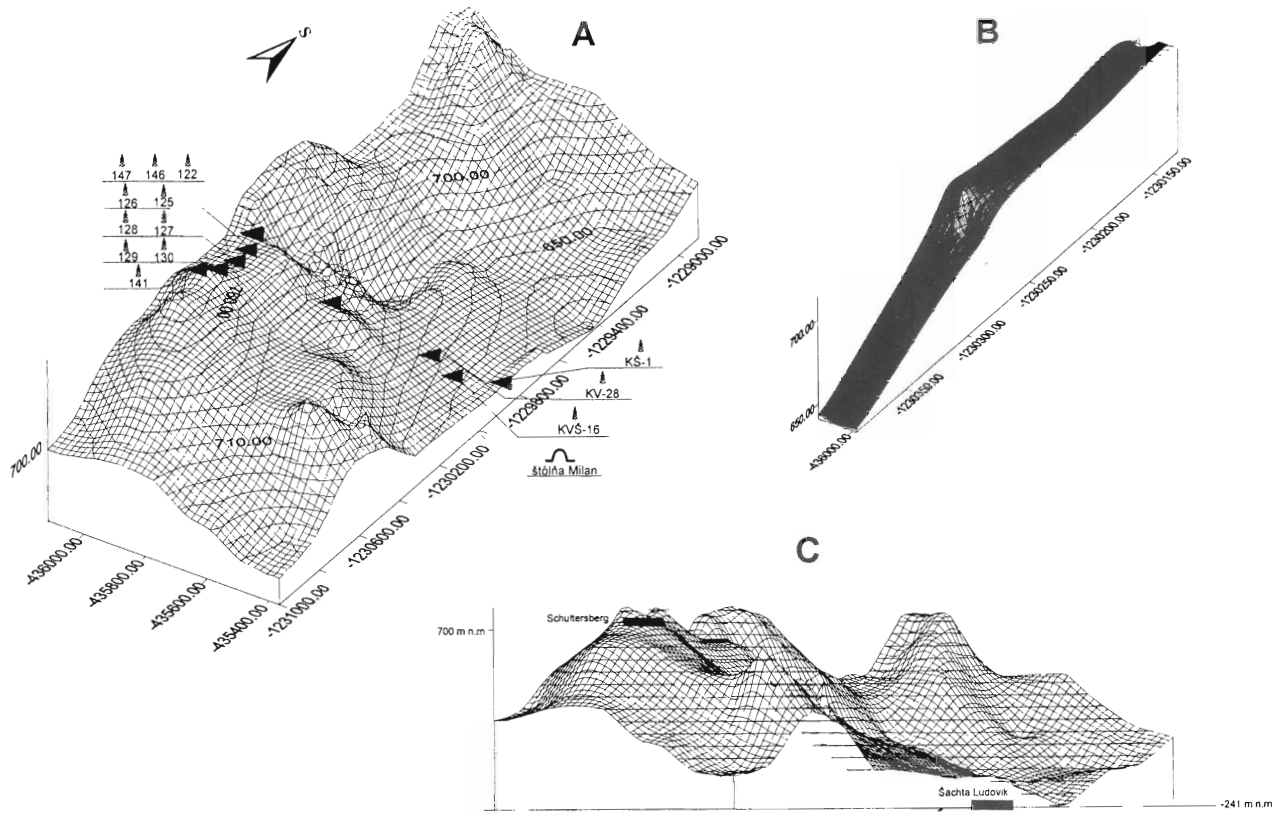
Vysvetlivky: TC – celkový obsah C v %, TOC – organický C v %, TIC – anorganický C v %. Tabuľkové hodnoty BM = 0,51 (TC), 0,10 (TOC), 0,41 (TIC); KKK = 2,11 (TC), 0,44 (TOC), 1,67 (TIC). Obsah C sa stanovil na prístroji C-MAT 5500 fy Strohlein. Hodnota sa porovnáva s kalibračnou krivkou spektrálne čistého $CaCO_3$. Správnosť merania sa kontrolovala svetovými (BM) a internými referenčnými materiálmi (KKK). Analyzovala A. Svitačová, IR LS GÚ SAV Banská Bystrica.

Explanations: TC – total content of carbon in %, TOC – organic carbon in %, TIC – anorganic carbon in %. Tabular data BM = 0.51 (TC), 0.10 (TOC), 0.41 (TIC); KKK = 2.11 (TC), 0.44 (TOC), 1.67 (TIC). Contents of carbon were determined by C-MAT 5500 fy Strohlein. Analyses were compared with calibration curve of spectral pure $CaCO_3$. Measurement was calibred by the International (BM) and Internal referential standarts (KKK). Analyzed by A. Svitačová, IR LS GÚ SAV Banská Bystrica.

Diskusia

Uvedené výskyty kordíckeho súvrstvia v centrálnej zóne svedčia o pomerne veľkom rozšírení a dosť výraznej priestorovej diferenciácii súvrstvia počas vulkanicko-tektonickej evolúcie oblasti. Priestorovú a výškovú diferenciáciu (segmentáciu) súvrstvia determinoval kinematický vývoj centrálnej zóny vrátane formovania grabenu a hrastu, polyfázovej tektonickej aktivity–reaktivizácie zlomových systémov. Podľa Lexu (os. informácia, 1999) kordícke súvrstvie v centrálnej zóne intrudujú ložné intruzívne telesá, a preto sa medzi nimi vyskytuje iba vo forme nerovnako hrubých reliktov polôh. Vzhľadom na pomerne veľkú hrúbku intruzív sa polohy vo vzťahu k predvulkanickému podložiu dostali do pomerne vysokej úrovne.

Z analýzy údajov o výskyte súvrstvia rezultujú viaceré indície. Polohy súvrstvia zdokumentované vo vrte KŠ-1, KVŠ-16, KV-28 a KV-15, KV-4, KVŠ-4 a KV-1 poukazujú na rozdiely v hrúbke a v hĺbkovom intervale výskytu v rámci línie smeru SSV–JJZ (dlhej 2.5 km), v ktorej sú vrty situované. O výskyte súvrstvia medzi polohou



Obr. 4. Lokalizácia vrtov AS, KV, KVŠ a KŠ so zistenými polohami kordíckeho súvrstvia v štureckej ložiskovej oblasti v topografickom pláne, 4B – profil šupiny súvrstvia zistenej vrtmi AS v centrálnej časti hrebeňa Schultersberg, 4C – rozdiel v hĺbkovom intervale výskytu šupiny súvrstvia v Schultersbergu a polohy v okolí šachty Ludovik.

Fig. 4. Location of the drillholes AS, KV and KŠ with detected positions of the Kordíky Formation in the Šturec depositional area in the topographic plane, 4B – section of flake of the Kordíky Formation detected by the drillholes AS in the central part of the Schultersberg ridge, 4C – difference in deep interval of location of the formation flake in the Schultersberg ridge between position in surrounding of the Ludovik shaft.

zistenou vrtom KŠ-1, KVŠ-16 a KV-28 a polohou vo vrte KV-15 (vzdialenosť 1,3 km) nie sú doteraz ďalšie údaje, ale napriek tomu je reálny predpoklad, že ide o „súvislú polohu". Doposiaľ „overená" dĺžka „uvažovanej polohy" je cca 2,5 km. Jej pokračovanie smerom na S od vrtu KV-1 sa zdá dosť pravdepodobné, čo v podstate potvrdzuje aj poloha zdokumentovaná v blízkom štruktúrnom vrte KR-3 (Böhmer, 1977; Lexa, os. informácia, 1999). Ďalšie hlboké vrty, a to KV-3 a KVŠ-3, ktoré sú smerom na V od vrtu KV-4, KVŠ-4 a KV-1, resp. KV-2, KVŠ-2 a KV-14, situované smerom na SV a S od KV-1, kordíckym súvrstvím neprenikli (Knésl et al., 1990).

Reálne je aj pokračovanie polohy smerom na J od šachty Ludovik. Tento predpoklad silno podporuje výskyt súvrstvia južnejšie od šachty, ako aj výskyty v okolí IV. šachty (Böhmer, 1966). Reálne je i pokračovanie polohy na V. Ale najbližším zisteným výskytom kordíckeho súvrstvia smerom na V od polohy pri šachte Ludovik je 119 m hrubá poloha vo vrte LX-5. Tá je však vzdialená cca 4 km, a preto je v súčasnosti o možnej súvislosti medzi týmito dvomi polohami predčasné uvažovať.

Sklon polohy pri šachte Ludovik (cca 30° na V) a polohy zistenej vrtom KV-4 a KVŠ-4 (do 40° na V) indikuje generálny sklon v tomto intervale celej sledovanej polohy. Relatívne väčšie rozdiely v hĺbkovom intervale výskytu súvrstvia v rámci polohy, kde v línii od vrtu KV-15 po KV-1 sú výskyty v úrovni -226,4 m (KV-15), -368,7 m (KV-4) a -11,8 m n. m. (KV-1), indikujú výraznejšiu segmentáciu súvrstvia, ktorá je zrejme dôsledkom diagonálnych zlomov (doteraz sa potvrdili iba niektoré, obr. 1). Poloha súvrstvia v „overenej" smerovej dĺžke, teda od šachty Ludovik po vrt KV-1, je vyvinutá v blízkom nadloží 1. žilného systému. Jej relikty vo vyšších úrovniach (blízko žilných štruktúr) sú vyvlečené po dislokáciách smeru S–J (v úseku Hlavnej dedičnej štôlne medzi šachtou Ludovik a Anna). Žilné štruktúry ani v jednom vrte (KV-15, KV-4, KVŠ-4, KV-1) kordíckym súvrstvím neprenikli.

Obidve polohy súvrstvia, ktoré sa v západnej časti ložiskovej oblasti zistili vo vrte LX-15 a KVŠ-11a (obr. 1), majú v podstate rovnaké zloženie a hĺbkový interval výskytu. Sú v podloží žilných štruktúr 1. žilného systému a v línii, paralelnej s uvažovanou polohou v nadloží. Údaje z týchto 2 km vzdialených výskytov nie sú také relevantné, aby sa uvažovalo o súvislej polohe súvrstvia aj v podloží 1. žilného systému.

Overený smerový a laterálny rozsah šupiny kordíckeho súvrstvia v Schultersbergu, parametre jej sklonu, smeru, pozícia vo vertikálnom intervale, a najmä štruktúrny

vzťah k zlatonosným žilám 1. žilného systému, ktorý sa generálne vyskytuje v jej blízkom nadloží, silno indikujú, že šupina epiklastického vulkanického ílovca:

– tvorí „podložie" (fundament) strednej časti (cca v úrovni pod 100 m) 1. žilného systému počas jeho formovania,

– zároveň predstavovala istú „bariéru" determinujúcu vývoj, a najmä pokračovanie štruktúr 1. žilného systému smerom na Z.

V severnom úseku, kde je šupina zvrstvená (tenšie vrstvy ílovca sa v nej striedajú s andezitovým tufitom), ju pretínajú tenké žilné štruktúry. Preto systém niekoľko cm až dm hrubých žilných štruktúr nachádzajúci sa Z od šupiny ílovca kordíckeho súvrstvia v podstate ponad ňu prekĺzol (obr. 2C). Tak vznikli subvertikálne žily so sklonom na Z, ktoré v Schultersbergu generálne tvoria podložný diagonálny žilník 1. žilného systému (obr. 1, 3). Tu sa v bezprostrednom nadloží šupiny ílovca vyskytuje do hĺbky len cca 80 m, má maximálnu hrúbku 3,5 m a takmer v celom vertikálnom rozsahu je v oxidačnej zóne. Rudné žily žilníka obsahujú remobilizované Au. V minulosti sa žilník exploatoval niekoľkými štôlňami blízko pod povrchom.

Z pozície polohy ílovitých bridlíc v centrálnej časti 1. žilného systému a šupiny ílovca na juh od Šturca v Schultersbergu vyplýva rozdiel v hĺbke uloženia súvrstvia okolo 900 m (obr. 4C). Tento rozdiel podporuje predpoklad o 1000 m výzdvihu centrálnej zóny hrastu, ktorý je zo Z a V obmedzený systémom paralelných miocénnych zlomov smeru SSV–JJZ. Šupina ílovca súvrstvia v Schultersbergu sa zrejme od polohy v centrálnej časti 1. žilného systému odtrhla a pri formovaní hrastu zdvihla.

Záver

Poznatky o výskyte a rozsahu šupiny kordíckeho sú-vrstvia v centrálnej časti hrebeňa Schultersberg sú z dokumentácie časti AS vrtov vyhĺbených v štureckej ložiskovej oblasti roku 1997. Na ich kompletizáciu o výskyte súvrstvia v čo najväčšom intervale 1. žilného systému (smerovej dĺžky, laterálnom rozsahu, hĺbke) treba viaceré vrty a archívnu dokumentáciu prehodnotiť. Tak sa získajú ďalšie údaje, ktoré už s uvedenými môžu pomôcť vysvetliť pomerne zložitú geologickú stavbu ako aj štruktúrne pomery v tejto v minulosti bansky exponovanej ložiskovej oblasti.

Ďalšie údaje o kordíckom súvrství nielen v Schultersbergu, ale aj ďalej smerom na S, J a V od šachty Ludovik, ako aj smerom na SZ od zlomu Šturec, v podloží 1. žilného systému, resp. aj na S a V od Kremnických Baní, budú významné aj pri dešifrovaní ložiskových pomerov v rámci kremnického rudného poľa.

Zhodnotenie poznatkov a indícií o výskyte tmavého ílovca a ílovitých bridlíc súvrstvia môžu byť aj ekonomicky významné, a to z hľadiska budúcej orientácie prieskumu (v južnej aj v severnej časti štureckej ložiskovej oblasti) a presnejšieho vymedzenia najdôležitejšej časti ložiska na budúcu exploatáciu.

Literatúra

Andrusov, D., 1954: O veku výplne Turčianskej kotliny a o vývine pliocénu na strednom Slovensku. *Geol. Zbor., 5, 255–269.*

Böhmer, M., 1966: Ložiskové a parageneticke pomery zlatonosných žíl v centrálnej časti kremnického rudného poľa. *Acta Geol., Geogr. Univ. Comen., Geol., 11, 5, 123.*

Böhmer, M., 1977: Hlbinný výskum štruktúr kremnického rudného poľa na základe štruktúrnych vrtov KŠ-1, KZ-1, KR-3 a regionálny geochemický výskum na liste Kremnica 1:50 000. *Manuskript – archív GÚDŠ Bratislava.*

Ďurčo, P., 1990: Záverečná správa a výpočet zásob, Kremnica–Šturec Au-Ag. *Manuskript – archív RB - závod Kremnica.*

Jaroš, J. et al., 1966: Vysvetlivky k listom 1:25 000 Banská Bystrica (M-34-111-C). *Manuskript – archív GÚDŠ, Bratislava.*

Knésl, J. et al., 1973: Kremnické pohorie – Hg rudy – VP: Správa o stave prieskumných prác k 31.12.1972. *Manuskript, archív GP, Spišská Nová Ves.*

Knésl, J. & Veľký, P., 1984: Rudonosný potenciál kremnického rudného rajónu z hľadiska doterajších výsledkov prieskumných prác. *Geol. Průzk., 7, 228–230.*

Knésl, J. et al., 1990: Záverečná správa z úlohy Kremnica–VP, Au-Ag rudy, *Manuskript – GP SNV, 207.*

Knésl, J. & Knéslová, A., 1991: Súčasný stav poznatkov o geológii, metalogenéze a prognózach rudného rajónu Kremnických vrchov. *Mineralia Slov., 23, 4, 283–293.*

Konečný, V., Lexa, J. & Planderová, E., 1983: Stratigrafické členenie neovulkanitov stredného Slovenska. *Západ. Karpaty, Sér. geol., 9, 203.*

Lexa, J., 1975: Geologická stavba neovulkanického komplexu severnej časti Kremnického pohoria. *Manuskript – archív GÚDŠ, Bratislava*

Lexa, J., 1979: Vyhodnotenie štruktúrneho vrtu LX-5 (Kremnica). *Manuskript – archív GÚDŠ, Bratislava.*

Lexa, J. et al., 1983: Vyhodnotenie štruktúrneho vrtu LX-15 (Kremnica). *Manuskript – archív GÚDŠ, Bratislava.*

Reimont, V., Richter, Š. & Valko, P., 1969: Záverečná správa a výpočt zásob. Kremnica, Au-Ag, VP so stavom k 1.9.1969. *Manuskript – archív GS SR B. Bystrica.*

Repčok, I., 1981: Datovanie niektorých stredoslovenských neovulkanitov metódou stôp po delení uránu.*Západ. Karpaty, Sér. Mineral., Petrogr., Geochem., Metalogen. 8, 59–104.*

Štubňa, S., 1985: Kremnica–Šturec, Au-Ag rudy, podrobný prieskum, stav k 31.12.1985. *Manuskript, archív RB – závod Kremnica.*

Veľký, P., 1992: Záverečná správa z úlohy Kremnické Bane–Šturec sever, VP, surovina Au-Ag, stav k 31.5.1992. *Manuskript – archív GP SNV.*

Veľký, P., 1997: Záverečná správa s výpočtom zásob, Kremnica–Horná Ves, VP, Au-Ag. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 96.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 283–290

Mineralogická a geochemická charakteristika mineralizácie v štôlni Ernest v Limbachu (Malé Karpaty)

PETER ANDRÁŠ[1], PAVEL UHER[2], JOZEF STANKOVIČ[3] a JÚLIA KOTULOVÁ[1]

[1]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica
[2]Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava
[3]Geologický ústav CLEOM, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 9. 4. 1999)

Mineralogical and geochemical characteristics of mineralization in Ernest adit (Limbach, Malé Karpaty Mts., SW Slovakia)

The article presents new data about sulphide mineralization in quartz vein occurrence in Ernest adit at Limbach. It describes the presence of gold-bearing sulphides, several Pb- Sb- and Cu- minerals (boulangerite, bournonite, stibnite, gudmundite, berthierite, tetrahedrite-tennantite) in the quartz vein mineralization.

The genetical connection of this mineralization with that of gold-quartz mineralization in Staré mesto (in distance of 2 km in nord direction) was not unambiguously confirmed, but there are enough indications to assume connection between them.

Key words: quartz vein mineralization, two-mica granite, gold-bearing sulphides, gudmundite, berthierite, stibnite, tennantite, tetrahedrite, boulangerite, bournonite, Malé Karpaty Mts.

Úvod

Zo zlatonosných náplavov Limbašského potoka sa zlato ryžovalo už v stredoveku. Náplavy boli hrubé asi 80 cm. Neskôr asi už koncom 16. stor., a najmä v 17. stor. sa po vyťažení rozsypov začala aj ťažba primárnych Au-kremenných žíl v oblasti ložiska Limbach-Staré mesto (obr. 1), ležiaceho na Z od Sb ložiska Kolársky vrch.

V období rozkvetu bola ročná ťažba z ložiska 2 kg Au (Cambel, 1959). Začiatkom 19. stor. ťažba poklesla až na 300 g (Bergfest, 1952) a už roku 1832 bola ročná strata 470 zlatých. Okolo roku 1850 sa spracúvala už iba ruda z háld v starých stupách. Ťažené zlato bolo pravdepodobne elektrum, pretože archívne záznamy uvádzajú pomer Au k Ag 5:1 až 4:1. Roku 1861 sa zlaté bane zavreli definitívne.

Archívne údaje o mineralizácii spracoval Cotta a Fellenberg (1862) a Döll (1899). V posledných desaťročiach sa ložisku venovalo iba málo geológov. Detailnejšie údaje o ňom publikovali len Cambel (1959) a Andráš et al. (1990).

Podľa Dölla (1899) sa zlato v ložisku vyskytovalo v pomerne tenkých kremenných žilách v izolovanom masíve dvojsľudného granitu blízko povrchu. Sprevádzali ho bližšie nešpecifikované „zlatonosné kýzy".

Andráš et al. (1990) opísali z ložiska alterovaný dvojsľudný mylonitizovaný granit, ktorého úlomky tmelil sivý až zelenkastý kremeň s bojnými impregnáciami zlatonosného arzenopyritu a pyritu. Vzorku pretkávali žilky mladšieho karbonátu. 9 až 10 cm hrubá žilka hrubozrnného mliečneho kremeňa obsahovala makroskopicky viditeľné zrná sfaleritu a zlata.

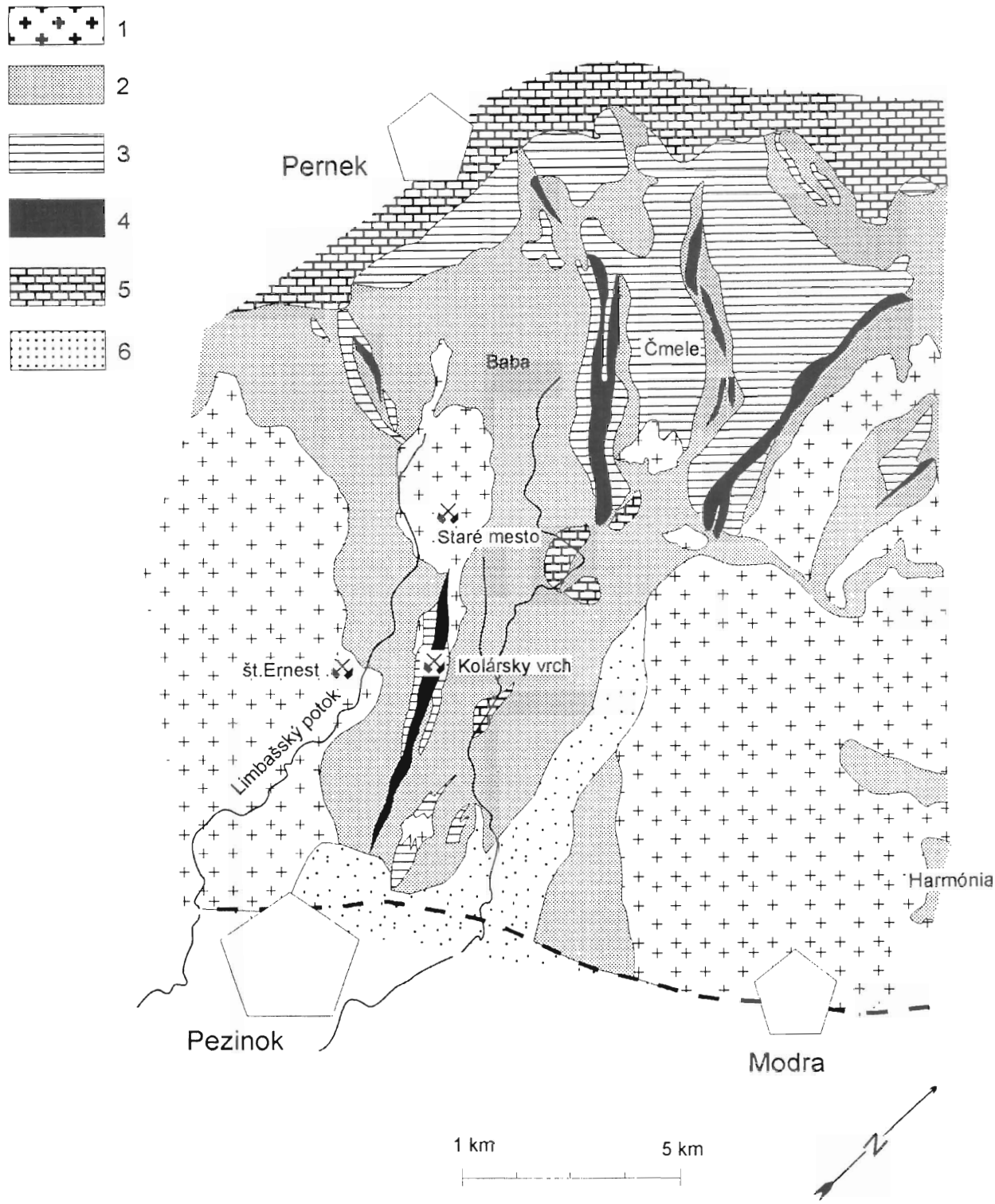
Historické údaje o dolovaní Au a banskej činnosti v malokarpatských zlatých baniach pri Limbachu sú mimoriadne kusé. Banské diela nie sú dnes prístupné a ani haldový materiál (po niekoľkonásobnom starostlivom prepracovaní v minulom storočí) nedáva veľa možností na detailnejšiu charakteristiku mineralizácie. Podľa doterajších poznatkov bol žilný materiál na rudné minerály veľmi chudobný, a preto je každý – aj čiastkový – nový poznatok o mineralizácii z lokality veľmi zaujímavý a pomáha pri dotváraní predstavy o tomto zabudnutom zrudnení.

Takýto cieľ sledoval aj náš súčasný výskum, ktorý sme zamerali predovšetkým na novoobjavenú haldu a štôlňu Ernest (pomenovanú podľa dňa nálezu). Ide o neveľké banské dielo cca 2–2,5 km na JV od lokality Staré mesto na okraj bratislavského granitového masívu v doline Limbašského potoka oproti asfaltovej ceste (obr. 1). Nijaké archívne údaje o ňom nie sú.

Metodika práce

Vzorkový materiál sa najprv skúmal v polarizačnom mikroskope v odrazenom svetle a potom sa minerály analyzovali rtg. mikroanalyzátorom Jeol Superprobe 733 v laboratóriách Geologickej služby SR v Bratislave. Podmienky merania: napätie 25 kV, prúd 3,10-9 A, program ZAFM, štandardy: Fe, As, Sb, Pb, Ni, Se a Co kovové, Zn, Cu a S prírodné.

Súbor analýz sa doplnil rozborom boulangeritu na analyzátore EDAX PV 9100. Analýza na Slovenskej technickej univerzite v Bratislave (D. Jančula).



Obr. 1. Schematická geologická mapa pezinsko-perneckého kryštalinika s lokalizáciou štôlne Ernest a Au baní ložiska Staré mesto. 1 – granit, 2 – metamorfované paleozoické vulkanicko-sedimentárne horniny, 3 – amfibolity, 4 – produktívne zóny s hydrotermálnou Sb-Au a stratiformnou pyritovo-pyrotínovou mineralizáciou, 5 – mezozoický vápenec, dolomit a kremenec, 6 – kvartér.

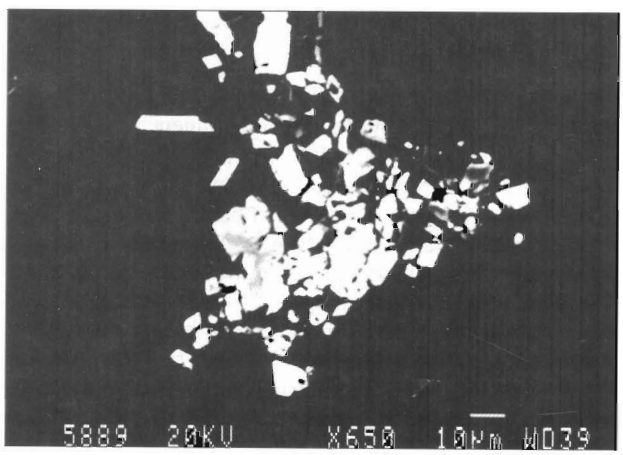
Fig. 1. Schematic geological map of Pezinok–Pernek crystalline complex with marked Ernest adit and Staré mesto gold deposit. 1 – granite, 2 – metamorphosed Paleozoic volcano-sedimentary complexes, 3 – amphibolites, 4 – productive zones with hydrothermal Sb-Au and exhalation-sedimentary pyrite-pyrhotite mineralization, 5 – Mesozoic (Triassic, Jurassic, Cretaceous) limestones, dolomites, shales and quartzites, 6 – Quarternary.

Práca je doplnená o výsledky termometrického výskumu vykonaného termokryometrickou aparatúrou Linkam TH-600. V obojstranne leštených platničkách kremeňa so sulfidickou mineralizáciou (hrúbka platničky 0,2–0,5 mm) sa stanovovala teplota homogenizácie uzavrenín.

Mineralogická charakteristika zrudnenia

1. Zlatonosná sulfidická mineralizácia

Najstaršou epigenetickou rudnou mineralizáciou v štôlni Ernest sú zlatonosné sulfidy arzenopyrit a pyrit. Obsah Au v mineralizácii v okolitých výskytoch (ložisko Pezinok–Kolársky vrch, Limbach–Staré mesto, ložisko Trojárová, Rybníček ...) v arzenopyrite bol 0–250 a v pyrite 0–80 ppm Au. Tvorí impregnácie drobných idiomorfných zŕn v alterovanom granite (obr. 2) šošovkovité agregáty



Obr. 2. Mikrogram agregátu idiomorfných kryštálov zlatonosného arzenopyritu v diakláze pyritu. BSE.

Fig. 2. Aggregate of gold-bearing arsenopyrite in gangue quartz fissure. BSE image.

veľké maximálne niekoľko cm a výplň katakláz v kremeni. Nerovnomerná distribúcia As a Sb často spôsobuje výraznú chemickú nehomogénnosť kryštálov. Podľa všetkých znakov v celom rudnom revíre ide o rovnaký (totožný) typ mineralizácie, aký sa opísal z blízkeho ložiska Limbach–Staré mesto a Pezinok–Kolársky vrch (Polák a Rak, 1979; Polák, 1986). Neskôr ju ako samostatnú – – najstaršiu 1. hydrotermálnu periódu vyčlenil Andráš et al. (1988a, b).

Mössbauerovská spektroskopia vzoriek z Kolárskeho vrchu ukázala, že sa Au v sulfidoch chemicky viaže v mriežke v „nemetalickej forme" (Andráš a Ragan, 1995). Voľné zlato sa v arzenopyrite zistilo iba v jednej vzorke s mladšou Au-kremennou mineralizáciou z lokality Staré mesto, lenže v tomto prípade asi nejde o Au precipitované súčasne s materským kryštálom, ale asi o mladšie zlato, ktoré tam sekundárne preniklo pozdĺž diakláz arzenopyritu.

Chemické zloženie zlatonosného arzenopyritu a pyritu uvádza tab. 1a, 1b a empirické vzorce tab. 4.

Tab. 1a
Bodové mikroanalýzy analýzy zlatonosného arzenopyritu a pyritu
Microprobe analyses of gold-bearing arsenopyrite and pyrite

arzenopyrit
arsenopyrite

Vzorka	hmot. % wt. %							
	Fe	As	Sb	Cu	Ni	Co	S	Spolu
	29,15	46,84	0,50	0,01	0,00	0,16	3,24	99,90
Rb-307	33,23	46,67	0,04	0,02	0,02	0,08	0,40	100,02
	34,88	43,02	0,00	0,02	0,32	0,05	0,33	99,42
	35,36	40,77	0,69	0,01	0,00	0,07	3,45	100,35

Tab. 1b
pyrit I
pyrite I

Vzorka	hmot. % wt. %							
	Fe	As	Sb	Cu	Ni	Co	S	Spolu
RB-307	46,20	1,43	0,02	0,02	0,16	0,08	51,27	99,18
	45,65	3,55	0,00	0,03	0,02	0,06	50,65	99,96
	46,74	0,03	0,00		0,00	0,03	54,01	100,81
RB-47	46,92	0,03	0,00		0,00	0,04	53,39	100,36
	46,39	0,00	0,00		0,00	0,01	53,60	100,00
	46,50	0,03	0,00		0,00	0,00	53,88	100,41
RB-48	46,30	1,58	0,01		0,00	0,04	51,26	99,19
	46,30	1,00	0,00		0,00	0,04	52,00	99,34

2. Au-kremenná mineralizácia

Andráš et al. (1990) opísali z Limbachu–Starého mesta paragenézu Au-kremennej mineralizácie, ktorú tvorí pyrit, sfalerit, chalkopyrit, galenit, polybázit, elektrum, bližšie nestanovený karbonát a Ag tetraedrit (s obsahom skoro 18 % Ag).

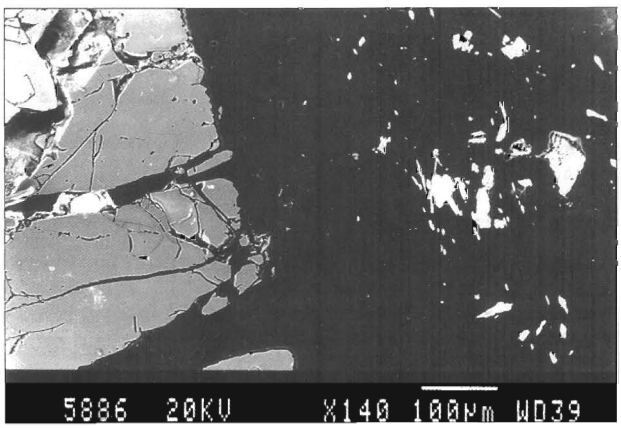
Či sú minerály tetraedritovo-tennantitového radu opísané zo vzoriek štôlne Ernest tiež súčasťou tejto Au-kremennej paragenézy, alebo iba dopĺňajú asociáciu minerálov Sb mineralizácie, nemožno jednoznačne určiť. V kremeni tvoria izolované hniezda a ich genetický vzťah k ostatným sulfidickým minerálom zostáva nejasný.

3. Sb mineralizácia

Ďalšou paragenetickou asociáciou je Sb mineralizácia. Sulfidy tvoria impregnácie a nepravidelné zhluky v kremeni vystupujúcom v podobe tenkých žiliek (cca do 20 cm) v okolitom biotiticko-muskovitickom granite bratislavského masívu pri jeho kontakte s biotitickými svormi až pararulami. Na lokalite a v okolí sú hojné živcovo-kremenno-muskovitové žily pegmatitu, ako aj masívne žily monominerálneho kremeňa v pararulách. Mineralizáciu tvorí predovšetkým pyrit II, gudmundit, berthierit a antimonit. Akcesoricky je zastúpený boulangerit s bournonitom. Najmä bournonit je pomerne vzácny.

Pyrit II

Mladšia generácia pyritu (bez Au) v kremeni spravidla tvorí idiomorfné až hypidiomorfné kryštály homogénneho



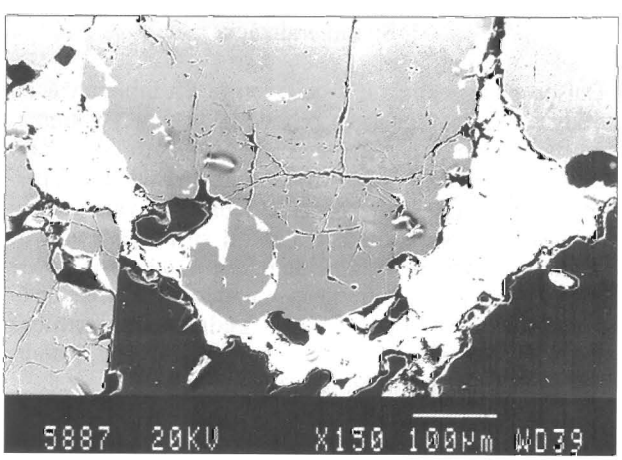
Obr. 3. Kataklázovaný kryštál pyritu II (sivý) s mladšou tetraedritovou mineralizáciou (biela) a impregnáciami ihlicovitých kryštálov boulangeritu v kremeni (čierny), BSE.

Fig. 3. Cataclastic pyrite II crystal (grey) with younger tetrahedrite mineralization (white) and boulangerite needles in quartz (black). BSE image.

chemického zloženia (tab. 2a). Zrná sú veľké 10–870 µm. Pyrit vystupuje v žilnom kremeni v podobe ojedinelých zŕn, drobných zhlukov a menších šošoviek. Vyznačuje sa nižším obsahom As ako zlatonosný pyrit (tab. 1b a 2a). Pyrit II je často kataklázovaný (obr. 3).

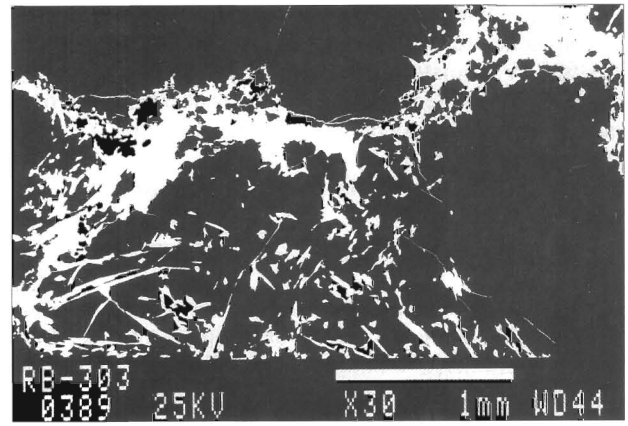
Gudmundit

Gudmundit je opísaný len zo vzoriek zo štôlne Ernest. Spravidla je alotriomorfný, tvorí nepravidelné zrná v priemere veľké 0,5 až 1 mm, ale časté sú aj menšie kryštály. Zvyčajne ho metasomaticky zatláča mladší antimonit (obr. 4). Chemické zloženie gudmunditu je v tab. 2a. Oproti teoretickému má mierne nižší obsah Fe a S a vyšší obsah Sb. Jediným prvkom, ktorý významnejšie izomorfne vstupuje do chemického zloženia, je As (do 1,20 %). Zaujímavý je aj zvýšený obsah Sn vo vzorke RB-302 (do 0,20 %).



Obr. 4. Gudmundit (sivý) s mladším antimonitom (biely) v kremeni (tmavý). BSE.

Fig. 4. Gudmundite (grey) with younger stibnite (white) in quartz (black). BSE image.



Obr. 5. Agregát ihličkovitého boulangeritu. BSE.

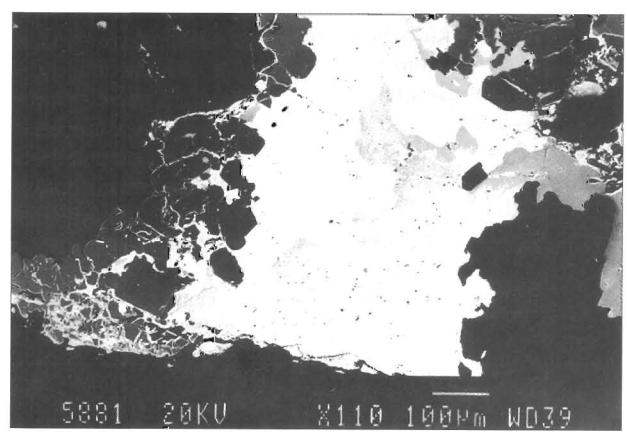
Fig. 5. Aggregate of boulangerite needles. BSE image.

Boulangerit

Ako ďalší z minerálov sledovanej paragenetickej asociácie sa zo vzorky RB-302 a RB-303 zo štôlne Ernest opísal boulangerit. Z Malých Karpát je známy z ložiska Častá a Pezinok–Kolársky vrch. V Limbachu zväčša tvorí samostatné drobné hniezda ihličkovitých agregátov (obr. 5). Je dobre leštiteľný. Vyznačuje sa pomerne silným dvojodrazom a vysokou odraznosťou blízkou galenitu. V odrazenom svetle je zelenkastosivý. Prerastanie s jamesonitom, ktoré z ložiska Pezinok opísal Cambel (1959), sa v Limbachu nepotvrdilo. Boulangerit je mladší ako pyrit II, pravdepodobne aj ako gudmundit a jeho chemické zloženie v štôlni Ernest je veľmi premenlivé (tab. 2b). Obsah Pb kolíše od 53,85 do 59,20 %, Sb od 20,07 do 26,51 % a S od 19,31 do 20,73 %.

Berthierit

Na rozdiel od pezinského ložiska, kde sú gudmundit a berthierit spravidla v idiomorfnom vývoji, v štôlni



Obr. 6. Intímne prerastanie antimonitu (biely) s berthieritom (sivý) a pyritom II (tmavý) v kremeni (čierny). BSE.

Fig. 6. Interpenetration of stibnite (white) with berthierite (grey) and pyrite II (dark grey) in quartz (black). BSE image.

Tab. 2a
Paragenetická asociácia Sb mineralizácie – chemická charakteristika
Chemical characteristics of minerals of Sb mineralization assemblage

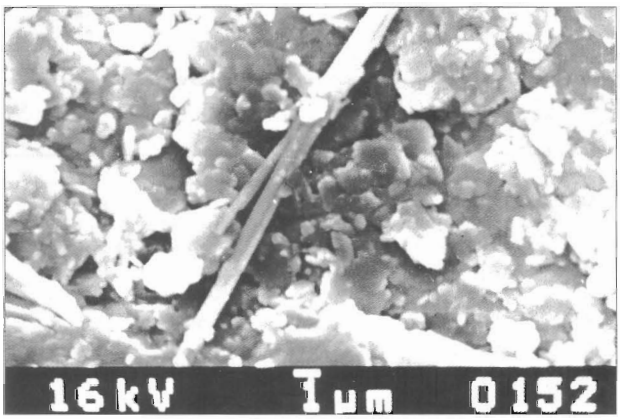
Minerál	Vzorka	hmot. % wt. % Sb	As	Fe	Cu	Ni	Co	Zn	Sn	S	Spolu
		0,00	0,05	46,98		0,00	0,01			52,87	99,91
	RB-301	0,00	0,00	46,73		0,00	0,01			53,40	100,14
		0,00	0,06	46,81		0,00	0,01			53,51	100,39
		0,00	0,00	46,94		0,04	0,01			53,62	100,61
Pyrite II		0,00	0,04	46,37		0,05	0,01			53,76	100,23
	RB-302	0,00	0,00	46,87		0,00	0,00			53,95	100,82
		0,00	0,00	45,90		0,04	0,00			54,09	100,03
		0,00	0,09	46,59		0,06	0,00			53,86	100,60
	RB-304	0,00	0,39	46,41		0,00	0,04			53,51	100,35
		59,88	0,17	26,12	0,00	0,00	0,05			14,49	100,66
	RB-301	59,75	0,05	26,63	0,00	0,03				14,52	100,98
		59,40	0,00	26,60	0,00	0,00	0,00			14,61	100,61
		59,25	0,00	26,51	0,00	0,00	0,00			14,58	100,28
Gudmundite											
	RB-302	59,85	0,00	26,06	0,00	0,00	0,01			15,01	100,93
		60,05	0,57	25,55	0,00	0,00	0,20			14,26	100,63
		60,02	0,13	25,90	0,00	0,00	0,13			14,75	100,93
		60,30	1,20	25,00	0,00	0,04	0,12			14,22	100,88
		60,05	1,20	25,08	0,00	0,05	0,12			14,04	100,54
	RB-303	56,48	1,00	26,05	0,16	0,12	0,11	0,11		14,58	100,00
		59,83	0,00	12,00	0,03			0,00		28,22	100,08
		58,51	0,00	12,35	0,04			0,03		28,47	99,50
Berthierite	RB-303	58,45	0,10	12,46	0,01			0,01		29,86	100,87
		58,61	0,01	12,55	0,00			0,00		29,25	100,53
		58,96	0,09	12,65	0,00			0,00		28,97	100,69
		73,07	0,00	0,01	0,05	0,00		0,00		27,01	100,04
Antimonite	RB-301	73,36	0,00	0,00	0,04	0,00		0,01		26,96	100,37
		72,98	0,10	0,00	0,03	0,00		0,00		26,90	100,01
		73,02	0,04	0,00	0,04	0,00		0,01		27,46	100,57
		71,20	0,08	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,63	100,59

Obsah Au a Bi je pod medzou stanoviteľnosti
Au and Bi content is below the detection level

Tab. 2b

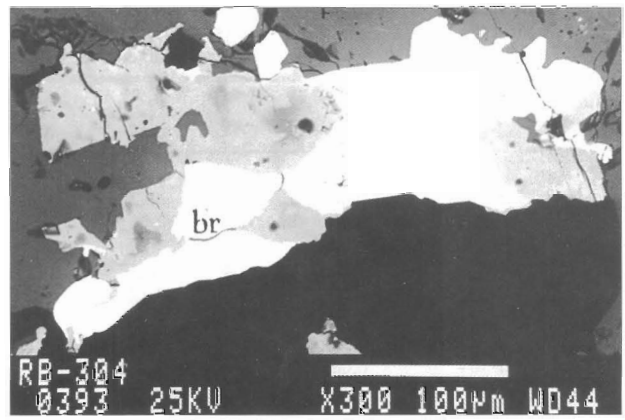
Minerál	Vzorka	hmot. % wt. % Pb	Sb	Cu	Fe	Co	Ni	Se	S	Spolu
		55,80	24,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06	19,50	100,03
		56,57	24,32	0,05	0,05	0,02	0,02	0,31	19,45	100,77
	RB-302	56,82	22,28	0,03	0,00	0,00	0,02	0,07	19,91	99,12
		59,20	22,20	0,05	0,00	0,03	0,04	0,12	19,31	100,94
		59,09	20,07	0,04	0,00	0,02	0,03	0,00	20,21	99,46
		58,99	22,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	19,20	100,75
Boulangerite		53,85	24,79						20,73	99,38
		55,35	24,92						20,01	100,28
		56,08	25,39						19,32	100,79
	RB-303	56,39	25,39						18,74	100,52
		57,83	26,51						19,26	100,61
		54,02	25,49						20,50	100,01
		55,44	25,60						19,95	100,99
		55,46	25,84						19,41	100,72

Obsah Au, As a Zn je pod hranicou stanoviteľnosti
Au, As and Zn content is below the detection level



Obr. 7. Pseudomorfózy zlata po ihličkách antimonitu v žilnom karbonáte (ložisko Pezinok–Kolársky vrch, Antimónová štôlňa). BSE.

Fig. 7. Stibnite needles replaced by gold in gangue carbonate (Pezinok deposit, Antimónová adit). BSE image.



Obr. 8. Mikrofotografia nehomogénneho tetraedritu (tmavšie zóny sú obohatené o Cu a Zn) br – bournonit, py – pyrit. BSE.

Fig. 8. Inhomogenous tetrahedrite grains (darker parts are Cu- and Zn-rich), br – bournonite, py – pyrite. BSE image.

Ernest sa zistili len alotriomorfne obmedzené zrná týchto Sb minerálov (obr. 6). Chemická charakteristika berthieritu je v tab. 2a.

Antimonit

Antimonit metasomaticky zatláča gudmundit (obr. 4) a intímne prerastá s berthieritom (obr. 6). Zvyčajne tvorí v kremeni agregáty alotriomorfne obmedzených zŕn.

Cotta a Fellenberg (1862) spomínajú z ložiska Au rúd Staré mesto aj „lúčovitý antimonit s jemne vtrúseným zlatom". Súčasný výskum vyšší obsah Au v antimonite nepotvrdil, ale v neďalekom ložisku Pezinok–Kolársky vrch sa v jednej vzorke antimonitovej rudy v karbonáte zistili pseudomorfózy zlata po ihliciach antimonitu (obr. 7), ktoré pomáhajú pri tvorbe predstavy o tomto type Au mineralizácie. Analyzátorom EDAX sa stanovila rýdzosť zlata pomerom: cca 70 % Au a 30 % Ag.

Tetraedrit–tennantit

Minerály tetraedritovo–tennantitového radu zo štôlne Ernest spravidla tvoria izolované zrná alebo agregáty (obr. 8) na kontakte s pyritom III, resp. vznikajú v kataklázach staršieho pyritu II (obr. 3). Vyznačujú sa veľkou nehomogénnosťou obsahu Cu a Zn. Obsah Ni a Bi je pod hrani-

Tab. 3a
Bodové analýzy minerálov tetraedritovo-tennantitového radu a bournonitu
Microprobe analyses of tetrahedrite-tennantite and bournonite

Tetraedrit–tennantit
Tetrahedrite–Tennantite

Vzorka	hmot. % wt. %										
	Pb	Sb	As	Zn	Cu	Fe	Co	Ni	Se	S	Spolu
	0,00	28,51	0,80	5,10	39,99	1,30	0,04	0,00	0,14	26,50	100,38
RB-301	0,00	25,00	1,88	5,20	39,10	1,71	0,00	0,00	0,00	27,00	99,88
	0,00	26,82	0,46	5,33	39,61	1,59	0,00	0,03	0,00	27,08	100,92
	3,25	28,58	0,00	0,00	41,82	1,92	0,00	0,00	0,00	24,74	100,31
RB-302	0,00	11,60	10,55	1,04	41,54	5,97	0,01	0,01	0,00	28,39	99,11
	0,00	24,83	1,07	2,13	40,24	5,09	0,00	0,01	0,00	26,40	99,77

Tab. 3b
Bournonit
Bournonite

Vzorka	hmot. % wt. %										
	Pb	Sb	As	Zn	Cu	Fe	Co	Ni	Se	S	Spolu
RB-301	42,57	26,49	0,00	0,00	12,94	0,03	0,00	0,01	0,02	17,85	99,92
	45,20	22,55	0,00	0,00	12,28	0,00	0,00	0,01	0,35	19,23	99,61

Obsah Au je pod hranicou stanoviteľnosti
Au content is below the detection level

Tab. 4b
Kryštalochemické vzorce vypočítané na základe analýz uvedených v tab. 1–3
Crystallochemical formulae calculated on basis of analyses given in tab. 1–3

Arzenopyrit – Arsenopyrite
$(Fe_{1.666}Co_{0.009})\ (As_{1.995}Sb_{0.013})S_{2.315}$
$(Fe_{1.923}Co_{0.004}Ni_{0.001})\ (As_{2.013}Sb_{0.001})S_{2.057}$
$(Fe_{2.038}Co_{0.003}Ni_{0.018})As_{1.873}S_{2.069}$
$(Fe_{1.941}Co_{0.004})(AsSb)S_{2.242}$

Pyrit I – Pyrite I
$Fe_{2.362}(Cu_{0.001}Ni_{0.008}Co_{0.004}As_{0.055}Sb_{0.0005})S_{4.566}$
$Fe_{2.005}(Cu_{0.001}Ni_{0.001}Co_{0.002}As_{1.162})S_{3.875}$
$Fe_{1.327}(Co_{0.001}As_{0.001})S_{2.671}$
$Fe_{1.341}(Co_{0.001}As_{0.001})S_{2.658}$
$Fe_{0.991}(Co_{0.0002})S_{1.995}$
$Fe_{1.351}(As_{0.001})S_{2.727}$
$Fe_{1.354}(Co_{0.001}As_{0.034})S_{2.611}$
$Fe_{1.354}(Co_{0.001}As_{0.022})S_{2.632}$

Pyrit II – Pyrite II
$(Fe_{1.351}As_{0.001}Co_{0.0003})S_{2.648}$
$(Fe_{1.003}Co_{0.0002})S_{1.997}$
$(Fe_{0.627}As_{0.001}, Co_{0.0003})S_{2.662}$
$(Fe_{1.337}Ni_{0.001}, Co_{0.0003})S_{2.661}$
$(Fe_{1.655}As_{0.001}, Ni_{0.002}, Co_{0.0003})S_{3.342}$
$Fe_{1.666}, S_{1.334}$
$(Fe_{0.982}Ni_{0.001})S_{2.017}$
$(Fe_{1.326}As_{0.008}, Ni_{0.002})S_{2.67}$
$(Fe_{1.326}As_{0.008}, Co_{0.001})S_{2.66}$

Gudmundit – Gudmundite
$(Sb_{1.738}As_{0.008})\ (Fe_{1.653}Zn_{0.003})S_{1.598}$
$(Sb_{1.726}As_{0.002})\ (Fe_{1.677}Ni_{0.002})S_{1.593}$
$Sb_{1.032}Fe_{1.006}S_{0.963}$
$Sb_{1.031}Fe_{1.005}S_{0.963}$
$Sb_{1.378}(Fe_{1.308}Co_{0.0005})S_{1.313}$
$(Sb_{1.755}Sn_{0.006})Fe_{0.027}S_{1.583}$
$(Sb_{1.729}As_{0.006}Sn_{0.004})Fe_{1.626}S_{1.613}$
$(Sb_{2.12}As_{0.007}Sn_{0.004})\ (Fe_{1.913}Zn_{0.003})S_{1.895}$
$(Sb_{2.12}As_{0.057}Sn_{0.004})\ (Fe_{1.927}Zn_{0.003})S_{1.879}$
$(Sb_{2.638}As_{0.076})\ (Fe_{2.652}Cu_{0.014}Ni_{0.012}Co_{0.011}Zn_{0.01})S_{2.587}$

Berthierit – Berthierite
$Sb_{1.239}(Fe_{0.542}Cu_{0.001})S_{2.219}$
$Sb_{1.51}(Fe_{0.695}Cu_{0.002}Zn_{0.001})S_{2.791}$
$(Sb_{1.76}As_{0.005})\ (Fe_{0.818}Cu_{0.001}Zn_{0.001})S_{3.415}$
$(Sb_{1.19}As_{0.0003})\ Fe_{0.555}S_{2.255}$
$(Sb_{0.834}As_{0.003})\ Fe_{0.561}S_{2.237}$

Antimonit – Antimonite
$(Sb_{1.663}Fe_{0.0005}Cu_{0.002})S_{2.334}$
$(Sb_{1.669}Cu_{0.002}Zn_{0.0004})S_{2.329}$
$(Sb_{1.665}As_{0.004}Cu_{0.001})S_{2.33}$
$(Sb_{2.057}As_{0.002}Cu_{0.002}Zn_{0.001})S_{2.938}$
$(Sb_{1.597}As_{0.003}Fe_{0.131})S_{2.269}$

Boulangerit – Boulangerite
$(Pb_{1.245}Cu_{0.001})\ (Sb_{0.938}Se_{0.004})S_{2.812}$
$Pb_{0.757}Cu_{0.001}Fe_{0.002}Co_{0.001}Ni_{0.001})\ (Sb_{0.524}Se_{0.011})S_{1.683}$
$(Pb_{1.524}Cu_{0.003}Ni_{0.002})\ (Sb_{1.017}Se_{0.005})S_{3.45}$
$(Pb_{1.864}Cu_{0.001}Co_{0.003}Ni_{0.004})\ (Sb_{1.189}Se_{0.01})S_{3.499}$
$(Pb_{1.583}Cu_{0.003}Co_{0.002}Ni_{0.003})\ Sb_{1.109}S_{3.499}$
$Pb_{1.065}\ (Sb_{0.691}Se_{0.003})S_{2.241}$
$Pb_{1.702}Sb_{0.55}S_{1.747}$
$Pb_{1.731}Sb_{0.56}S_{1.708}$
$Pb_{0.751}Sb_{0.578}S_{1.671}$
$Pb_{0.766}Sb_{0.587}S_{1.646}$
$Pb_{0.763}Sb_{0.6}S_{1.642}$
$Pb_{0.705}Sb_{0.566}S_{1.729}$
$Pb_{0.73}Sb_{0.573}S_{1.697}$
$Pb_{0.74}Sb_{0.587}S_{1.673}$

Tetraedrit – Tetrahedrite
$(Cu_{1.126}Zn_{0.14}Fe_{0.042})\ (Sb_{4.191}As_{0.019}Se_{0.003})S_{1.479}$
$(Cu_{1.013}Zn_{0.131}Fe_{0.05})\ (Sb_{3.379}As_{0.041})S_{1.3}$
$(Cu_{1.152}Zn_{0.151}Fe_{0.05}Ni_{0.001})\ (Sb_{4.071}As_{0.011})S_{1.561}$

$(Cu_{1.204}Pb_{0.029}Fe_{0.063})Sb_{4.293}S_{1.411}$
$(Cu_{2.066}Zn_{0.05}Fe_{0.338})\ (Sb_{0.301}As_{0.445})S_{2.809}$
$(Cu_{2.112}Zn_{0.109}Fe_{0.304})\ (Sb_{0.68}As_{0.48})S_{2.747}$

Bournonit – Bournonite
$Pb_{0.95}(Cu_{0.76}Fe_{0.399})Sb_{0.812}S_{2.0784}$
$Pb_{0.847}\ (Cu_{0.75}Fe_{0.354})Sb_{0.719}S_{2.329}$

cou stanoviteľnosti. Vo vzorke RB-302 sa zistil aj tennantit.

Ag tetraedrit (s obsahom až 17,78 % Ag), ktorý z Limbachu–Starého mesta opísal Andráš et al. (1990), sa v štôlni Ernest nenašiel.

Bournonit

Bournonit tvorí inklúzie do 30 μm (obr. 8). Jeho chemické zloženie je v tab. 3b.

Mikrotermometria fluidných inklúzií

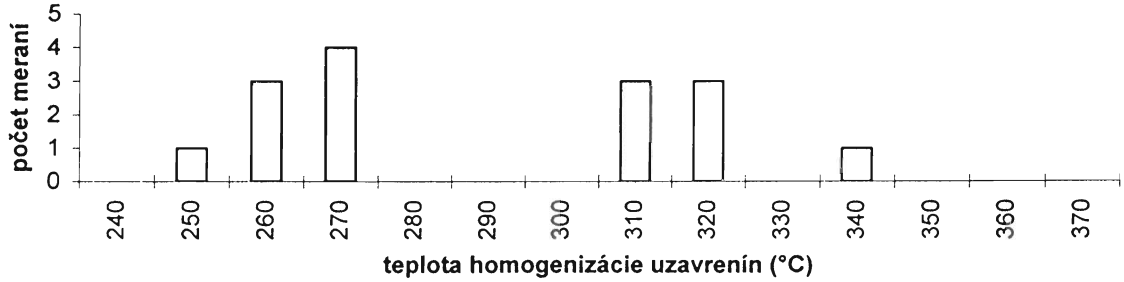
Pre malé rozmery fluidných uzavrenín – spravidla pod 2 μm (98 % prípadov) – prinieslo mikrotermometrické štúdium iba veľmi skromné informácie.

Sledovali sa sekundárne uzavreniny v kremeni. Všetky mali nepravidelný tvar, boli dvojfázové, s výraznou prevahou kvapalnej fázy – vodného roztoku nad plynovou bublinkou. Ich charakteristickou črtou je vystupovanie v paralelných pruhoch často prekračujúcich hranice zŕn jednotlivých kryštálov kremeňa. Línie uzavrenín vykresľujú priebeh puklín, ktoré v konsolidovanej hornine pravdepodobne vznikli pri tektonometamorfných procesoch. Pukliny boli vyhojené roztokmi, ktorých pozostatky sa zachovali v študovaných uzavreninách a z hľadiska vzťahu k hostiteľskému minerálu sú sekundárne.

Malé rozmery uzavrenín neumožnili získať informácie o zložení a koncentrácii uzavretých roztokov. Údaje o teplote homogenizácie roztokov sú na obr. 9. Roztoky tvoria dve skupiny: prvá vykazuje homogenizačnú teplotu 250–280 °C a druhá 310–350 °C. Údaje o teplote homogenizácie sa od skutočnej teploty roztokov pri tvorbe kremeňa a vyhojovania puklín môžu značne odlišovať, a preto sú iba informačné.

Diskusia

Au-kremenné zrudnenie v Limbachu Starom meste a Sb mineralizácia v oblasti Kolárskeho vrchu sa spra-



Obr. 9. Homogenizačná teplota sekundárnych dvojfázových uzavrenín v kremeni.
Fig. 9. Homogenization temperature of secondary two-phase inclusions in quartz.

vidla pokladali za dve samostatné zrudnenia. Predpoklad o ich genetickej súvislosti vyjadril už Polák a Rak (1979) a Polák (1986) a rovnako aj Cambel a Khun (1979), ktorí tak uvažovali podľa výskytu Sb mineralizácie v granitoidoch so Au-kremennou mineralizáciou. Andráš et al. (1990) tento náhľad podopreli aj výsledkami štúdia primárneho geochemického poľa obidvoch zrudnení, v ktorých zvýšený obsah As a Sb koreluje so zvýšeným obsahom Au rovnako v čiernych bridliciach s Sb mineralizáciou, ako aj v hydrotermálne alterovaných granodioritoch ložiska Limbach. Súčasný výskum, ktorý potvrdil výskyt Sb mineralizácie priamo v kremenných žilách (v granitoch bratislavského masívu) a pseudomorfózy zlata po antimonite v rude na Kolárskom vrchu, tento názor potvrdzujú.

Au sa z mriežky „zlatonosných kýzov" nemuselo uvoľňovať „až pri hypergénnom rozpade sulfidických minerálov", ako sa nazdával Döll (1899), ale už aj pri remobilizácii As-Sb rúd. Možno predpokladať, že Au-kremenná mineralizácia vznikla ako výsledok sekundárneho uvoľnenia Au zo staršieho zlatonosného sulfidického zrudnenia.

Zostáva otázkou, či sú opísané kremenné žily v štôlni Ernest s Sb mineralizáciou pokračovaním Au-kremenných žíl z oblasti Starého mesta, alebo sú odlišným zrudnením. Makroskopické znaky, povahu žíl a blízkosť obidvoch lokalít umožňujú vysloviť predpoklad o ich vzájomnej genetickej spätosti.

Záver

Súčasný výskum poskytol prvé údaje o charaktere mineralizácie v štôlni Ernest lokality Limbach. V bratislavskom granitoidnom masíve potvrdil výskyt kremenných žíl hrubých do 20 cm s Sb mineralizáciou, ktorú tvorí boulangerit, bournonit, minerály tetraedritovo-tennantitového radu, antimonit, gudmundit a berthierit.

Sekundárne fluidné uzavreniny v kremeni, ktoré pravdepodobne vznikli ako výsledok tektonometamorfných procesov vykazujú homogenizačnú teplotu v intervale 250–280 a 310–350 °C.

Výsledky výskumu potvrdili náhľad o možnej genetickej spätosti Au-kremennej mineralizácie s Sb rudami malokarpatských ložísk.

Poďakovanie. Práca vznikla vďaka podpore grantovej agentúry VEGA v rámci grantu GA 5158/98. Za analýzy ďakujeme RNDr. Pavlovi Simanovi, CSc., RNDr. Patrikovi Konečnému, Dr. Dušanovi Jančulovi a RNDr. Igorovi Holickému a za pomoc technickými prácami pani Nataši Halašiovej.

Literatúra

Andráš, P., Caňo, F., Nagy, G. & Ďurža, O., 1988a: Gold-bearing arsenopyrite of the Pezinok antimonite deposit. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 39, 1, 87–98.*

Andráš, P., Caňo, F. & Nagy, G., 1988b: K charakteristike zlatonosného pyritu na ložisku Pezinok-Kolársky vrch, Vinohrady. *Mineralia Slov., 20, 5, 463–471.*

Andráš, P., Jeleň, S. & Caňo, F., 1990: Paragenetické vzťahy zlato-kremenného zrudnenia s antimónovými rudami ložiska Pezinok. *Mineralia Slov., 22, 7, 429–435.*

Andráš, P. & Ragan, M., 1995: Sulfidické rudy s „neviditeľným" zlatom na Slovensku. *Mineralia Slov., 27, 57–63.*

Andráš, P., Wagner, F. E., Ragan, M., Friedl, I., Marcoux, E., Caňo, F. & Nagy, G., 1995: Gold in arsenopyrites from Pezinok deposit (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Carpath., 46, 6, 335–342.*

Bergfest, A., 1952: Baníctvo v Pezinku a v jeho okolí. *Manuskript – archív Geofond, Bratislava, 50.*

Cambel, B., 1959: Hydrotermálne ložiská v Malých Karpatoch, mineralógia a geochémia ich rúd. *Acta. geol. geogr. Univ. Comen., Geogr., 3, 538.*

Cambel, B. & Khun, M., 1979: Distribúcia a korelácia stopových prvkov v čiernych bridliciach kryštalinika Malých Karpát. *Mineralia Slov., 11, 507–520.*

Cotta, B. & Fellenberg, E., 1862: Die Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgen, Gangstudien, IV, Freiberg, 236.

Döll, E., 1899: Das Gold von Bösing. Vehr. Vereins für Natur und Heilkunde zu Pressburg (Bratislava), 43.

Polák, S. & Rak, D., 1979: Zlato v antimonitovom ložisku v Pezinku. *Mineralia Slov., 11, 553–554.*

Polák, S., 1986: Au a Au-Sb zrudnenie v oblasti Pezinka. *Mineralia Slov., 18, 517–524.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 291–296

Nové výsledky geologického prieskumu 1. žilného systému kremnických drahokovových žíl

BORIS BARTALSKÝ[1] a OLIVER FINKA[2]

[1]Kremnica Gold, a. s., Kukučínova 20, 974 01 Banská Bystrica, Slovakia
[2]Kremnica Gold, a. s., Banská cesta-šachta Ludovik, 967 01 Kremnica, Slovakia

(Doručené 9. 4. 199)

Up-to-date results of the geological exploration on the 1st vein system of the Kremnica precious metal veins

Intensive geological exploration, financed by Argosy Mining Corp., Vancouver, increased the volume of the gold ores reserves in the Kremnica Ore Field by more than three times. Technological research confirmed adequate recovery when using similar methods as in the past. The specific costs for processing of the ore were estimated and the economical model of the opening of the deposit was outlined.

Key words: Central Slovakia neovolcanic rocks, Kremnica, Au-Ag mineralization, up-to-date results of the drilling exploration, increase of reserves, recovery

Úvod

Zlato sa v Kremnici ťažilo skôr, ako Karol Róbert roku 1328 udelil baníckej osade „Cremnych bana" mestské, banícke a minciarske výsady. Historicky dokumentovaná 670-ročná existencia baníctva v tejto oblasti bola spätá s intenzívnou exploatáciou rúd s obsahom Au a Ag v stovkách žíl na ploche 25 km^2. Ťažobný potenciál rajónu sa sústreďoval v dvoch hlavných žilných systémoch. V raných časoch to bol systém žíl Schrämen, Hlavná, Kirchberg (1. žilný systém), neskôr Žigmund a Juraj (2. žilný systém; obr. 1).

Kremnica bola jedným z najvýznamnejších producentov Au na Slovensku. Dovedna sa vyrobilo okolo 46 000 kg Au. Ťažilo sa povrchovým aj hlbinným spôsobom až do roku 1970, keď sa ťažba skončila. Pokusná povrchová ťažba chudobných Au, Ag rúd a ich spracúvanie priamym lúhovaním sa obnovili roku 1986. Výsledky boli pozitívne, avšak spoločenské zmeny skončili roku 1992 aj toto úsilie.

Kanadská spoločnosť Argosy Mining Corp. z Vancouveru nadviazala roku 1995 obchodné kontakty s Kremnickou banskou spoločnosťou, s. r. o., ktorá bola držiteľom dobývacieho priestoru v Kremnici. V marci 1997 s. r. o. Argosy Slovakia (dcérska spoločnosť) a Kremnická banská spoločnosť, s. r. o., vytvorili spoločnosť Kremnica Gold, a. s., ktorá teraz v geologickom prieskume pokračuje. Kremnická banská spoločnosť, s. r. o., svoj podiel neskôr predala a. s. Kremnica Gold.

Kremnica Gold vykonáva geologický prieskum v Kremnici s cieľom potvrdiť a rozšíriť zásobu rúd s nízkym obsahom Au v 1. žilnom systéme, ktoré zistili Rudné bane v 80. rokoch. Na to sa odvŕtalo 79 vrtov s priemernou hĺbkou 150 m. Vrtný prieskum indikuje, že Au mineralizácia je významnejšia v smerovom aj hĺbkovom pokračovaní, ako sa doteraz predpokladalo.

Základná geologickoložisková charakteristika 1. žilného systému

Ložisko Au–Ag rúd Kremnica sa nachádza v centrálnej časti Kremnických vrchov. Lexa (in Konečný et al., 1983) pri stratigrafickom členení stredoslovenských neovulkanitov vydelil vo vulkanitoch Kremnických vrchov 13 vulkanických formácií s časovým rozpätím spodný báden až panón (16,5 ± 0,5 mil. rokov až 9,1 ± 0,4 mil. rokov). Dominantným štruktúrnym prvkom územia je priekopová prepadlina (kremnický graben) smeru S–J, sformovaná na konci bádenu a v spodnom sarmate, ktorá sa zúčastňuje na výraznom morfologickom členení vulkanického podložia. Podložie vulkanického komplexu Kremnických vrchov v severnej a južnej časti tvorí vápenec a dolomit mezozoika a na Z a V je vyvinutý centrálno-karpatský paleogén.

Oblasť ložiska, v ktorej sa vykonali technické práce, buduje zlatostudnianska formácia, ktorú reprezentujú propylitizované intruzíva a efuzíva pyroxenického a amfibolicko-pyroxenického andezitu, pyroxenicko-amfibolického dioritu a porfyritov pyroxenického andezitu vrátane pyroxenicko-amfibolitového dioritu. Jej podložie tvorí staršia kordícka formácia tmavých, vulkanosedimentárnych hornín. Najmladšiu, jastrabskú formáciu tvoria ryolitové dajky, ktoré štruktúrne sprevádzajú žily 1. žilného systému.

1. žilný systém má dĺžku 6,5 km. Tvorí ho mineralizo-

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 313–328

ABSTRAKTY/*ABSTRACTS*

Zlato v zlepencoch krynickej jednotky magurského flyšu

MICHAL MAŤAŠOVSKÝ

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

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold in conglomerates of Krynica unit, Magura flysch

Question of gold occurrence in flysch belt is not sufficiently answered until now. We obtained new facts about occurrences and chemical composition of gold in Strihovce Beds. Following study of distribution of gold in Strihovce Beds could lead to estimation of gold reserves in Magura unit of East Slovakian flysch belt.

Key words: Strihovce Beds, conglomerates, distribution of gold

Zlato vo flyši prví našli ruskí geológovia na Ukrajine v polovici 50. rokov. Na začiatku 60. rokov sa našlo aj u nás na S od Vihorlatu (Križáni, 1974). Šlichovú prospekciu v magurskom flyši a v centrálnokarpatskom paleogéne urobil Križáni (1976).

Študované územie je v Laboreckej vrchovine 5 km na S od Humenného v oblasti pravostranných prítokov potoka Ľubiška. Budujú ho strihovské vrstvy strednoeocénneho až vrchnoeocénneho veku. Litologickou náplňou strihovských vrstiev je pieskovec a zlepenec s preplástkami ílovca a zdrojovou oblasťou tzv. juhomagurská kordiléra, ktorá bola situovaná na J–JV od súčasnej pozície magurskej jednotky (Mišík et al., 1991). Hrúbka zlepencových vrstiev je maximálne 3 m s obliakmi veľkými 0,5–10 cm. V obliakoch je zastúpený dolomit, vápenec, rohovec, kremenec, pieskovec, porfýry, melafýry, granit, žilný kremeň a granátové svory (Leško a Samuel, 1968).

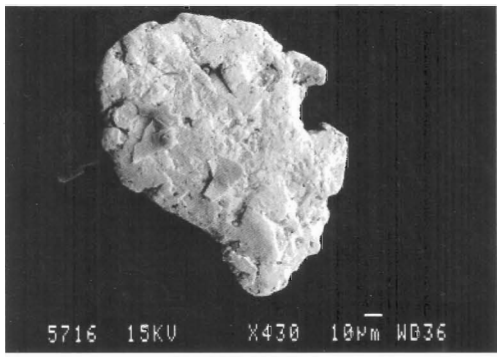
Orientačným odberom šlichov (25 vzoriek) a podrobným účelovým geologickým mapovaním (najmä odkryvov v zárezoch potokov) sme zistili pozitívnu koreláciu medzi anomáliami Au a výskytom zlepenca. Odobrali sa vzorky zlepenca v hmotnosti 3 kg a z nich sa získala ťažká frakcia. Vyseparovali sme zirkón (na štúdium typológie) a zlato. Zlato sa študovalo v odrazenom svetle a na rtg. elektrónovom mikroanalyzátore JEOL 840 JXA metódou SEM v odrazených elektrónoch (BSE) a vlnovodisperznou analýzou (WDS).

Geologickým mapovaním sme zistili, že množstvo zlepenca v študovanom území stúpa od S na J rovnako ako obsah zlata v alúviách potokov. Hrúbka vrstiev sa pohybuje od 60 cm do 15 m a veľkosť obliakov od 0,5 do 30 cm. Časté je gradačné zvrstvenie. Priemerný obsah kremeňa zistený planimetrickou analýzou je 63,9 % (vrátane SiO_2 v obliakoch granitu) a obsah karbonátov 11,5 %. Z ťažkých minerálov zistených v zlepenci dominuje granát, ilmenit, rutil, zirkón a leukoxén. Chudobnejšie je zastúpený epidot, turmalín, apatit, pyrit a pyroxény.

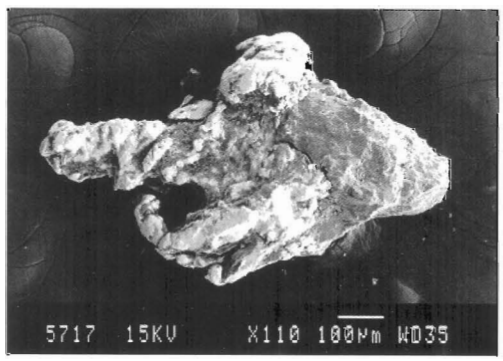
Z morfologických tvarov zlatiniek prevládajú oválne silne poprehýbané pliešky 0,X–1 mm (obr. 1). Sporadicky sa vyskytujú drobné nuggety. Priemerná hmotnosť zlatiniek je 0,04 mg. Okraje zlatiniek bývajú rozstrapkané a v zlatinkách sú pozorovateľné odtlačky iných minerálov. Zlato prerastené priehľadným kremeňom (obr. 2) je odlišného morfologického typu. Má kríčkovitý habitus. Farba všetkých zlatiniek je žltá, charakteristická pre zlato vysokej rýdzosti. Ojedinele sú časti zlatiniek čierne, pravdepodobne od povlaku oxidov a hydroxidov Fe a Mn. Obsah Au sa pohybuje od 83,26 do 97,89, priemerne 88,89 hmot. % a Ag od 0,63 do 15,27, priemerne 9,9 hmot. % (obr. 3). Obsah ostatných sledovaných prvkov (Fe, Te, Sb, Bi, Hg a Cu) je maximálne 0,63 hmot. % (Bi). Obsah Au v centrálnej časti zlatiniek je nižší ako v leme. Križáni (1976) to pripisuje elektrochemickému rozpúšťaniu zlata. V zlatinke prerastenej kremeňom sa Ag nevylúhuje a vzniká lem bohatý na Au.

Možnosť vzniku zlata hydrotermálnoepigeneticky sa nepredpokladá (Slávik in Križáni, 1976), pretože zlato je pomerne rovnomerne rozptýlené na celom území a nevytvára také významné anomálie ako rumelka. Najpravdepodobnejší je synsedimentárnoklastogénny pôvod zlata, ale otázka jeho vystupovania vo flyšových fáciách nie je zodpovedaná. Je rovnomerne dispergované v celej mase pieskovca alebo sa koncentruje na báze súvrstvia v rámci zlepencovo-pieskovcovej fácie (Križáni, 1976). Časť zlata dodávaného do sedimentačného bazéna strihovských vrstiev asi pochádza z kremenných žíl juhomagurskej kordiléry.

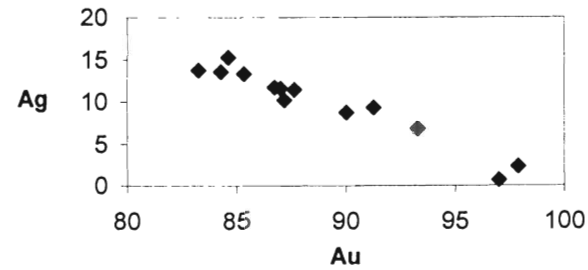
Zlato sa v strihovských vrstvách viaže výlučne na zlepenec, jednak na matrix (opracované zlatinky), jednak na obliaky kremeňa. Väzbu zlata (veľkostne porovnateľného so zlatom zo strihovského zlepenca) v recentných riečnych sedimentoch na polohy štrkových náplavov sme zistili aj v alúviu Dunaja a Tople. Podľa doterajších výsledkov konštatujeme, že zlato je v strihovských vrstvách krynickej jednotky magurského flyšu indexovým minerálom zlepenca.



Obr. 1. Alotriomorfný agregát Au s kremeňom z rozdrvenej horniny.
Fig. 1. Anhedral aggregate of gold overgrown with quartz. Obtained from crushed rock.



Obr. 2. Plochá vyvalcovaná zlatinka z rozdrvenej horniny.
Fig. 2. Absolutely worn gold flake obtained from crushed rock.



Obr. 3. Graf pomeru Au/Ag v zlatinkách zo strihovského zlepenca.
Fig. 3. Au-Ag ratio in the flakes from Strihovce conglomerates.

Podrobné geologické mapovanie (aspoň typového územia) by spolu s ďalším štúdiom zlatonosnosti telies zlepenca mohlo viesť k odhadu prognóznej zásoby Au v krynickej jednotke, ktorú Böhmer a Knésl (1987) do svojho odhadu potenciálu zlatonosnosti Západných Karpát nezahrnuli.

Literatúra

Böhmer, M. & Knésl, J., 1987: Hlavné metalogenetické typy Au zrudnenia v Západných Karpatoch. *In: Jarkovský, J. & Beňka, J. (Eds.): Zlato v Západných Karpatoch. GÚDŠ, Bratislava, 11–16.*

Križáni, I., 1974: Šlichová prospekcia vo flyši a neovulkanitoch východného Slovenska. *Geol. Průzk., 8, 230–235.*

Križáni, I., 1976: Vysoké Tatry–Prešov západná časť. [Záverečná správa.] *Manuskript – Geofond, Bratislava.*

Leško, B. & Samuel, O., 1968: Geológia východoslovenského flyšu. *Veda, Bratislava, 245.*

Mišík, M., Sýkora, M. & Jablonský, J., 1991: Strihovské zlepence a juhomagurská kordiléra. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 14, 7–72.*

Au potenciál štiavnicko-hodrušského rudného obvodu

Au potential of the Štiavnica–Hodruša ore district

JAROSLAV LEXA[1] a MILAN TRÉGER[2]

[1]Geologická služba SR, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava
[2]Geologická služba SR, Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves

(Doručené 9. 4. 1999)

The Štiavnica–Hodruša ore district is situated in the central zone of a large Neogene andesite stratovolcano with the extensive subvolcanic intrusive complex, sizeable caldera and remarkable resurgent horst. Following volcanic hosted mineralizations have been recognized: 1. *High-sulphidation systems at Šobov and Varta*, related to the diorite, respectively granodiorite porphyry intrusions. 2. *Magnetite skarn deposits and occurrences* at contacts of the granodiorite pluton with Mesozoic carbonate rocks. 3. *Stockwork/disseminated base metal deposit* along an irregular network of the granodiorite pluton and in remnants of basement rocks. 4. *Porphyry/ /skarn copper deposits and occurrences* related to granodiorite/ /quartz-diorite porphyry dyke clusters and stocks around the granodiorite intrusion. 5. *Intrusion related "mesothermal" gold deposit* in andesitic environment just above the granodiorite intrusion. 6. *Hot spring type advanced argillic systems* in the caldera filling. 7. *Vein type low-sulphidation epithermal precious/base metal deposits and occurrences* at faults of the resurgent horst. 8. *Replacement precious/base metal mineralization* of a limited extent in the Mesozoic carbonate rocks next to epithermal veins. 9. *Low temperature Au ± Hg, Sb, As mineralization* in rhyolite extrusive domes around the resurgent horst.

Our view of the remaining gold potential of the district, following almost one thousand years of exploatation, is not too optimistic. With the present price level

of gold and silver only potential new occurrences of the "mesothermal" gold mineralization with grades up to 10 g/t known from the Rozália mine are considered as economic resources. Gold grades 3–5 g/t of known epithermal veins and related metasomatic ores rank their remaining potential among subeconomic resources. The same applies to gold-bearing porphyry/skarn type mineralization at Sklené Teplice–Vydričná dolina with grades 0.25–0.4 % Cu and 0.6–1 g/t Au at the depth 0–200 m. Other gold-bearing porphyry/skarn occurrences are not considered even subeconomic because of the great depth of mineralization. Magnetite skarn occurrences are not gold-bearing. Occurrences of the low temperature Au ± Hg, Sb, As mineralization in rhyolites and Carlin-like mineralization in Mesozoic dolomites are not of economic interest. Gold potential of the high-sulphidation systems at Šobov and Varta as well as the hot spring type systems of the caldera stage is worthy of further investigation.

Štruktúrno-tektonické a mineralogické pomery Au mineralizácie v bani Rozália (Hodruša–Hámre)

Structural-tectonic and mineralogical conditions of Au-mineralization in Rozália mine (Hodruša–Hámre)

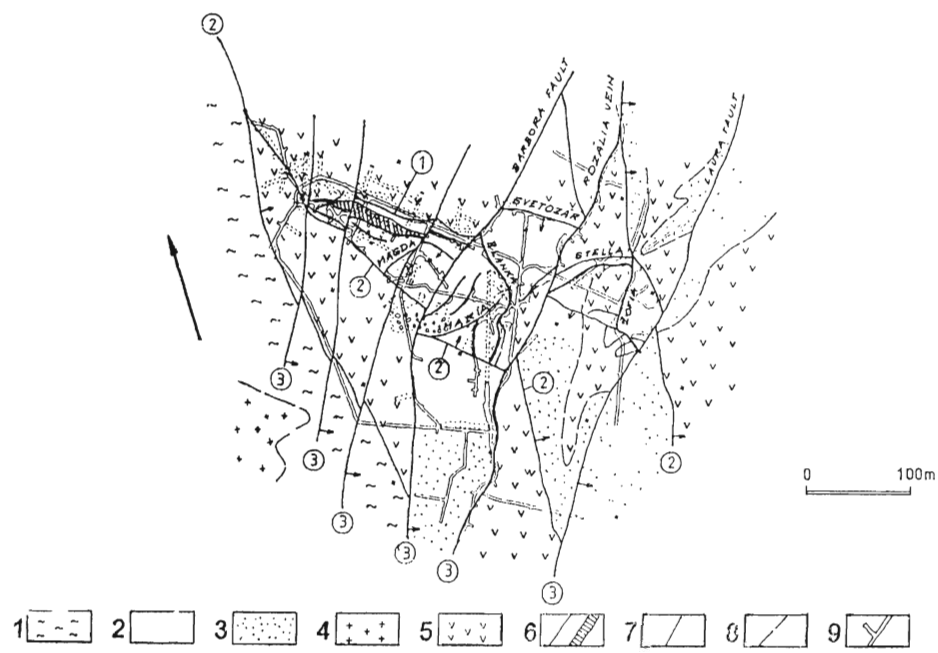
JOZEF ŠÁLY a JÁN PRCÚCH

Slovenská banská, s. r. o., 966 61 Hodruša–Hámre 388

(Doručené 9. 4. 1999)

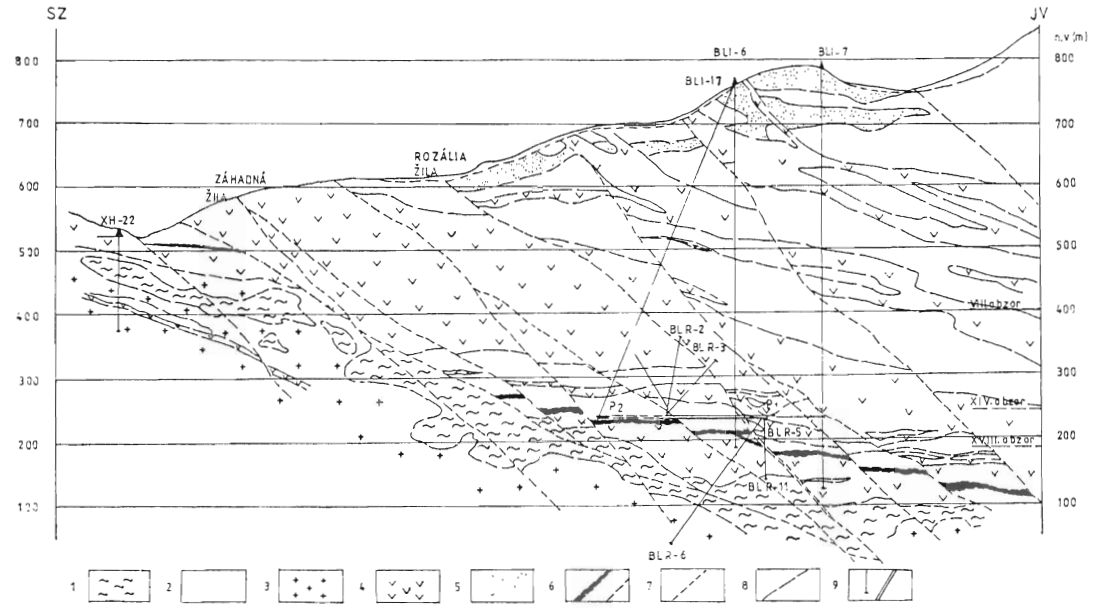
Drahokovové ložisko Hodruša–Hámre charakterizovali práce viacerých autorov (Šály a Lepeň, 1994; Šály, 1996; Šály a Veselý, 1997; Kalinaj a Bebej,1991; Maťo a Bebej, 1994; Maťo et al., 1996; Sasvári a Schmidt,1994). Po časovom odstupe a získaní nových poznatkov uvádzame aktualizovaný štruktúrno-tektonický vývoj ložiska a charakter jeho mineralizácie.

Štruktúrnou analýzou neogénneho vývoja ložiska sa preukázala rotácia napäťového poľa zo Z na V (obr. 1). V **spodnom a stredom bádene** (predkalderové štádium) sa sformovala základná horninová stavba územia s pyroxenickým, pyroxenicko–amfibolickým andezitom, intrúziou granodioritového plutónu a sillu granodioritového až kremitodioritového porfýru. Pretrvávala kompresia v smere SSZ–JJV až SZ–JV s extenziou v smere SV–JZ. Toto napäťové pole ovplyvnilo mechanizmus umiestnenia intruzívneho komplexu a otváranie subhorizontálnych extenzných štruktúr smeru SZ–JV s mezotermálnou mineralizáciou, zaraďovanou do postkonsolidačného štádia porfýrového sillu.



Obr. 1. Štruktúrno-tektonický vývoj ložiskového územia Hodruša–Hámre, XIV. obzor bane Rozália – zjednodušené (Šály, 1999).
1 – mezozoické sedimenty, 2 – pyroxenický andezit, 3 – pyroxenický andezit bez rudných žíl, 4 – granodiorit, 5 – kremitodioritový porfýr, 6 – kremenné žily, 7 – zlomy, 8 – kontakty hornín, 9 – banské diela. 1 2 3 – vývojové poradie zlomov.

Fig. 1. Structural-tectonic development of deposit area Hodruša–Hámre, 14th level of Rozália mine – simplified (Šály, 1999).
1 – Mesozoic sediments, 2 – pyroxene andesite, 3 – pyroxene andesite without ore vein, 4 – granodiorite, 5 – quartz diorite porphyry, 6 – quartz vein, 7 – faults, 8 – limits of rock, 9 – mining workings. 1 2 3 – order of faults development.



Obr. 2. Geologický rez ložiskom Hodruša–Hámre (Šály, 1999). 1 – mezozoické horniny, 2 – pyroxenické, amfibolicko-pyroxenické andezity, 3 – granodiorit, 4 – granodioritový a kremitodioritový porfýr, 5 – amfibolicko-biotitický andezit, 6 – kremenné žily, 7 – tektonické poruchy, 8 – kontakty hornín, 9 – vrty, banské chodby.

Fig. 2. Geological profile through the Hodruša–Hámre deposit (Šály, 1999). 1 – Mesozoic rocks, 2 – pyroxene, amphibole-pyroxene andesite, 3 – granodiorite, 4 – granodiorite and quartz diorite porphyry, 5 – amphibole-biotite andesite, 6 – quartz vein, 7 – tectonic dislocation, 8 – limits of rocks, 9 – drillings, mining workings.

Vo **vrchnom bádene**, t. j. v období maximálnej subsidencie centrálnej zóny, smer kompresie rotoval cez SZ–JV do smeru S–J. V ložiskovej oblasti sa to prejavuje mohutnými poklesmi so sklonom 20–40° na juh. V **sarmate** pretrvávalo napäťové pole s kompresiou smeru SV–JZ a s extenziou v smere SZ–JV. Korešponduje to s postkalderovým štádiom formovania hrastu a s ním spätého systému epitermálnych žíl a epitermálnej drahokovovej mineralizácie.

V **panóne až pliocéne** sa napäťové pole reorientovalo spätne do smeru S–J. Prejavilo sa to vznikom otvorených kavernóznych porúch s minimálnym pohybom.

Charakter mineralizácie v novšie dobývaných žilných štruktúrach je v podstate rovnaký, ako sa doteraz uvádzal v literatúre (Kalinaj a Bebej, 1992; Maťo a Bebej, 1994; Maťo et al., 1996; Prcúch, 1997). Z nerudných minerálov sa ako nový zistil sadrovec, ktorý tvorí nerovnako hrubé žilky (maximálne 10 cm) v miestach porušenia žíl mladšími poruchami smeru S–J. Nachádza sa v asociácii s galenitom, chalkopyritom, sfaleritom, kremeňom (tvoria kryštály veľké niekoľko mm) a s karbonátmi – kalcit a Mn kalcit(?). Výskyt sadrovca často korešponduje s výskytom makroskopického zlata. Vo forme nepravidelných žiliek a hniezd v silicifikovanom pyroxenickom andezite vystupuje cinopel. Je v asociácii s kremeňom a pyritom. Nie je súčasťou rudných žíl.

Častejšie sa zisťovalo makroskopicky viditeľné zlato vo forme: 1. samostatne vtrúsených zlatiniek v kremeni, 2. vtrúsenín v kremeni spolu s galenitom, sfaleritom a chalkopyritom, 3. samostatných žiliek (veľmi husto vtrúsené zlatinky v kremeni) lemovaných galenitom, sfaleritom alebo chalkopyritom hrubých až 1 cm, 4. vtrúsenín v galenite, s výraznou afinitou zlata ku galenitu.

V súčasnosti sa v rámci komplexného hodnotenia ložiska plnia výskumné programy zaoberajúce sa podrobnou petrograficko–geochemickou charakteristikou hornín, mineralogickým výskumom žilných štruktúr, štruktúrno-tektonickými aspektmi stavby ložiska a tvorbou genetického, resp. typového modelu opísanej mineralizácie.

Literatúra

Kalinaj, M. & Bebej, J., 1992: Mineralogické, petrografické a geochemické štúdium Au mineralizácie na XIV. obzore žily Rozália. *Manuskript – archív GÚ SAV, Banská Bystrica, 138.*

Maťo, Ľ., Sasvári, T., Bebej, J., Kraus, I., Schmidt, R. & Kalinaj, M., 1996: Štruktúrne kontrolovaná žilná mezotermálna zlato-kremeňová a epitermálna drahokovovo-polymetalická mineralizácia v hodrušskom rudnom poli, stredoslovenské neovulkanity. *Mineralia Slov., 28, 455–490.*

Maťo, Ľ. & Bebej, J., 1994: Zhodnotenie Au-mineralizácie na XIV. obzore Rozália bane v Banskej Hodruši. *Manuskript – archív Slovenská banská, s. r .o., Hodruša–Hámre, 158.*

Prcúch, J., 1997: Mineralogický výskum Au ložiska v bani Rozália. *Spravodaj, Banský výskum, Prievidza, 3–5, 216–220.*

Sasvári, T. & Schmidt, R., 1994: Štruktúrno-geologická a paleonapäťová analýza rudného poľa žily Svetozár na 14. obzore bane Rozália v Banskej Hodruši. *Manuskript – archív BFTU, Košice, 104.*

Šály, J. & Lepeň, I., 1994: Hodruša–Rozália žila, Au, VP. Au-Ag ruda. Záverečná správa a výpočet zásob. *Manuskript – archív Slovenská banská, s. r. o., Hodruša–Hámre, 142.*

Šály, J., 1996: Vyhodnotenie mineralogického štúdia žilných štruktúr na ložisku Hodruša–Rozália baňa. *Manuskript – archív Slovenskej banskej, s. r. o., Hodruša–Hámre, 9.*

Šály, J. & Veselý, M., 1997: Najnovšie výsledky ložiskového geologického prieskumu v hodrušsko–vyhnianskom revíre v oblasti Vyhne–Klokoč a Hodruša–baňa Rozália, zameraného na Au mineralizáciu. *Spravodaj, Banský výskum, Prievidza, 3–5, 221–232.*

Ložisko Au polysulfidickej mineralizácie Dve vody–Karol v Ďumbierskych Tatrách

JOZEF MICHÁLEK[1] a MARTIN CHOVAN[2]

[1]EnviGeo, s. r. o., Kynceľova 10, 974 11 Banská Bystrica
[1]Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

(Doručené 9. 4. 1999)

Au polysulphidic deposit Dve vody–Karol (Ďumbierske Tatry Mts.)

Deposit lies in Variscan crystalline schists, on the south slopes of the mountains. Au–mineralization is developed mainly in the stockwork Karol. Stockwork is a linear, gold-bearing structure based on the axial plane of folds of NW–SE direction. Parallel vein structure has total thickness up to 80 meters. Grains of gold are bounded to quartz–pyrite–arsenopyrite mineral assemblage, less to the Sb, Pb and Cu sulphides and sulphosalts. Silver is bounded in tetrahedrite and bournonite of siderite assemblage. Content of silver in galena and sulphosalts assemblage is lower.

Key words: gold-bearing structure, mineral assemblages

Na južných svahoch rudného rajónu Ďumbierske Tatry sa v posledných rokoch vykonali geologické práce s cieľom overiť indície Au mineralizácie. Práce sa koncentrovali do oblasti s najvyšším stupňom prognóznej hodnoty v prvom rade na indície Sb-Au mineralizácie historického ložiska Dve vody.

Ložisko Dve vody–Karol je v doline Dve vody a Štellerovej doline 15 km na S od obce Dolná Lehota v horskom teréne s výškou 700–1400 m n. m. Územie je súčasťou NAPANTu , čo podstatne ovplyvnilo charakter a rozsah geologických prác. S ostatnými rudnými lokalitami oblasti patrí ložisko medzi tie, na ktorých sa vykonávali kutacie a exploatačné práce od 18. stor. až po súčasnosť. Kutalo sa na Au, Ag, Sb, Pb a Fe rudy, ktorých výskyt podmienil vznik horehronského baníctva a hutníctva.

Ložisko Dve vody–Karol vystupuje v horninách ďumbierskeho kryštalinika s dominantným zastúpením telies biotitickej a dvojsľudnej ruly postihnutej nerovnakým stupňom migmatitizácie, mylonitizácie a hydrotermálnej alterácie. V niektorých častiach územia sa zistili žily a telesá pegmatitov, miestami s blokovým vývojom. Na viacerých miestach územia sa identifikovali telesá granitoidného zloženia, ktoré sú pravdepodobne palingénnym produktom okolitých kryštalických bridlíc. Súčasťou horninového prostredia sú amfibolity a amfibolická rula, ktoré často vystupujú v podobe jadier vrás alebo tvoria ložné polohy v rulovom komplexe.

Ložisko je na periférii zlomu Štellerovej doliny, patriaceho do mýtňanského zlomového systému. Zlom je v osovej rovine vrásy a tvorí základ lineárnych štruktúr kreovaných v troch deformačných štádiách. Výsledkom je žilníkové teleso Karol ako lineárna štruktúra v smere SZ–JV. Žilník tvorí systém hlavných žilných štruktúr smeru SZ–JV v kombinácii s diagonálnymi a priečnymi puklinovými systémami, ktoré sú základom naložených žilných systémov. V systéme puklín smeru V–Z vznikli žily s galenitom a antimonitom a v systéme smeru SSV–JJZ žily sideritu s tetraedritovo-bournonitovým zrudnením.

Hlavným rudným minerálom ložiska bol v čase exploatácie antimonit vystupujúci vo forme šošoviek, hniezd, žiliek a impregnácií v kremeni a v ultramylonite okolitých hornín spolu so zmesou sulfidov a sulfosolí Sb, Pb, As, Cu. Miestami tvorí aj rudné pne bohatej liatej rudy, ktorá bola pravdepodobne hlavným predmetom ťažby. Podľa niektorých zdrojov sa okrem kusovej, ručne triedenej rudy ťažila aj flotačná ruda s obsahom 2,3–5,0 % Sb. Ruda obsahovala aj významný podiel Au (2,5–5,5 g/t) viažuceho sa na sulfidy aj kremeň, pričom prevažná časť Au vystupuje vo forme zlatiniek mikroskopickej formy. Žily sideritu s Cu sulfosoľami obsahujú významný podiel Ag (do 120 g/t). Nižší obsah Ag sa zistil aj v rude s galenitom.

Na ložisku sme zistili niekoľko typov mineralizácie. Pyritovo-arzenopyritovú reprezentuje jemnozrnný impregnačný typ zrudnenia, lokalizovaný na kremenné žily alebo na okolité silne hydrotermálne alterované horniny. Karbonáty sú veľmi hojné a vystupujú samostatne alebo so sulfosoľami a antimonitom a spolu s pyritom, arzenopyritom a sfaleritom vytvárajú samostatnú minerálnu asociáciu. V galenitovej mineralizácii sa vyskytujú aj Pb-Sb sulfosoli a hojný je pyrit. V žilách sideritu sa nachádzajú sulfidy Cu, hlavne bournonit a tetraedrit.

Au vo forme zlatiniek je najmä súčasťou jemnozrnnej pyritovo-arzenopyritovej mineralizácie. Voľné zlato sa zistilo v prevažnej väčšine vzoriek a podľa analýz rudniny z haldového materiálu nevykazuje vo vzorkách významnú koreláciu s As. Rýdzosť zlata je vysoká (950–980). V niekoľkých ojedinelých vzorkách sa zistila výrazná kladná korelácia Au a As, ktorá sa dá vysvetliť prítomnosťou „neviditeľného" zlata v hrubozrnnom arzenopyrite. Voľné, viditeľné zlato sa v týchto vzorkách nezistilo. Okrem toho sa zlato našlo v asociácii so sulfosoľami. Vzácne sa Au (s rýdzosťou okolo 700) nachádzalo aj v asociácii s galenitom.

Ag sa zistilo vo vzorkách sideritovej mineralizácie. Vystupuje v tetraedrite, v menšom množstve v bournonite. V galenitovej a sulfosoľovej mineralizácii je obsah Ag nižší.

Podľa predbežných výsledkov technologického výskumu možno z rudného materiálu žilníka Karol vyrobiť Au koncentrát flotáciou, čo môže hodnotu tohto ložiska zvýšiť.

Žilník Karol bol otvorený a čiastočne aj exploatovaný v štyroch štôlňach v Štellerovej doline. Pre náročný prístup neboli banské práce rozsiahle. Predpokladáme, že sa z ložiska vyťažilo do 5 kt Sb-Au rudy. Okrem toho sa kutalo aj na Cu sideritových žilách. O ich rozsahu nie sú vierohodné podklady. Historický význam má aj kutanie na Fe rudy (oxidické a karbonátové). Ich stopy sú takmer v celom ložiskovom území, kde spravidla sprevádzajú výrazné zóny mylonitizácie. Ložisko po detailnom preskúmaní môže byť zdrojom významnej zásoby Au (Sb, Pb, Ag) rúd.

Alluvial gold in Nižná Boca (Nízke Tatry Mts.)

ALEXANDER SMIRNOV

Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava
smirnov@fns.uniba.sk

(Doručené 9. 4. 1999)

Aluviálne zlato pri Nižnej Boci (Nízke Tatry)

Zlatinky z aluviálnych náplavov potoka Boca sa vyznačujú morfologickou rozmanitosťou. Chemickým zložením zodpovedajú zlatu až elektru (max. obsah Ag 29 hm. %). Pri transporte vo vodnom prostredí sa z okrajov zlatiniek vylúhovalo Ag, a tak vznikol lem obohatený o Au.

Key words: Nižná Boca, Nízke Tatry, gold, morphology, gold-rich rim, electrum

The surroundings of Nižná Boca village have rich and famous history associated with the historical exploitation of gold and stibnite ore. Originally gold was gleaned from placer mines in alluvial sands and gravels of the Boca brook. Gold was obtained by process of amalgamation. Through the history, the income from mining was not stable, most of the time fluctuating between profits and losses. However, modern mineralogical research has never taken place here (Koděra, ed., 1990). This paper represents the first attempt to explain the problem of alluvial gold.

Samples were obtained through the pan-sampling method and then underwent a processes of bromoform and electromagnetic separation and later were studied under the microscope. Following characteristics of alluvial gold were studied: morphology, shape, overgrowing with other minerals, colour, size and wear. Selected gold leaves were studied by a polarising microscope and electron microprobe JEOL JXA 840A using BSE, SEM and WDS method (standards: cinabarite – Hg, pure metals – Au, Ag, Bi, Cu, Fe, Sb, Te; CLEOM Faculty of Natural Sciences Comenius University). Following characteristics were studied: zonality, chemical composition, morphology and surface of the gold leaves.

Ore veins containing gold are situated mainly in the mine field Zach (Nižná Boca) and Chopec (Vyšná Boca). They are hosted by Variscan granite of the Ďumbier and Králička type and in biotite and two-mica gneisses. The Boca brook's headwaters cuts through rocks of the Tatric crystalline and in its lower course through the Late Palaeozoic and Triassic rocks of the Hronic Unit.

Gold leaves from the Boca brook have a diverse morphology. Various worn flakes of different thickness and roudness, often with sharp edges dominate in all samples. Marks indicating mechanical damage during transport such as scratches or prints were commonly observed. From less common morphological features we observed rounded nuggets (till 2 mm in size), with scarce relics of subhedral gold crystals. In pits and depressions of nuggets is often preserved the original, not coroded or worn surface. Gold wires and their aggregates of different roundness are common. Unworn or slightly worn dendritic aggregates of gold are quite scarce. The surface of majority of gold grains did not contain pores. Surface with pores or branching-coral type features are quite rare and may indicate the processes of Ag-leaching from the close surface of the grain (Krupp and Weisser, 1992). Most grains are overgrown with quartz, exceptionally with pyrite. Yellow colour is prevailing, darker or lighter varieties are less appearent. Grains of red colour or two-colour grains (mostly yellow/red) are expressive. Size of gold grains varies from 0.X to X mm. By using BSE method we studied the porous gold grains. The size of pores varies from 1–5 μm. We observed the presence of two compositionally different phases. One is represented by the rim and the other by the core of a gold grain. The abundance of such grains is generally increasing with the distance of transport. Rim thickness varies from 0 to 20 μm. Ag content of such rims is very low, not exceeding 3 wt. %. Cores of such rimmed grains had much higher content of Ag, maximally 29 wt. %. We rarely observed gold grains with the core impoverished in Ag (2–6 wt. %) rimmed by expressive sponge ("myrmekitic") structure. Such observations could be explained by the fact, that Au-Ag solid solutions are not stable in conditions prevailing in present oxidized river waters. Silver component reacts to form silver chloride. This compound was simultaneously leached out due to its high aqueous solubility. The remaining gold forms sponge structure (Krupp and Weiser, 1992). These processes can be speeded up with respect to mechanical deformation of gold grains during the transport (Groen et al., 1990).

Chemical composition of homogenous gold grains is as follows: Au 65–92 wt. %, Ag 7–30,5 wt. %, Hg max 2.2 wt. %, Cu max. 0.22 wt. %, Fe max 0.75 wt. %, Te max 0.32 wt. %, Sb max 0.17 wt. %, Bi max 0.95 wt. %. An anomalous high content of Hg (up to 22 wt. %) is typical for gold grains that have undergone the process of amalgamation. Majority of analyzed gold grains from all over the brook can be called electrum (containing more than 20 at. % Ag).

There are only two known localities with occurrences of quartz veins with gold. Mine field Zach is situated SW close to Nižná Boca village. Gold grains and leaves occur in massive greywhite or milky quartz, rarely with zinckenite, sphalerite and arsenopyrite filling its fractures. Gold forms irregular grains of typical yellow colour, up to several milimeters in size. All studied grains were chemically homogenous (BSE) containing Au (79–90.5 wt. %), Ag (9.5–18.06 wt. %), Cu (max 0.23 wt. %), Bi (max 0.54 wt. %), Sb (0.20 wt. %), Te (max 0.25 wt. %), Hg (max 0.88 wt. %) and Fe (max 0.34 wt. %). Majority of 9 analysed primary gold grains can be called electrum. Information about chemical composition of primary gold from mine field Chopec does not exist until now.

References

Groen, J. C., Craig, J., R. & Rimstidt, J., D., 1990: Gold-rich rim formation on electrum grains in placers. *Canad. Mineralogist, 28, 207–228.*

Koděra (Ed.), 1990: Topografická mineralógia Slovenska 2. *Veda, Bratislava, 844–847.*

Krupp, R. R. & Weiser, T., 1992: On the stability of gold–silver alloys in the weathering environment. *Mineral. Depos., 27, 268–275.*

Zlato v Malých Karpatoch – historický prehľad

SILVIO MICHAL[1] a PAVEL UHER[2]

[1]Ministerstvo životného prostredia SR, Nám. Ľ. Štúra 1, 811 02 Bratislava
[2]Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold in the Malé Karpaty Mts. (SW Slovakia) – a historical review

The Malé Karpaty Mts. belong to the historical regions with gold exploration activity since 14th century to 1861. Gold occurs in three principal forms (1) macroscopic gold (electrum with 68–74 wt. % Au, 25–31 wt. % Ag) in quartz and carbonate with polybasite, Ag-rich tetrahedrite, pyrite and other sulphides; (2) submicroscopic gold fixed in structure of arsenopyrite (121 ppm in average), less in pyrite (40 ppm in average); and (3) gold in alluvial stream sediments. The Pezinok–Staré Mesto was the largest historical gold deposit in the region, however the annual production reached only 5–15 kg Au during 1773–1850 period. The exploitation of submicroscopic gold in sulphides (Pezinok–Pod Kolárskym deposit) is economically unprofitable today.

Key words: gold, history of mining, Malé Karpaty Mts., Slovakia

Malé Karpaty už od stredoveku patrili medzi regióny s ťažbou zlata, ale tá nikdy nebola taká významná ako napr. v Kremnici. V súčasnosti možno rozlíšiť tri základné geologické formy vystupovania malokarpatského zlata:

1. *Makroskopické zlato v kremeni a karbonáte*. Má prímes Ag (elektrum s 68–74 % Au, 25–31 % Ag) spolu so sulfidmi Ag (polybázit, Ag tetraedrit), pyritom, arzenopyritom, sfaleritom, galenitom a chalkopyritom. Táto asociácia sa zistila iba nedávno štúdiom starej vzorky z historického revíru Pezinok–Staré Mesto (Andráš et al., 1990). Tento typ hydrotermálneho žilného zlata sa spomína aj v starých archivovaných správach a mohlo byť veľké až niekoľko mm. K tomu možno azda priradiť aj ojedinelý nález mikroskopického zlata s malou prímesou Ag v podobe maximálne 0,01 mm dlhých tyčinkovitých útvarov v žilkách karbonátu na Sb ložisku Pezinok–Pod Kolárskym vrchom (Andráš, 1983, 1987). Pre chýbanie mineralogických vzoriek ťažko rozhodnúť, či sa analogický typ žilného hydrotermálneho zlata spolu so Ag v malom množstve vyskytoval a azda i exploatoval aj pri Častej (ložisko Sv. Mária), Perneku (Svätodušná baňa), Modre (štôlňa Jozef v Harmónii) a dokonca i v oblasti Bratislavy-Rače (Veľká a Malá Baňa?), hoci kutanie na Au tu spomínajú kusé archívne správy najmä z 18. storočia (in Bergfest, 1952; Cambel, 1959; Polák, 1970; Melníková, 1990).

2. *Submikroskopické Au* viažuce sa na štruktúru arzenopyritu, v menšej miere aj pyritu (Polák a Rak, 1979; Andráš, 1983, 1987), lokálne aj gudmunditu (Mlynárová, 1981; Háber a Mlynárová, 1984). Podľa údajov týchto autorov staršia generácia arzenopyritu obsahuje v priemere 121 ppm (0,012 hmot. %) Au a pyrit II okolo 40 ppm (0,004 hmot. %) Au. Táto forma viazaného Au je rozšírená v Sb ložisku Pezinok–Pod Kolárskym vrchom.

3. *Zlato v náplavoch potokov* (aluviálne zlato), príp. v zvetraninovom plášti rudných žíl a vo svahových sedimentoch (eluviálne a koluviálne zlato). Tento typ zlata je doložený najmä z Limbašského potoka v Slnečnom údolí, ktorý s prítokmi preteká primárnym ložiskom Au Pezinok–Staré Mesto. V menšej miere sa Au ryžovalo aj v Cajlanskom potoku v susednej Hrubej doline, ktorý o. i. odvodňuje aj oblasť Sb-Au ložiska Pezinok–Pod Kolárskym vrchom. Výskyt Au v šlichoch sa dokázal v širšej oblasti medzi Pezinkom a Pernekom (Polák, 1970) a zistilo sa aj na lokalite Zbojnícka studnička pod Veľkou Baňou pri Bratislave-Rači (Rajnoha, 1982), odkiaľ sa spomína stará štôlňa na ťažbu Au (Polák, 1970).

Najvýznamnejším historickým zlatonosným revírom v Malých Karpatoch bolo nepochybne *ložisko Pezinok–Staré Mesto*, ktorého história je dostatočne zdokumentovaná (Bergfest, 1952; Cambel, 1959; Polák, 1970; Dubovský, 1982 a i.). Zlato sa sprvu získavalo ryžovaním z Limbašského potoka a neskôr bolo objavené primárne ložisko. Najstaršia zmienka o pezinskom zlatom baníctve je z roku 1339, keď kráľ Karol Róbert daroval tunajšie bane magistrovi Šebušovi a Petrovi, grófom zo Svätého Jura a Pezinka. V ich držbe bolo ložisko až do vymretia rodu roku 1543. Potom sa zlaté bane vyše 200 rokov vôbec nespomínajú. Zrejme boli opustené. Druhá etapa pezinského zlatého baníctva sa začala až roku 1773, keď opustené zlaté bane získal Jozef Entzler, penziovaný banský a hutný správca z Gelnice. Entzlerovo ťažiarstvo Mária Terézia Jozef postupne vyťažilo staré banské diela a rozšírilo štôlne. Spomína sa najmä štôlňa Marianna, Terézia, Trojkráľová, Jozef, Barbora a Kristína. Do obnovy ťažby Au sa vkladala veľká nádej. Sprvu dokonca prudko stúpli aj ceny banských akcií (kuxy), no už po niekoľkých rokoch bolo jasné, že bane v Starom Meste sú veľmi nerentabilné a do roku 1810 bola ich finančná strata takmer 100 tisíc zlatých. Napriek tomu štát dotáciami ťažbu Au podporoval. Tá bola všeobecne veľmi nízka a predstavovala zväčša len 5–10 kg ročne, maximálne 21 kg za poldruha roka (1826–1827). V menšej miere sa získavalo aj Ag. Lokálne však ruda – najmä v relatívne tenkých kremenných žilách (napr. Plochá a Terézia žila) – dosahovala 63–78 g/t Au. Po roku 1850 ťažba Au ustavične klesala pod 1 kg ročne, a to až po rok 1861, keď sa vyťažilo iba 49 g Au a 6 g Ag. V tom roku sa ťažba Au skončila a po niekoľkých rokoch udržiavania výdrevy bolo ložisko Staré mesto roku 1872 definitívne opustené.

Istú nádej na ekonomickú ťažbu Au v oblasti Pezinka (ložisko Pod Kolárskym, tzv. Zlatá žila, Vinohrady a Trojárová) od 80. rokov vzbudzuje submikroskopické chemicky viazané Au v štruktúre arzenopyritu a v menšej miere aj pyritu, ktoré vystupujú v rámci staršej, arzenopyritovej periódy hydrotermálnej antimonitovej mineralizácie. Obsah Au v rude z ložiska Pezinok–Pod Kolárskym vrchom sa pohyboval zväčša medzi 1–5 g/t. Bilančná zásoba štruktúry Pezinok–Zlatá žila sa vypočítala na 891 tisíc t Au rudy s priemernou kovnatosťou 3,9 g/t Au (Mikula, 1994). Hoci sa poloprevádzkové skúšky na báze kombinovaného bakteriálneho vylúhovania a kyanizácie (Szabová et al., 1994) už uskutočnili, technologickou prekážkou zostáva väzba Au na arzenopyrit s relatívne nízkou konečnou výťažnosťou, ako aj ekologické problémy, a preto sa dnes ložiská Au v Malých Karpatoch ukazujú ako ekonomicky nerentabilné.

Morfológia a chemické zloženie zlata v rozsypoch veporika

MILOŠ KYSELICA[1] a PAVEL HVOŽĎARA[2]

[1]Geo–Technic–Consulting, s. r. o., Bellušova 12, 974 01 Banská Bystrica
[2]Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

(Doručené 9. 4. 1999)

The morphology and chemistry of the gold from placers of Veporicum

The three basic morphological types of gold were determined on base of transport distances and three chemical types of gold. Measuring of flatness index was performed. No and gold from the paleoplacers was found. Au-Hg-Ag intermetallic alloys were found on the four new localities in SW Veporicum, in the localities Kokava-Bohaté, Točnica, Podrečany and Lovinobaňa.

Key words: SW Veporicum, gold flakes, morphology, chemistry, flatness index, Au-Hg-Ag intermetallic alloys

Úvod

Morfológia a chemické zloženie Au sa študovalo v rozsypoch jz. veporika v okolí Hnúšte, Kokavy nad Rimavicou (Kokava-Bohaté a Kokava-Sinec), Kocihy-Seliec, Uderinej (v haldovom materiáli prieskumných šachtíc), Lovinobane, Točnice, Podrečian (Sedem chotárov) a v náplavoch rieky Rimavy. Podľa písomných prameňov sa v týchto oblastiach drahé kovy nielen z rozsypov, ale aj z primárnych ložísk ťažili už od 13. stor., ale na väčšine lokalít nie je známy primárny zdroj Au v rozsypoch a chýbajú aj základné mineralogické informácie o samom Au v rozsype.

Metódy práce

Zlatinky sa získali z aluviálnych, deluviálnych sedimentov a z materiálu píng a háld. Na štúdium sa použila kombinácia gravitačných (šlichovanie, separátor Knelson, ťažké kvapaliny) a elektromagnetických metód. Morfológia zlatiniek sa skúmala iba na lokalitách s ich dostatočným množstvom (nad 40 ks). Vyseparované zlatinky sa študovali morfologicky – veľkosť, tvar, farba, lesk, pod binokulárnou lupou, ako aj v optickom a riadkovacom elektrónovom mikroskope. Chemické zloženie Au sa zisťovalo rtg. spektrálnou mikroanalýzou (laboratória GS SR, JEOL SUPERPROBE 733). Zlatinky sa analyzovali na Au, Ag, Hg, Cu, Fe a Bi.

Morfológia zlatiniek

Na základe štúdia morfológie možno zlatinky rozdeliť do troch základných skupín:

Do 1. skupiny patria zlatinky z relatívnej blízkosti primárneho zdroja (obr. 1A, B, C), bez známok opracovania, so zachovanými jemnými tvarmi (rovné hladké plochy, drôtikovité výbežky, nedokonalé kryštálové tvary a pod.), svetložltej farby s vysokým leskom, často limonitizované alebo zrastajúce sa s inými minerálmi (najčastejšie s kremeňom, turmalínom, sľudou a pod.). Do tejto skupiny patrí Au z Uderinej, Kokavy, Lovinobane, Kocihy-Seliec a časť zlatiniek z Podrečian a Hnúšte.

2. skupinu tvoria zlatinky stredne vzdialené od primárneho zdroja (prekonali už transport v aluviálnom prostredí), so zahladenými jemnými primárnymi tvarmi, zväčša hrudkovité a plieškovité, tmavšej farby s nižším leskom, bez zrastov s inými minerálmi. Patrí tam Au z Točnice, časť zlatiniek z Podrečian a Hnúšte.

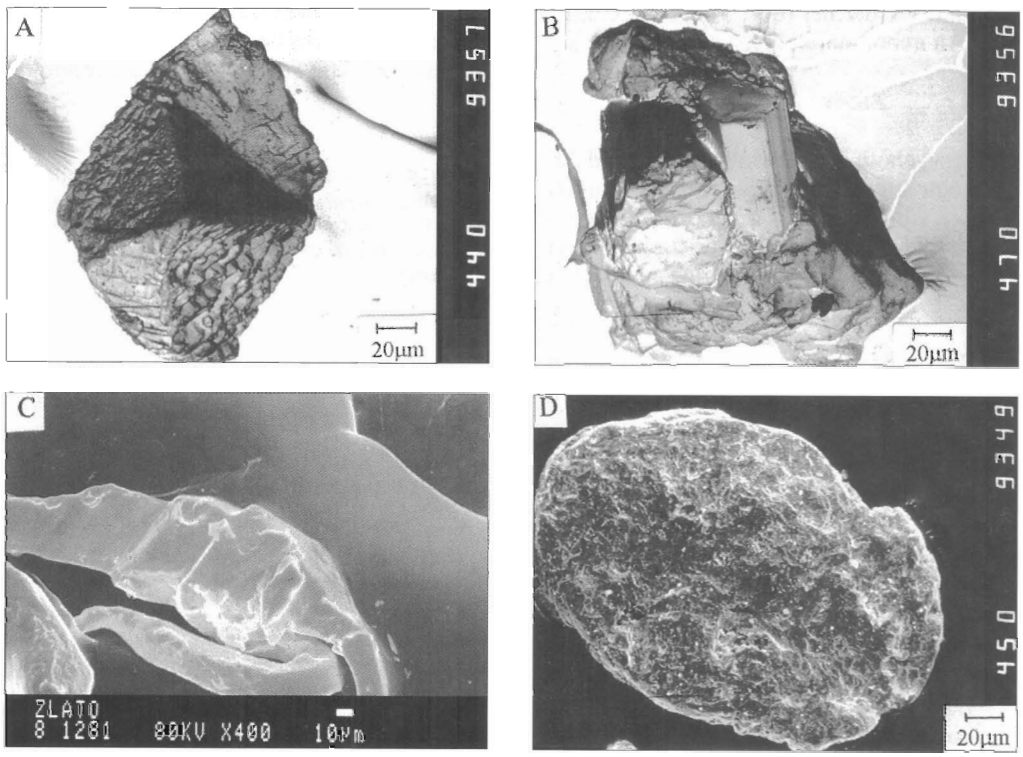
3. skupinu tvoria plieškovité silno opracované zlatinky vzdialené od primárneho výskytu (obr. 1D), okrúhle alebo oválne, hrubé do 0,2 mm, s jamkovitým povrchom, tmavožltej farby. Do tejto skupiny možno zaradiť iba zlatinky z náplavov rieky Rimavy.

Toto rozdelenie sa potvrdilo aj meraním indexu sploštenia F. I. (Loen, 1995) F. I. = Dĺžka + šírka/2x hrúbka, kde mali zlatinky 1. skupiny hodnotu F. I. od 2,3 do 2,7, 2. skupiny 2,7 až 3,5 a zlatinky z Rimavy (3. skupiny) 3,5 až 7 (obr. 2), a to v závislosti od vzdialenosti od predpokladaného pôvodného zdroja.

Chemické zloženie zlatiniek

Na základe štúdia chemického zloženia sa vyčlenili tri základné druhy Au:

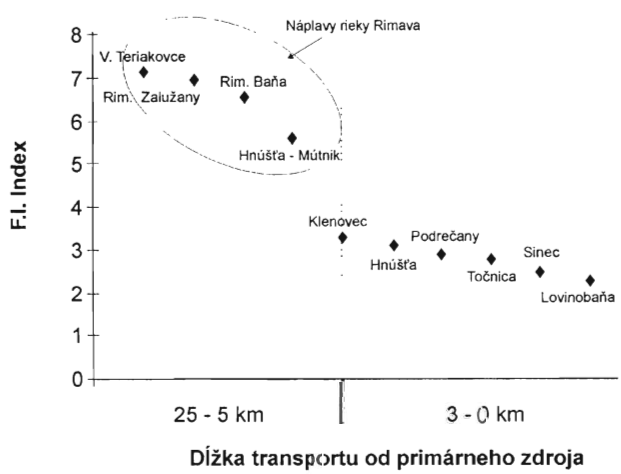
1. Au vysokej rýdzosti (obsah Ag do 8 hm. %) – zlatinky z Točnice a Lovinobane a časť z Hnúšte, Kokavy a Podrečian.



Obr. 1. Mikromorfológia zlatiniek jz. veporika. A - Kokava-Sinec, kryštál Au, bez známok opracovania, B – Kokava-Sinec, idiomorfný kryštál turmalínu zarastený v Au, C - Podrečany, detail agregátno-kryštalickej zlatinky s drôtikovitými výbežkami, D - náplavy Rimavy, silno opracovaná zlatinka oválno-diskovitého tvaru.

Fig. 1. Micromorphology of the gold flakes of SW Veporicum. A - Kokava-Sinec, crystal of gold, without any marks of processing, B – Kokava-Sinec, idiomorphic crystal of tourmaline in gold, C - Podrečany, detail of wiry gold, D - Rimava river, strongly processed oval gold flake.

2. Au-Ag zliatina (obsah Ag do 8 až 23 hm. %) – časť zlatiniek z Hnúšte, Kokavy a Podrečian.

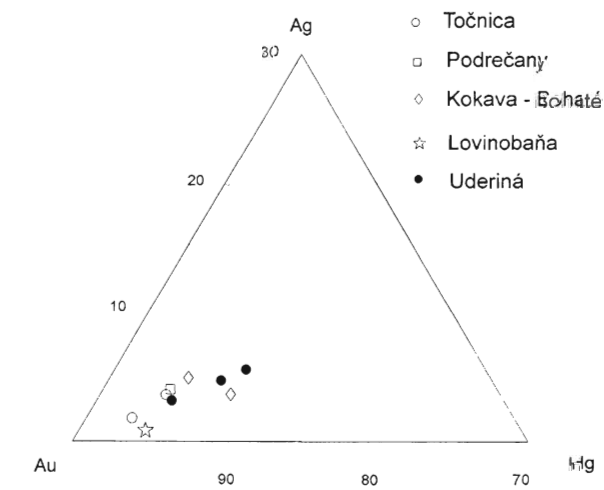


Obr. 2. Graf závislosti veľkosti F. I. indexu od dĺžky transportu od predpokladaného primárneho zdroja, hodnota F. I. 2–3 je charakteristická pre primárnu mineralizáciu a krátky transport, 7–9 pre Au transportované v riečnych sedimentoch na vzdialenosť 15–20 km (Herail in Loen, 1995).

Fig. 2. Diagram of relations between F. I. index and distance of transport from the place of primary mineralizations, values of F. I. 2–3 are typical for primary mineralization, 7–9 for a gold transported over 15 up to 20 km in river sediments (Herail in Loen, 1995).

3. intermetalická Au-Ag-Hg zliatina (obsah Hg do 8 hm. %, Ag 2 až 5 hm. %) – typický predstaviteľ je Uderiná (Maťo a Maťová, 1988).

Okrem tohto primárneho výskytu sme zistili prítomnosť rovnakého druhu Au aj na lokalite Kokava-Bohaté, Lovinobaňa, Podrečany a Točnica, avšak nižší obsah Hg



Obr. 3. Diagram Au-Hg-Ag systému intermetalických zliatin jz. veporika.

Fig. 3. Diagram of system Au-Hg-Ag intermetallic alloys from SW Veporicum.

(2 až 5,5 hm. %) ako v Uderinej (obr. 3). Obsah Cu, Fe a Bi v skúmanom Au nebol merateľný.

Záver

Z nášho výskumu vychodí, že Au v aluviálnych a deluviálnych sedimentoch študovaných lokalít (s výnimkou náplavov Rimavy) je v blízkosti primárneho zdroja (stovky metrov). Pre všetky lokality je charakteristický výskyt Au variabilnej morfológie aj chemického zloženia. Výkyt Au-Ag-Hg intermetalickej zliatiny na viacerých lokalitách potvrdil väčšie rozšírenie o Au obohatené strižné zóny uderinského typu v širšej oblasti jz. veporika.

Literatúra

Loen, J. S., 1995: Use of placer gold characteristics to locate bedrock gold mineralization. *Expor. Mining Geol., 4, 4, 335–339.*

Maťo, Ľ. & Maťová, V., 1993: Zlatá mineralizácia strižných zón pri Uderinej, jz. časť veporického kryštalinika, stredné Slovensko. *Mineralia Slov., 25, 5, 327–340.*

Využitie arzenopyritového termometra na Sb-Au ložisku Pezinok

PETER ANDRÁŠ, DANIEL DUBAJ a JÚLIA KOTULOVÁ

Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 9. 4. 1999)

Arsenopyrite geothermometer application at Pezinok Sb-Au deposit (Western Carpathians, Tatric Unit, Slovakia)

Comparison between paleothermometric data and arsenopyrite geothermometry sensu Sundblad et al. (1984) and Kretschmar (1976), applied to the hydrothermal mineralization at Pezinok deposit is presented.

Fine-grained euhedral gold-bearing arsenopyrite I (Figs. 1 and 2) show very inhomogenous chemical composition. Predominantly As and Sb contents are expressively various. Paleothermometric data from fluid inclusions (Fig. 3) of arsenopyrite I accompanying quartz give average homogenization temperatures about 225 °C. The salinity of the aqueous solutions is low 6 ± 2 wt. % NaCl equiv. and the density of fluids is 0.88 g/cm^3.

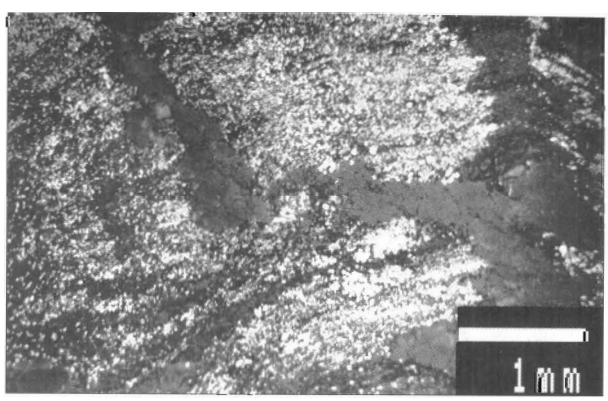
Arsenopyrite II creates massive ores (Figs. 4 and 5) with homogenous chemical composition. Arsenopyrite geothermometer sensu Kretschmar (1976) based on at. % As content in arsenopyrite, gives temperatures 320–410 °C (Fig. 6). Values after Sundblad et al. (1984) give temperature range from 350 up to 450 °C (Fig. 7). The paleothermometric study in fluid inclusions (Fig. 8) gives salinity of the aqueous fluids 7 ± 2 wt. % NaCl equiv. The temperature of the eutectic point is lower then -45 °C and the fluid density range from 0.98 to 0.93 g/cm^3.

Fluid inclusions show strong metamorphic influence patterns. They are very small and in the consequence of the pressure phenomena they are arranged in parallel strips (Fig. 3). Cambel et al. (1981), Korikovskij et al. (1985) and Andráš and Horváth (1985) calculated the metamorphism pressure to 3–3.5 kbar. Homogenization temperatures calculated after Hurai (1988) for 3–3.5 kbar pressure gives crystallization temperatures of quartz in association with arsenopyrite I from 425 to 450 °C. Paleothermometric study of quartz in paragenetical association with arsenopyrite II gives lower crystallization temperatures: 350–390 °C.

Key words: arsenopyrite geothermometry, fluid inclusions, pressure, Pezinok (Malé Karpaty Mts.)

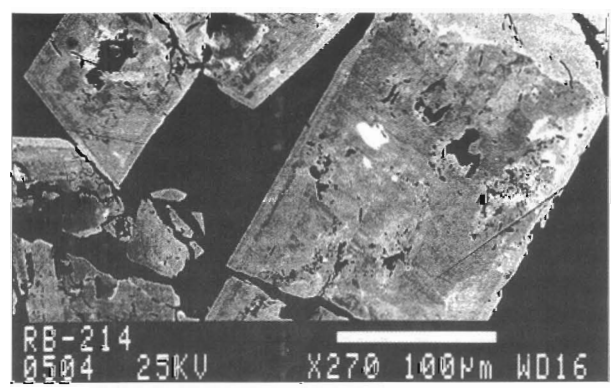
Variabilita pomeru As/S v arzenopyrite umožňuje využiť tento sulfidický minerál ako vhodný geotermometer. Závislosť zmeny chemického zloženia od teploty kryštalizácie detailne prepracoval Kretschmar (1973) a Sundblad et al. (1984).

Drobnozrnný idiomorfný zlatonosný arzenopyrit I (obr. 1 a 2) vykazuje veľmi výraznú nehomogenitu spôsobenú najmä premenlivým obsahom As a Sb. Paleotermometrický výskum fluidných inklúzií v kremeni (obr. 3), ktorý



Obr. 1. Šošovkovité agregáty zlatonosného arzenopyritu I v kremeni zo štôlne Budúcnosť.

Fig. 1. Lenses of gold-bearing arsenopyrite I aggregates in quartz from the Budúcnosť adit.

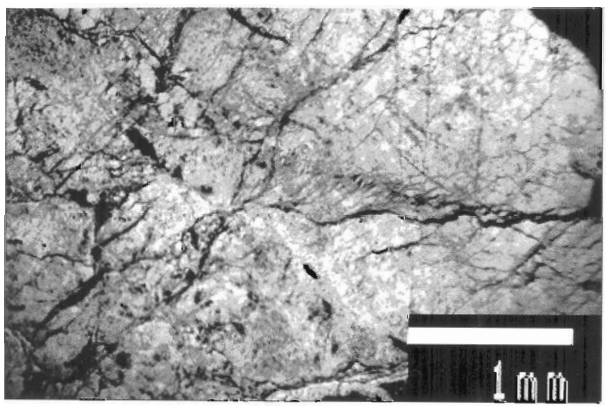


Obr. 2. Agregát nehomogénneho zlatonosného arzenopyritu I (svetlé zóny sú bohaté na As, biele škvrny sú inklúzie gudmunditu).

Fig. 2. Back scattered electron image of the polished section of inhomogenous gold-bearing arsenopyrite I grains (light zones are As-rich, white spots are gudmundite inclusions).

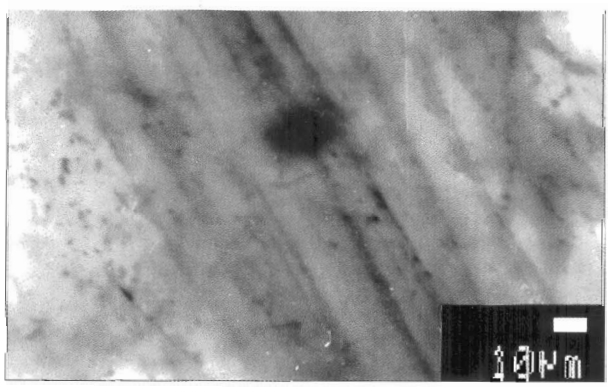
parageneticky sprevádza arzenopyrit I, dáva teplotu homogenizácie okolo 225 °C. Salinita vodných roztokov je nízka (6 ± 2 hm % NaCl ekviv.) a hustota fluíd 0,88 g/cm^3.

Arzenopyrit II tvorí masívne rudy (obr. 4 a 5) viac-menej homogénneho chemického zloženia, a tak umožňuje použiť Kretschmarov (1976) geotermometer, ktorý (obr. 6) vykazuje teplotu kryštalizácie 320–410 °C (v priemere 365 °C). Z porovnania obsahu As s teplotnou stupnicou, ktorú zostavil Sundblad et al. (1984), vychodí teplotné rozpätie 350–450 °C (obr. 7).



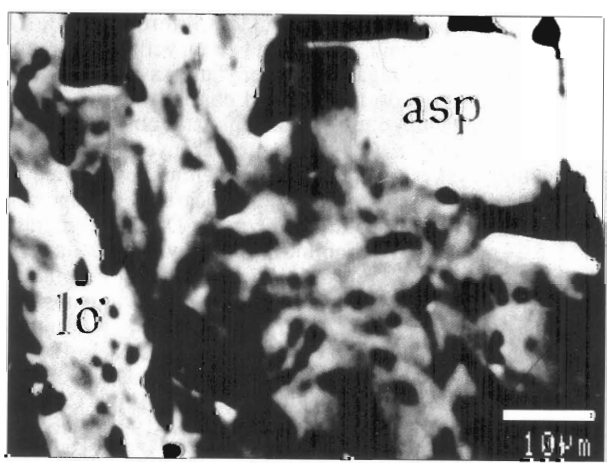
Obr. 3. Metamorfnými procesmi tlakovo usmernené fluidné inklúzie v kremeni parageneticky sprevádzajúcom arzenopyrit I (štôlňa Budúcnosť).

Fig. 3. Pressure and metamorphic events influenced fluid inclusions in quartz, parageneticaly associated with arsenopyrite I (Budúcnosť adit).



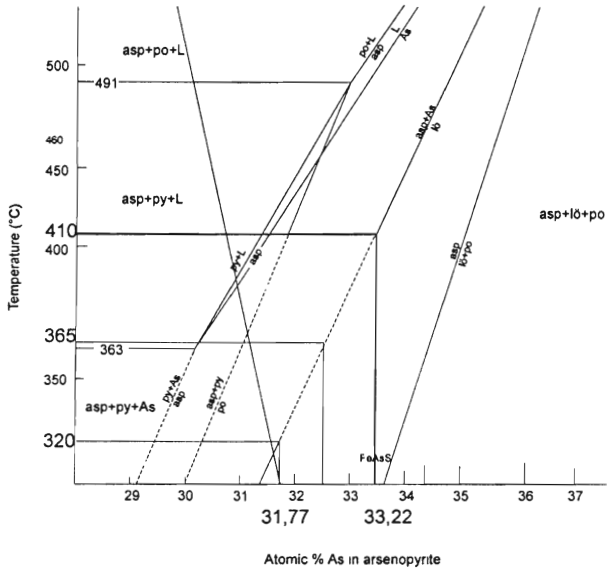
Obr. 4. Agregát kataklazovaného arzenopyritu II z Antimónovej štôlne

Fig. 4. Aggregate of brecciated arsenopyrite II from the Antimónová adit.



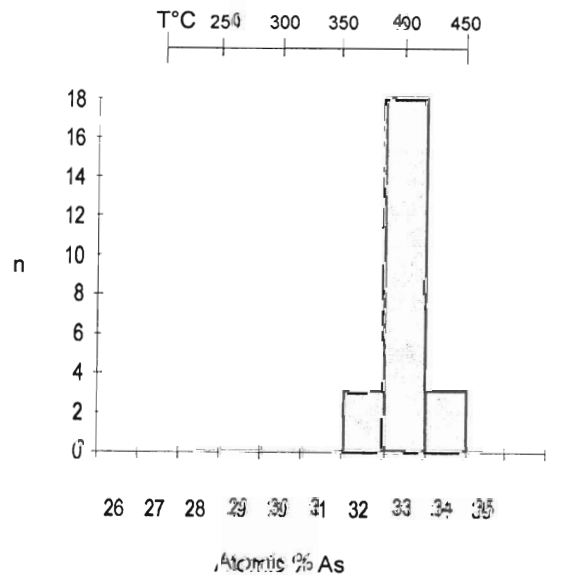
Obr. 5. Koexistujúci arzenopyrit II (asp) a löllingit (lö). Pyritová štôlňa. Odrazené elektróny.

Fig. 5. Back scattered electron image of coexisting arsenopyrite II (asp) and löllingite (lö). Pyritová adit.



Obr. 6. Obsah As (at. %) v arzenopyrite II ako funkcia teploty kryštalizácie (podľa Kretschmara, 1976). Symboly: asp – arzenopyrit, py – pyrit, lö – löllingit, po – pyrotín.

Fig. 6. Atomic % As content in arsenopyrite II composition as a function of crystallization temperature (according to Kretschmar, 1976). Symbols: asp – arsenopyrite, py – pyrite, lö – löllingite, po – pyrrhotite.



Obr. 7. Histogram distribúcie As v arzenopyrite II z Antimónovej štôlne vo vzťahu k termometru, ktorý vypracovali Sundblad et al. (1984).

Fig. 7. Histogram of the As distribution in arsenopyrite II from Antimónová adit in connection to thermometer according to Sundblad et al. (1984).

Fluidné inklúzie majú výrazné znaky metamorfózy. Sú drobné (vo väčšine prípadov okolo 1 μm) a usporiadané v tlakových pásoch (obr. 3). Cambel et al. (1981), Korikovskij et al. (1985) a András a Horváth (1985) vypočítali pre regionálnu metamorfózu pernecko-pezinského kryštalinika tlak 3–3,5 kbar. Nameraná homogenizačná teplota inklúzií v kremeni, ktorý parageneticky sprevádza arzenopyrit II, prepočítaná podľa Huraia (1988) na tlak 3–3,5 kbar dáva o trocha nižšiu teplotu kryštalizácie kremeňa, a to 350–390 °C.

Literatúra

András, P. & Horváth, I., 1985: Thermoanalytical study of the metamorphism grade in Malé Karpaty Mts. region. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 36, 1, 75–84.*

Cambel, B., 1959: Hydrotermálne ložiská v Malých Karpatoch, mineralógia a geochémia ich rúd. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geogr., 3, 338.*

Cambel, B., Dyda, M. & Spišiak, J., 1981: Thermodynamic measurments of minerals in metamorphites in the area of crystalline of Malé Karpaty Mts. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 32, 6, 745–760.*

Hurai, V., 1988: P-V-T-X tables of water and x-25 weight percent NaCl-H_2O solutions to 500 °C and 5000 x 105 Pa. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., 44.*

Korikovskij, S. P., Cambel, B., Boronichin, V. A., Putiš, M. & Miklóš, J., 1985: Fazovyje ravnovesija i geotermometrija metapelitovych rogovikov vokrug modranskogo granitoidnogo massiva (Malye Karpaty). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 36, 1, 51–74.*

Kretschmar, U., 1973: Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. Toronto. *In: Kretschmar, U. & Scott, S. D. (Eds., 1976): Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. Canad. Mineralogist, 14, 364–368.*

Sundblad, K., Zachrison, E., Smers, S. H., Berglund, S. & Alinder, C., 1984: Sphalerite geobarometry and arsenopyrite geothermometry applied to metamorphosed sulphide ores in the Swedish Caledonides. *Econ. Geol. (Lancaster, Pa.) 79, 1660–1668.*

K typomorfným vlastnostiam arzenopyritu W-Au zrudnenia Jasenie-Kyslá, Nízke Tatry

JOZEF STANKOVIČ

Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 9. 4. 1999)

Contribution to the typomorphic properties of arsenopyrite from W-Au deposit Jasenie–Kyslá, Nízke Tatry Mts.

Occurrence of arsenopyrite on investigated deposit is an indicator of Au-presence in ore. From morphological point of view the arsenopyrite creates euhedral crystals and aggregates. Authentic micrographs confirm concrete average grain size about 30 μm for finegrained and 500 μm for more coarsegrained arsenopyrite. There was generally shown that size parameter and shape of arsenopyrite do not have influence on occurrence of visible gold. Presence of gold-inclusions in arsenopyrite is usually connected with the assemblage containing sulphides, sulphotellurides and tellurides of bismuth.

Key words: arzenopyrite, gold inclusions, Nízke Tatry Mts., Bi-mineralization

Úvod

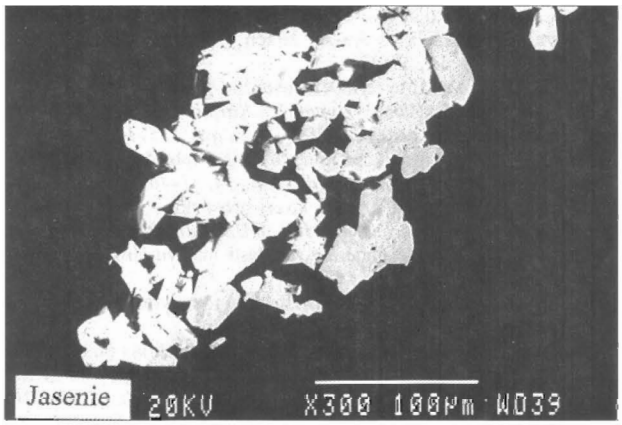
Významná ekonomická funkcia zlata a jeho výnimočné fyzikálnochemické vlastnosti poskytujú možnosti sústrediť aj v súčasnosti výskum na formy jeho výskytu, metódy získavania i spracúvania. Západné Karpaty sa vyznačujú hojnosťou nálezísk zlatonosných rúd. Jedným z nich je aj zrudnenie Jasenie–Kyslá.

Au zrudnenie na južnom svahu Nízkych Tatier v oblasti Jasenie–Kyslá je známe už dávno (Zipser, 1817), ale mineralogicky bolo preskúmané len v posledných desaťročiach (Kantor, 1965; Beňka a Suchý, 1983; Bláha a Vitáček, 1998, a i.). Aj keď pestrá minerálna asociácia z tohto zrudnenia poskytuje veľké možnosti na riešenie viacerých otázok, náš príspevok sa zameriava predovšetkým na ťažkovú zložku (Au), jej vystupovanie, prerastanie s inými minerálmi, najmä arzenopyritu, jeho veľkosti (zrnitosti) a morfológii.

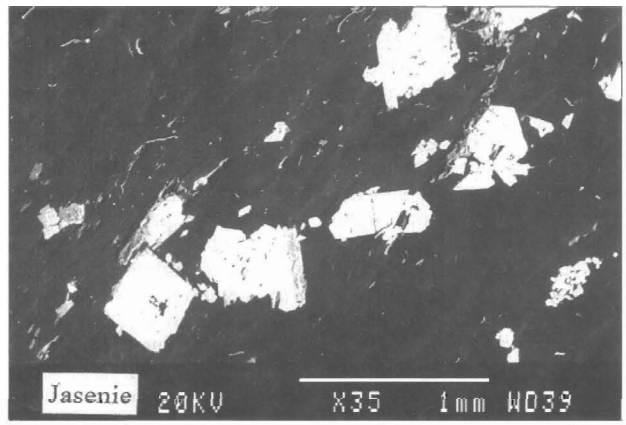
Charakteristika arzenopyritovej mineralizácie

Arzenopyrit v skúmanej oblasti patrí popri pyrite medzi najrozšírenejšie sulfidy a býva sprievodným minerálom W-Au zrudnenia. Vystupuje prevažne samostatne v kremenných žilách, horninách, ale i v asociácii s ďalšími sulfidickými minerálmi (chalkopyritom, pyritom, tetraedritom atď.). V takom prípade bývajú jeho zrná po puklinách tými mladšími minerálmi zatláčané. Arzenopyrit na študovanej lokalite tvorí nepravidelné akumulácie, ktoré sa z miesta na miesto značne menia. Variabilná je aj veľkosť jeho zŕn (samostatných či v agregátoch) a pohybuje sa od submikroskopických rozmerov do 1 mm (pozri obr. 1–4).

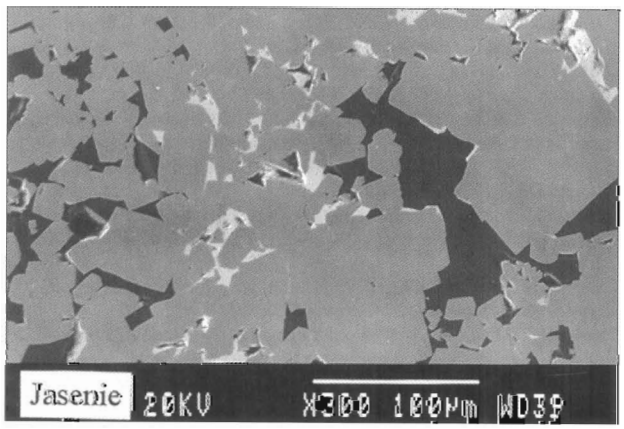
Mikrografy arzenopyritu s inklúziami zlata (obr. 3 a 4) zhotovené na EMI JEOL 840A v spätne odrazených elektrónoch dokumentujú výskyt týchto inklúzií v jemnozrnnom, ale aj v hrubozrnnejšom type arzenopyritu pri súčasnom vystupovaní sulfidov, sulfoteluridov a teluridov bizmutu. Ďalšie mikrografy (obr. 1 a 2) potvrdzujú variabilnosť arzenopyritu bez inklúzií zlata a Bi minerálov. Okrem asociácie Bi minerálov sa inklúzie zlata vyskytujú v arzenopyrite iba vzácne. Prítomnosť Bi minerálov v asociácii s arzenopyritom významne zvyšuje aj pravdepodobnosť výskytu zlatých inklúzií. Asociácie Bi minerálov s viditeľným zlatom sú opísané aj z ďalších lokalít, a to nielen z Nízkych Tatier (Chovan, 1971, 1990; Chovan a Michálek, 1988; Majzlan et al., 1995, 1997, 1998; Hvožďara, 1980, 1985; Böhmer a Hvožďara, 1989; Ozdín a Chovan, 1998; Bilay et al., 1989, a i.), ale aj z Českého masívu (Morávek et al., 1992). Avšak sám výskyt Bi minerálov nemusí byť vždy zárukou výskytu zlatých inklúzií (András et al., 1993). Z priloženej fotodokumentácie je zrejmé, že tvar študovaných



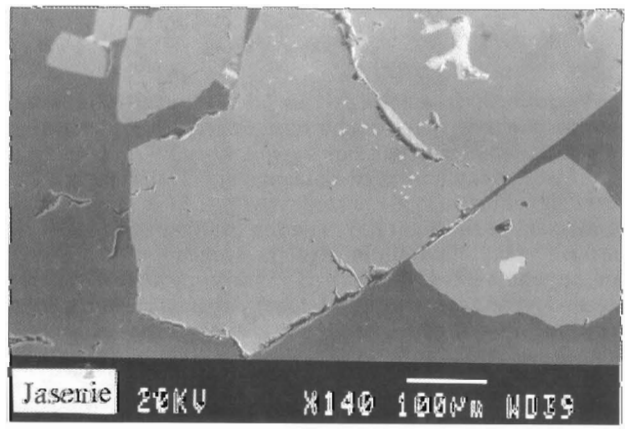
Obr 1. Agregát chemicky homogénnych arzenopyritových zŕn rozličnej veľkosti a tvaru od 30 µm do 500 µm bez inklúzií zlata.
Fig. 1. Aggregate of chemically homogeneous arsenopyrite grains of different size and shape from 30 µm to 500 µm without gold inclusions.



Obr 2. Detailný pohľad na agregát chemicky homogénnych arzenopyritových zŕn veľkých cca 30 µm bez inklúzií zlata.
Fig. 2. Magnified view of aggregate chemical homogeneous arsenopyrite grains with size cca 30 µm without gold inclusions.



Obr. 3. Chemicky homogénne arzenopyritové zrno veľké cca 500 µm s inklúziami zlata a Bi minerálov.
Fig. 3. Chemical homogeneous grain of arsenopyrite with size cca 500 µm with inclusions of gold and Bi-minerals.



Obr. 4. Agregát chemicky homogénnych arzenopyritových zŕn rozličnej veľkosti a tvaru od 30 µm do 500 µm s inklúziami Au a Bi minerálov.
Fig. 4. Aggregate of chemical homogeneous arsenopyrite grains of different size and shape from 30 µm to 500 µm with inclusions of gold and Bi-minerals.

arzenopyritových zŕn na prítomnosť či neprítomnosť viditeľného zlata nevplýva.

Diskusia

Už predchádzajúce práce (Polák a Pecho, 1983) potvrdili, že obsah Au v arzenopyrite tejto lokality je veľmi rozdielny a kolíše od desiatok po stovky g/t. Au je tu zároveň v asociácii s takmer všetkými ostatnými minerálmi, a to aj v takých mineralizáciách, kde arzenopyrit chýba. Napriek tomu sa vzťahu Au a arzenopyritu venuje v Západných Karpatoch zvýšená pozornosť, čo dokazuje aj rad prác s touto témou. Tak napr. okrem izotopového zloženia S arzenopyritu (Kantor a Eliáš, 1983; Andráš et al., 1998b) sa sledovalo jeho chemické zloženie aj zastúpenie hlavných a stopových prvkov v súvislosti s jeho zrnitostnými varietami (jemnozrnné a hrubozrnné) i s kvantitatívnym obsahom Au (Polák a Rak, 1979; Stankovič a Jančula, 1981; Andráš et al., 1988; Chovan et al., 1995). Mössbauerovské spektrá arzenopyritu naznačili (Andráš a Ragan, 1993), že tu ide o metalické zlato, nie o Au viažuce sa chemicky v mriežke na sulfidy, aké sa identifikovalo na ďalších lokalitách (Andráš et al., 1998). Pozoruhodné sú aj najnovšie, ešte nepublikované výsledky sledovania obsahu Au v rôznych častiach arzenopyritových zŕn Paulinyovej z Geologického ústavu SAV, ktoré ukazujú, že niektoré oblasti arzenopyritových zŕn sú zreteľne a charakteristicky obohatené o Au, resp. ochudobnené o tento prvok.

Takýto typ Au potvrdzuje aj mimoriadne rozdielny obsah Au pri paralelných stanoveniach z tej istej vzorky. Zo štúdia izotopov O ($\delta^{18}O$ hodnôt vody extrahovanej z fluidných inklúzií) a vysokej homogenizačnej teploty, ako aj z porovnania s Sb-Au ložiskom Dúbrava sa predpokladá endogénny zdroj (pásmo magmatickej a metamorfnej vody) pre fluidá (Chovan et al., 1995c; Orvošová et al., 1998).

Okrem toho sú známe aj práce s využitím arzenopyritu v úlohe geotermometra mineralizácie (Sachan a Chovan, 1991; Andráš et al., 1998; Bartalský a Radvanec, 1993), ale aj o charaktere oxidácie arzenopyritu a jej vplyvu na výťažnosť Au i na životné prostredie (Andráš et al., 1993, 1994; Kušnierová, 1995; Trtíková et al., 1996, a i.). Využitím termoelektrických javov pri štúdiu Au mineralizácie sa zaoberá Ďurža (1987), geochémiou Au v sulfidoch z čiernych bridlíc Antal et al. (1992), Maťo a Maťová (1994), impregnačnými typmi Au ložísk Knésl a Knéslová (1993) a Au v asociácii s U mineralizáciou Rojkovič et al. (1998).

Kompozície arzenopyritu vyhotovené EM JEOL 840A v spätne odrazených elektrónoch potvrdzujú jeho homogénne chemické zloženie. Arzenopyrit (ale aj pyrit) s homogénnou kompozíciou, bez prímesí Sb, spravidla nebýva zlatonosný (Jarkovský et al., 1978; Andráš et al., 1995), alebo ak obsahuje Au, ide o metalické zlato, nie o Au viazané chemicky v sulfidoch („neviditeľné" Au). Takéhoto typu je aj zlatonosný arzenopyrit zo študovaného zrudnenia. Naznačujú to kompozične homogénne mikrografy arzenopyritu pri rozličnej veľkosti zrna, ako aj relatívne hojný výskyt inklúzií zlata v nich. Z doterajších výskumov arzenopyritu v Západných Karpatoch vychodí (Andráš et al., 1995), že sa „neviditeľné" Au spravidla akumuluje v drobných, takmer idiomorfných kryštáloch arzenopyritu obohatených o Sb. Pre takéto zrudnenie je typická impregnačná textúra (Chovan et al., 1994) a zlatonosné sulfidické minerály bývajú charakteristické výraznou nehomogenitou, ktorú spôsobuje nerovnomerná distribúcia Sb, As a S. Tento typ je známy z Malých Karpát (Pezinok) i z Nízkych Tatier (Dúbrava, Vyšná Boca), kde zonálnu stavbu spôsobuje obohacovanie častí arzenopyritu o As pri súčasnom poklese Sb a S. Napriek prednostnej akumulácii Au v zónach so zvýšeným obsahom As arzenopyrit s najvyšším obsahom As nemusí byť vždy nositeľom najväčšieho obsahu Au.

Záver

V zrudnení Jasenie–Kyslá sa pri sledovaní chemického zloženia arzenopyritu v jeho rozdielnych zrnitostných frakciách doteraz zistili len homogénne kryštály, a to rovnako v prípade výskytu inklúzií zlata, ako aj pri ich absencii. Distribúcia inklúzií zlata v arzenopyrite pozitívne koreluje skôr s asociáciou Bi minerálov, ktorých prítomnosť sa spravidla spája s výskytom viditeľného zlata v arzenopyrite bez ohľadu na jeho veľkosť a tvar zrna. Tým sa potvrdzuje náhľad, že študované zrudnenie má metalický charakter vystupovania Au v arzenopyritovej i v celej sulfidickej mineralizácii.

Literatúra

Andráš, P., Caňo, F., Nagy, G. & Ďurža, O., 1988: Gold bearing arsenopyrite of the Pezinok antimonite deposit. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 39, 1, 87–98.*

Andráš, P., Jeleň, S. & Caňo, F., 1993: Výskyt Bi mineralizácie v ložisku Pezinok. *Mineralia Slov., 25, 34, 221–223.*

Andráš, P., Križáni, I. & Kušnierová, M., 1994: Možnosti využitia bakteriálneho lúhovania zlata z Fe sulfidických rúd na ložiskách Západných Karpát. *Uhlí Rudy, 12, 1, 465–470.*

Andráš, P., Wagner, F., Ragan, M., Friedl, J., Marcoux, E., Caňo, F. & Nagy, G., 1995: Gold in arsenopyrites from the Pezinok deposit (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Carpath., 46, 6, 335–343.*

Andráš, P., Chovan, M. & Ozdín, D., 1998a: Neviditeľné Au v sulfidoch Nízkych Tatier. *Mineralia Slov., 1, 30, 92–93.*

Andráš, P., Dubaj, D. & Kotulová, J., 1998b: Aplikácia arzenopyritového geotermometra na ložisku Pezinok–Kolársky vrch. *Mineralia Slov., 30, 2, 147–156.*

Antal, B., Jarkovský, J. & Khun, M., 1992: Contribution to mineralogy and geochemistry of gold in sulphides and black shales of the Slovinky-Gelnica ore field. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 48, 1, 49–54.*

Bartalský, B. & Radvanec, M., 1993: Relation between minerals of the Fe-Zn-As-S and Fe-Ti-Mn-O element association in conditions of regional metamorphism, Rožňava–Turecká Ore field, Spiš-Gemer ore Mts. *Mineralia Slov., 25, 6, 437–450.*

Beňka, J. & Suchý, Š., 1983: Mineralogická charakteristika volfrámového zrudnenia v Kyslej pri Jasení. *In: Scheelitovo-zlatonosné zrudnenie v Nízkych Tatrách. GÚDŠ, Bratislava, 71–84.*

Bláha, M. & Vitásek, A., 1998: Au-W ložisko Jasenie. *Mineralia Slov., 30, 1, 89–90.*

Böhmer, M. & Hvožďara, P., 1980: Výsledky šlichového výskumu z východnej časti Malej Magury. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 34, 31–46.*

Brlay, A., Lexa, J., Rojkovičová, Ľ. & Štohl, J., 1989: Netypická bizmutová mineralizácia na Au-Ag žilách v Banskej Belej. *Region. Geol. Západ. Karpát, 25, 233–238.*

Ďurža, O., 1987: Využitie termoelektrického napätia pyritov pri vyhľadávaní zlata. *In: Zlato v Západných Karpatoch, jeho geochémia, mineralógia a metalogenéza. GÚDŠ, Bratislava, 135–138.*

Hvožďara, P., 1980: Prospekčné minerály tatroveporidného kryštalinika. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 34, 31–46.*

Hvožďara, P., 1985: Výsledky šlichovej prospekcie vo veporidnom kryštaliniku. *In: Akcesorické minerály. GÚDŠ, Bratislava, 125–131.*

Chovan, M., 1971: Ťažké minerály z oblasti masívu Hrončok (veporidy). *Geol. Práce, Spr., 56, 143–161.*

Chovan, M. & Michálek, J., 1988: Bizmutín a tetradymit na Sb ložisku Dúbrava. *Mineralia Slov., 20, 2, 161–168.*

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., 1994: Ore Textures in the Western Carpathians. *S. A. P., Bratislava, 219.*

Chovan, M., Póč, I., Jancsy, P., Majzlan, J. & Krištín, J., 1995b: Sb-Au(As-Pb) mineralizácia ložiska Magurka, Nízke Tatry. *Mineralia Slov., 27, 6, 397–406.*

Chovan, M., Hurai, V., Sachan, H. K. & Kantor, J., 1995c: Origin of the fluids associated with granodiorite hosted Sb-As-Au-W mineralization at Dúbrava (Nízke Tatry Mts., Western Carpathians). *Mineral. Depos. (Berlin), 30, 48–54.*

Chovan, M., Slavkay, M. & Michálek, J., 1998: Metalogenéza ďumbierskej časti Nízkych Tatier. *Mineralia Slov., 30, 1, 3–8.*

Jarkovský, J., Chovan, M. & Krištín, J., 1978: Zonálny Cu-As pyrit z ložiska Dúbrava, Nízke Tatry. *Mineralia Slov., 10, 4, 359–360.*

Kantor, J., 1965: Tungsten in the West Carpathian Metallogenetic Province. *Geol. Práce, Spr., 36, 199–217.*

Kantor, J. & Eliáš, K., 1983: Izotopový a paleotermometrický výskum. *In: Scheelitovo-zlatonosné zrudnenie v Nízkych Tatrách. GÚDŠ, Bratislava, 85–92.*

Knésl, J. & Knéslová, A., 1993: Možnosti výskytu impregnačných Au ložísk na Slovensku. *Mineralia Slov., 25, 6, 451–460.*

Kušnierová, M., 1995: Vplyv oxidácie arzenopyritového koncentrátu na výťažnosť následného luhovania Au. *Mineralia Slov., 27, 1, 64–66.*

Majzlan, J. & Ozdín, D., 1995: Cu-Pb-Bi sulfosoli z Nízkych Tatier. *Mineralia Slov., 27, 4, 290–292.*

Majzlan, J. & Chovan, M., 1997: Hydrotermálna mineralizácia v Mlynnej doline, Nízke Tatry. *Mineralia Slov., 29, 2, 149–158.*

Majzlan, J., Chovan, M. & Michálek, J., 1998: Rudné výskyty na Rišianke a Malom Železnom. *Mineralia Slov., 30, 1, 52–59.*

Maťo, Ľ. & Maťová, V., 1994: Mineralizácia v okolí Ozdína, výskyt zlata s obsahom Sb-Ni v tmavých bridliciach. *Mineralia Slov., 26, 1, 30–37.*

Molák, B. & Pecho, J., 1983: Geologicko-ložisková charakteristika W-Au zrudnenia v oblasti Jasenia. *In: Scheelitovo-zlatonosné zrudnenie v Nízkych Tatrách. GÚDŠ, Bratislava, 61–70.*

Morávek, P. (ed.), 1992: Zlato v Českém masívu. *ČGÚ, Praha, 245.*

Orvošová, M., Majzlan, J. & Chovan, M., 1998: Hydrothermal alteration of granitoid rocks and geneses in the Dúbrava Sb-Au deposit, Western Carpathians. *Geol. Carpath., 49, 5, 377–387.*

Ozdín, D. & Chovan, M., 1998: Rudné mineralizácie v okolí Vyšnej Boce. *Mineralia Slov., 30, 1, 91–92.*

Sachan, H. K. & Chovan, M., 1991: Thermometry on arsenopyrite mineralization in the Dubrava antimony deposit. *Geol. Carpath., 42, 5, 265–269.*

Polák, S. & Rak, D., 1979: Zlato v antimonitovom ložisku v Pezinku. *Mineralia Slov., 11, 6, 553–554.*

Rojkovič, I., Háber, M. & Novotný, L., 1997: U-Au-Co-Bi-REE mineralization in the Gemeric Unit (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Carpath., 48, 5, 303–313.*

Stankovič, J. & Jančula, D., 1981: K typochemizmu arzenopyritu z niektorých ložísk na južných svahoch Nízkych Tatier. *Mineralia Slov., 13, 4, 373–377.*

Trtíková, S., Chovan, M. & Kušnierová, M., 1996: Oxidation of pyrite and arsenopyrite in the mining wastes (Pezinok– Malé Karpaty Mts.). *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk Brun., Geologia, 39, 225–231.*

Zipser, Ch. A., 1817: Versuch eines topographisch-mineralogischen Handbuches von Ungarn. *Oedenburg, 439.*

Zlato v jaskynných sedimentoch

JÁN TULIS

URANPRES, s. r. o., Fraňa Kráľa 2, 052 80 Spišská Nová Ves

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold in cave sediments

Allochthonous water streams lay huge quantity of foreign material from non karst territories into underground karst caverns. It means, it is the material with the same geological composition like that in the foreign territory. If the crystalline complex is attacked by water stream and the rocks which contain of Au are transported into cave, the element Au could be present in the cave spaces.

In Slovakia we know about 4000 caves. The gold was determined only in one of them in heavy fraction of fluvial sediments. The personal communication about gold in the cave Zlata diera in Slovenský raj territory was not confirmed by verification.

The reality that only in one cave in Slovakia the gold was supposed does not manifest that gold is only there. But it shows that for this question was only a few tasks done.

Jaskyne sú prírodné, ale aj kultúrnohistorické objekty. V rozličných povestiach sa o nich často hovorí ako o skrýšach pokladov. Nás však zaujíma prírodné zlato, ktoré sa v jaskyniach vyskytuje ako výsledok prírodných geologických procesov.

Termínom jaskynné sedimenty sa označujú fluviálne sedimenty alochtónnych vodných tokov. Takéto toky prinášajú zo znosových nekrasových území do podzemných krasových dutín množstvo cudzorodého materiálu, čiže materiálu rovnakého geologického zloženia, aké je v znosovej oblasti. Ak rozrušované horniny s Au, prípadne materiál z ložísk Au transportuje vodný tok, Au sa môže dostať do jaskynných priestorov a ukladať sa v nich.

Názvy rozličných objektov sú zvyčajne motivované istými charakteristickými črtami, významnými udalosťami, tvarom a pod. Na Slovensku sú názvy obcí, ako sú Zlatníky, Zlatno, Zlatá Baňa a pod., ktoré zreteľne súvisia s Au.

Na Slovensku je známych a evidovaných okolo 4000 jaskýň a priepastí, ale s názvom súvisiacim s Au sme sa stretli iba v jednom prípade. Je to jaskyňa *Zlatá diera* v Slovenskom raji. Táto jaskyňa je dlhá 570 m, preteká ňou autochtónny podzemný vodný tok s niekoľkými sifónmi a podzemnými jazerami, ktorý odvodňuje krasovú planinu Glac. Jaskyňa je v strednotriasových aniských sivomodrých vápencoch s polohami dolomitického vápenca až dolomitu. V ich podloží je spodnotriasové bridličnato-piesčité súvrstvie.

Podľa starej legendy sa v jaskyni ryžovalo zlato. Nápisy z roku 1707 a 1777 svedčia o tom, že jaskyňa bola predmetom záujmu už v dávnej minulosti. S cieľom preveriť pravdivosť zmienky o ryžovaní zlata z fluviálnych sedimentov sme odobrali materiál z dna jaskyne, ale hodnotenie ťažkej frakcie žiadnu prítomnosť Au nepotvrdilo a spektrálna analýza poskytla nasledujúce výsledky (Gríger, 1968; tab. 1).

Asi o 300 m vyššie nad Zlatou dierou je Medvedia jaskyňa s bohatým výskytom fluviálnych piesčitých sedimentov. Z nich sme odobrali vzorky, plavením sme získali ťažkú frakciu, a jej mineralogické zloženie sme zhodnotili v laboratórnom stredisku vtedajšieho Geologického prieskumu, n. p., v Spišskej Novej Vsi. V šlichoch sa zistili tieto minerály: *pyrit, rýdze zlato (jedna zlatinka), ilmenit, hematit, amfiboly, turmalín, leukoxén, zirkón, rutil, karbonáty, živce, kremeň, muskovit, minerály skupiny wollastonitu–sillimanitu–disténu.*

Spektrálnou analýzou sa zistili nasledujúce prvky (tab. 2):

Predpokladáme, že piesčité sedimenty v jaskyni pochádzajú z rozrušených hornín centrálnokarpatského paleogénu, ktorý prekrýval komplex mezozoických hornín Slovenského raja.

Podľa literatúry sa v jaskynných sedimentoch zistilo rýdze zlato, striebro a meď napr. v jaskyni Greenhorn v Kalifornii a The Ovens v Kanade (Hill a Forti, 1997).

Predpoklady o možnom výskyte Au v jaskynných sedimentoch Západných Karpát zhŕňame takto:

V mnohých geologických jednotkách, najmä v jadrových pohoriach (Považský Inovec, Strážovské vrchy, Malá a Veľká Fatra, Vysoké a Nízke Tatry), ale aj vo veporiku a gemeriku sa vodné toky prameniace v nekrasových horninových komplexoch pri vstupe do krasových území ponárajú do podzemia a vytvárajú rozsiahle podzemné jaskynné systémy (demänovský jaskynný systém, jaskyne Jánskej doliny a Kozích chrbtov, bystriansko-valašský systém, jaskyňa Javorinka vo Vysokých Tatrách, jaskynný systém Stratenskej jaskyne a i.). Je reálny pred-

Tab. 1

nad 1 %	1–0,1 %	0,1–0,01 %	0,01–0,001 %	problemat.
Ca, Al Si, Mg Fe	Mn Pb	Zr K Ti	As, Y, Ag, Bi Cu, Zr, Be, Ge Ni, Cr, Cd Na, Hg, Co Sb, Mo, In V	Ba, Ge B, Yb Ga, Sr Sn

Tab. 2

nad 1 %	1–0,1 %	0,1–0,01 %	0,01–0,001 %	problemat.
Ca, Al Si, Mg Fe	Mn Pb	Zn K Ti	As, Y, Ag, Bi Cu, Zr, Be, Ge Ni, Cr, Cd Na, Hg, Co Sb, Mo, In V	Ba, Ge B, Yb Ga, Sr Sn

poklad, že sa zo znosových oblastí do týchto jaskýň okrem iných minerálov dostáva aj Au.

Fakt, že je doteraz o výskyte zlata v jaskynných sedimentoch veľmi málo údajov, nie je dôkaz, že tam zlato nie je, ale dôsledok toho, že sa tomuto problému nevenovala dostatočná pozornosť. Vyjadrujeme presvedčenie, že výskum orientovaný na hľadanie zlata v slovenských jaskyniach môže priniesť aj prekvapujúce výsledky.

Literatúra

Gríger, J., 1968: Vyvieračka a jaskyňa Zlatá diera v Slovenskom raji. *SPIŠ 2, Košice, 293–300.*

Hill, C. & Forti, P., 1997: Cave Minerals of the World. National Speleological Society. *Huntsville, Alabama, U.S.A., 463.*

Tulis, J. & Novotný, L., 1988: Inventarizačný speleologický výskum ŠPR Kysel, Slovenský raj. *Manuskript – archív Správa národného parku Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 31.*

Gold occurrences and deposits in the Buchim ore field, Eastern Macedonia

VIOLETA STEFANOVA[1], NIKOLA TUDZAROV[1] and GORGI MITEVSKI[2]

[1]Faculty of Mining and Geology Stip, Republic of Macedonia
[2]PRMB Bucim Radovis, Republic of Macedonia

(Doručené 9. 4. 1999)

Výskyty a ložiská zlata v rudnom poli Buchim, východné Macedónsko

Key words: Eastern Macedonia, Buchim ore field, types of gold mineralization

The Buchim ore field is a part of the Eastern Macedonian ore district (the Lece – Chalkidiki metallogenic zone). In terms of its geotectonic evolution it belongs to the Vardar zone and the Serbo-Macedonian massif. The metallogeny of the ore field is in close relationship with the evolution of the Tertiary magmatism present as intermediary to acid calc-alkaline magmatism. Cu, Fe, Pb-Zn and the Au mineralization styles which are significant for us, are related to these mineralizations. Latest geochronologic, geochemical and petrologic investigations carried out indicated the presence of another, older, metallogeny of Cretaceous age. These data make the area even more interesting in terms of discovering new gold and other mineralizations. Several morphogenic types of gold occurrences and deposits are present in the district such as gold in skarn type of deposits, in porphyry type of deposits, in silicified rifts, in listvenites, eluvial-deluvial type of gold deposits, alluvial gold deposits, gold in metamorphites, etc.

The aim of this paper is better understanding of gold occurrences in the listvenites of Kapina, the eluvial-deluvial type in Sopur and the gold in metamorphites in Lokva.

The investigations carried out in the Kapina site discovered, for the first time, listvenites with an association of carbonates, talc, serpentine, olivine, quartz, fuchsite, magnetite, hematite, sulphide and some other minerals. Of particular interest is the discovery of fine-dispersed gold. Geochemical analyses discovered gold contents from 0.1 to 0.28 ppm, accompanied by low silver contents of 0.8 to 1.7 ppm. Increased Bi, Ga, Cu, As, etc., have also been discovered. Mineral phase of gold was determined with the use of microprobes within spinels.

Eluvial-deluvial type of gold was determined in the Sopur site. These are brecciated eluvial layers determined in situ. Investigations carried out determined variable gold contents ranging from 0.15 to 12.5 g/t. Gold is characterized by fine dispersion and irregular distribution in the mineral mass. Microprobes discovered the presence of chrome spiles, magnetites and limonites with gold and palladium mineral phases.

Latest geochemical investigations carried out in the Lokva deposit and the results obtained indicated that the area is very promising. Quartz-vein and stockwork disseminated mineralization with contents amounting to 0.4 g/t were also discovered.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 329–336

Úprava štiavnických a kremnických zlatostrieborných rúd v 18. a 19. storočí

MILAN HOCK

Slovenské banské múzeum, Kammerhofská 2, 969 00 Banská Štiavnica

(Doručené 9. 4. 1999)

Dressing of the gold and silver ores from the area of Banská Štiavnica and Kremnica in the 18th and 19th centuries

Ore dressing of gold-silver ores was done from the beginning of their excavation. Modernization of these processes began in the 14th century, when first mechanisms for crushing and grinding in Kremnica and Banská Štiavnica started to be mentioned. In the 16th century especially crushing ore in stamper batteries represented more significant progress. During the 18th century Ignác Born improved production of silver. In the 19th century in Banská Štiavnica Peter Rittinger constructed more ore dressing machines wich resulted in continous run of whole ore dressing plants and further modernization of ore dressing processes were realized. The top of these processes was introduction of flotation in the 1930s.

Key words: gold-silver ore dressing, ore mill, sorting channels, washing plant, crushing and sorting plant

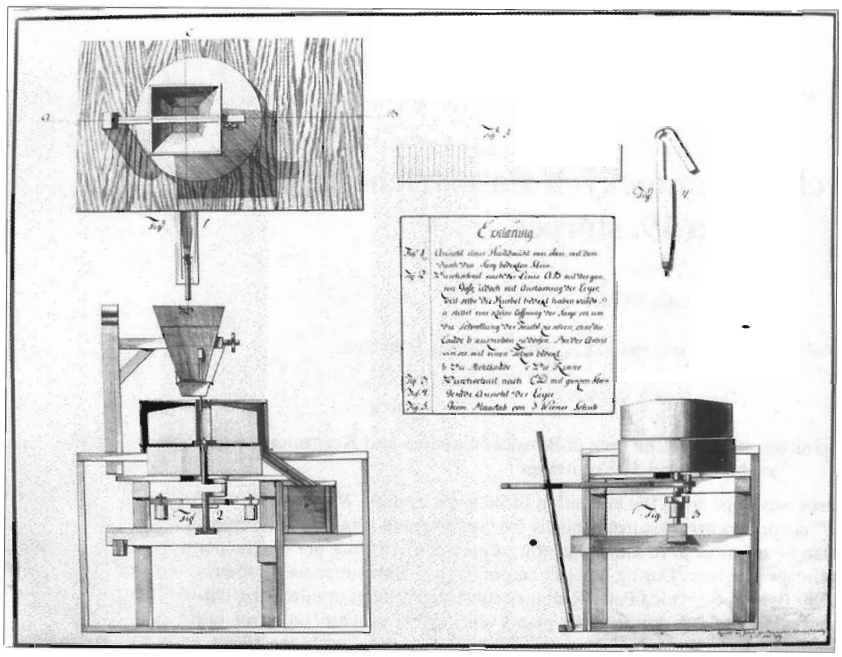
Vyťažená ruda z povrchových alebo podzemných dobývok je vo väčšine zmesou úžitkových minerálov a kovov s materskými horninami a jalovinou, a preto ju treba upraviť, čiže oddeliť užitočnú zložku od jaloviny a prímesí. Ruda sa upravovala už aj v najstarších obdobiach. Pracovnými nástrojmi na jej drvenie boli kamenné kladivá, kamenné a neskôr aj liatinové podložky. Ruda sa tu drvila a potom sa ručne z nej vyberali úžitkové minerály. Kamenné nástroje tohto druhu pochádzajúce z druhého tisícročia pred n. l. sa na Slovensku našli napr. v odvalových haldách v Špánej Doline. Technika a technológia úpravníctva zaznamenali prvý významný pokrok najmä v 14. stor. n. l.

Prvá zmienka zo Slovenska o modernejšom zariadení na drvenie Au rudy, a to o prvej stupe je z Kremnice z roku 1331. Údaj o stupe Banskej Štiavnici je z roku 1398. Najstaršia písomná zmienka o rudných mlynoch, ktorými sa podrvená Au ruda zo stúp domieľala na rudnú múčku, je z oblasti Banskej Štiavnice – Banskej Belej z roku 1381. V 15. a 16. stor. sa úprave Au a Ag rúd venovala osobitná pozornosť. Bohatá ruda vhodná na priame tavenie sa už v bani oddeľovala od ostatnej rudy a osobitne dopravovala na povrch. Ďalšou skupinou boli tzv. stupové rudy, určené na úpravu v stupách, a treťou chudobné rudy, v ktorých bola úžitková zložka vo veľmi malom obsahu. Au a Ag z chudobnej rudy bolo možno získať dôkladným rozomletím na rudnú múčku, čím sa z nej uvoľnili aj najmladšie čiastočky Au. Z rudnej múčky sa potom vyrábali AuAg koncentráty gravitačnými metódami, amalgamáciou alebo inak.

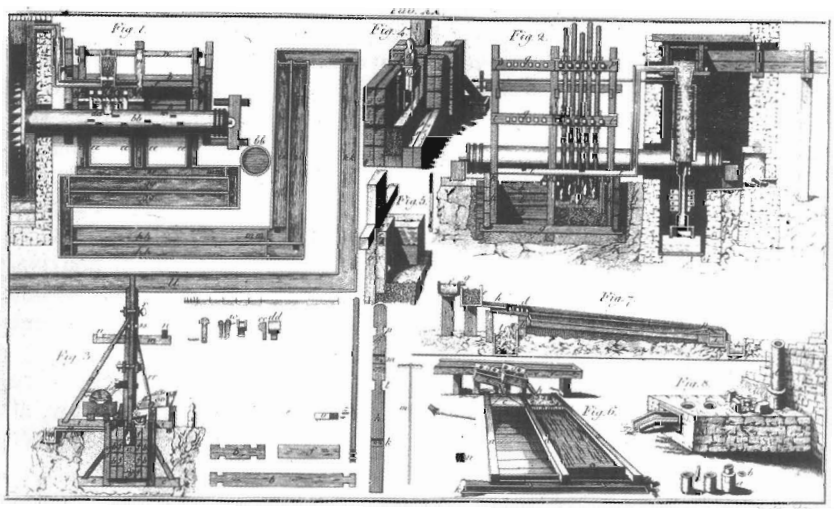
Roku 1442 bolo v Kremnici 40 rudných mlynov a 12 hút s niekoľkými stupami. Roku 1578 sa vykonal súpis úpravníckych a hutníckych stavieb v Kremnici pozdĺž Turčekovho vodovodu v dĺžke asi 6 km. V tom období sa tu evidovalo 37 stúp so 136 vodnými kolesami, 6 hút so 14 pecami a 15 rudných mlynov poháňaných 75 vodnými kolesami. Pri týchto zariadeniach bolo 13 splavovní s 88 kalovými splavmi na rozdružovanie rudnej múčky a výrobu zlatých koncentrátov. Oproti roku 1442 sa technológia drvenia a mletia rudy zmenila. Upúšťalo sa od mletia v rudných mlynoch, ktoré sa predtým používali na domieľanie piesku a rudnej múčky získaných zo stúp. Postupne sa technológia zjednodušovala, takže sa drvenie a mletie vykonávalo len v stupách.

V oblasti Banskej Štiavnice boli roku 1630 pri Brennerovom ťažiarstve len dve ťažiarske a tri erárne stupy, ale pre nekompletnosť archívnych materiálov sa presný počet úpravníckych zariadení nedá zistiť.

Prehľadnú a podrobnú technológiu úpravy rúd v 16. stor. uvádza Juraj Agricola v diele *Dvanásť kníh o baníctve a hutníctve* z roku 1556. Opisuje v ňom metódy a zásady drvenia, triedenia a rozdružovania rudy, t. j. oddeľovania čistých minerálov a Au od jaloviny. Pri drvení a mletí rudy v stupách bolo významným pokrokom využívanie vody. Zaviedol ho roku 1512 Zikmund Maltitz pri drvení banských odvalov v Alternburgu. Tento spôsob umožnil drviť rudu nepretržite, bez odstavovania stúp pri dávkovaní vsádzky a vyberaní rozdrvenej rudy, ako to bolo pri suchých stupách. Tým podstatne vzrástli výkony a produktivita výroby v stupách. Druhým významným momentom v 16. stor. bol vynález rozdružovania sádzaním na sádzacích sitách. Išlo o rozdružovanie istých zrnitostných skupín na vertikálne sa pohybujúcom site vo vodnom prostredí. Tento spôsob zaviedol Pavel Grom-



Obr. 1. Jednoduchý rudný mlyn. 17. stor.
Fig. 1. Simple ore mill from 17th century.



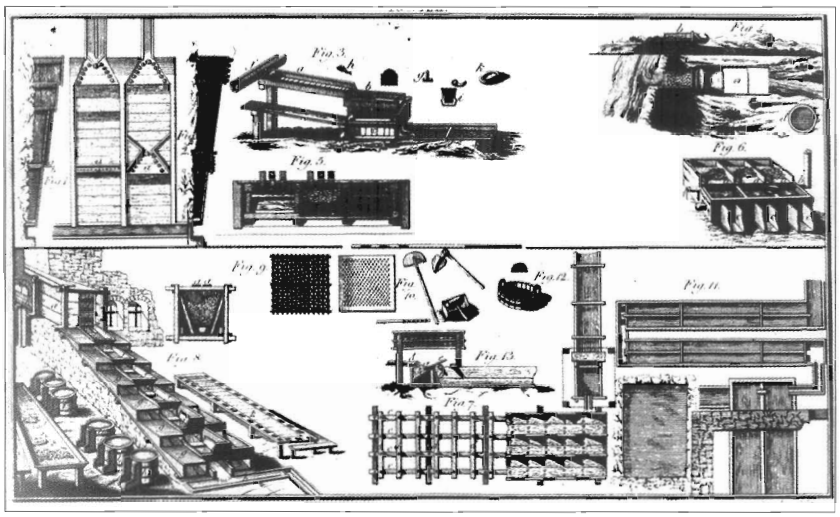
Obr. 2. Nákres stúp a triediacich žľabov z diela Ch. T. Deliusa. 18. stor.
Fig. 2. Sketch of sorting channels by Ch. T. Delius, 18th century.

menstetter zo Schwartzu roku 1519 v baniach v Jáchymove. Okrem spomenutých princípov a metód sa už v starších obdobiach na rozdružovanie bežne používalo ryžovnícke korýtko a splav. Na ploche splavu sa pri tečení piesku a múčky s vodou usadzujú hmotnostne ťažšie zrniečka minerálov, kovov a Au, kým ľahšiu jalovinu odplavuje tečúca voda. Usadenina je rudným koncentrátom.

Roku 1686 opísal uhorské baníctvo anglický cestovateľ Eduard Brown. Zmieňuje sa v ňom o Banskej Štiavnici aj o Kremnici z mineralogickej stránky, o nálezoch veľkých kusov Au, o novej konštrukcii mlynov na mletie rudy a o výrobe Au amalgamáciou. Roku 1751 opísal technológiu úpravy rudy a výrobu Au cestovateľ po Európe J. G. Keyssler. Od neho sa dozvedáme, ako sa upravovala ruda v Kremnici, ale aj o iných osobitostiach kremnického baníctva, o výrobe Au v Kremnici tavením v peciach a o rafinácii v rozpustenom Pb. Podobne opisuje aj štiavnické úpravníctvo.

Technika zavádzaná v strednej Európe v 14. až 17. stor. bola základom rozvoja a vynachádzanie nových princípov v banskoštiavnickom a kremnickom baníctve 18. a 19. stor. Vďaka zdokonaľovaniu úpravníctva výroba Au a Ag v týchto banských regiónoch značne vzrástla. Roku 1763 sa z kremnických baní vyťažilo 73 322 kg rudy s obsahom 282 kg Ag a 4,9 kg Au. Zisk zo štiavnických baní len za roky 1740–1759 bol 42 miliónov zlatých. Pomohli tomu nielen vynálezy J. K. Hella dotýkajúce sa pohonu banských čerpadiel, ale aj vynálezy nových úpravníckych strojov a technológií. Dôležitým faktorom pri mechanizácii úpravníctva boli energetické stroje. Skúšali sa rozličné spôsoby. Roku 1736 to bol pohon stúp pomocou malých ohňových strojov podľa návrhu E. Fischera, roku 1767 navrhol Matej Zipser postaviť stupy na veterný pohon a roku 1770 hodinársky majster Artz navrhol pohon stúp pomocou šliapacích segmentov. Návrhov bolo dosť, avšak najreálnejším, ktorý sa v praxi využíval po stáročie, bol vodný pohon. Okrem vodných kolies sa v Banskej Štiavnici roku 1832 pri štôlni Juraj použil na pohon stúp aj vodnostĺpcový stroj s rotačným pohybom, ktorý skonštruoval profesor Jozef Schittko a zdokonalil ho J. Adriány. Roku 1825 bol na pohon stupy pri odvale šachty Karol postavený prvý parný stroj s wattovým rozvodom. V rokoch 1846–1848 František Tonhauser použil pri štôlni Móder na pohon stúp dve vodné turbíny. Takéto energetické stroje sa v ďalšom období využívali aj v iných banských prevádzkach v Banskej Štiavnici a v Kremnici. Koncom 19. a začiatkom 20. stor. sa v úpravníctve využíval aj elektrický pohon, ako aj elektrické osvetľovanie úpravní.

Dostatok energetických zdrojov umožnil skvalitniť technické vybavenie a mechanizovať technológiu úpravy. O vysokom stupni úpravníctva v Uhorsku svedčia vyjadrenia odborníkov a autorov publikácií z 18. a 19. stor. (J. J. Ferbera, W. G. Beckera, G. E. Löhneyssa, Ch. T. Deliusa, G. G. Puscha a i.). G. G. Pusch medzi mestá



Obr. 3. Nákres splavov a premývacieho závodu podľa diela Ch. T. Deliusa. 18. stor.
Fig. 3. Sketch of sluices and washing plant by Ch. T. Delius, 18th century.

s najvyššou úrovňou úpravníckej techniky v tom období zaradil aj Kremnicu a Banskú Štiavnicu. Vysoký stupeň úpravníckej techniky sa dosiahol aj vďaka dôkladnej kontrole úpravníckej prevádzky. Pravidelne každých 14 dní vykonávali inšpekciu stupových závodov cisársko-kráľovskí inšpektori. Na základe skúseností z prehliadok vypracoval Ignác Lechner roku 1780 podrobnú centrálnu inštrukciu pre úradníkov stúp v Banskej Štiavnici, Vindšachte, Statgrunde, Štefultove, Rybníkoch a v Hodruši. Inštrukcia v 65 paragrafoch obsahuje zásady úpravy rudy a stala sa vodidlom pre obsluhu na udržiavanie technologickej disciplíny, správanie sa osadenstva a povinnosti pracovníkov.

Podrobnú inštrukciu pre pracovníkov stúp v Kremnici vydala roku 1786 aj Dvorská komora vo Viedni. Inštrukcia predpisovala každú manipuláciu a činnosť v stupách, viedla zamestnancov k predchádzaniu škodám, usmerňovala ich manipuláciu so zariadeniami, postup pri drvení, splavovaní rudnej múčky, amalgamácii, ba určovala aj správanie zamestnancov a pod.

Podrobný prehľad o stave baníctva a úpravníctva v štiavnickom a kremnickom banskom revíre v polovici 18. stor. uvádza Zlatá kniha banícka z roku 1763, vyhotovená pri príležitosti návštevy panovníka v oblasti Banskej Štiavnice a Kremnice.

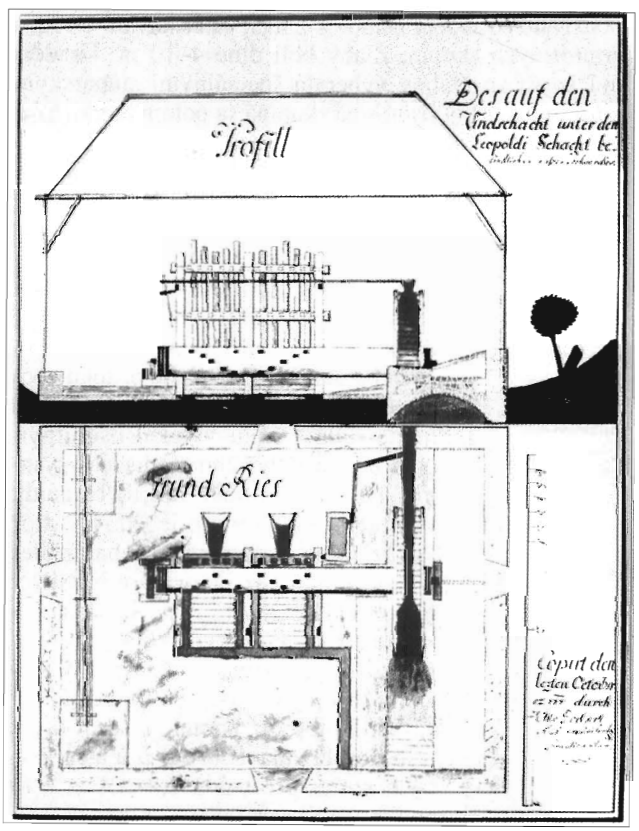
Roku 1763 bolo na území Banskej Štiavnice 18 cisársko-kráľovských stúp s 54 vodnými kolesami, 480 stupovými tĺkmi – baranidlami a 158 splavmi. V Kremnici sa v tom období rozdeľovali bane na Predný cech a Zadný cech. V cechoch bolo vedno 15 stúp s 264 stupovými tĺkmi, deväť splavovní a jedna rudná práčka.

Podľa inštrukcie pre úradníkov a robotníkov stúp napr. v Banskej Štiavnici sa znečistená ruda musela pred úpravou najprv premyť a očistiť od kalu a bahna. Spolu sa nesmela drviť čistá kusová ruda s prerastenou rudou a s rudou jemne vtrúsenou v hornine. Preto sa po vyvezení z bane ruda hneď rozdeľovala do štyroch skupín. Do prvej patrila ruda s celistvými kusmi čistých minerálov, bez väčšieho množstva jalových prímesí. Druhá skupina zahŕňala prerastenú, vtrúsenú a impregnačnú rudu do okolitých hornín. Tretiu skupinu tvorila červená „cinoplavá" ruda s obsahom Au a do štvrtej sa dávala kremitá ruda obsahujúca Pb, Au a Ag. Každá skupina sa potom upravovala osobitne. Rudy prvej skupiny sa ručne drvili a vizuálne rozdružovali – preberali. Druhá, tretia a štvrtá skupina sa upravovala prevažne v stupách.

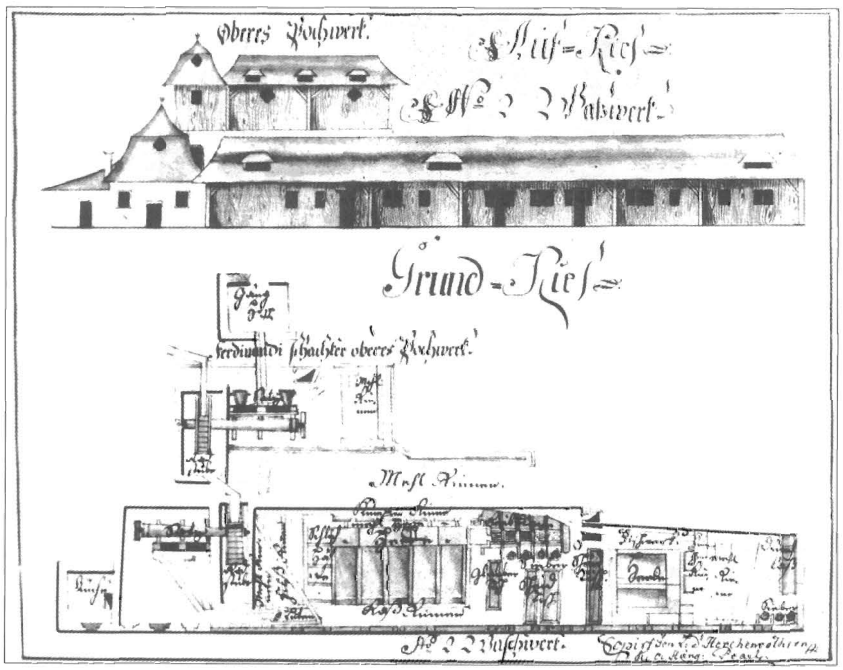
Okrem uvedených typov rudy sa v 18. stor. v Banskej Štiavnici a Kremnici upravovali aj odvaly z minulých storočí, ktoré ešte obsahovali značné percento drahých kovov. Tie sa spracúvali v osobitných zariadeniach – premývacích závodoch.

Ručne drvená a rozklepávaná ruda každej skupiny sa po rozdrvení vizuálne rozdeľovala do týchto deviatich kvalitatívnych kategórií:

1. dobrá hrubá ruda, celistvá a čistá,
2. zlá hrubá ruda,
3. lepšie jadro,
4. horšie jadro,
5. najlepšia vtrúsená ruda,
6. zlá vtrúsená ruda,



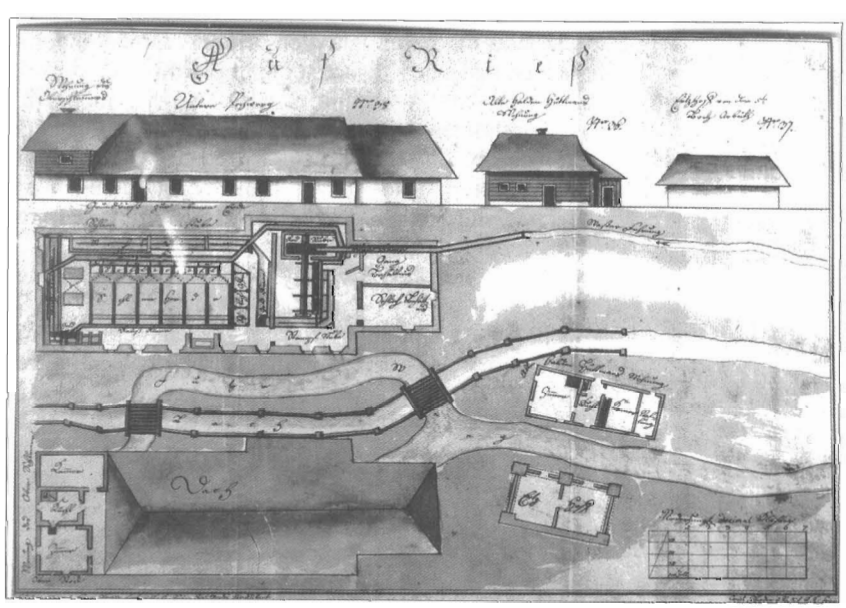
Obr. 4. Stupa pri šachte Leopold v oblasti Banskej Štiavnice. 18. stor.
Fig. 4. Crushing and sorting plant near Leopold shaft from the Banská Štiavnica area, 18th century.



Obr. 5. Horná stupa šachty Ferdinand pri Banskej Štiavnici. 18. stor.
Fig. 5. Upper crushing and sorting plant of the Ferdinand shaft near Banská Štiavnica, 18th century.

7. lepší prach,
8. horší prach,
9. bohatá ruda s vysokým obsahom kovov.

Skupiny haviarov vykonávali toto triedenie v osobitných miestnostiach na rozborných stoloch a používali na to špeciálne ručné kladivá. Osobitosťou na Vindšachte bolo používanie kladív zavesených pomocou reťazí na pružných tyčiach. Podľa kvality sa drvená ruda odvážala na hutnícke tavenie alebo na ďalšie spracovanie do stúp.



Obr. 6. Stupy a splavy 18. stor.
Fig. 6. Crushing and sorting plants, 18th century

Jemne prerastená alebo vtrúsená ruda v horninách „cinoplová" a kremitá ruda s obsahom Au a Ag sa upravovali v stupách. Tento typ sa musel rozomlieť na piesok, múčku až prach, pričom sa z materskej horniny uvoľňovali drobné a jemné zrniečka Au.

Práca v stupách patrila v 18. stor. medzi najdôležitejšie úpravnícke operácie.

Stupové závody mali tri prevádzkové oddelenia. Bola to

A. vlastná stupa, kde sa ruda drvila a mlela na múčku.

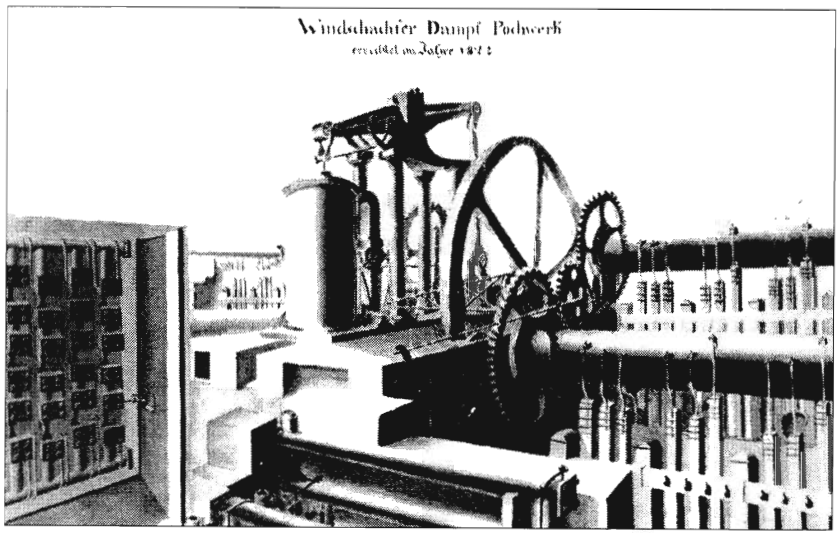
B. „šliamovňa", kde sa vyrobená múčka triedila na zrnitostné skupiny, a

C. splavovňa, v ktorej sa vytriedené zrnitostné skupiny kvalitatívne rozdružovali a kde sa vyrábali rudné a Au koncentráty.

Drvenie a mletie v stupách sa vykonávalo tzv. suchou alebo mokrou cestou. Zrnitostné skupiny sa pri suchých stupách triedili na sitách, pri mokrých sústavou usadzovacích žľabov. V žľaboch sa podľa veľkosti zrna postupne usadzoval pretekajúci rmut (rudná múčka zmiešaná s vodou). Triediace žľaby boli až po vrchný okraj uložené v zemi. Stáli vedľa seba, boli zdvojené, používalo sa sedem zľabov a z nich sa získavalo o sedem zrnitostných skupín. Žľaby boli dlhé 4–10 m. Usadená múčka sa zo žľabov vyberala špeciálnymi stupárskymi lopatami a každá zrnitostná skupina sa potom rozdružovala na osobitných splavoch.

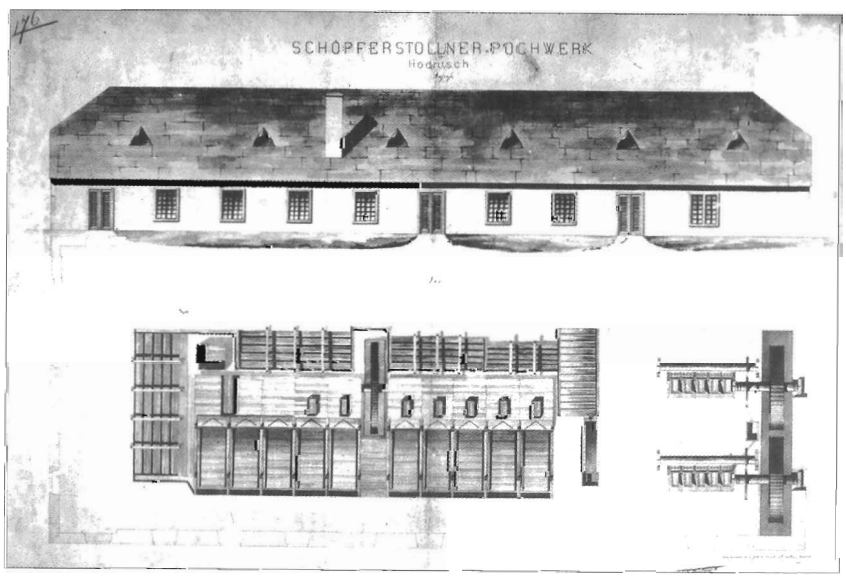
V Banskej Štiavnici aj v Kremnici sa najviac využívali stupy na mokré drvenie. Skladali sa zo stupového stávku, do ktorého sa dávkovala ruda na drvenie a privádzala voda. V stávku na rudu padali stupové drviace baranidlá. Ďalšou súčasťou stúp bolo vodné koleso s hriadeľom, na ktorom boli zdviháky stupových baranidiel. Za stáleho prítoku vody a rudy sa v stávku nepretržite drvila až mlela ruda a rmut vytekal osobitným otvorom do žľabového triediaceho systému. Pôvodne sa používali tri baranidlá v jednom stávku a v priebehu 18. stor. sa prešlo na systém piatich baranidiel. Vývod rmutu cez otvor sa v banských regiónoch Európy riešil viacerými spôsobmi. G. G. Pusch vo svojom cestopise ako najlepší uvádza štiavnický systém vývodu cez nastaviteľný bočný posúvač. Hmotnosť baranidiel drevených stúp dosahovala 106 kg, priemer vodných kolies pre stupu 3,8–4,4 m a na pohon 10-tĺkovej stupy sa za 24 hod. spotrebovalo 5100 m^3 vody.

Rozdružovanie na splavoch bolo v 18. stor. najdôležitejšou operáciou pri úprave



Obr. 7. Parná stupa na Vindšachte pri Banskej Štiavnici. Začiatok 19. stor.
Fig. 7. Steam crushing part of the Vindšachta shaft near Banská Štiavnica, beginning of 19th century.

rudy, vyžadovalo ustavičnú kontrolu, a preto túto prácu vykonávali len starší, skúsení pracovníci. V Banskej Štiavnici sa používalo niekoľko typov nepohyblivých a od 18. stor. aj pohyblivých splavov. Boli to uhorské lopatové splavy, zmetacie splavy, pohyblivé nárazové splavy, tzv. štiavnické, ručné splávky, plachtové lutny, zlatoumývacie lutny, splavy na ryžovanie zlatonosného piesku z vodných tokov a i. V Kremnici sa používali aj lomené splavy. Najpoužívanejšie boli uhorské lopatové splavy. V 18. stor. boli v každej štiavnickej či kremnickej úpravni. Zvyčajne sa zostavovali do série po štyroch splavoch, na ktorých sa rudná múčka, medziprodukty aj koncentráty niekoľkokrát prečisťovali. Bol to múčny, stredný lopatový, zadný lopatový a čistiaci splav.



Obr. 8 Stupy zo štôlne Schopfer. 1860.
Fig. 8. Crushing and sorting plants from the Schöpfer adit, 1860.

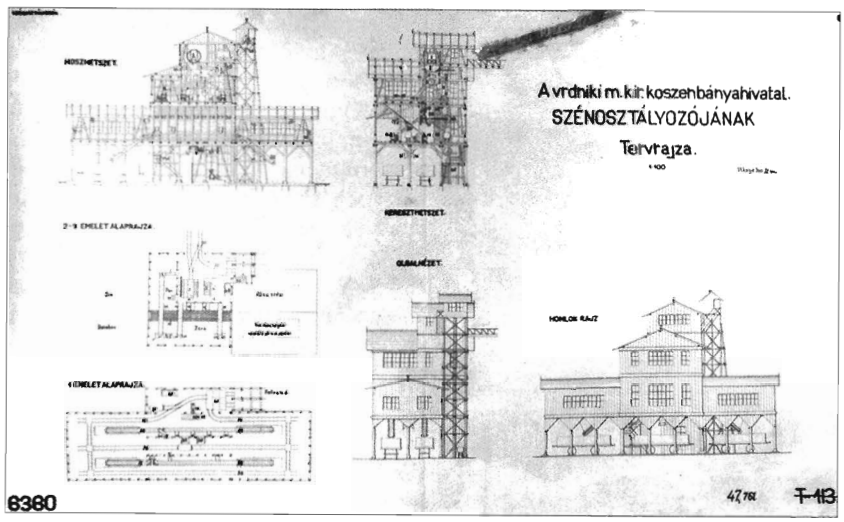
V stupách s 54-stupovými baranidlami sa spravidla používali štyri splavovacie série, čiže splavovňa mala spolu 16 splavov. Dĺžka jedného splavu bola cca 4 m a šírka cca 1,6 m. Sklon splavov bol meniteľný. Pri rozdružovaní na splavoch bola dôležitá hustota rmutu, ktorá sa menila s množstvom pridávanej vody do rudnej múčky z triediaceho žľabu. Vlastné plavenie prebiehalo napúšťaním rmutu na splav v rovnakej vrstve po celej jeho šírke. Pri plavení hmotnostne ťažšie častice sedimentovali na ploche splavu a súčasne sa pomaly posúvali po sklone splavu. Väčšie, ale ľahšie zrnitostné skupiny voda odplavovala do odpadu, a to napúšťaním a premývaním čistou vodou. Koncentráty Au a ťažkých minerálov sa naplavovali až do hrúbky sedimentu 16–20 cm. Po skončení plavenia sa sedimentový koncentrát vyberal zo splavu stupárskymi lopatami vždy po šírke splavu od jeho hlavy.

Koncentrát sa na splave usadzoval podľa mernej hmotnosti a mineralogického zloženia rudnej múčky. Spoločné pre štiavnické aj kremnické plavenie bolo, že sa pri hlave splavu usadzovali najťažšie minerály a Au zrniečka, teda AuAg koncentráty, v strednej časti pyrit, v Štiavnici aj Pb rudy a v spodnom pásme pred koncom splavu najchudobnejšia ruda a jalovina. Pásma produktov sa zisťovali plavením vzoriek na ručných splávkoch, ako aj podľa farby sedimentu na splave a taviacich skúšok. Usadená múčka sa na splave zvyčajne delila do piatich kvalitatívnych pásiem, ktoré sa potom osobitne vypichovali stupárskymi lopatami po šírke splavu. Lopatové dávky pri hlave splavu boli na Au najbohatšie a dávali sa priamo do zlatoumývacích žľabov na prečisťovanie. Ostatné kvalitatívne pásma nižšie od hlavy sa v ďalších operáciách ešte prečisťovali.

Z bohatej Au rudy získanej priamo v bani a zo Au koncentrátov zo stúp sa Au získavalo priamo pomocou ortuťových amalgamačných mlynčekov, ktorých v Kremnici aj v Banskej Štiavnici počas niekoľkých storočí vzniklo mnoho druhov.

Zmetacie splavy sa podobali lopatovým, ale mali veľký sklon a používali sa na rozdružovanie veľmi jemnej rudnej múčky a kalu. Takéto splavy roku 1805 v Kremnici zaviedol správca Demianim a neskôr sa uplatnili aj v Banskej Štiavnici.

Nárazové splavy (štiavnické) sa používali v Banskej Štiavnici v 18. stor. len v niektorých závodoch, ale vo vývoji plavenia rudy a zvyšovania čistoty koncentrátov boli pokrokom. Nárazové



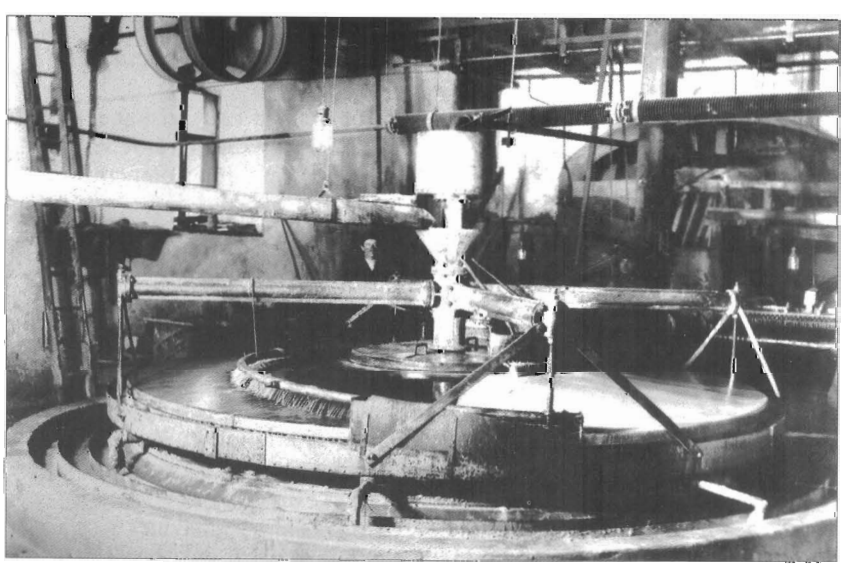
Obr. 9. Technický výkres úpravne z Kremnice. 19. stor.
Fig. 9. Technical drawing of dressing plant from Kremnica, 19th century.

splavy boli zavesené na štyroch reťaziach. Pomocou vačky na hriadeli vodného kolesa a palca na splave sa vychyľovali zo zvislej polohy a pri spätnom vratnom pohybe narážali na pevný nárazník. Náraz vracal usadený materiál na splave späť k hlave splavu, pričom sa najviac vracala a sústreďovala múčka s väčšou mernou hmotnosťou, teda Au a minerálov Ag, čo zvyšovalo ostrosť rozdruženia a čistotu produktov. Stupovňa s otrasnými splavmi bola pri Starej štôlni Antona Paduánskeho vo Vyhniach. Za 14 dní sa v nej pri 144 stupových baranidlách a 60 otrasných splavoch vyrobilo 107–123 g stupového AuAg a 10–12 kg Ag koncentrátu.

Osobitnou skupinou boli ručné splávky na vymývanie Au a kontrolu plavenej rudy. Au koncentrát v nich mohli vyrábať iba na to určení a prísahou viazaní pracovníci. Au prach odovzdávali inšpektorovi stúp na amalgamáciu. Po sústredení väčšieho množstva sa prach premýval čistou vodou a potom sa v železných mažiaroch miešal s Hg. Amalgamácia sa vykonávala dovtedy, kým sa v Hg nerozpustilo všetko Au. Tak vznikla mäkká masa – amalgám. Z neho sa potom zhotovovali guľky, dávali sa na rošt do osobitnej pece, v ktorej žiar išiel odvrchu, ale spodkom pece pretekala studená voda. Žiarom sa z amalgámu odparila Hg a vo vode sa zrazila na kovovú Hg. Z hrudiek amalgámu po pražení ostala kovová zmes AuAg.

Technológiu amalgamácie a prípravy rudy na tavenie roku 1786 zdokonalil Ignác Born. Jeho metóda spočívala v pražení rudy so soľou, t. j. chloridácii Ag. Ag sa v tomto chemickom zložení dalo ľahšie amalgamovať a malo vyššiu výťažnosť. Prevádzkovo túto metódu Born odskúšal v Sklených Tepliciach a na jej zdokonaľovaní sa zúčastnili aj profesori a odborníci Banskej akadémie v Banskej Štiavnici Anton Ruprecht a Karol Haidinger. Táto udalosť bola podnetom na vznik prvej medzinárodnej spoločnosti baníkov a hutníkov na svete.

Medzi osobitné úpravnícke zariadenia 18. stor. patrili premývacie závody, ktoré spracúvali odvalový materiál zo starých, niekoľkostoročných odvalov, obsahujúcich ešte značné množstvo drahých kovov. Skladali sa zo zásobníka odvalovej rudy, stupňovite usporiadaných horizontálne uložených triediacich sít s postupne sa zmenšujúcimi okami, sádzacích sít s kadami s vodou a zo sústavy splavov na úpravu jemnej zrnitosti. Odvalový materiál pri stále pritekajúcej vode prechádzal sústavou sít, a tak sa triedil do niekoľkých (zvyčajne siedmich) zrnitostných skupín, ktoré sa potom rozdružovali na sádzacích sitách v kadiach s vodou a materiál najmenších zrnitostných tried na splavoch. Pri tejto úprave pracovali prevažne starci, invalidi, chorľaví baníci, ale aj deti, ktoré sa tak zaúčali do baníckeho povolania. Premývacie zariadenia ekonomické výsledky baníctva v 18. stor. významne zlepšovali.



Obr. 10. Bartschov rotačný splav v stupe Ladislav v Kremnici. 1895.
Fig. 10. Rotational sluice of the Bartsch type in the crushing and sorting plant Ladislav in Kremnica, 1895.

Pozoruhodný technický pokrok v oblasti Banskej Štiavnice a Kremnice nastal v 19. stor., keď pokles zásoby bohatej rudy – najmä po roku 1869 – hrozil zatváraním banských závodov. Riešením bolo iba ekonomicky výhodné spracúvanie chudobnejšej rudy výkonnou a technologicky účinnou technikou. Vedecko-technický pokrok 19. stor. využili zodpovední banskí odborníci a technici, najmä riaditeľ baní v Banskej Štiavnici Anton Péč, Peter

Rittinger a ďalší odborníci z Banskej Štiavnice a Kremnice. V tom období sa v zahraničí začal využívať valcový drvič (roku 1808), čeľusťový drvič (1858), do praxe sa zavádzali celoželezné, tzv. kalifornské stupy, vznikali nové typy splavov, sádzačiek aj triedičov. To boli nové východiská na zlacnenie výroby koncentrátov z menej kvalitnej rudy aj v Banskej Štiavnici a Kremnici. Spomenuté zariadenia začala vyrábať aj strojárska továreň Karola Kachelmanna vo Vyhniach a využila aj rad nových konštrukcií, ktoré navrhli štiavnickí a kremnickí úpravári.

Hlavnou úlohou technikov v 19. stor. v úpravníctve bolo nahrádzanie stále drahšej pracovnej ľudskej sily, ktorá navyše úlohy často nevykonávala podľa potreby, strojmi pracujúcimi nezávisle od robotníkov. Preto boli veľmi významné vynálezy umožňujúce nepretržité triedenie rudy, spracúvanie materiálu jemnej zrnitosti na splavoch, ale aj pri mletí a úprave rudy zo zrnitostnej, kvalitatívnej a výťažnostnej stránky s čo najmenšími stratami. Do úpravní sa zavádzali Huntingtonove mlyny, v ktorých sa ruda nielen drvila a mlela, ale súčasne aj amalgamovala Hg. Využívali sa rozličné typy koncentrátorov, čeľusťové drviče, trecie drviče rudy, zariadenia na triedenie a pod. Pozornosť sa venovala aj jemnému drveniu a mletiu rudy. Napr. valcové drviče sa v Banskej Štiavnici zaviedli roku 1848 a o ich zdokonalenie sa v Banskej Štiavnici konštrukciou dvojstupňového valcového drviča zaslúžil Peter Rittinger. Pri jemnom drvení bol medzníkom rok 1883, keď sa do prevádzky zaviedli železné, tzv. kalifornské stupy, ktoré mali nižšiu spotrebu pohonnej energie a vyšší výkon ako drevené stupy. Ich baranidlá dosahovali hmotnosť 360 kg.

Veľkým prínosom do rozvoja úpravy rúd v 19. stor. v Banskej Štiavnici a Kremnici, ale aj v zahraničí bolo hydraulické triedenie rudnej múčky a kalu vo veľkej vrstve vody. V Banskej Štiavnici tento princíp zaviedol do praxe roku 1862 banský radca Peter Rittinger, a to využívaním triediacich ihlanov, prelievok a nálievok. Navrhol štyri druhy takýchto zariadení, ktoré nepretržite triedili rudnú múčku do štyroch zrnitostných skupín, a to na krupicu, piesok, múku a kal. Tieto skupiny sa rozdružovali na rozličných typoch splavov. Aj splavy na získavanie Au oproti splavom z 18. stor. prešli vývojom. V 19. stor. sa zaviedli nepretržite pracujúce rotačné a iné splavy. Používali sa plachtové, upravené splavy, zlatoumývacie lutny, ručné splávky a amalgamačné mlyny.

Prínosom v úpravníckej technike bol bez prestávky pracujúci nárazový splav P. Rittingera. Na rozdiel od štiavnického splavu nedostával nárazy v smere dĺžky splavu, ale kolmo na tento smer, teda išlo o bočné nárazy. Tak sa rozdružený materiál na splave rozdelil podľa mernej hmotnosti v pozdĺžnych pásoch splavu tak, že sa na konci splavu po jeho šírke dali získavať koncentráty Au, medziprodukty a čistá jalovina počas celého chodu splavu. Na zdokonaľovaní týchto zariadení sa zúčastňovali domáci aj zahraniční odborníci, ako bol E. Heberle, A. Palmer, F. Rauen, J. Tutcsnák a i.

Od roku 1889 sa v Hornej štôlni Bieber používali aj anglické splavy typu Freue Vanning firmy Frasee a Chalmers z Londýna. S domácimi aj zahraničnými splavmi sa vykonal rad pokusov a porovnávala sa ich kvalita. Peter Rittinger skonštruoval v Banskej Štiavnici na úpravu jemného kalu rotačný splav, ktorým sa tiež dosahovali výborné kvalitatívne výsledky a ktorý v mnohom predstihol aj vtedajšie zahraničné výrobky.

Roku 1896 sa v Banskej Štiavnici robili pokusy s kyanizáciou Au rudy. Pokusná prevádzka kyanidovej lúhovne bola zriadená v rybníckej stupe 12 roku 1897, ale táto technológia sa pri úprave štiavnickej rudy, najmä z obavy pred nebezpečnými chemikáliami, nevyužívala.

Hlavným prínosom 19. stor. bol nepretržitý priebeh úpravy. Aj v Banskej Štiavnici to bol jeden z najvýznamnejších krokov v dejinách úpravy rúd. Od roku 1864, keď sa tam takéto zariadenia prvý raz dali do prevádzky, nastal obrat. Nepretržité triedenie a bez prestávky pracujúce splavy umožnili vybudovať v Banskej Štiavnici aj jeden z najmodernejších vtedajších úpravníckych komplexov – centrálnu stupu – Šándorku. Tá pracovala od roku 1918, ale podľahla konkurencii flotačných metód, ktorých vývoj sa začal roku 1906. S tým súvisiaca reorganizácia stúp v oblasti Banskej Štiavnice sa začala už roku 1923.

Roku 1855 bolo v Banskej Štiavnici 65 stupových závodov, v ktorých rudu drvilo 1789 stupových baranidiel, ale zásluhou mechanizácie procesov ich počet na začiatku 20. stor. poklesol len na 29 stúp s 323 baranidlami, ktoré poháňalo 30 vodných kolies, dve vodné turbíny a jeden parný stroj. Plavenie sa vykonávalo na 123 vibračných splavoch a 10 rotačných splavoch typu Bartsch. Koncom 19. stor. sa zariadenia vo väčšine stúp rekonštruovali, aby sa zvýšila ich výkonnosť, kvalita koncentrátov a využila mechanizácia procesov.

Roku 1821 bolo aj v Kremnici ešte 12 stúp so 482 baranidlami, pracovalo tam 80 veľkých lomených splavov, 20 kalových splavov a v prevádzke bolo šesť letných a osem zimných splavovní. Lomené splavy, ktoré zvýšili kvalitu vyrobených koncentrátov, zaviedol v Kremnici začiatkom 19. stor. inšpektor stúp Häussler. Roku 1855 bolo v kremnických baniach 16 stúp s 540 stupovými baranidlami. Okrem erárnych baní pôsobilo v 19. stor. aj viac súkromných spoločností, napr. Zigismundi – Jurajova banská spoločnosť, ktorá spracúvala rudu 24 stupovými železami – baranidlami, roku 1821 postavila nové stupy pri šachte Ferdinand, roku 1836 ďalšie stupy s 18 železami a roku 1837 zriadila stupy pri šachte Trojkráľová s deviatimi železami.

Okrem stupového sa v tomto období v Kremnici spracúvalo aj voľné rýdze Au z bohatej rudy, ktorá sa drvila v mažiaroch, ryžovala na splávkoch a potom priamo amalgamovala. Amalgám sa v ďalších operáciách žíhal.

Roku 1883 prevzalo Zigismondiho – Jurajovu banskú spoločnosť mesto Kremnica, roku 1889 sa v tejto spoločnosti postavila ďalšia stupa s 36 železami vybavená aj prvým mlynom systému Huntington a prvým strojovým splavom typu Freue Wanner. V tomto mlyne sa mlela ruda a súčasne v ňom prebiehala aj amalgamácia. V tom istom roku sa do úpravne zabudovali aj čeľusťové drviče a ďalšie tri strojové splavy.

Ďalšou súkromnou spoločnosťou v Kremnici bola banská spoločnosť Karol, ktorá vznikla roku 1820. Aj ona

významne investovala do banských prevádzok aj do úpravníctva. Roku 1891 sa spojila s mestskými baňami a vystupovala pod názvom Spojené kremnické Karol a mestské bane. Neskôr ju odkúpil Dr. Rappaport a aj on úpravu rudy modernizoval. Rudu upravoval v stupe 1 pri šachte Ferdinand, ktorá bola roku 1891 zrekonštruovaná, ako aj v stupe 2, ktorá stála južnejšie od stupy 1. Obidve úpravne mali rovnaké technické zariadenie: drviče typu Dogde a Black, valcový drvič Hoppf a mlyn Huntington, v ktorom sa ruda aj amalgamovala. Mlyn mal automatické dávkovanie Hg. K základnému množstvu 2 kg Hg sa každých 24 hod. pridávalo 200 g Hg.

V polovici 19. stor. sa modernizácia úpravní prejavila aj tým, že sa namiesto triediacich žľabov používali Rittingerove prelievky, rozdružovanie prebiehalo na uhorských typoch splavov a kal sa upravoval na metlových splavoch. Materiál obidvoch typov zrnitosti sa mohol rozdružovať aj na otrasných splavoch, ktoré roku 1841 zaviedol banský radca Michal Pachman. Mechanizácia sa naplno začala využívať až od roku 1897. Zvýšiť výťažnosť v Kremnici pomohli aj pokusy a zavedenie Boklevského centrifugálneho amalgamátora v stupe Ladislav a Ferdinand v rokoch 1909–1910, ale aj tu sa napokon ako najproduktívnejšia uplatnila flotačná metóda.

Roku 1918 prevzal kremnické bane československý štát, zdokonalila sa úprava rudy flotáciou, naďalej sa používala aj amalgamácia, splavy so zamatovým povrchom, amalgamačné postriebrené platne a v poslednom období aj kyanizácia.

Napriek ústupu gravitačných metód úpravy rudy v 20. stor. flotačným možno o histórii úpravníctva v štiavnickej a kremnickej oblasti v minulých storočiach hovoriť ako o slávnej. Práve tam a vtedy vznikol rad vynálezov a technických zlepšení, ktoré prevzali aj iné európske krajiny. Úpravníctvo vďaka moderným úpravníckym aj hutníckym metódam prispelo aj k nebývalej produkcii Au a Ag.

Literatúra

Archívne dokumenty a technické výkresy Štátneho ústredného banského archívu v Banskej Štiavnici, *fondy HKG Banská Štiavnica 18. a 19. stor. a fond BÚK 18. a 19. stor.*

Brown, E., 1686: Reisen durch Niederland, Teutschland, Hungarn, Serbien, Bulgarien, Madovie, Thessalien, Oesterreich, Stermarck, Kärthen, Nürnberg, J. Ziegar.

Čelko, M., 1990: Produkcia drahých kovov v Kremnici do konca 16. storočia. Banské mestá na Slovensku. *In: Zbor. prednášok zo symp. o banských mestách. Osveta, Martin.*

Delius, Ch. T., 1806: Anleitung zu der Bergbaukunst nach der Theorie und Ausübung nebst einer Abhandlung von den Grundsätzen der Bergwerks – Kammeralwissenschaft für die k. k. Schemnitzer Bergwerksakademie, Wien, II. vydanie.

Grega, V. & Vozár, J. et al., 1964: Banská Štiavnica – monografia. *Banská Bystrica.*

Hock, M., 1982: Technika úpravy rúd farebných kovov v banskoštiavnickej oblasti v 18. a 19. storočí. [Dizertačná kandidátska práca.] *Banská Štiavnica.*

Hock, M., 1985: Banskoštiavnická úprava rúd a jej technický vývoj. Z dejín vied a techniky na Slovensku XI. Štúdie z dejín banskej techniky. *Veda, Bratislava, 52–86.*

Keyssler, J. G., 1751: Neuster Reissen durch Deutschland, Böhmen, Ungarn, die Schweitz, Italien und Lothringen, *II. Abst.*

Kupča, J., 1979: Súpis stúp, mlynov, splavov, hút v Kremnici z roku 1578. *Zbor. SBM, roč. IX. Osveta, Martin.*

Lamoš, T., 1969: Vznik a počiatky mesta Kremnice. *Stredoslovenské vyd., Nitra.*

Novák, J. et al., 1992: Kremnica. *In: Hock, M. (Ed.): Základné etapy vývoja úpravníckej techniky v kremnickom rudnom revíre. Zbor. prednášok z medzinárodného sympózia pri príležitosti 500. výročia kodifikácie banského práva v Kremnici. Mestský úrad Kremnica, Gradus 1992, 222–249.*

Pusch, G. G., 1824: Geognostisch – bergmännische Reise durch einen Theil der Karpathen Ober und Nieder – Ungarn., *I. Theil, Leipzig.*

Sborník Spojeného banského revíru pre Slovensko a Podkarpatskú Rus. *Bratislava 1938. I. diel.*

Vozár, J., 1983: Zlatá kniha banícka *(preklad originálu a originálny text z roku 1762). Bratislava.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 337–340

Ultrajemné mletie v procesoch získavania zlata

P. BALÁŽ[1] a K. LIDDELL[2]

[1]Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice
[2]Liddlell Associates, P. O. Box 420, West Perth, WA 6872, Australia

(Doručené 9. 4. 1999)

Ultrafine grinding in the processes of gold recovery

The possibilities of ultrafine grinding in hydrometallurgical processing of gold are described in this review. The ultrafine grinding as a way of physical pretreatment of sulphidic concentrates is nowadays applied in metallurgy together with the other processes like biological, chemical and thermal pretreatment. The aim of these processes is to facilitate access of the leaching agents to finely disseminated gold and improve the effectivity of its recovery. The processes IRIGETMET, METPROTECH, ACTIVOX™ and MELT which were tested in pilot scale as well as in hydrometallurgical practice are described. In the paper the economy of ultrafine grinding is also documented.

Key words: ultrafine grinding, mechanochemistry, Au, technology

Úvod

Formy prítomnosti zlata v minerálnej matrici sú veľmi rôznorodé. Zlato v hostiteľskom minerály môže byť fyzikálne uzavreté (napr. v sulfidoch, oxidoch a silikátoch), chemicky viazané vo forme zliatin (elektrum), zlúčenín (aurostibnit, maldonit) alebo môže substituovať prvok v mriežke sulfidu (La Brooy et al., 1994). Niektoré formy výskytu zlata v sulfidických mineráloch uvádza obr. 1.

V mnohých prípadoch treba hostiteľský minerál na získavanie Au hydrometalurgickými postupmi vhodne upraviť. V princípe sa aplikuje fyzikálna, chemická, biologická a novšie aj mechanicko-chemická predúprava (obr. 2). Kým pri fyzikálnej predúprave je cieľom dosiahnuť iba jemnejšie častice, pri chemickej a biologickej je cieľom rozložiť matricu hostiteľského minerálu a umožniť pri nasledujúcom hydrometalurgickom spracúvaní tesnejší kontakt Au s lúhovacím činidlom. Mechanicko-chemická predúprava pri intenzívnom mletí integruje zdrobňovanie častíc minerálu a jeho chemickú modifikáciu do jedinej operácie.

Cieľom tejto práce je podať prehľad o postupoch fyzikálnej a mechanicko-chemickej predúpravy minerálov s obsahom zlata, ktoré sa technologicky aplikujú.

Ultrajemné mletie

Ultrajemné mletie ako spôsob predúpravy rúd s obsahom zlata sa v ostatných rokoch aplikuje pomerne často a vyžaduje mletie na jemnosť prevyšujúcu výstupnú jemnosť pri flotačnej úprave minerálov. Častice veľké 1–20 μm možno získať v zariadeniach intenzívneho mletia, v ktorých sa zrná zdrobňujú mechanickou aktiváciou. Ekonomika mletia závisí od obsahu kovu v rude, spotreby energie a reagencií a od amortizácie technologických zariadení.

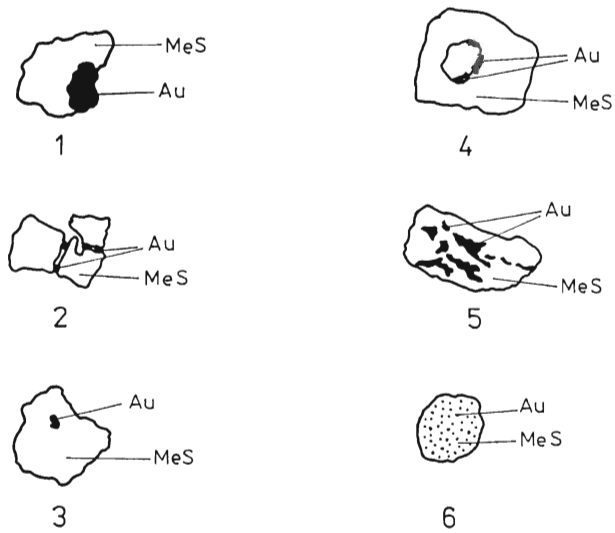
Zo zariadení sa používajú vibračné, planetárne a dýzové mlyny, ako aj atritory. Najlepšie výsledky sa dosahujú atritormi s najnižšou spotrebou energie, vysokou rýchlosťou mletia a dobrou výťažnosťou Au pri nasledujúcej kyanizácii. Corrans a Angove, (1991) napríklad uvádzajú dobré výsledky pri lúhovaní Au zrnitosti 1–20 μm uzavretého v matrici FeS_2.

Prevádzkové náklady pri ultrajemnom mletí $CuFeS_2$-FeS_2 koncentrátu ilustruje tab. 1. Z celkových nákladov (drvenie, mletie, flotácia, ultrajemné mletie, oxidácia, kvapalinová extrakcia, elektrolýza) tvoria náklady na ultrajemné mletie iba 2,5 %.

Technologické procesy

IRIGETMET

V bývalom Sovietskom zväze sa vykonal rozsiahly výskum aplikácie mechanickej aktivácie na účinnosť kyanizácie zlatonosných koncentrátov (Mullov a Lodejščikov, 1979). Zistilo sa, že čas kyanizácie možno pri optimálnych podmienkach mletia skrátiť. Pri optimálnom režime mletia sa dosiahlo 95 % zastúpenie častíc zrnitosti 20–40 μm. V prietokovom planetárnom mlyne pracujúcom pri relatívnom zrýchlení b/g = 50–70, rýchlosti otáčok 1500 min^{-1} a rýchlosti čerpania rmutu 2 l hod^{-1} sa pripravil koncentrát, v ktorom nasledujúca kyanizácia v porovnaní s neaktivovanou vzorkou prebehla trikrát rýchlejšie pri súčasnom raste výťažnosti Au o 11 %.



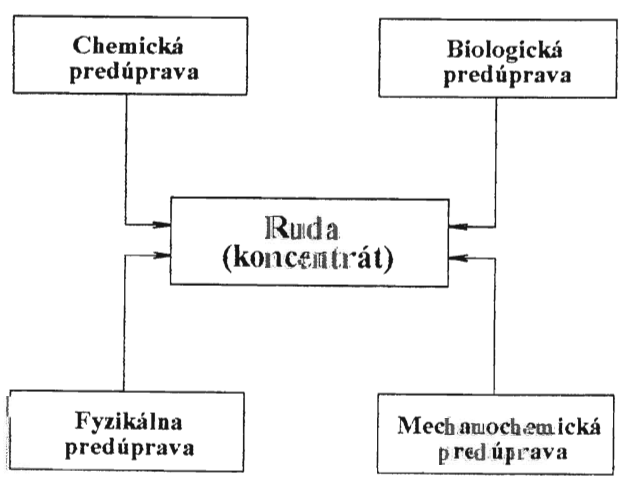
Obr. 1. Formy výskytu Au v sulfidických minerálov. 1 – ľahko prístupné Au, 2 – Au na hraniciach zŕn, 3 – Au uzavreté v sulfide, 4 – Au na hraniciach zŕn sulfidov, 5 – Au v sulfide pozdĺž zlomov a/alebo defektov štruktúry, 6 – koloidné Au alebo Au v tuhom roztoku v sulfide (Marsden a House, 1992).

Fig. 1. Gold associations with sulfide minerals. 1 – readily liberatable gold, 2 – gold along crystal grain boundaries, 3 – gold grain enclosed in pyrite/sulfide (random position), 4 – gold occurrence at the boundary between sulfide grains, 5 – gold in concretionary pyrite (or other sulfide) along fractures and/or crystal defects, 6 – gold as colloidal particles or in solid solution in sulfide (Marsden and House, 1992).

METPROTECH

Spoločnosť METPROTECH po rozsiahlych laboratórnych a poloprevádzkových skúškach vyvinula vhodný mlyn na metalurgické operácie (Liddell, 1986). Pri ultrajemnom mletí sa v ňom dosahuje zrnitosť pod 1 μm. Zistilo sa, že mlyn predstavujúci vertikálny atritor je vhodný na predúpravu viacerých koncentrátov a výpražkov s obsahom Au. Špecifikom procesu je možnosť pridávať do mletého rmutu kyanid sodný, takže Au sa parciálne lúhuje už v mlyne. Kritickým parametrom pri nasledujúcej kyanizácii jemných častíc sulfidov je vyššia spotreba kyanidu v dôsledku prítomnosti Fe^{2+}-iónov, ktoré kyanid rozkladajú. METPROTECH úspešne overil možnosť udržiavať vysoký obsah rozpusteného O_2 priamo pri mletí, a tak umožniť oxidáciu dvojmocného Fe na trojmocné, ktoré pri kyanizácii neprekáža.

Prvý raz sa mlyny METPROTECH zaviedli do praxe roku 1988 pri aktivácii teluridových výpražkov mletých na jemnosť 80 % pod 8 μm (Liddel a Dunne, 1988). V rokoch 1988–1998 sa takéto mlyny postupne zaviedli v závodoch na spracovanie Au v Južnej Afrike, Austrálii a na Novom Zélande. Mlyny pracujú s inštalovaným výkonom 100 kWm^{-3} pri využívaní mlecích komôr s objemom až 6000 l.



Obr. 2. Rozličné spôsoby predúpravy sulfidických koncentrátov s obsahom Au (Baláž, 1999).

Fig. 2. The different ways of sulfidic concentrate with Au contcent (Baláž, 1999).

Tab. 1
Prevádzkové náklady pri ultrajemnom mletí $CuFeS_2$-FeS_2 koncentrátu na zrnitosť do 6 μm (Liddell, 1995, 1997)
Operating cost for ultrafine grinding of a $CuFeS_2$-FeS_2 concentrate to 6 μm (Liddell, 1995, 1997)

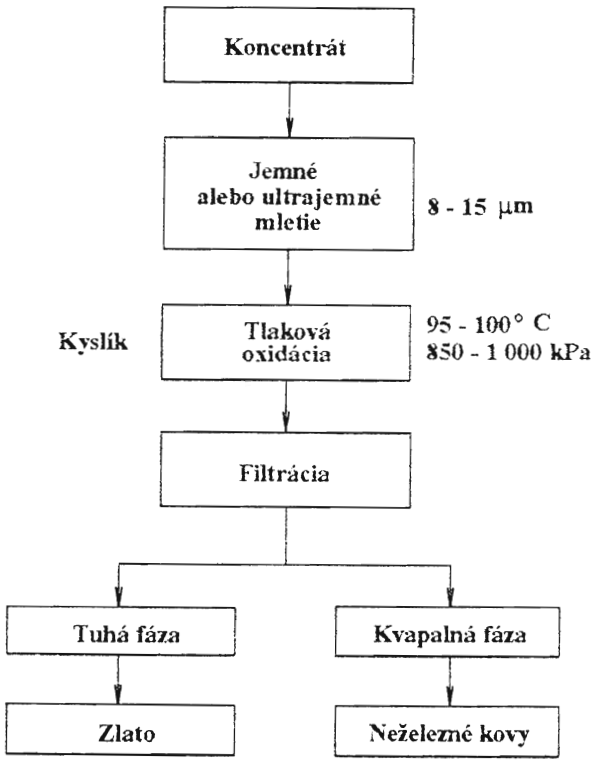
Činnosť (AU$1997/t koncentrátu)	Prevádzkové náklady
Spotreba energie	2,00
Spotreba mlecích gulí	1,43
Opotrebovanie mlyna	1,06
Iné	0,22
Celkové prevádzkové náklady (bez miezd a kapitálových nákladov)	4,71

Tab. 2
Kyanizácia FeAsS-FeS_2 koncentrátu (Corrans et al., 1993)
Cyanidation of FeAsS-FeS_2 concentrate (Corrans et al., 1993)

Proces	Zrnitosť (80 %) (μm)	NaCN (kgt^{-1})	Výťažnosť Au (%)
-	75	16,1	60
Jemné mletie	17,6	19,2	66
Jemné mletie	3,7	19,2	68
ACTIVOX™	5	14	91

Tab. 3
Relatívne náklady na rozličné druhy predúpravy FeS_2-FeAsS koncentrátu (Corrans et al., 1993)
Relative costs of different pretreatment processes of FeS_2-FeAsS concentrate (Corrans et al., 1993)

Predúprava	Náklady (%)	
	Kapitálové	Prevádzkové
Oxidačné praženie	90	75
Tlaková oxidácia	100	100
Biologická oxidácia	60	90
Ultrajemné mletie	60–80	60–80



Obr. 3. Schéma procesu ACTIVOX™ na získavanie Au zo sulfidických koncentrátov (Angove, 1993).

Fig. 3. Flowsheet of ACTIVOX™ process for the recovery of gold from sulphide concentrates (Angove, 1993).

ACTIVOX™

Typická schéma procesu ACTIVOX™ je na obr. 3. Príkladom aplikácie môže byť kyanizácia FeAsS-FeS_2. Z údajov vyplýva, že samo jemné mletie koncentrátu v porovnaní s nemletým koncentrátom lúhovanie Au významne nezlepšuje, ale jemné mletie, tlakové zrážanie za miernych podmienok ($p < 1000$ kPa O_2, $T < 100$ °C) a nasledujúca kyanizácia v procese ACTIVOX™ výťažnosť Au zvýšili na 91 %. Na účinnú oxidáciu a uvoľňovanie Au zo štruktúry sulfidu sa vyžaduje reakčný čas 60–90 minút (Corrans et al., 1993, 1995).

Proces ACTIVOX™ sa komerčne využíva najmä v Austrálii. Výťažnosť kyanizácie FeAsS-FeS_2 koncentrátov zvyčajne prekračuje 90 % a často je vyššia ako 95 %.

MELT

Možnosť spájať operácie v hydrometalurgickej schéme nie je nová. Pri získavaní Au sa často aplikuje postup CIL (carbon-in-leach), pri ktorom sa do lúhovacích nádob s obsahom kyanidových komplexov Au pridáva aktívny C s cieľom absorbovať komplex hneď po jeho vzniku (Lorentzen a Deventer, 1992). Lúhovanie a sorpcia sa tak integrujú do spoločnej operácie.

Podobný princíp sa použil v Ústave geotechniky SAV v Košiciach, kde sa pri tzv. mechanicko-chemickom lúhovaní do jedného stupňa integrovalo intenzívne mletie a lúhovanie (Baláž et al., 1994, 1995, 1996, 1999). Proces MELT (mechanicko-chemické lúhovanie tetraedritu) sa overoval na tetraedritových koncentrátoch východoslovenskej proveniencie (Rožňava), vyznačujúcich sa vysokým obsahom úžitkových kovov (~ 27 % Cu, ~ 16 % Sb, 4000–8000 gt^{-1} Ag, 5–10 gt^{-1} Au). Úspešne aplikovaná technológia v dvojmesačných poloprevádzkových pokusoch v Rudňanoch umožnila eliminovať zo vsádzky Sb, As a Hg a pripraviť CuAgAu koncentrát vhodný ako vstup na ďalšie pyrometalurgické spracúvanie. Ukázalo sa, že mechanicko-chemicky predupravený tetraedritový koncentrát má zvýšenú reaktivitu aj z hľadiska lúhovania vzácnych kovov nekyanidovými činidlami, ako je tiomočovina $CO(NH_2)_2$ a tiosíran amónny $(NH_4)_2S_2O_3$ (Baláž et al., 1996, 1997; Ficeriová et al., 1997, 1998).

Ekonomika predúpravy

Kapitálové a prevádzkové náklady pri rozličných druhoch predúpravy analyzoval Corrans et al. (1993). Títo autori zdôrazňujú, že náklady veľmi silne závisia od zrnitosti, a najmä od mineralógie hodnotených rúd.

V tab. 3 sa uvádzajú relatívne náklady pri oxidačnom pražení, tlakovej a biologickej oxidácii a ultrajemnom mletí, pričom sa za základ vzali náklady na tlakovú oxidáciu. Z porovnávaných hodnôt vychodí, že pri tomto type koncentrátu je fyzikálna predúprava ultrajemným mletím ekonomicky najvýhodnejšia.

Literatúra

Angove, J., 1993: The ACTIVOX™ Process for Refractory Gold Ores. *In: Medz. konf. Randol Gold Forum. Beaver Creek, 1–12.*

Baláž, P., Kammel, R. & Achimovičová, M., 1994: Mechanochemical treatment of tetrahedrite as a new ecollogically non-polution way of metals recovery. *Metall, 48, 217–220.*

Baláž, P., Sekula, F., Jakabský, Š. & Kammel, R., 1995: Application of attrition grinding in alkaline leaching of tetrahedrite. *Minerals Engineering, 8, 1299–1308.*

Baláž, P. & Kammel, R., 1996: Application of attritors in hydrometallurgy of complex sulphide ores. *Metall, 50, 345–347.*

Baláž, P., Ficeriová, J., Šepelák, V. & Kammel, R., 1996: Thiourea leaching of silver from mechanically activated tetrahedrite. *Hydrometallurgy, 43, 367–377.*

Baláž, P. & Ficeriová, J., 1997: Mechanická aktivácia v procese extrakcie zlata a striebra zo sulfidických minerálov. *Acta Montanistica Slovaca 2, 252–256.*

Baláž, P., 1997: Mechanická aktivácia v procesoch extrakčnej metalurgie. *Veda, Bratislava, 231.*

Baláž, P., 1999: Extractive metallurgy of activated minerals, 1999. *Elsevier, Amsterdam (in press).*

Corrans, I. J. & Angove, J. E., 1991: Ultra fine milling for the recovery of refractory gold. *Minerals Engineering, 4, 763–776.*

Corrans, I. J., Johnson, G. D. & Angove, J. E., 1993: The Recovery of Nickel and Gold from Sulfide Concentrates. *In: XVIII. medz. úpravníckeho kongresu. Sydney, 1227–1231.*

Corrans, I. J., Angove, J. E. & Johnson, G.: The Treatment of Refractory Copper-Gold Ores using ACTIVOX™ Processing. *In: Medz. konf. Randol Gold Forum. Perth 1995, 221–224.*

Ficeriová, J., Baláž, P. & Boldižárová, E., 1997: Možnosti extrakcie

zlata a striebra zo sulfidických minerálov roztokmi tiomočoviny. *Uhlí Rudy, 2, 39–44.*

Ficeriová, J., Baláž, P. & Boldižárová, E., 1998: Structural sensitivity of silver leaching from tetrahedrite by ammonium thiosulphate. *Acta Metallurgica Slovaca, 4, Special Issue, 65–69.*

Liddell, K., 1986: Machines for Fine Milling to Improve the Recovery of Gold from Calcines and Pyrite. *In: Medz. konf. o zlate Gold 100, Vol. 2, The South African Inst. Min. Metall. 2, 405–417.*

Liddell, K. S. & Dunne, R. C., 1988: The Recovery of Gold from Refractory Telluride Concentrates by the METPROTECH Fine Milling Process. *In: Medz. konf. Innovations in Gold and Silver Recovery, Randol, Perth, 4524–4537.*

Liddell, K. S., 1995: Metprotech Ultra-Fine Milling Provides Process Options. *In: Medz. konf. Randol Gold Forum, Perth, 125–131.*

Liddell, K. S., 1997: Design of Ultra-Fine Grinding Mills and their Potential Applications in Copper Hydrometallurgy. *In: Medz. konf. ALTA 1997 Hydrometallurgical Forum, Brisbane (nepublikovaná prednáška).*

Lorentzen, L. & Van Deventer, J. S. L., 1992: Electrochemical interactions between gold and its associated minerals during cyanidation. *Hydrometallurgy, 30, 177–194.*

Marsden, J. & House, I., 1992: The Chemistry of Gold Extraction. *Ellis Horwood, London.*

Mullov, V. & Lodejaščikov, V. V., 1979: Opyt primenenija planetarnych melnic dlja pererabotki sulfidnovo syrja. *Izvestija SO AN SSSR, 3, 71–73.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 341–346

Separácia neporušených zlatiniek z rúd a minerálneho odpadu ultrazvukom

IVAN KRIŽÁNI

Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 9. 4. 1999)

Separation of gold grains from ores and mineral wastes using ultrasound

To get mechanically not intact gold grains, accompanying metals and resistent accesory minerals from host minerals and interstices by ultrasound utilization is very effective. Minerals with warious crystal lattice are by ultrasound differently oscillated and the result of this action is the desintegration of the integrowths. Microimplosions of cavities, generated at the contact of the solid particles, liquid phase shatter gels and clay minerals crowd and disperse their particles in liquid. This effects effectively cause increasing gravitation of gold from resistent accesories and not solved residues mixture of host minerals and the sharpness of hydrostatical grain-size clasification in range below 0.05 mm and following selective flotation.

Key words: separation, gold grains, metals, accesories

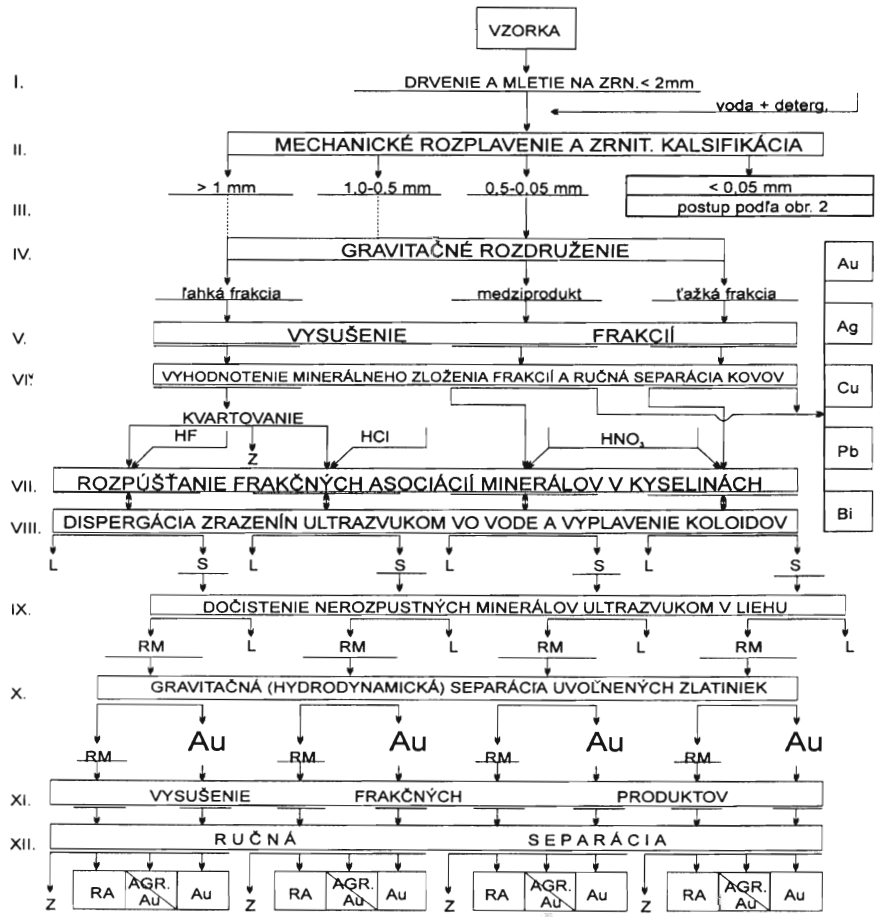
Úvod

Poznávanie zákonitostí vzniku, akumulácie, fázového zloženia a vzájomných vzťahov medzi zložkami minerálnych prírodnín je doménou geologických vedných disciplín. Styčnou disciplínou medzi nimi, mineralurgiou (Barskij, 1984), metalurgiou (Čugajev, 1987) aj silikátovými technológiami je technologická mineralógia (Afanasjeva a Isačenko, 1988). Pri skúmaní rúd bežných, farebných a drahých kovov, produktov ich rozdružovania a metalurgického spracovania je aj v technologickej mineralógii najrozšírenejšia metóda štúdia leštených rovinných preparátov (nábrusov a výbrusov) optickou mikroskopiou v odrazenom svetle, elektrónovou mikroskopiou a mikroanalýzou (Gasparrini, 1983a). Na získanie štatisticky významnej populácie prierezov drahokovových zŕn Gasparrini (1983b) odporúča z jednej vzorky zhotoviť šesť nábrusov. Lenže kontúry a rozmery rovinných prierezov veľmi rozmanito tvarovaných zŕn drahých kovov vždy skresľuje úroveň a uhol rezu. Takto získaná predstava o priestorovej variabilite ich tvarov, rozmerov a o modelácii povrchu má preto len informačnú hodnotu kvalifikovaného odhadu. Na voľbu a optimalizáciu väzieb technologických operácií pri extrakcii drahých kovov je však stupeň poznania tvarov, rozmerov a modelácie povrchu kovových zŕn jedným z limitujúcich faktorov.

Exaktnú dokumentáciu čo najúplnejšieho spektra tvarov a rozmerov kovových zŕn umožňuje iba ich separácia a koncentrácia so zachovaním integrity jedincov. Klasické úpravnícke postupy (Barskij, 1984; Špaldon, 1986) poskytujú na splnenie uvedených, vzájomne antagonistických požiadaviek obmedzené možnosti. Ich prvou nevýhodou je plastická a abrázna deformácia kovových zŕn pri mechanickej dezintegrácii, rozplavovaní meliva a jeho zrnitostnej klasifikácii. Agregácia kovových zŕn s gélmi, a najmä so zrazeninami vznikajúcimi pri rozpúšťaní minerálov hostiteľov kyselinami je druhou prekážkou. Zdolať tieto nevýhody či až bariéry umožňujú špecifické efekty výkonového ultrazvuku v zmesiach tuhých fáz s kvapalinou (Glembockij, 1972; Tjutjunik a Tichomírova, 1979; Zubkov, 1982; Švehla a Figura, 1984; Križáni, Troppová a Švehla, 1993).

Fyzikálne princípy pôsobenia ultrazvuku

Fyzikálnou podstatou pôsobenia výkonového ultrazvuku je *akustická kavitácia* (Švehla et al., 1984, 1986) vybudená ultrazvukovými kmitmi v zmesiach tuhých a plynných fáz s kvapalinami. Tuhé častice a mikrobublinky plynov pôsobia ako kavitačné zárodky, ktoré v zápornej polperióde akustického tlaku uľahčujú vznik tahových mikrodutiniek (kavít), do ktorých sa kvapalina vyparuje. V nasledujúcej kladnej polperióde sa dutinky rýchlo uzavrú. Mikroimplózie kavít so špičkovým tlakom nad 100 MPa spôsobujú krátkodobý ohrev ich centier na niekoľko 1000 °C a vo svojom blízkom okolí aj rázové vlny, ktorých sila zrýchlenia je približne 1000-násobne väčšia ako sila kmitov primárneho ultrazvukového poľa. Veľkosť kavít klesá úmerne s rastom frekvencie ultrazvuku a účinky kavitácie sa tým znižujú. Rast intenzity ultrazvukového poľa zas aktivitu kavitácie zvyšuje. Erozívne účinky kavitácie intenzifikuje aj hydrostatický tlak. Pri úžitkovej vode sa pri normálnom atmosférickom tlaku a teplote od 5 do 50 °C optimálna účinnosť kavitácie dosahuje ultrazvukom s frekvenciou 20 kHz pri intenzite $0{,}3.10^4$ W.m^{-2}. Tieto parametre majú vaňové ultrazvukové procesory skonštruované na čistenie drobných kovových predmetov (napr. TESON 10 Ultrasonic Compact



Obr. 1. Schéma separácie zlatiniek, iných kovov a akcesorických minerálov. L – kvapalná fáza s dispergovanými koloidmi, S – nerozpustná tuha fáza, RM – rezistentné minerály, Au – voľné zlatinky, AGR Au – zlatinky agregované s nerozpustenými zvyškami minerálov hostiteľov.

Fig. 1. Separation scheme of gold, various metals and accesoric minerals.

Cleaner), využiteľné aj na dosiahnutie 1.–5. efektu opísaného v nasledujúcej kapitole.

Separácia s využitím ultrazvuku

Nadväznosť operácií je zrejmá zo schém na obr. 1. a 2. Spojitosť medzi operáciami a im prislúchajúcimi textovými doplnkami je vyznačená rímskymi číslicami.

Objem východiskovej vzorky predurčuje analyticky stanovený celkový obsah Au. Čím viac Au vzorka obsahuje, tým menší môže byť jej objem.

I. Stupeň dezintegrácie je limitovaný najväčším očakávaným rozmerom zlatiniek. Zo sypkých vzoriek sa dezintegrujú len sekundárne agregáty, väčšie ako zvolené maximálne zrno.

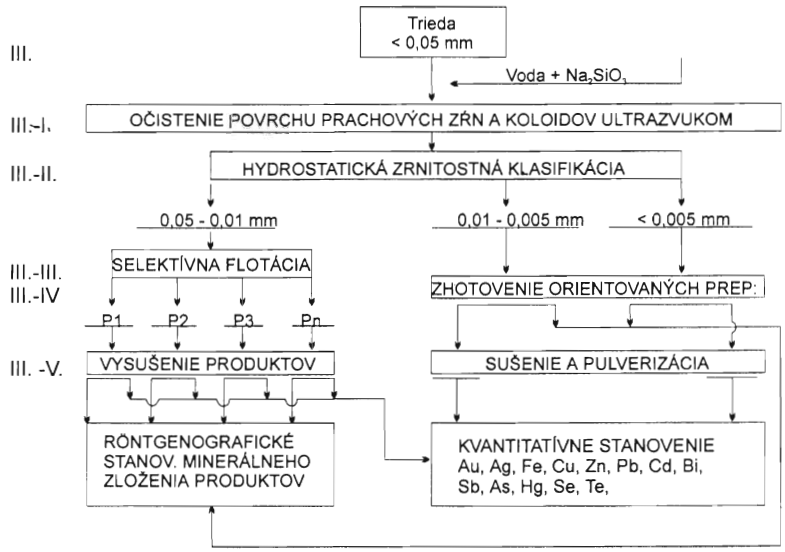
II. Objem detergentu pridávaného do rozplavovacej vody sa volí podľa stupňa znečistenia meliva tukmi, ropnými produktmi alebo flotačnými reagenciami.

IV. Touto operáciou sa začína spracúvanie každej zrnitostnej triedy osobitne postupom schematizovaným pre triedu 0,5–0,05 mm. Ostrosť rozdruženia treba riadiť tak, aby do ľahkej frakcie prešlo čo najmenej ťažkých minerálov. Na uľahčenie nasledujúcej ručnej separácie populácií mechanicky uvoľnených kovov (VI) je žiaduce, aby ťažkú frakciu tvorili kovy a kovonosné minerály s mernou hustotou najbližšou kovom.

VI. Vykoná sa pomocou binokulárnej lupy. Ručne vyseparované populácie abrázne atakovaných kovov aj akcesorických minerálov (napr. radu argentit – akantit) sa používajú na zhotovovanie zrnových preparátov (obr. 3). Ak sa v ľahkej frakcii analýzou zistí zanedbateľný obsah Au, z ďalšieho spracovania sa frakcia vyradí. Ak je v nej zaujímavý obsah Au a jej objem dosť veľký, rozdelí sa kvartovaním. Ak je objem malý, kvartovanie sa vynechá a nahradí sa postupným rozpúšťaním – najprv uhličitanov v HCl a po dôkladnej dekantácii s využitím ultrazvuku kremeňa a silikátov v HF.

V operácii VII až IX (obr. 1) a III – I (obr. 2) má kľúčový význam využitie ultrazvuku na:

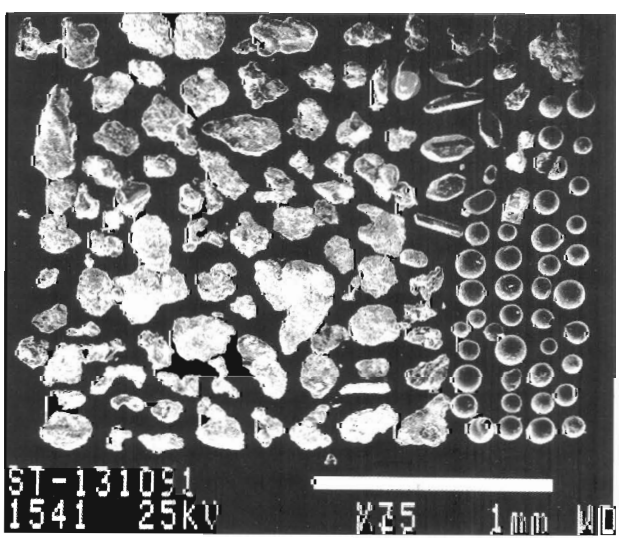
1. rozpájanie agregátnych zrastlíc minerálov s kovmi po vzájomných styčných plochách,
2. rozbíjanie zrazenín, ílových a gélových zhlukov a dispergáciu ich mikročastíc vo vode,
3. dôkladné čistenie povrchu kryštalických, sklovitých a kovových zŕn,
4. reaktiváciu povrchu minerálnych a kovových zŕn po kolektívnej flotácii pred nasledujúcou selektívnou flotáciou,
5. emulgáciu flotačných reagencií vo vode.



Obr. 2. Schéma rozdružovania a analýz zrnitostnej triedy pod 0,05 mm.
Fig. 2. Recovery scheme of separation and analyses of grain size below 0.05 mm.

Opakovanie operácie VII a VIII umožňuje dosiahnuť kontrolovateľnú úroveň rozkladu minerálov zriedenými kyselinami s priebežnou deštrukciou a dispergáciou vznikajúcich zrazenín.

Produktmi operácie X sú koncentráty rezistentných akcesorických minerálov a mechanicky nepoškodených zlatiniek (príp. aj iných ušľachtilých kovov) obsahujúce prímes nerozpustných zvyškov minerálov hostiteľov. Pomocou binokulárnej lupy sa napokon (XII) zhotovia zrnové preparáty reprezentujúce populácie rezistentných akcesórií, zlatiniek agregovaných s naleptanými minerálmi



Obr. 3. Príklad usporiadania zrnového preparátu populácií zlatiniek a sprievodných akcesórií na elektrónovú mikroskopiu.
Fig. 3. Example of gold grain populations and accompanying accesoric minerals.

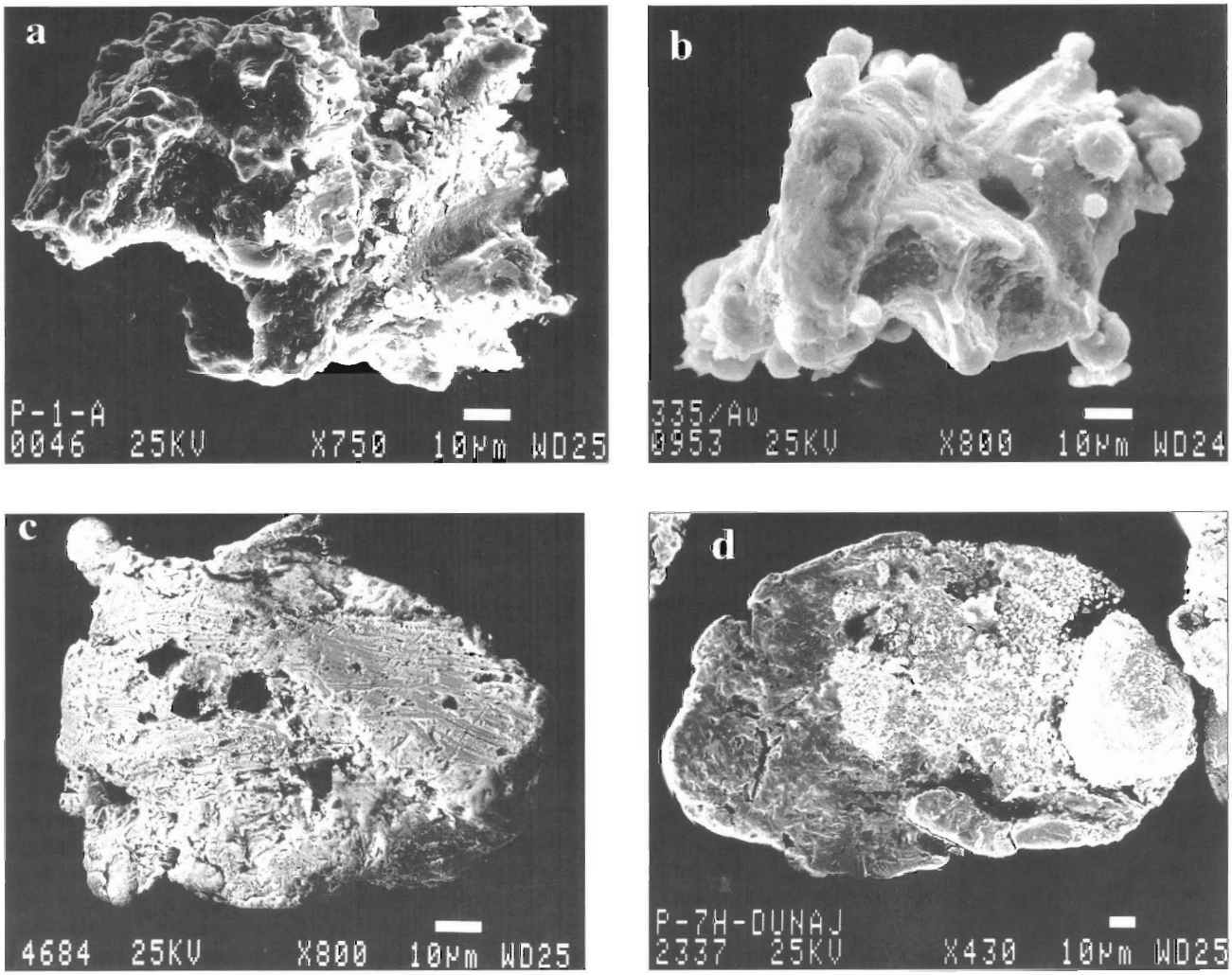
hostiteľmi a chemicky uvoľnených zlatiniek. Zvyšky sa uložia ako trvalá hmotná dokumentácia.

Postup podľa obr. 2 umožňuje získať doplňujúce informácie o distribúcii Au, Ag aj iných ušľachtilých kovov a o ich mineralogických väzbách v užších zrnitostných triedach prachu a fyzikálneho ílu kombináciou röntgenografie a inštrumentálnej chemickej analýzy. Ak vzorka obsahuje iba submikroskopické zrniečka ušľachtilých kovov, v kombinácii s centrifúgovaním suspenzií tried fyzikálneho ílu na kovovú fóliu sa dá zhotoviť preparát umožňujúci stereoskopickú dokumentáciu a bodovú mikroanalýzu získanej populácie kovových častíc pomocou elektrónového mikroskopu.

Kvalitu informácií, ktoré možno získať elektrónovou mikroskopiou opísaným separačným postupom, dokumentujú vybrané ukážky fotodokumentácie (obr. 3–6). Na obr. 4 sú ukážky zlatiniek získaných operáciou I až VII bez využitia ultrazvuku. Ukážky kovov pravdepodobne technogénneho pôvodu, agregátnych zŕn a nerezistentných akcesórií vyseparovaných operáciou I až VI krátkodobým ozvučením pred operáciou IV sú na obr. 5. Na obr. 6 sú ukážky sonochemicky vypreparovaných zlatiniek.

Záver

Opísaný postup využívame ako štandardný pri skúmaní drahokovových a drahokovovo-polymetalických rúd, produktov ich úpravy aj sedimentov háld a odkalísk. Jeho účinnosť a indikačnú medzu možno doložiť unikátnymi nálezmi kryštálikov Pt, drôtikov W a iných kovov technogénneho pôvodu v sedimentoch odkalísk. Rovnako unikátne sú aj nálezy autigénnych agregátov idiomorfných mikrokryštálov pyritu a barytu tmelených Au.

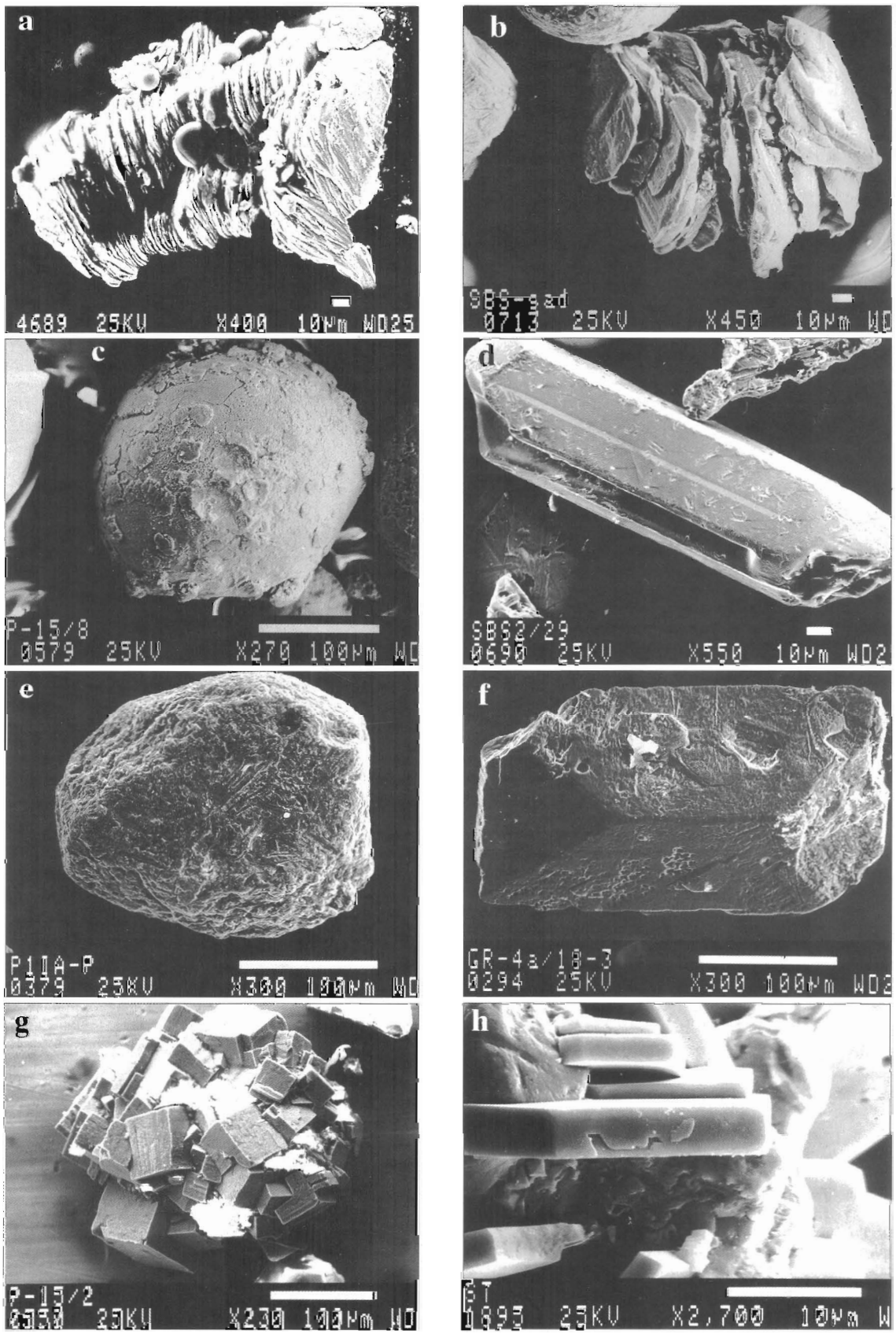


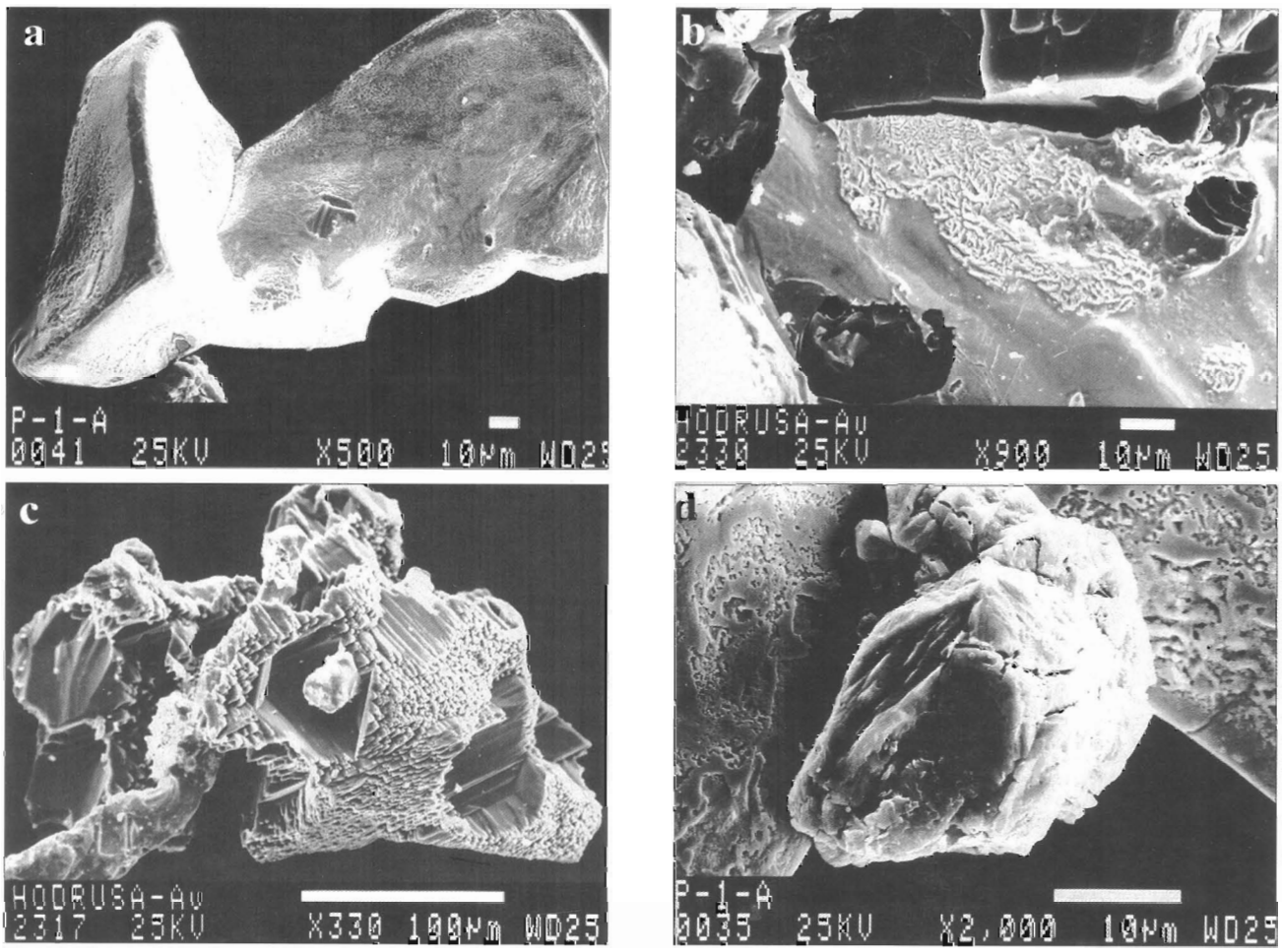
Obr. 4. a – zrno zlata v gélovom obale Fe hydroxidu (Horná roveň, Lúky pod Tanádom), b – zrno zlata obalené zrazeninou vzniknutou pri rozpúšťaní sulfidov kyselinou dusičnou (Banská Belá, odkalisko Sedem žien), c – zrno elektra s abrázne modelovaným povrchom (Banská Štiavnica, prieskumná štôlňa Terézia), d – čiastočne zamalgamovaná zlatinka z plážového piesku Dunaja (Zlatná na Ostrove).

Fig. 4. a – gold grain in gel cover of Fe oxide (Horná roveň, Lúky pod Tanádom), b – gold grain covered by gel created as a consequence of sulphide disolution using nitric acid (Banská Belá, Sedem žien setting pit), c – gold grain with abrasionally modelled surface (Banská Štiavnica, Terézia adit), d – partially amalgamated gold grain from beach sand of the Dunaj river (Zlatá na Ostrove).

Obr. 5. a – oceľová stružlina (Fe 71 % hmot., Cr 20 % hmot., Ni 8,5 % hmot., Si 0,5 % hmot.) – oter z laboratórneho čeľusťového drviča, b – stružlina Cu, Zn zliatiny (mosadz?) z gravitačného koncentrátu úpravne v Hodruši-Hámroch, c – zliatina Ag, Br (strieborná pájka?) z odpadu úpravne v Hodruši-Hámroch, d – kryštál platiny (Pt 100 % hmot.) z odpadu úpravne v Hodruši-Hámroch, e – kryštál argentitu s abrázne modelovaným povrchom (Horná roveň, halda Babčo), f – kryštál arzenopyritu s vrastenými plieškami Au, GR-4a, g – sférický agregát autigénneho pyritu a zlata (Štefultov, Suchý Tajch), h – detail elipsoidálneho agregátu autigénneho barytu a zlata (Štefultov, Suchý Tajch). ▶

Fig. 5. a – steel shaving (Fe 71 wt. %, Cr 20 wt. %, Ni 8.5 wt. %, Si 0.5 wt. %) scrapping from laboratory crusher device, b – shaving of Cu, Zn alloy (brass?) from gravitation concentrate from recovery plant Hodruša-Hámre, c – Ag, Br alloy from wast recovery plant Hodruša-Hámre, d – platinum crystall (Pt 100 wt %) from Hodruša-Hámre recovery plant waste, e – argentite crystall with abrasion modelled surface (Horná roveň, Babčo dump), f – arsenopyrite crystall with incorporated gold flakes, g – sferic aggregate of authigene pyrite and gold (Štefultov, Suchý Tajch lake), h – detail of elipsoidal aggregate of authigene baryte and gold (Štefultov, Suchý Tajch lake).


a
4689 25KV X400 10µm WD25
b
0713 25KV X450 10µm WD
c
P-15/8
0579 25KV X270 100µm WD
d
SBS2/29
0690 25KV X550 10µm WD2
e
P1IA-P
0379 25KV X300 100µm WD
f
GR-4a/18-3
0294 25KV X300 100µm WD2
g
P-15/2
25KV X230 100µm WD
h
25KV X2,700 10µm W



Obr. 6. a – kryštál elektra s mikrokavernozným reliéfom (Horná roveň, Lúky pod Tanádom), b – mikroreliéf intersticiálnej zlatinky z Au rudy (Hodruša, baňa Rozália), c – čiastočne rozpustený sfalerit s vypreparovaným drôtikovitým zlatom (Hodruša, baňa Rozália), d – alotriomorfné zrnko rýdzeho zlata zrastené s kryštalickým elektrom (Horná roveň, Lúky pod Tanádom).

Fig. 6. a – electrum crystall with microcavernous surface (Horná roveň, Lúky pod Tanádom), b – micro-surface of interstitial gold flake from Au ore from Hodruša, Rozália mine, c – partialy dissolved sphalerite with preparated gold wire (Hodruša, Rozália mine), d – subhedral grain of native gold on contact with electrum crystall (Horná roveň, Lúky pod Tanádom).

Objektívne informácie o tvarovom a rozmerovom spektre zlatiniek v ťaženej rude umožnili Slovenskej banskej, s. r. o., v Hodruši-Hámroch zdokonaliť jej úpravu tak, že priemerná ročná výťažnosť Au vzrástla zo 70,1 % roku 1992 na 90,3 % roku 1997 (Jágerský, 1997). Získavanie Pt z odpadu v Hodruši-Hámroch opísal Okáľ (1997).

Literatúra

Afanasjeva, E. L. & Isačenko, M. P., 1988: Technologičeskaja mineragrafija. *Nedra Moskva, 225.*

Barskij, L. A., 1984: Osnovy mineralurgii – Teorija i technologia razdelenija mineralov. *Nauka, Moskva, 269.*

Čugajev, L. V. (red), 1987: Metallurgija blagorodnych matallov. *Metalurgija, Moskva, 431.*

Gasparrini, C., 1983a: The mineralogy of gold and its significance in metal extraction. *The CIM Bullet., 76, 851, 144–153.*

Gasparrini, C., 1983b: Gold and Other Precious Metals. *Springer Verlag (Berlin, Heidelberg, New York), 336.*

Glembockij, V. A., 1972: Ultrazvuk v obogaščenii poleznych iskopajemych. *Nauka (Alma Ata), 359.*

Jágerský, I., 1997: Technológia opracovania Au rudy z bane Rozália v gravitačnoflotačnej úpravni závodu Slovenská banská, s. r. o., Hodruša-Hámre. *Spravodaj 3–5, Banský výskum Prievidza, 240–242.*

Križáni, I., Troppová, D. & Švehla, Š., 1993: Prekoná ultrazvuk technologické bariéry úpravníctva? *Mineralia Slov., 25, 61–66.*

Okáľ, M., 1997: Rozvojové programy Slovenskej banskej, s. r. o., Hodruša-Hámre. *Spravodaj 3–5, Banský výskum Prievidza, 243–245.*

Špaldon, F., 1986: Úprava nerastných surovín. *Alfa, Bratislava, 480.*

Švehla, Š. & Figura, Z., 1984: Ultrazvuk v technológii. *Alfa, Bratislava, 521.*

Švehla, Š., Abramov, O. & Chorbenko, I., 1986: Využitie ultrazvuku v strojárstve a metalurgii. *Alfa, Bratislava, Izdat. Mašinostrojenije, Moskva, 314.*

Tjutjunik, N. D. & Tichomirova, V. V., 1979: Vlijanje ultrazvuka na razdelenije mineralov gravitacionnym metodom. *Izv. VUZ, Ser. Cvetn. Metallurgija, 4, 7–11.*

Zubkov, A. A. & Belov, B. G., 1982: Obogaščenije redkich metalov s ispoľzovanijem ultrazvuka. *Izv. VUZ, Ser. Cvetn. Metallurgija, 9, 102–106.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 347–352

Koncentrácia Au flotačnou úpravou tetraedritového koncentrátu Striebornej žily bane Mária v Rožňave

ĽUBOSLAV MAŤO[1], TIBOR SASVÁRI[2], FRANTIŠEK JUSKO[3] a FÉLIX SEKULA[3]

[1]Rudohorská 20, 974 01 Banská Bystrica
[2]Katedra geológie a mineralógie F BERG TU Košice, Park Komenského 15, 043 84 Košice
[3]Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Enrichment in gold by flotation treatment of tetrahedrite concentrate of the Strieborná vein of Mária mine in Rožňava

In 1997 higher content of Au was detected in the polysulphidic ore mineralization from the 8th horizon of the Strieborná vein in Rožňava. Original data concerning the contents of Au, Ag, Cu in obtained flotation tetrahedrite concentrate are not relevant anymore. The research of the flotation process of treatment of the ore mineralization and obtained product confirmed the assumption on the possibility of enrichment in Au, Ag and Cu by technology of the extended flotation treatment of the tetrahedrite concentrate.

The regular process of the proposed technology of extended flotation treatment enables high enrichment of the concentrate in Cu, Ag and mainly Au. By value of weight recovery of the concentrate in interval 7.1–7.5 % from the treated ore with content of Au 1.02 g/t, the Au can be enriched into the concentrate to value of Au 13.0 g/t by recovery 90.55 %. By content of Au 2.44 g/t in ore mineralization, the Au can be enriched into the concentrate to value of Au 30.42 g/t by recovery 93.50 %. Lower values of the weight recovery of the concentrate in interval 6.3–6.4 % positively influence also the value of enrichment of concentrate in Au, Ag and Cu.

High values of Au, Ag and Cu recovery indicate good flotation attributes of this type of ore mineralization. Qualitative value of the final flotation tetrahedrite concentrate with regards of the content of Cu is considerably high. The obtained results are significant also for application of technology of the hydrometallurgical and pyrometallurgical process of treatment and obtained of copper.

Key words: Strieborná vein, Rožňava, Slovakia, gold, tetrahedrite concentrate, flotation treatment

Úvod

Vývoj technológie úpravy tetraedritového koncentrátu, ktorý sa získaval z polymetalurgického polysulfidického zrudnenia rožňavských rudných žíl, trvá už takmer 50 rokov, pričom sa laboratórne aj poloprevádzkovo overilo niekoľko technológií, viacero s negatívnym výsledkom (Slavkovský, 1998). Orientáciu vývoja technológie okrem kvality zrudnenia ovplyvňovali ustavične rastúce požiadavky na zloženie získavaného tetraedritového koncentrátu a s tým súvisiacu priemyselnú aplikovateľnosť – – finálne spracovanie a získavanie produktov z flotačného koncentrátu. Vývoj a hodnotenie technológie spracúvania sledovaného koncentrátu uvádza Slavkovský (1998) a Sekula et al. (1998).

Výskum technológie lúhovania tetraedritového koncentrátu je od 90. rokov hlavnou úlohou Ústavu geotechniky SAV v Košiciach. Na základe technicko-ekonomických štúdií priemyselnej aplikácie – finalizácie flotačného tetraedritového koncentrátu z Rožňavy – sme vyvinuli technológiu mechanicko-chemického alkalického lúhovania. Hydrometalurgické spracúvanie flotačného tetraedritového koncentrátu sa roku 1996 poloprevádzkovo overilo v úpravni rudnianskeho závodu (Sekula et al., 1998).

Hydrometalurgiou sa z viaczložkového koncentrátu získava iba Sb a Hg. Keďže ostatné zložky – Cu, Ag a Au – zostávajú v tuhom zvyšku, uvažovalo sa o jeho pyrometalurgickom a potom rafinačnom spracovaní na čisté kovy. Takáto finalizácia Cu, Ag a Au by však bola dosť neefektívna a finančne náročná (vrátane vysokej penalizácie za prekročenie stanoveného limitu škodlivých zložiek – Bi, Hg), intenzívne sa analyzujú ekonomicky a ekologicky výhodnejšie varianty získavania Cu, Ag a Au, napr. komplexným hydrometalurgickým spracúvaním.

V súčasnosti má spomenuté úsilie veľký význam. Pôvodné údaje o obsahu Cu, Ag, a najmä Au v donedávna získavanom flotačnom tetraedritovom koncentráte pre vyšší obsah Au v polysulfidickom zrudnení Striebornej žily už nie sú aktuálne (Maťo a Sasvári, 1997). Výskum flotačného procesu a produktu, ktorý sa úpravou polysulfidického zrudnenia získal, potvrdzuje predpoklad o možnosti koncentrovať Au, Ag a Cu technológiou rozšírenej flotačnej úpravy koncentrátu (Maťo et al., 1998). Navrhnutý technologický proces sa v spolupráci so Želbou, a. s., zo Spišskej Novej Vsi laboratórne overil v rámci projektu *Zhodnotenie distribúcie Au z produktov úpravy zrudnenia z 8. obzoru Striebornej žily bane Mária v Rožňave.*

Z hľadiska finálneho spracovania tetraedritového koncentrátu technológiou komplexnej hydrometalurgie má rozšírená flotácia veľký význam. Stále priemyselná aplikácia takejto úpravy a komplexnej hydrometalurgickej finalizácie koncentrátu bude v prípade realizácie plánovanej exploatácie drahokovovo-polysulfidického zrudnenia Striebornej žily pre a. s. Želba ekonomicky veľmi dôležitá.

V štúdii uvádzame časť poznatkov z výskumu a laboratórneho overovania navrhnutého procesu.

Metodika odberu a úpravy vzoriek

Na mineralogický výskum a laboratórne overovanie technológie flotačnej úpravy tetraedritového koncentrátu sa použili tie isté vzorky. Selektívne bodové vzorky s hmotnosťou cca 10–12 kg sa odobrali v prekopoch na hrúbku Striebornej žily (v jej južnom a severnom smernom priebehu) zo žilnej kremenno-sideritovo-polysulfidickej výplne a okoložilných hornín, a to hlavne z úsekov s už overenou vyššou koncentráciou drahokovovo-polysulfidického zrudnenia (s masívnym tetraedritom). Pred úpravou a spracúvaním sa zhodnotilo minerálne zloženie každej bodovej vzorky. Ostatná časť vzorky bola podrvená (frakcia s veľkosťou <70 μm), zhomogenizovaná a skartovaná. Z každej vzorky sa kvart s hmotnosťou 250 g použil na dokimastické stanovenie obsahu Au a Ag (v laboratórnom stredisku Kremnickej banskej spoločnosti, s. r. o.).

Zostávajúca časť každej upravenej vzorky sa využila na laboratórne overovanie navrhnutej technológie flotácie koncentrátu v laboratórnom stredisku Geotechnického ústavu SAV v Košiciach. Z produktov laboratórnej flotácie sa odobrala časť vzorky na mikroskopické hodnotenie obsahu, formy výskytu a fyzikálnych vlastností Au, ako aj na stanovenie obsahu Au, Ag a Cu. Finálny koncentrát vzorky sa analyzoval na viac prvkov.

V rámci projektu sa zhodnotili výsledky z terénneho, mineralogického a laboratórneho výskumu z nasledujúcich hľadísk:

– kvantitatívna a kvalitatívna väzba Au na flotačný a sideritový koncentrát, resp. nerudnú žilnú výplň,

– hodnotenie obsahu Au v produktoch flotácie rudy,

– charakteristika modifikovaných tektonických štruktúr, na ktoré sa viaže drahokovovo-polysulfidická mineralizácia (obsah, distribúcia, forma výskytu a fyzikálne vlastnosti Au v žilnej výplni).

Geológia, ložiskovo-štruktúrne pomery a mineralizácia

Okolie Striebornej žily budujú pelitícko-aleuritícko-psamitické a vulkanogénne metaklastiká. Od najvrchnejšej časti až po 10. obzor je žila v kremitých fylitoch až metapsamitoch. V nich má charakteristický nepravidelný vývoj – menšiu hrúbku a vykliňuje. Pod úrovňou 10. obzoru preniká cez litologický komplex sivozelených očkatých metavulkanitov – porfyroidov.

Zo štruktúrneho hľadiska je žila zložitým epigenetickým telesom s generálnym smerom SV–JZ a so sklonom 50–90° na SZ, resp. aj na JV. Zložitý a nepravidelný vývoj, dôsledok viacnásobných tektonických udalostí, potvrdzuje aj morfológia žily v horizontálnom a vertikálnom priebehu. Okrem väčších zmien v smere a sklone sú pre žilu charakteristické aj rozdiely v hrúbke. Výrazné je budinovanie žily, posúvanie a presúvanie rudných segmentov. Smerom na JZ od centrálnej časti sa žila postupne vetví a prechádza do žilníka. Vykliňuje smerom na SV, ako aj na povrch pod 6. obzorom.

Žilnou výplňou je starší strednozrnitý až hrubozrnitý siderit a mladšia kremenno-polysulfidická mineralizácia so širokým spektrom sulfidov a sulfosolí. V rozsahu Striebornej žily je niekoľko subvertikálnych štruktúr puklinového typu, ktoré boli viackrát využité na výstup mineralizujúcich fluíd. Tieto štruktúry sa v sideritovo-kremennej výplni postupne otvárali v subhorizontálnom extenznom poli a výsledkom toho sú systémy strmých až subvertikálnych štruktúr, ktoré miestami tvoria zóny hrubé až 1 m. V ich rozsahu sa formovala vysoká koncentrácia epigenetickej hydrotermálnej polysulfidickej mineralizácie s absolútne dominantným tetraedritom. So vznikom masívneho tetraedritu súvisela intenzívna precipitácia viacerých sulfidov mladšej generácie, napr. pyritu, arzenopyritu, chalkopyritu, ako aj Pb-Sb-Bi-Cu-Ni sulfosolí, Au a rýdzeho Bi.

Mikroskopické hodnotenie vzoriek

Zo žilnej výplne

Mikroskopia vzoriek žilnej výplne potvrdila doterajšie poznatky o charaktere mineralizácie Striebornej žily. Prevažná časť vzoriek reprezentovala 5., menej 3. typ formy výskytu tetraedritu v žile – zo subvertikálnych zlomov s masívnym tetraedritom, v menšej miere z tetraedritu, ktorý sa vo variabilnom obsahu koncentruje v interstíciách zŕn sideritu. V systéme subvertikálnych zlomov s vysokou koncentráciou polysulfidického zrudnenia z 8., 9. a 13. obzoru Striebornej žily sa zistil vyšší obsah Au (≥5 g/t).

Tetraedrit vo vzorkách zrudnenia intenzívne metasomaticky zatláča dominantný chalkopyrit. Ďalej je vo vyššom obsahu bornit, markazit a Pb-Sb-Cu-Bi sulfosoli. Arzenopyrit a v menšom množstve pyrit sú v tetraedrite inkludované v podobe hypidiomorfných až idiomorfných zŕn variabilnej veľkosti (až 1 cm). Au v tetraedrite zastupujú dva typy – Au vysokej rýdzosti a Au-Hg-Ag intermetalická zliatina (Maťo a Sasvári, 1997). Oválne a okrúhle zlatinky sýtožltej farby tvoria inklúzie veľké od 1 do 20 μm v tetraedrite I, ktorý sa zrastá, resp. ho zatláča staršia a mladšia generácia sulfidov a sulfosolí. V agregátoch a masívnych akumuláciách tetraedritu je zvyčajne 1–2 zlatinky, iba ojedinele 5–6 veľkých do 10 μm. Svetložlté okrúhle zlatinky veľké 10 až 20 μm sa vyskytujú v takmer monominerálnych agregátoch tetraedritu II.

Z frakcií z upravenej žilnej výplne

Pre pomerne vysoký obsah zŕn rudných a nerudných minerálov veľkých 1–2 μm v upravených vzorkách žilnej výplne (podrvených na veľkosť 40–70 μm a homogenizo-

vaných) sa každá „očistila" šlichovaním. Tak sa získala ťažká minerálna frakcia s takmer rovnako veľkými zrnami rudných minerálov, obalenými 1–2 μm hrubou vrstvičkou submikroskopických častíc. Cieľom postupu bolo zistiť, či sa uvoľnili zlatinky menšie ako 10 μm inkludované v tetraedrite.

Vo všetkých vzorkách sú popri tetraedrite vo vysokom podiele aj zrná arzenopyritu. Dosť často majú odlišnú veľkosť a sú aj zrná väčšie ako 100 μm, nezriedka so zachovaným hypidiomorfným až idiomorfným tvarom. Vo vyššom obsahu sú aj prerasty tetraedrit-chalkopyrit-markazit a v nízkom zrná chalkopyritu. Zistili sa aj samostatné okrúhle svetložlté zlatinky veľké do 10 μm. Všeobecne majú frakcie takéto zloženie: Td 75–80 %, Asp 20–25 %, prerasty do 1 % a Cp 0,5 %.

Z produktov flotačnej úpravy

V zložení minerálnej asociácie produktov a medziproduktov flotácie je zrejmé ich postupné „očisťovanie" od minerálnych prerastov (Td-Cp-Asp-Mar), arzenopyritu, pyritu, markazitu, bornitu a Pb-Sb-Cu-Bi sulfosolí. V minerálnej asociácii produktov postupne od 1. cez 2. prečisťovaciu flotáciu po finálny koncentrát rastie obsah úplne čistého tetraedritu a chalkopyritu. V produktoch 1. a 2. prečisťovacej flotácie a vo finálnom koncentráte (veľkosť pod 0,040 mm) sa vyskytuje 10 a viac okrúhlych až izometrických zlatiniek veľkých okolo 0,005 mm. 3–4 sýtožlté okrúhle zlatinky veľké do 0,005 mm bývajú aj v medziproduktoch flotácie (1MP a 2MP).

Z mikroskopie produktov a medziproduktov flotácie vzoriek zrudnenia Striebornej žily možno konštatovať, že sa ako výsledok zvolenej kinetiky mletia a flotácie v pomerne vysokom počte uvoľnili z tetraedritu zlatinky veľké 5–10 μm a i ostatná časť mikroskopických (3 μm) a submikroskopických zlatiniek, ktoré zostali inkludované v zrnách tetraedritu veľkých 0,040–0,070 mm, sa zrejme v hojnom množstve postupne skoncentrovala vo finálnom tetraedritovom koncentráte.

Stanovenie kinetiky úpravy (drvenia a mletia) vzoriek

Aby bola flotácia úspešná z hľadiska výťažnosti úžitkových zložiek do koncentrátu, bolo treba dôsledne sledovať úpravu vzoriek, najmä jemnosť mletia. Tú ovplyvňujú vzájomne sa prerastajúce rudné a nerudné minerály v žilnej výplni, a preto bolo v záujme kvality koncentrátu treba maximálne znížiť podiel „hlušinových", nerudných prerastlíc.

Cieľom viacerých testov mletia bolo stanoviť podmienky, pri ktorých sa maximálne uvoľňujú sulfidy a sulfosoli a zároveň čo najviac obmedziť negatívny účinok jemne dispergovanej pevnej fázy v tzv. rmutovom prostredí.

Technologický postup úpravy vzoriek (drvenia a mletia) vo flotačnej úpravni v Rožňave predurčil stanoviť parametre (jemnosť drvenia a mletia) na hodnotu 80 % pod 0,071 mm a maximálne 60 % pod 0,040 mm (tab. 1). Z jemnosti mletia vyplýva predpoklad, že sa podstatná časť sulfidov uvoľní (z karbonátov a kremeňa) a svojím povrchom bude v kvapalnom prostredí účinne reagovať na reagencie tvorbou mineralizovanej flotačnej peny. Skúšky drvenia a kinetiky mletia vykonala Katedra úpravníctva TU v Košiciach. Na dosiahnutie požadovanej jemnosti mletia treba 84 minút (tab. 2). Zo zrnitostného obsahu je zrejmé, že sa za ten čas pri daných parametroch mlyna získalo až 60 % vzorky s veľkosťou zŕn zomletých pod hodnotu 0,040 mm. Hodnoty zrnitosti reprezentujú frakčné rozdelenie zrnitostnej škály drvenej vzorky z kusového stavu na čeľusťovom a valcovom laboratórnom drviči.

Tab. 1
Výsledky úpravy – drvenia vzoriek
Results of treatment of samples crushing

Zrnitostné triedy (mm)	Hmotnostný výnos (%)	Suma podsitného produktu (%)
0,040	9,60	9,60
0,040–0,071	2,40	12,00
0,071–0,100	1,13	13,13
0,100–0,160	4,49	17,62
0,160–0,315	10,53	28,15
0,315–0,500	10,04	38,19
0,500–0,710	8,93	47,12
0,710–1,000	14,37	61,49
1,000–1,600	17,76	79,25
1,300–2,000	13,17	92,43
2,000–4,000	7,57	100,00

Tab. 2
Stanovenie kinetiky mletia
Establishment of milling kinetic

Čas (min.)	Hmotnostný výnos zrnitostnej triedy 0,071 mm (%)	Hmotnostný výnos zrnitostnej triedy 0,040 mm (%)
30	38,4	27,6
60	59,8	45,0
90	84,8	64,1
120	89,4	70,2

Parametre mletia k údajom v tab. 2: laboratórny guľový mlyn s objemom 5 l, ustálená mlecia náplň 4,8 kg, počet otáčok 50/min., vsádzka 450 g, množstvo vody 1 l.

Milling parameters to data in table 2: Laboratory globular mill with volume 5 l, setting milling volume 4,8 kg, number of rotations 50/min, charge 450 g, water volume 1 l.

Výsledky flotácie

Na dosiahnutie maximálnej výťažnosti Au a Ag do tetraedritového koncentrátu sa použili zahraničné flotačné reagencie, ktoré majú kladný účinok a pri flotácii sulfidického zrudnenia s obsahom Au a Ag sa prejavujú špecifickým pôsobením na Au a Ag pri ich koncentrácii v mineralizovanej pene. Spotreba flotačných reagencií nie je rovnaká a pohybuje sa od 50 do 120 g/t. Už pri základnej flotácii, ktorá trvá päť minút, prechádzajú všetky rudné minerály do predkoncentrátu s vysokou výťažnosťou. Sulfidy a sulfosoli sú bez pozorovateľného stupňa oxidácie a rozmery ich zŕn (hoci čiastočne odlišné) majú interval

Tab. 3
Stanovenie kinetiky mletia
Establishment of milling kinetic

Označ. prod.	Hmotnost. výnos	Obsah kovov			Výťažnosť kovov		
		Au g/t	Ag g/t	Cu g/t	Au %	Ag %	Cu %
P	100	0,75	428,00	1,85	100	100	100
K	6,3	11,03	6270,54	28,13	92,7	92,3	95,8
O	93,7	0,06	35,17	0,083	7,3	7,7	4,2

Tab. 4
Výsledky laboratórnych skúšok technológie flotácie tetraedritového koncentrátu
Results of laboratory tests of flotation treatment technology of tetrahedrite concentrate

Označ. prod.	Hmotnost. výnos	Obsah kovov			Výťažnosť kovov		
		Au g/t	Ag g/t	Cu g/t	Au %	Ag %	Cu %
P	100	1,02	484,60	1,92	100	100	100
K	7,1	13,01	6354,40	26,01	90,55	93,10	96,18
O	92,9	0,10	35,99	0,08	9,45	8,37	3,82

P – podanie (vzorka zrudnenia) do flotácie, K – finálny flotačný tetraedritový koncentrát, O – odpad z flotácie

P – charge to flotation (sample of ore mineralization), K – final flotation tetrahedrite concentrate, O – flotation waste

Tab. 5
Výsledky laboratórnych skúšok technológie flotácie tetraedritového koncentrátu
Results of laboratory tests of flotation treatment technology of tetrahedrite concentrate

Označ. prod.	Hmotnost. výnos	Obsah kovov			Výťažnosť kovov		
		Au g/t	Ag g/t	Cu g/t	Au %	Ag %	Cu %
P	100	2,44	523,40	2,08	100	100	100
K	7,5	30,42	6559,94	26,93	93,50	94,00	97,10
O	92,5	0,17	33,95	0,065	6,50	6,00	2,90

P – podanie (vzorka zrudnenia) do flotácie, K – finálny flotačný tetraedritový koncentrát, O – odpad z flotácie

P – charge to flotation (sample of ore mineralization), K – final flotation tetrahedrite concentrate, O – flotation waste

Tab. 6
Výsledky laboratórnych skúšok technológie flotácie tetraedritového koncentrátu
Results of laboratory tests of flotation treatment technology of tetrahedrite concentrate

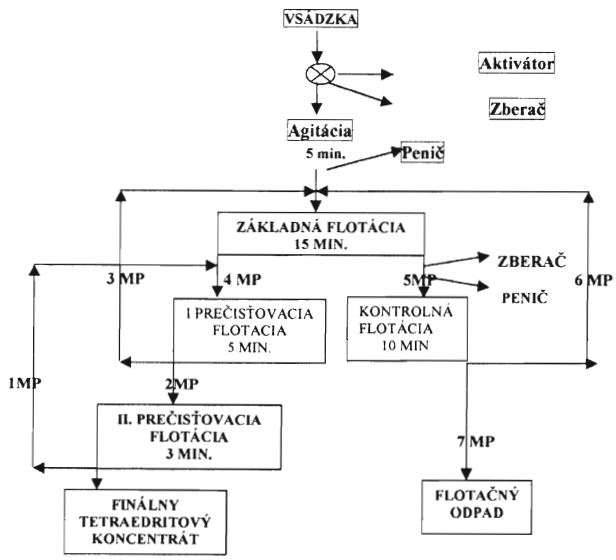
Označ. prod.	Hmotnost. výnos	Obsah kovov			Výťažnosť kovov		
		Au g/t	Ag g/t	Cu g/t	Au %	Ag %	Cu %
P	100	3,10	476,5	2,03	100	100	100
K	6,4	45,87	7192,88	30,51	94,70	95,10	96,20
O	93,6	0,18	24,94	0,082	5,30	4,90	3,80

P – podanie (vzorka zrudnenia) do flotácie, K – finálny flotačný tetraedritový koncentrát, O – odpad z flotácie

P – charge to flotation (sample of ore mineralization), K – final flotation tetrahedrite concentrate, O – flotation waste

Tab. 7
Zloženie tetraedritového koncentrátu
Composition of tetrahedrite concentrate

Cu	26,94 %	SiO_2	2,12 %
Sb	16,52 %	Mn	0,17 %
As	0,84 %	S	23,17 %
Hg	0,72 %	Na	0,24 %
Fe	12,07 %	Ag	6559,94 g/t
Bi	0,31 %	Au	30,42 g/t



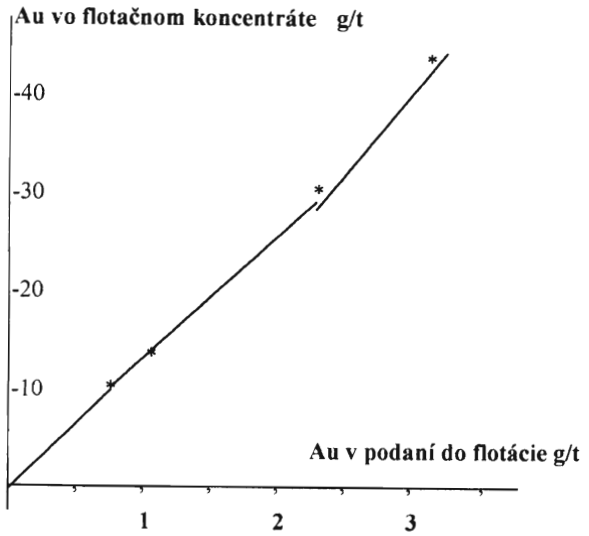
Obr. 1. Lineárna schéma flotácie zrudnenia Striebornej žily z Rožňavy. MP – medziprodukt krokov flotácie.

Fig. 1. Linear flotation scheme of ore mineralization of the Strieborná vein, Rožňava. MP – intermediate product of individual procedure of flotation process.

pozitívne ovplyvňujúci výsledky flotácie. Nízky obsah ílových minerálov dobre vplýva na kvalitu získavaného koncentrátu, ktorý má vysokú finálnu čistotu. Na získanie finálneho flotačného koncentrátu sa navrhol postup podľa lineárnej schémy flotácie (obr. 1).

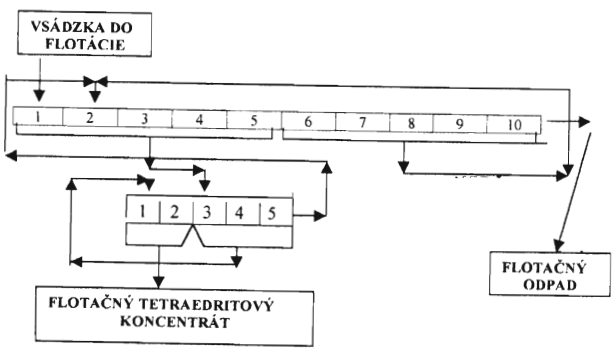
Výsledky laboratórneho výskumu flotačnej úpravy polysulfidického zrudnenia Striebornej žily s odlišným obsahom Au vo vzorkách ilustruje tab. 3, 4, 5 a 6. Uvádza sa v nich iba obsah Au, Ag a Cu stanovený v produktoch flotačného procesu. Avšak od začiatku flotačného procesu až po finálny koncentrát je dôležité sledovať aj obsah Sb, Hg a As.

Výsledky flotácie (tab. 3–6) sú základom na vyjadrenie závislosti rastu obsahu Au vo finálnom koncentráte od obsahu Au v zrudnení (po dvoch prečisteniach). Z obr. 2 je zrejmé, že pri obsahu Au 0,5 g/t v zrudnení bude v koncentráte 7,0 g/t Au a pri obsahu Au 3,0 g/t sa pri rovnakých technologických podmienkach koncentrát obohatí na hodnotu 43,0 g/t Au. Ak by sa flotácia doplnila o ďalšie prečistenie, teda na tri flotačné prečisťovacie operácie, koncentrát by mohol byť ešte bohatší na Au, ale výťažnosť by klesla. Stupeň koncentrácie Au vo finálnom



Obr. 2. Závislosť obsahu Au vo finálnom flotačnom tetraedritovom koncentráte od obsahu Au v zrudnení po dvoch flotačných prečisteniach.

Fig. 2. Dependence of Au content in final flotation tetrahedrite concentrate between Au content of ore mineralization after two flotation refinement.



Obr. 3. Návrh strojovej schémy flotácie polysulfidického zrudnenia Striebornej žily.

Fig. 3. Proposal of mechanical flotation scheme of polysulphidic ore mineralization of the Strieborna vein.

flotačnom tetraedritovom koncentráte vykazuje pomerne silnú koreláciu s Ag aj s Cu. Prejavuje sa to aj vo výťažnosti týchto prvkov. Vysoká výťažnosť Cu do finálneho koncentrátu indikuje aj vysokú výťažnosť Au a Ag.

Chemické zloženie finálneho koncentrátu sa overilo aj na úplne spracovanej vstupnej vzorke. Okrem Au, Ag a Cu sa stanovil aj obsah ďalších zložiek (tab. 7), ktoré majú význam pri celkovom hodnotení kvality koncentrátu ako vstupného média do hydrometalurgického, resp. pyrometalurgického procesu na získavanie Cu, Au, Ag, Sb a Hg.

Nízky obsah SiO_2 a Mn svedčí o veľmi nízkom zastúpení častíc nerudnej žilnej výplne (hlušiny) vo finálnom flotačnom tetraedritovom koncentráte. Obsah Bi a Na je nízky a v podstate zodpovedá údajom vo vstupnej vzorke. Sb a Hg v koncentráte indikuje Sb typ tetraedritu s nižším obsahom Hg. Je pravdepodobné, že koncentrát s vyšším obsahom Cu bude obsahovať aj viac Sb. Obsah As v koncentráte zrejme možno udržať v požadovanej hodnote <1 %.

Záver

Laboratórne skúšky navrhnutej technológie rozšírenej flotačnej úpravy zrudnenia Striebornej žily potvrdili predpoklad o vysokej výťažnosti Au, Ag a Cu zo vsádzky a o obohatení finálneho flotačného tetraedritového koncentrátu. Tetraedrit má veľmi dobré flotačné vlastnosti, rýchlo reaguje vo flotačnom prostredí a tvorí mineralizovanú penu s minimálnym podielom častíc nerudnej žilnej výplne – hlušiny.

Agitácia flotačného rmutu s hustotou 350–400 g/l pevných zložiek počas piatich minút za pridávania aktivátora a zberača významne pôsobí na selekciu úžitkových minerálov.

Všetky stupne flotácie a to základná, kontrolná, I. a II. prečisťovacia flotácia sú pri získavaní kvalitného finálneho tetraedritového koncentrátu s vysokou výťažnosťou Au, Ag a Cu do koncentrátu dôležité. Dokonalý priebeh najmä II. prečisťovacej flotácie je z hľadiska vysokého obohatenia o Au, Ag a Cu významný.

Pri hmotnostnom výnose koncentrátu 7,1–7,5 % z upravovaného zrudnenia s obsahom Au 1,02 g/t bude možno finálny flotačný koncentrát obohatiť na 13,0 g/t Au pri výťažnosti 90,55 %. Obsah 2,44 g/t Au v zrudnení umožňuje obohatiť finálny koncentrát na 30,42 g/t Au pri výťažnosti 93,50 %. Nižší hmotnostný výnos koncentrátu v intervale 6,3–6,4 % pozitívne ovplyvňuje aj hodnotu obohatenia koncentrátu o Au, Ag a Cu.

Vysoká výťažnosť Au, Ag a Cu svedčí o dobrých flotačných vlastnostiach zrudnenia Striebornej žily. Kvalita finálneho koncentrátu z hľadiska obsahu Cu je vysoká a zistené hodnoty významné aj pre aplikáciu technológie hydrometalurgického (a pyrometalurgického) získavania Cu.

Ako výsledok optimálnej kinetiky mletia a nasledujúcich flotačných operácií sa zlatinky veľké 5–10 μm (identifikované v tetraedrite vstupných vzoriek) uvoľňovali v pomerne vysokom počte. Vo vyššom obsahu sa zrejme do finálneho tetraedritového koncentrátu skoncentrovali aj mikroskopické (3 μm) až submikroskopické zlatinky inkludované v zrnách tetraedritu veľkých 0,040–0,070 mm.

Pozitívne výsledky laboratórne overenej technológie flotačnej úpravy polysulfidického zrudnenia Striebornej žily môžu vyústiť do návrhu strojovej technologickej schémy flotácie, ktorú ilustruje obr. 3. Takto usporiadané flotačné cely do flotačných batérií pri presnom dodržaní všetkých overených flotačných faktorov – hlavne času a dávkovania flotačných reagencií – v budúcnosti isto prinesú veľmi dobré výsledky.

Literatúra

Maťo, Ľ. & Sasvári, T., 1997: Zlatonosný tetraedrit zo Striebornej žily (baňa Mária), Rožňava. *Mineralia Slov., 29, 237–239.*

Sasvári, T. & Maťo, Ľ., 1996: Chronology of tectonic events and mineralization on the epigenetic Strieborná vein, Rožňava ore district, Slovakia. *In: P. Grecula (Ed.): Variscan metallogeny in the Alpine orogenic belt. Mineralia Slov. – Monogr., Bratislava, 251–282.*

Sasvári, T. & Maťo, Ľ., 1998: Charakteristika rožňavského rudného poľa vo vzťahu k štruktúrnotektonickej analýze a mineralizácii na príklade ložiskových pomerov žily Strieborná. *Acta Montanistica Slovaca – Monogr., 1, 3, 33–117.*

Slavkovský, M., 1998: Prehľad výskumných a technologicko-vývojových prác z oblasti technológie spracovania tetraedritových koncentrátov. *Acta Montanistica Slovaca – Monogr., 1, 3, 143–148.*

Sekula, F., Baláž, P., Jusko, F., Molnár, F. & Jakabský, Š., 1998: Hydrometalurgická technológia spracovania tetraedritových koncentrátov z lokality Mária baňa v Rožňave. *Acta Montanistica Slovaca – – Monogr., 1, 3, 149–156.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 353–356

Technológia získavania Au koncentrátov v gravitačnoflotačnej úpravni Slovenská banská, s. r. o., Hodruša–Hámre

IVAN JÁGERSKÝ

Slovenská banská, s. r. o., 966 61 Hodruša–Hámre 388

(Doručené 9. 4. 1999)

Technology of treatment of gold-concentrates in gravitational and flotational mill of Slovenská Banská Comp., Hodruša–Hámre

The transition to gold–silver ore processing required a sequence of metallurgical tests. Many foreign experiences were also applied for the recovery of gold into gravitation and flotation concentrates, in order of achieving the optimal quality parameters.

Key words: gold concentrate, recovery, flash flotation, JIG grinding

Úvod

Po takmer štyridsaťročnej ťažbe Cu chalkopyritových rúd v dobývacom priestore Banská Hodruša a po krátkej perióde, keď sa pokusne ťažila chudobná polymetalická ruda (Pb-Cu-Zn), od 1. januára 1994 rozvíja Slovenská banská, s. r. o., Hodruša–Hámre ťažbu a spracovanie Au a Ag v rovnakom priestore, pričom využíva pôvodné technologické zariadenia na ťažbu a spracovanie rudy, ktoré najmä v technológii úpravy bolo treba doplniť o špecifické uzly umožňujúce lepšie zužitkovať vyťaženú rudu.

Technologická charakteristika rudy

Viac ako 90 % z objemu spracovanej rudy tvorí andezit znečistený dacitom (do 8 %). Andezitová masa je bohatá na jemnozrnný pyrit, pretkaná kremennými žilkami, resp. žilníkmi hrubými 1–15 cm s variabilným obsahom Pb, Cu a Zn. Vysoký obsah kremeňa (65 %) spôsobuje značnú abráziu strojného zariadenia a kalových potrubí. Hlavným úžitkovým minerálom je zlato. Povrch zlatiniek je čistý (73–94 % Au), čo je pri jeho získavaní flotačnou technológiou podstatné.

Z hľadiska veľkosti možno zlato zaradiť medzi drobné, zriedka hrubozrnnejšie, ale hlavný podiel zlata majú zrnká od 10 do 40 μm. Z mineralogického hľadiska ide o zlato s členitým povrchom, drôtikového tvaru, značne sploštené, vystupujúce samostatne vtrúsené v kremeni a v karbonátoch alebo vo forme zrastov v interstíciách zŕn i ako inklúzie v zrnách polymetalických sulfidov. Zo sulfidov jednoznačne dominuje galenit, podstatne menej je sfaleritu a úplne sporadicky sa vyskytuje chalkopyrit. Napriek tomu, že sa zlato indikovalo aj v jednotlivých generáciách pyritu, vzhľadom na prevahu okoložilného pyritu, ktorý je jalový, sa tento minerál všeobecne nepokladá za nositeľa zlata, a preto sa vo flotačnom procese potláča. Keďže zlatinky prerastajú jednotlivé sulfidické minerály, pri mletí sa z pôvodných nositeľov uvoľňujú a zlato vo forme voľných zlatiniek prechádza do rmutu (obr. 1).

Zaujímavé je zistenie, že pri hrubom mletí 25 % – – 0,071 mm je viac ako 40 % zlata vo voľnej forme a pri jemnosti mletia 80 % – 0,071 mm tento podiel stúpa na 75 %. Tento fakt viedol k rozhodnutiu vytvoriť vhodné zariadenie, ktoré by už v tomto štádiu dokázalo uvoľnené zlatinky „vychytať". Túto snahu podporilo aj zistenie, že sa v odpade po flotácii vyskytovali zlatinky už sekundárne pokryté kaloidným obalom, a preto sa nedali vo flotačnom procese získať.

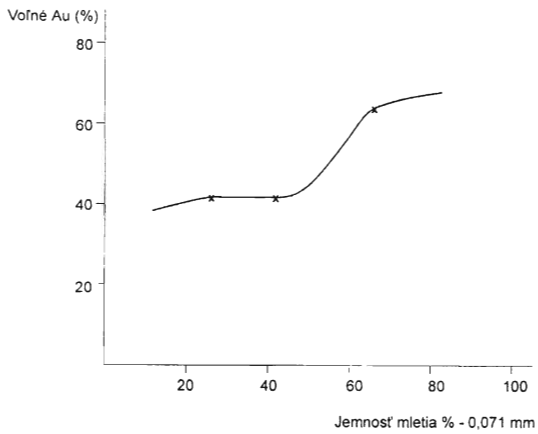
Laboratórna a prevádzková aplikácia gravitačných a hydrometalurgických technológií

Na základe poznatkov z mineralógie, ako aj z vlastného pozorovania v technologickom laboratóriu sa úsilie zlepšiť výťažnosť a kvalitu koncentrátov zameralo na:

– získavanie voľných zlatiniek po flotácii,
– získavanie voľných zlatiniek pred flotáciou,
– overenie možnosti využívať hydrometalurgickú technológiu.

Získavanie voľných zlatiniek po flotácii

Priebežným metalurgickým výskumom v Geologickom ústave SAV v Banskej Bystrici sa zistilo, že sa vo vzorkách flotačného odpadu vyskytujú voľné zlatinky veľké 30 μm, a preto sa od firmy FMW v Kirchstettene prenajal 7,5" koncentrátor Knelson. Zariadenie pracuje na princípe vysokoobrátkovej odstredivky, do ktorej sa cez tangenciálne otvory v kónickej nádobe zariadenia injektuje voda. Drobné častice zlata sa vďaka vysokej hustote



Obr. 1. Vzťah medzi jemnosťou mletia rudy a uvoľňovaním zlatiniek z hostujúcich minerálov.

Fig. 1. The relation of ore grinding and liberation of gold particles from host minerals.

pevne zachytávajú odstredivou silou (do 80 G) vo vnútri kónusu a ľahšie minerály sa vyplavujú mimo zariadenia.

Dlhodobou prevádzkou koncentrátora Knelson, ktorý pracoval v čerpacej stanici odkaliska napojený na kalovodové potrubie, sa zistilo, že je schopný skoncentrovať zlato z pôvodných 1,0–1,5 gt^{-1} na priemernú kvalitu 20 gt^{-1} (1x aj 50 gt^{-1}). Koncentrát sa zväčša skladal z pyritu a jeho hmotnostný výnos bol 0,1 %. Náklady na prevádzku prekračovali predpokladaný možný výnos z predaja koncentrátu. Koncentrát navyše nemal ani požadovanú kvalitu z ekonomického hľadiska a tak sa od myšlienky dodatočného získavania Au z flotačného odpadu upustilo a celé úsilie sa zameralo na uzol mletia. Už tam sa zlatinky zo svojich nositeľov uvoľňujú a neskôr sa pri domieľaní obaľujú koloidným povlakom.

Získavanie voľného zlata pred flotáciou

Keďže zrnitostné rozpätie zlatiniek je široké (1–500 μm), treba pred uzol flotácie zaradiť gravitačné zariadenie schopné zachytiť častice väčšie ako 100–200 μm, ktoré pre svoju hustotu nevyplávajú do flotačnej peny. Tieto požiadavky plnia sadzačky.

Z množstva typov, ktoré ponúkajú výrobcovia, sme vybrali membránovú sadzačku s umelým lôžkom. Na základe našej požiadavky TVZ Markušovce zostrojili tri zariadenia vychodiace z typu DENVER, pri ktorých sa pulzový pohyb vody zabezpečuje dvomi membránami v dvoch samostatných komorách. Pulzy (300/min) sa prenášajú do komôr vybavených sitami, s lôžkami z oceľových guličiek do priemeru 4 mm. Ťažšie minerály sú cez lôžko vťahované do koncentračnej komory odkiaľ sa vypúšťajú do pripravených nádob. Ľahšie zrná pretekajú zariadením a pokračujú ďalej do domieľacieho mlyna. Po dlhšom experimentovaní sa našiel správny pomer medzi výškou zdvihu, hrúbkou lôžka a prídavnej vody tak, že sa toto zariadenie v súčasnosti zúčastňuje na celkovej výťažnosti Au približne tromi percentami.

Z opísaných poznatkov a skúseností je zrejmé, že veľký podiel predstavuje tzv. vymeniteľné Au. To znamená, že už po prvom stupni mletia je 40 % Au vo voľnej forme, no veľkosťou je pod hranicou účinnosti sadzačiek (75 μm). Na získanie tohto Au sa úspešne využili poznatky firmy Boliden, ktorá vo svojich švédskych úpravniach otestovala i prevádzkovo odskúšala tzv. celu v mlecom cykle (flash flotation). Toto zariadenie pracuje bezprostredne po primárnom mletí s veľmi hrubým materiálom. Cela teda vyžaduje osobitnú konštrukciu a jej objem sa volí tak, aby zaručoval iba flotačný čas do jednej minúty. Vhodnosť takéhoto technologického uzla na spracúvanie našej rudy sa najprv odskúšala na dvoch vzorkách v laboratóriu. Prvá sa odobrala z piesku hydrocyklónu (č. 2) a druhá bezprostredne za sadzačkou (č. 1).

Výsledky krátkodobej (jednominútovej) flotácie za pridávania rozličných reagencií sú v tab. 1. Vyplýva z nich, že v cele uspôsobenej na flotáciu hrubozrnného piesku možno za veľmi krátky flotačný čas vyrobiť predajný flotačný koncentrát iba s dávkovaním peniča pri hmotnostnom výnose koncentrátu 1,0–1,5 %. Povzbudení týmto zistením sme v krátkom čase skonštruovali flotačnú celu spĺňajúcu stanovené požiadavky. Cela sa dlhodobo prevádzkovo sledovala a produkty analyzovali na Au, Ag, Pb, Cu, Zn. Prevádzkové skúšky potvrdili laboratórne výsledky týkajúce sa kvality koncentrátu a súčasne sa vplyv tohto technologického uzla veľmi priaznivo prejavil na výsledkoch úpravy, pretože celková výťažnosť Au vzrástla o 5,5 %.

Tab. 1
Obsah Au a Ag vo flotačných koncentrátoch z cely v mlecom cykle pri rozličnom reagenčnom režime
The content of gold and silver in flotation concentrates from cell in grinding cycle at different reagency regimes

reagenčný režim	vzorka č. 2				vzorka č. 1			
	Au	Au (gt^{-1})	Ag	hmot. výnos (%)	Au	Au (gt^{-1})	Ag	hmot. výnos (%)
P	158	162		0,94	169	177		1,83
P	145	136		1,21	251	234		1,29
P+AE	234	-		0,49	182	-		1,28
P+APH	68	78		5,13	95	90		5,18
P+APH+AE	65	70		5,10	101	-		3,06
Podanie	16	14		100	9,6	7,5	171	100

Vysvetlivky: P – penič aerofroth 65, AE – zberač aero 5415, APH – zberač aerophine 3418
Explanations: P – foamer aerofroth 65, AE – collector aero 5415, APH – collector aerophine 3418

Overovanie možnosti využívať hydrometalurgickú technológiu

V prvých dvoch rokoch, keď naša firma začala rozvíjať ťažbu a úpravu zlatonosnej rudy, sme sa intenzívne zaoberali úlohou zefektívniť proces úpravy včítane možnej finalizácie celého objemu našej výroby na Slovensku. Na to sa vybudovalo technologické laboratórium, v ktorom okrem testovania rozličných typov rudy na gravitačnom zariadení v spojení s flotáciou možno na poloprevádzkovej úrovni využiť moderné hydrometalurgické metódy, ako je lúhovanie v zásaditom kyanidovom roztoku s možnosťou nasledujúceho elektrolytického získavania Au, Ag z roztokov. Laboratórnymi a poloprevádzkovými skúškami prešlo veľké množstvo vzoriek rudy a koncentrátov. Typický priebeh lúhovania vzorky rudy z ložiska Rozália je na obr. 2. Podmienky lúhovania boli:

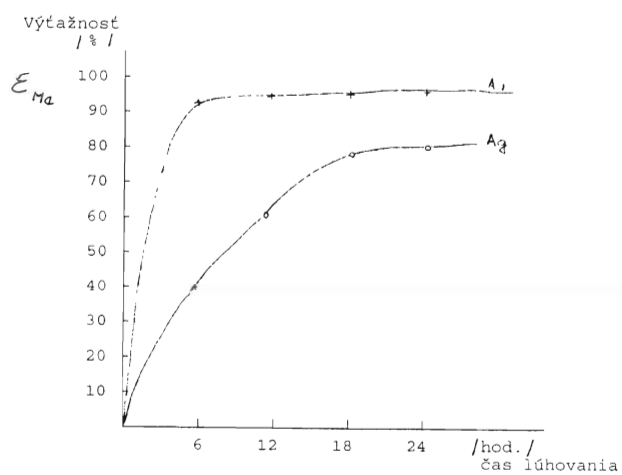
– hustota 1 l rmutu 1260 g, obsah pevných častíc 370 g, zrnitosť 75,7 % – 0,071 mm,

– koncentrácia kyanidu sodného 0,5 g/l, pH 11, prevzdušňovanie.

Z výsledkov lúhovania vzorky rudy rezultuje, že ruda z ložiska Rozália je na kyanidové lúhovanie veľmi vhodná (tab. 2), s možnosťou uplatnenia moderných sorpčných metód. To isté sa dá konštatovať aj o flotačných koncentrátoch lúhovaných roku 1995 v laboratóriách firmy Boliden. Výťažnosť Au do roztoku po 45 hodinách lúhovania dosiahla 96 %, ale aplikácia výsledkov do praxe si vyžaduje desiatky až stovky miliónov korún. Takúto investíciu množstvo overených zásob rudy ložiska nepokrýva, a preto sa od realizácie hydrometalurgickej technológie postupne upustilo.

Súčasná technológia úpravy Au a Ag rudy

Po vykonaní mnohých skúšok a po aplikácii spomenutých technologických uzlov aktuálnu technologickú schému tvoria nasledujúce operácie:



Obr. 2. Závislosť obsahu Au a Ag v rude z ložiska Rozália od času lúhovania.

Fig. 2. The dependence of gold - silver recovery ε_{Me} on leaching time.

Tab. 2
Závislosť obsahu Au a Ag v rude z ložiska Rozália od času lúhovania
Dependence of the gold and silver content in ore from Rozália deposit on the leaching time

Čas lúhovania (hod)	Au (gt^{-1})	Ag (gt^{-1})
0	7,95	14,0
6	0,63	8,5
12	0,56	5,7
18	0,54	1,8
24	0,46	1,6

Drvenie

Ruda dovážaná nákladnými autami na nádvorie úpravne sa škrabákovým vrátkom ŠV-22 dopravuje do 20-tonového zásobníka a odtiaľ sa vozíkovým podávačom dávkuje do čeľusťového drviča V7-2N.

Podrvená ruda do veľkosti zŕn 80 mm sa transportuje na ďalšie zdrobňovanie cez dopravný pás a korýtkový výťah do vibračného triediča VTN 1000x3000, v ktorom sú tri sekcie prstových sít zabezpečujúce, aby sa do kužeľového drviča DKT 900/115 dostal iba materiál s veľkosťou zŕn väčšou ako 20 mm a zbavený hlinitého podielu. Po druhom stupni drvenia sa ruda dopravuje cez ďalší dopravný pás a korýtkový výťah do zásobníka nad mlynicou a odkiaľ sa dávkuje cez pásové podávače do primárnych mlynov.

Mletie

Technologický uzol mlynice bol po skončení spracúvania Cu rúd značne prebudovaný. Vytvorili sa dva primárne mlyny GM 20/20 a jeden domieľací mlyn rovnakého typu. Pred mlyny sú vhodne zaradené triediace hydrocyklóny tak, aby sa zabezpečil ich optimálny chod. Zároveň sa v tomto technologickom uzle získava finálny koncentrát zo sadzačiek a z cely v mlecom cykle. Tieto zariadenia sa zúčastňujú na celkovej výrobe Au 40–50 %. Výkon mlynice je 11,7 t/hod pri jemnosti mletia 80 % – – 0,071 mm.

Flotácia

Flotačná schéma sa skladá zo štyroch veľkoobjemových ciel DAVY – 8,5 m^3 usporiadaných do kaskády. Z hľadiska funkcie ide o rozdelenie na základnú a kontrolnú flotáciu. Penové produkty zo základnej flotácie sa obohacujú v prečisťovacej flotácii typu FM–0,75 m^3 a v druhej z nich nastáva depresia pyritu pridávaním vápenného mlieka do pH 11. Penový produkt z tejto dvojcely ako predajný koncentrát má označenie K1. Ostatné dve veľkoobjemové cely sú navzájom prepojené rovnako ako predchádzajúce, ale už iba dokončujú flotáciu zvyšku sulfidických minerálov a tvoria základ koncentrátu s označením K_2, ktorý sa prečisťuje vo vlastnej prečisťovacej flotácii.

Rmut po opustení flotačného uzla čerpá dvojica kalových čerpadiel na odkalisko, kde pevné častice sedimentujú.

Odbyt koncentrátov

Firma Slovenská banská, s. r. o., produkuje kvantitatívne dva rozdielne koncentráty. Koncentrát pod obchodným označením K1 zahŕňa gravitačný koncentrát z flotačnej cely a flotačný koncentrát zo začiatku flotácie. Tento produkt je určený na vývoz do pyrometalurgickej huty UM Hoboken v Belgicku. Má takéto charakteristické zloženie: 250–400 gt^{-1} Au, 190–310 gt^{-1} Ag, 5–7 % Pb, 1,2–1,4 % Cu a 7,0–12 % Zn. Úžitkovou (platenou) zložkou tohto koncentrátu je Au, Ag a Pb, pričom Au predstavuje 95 % celkovej hodnoty a ostatné kovy zvyšných 5 % hodnoty.

Zvýšený obsah farebných kovov nedovoľuje spracovanie tohto produktu v kyanizačnej lúhovni Kremnickej banskej spoločnosti, preto táto úpravňa pre nás spracúva koncentrát pod označením K_2, ktorý má takéto zloženie: 50–100 gt^{-1} Au, 40–70 gt^{-1} Ag, 2 % Pb, 1 % Cu a 2 % Zn. Z chemického zloženia tohto koncentrátu je evidentný už veľmi nízky obsah farebných kovov, ktoré sú pre proces „Merrill-Crow", ktorým sa náš koncentrát spracúva, technologickou škodlivinou. V tomto prípade je výsledným produktom zliatok Au, Ag (50 %) + Zn, Pb, Cu, ktorý sa po rafinácii v spoločnosti AGNO Nové Zámky dostáva na domáci trh.

Záver

Slovenská banská, s. r. o., Hodruša–Hámre vo svojej gravitačnoflotačnej úpravni produkuje denne 6–8 ton koncentrátov pri výťažnosti zlata 90 %. Technologický proces získavania koncentrátov pokladáme v tomto období za dokonale zvládnutý, čiže ďalšie výrazné zlepšenie kvalitatívnych ukazovateľov úpravy nepredpokladáme. Efektívnosť nášho podnikania na tomto ložisku bude závisieť od úspešného vyhľadávania kondičnej rudy za predpokladu, že cena Au na svetovom trhu nedosiahne pre nás kritickú hranicu a budeme schopní naďalej odolávať ustavičnému rastu cien vstupných materiálov.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 357–358

Analytické stanovovanie zlata v geologických materiáloch, koncentrátoch a zliatinách

JAROSLAV VALKO

GeoEkologické laboratóriá, š. p., Robotnícka 841/20, 039 13 Turčianske Teplice

(Doručené 9. 4. 1999)

Analytical determination of gold in geological materials, concentrates and alloys

The article deals with the using of various analytical methods of gold assaying, which are aimed for the preparation of the geological reference material. There is compared the fire assaying with the other used methods. The rock standard of the gold-bearing sample from the Petráčkova hora deposit (ČR) has been used as JAM standard for the chemical analysis.

Key words: gold-bearing sample, fire assaying and various methods of gold assaying, types of gold mineralization

Úvod

Rozličné metodiky dokumentujeme na príprave materiálu Pe-1 na analytické stanovovanie Au. Materiál pochádza zo zvyškových vzoriek, ktoré slúžili na vyhľadávací prieskum lokality Vacíkov-Petráčkova hora v Čechách. Dominantným typom zrudnenia v overenej časti lokality je Au mineralizácia so Au vysokej rýdzosti a s obsahom Ag do 5 %. Jediným žilným minerálom je kremeň. V ňom sa zistilo jemnozrnné Au veľké 0,00X–0,0X mm, a to ako samostatné alebo s chalkopyritom, molybdenitom, scheelitom a výnimočne aj s arzenopyritom. Zlatinky sú niekde obklopené zrnami magnezitu a martitu. Au zrastá s telurobizmutitom, Bi_2Te_3 a s rýdzim Bi. Au zrudnenie s priaznivými ložiskovými parametrami sa viaže na horniny s impregnačným prekremenením a so žilným kremeňom. Materiál vybratý na prípravu štandardu obsahuje prakticky päť horninových typov – biotitický rohovec, leukokratný rohovec, dacity a dacitový tuf, granodiorit a metabázity.

Homogenizácia a technologická úprava vzorky

Vzorku homogenizovala a technologicky upravila ÚNS Kutná Hora. Vzorka sa pomlela vo vibračnom mlyne s obsahom 200 l. Aby sa predišlo kontaminácii predchádzajúcou spracovanou vzorkou, pomlelo sa najprv 70 kg pripraveného materiálu z lokality Petračkova hora a ten sa už ďalej nespracúval. Materiál s hmotnosťou 120 kg určený na skúšku sa pomlel a potom osial na site s okami veľkými 0,5 mm. Materiál, ktorý zostal na site, sa vrátil do mlyna. Podsitný podiel sa potom homogenizoval, čiže celý objem spracovaného materiálu prešiel desať ráz osemkanálovým triedičom a to sa pokladalo za dostatočné na dosiahnutie požadovanej homogénnosti. Materiál sa rozdelil do ôsmich dielov, z každého sa odobrali reprezentatívne vzorky, v nich sa skontrolovala výsledná homogénnosť Au v laboratóriách ÚÚG v Prahe metódou vylúhovania Au 3-percentným roztokom NaCl nasýteným Br, extrakciou do neodsírenej frakcie petroleja a meraním plameňovou AAS = 10 g (ppn). Zo šiestich podielov sa vždy odobrali štyri vzorky a z dvoch po tri vzorky, vedno 30 vzoriek ktorých sa stanovilo Au. Týmito analýzami sa skontrolovala homogénnosť po „kvartácii".

Z tab. 1 vidno, že pri spracúvaní materiálu nastala segregácia a obohatenie Au častíc do „h" kvartu a naopak, že siedmy „g" kvart bol na Au častice chudobnejší. Analýzy s 10 a 30 g návažkom poskytli obdobné výsledky.

Takýto jav nie je pri úprave vzoriek výnimočný, potvrdil očakávané správanie zlatiniek pri technologickej úprave, a preto sa homogenizácia rovnakým spôsobom opakovala. Potom analýzy potvrdili dostatočnú homogénnosť Au častíc. Aritmetický priemer vypočítaný pre jednotlivé kvarty je ovplyvnený výskytom zlatiniek. Homogénnosť vzoriek potvrdili aj analýzy vzoriek vybratých prvkov, a to Ca, Cr, Cu, Fe a Zr.

Tab. 1
Stanovovanie homogénnosti Au po prvej homogenizácii celej vzorky
Determination of Au homogenity after first homogenization of the complete sample

	10 g návažok (ppm)							
Kvart číslo	a	b	c	d	e	f	g	h
	2,70	2,97	2,73	2,81	2,81	2,70	2,73	3,20
	2,67	2,81	2,93	2,88	2,81	2,67	2,88	3,27
	3,00	2,70	2,93	3,03	2,70	2,78	2,46	3,27
	2,85	2,67	2,70	2,61	3,15	2,73		
Xarit. kvartu	2,81	2,79	2,82	2,83	2,87	2,72	2,69	3,28
	30 g návažok (ppm)							
Kvart číslo	a	b	c	d	e	f	g	h
	2,86	2,87	2,89	2,90	2,93	2,86	2,87	3,28
	2,99	2,74	2,93	2,93	2,96	2,97	2,86	3,00
	2,86	2,96	3,05	2,97	3,13	2,92	2,96	2,96
	3,21	2,99	2,99	3,04	3,03	3,08		
Xarit. kvartu	2,98	2,89	2,96	2,96	3,01	2,96	2,90	3,08

Sitová analýza

veľkosť frakcie (μm)	hmotnostný podiel (%)
viac ako 100	0,18
80–100	0,15
63–80	0,23
40–63	1,16
menej ako 40	98,28

Analýza referenčného materiálu

Laboratórium v Turčianskych Tepliciach analyzovalo materiál z piatich samostatných stanovovaní.

Postupovalo sa takto:

– návažok n 25 g/250 ml + 1–2 g NaCl

– vylúhovanie Au v lúčavke kráľovskej a preliatie vzorky do 250 ml odmernej banky

– odpipetovanie 100 ml roztoku do deliaceho lievika

– pridanie 10 ml IAA a extrahovanie v trvaní štyroch minút

– po oddelení fáz meranie organickej fázy na ASS – Varian 20 s korekciou pozadia

– oxidačný plameň acetylén – vzduch

– vlnová dĺžka 242,8 mm

– IAA – izoamylalkohol

Výpočet obsahu Au

$$\frac{\text{g Au/t} = \mu\text{g. Au/ml. V. V}_1}{\text{n. P}}$$

μg Au/ml – hodnota odčítaná na AAS

V – objem zásobníka roztoku v ml

V_1 – objem roztoku pred extrakciou v ml

P – objem odpipetovaného alikvotného podielu v ml

n – návažok vzorky v zásobnom roztoku v g

Výsledky jednotlivých laboratórií sú v tab. 2.

Použité laboratórne metódy možno rozdeliť do viacerých skupín. Prevládajú metódy rozpúšťania roztokom Br (pät') a lúčavkou kráľovskou (pät') s nasledujúcou extrakciou do organického rozpúšťadla a detekciou AAS.

Laboratórium 1, 2, 5 a 13 poskytli spoľahlivé výsledky s priemerom pohybujúcim sa v odporúčanom intervale.

Analýzy dokimáziou (tri) potvrdzujú vysoký štandard tejto metódy, dodnes pokladanej pri kvantitatívnom stanovovaní Au za veľmi spoľahlivú. Rozdiely vo výsledkoch niektorých laboratórií pracujúcich s rovnakým návažkom (laboratórium 2, 3 a 7) môžu byť dôsledkom laboratórnej nedisciplíny alebo postupu, nie nehomogénnosti Au vo vzorke.

Veľký rozptyl výsledkov laboratória 4 je aj dôsledkom veľmi nízkeho návažku (10 g). Laboratóriom 6 a 7 mali akceptovateľný rozptyl, ale ich výsledky zrejme ovplyvnila použitá koncovka. Výsledky laboratória 10 potvrdili predpoklad o výskyte jemnozrnného homogénneho Au a tým aj vhodnosť navrhnutého materiálu na prípravu geologického štandardu.

Analýza Au koncentrátov a Au zliatin

Na analýzu Au v koncentrátoch a zliatinách sa používajú rôzne metódy rozpúšťania vzorky v závislosti od typu koncentrátu alebo zliatiny. Najčastejšie sa vzorka rozpúšťa v lúčavke kráľovskej niekoľkonásobným odkurovaním a nasledujúcou extrakciou do organického rozpúšťadla (neodsírenej petrolejovej frakcie, izoamylalkoholu) a meraním na AAS, resp. ICP. Tak sa stanovuje obsah Au v koncentrátoch od 50–500 g/t a v zliatinách obsah Au 581, 4/000, t. j. 58,14 % Au.

Tab. 2

Výsledky analytického stanovenia Au rôznymi laboratóriami

Results of Au analytical determination by different laboratories

Laborat.	Metóda	Návažok	Výsledky – Au (ppm)				
1	L-O-AAS	25	2,60	2,68	2,70	2,76	2,98
			x = 2,74, s = 0,144				
2	B-O-AAS	25	2,48	2,60	2,61	2,73	2,94
			x = 2,67, s = 0,174				
3	L-O-AAS	25	2,19	2,30	2,37	2,49	2,58
			x = 2,39, s = 0,154				
4	B-O-AAS	10	2,20	2,48	2,48	2,53	2,58 2,82
			3,51	3,62	x = 2,78, s = 0,515		
5	B-O-AAS	30	2,68	2,71	2,76	2,93	2,94 2,95
			3,04	3,07	x = 2,89, s = 0,149		
6	B-SPF	20	2,95	3,01	3,21	3,23	3,29
			x = 3,14, s = 0,149				
7	L-I-AAS	25	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2
			x = 3,04, s = 0,114				
8	DOK	25	1,88	2,32	2,45	2,47	2,53 2,57
			2,57	3,26	x = 2,51, s = 0,379		
9*	L-O-AAS	2	1,38	1,50	1,50	1,62	1,62
			x = 1,52, s = 0,100				
10	DOK	50	2,70	2,74	2,74	2,74	2,84
			x = 2,75, s = 0,047				
11*			3,6	3,6	3,7	3,8	4,0 4,00
			x = 3,78, s = 0,183				
12	DOK		x = 2,60				
13	L-O-AAS		x = 2,78				
14*	B-O-AAS		3,4	3,43	3,44	3,44	3,45
			x = 3,43, s = 0,019				
15*	WA	10	x = 3,65				

*) štatisticky potvrdené odchýlené súbory

x – aritmetický priemer, s – smerodajná odchýlka, L – rozpúšťanie lúčavkou kráľovskou, B – rozpúšťanie Br, O – extrakcia do organického rozpúšťadla, I – iónexová separácia, DOK – dokimastika, WA – volfrámový atomizátor, AAS – atómová absorpčná spektrometria, SPF – spektrofotometria. Odporúčaný obsah Au v štandarde Pe-1: aritmetický priemer 2,75 ppm, geometrický priemer 2,74 ppm, medián M 2,74 ppm, 95 % pravdepodobný limit – dolný ... 2,60 ppm, horný ... 2,91 ppm.

*)statistically confirmed biased samples

x – arithmetic mean, s – standard deviation, L – dissolution by aqua regia, B – dissolution by Br, O – extraction by organic solvent, I – ionex separation, DOK – dokimastic, WA – tungsten atomizator, AAS – atomic absorption spectrometry, SPF – spectrofotometry. Recommended Au-content in Pe-1 standard: arithmetic mean 2.75 ppm, geometric mean 2.74 ppm, median M 2.74 ppm, 95 % confidence limit - lower: 2.60 ppm, upper 2.91 ppm.

Literatúra

Studničná, B. & Studničný, L., 1995: Porfyrové ložisko s Au-Cu-W mineralizáciou na Petráčkovej hore u Vacíkova. *Uhlí Rudy, Geol. Průzk., 2, 5, 142–146.*

Pauker, T. & Rubeška, I., 1989: Příprava a atestace referenčního materiálu zlata Pe-1. *Ústř. Úst. geol., Praha.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 359–362

Alternatívna metóda lúhovania zlata z domácich zdrojov

MAGDALÉNA ŠTOFKOVÁ a M. ŠTOFKO

Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov Hutníckej fakulty TU, Letná 9, 042 00 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Alternative method of gold leaching from domestic sources

Leaching of gold from arsenopyrite, SiO_2, sulphide and tetrahedrite materials is discussed and results are showed in diagrams. Influence of leachable copper on gold leaching efficiency is showed. Two ways of anodic slimes processing are showed and leaching of gold is discussed. From diluted thiourea solutions gold is precipitated by means of porous cathode made of carbon fibers with high yield.

Key words: gold, concentrate, slime, leaching, electrolysis

Úvod

Au sa v ostatných 100 rokoch lúhuje v zásaditých roztokoch kyanidu, ale pre negatívne vlastnosti tohto prostriedku (toxicita, malá selektívnosť) výskumníci na celom svete hľadajú vhodné činidlo, ktoré by lúhovalo účinnejšie, rýchlejšie, selektívnejšie a s menším negatívnym vplyvom na životné prostredie. Jedným z možných komplexotvorných reagentov je tiomočovina. Jej výhodou je v porovnaní s kyanidom podstatne menšia toxicita, selektivita, vyššia rýchlosť a výťažnosť lúhovania, ale nevýhodou – aspoň doteraz – vyššia ekonomická náročnosť.

Keďže na Slovensku sú ložiská rúd obsahujúcich Au, Katedra neželezných kovov a spracovania odpadu Hutníckej fakulty TU Košice v rámci svojho výskumného programu skúmala lúhovanie a elektrolytickú precipitáciu Au z tiomočovinových roztokov.

Pri experimentoch sa použili poznatky radu autorov (Plaksin et al., 1941, 1960; Sivrin et al., 1976; Hiskey, 1981; Schulze, 1986, 1988).

Výsledky termodynamickej analýzy systému Au–tiomočovina–voda boli publikované už skôr (Gašpar et al., 1994). Z diagramov Ph-E je zrejmé, že Au tvorí s tiomočovinou v kyslom prostredí stabilné komplexy.

Priebeh rozpúšťania Au v kyslom roztoku tiomočoviny možno vyjadriť rovnicou

$$Au + 2CS(NH_2)_2 = Au[CS(NH_2)]^+_2 + e^- \quad E^\circ = + 0{,}38\ V \quad (1)$$

Na dostatočne intenzívny priebeh chemickej reakcie je nevyhnutná prítomnosť oxidačného činidla. Ukazuje sa, že veľmi efektívne je Fe^{3+}

$$Au + Fe^{3+} + 2CS(NH_2)_2 = Au[CS(NH_2)_2]^+_2 + E^\circ = - 0{,}39\ V \quad (2)$$

Množstvo oxidačného činidla sa musí presne stanovovať v každom prípade, pretože jeho prebytok vedie k oxidácii tiomočoviny a jej zbytočnej deštrukcii. Možným produktom dekompozície tiomočoviny je močovina, ktorá sa hydrolýzou rozkladá na CO_2 a NH_3. Z ekologického pohľadu je tiomočovina jednoznačne výhodnejšia ako kyanid.

Lúhovanie Au z koncentrátov

Vstupný materiál

Zloženie koncentrátov z rozličných lokalít Slovenska použitých pri experimentoch je v tab. 1.

V prípade sulfidického koncentrátu ide o flotačný koncentrát vyrobený z rudy obsahujúcej sulfidy Pb, Zn a Cu.

Experimentálna časť

Ako sme už uviedli, účinnosť lúhovania vo veľkej miere závisí od prítomnosti oxidačného reagenta. Vzťah medzi výťažnosťou lúhovania Au a oxidačnými podmienkami lúhovania sulfidického koncentrátu je v grafe na obr. 1.

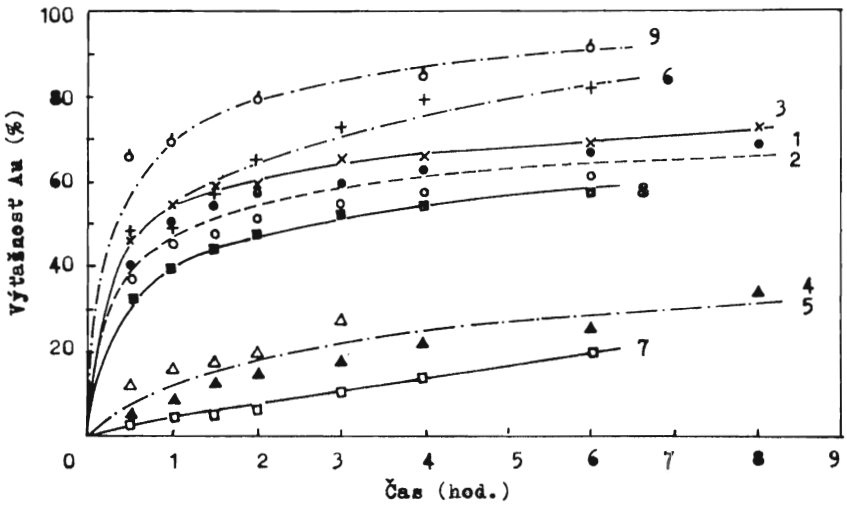
Zloženie lúhovacieho roztoku pre sulfidický koncentrát bolo rovnaké: 10 gdm^{-3} TM, 1 % H_2SO_4, K:P = 5:1 pri

Tab. 1
Zloženie koncentrátov
Composition of concentrates

Koncentrát	Obsah (%), Au, Ag (ppm)						
	Au	Ag	Cu	Fe	As	Sb	S
Arzenopyrit	28,6	600	2,26	39,6	9,94	1,94	32
SiO_2	1,98–7,2	39–94	–	–	0,04	0,1	0,15
Sulfid	93,9	78,3	1,5	18,5	Pb=4,3	Zn=5,5	27,5
Tetraedrit	16–20	1300	21,7	15,3	1,23	8,91	27

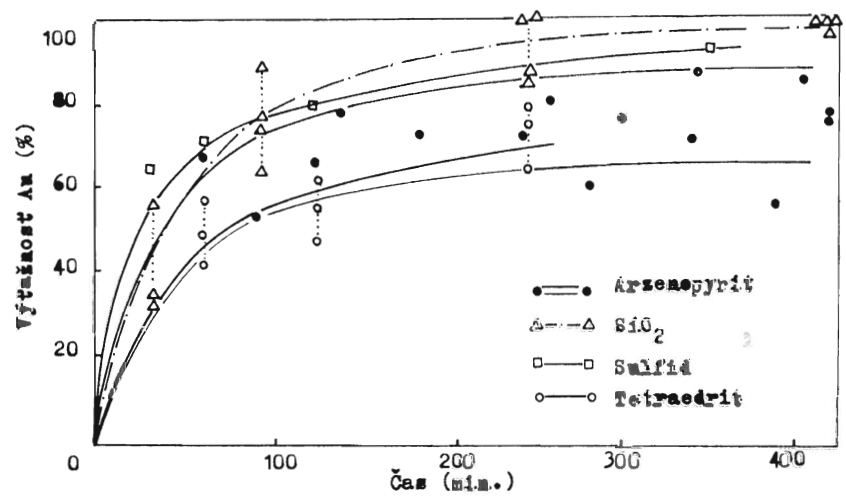
Tab. 2
Podmienky lúhovania
Leaching conditions

Vstup	Podmienky
Arzenopyrit	K:P=4:1 až 10:1,10–50 gdm^{-3} TM, 1 % H_2SO_4, 0,3 $gdm^{-3}Fe^{3+}$
SiO_2	K:P=5:1, 10 gdm^{-3}TM, 5 % H_2SO_4, 0,5 $gdm^{-3}Fe^{3+}$, 25 °C
Sulfid	K:P=5:1, 10–20 gdm^{-3} TM, 1 % H_2SO_4, 5 $gdm^{-3}Fe^{3+}$, 25 °C
Tetraedrit	K:P=10:1, 5°C15 gdm^{-3}TM, 1 % H_2SO_4, 5 $gdm^{-3}Fe^{3+}$, 25 °C



Obr. 1. Závislosť výťažnosti Au do roztoku od oxidačných podmienok a času lúhovania. 1 – Fe^{3+}, vzduch, 1250 dm^3; 2 – Fe^{3+}, vzduch, 500 dm^3; 3 – Fe^{3+} po 5 min., vzduch, 1250 dm^3; 4 – bez Fe^{3+}, vzduch, 500 dm^3, 5 – bez Fe^{3+}, vzduch, 500 dm^3; 6 – Fe^{3+}, vzduch, predlúhovanie; 7 – bez Fe^{3+}, N, 500 dm^3; 8 – Fe^{3+}, N, 500 dm^3; 9 – Fe^{3+}, vzduch, 20 gdm^{-3} TM.

Fig. 1. Au extraction vs. oxidizings and time. 1 – Fe^{3+}, air, 1250 dm^3; 2 – Fe^{3+}, air, 500 dm^3; 3 – Fe^{3+} after 5 min., air, 1250 dm^3; 4 – without Fe^{3+}, air, 500 dm^3; 5 – without Fe^{3+}, air, 500 dm^3; 6 – Fe^{3+}, air, preleaching; 7 – without Fe^{3+}, nitrogen, 500 dm^3; 8 – Fe^{3+}, nitrogen, 500 dm^3; 9 – Fe^{3+}, air, 20 gdm^{-3} TU.



Obr. 2. Výťažnosť Au do roztoku v závislosti od typu koncentrátu a času.

Fig. 2. Au extraction from different types of materials vs. time.

25 °C. Vzorka 9 sa lúhovala v roztoku s dvojnásobným množstvom tiomočoviny (20 gdm^{-3}) a vzorka 6 sa predlúhovala v roztoku HNO_3. Výťažnosť lúhovania Ag možno nájsť v literatúre (Štofková et al., 1996).

Na základe literatúry a našich poznatkov sa definovali podmienky lúhovania rozličných koncentrátov (tab. 2).

Účinnosť lúhovania arzenopyritového koncentrátu pri priamom lúhovaní bola nízka, a preto sa koncentrát najprv oxidačne pražil. Pre relatívne vysoký obsah lúhovateľnej Cu sa praženec v 1. stupni lúhoval v roztoku H_2SO_4 s cieľom vylúhovať podstatný podiel Cu, a tak spotrebu tiomočoviny znížiť.

Zhrnuté výsledky lúhovania sú v grafe na obr. 2.

Rozptyl výsledkov môže vyplývať zo zložitosti analýz Au vo vstupoch, ale aj v experimentálnych vzorkách.

Z diagramu na obr. 2 možno usúdiť, že podmienky na vysokú výťažnosť lúhovania Au sú.

Spolu so Au a Ag sa vo vstupných materiáloch vyskytujú prímesi, ktorých prítomnosť môže lúhovanie Au sťažovať a spotrebu tiomočoviny tvorbou vlastných komplexov zvyšovať. Jednou z prímesí je Cu, jej lúhovateľná časť. Cu tvorí s tiomočovinou komplex s podobnou stabilitou, ako má Au a Ag (Groenwald, 1975).

Štúdiom vplyvu Cu na rozpúšťanie Au sa zaoberala Harvanová (1996). Pri výskume sa využila metóda rotujúceho disku z elektrolyticky čistého Au (99,99 %) s pridaním rozličného množstva Cu do roztoku tiomočoviny. Experimenty sa potom overili pri lúhovaní reálneho koncentrátu a korelácia bola dobrá. Výsledky ukázali, že výťažnosť Au do roztoku do koncentrácie Cu^{2+} – 0,2 gdm^{-3} v roztoku pri redoxnom potenciáli 210 mV stúpa. Po prekročení tejto hranice výťažnosť Au klesá, pravdepodobne ako dôsledok vzniku meďného komplexu, poklesu obsahu voľnej tiomočoviny a tvorby bielej zrazeniny $Cu_2SO_4.5[CS(NH_2)_2].2H_2O$ (Harvanová, 1996; Zhang, 1996). Vzniká nevratná strata tiomočoviny.

Z uvedeného je jasné, že roztok tiomočoviny možno použiť na efektívne lúhovanie Au zo všetkých skúmaných materiálov. V prípade arzenopyritu treba využiť praženie, pri ktorom sa pôvodná štruktúra deštruuje a odstráni sa As. V ďalšom kroku sa vylúhuje Cu v roztoku kyseliny sírovej a potom nasleduje lúhovanie Au v tiomočovine.

Tab. 3
Zloženie anódového kalu
Composition of anodic slime

Kal	Obsah %									
	Au	Ag	Se	Cu	Ni	As	Sb	Pb	Sn	Zn
1	0,03	4,99	1,25	10,49	0,84	1,99	10,82	12,04	9,33	0,54
2	0,03	4,56	1,39	10,32	0,53	2,46	11,65	14,8	12,86	–

Iným možným deštrukčným krokom je oxidácia pomocou baktérií (Kušnierová et al., 1993) a nasledujúce kyslé lúhovanie zoxidovaného vstupného materiálu. Ďalšou možnosťou je mechanická aktivácia vstupného materiálu (Baláž et al., 1996).

Au lúhovanie z anódového kalu

Medzi zdroje Au patrí aj anódový kal z elektrolytickej rafinácie Cu.

Na experimenty sa použili vzorky kalu vzniknuté pri elektrolytickej rafinácii Cu v Kovohutách Krompachy. Ich zloženie je v tab. 3.

Pokiaľ ide o obsah Au, Ag, Se a Te, patrí kal z Krompách medzi chudobné kaly.

Experimentálna časť

Potvrdilo sa, že ak sa má získať Au z kalu lúhovaním v tiomočovine a zároveň sa má pri technologických operáciách aj Ag, musia sa deštruovať zlúčeniny Se a Te, pretože ich prítomnosť výťažnosť ušľachtilých kovov Au a Ag znižuje.

Vybrali sa dva postupy. Pri prvom sa kal najprv pražil s cieľom odstrániť Se. Prażenec sa potom lúhoval v roztoku 300 gdm^{-3} H_2SO_4, K:P = 5:1,3 hod. pri 90 °C. Lúhovanec sa potom ďalej lúhoval v tiomočovine s výťažnosťou Au nad 90 % (Štofko et al., 1994, 1997).

Pri druhom postupe sa kal najprv lúhoval v roztoku 30 % HNO_3 pri teplote 65 °C, K:P = 6:1. Pri tomto lúhovaní prešlo do roztoku 99 % Se, 96 % Cu, 89 % Ag a 22 % Ni. Lúhovanec sa potom lúhoval v roztoku 15 gdm^{-3} TM, 1 % H_2SO_4, 5 gdm^{-3} Fe^{3+}, K:P = 4:1 pri 25 °C. Výťažnosť Au bola 89,3 %.

Pretože sa zvyšky po lúhovaní môžu vrátiť do procesu spracúvania Cu, dosiahnutá výťažnosť Au sa dá pokladať za dostatočne vysokú.

Elektrolytické získavanie Au z roztoku tiomočoviny

Au zo zriedených roztokov tiomočoviny by sa malo získavať s vysokou výťažnosťou a pri minimálnej strate tiomočoviny.

Z literatúry je zrejmé (Dechenes, 1987; Gašpar et al., 1991, 1992), že pri cementácii možno získať Au s vysokou účinnosťou (76 až 99,5 %), ale opätovné použitie tiomočovinového roztoku je komplikované, ba aj nemožné.

Vysoká je aj výťažnosť pri aplikácii ionomeničov a aktívneho uhlia, ale najmä v prípade aktívneho uhlia je strata tiomočoviny vysoká (až 60 %).

Ako perspektívna sa ukazuje elektróza na poréznej elektróde (Gašpar, 1992) so značne veľkým povrchom vzhľadom na objem. Najvhodnejšia je aplikácia uhlíkových vlákien.

Na experimenty sa použili roztoky obsahujúce 0,036 a 0,183 gdm^{-3} Au, 0,074, 3,1 gdm^{-3} Ag a 10–30 gdm^{-3} TM. Roztoky sa pripravili lúhovaním anódového kalu z elektrolýzy Cu.

Elektrolytická vaňa obsahovala anódový a katódový priestor odseparovaný katexovou diafragmou Ralex CM (Česká republika). Katóda bola z uhlíkových vlákien Sigri GFA 5 (SRN) a Svit (Slovensko). Experimentálne výsledky ukázali, že pri prúdovej hustote 1000 Am^{-2}, 20 °C, napätí na vani 4 V a prietoku katolytu 1000 cm^{3}hod.$^{-1}$ možno vylúčiť 99,8 % Au (Gašpar, 1992).

Významnou výhodou elektrolýzy je, že sa nestráca tiomočovina a roztok sa po očistení od sprievodných prvkov a úprave koncentrácie môže znovu použiť na lúhovanie.

Záver

Z experimentálneho overovania lúhovania a elektrolytického vylučovania vyplýva, že sú reálne možnosti využívať tiomočovinu na lúhovanie Au z rozličných druhov rudy a koncentrátov na Slovensku s vysokou výťažnosťou a že výťažnosť možno viacstupňovým lúhovaním ešte zvýšiť (Štofková et al., 1996).

Lúhovanie v kyslom prostredí tiomočoviny sa môže aplikovať aj v prípade anódového kalu z elektrolýzy Cu. Výhodou je aj to, že pri spracúvaní kalu netreba meniť charakter prostredia.

Výhodou lúhovania v kyslom prostredí tiomočoviny je nízka toxicita, rýchlosť, účinnosť a selektívnosť, nevýhodou trvajúca ekonomická náročnosť vychodiaca zo spotreby tiomočoviny, čo by sa mohlo viacnásobným použitím tiomočoviny zmierniť.

Ako veľmi efektívna metóda precipitácie ušľachtilých kovov z roztokov tiomočoviny sa ukazuje elektrolýza na poréznych katódach vyrobených z uhlíkových vlákien.

Táto práca sa čiastočne riešila v rámci grantu MŠ SR 1/4400/97.

Literatúra

Baláž, P., Ficeriová, J., Šepelák, V. & Kammel, R., 1996: Thiourea leaching of silver from mechanically activated tetrahedrite. *Hydrometallurgy, 43, 367–377.*

Deschenes, G. & Ghali, E., 1980. Leaching of gold from chalcopyrite by thiourea. *Hydrometallurgy, 20, 179–202.*

Deschenes, G., 1987: Investigation on the potential techniques to reco-

ver gold from thiourea solution. *Min. Sci. Lab. Div. Report MSL 87–57, 21.*

Gašpar, V., Bureš, R. & Schmiedl, J., 1991: Precipitation of gold and silver from thiourea solutions. *Trans. TU Košice, 2/91, 203–208.*

Gašpar, V., 1992: Electrolytic precipitation of gold and silver from thiourea solutions. *PhD. Thesis, MF TU Košice.*

Gašpar, V., Mejerovich, A., Meretukov, M. A. & Schmiedl, J., 1994: Practical application of potential-pH diagrams for Au-$CS(NH_2)_2$-H_2O and Ag-$CS(NH_2)_2$-H_2O systems to leach gold and silver with acidic thiourea solution. *Hydrometallurgy, 34, 369–381.*

Groenwald, T., 1975: Electrochemical studies on gold electrodes in acidic solutions of thiourea containing bold (I) thiourea complex ions. *J. Applied Electrochemistry, 5, 71–78.*

Harvanová, J., 1996: The study of precious metals leaching. *Phd. Thesis, MF TU Košice (in Slovak), 95.*

Harvanová, J., 1996: The influence of zinc and copper ions on gold and silver leaching. *Acta Met. Slovaca, 2, 115–124, 2.*

Hiskey, J. B., 1981: Thiourea as a lixiviant for gold and silver. *Gold and Silver, 83–91.*

Kušnierová, M., Šepelák, V. & Briančin, J., 1993: Effect of biodegradation and mechanical activation on gold recovery by thiourea leaching. *JOM, December, 54–56.*

Plaksin, I. N. & Kozhukhova, M. A., 1941: The solubility of gold and silver in thiourea. *Dok. Ak. Nauk SSR 31 (in Russian), 671–674.*

Plaksin, I. N. & Kozhukhova, M. A., 1960: Dissolution of gold and silver in thiourea solutions. *Sbor. Naucnych Trudov Inst. Cvet. Met., 33, 107–119.*

Schulze, R. G., 1986: Thiourea leaching of precious metals. *Erzmetall, 39, 57–59.*

Schulze, R. G., 1988: Thiourea and cyanide gold and silver extraction process, *Workshop on Rare and Precious Metals, Castel Ivano (Trento-Italia), 1–8 June, 16–17.*

Sivrin, G. N. & Sivrina, E. M., 1976: Kinetics of the electrochemical reduction of thiourea complexes of metals, *Russian J. Nonferr. Metals Res., 4, 5, 192–194.*

Štofko, M., Imriš, I., Štofková, M., Laco, T., Skoršepa, M. & Mikloš, V., 1994: Research work on anodic slime processing, *Research report HZ 3/218/94, 24.*

Štofko, M., Štofková, M. & Harvanová, J., 1997: Thiourea in gold leaching from copper slimes. *Proc. Int. Conf. Metallurgy East-West 97, 142–147.*

Štofková, M. & Štofko, M., 1996: Leaching of gold and silver from concentrate "Banská Hodruša" by thiourea solution. *Acta Met. Slovaca, 2, 151–157, 2.*

Zhang, Y. Z., 1996: Evaluation of thiourea consumption for gold extraction from complex and refractory gold ores. EPD Congress 1996. *In: G. W. Warren (Ed.): The Minerals, Metals and Materials Society, 443–459.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 363–368

Nekyanidové spôsoby lúhovania zlata a striebra koncentrátu z Hodruše predupraveného ultrajemným mletím

JANA FICERIOVÁ, PETER BALÁŽ a DANA GEŠPEROVÁ

Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Cyanideless Methods of Leaching of the Gold and Silver Concentrate Coming from Hodruša after Pretreatment by Ultrafine Grinding

This paper deals with intensification of the thiosulphate leaching of gold and silver from the gold-bearing concentrate of Hodruša by using mechanical activation as well as with leaching of the original concentrate without mechanochemical pretreatment. Ammonium thiosulphate and thiourea were used as leaching agents. The leaching of the concentrate with acid thiourea solution afforded 87 % recovery of gold and 91 % recovery of silver while only 54 % recovery of gold and 52 % recovery of silver were achieved by the leaching with thiosulphate solution. Thus the results showed that the extraction of both noble metals was low in the case of thiosulphate leaching. The use of milling in attritor as an innovation method of pretreatment brought about structure degradation and an increase in specific surface of the investigated concentrate from the original value of 0.18 m^2g^{-1} to the maximum value of 8.19 m^2g^{-1}. This fact manifested itself in the subsequent process of extraction of gold into the thiosulphate solution. The experiments comprising mechanical activation of the concentrate of Hodruša were accomplished on the statistical plan 33, i. e. by varying three parameters on three levels. The optimum results obtained by mechanical activation and subsequent leaching of the concentrate with thiosulphate were achieved by using the milling time lasting 60 min., 1200 min^{-1} revolutions of attritor and steel balls of 4 or 3 diameter. In these cases the 100 % recovery of gold was reached. Favourable kinetics of the process was to be observed for sample number 18 because the mentioned recovery was reached as early as in 5 minutes. The results of investigation of the extraction of gold and accompanying metals into thiosulphate solution showed that the effectiveness of mechanical activation was more significant in the case of samples number 27 and 18 when compared with sample number 10.

Key words: Hodruša, gold, silver, accompanying metals, thiourea, ammonium thiosulphate, ultrafine grinding

Úvod

Zušľachťovanie polymetalických rúd ťažených v štiavnicko-hodrušskom rudnom rajóne je zamerané na produkciu Cu-Pb-Zn sulfidických koncentrátov flotačnou technológiou. Tieto komplexné koncentráty sa vyznačujú zaujímavým obsahom Au a Ag.

Zlato a striebro bývajú často uzavreté v medzikryštalickom priestore sulfidov, tvoria tam defekty kryštálovej štruktúry, tuhé roztoky alebo sú zastúpené izomorfne (Marsden a House, 1994). Sprístupnenie kontaktu Au, resp. Ag lúhovaciemu činidlu možno uľahčiť niektorým zo spôsobov predúpravy koncentrátu s cieľom zvýšiť extrakciu drahých kovov hydrometalurgickými postupmi (Bruynesteyn, 1983; Fleming, 1992; Baláž et al., 1994; Baláž a Kammel, 1995).

Lúhovanie v zásaditom kyanidovom prostredí je univerzálnym postupom extrakcie Au a Ag od roku 1889, keď ho patentoval J. S. Mac Arthur a bratia R. a W. Forestovci (Yannopoulos, 1991). Nevýhodou kyanidov je však ich toxicita, malá selektívnosť a pomalý priebeh procesu, a preto, ako aj pre dôležitosť ochrany človeka a životného prostredia sa hľadali iné, nekyanidové rozpúšťadlá Au a Ag.

Medzi alternatívne reagencie vhodné na lúhovanie predupravených sulfidických rúd a koncentrátov patrí tiomočovina a tiosíran amónny (Sparrow a Woodcock, 1995; Acma et al., 1993; Caixia a Qiang, 1991). Ich výhodou oproti kyanidom je podstatne vyššia rýchlosť rozpúšťania, nadväznosť na predchádzajúce procesy úpravy suroviny, selektívnosť z hľadiska lúhovania Cu, Zn, Pb a ostatných sprievodných kovov, ako aj nepomerne bezpečnejšia práca s nimi. Tiomočovina $CS(NH_2)_2$ a tiosíran amónny $(NH_4)_2S_2O_3$ sú obzvlášť vhodné na lúhovanie zlatonosných rúd a koncentrátov, ktoré sa tradičným kyanidovým lúhovaním spracúvajú ťažko (Stanley, 1987).

V tejto práci sa zameriavame na lúhovanie flotačného sulfidického koncentrátu z Hodruše ako vo východiskovej forme, tak aj vo forme upravenej mechanickou aktiváciou. Pri mechanickej aktivácii sa nielen zväčšuje reakčný povrch materiálu, ale vznikajú aj defekty jeho štruktúry (Baláž, 1997; Baláž et al., 1996). Mechanická aktivácia sa vykonala ultrajemným mletím flotačného koncentrátu v attritore.

Na overenie možnosti nekyanidového lúhovania koncentrátu sa aplikovali roztoky tiomočoviny a tiosíranu amónneho.

Experimenty

Na experimenty sa použil flotačný koncentrát z Hodruše obsahujúci 0,0353 % Au, 0,017 % Ag, 0,93 % Cu,

4,08 % Pb, 3,57 % Zn, 20,06 % Fe, 0,2 % Sb, 0,17 % Hg, 5,5 % SiO_2, 0,015 % Bi, 0,115 % As, 0,029 % Mn, 0,016 % Co a 0,067 % Mg. Mineralogické zloženie koncentrátu tvorí pyrit FeS_2, sfalerit ZnS, tetraedrit $Cu_{12}Sb_4S_{13}$, chalkopyrit $CuFeS_2$, galenit PbS a kremeň SiO_2.

Na výskum sa použili tieto obchodne prístupné chemikálie: tiomočovina $CS(NH_2)_2$ (MERCK Bratislava), tiosíran amónny $(NH_4)_2S_2O_3$ (MERCK Bratislava), síran železitý $Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$ (MERCK Bratislava), síran meďnatý $CuSO_4.5H_2O$ (MERCK Bratislava) a kyselina sírová H_2SO_4 (95 %).

V rámci experimentálneho štúdia sa skúmalo:

a) lúhovanie Au, Ag, Cu, Pb a Zn zo vstupného koncentrátu v roztoku tiomočoviny,

b) lúhovanie Au, Ag, Pb, Zn a Fe zo vstupného koncentrátu v tiosírane amónnom,

c) vplyv mechanickej aktivácie koncentrátu na extrakciu Au a uvedených sprievodných kovov v roztoku tiosíranu amónneho.

Experimentálne metódy

Atómovou absorpčnou spektroskopiou sa po rozpustení stanovilo chemické zloženie skúmaného koncentrátu na prístroji Spectr AA-30 (Varian, Austrália). Metóda AAS sa použila aj na analýzu výluhov.

Špecifický povrch S_A sa stanovil metódou nízkoteplotnej adsorpcie N na prístroji Gemini 2360 (Micromeritics, USA).

Na mechanickú aktiváciu skúmaného koncentrátu sa použil atritor typu Molinex PE/075 (Netzsch, Nemecko) pracujúci za nasledujúcich podmienok: objem mlecej komory 500 ml, mlecia náplň 2 kg gulí s priemerom Φ = = 2, 3 a 4 mm; guličky a mlecia komora z ocele, návažok vzorky 50 g, vstupná zrnitosť vzorky – flotačná jemnosť, časy mletia – 15, 30 a 60 min., mlecie médium – destilovaná voda v objeme 200 ml, otáčky mlyna 600, 1000 a 1200 min^{-1}, teplota mlecieho prostredia 25 °C.

Flotačný koncentrát z Hodruše sa pred mechanickou aktiváciou a po nej lúhoval v 1000 ml sklenom reaktore pri konštantnom reakčnom objeme 500 ml.

Na základe literatúry a vlastných experimentov sme stanovili takéto optimálne podmienky lúhovania:

1. Tiomočovina: 10 gl^{-1} $CS(NH_2)_2$ + 5 gl^{-1} $Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$ + 1 % H_2SO_4, T = 25 °C, pH = 1.
2. Tiosíran amónny: 0,5 M $(NH_4)_2S_2O_3$ + 10 gl^{-1} $CuSO_4.5H_2O$, T = 70 °C, pH = 6–7.

Vo všetkých experimentoch bol použitý návažok koncentrátu 1 g. Pracovnú teplotu pri experimentoch zabezpečoval termostat U 15^C (VEB MLW Medingen, Nemecko) s presnosťou ±0,1 °C. Chemické lúhovanie prebiehalo za miešania pri otáčkach miešadla 8,33 s^{-1} počas 120 min. pri obidvoch použitých reagenciách. Použilo sa miešadlo typu ER 10 (VEB MLW Medingen, Nemecko). Vo zvolených časových intervaloch sa pipetou odoberala kvapalná fáza v objeme 5 ml na stanovenie obsahu sledovaných kovov metódou AAS.

Výsledky a diskusia

Lúhovanie flotačného koncentrátu (Hodruša) roztokmi tiosíranu amónneho a tiomočoviny

Na lúhovanie Au a Ag z flotačného koncentrátu z Hodruše sme použili nekyanidové lúhovacie reagencie – tiomočovinu a tiosíran amónny (Deschenes, 1986; Štofko et al., 1997; Chen et al., 1980; Ficeriová et al., 1997; Hiskey a Atluri, 1988; Abbruzzese et al., 1995).

Jednou zo základných požadovaných charakteristík týchto roztokov na lúhovanie Au a Ag je schopnosť vytvoriť komplexnú zlúčeninu umožňujúcu udržať ušľachtilé kovy v roztoku. Procesy prebiehajúce pri lúhovaní Au a Ag možno opísať nasledujúcimi chemickými reakciami:

$$Au + 2\,CS(NH_2)_2 \leftrightarrows Au[CS(NH_2)_2]_2^+ + e^- \quad (1)$$

$$Ag + 3CS(NH_2)_2 \leftrightarrows Ag[CS(NH_2)_2]_3^+ + e^- \quad (2)$$

$$Au + 2\,S_2O_3^{2-} \leftrightarrows Au(S_2O_3)_2^{3-} + e^- \quad (3)$$

$$Ag + 2\,S_2O_3^{2-} \leftrightarrows Ag(S_2O_3)_2^{3-} + e^- \quad (4)$$

Na intenzívny priebeh týchto chemických reakcií je nevyhnutná prítomnosť efektívneho oxidačného činidla schopného zoxidovať kovové Au a Ag do iónového stavu a súčasne nezoxidovať lúhovacie činidlá.

V prípade tiomočoviny možno takéto podmienky dosiahnuť pridaním soli trojmocného Fe^{3+}, napr. síranu železitého (Harvanová et al., 1998; Schulze, 1986). Na lúhovanie v tiosírane amónnom sa ukázalo ako najvhodnejšie oxidačné činidlo prostredie iónov Cu^{2+} (Flett et al., 1983; Zipprian et al., 1988).

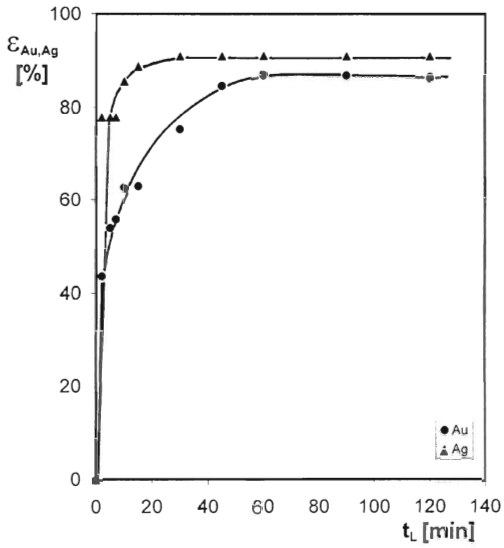
Na obr. 1 a 2 je vynesená výťažnosť Au a Ag pri lúhovaní vstupnej vzorky koncentrátu tiomočovinou a tiosíranom amónnym. Výsledky ukazujú, že v priebehu 120 min. možno do roztoku tiomočoviny vylúhovať 87 % Au a 91 % Ag (obr. 1). Pri tiosíranovom lúhovaní sa za rovnaký čas dosiahla iba 54 % výťažnosť Au a 52 % Ag (obr. 2).

Pri obidvoch lúhovaniach koncentrátu sa sledovala aj výťažnosť sprievodných kovov do roztoku tiomočoviny (obr. 3) a tiosíranu amónneho (obr. 4). Výsledky potvrdili vhodnosť spomenutých lúhovacích reagencií z hľadiska ich selektívnosti. Pri lúhovaní v tiomočovine sa dosiahla výťažnosť Pb 17 %, Cu 8 % a Zn 3 %. Maximálna výťažnosť zistená pri aplikácii tiosíranového roztoku bola 6 % pri Pb, 2 % pri Zn a 0,9 % pri Fe. Pri takýchto podmienkach možno v priebehu 120 min. sledovať pokles výťažnosti spomenutých kovov do roztoku tiosíranu amónneho.

Intenzifikácia lúhovania flotačného koncentrátu (Hodruša) ultrajemným mletím v atritore

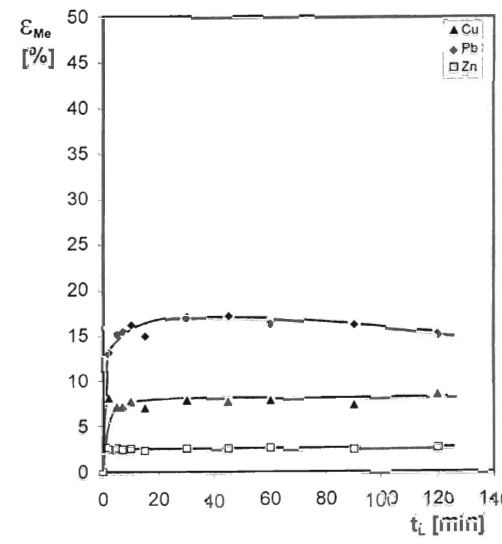
Podľa uvedených výsledkov tiosíranového lúhovania možno konštatovať, že samo lúhovanie koncentrátu je na prevod Au do výluhu málo účinné.

Na zvýšenie výťažnosti Au sa použilo ultrajemné mletie v atritore ako stupeň predúpravy koncentrátu pred tiosíranovým lúhovaním. Experimenty sa vykonali štatistickým plánovaním podľa plánu 3^3, t. j. zmenou troch para-



Obr. 1. Závislosť výťažnosti Au do výluhu ε_{Au} od času lúhovania t_L vstupného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $CS(NH_2)_2$.

Fig. 1. Recovery of gold into leachate ε_{Au} vs. time of leaching, t_L, as-received of Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $CS(NH_2)_2$.



Obr. 3. Závislosť výťažnosti Cu, Pb a Zn do výluhu ε_{Me} od času lúhovania t_L vstupného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $CS(NH_2)_2$.

Fig. 3. Recovery of Cu, Pb and Zn into leachate, ε_{Me} vs. time of leaching, t_L, as-received of Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $CS(NH_2)_2$.

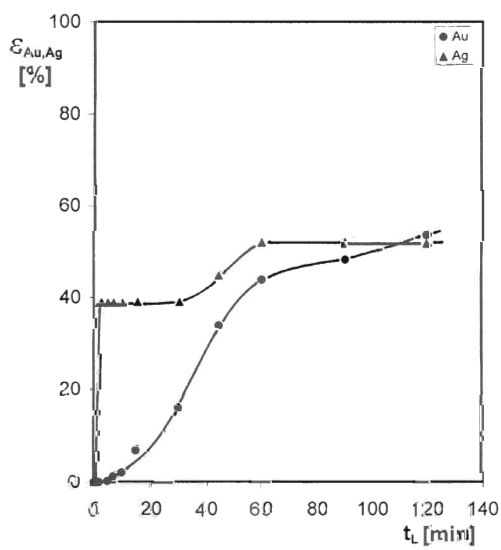
metrov mletia – času mletia (t_M), otáčok mlyna (n) a veľkosti guličiek (ϕ) na troch úrovniach: t_M = 15, 30, 60 min.; n = 600, 1000, 1200 min^{-1} a ϕ = 2, 3, 4 mm. Podmienky mechanickej aktivácie, ako aj hodnoty špecifických povrchov aktivovaných vzoriek koncentrátu sú v tab. 1. Z tab. vidieť, že ultrajemné mletie pri uvedených podmienkach aktivácie zväčšilo reakčný povrch koncentrátu všetkých 27 vzoriek oproti pôvodnej hodnote povrchu vstupného koncentrátu 0,18 m^2g^{-1}.

Takto pomleté vzorky koncentrátu sa potom lúhovali v roztoku tiosíranu amónneho pri už uvedených podmienkach.

Výsledky týkajúce sa lúhovania Au, ako aj sprievodných kovov z predupravených vzoriek koncentrátu sú v tab. 2.

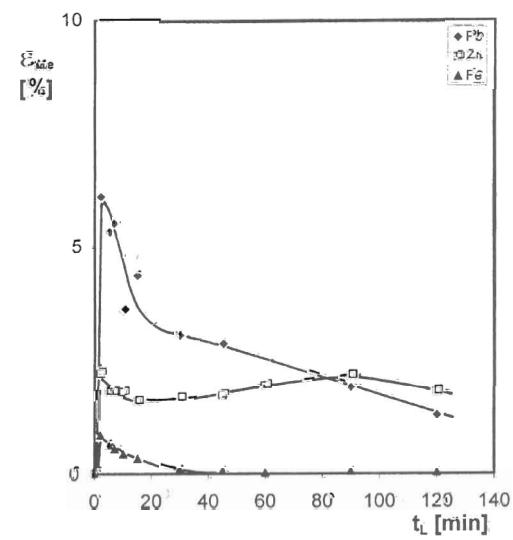
Z tab. vyplýva, že najlepšie výsledky z hľadiska extrakcie Au do roztoku boli pri vzorke 27 a 18 pri čase mletia 60 min. otáčkach atritora 1200 min^{-1} a priemere oceľových guličiek 4 a 3 mm.

V obidvoch prípadoch lúhovania sa zistila 100 % výťažnosť Au. Najlepšiu kinetiku lúhovacieho procesu bolo možno sledovať pri vzorke 18, pri ktorej sa 100 % výťažnosť Au dosiahla po piatich min. lúhovania (obr. 5). Pri vzorke 27 (obr. 6) sa 100 % výťažnosť Au dosiahla v priebehu 30 min.



Obr. 2. Závislosť výťažnosti Au do výluhu ε_{Au} od času lúhovania t_L vstupného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $(NH_4)_2S_2O_3$.

Fig. 2. Recovery of gold into leachate, ε_{Au} vs. time of leaching t_L, as-received of Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $(NH_4)_2S_2O_3$.



Obr. 4. Závislosť výťažnosti Pb, Zn a Fe do výluhu ε_{Me} od času lúhovania t_L vstupného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $(NH_4)_2S_2O_3$.

Fig. 4. Recovery of Pb, Zn and Fe into leachate, ε_{Me} vs. time of leaching, t_L, as-received of Cu-Pb-Zn concentrate, leaching agent $(NH_4)_2S_2O_3$.

Pri vzorke 27 a 18, s najlepšou kinetikou lúhovania, sa zaznamenal aj najväčší rast špecifického povrchu získaného ultrajemným mletím. Maximálna hodnota špecifického povrchu (tab. 1) sa zistila pri vzorke 27 (S_A = 8,19 m^2g^{-1}). Vysokou hodnotou (S_A = 6,8 m^2g^{-1}) sa vyznačovala aj vzorka 18.

Z uvedeného vyplýva, že zväčšenie špecifického povrchu ultrajemným mletím má na extrakciu Au do lúhovacieho roztoku a na kinetiku lúhovania rozhodujúci vplyv.

Na porovnanie vzoriek 27 a 18 s veľkým špecifickým povrchom a dobrou lúhovateľnosťou sa vybrala vzorka koncentrátu 10 s najmenším špecifickým povrchom (S_A = 2,42 m^2g^{-1}). Pri tejto vzorke sa zistila iba 55 % výťažnosť Au (obr. 7), čo potvrdilo naše predchádzajúce konštatovanie.

Z tab. 2 vidieť, že sú v nej aj ďalšie vzorky so 100 % výťažnosťou Au do roztoku, ale na vylúhovanie Au z nich bol potrebný dlhší čas. V tab. 2 sú aj výsledky z tiosíranového lúhovania sprievodných kovov, a to Pb, Zn a Fe z 27 vzoriek koncentrátu po ultrajemnom mletí. V prípade Pb sa pri všetkých vzorkách zistil prudký rast jeho výťažnosti v prvých minútach lúhovania, ale počas 120 min. nadobudla výťažnosť klesajúcu tendenciu. To isté sa v menšom rozsahu zistilo aj v prípade extrakcie Fe. Ako príklad uvádzame výťažnosť Pb, Zn a Fe v už spomínanej vzorke 18, 27 a 10.

Tab. 1
Podmienky mechanickej aktivácie a špecifický povrch vzoriek flotačného koncentrátu (Hodruša) po ultrajemnom mletí
Conditions of mechanical activation and specific surface area of flotation concentrate (Hodruša) after ultrafine grinding

Vzorka	Čas mletia t_M [min]	Otáčky mlyna n [min^{-1}]	Priemer guličiek ϕ [mm]	Špecifický povrch S_A [m^2g^{-1}]
HB-vstupná neaktivovaná vzorka	–	–	–	0,18
1	15	600	2	4,25
2	30	600	2	6,11
3	60	600	2	6,73
4	15	1000	2	4,12
5	30	1000	2	4,74
6	60	1000	2	4,9
7	15	1200	2	4,04
8	30	1200	2	4,49
9	60	1200	2	6,23
10	15	600	3	2,42
11	30	600	3	3,67
12	60	600	3	4,37
13	15	1000	3	2,91
14	30	1000	3	4,63
15	60	1000	3	6,24
16	15	1200	3	3,6
17	30	1200	3	4,72
18	60	1200	3	6,8
19	15	600	4	2,83
20	30	600	4	4,17
21	60	600	4	4,98
22	15	1000	4	3,52
23	30	1000	4	5,14
24	60	1000	4	6,53
25	15	1200	4	4,36
26	30	1200	4	5,48
27	60	1200	4	8,19

Tab. 2
Výťažnosť Au, Pb, Zn a Fe z aktivovaného flotačného koncentrátu (Hodruša) po lúhovaní v tiosírane amónnom počas 120 min.
Recovery of Au, Pb, Zn and Fe from activated flotation concentrate (Hodruša) after leaching with ammonium thiosulphate during 120 min.

Vzorka	ε_{Me} [%]			
	Au	Pb	Zn	Fe
HB-vstupná neaktivovaná vzorka	54	6	2	0,9
1	100	25	7	0,01
2	100	32	13	0,01
3	94	43	36	0,04
4	79	27	28	0,02
5	100	28	24	0,01
6	100	19	34	0,01
7	90	27	22	0,05
8	93	30	40	0,05
9	100	29	49	0,05
10	55	19	7	0,01
11	84	12	14	0,04
12	70	35	24	0,06
13	77	30	12	0,03
14	76	25	30	0,06
15	100	35	73	0,01
16	85	33	17	0,01
17	100	40	28	0,01
18	100	27	36	0,01
19	55	19	7	0,01
20	70	22	9	0,01
21	100	28	29	0,11
22	100	25	12	0,12
23	100	41	33	0,14
24	100	24	42	0,1
25	88	40	17	0,09
26	94	26	33	0,12
27	100	29	49	0,05

Z obr. 8, týkajúceho sa vzorky 18, možno vypočítať rast výťažnosti Pb na 92 % a jej nasledujúci pokles na 27 %. Ďalej sa v tejto vzorke zistila 40 % výťažnosť Zn s poklesom na 36 % a Fe od 0,8 do 0,01 %.

Pri vzorke 27 na obr. 9 sa výťažnosť Pb pohybovala počas 120 min. lúhovania od 100 do 29 %, Zn od 56 do 49 % a Fe od 4 do 0,05 %.

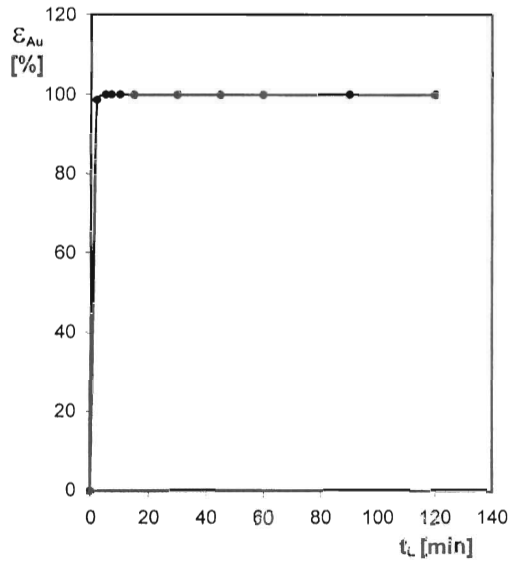
Na obr. 10 sú lúhovacie krivky spomenutých sprievodných kovov vzorky 10. Z obr. vidno, že sa výťažnosť Pb pohybovala v rozmedzí 37–19 %, Fe 0,3–0,01 % a Zn bola 7 %.

Z hľadiska extrakcie Pb, Zn a Fe z aktivovaných vzoriek do roztoku tiosíranu amónneho výsledky ukázali výraznejší vplyv ultrajemného mletia pri vzorke 27 a 18 v porovnaní so vzorkou 10.

Záver

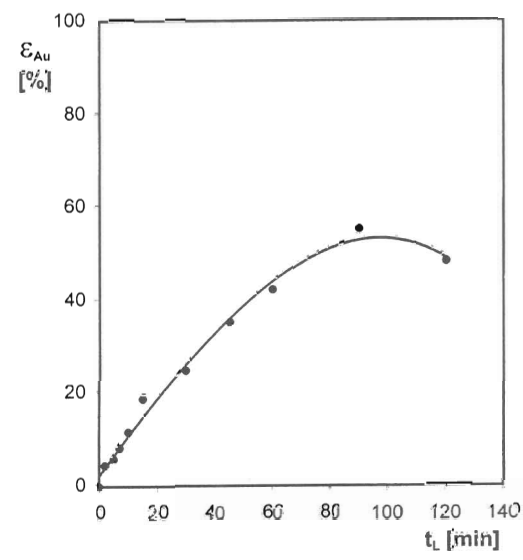
1. Aplikácia tiomočoviny a tiosíranu amónneho ako ekologicky neškodných, kineticky výhodných a selektívne pôsobiacich činidiel je alternatívou klasicky aplikovaných postupov kyanidového lúhovania.

2. Z flotačného koncentrátu (Hodruša) v roztoku tiomočoviny možno pri teplote 25 °C a trvaní 120 min. vylúhovať 87 % Au, 91 % Ag, 17 % Pb, 3 % Zn a 8 % Cu.



Obr. 5. Závislosť výťažnosti Au do výluhu ε_{Au} od času lúhovania t_L aktivovaného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $(NH_4)_2S_2O_3$, vzorka 18.

Fig. 5. Recovery of gold into leachate, ε_{Au} vs. time of leaching, t_L, activated Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $(NH_4)_2S_2O_3$, sample 18.



Obr. 7. Závislosť výťažnosti Au do výluhu ε_{Au} od času lúhovania t_L aktivovaného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $(NH_4)_2S_2O_3$, vzorka 10.

Fig. 7. Recovery of Au into leachate ε_{Au} vs. time of leaching, t_L activated Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $(NH_4)_2S_2O_3$, sample 10.

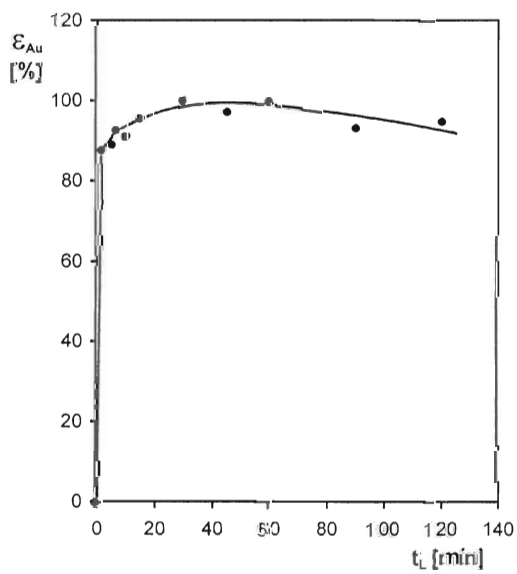
3. Z uvedeného koncentrátu v roztoku tiosíranu amónneho možno pri 70 °C a trvaní 120 min. vylúhovať iba 54 % Au, 52 % Ag, ako aj 6 % Pb, 2 % Zn a 0,9 % Fe.

4. Na dosiahnutie technologicky akceptovateľnej výťažnosti Au koncentrátu z Hodruše je nevyhnutná predúprava. Ako možná predúprava sa v tejto práci aplikovalo ultrajemné mletie v atritore.

5. Výťažnosť Au a sprievodných kovov pri lúhovaní v tiosírane amónnom závisí od času aktivácie.

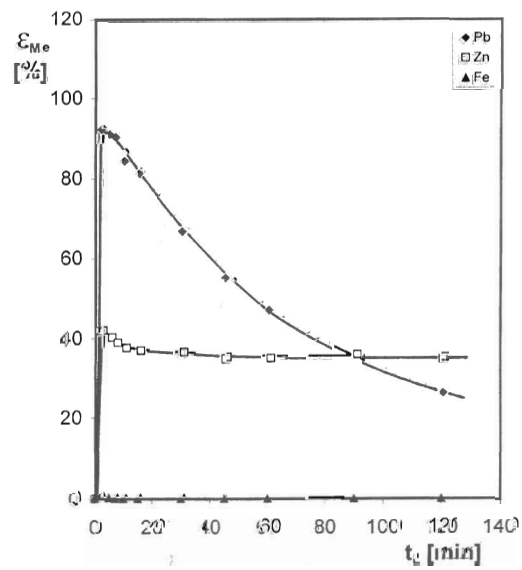
6. Po mletí v atritore sa zistil rast špecifického povrchu vzoriek až na maximálnu hodnotu 8,19 m^2g^{-1}.

7. Najvýraznejší efekt aktivácie na lúhovanie v tiosírane amónnom sa dosiahol pri vzorkách s najväčším špecifickým povrchom, a to 18 a 27. 100 % výťažnosť Au sa



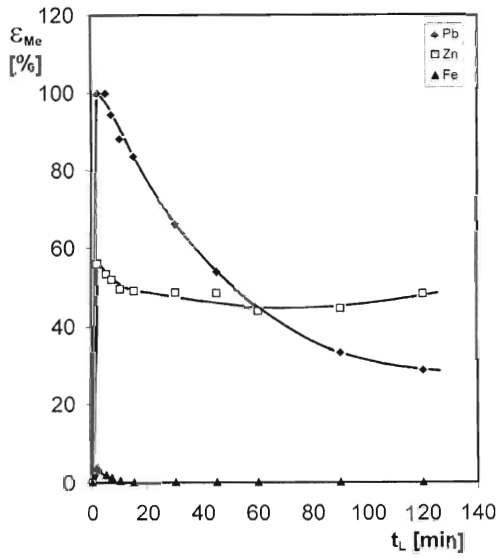
Obr. 6. Závislosť výťažnosti Au do výluhu ε_{Au} od času lúhovania t_L aktivovaného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $(NH_4)_2S_2O_3$, vzorka 27.

Fig. 6. Recovery of gold into leachate ε_{Au} vs. time of leaching t_L activated Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $(NH_4)_2S_2O_3$, sample 27.



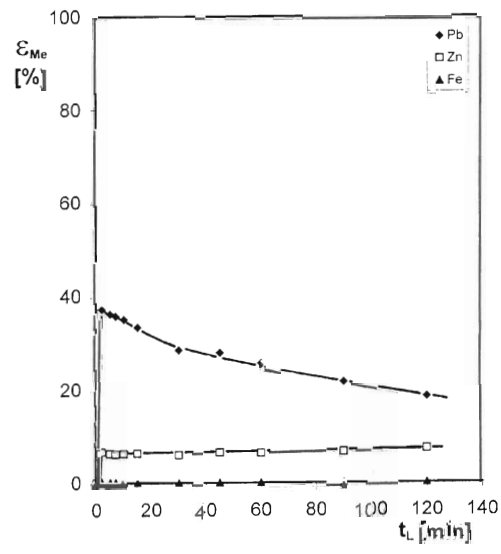
Obr. 8. Závislosť výťažnosti Pb, Zn a Fe do výluhu ε_{Me} od času lúhovania t_L aktivovaného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $(NH_4)_2S_2O_3$, vzorka 18.

Fig. 8. Recovery of Pb, Zn and Fe into leachate ε_{Me} vs. time of leaching t_L activated Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $(NH_4)_2S_2O_3$, sample 18.



Obr. 9. Závislosť výťažnosti Pb, Zn a Fe do výluhu ε_{Me} od času lúhovania t_L aktivovaného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $(NH_4)_2S_2O_3$, vzorka 27.

Fig. 9. Recovery of Pb, Zn and Fe into leachate ε_{Me} vs. time of leaching t_L activated Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $(NH_4)_2S_2O_3$, sample 27.



Obr. 10. Závislosť výťažnosti Pb, Zn a Fe do výluhu ε_{Me} od času lúhovania t_L aktivovaného Cu-Pb-Zn koncentrátu; lúhovacie činidlo $(NH_4)_2S_2O_3$, vzorka 10.

Fig. 10. Recovery of Pb, Zn and Fe into leachate ε_{Me} vs. time of leaching t_L activated Cu-Pb-Zn concentrate; leaching agent $(NH_4)_2S_2O_3$, sample 10.

pri vzorke 18 zistila už po piatich min. lúhovania a pri vzorke 27 po 30 min.

8. Výsledky lúhovania sprievodných kovov pri aplikácii tiosíranu amónneho ukázali výraznejší vplyv ultrajemného mletia pri vzorke 27 a 18 v porovnaní so vzorkou 10 a zároveň potvrdili selektivitu použitého činidla.

Literatúra

Abbruzzese, C., Fornari, P., Massidda, R., Veglio, F. & Ubaldini, S., 1995: Thiosulphate leaching for gold hydrometallurgy. *Hydrometallurgy 39, 265–276.*

Acma, E., Arslan, F. & Wuth, W., 1993: Silver extraction from a refractory type ore by thiourea leaching. *Hydrometallurgy, 34, 263–274.*

Baláž, P., Kammel, R., Kušnierová, M. & Achimovičová, M., 1994: Mechanochemical treatment as a new non-pollution method of metals recovery. *Hydrometallurgy '94 Cambridge, Chapman and Hall, London, 209–218.*

Baláž, P. & Kammel, R., 1995: Application of Attritors in Hydrometallurgy of Sulphidic Ores. *In: T. Havlík et al. (Eds.): Quo Vadis Hydrometallurgy ? Košice-Herľany, 41–48.*

Baláž, P., 1997: Mechanická aktivácia v procesoch extrakčnej metalurgie. *Veda, Bratislava, 231.*

Baláž, P., Ficeriová, J., Šepelák, V. & Kammel, R., 1996: Thiourea leaching of silver from mechanically activated tetrahedrite. *Hydrometallurgy, 43, 367–377.*

Bruynesteyn, A., 1988: Biotechnology for gold ores. The state of the art, Randol Perth International Gold Conference. *Golden Colorado, USA, 141–213.*

Caixia, J. & Qiang, Y., 1991: Research and Optimalization of Thiosulfate Leaching Technology of Gold. *Rare metals, 10, 4, 275–280.*

Deschenes, G., 1986: Literature survey on the recovery of gold from thiourea solutions and the comparison with cyanidation. *CIM Bulletin, 79, 76–83.*

Ficeriová, J., Baláž, P. & Boldižárová, E., 1997: Možnosti extrakcie zlata a striebra zo sulfidických minerálov roztokmi tiomočoviny. *Uhlí Rudy, 2, 4, 39–44.*

Fleming, C. A., 1992: Hydrometallurgy of precious metals recovery. *Hydrometallurgy, 30, 127–162.*

Flett, D. S., Derry, R. & Wilson, J. C., 1983: Chemical study of thiosulphate leaching of silver sulphide. *Trans. Inst. Min. Metallurgy, C, 216–C223.*

Harvanová, J., Štofková, M. & Štofko, M., 1998: Vplyv koncentrácie Fe^{3+} iónov na spotrebu tiomočoviny a výťažnosť zlata. *Acta Metallurgica Slovaca, 4, 55–60.*

Hiskey, J. B. & Atluri, V. P., 1988: Dissolution Chemistry of Gold and Silver in Different Lixiviants Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review 4, 95–133.

Chen, C. K., Lung, T. N. & Wan, C. C., 1980: A study of the leaching of gold and silver by acidothioureation. *Hydrometallurgy, 5, 207–212.*

Marsden, J. & House, I., 1994: The chemistry of gold extraction. *Ellis Horwood, New York, 565.*

Schulze, R. G., 1986: Thiourea leaching of precious metals. *Erzmetall, 39, 57–59.*

Sparrow, G. J. & Woodcock, J. T., 1995: Cyanide and other lixiviant leaching systems for gold with some practical applications. *Mineral. Proc. Extractive Metallurgy Rev., 44, 193–247.*

Stanley, G. G., 1987: The Extraction Metallurgy of Gold in South Africa. *Johannesburgy, 2, 864.*

Štofko, M., Štofková, M. & Harvanová, J., 1997: Lúhovanie ušľachtilých kovov v netoxických lúhovadlách. *Acta Metallurgica Slovaca, 3, 547–550.*

Zipprian, D., Raghavan, S. & Wilson, J. P., 1988: Gold and silver extraction by ammoniacal thiosulphate leaching from a rhyolite ore. *Hydrometallurgy, 19, 361–363.*

Yannopoulos, J. C., 1991: The Extractive Metallurgy of gold. *Van Nostrand Rreinhold, New York, 281.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 369–372

Vplyv Cu, Zn a Fe na výťažnosť Au do roztoku Cu, Zn a Fe

JARMILA HARVANOVÁ

Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov Hutníckej fakulty TU, Letná 9, 042 00 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Influence of Cu, Zn, Fe on extraction of Au to solution

The work was aimed to the study of influence of admixtures on the efficiency of gold extraction in the leaching process and the oxidizing agent to the yield of gold.

The concentration of ferric ions in leaching solution is limited and it was defined as 5 $g.dm^{-3}$ at 10 $g.dm^{-3}$ of thiourea concentration.

The results indicate that there is a need to reduce the concentration of cupric ions in the thiourea solution under the value of 0.2 $g.dm^{-3}$ in order to avoid decrease of yield of gold extraction and degradation of thiourea. The maximum efficiency of gold extraction (87 %) was achieved at 210 mV of redox potential.

In addition, the results of the experiments showed that zinc ions have no influence on the yield of gold or silver extraction to the solution.

Key words: gold, leaching, copper, iron, zinc, thiourea.

Úvod

Au pre svoje špecifické vlastnosti patrí medzi najsledovanejšie kovy a úplne nový význam získalo pri výrobe súčiastok, najmä elektronických. Na takýto cieľ sa napríklad v Japonsku ročne spotrebuje vyše 50 t Au.

Pre naliehavosť ochrany životného prostredia, ako aj preto, že sa prevažná väčšina neželezných kovov dnes získava z polykomponentných surovín, časť odborníkov študuje aj alternatívne technologické postupy.

Pri štúdiu alternatívnych spôsobov rozpúšťaním Au a Ag z rúd a koncentrátov sa zistilo, že sú na to veľmi vhodné kyslé roztoky tiomočoviny.

Rozpúšťaniu Au a Ag v tiomočovine, resp. ich vylučovaniu z takto získaných výluhov sa venovalo veľa prác, ale pomerne málo literatúry je o vplyve prímesových zložiek, ktoré sú dôležitou súčasťou rúd a koncentrátov a môžu výťažnosť Au a Ag významne ovplyvňovať. V mnohých prípadoch sa Au extrahuje z rúd a koncentrátov obsahujúcich ďalšie kovy rozpustné v tiomočovine, ktoré potom v rozličnej miere ovplyvňujú výťažnosť Au do roztoku. Medzi najčastejšie prímesové kovy tvoriace komplexy s tiomočovinou, resp. rozpustné v roztoku H_2SO_4 patrí Cu a Zn (najmä v našich domácich surovinách).

Z hľadiska vplyvu iných prvkov na lúhovanie Au a Ag sa študovalo tiomočovinové lúhovanie chalkopyritových koncentrátov. Torma et al. (1988) zistili, že prítomnosť Cu^{2+} iónov pri lúhovaní vedie k tvorbe komplexov veľmi obmedzenej rozpustnosti, čo môže v rozhodujúcej miere ovplyvniť spotrebu tiomočoviny.

Sandberg et al. (1986) ukázali, že prítomnosť Cu^{2+} iónov v rude s obsahom 1,1 % Au, 39 % Pb, 18 % Zn, 7,9 % Fe a 0,086 % Cu extrakciu Au lúhovaného v tiomočovine zvyšuje. Bruckard et al. (1993) študovali oxidické Au-Cu rudy a zistili, že sa meďnaté ióny tiomočovinou redukujú na meďné a tie tvoria s tiomočovinou komplex.

Experimentálna časť

Na experimenty sa použili vzorky koncentrátu z Hodruše. Koncentrát obsahoval 0,0064 % Au, 0,0047 % Ag, 1,47 % Cu, 3,87 % Pb, 5,52 % Zn, 22,36 % Fe, 30,69 % S, 11 % Si a 1,15 % Ca. Z mineralogického hľadiska má najväčší podiel v koncentráte kremeň a pyrit: 30,62 % SiO_2, 47 % FeS_2, 5 % ZnS, 5,36 % $CuFeS_2$, 5,68 % Al_2O_3, 4,5 % PbS a 1,61 % CaO. Lúhovací roztok skladajúci sa z 10 $g.dm^{-3}$ tiomočoviny, 5 $g.dm^{-3}$ Fe^{3+} iónov, 1 % H_2SO_4 sa pridal ku 100 g zlatonosného koncentrátu (K:P = 5:1). Do tejto zmesi sa pridávali ióny Cu^{2+}, resp. Zn^{2+}. V pravidelných časových intervaloch sa odoberali vzorky a zisťovala sa v nich koncentrácia Au, Cu, resp. Zn a tiomočoviny. Pri experimente sa priebežne sledovala hodnota redoxného potenciálu E(h) a pH roztoku.

Výsledky a diskusia

1. Vplyv Fe^{3+} na spotrebu tiomočoviny a výťažnosť Au

Pustelnikov et al. (1976) ukázali, že pridaním železitých iónov do tiomočoviny vzniká do červena sfarbený komplex $[FeCS(NH_2)_2]^{3+}$, ktorý reaguje s tiomočovinou za vzniku formamidíndisulfidu (ďalej FDS). Podľa viacerých publikácií oxidačné komponenty nepôsobia ako priame oxidanty Au, ale najprv z tiomočoviny vzniká PDS a on pôsobí ako vnútorný oxidant. V takomto okamihu treba oxidáciu tiomočoviny na FDS zastaviť a ďalší ne-

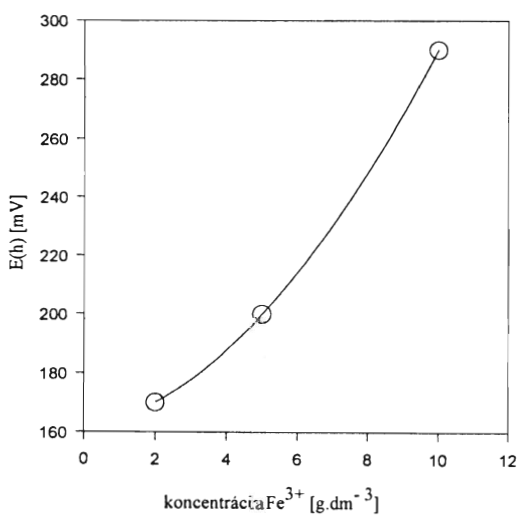
Tab. 1
Závislosť výťažnosti Au od koncentrácie Fe^{3+}
Dependence of yield of gold extraction on the Fe^{3+} ions concentration

čas [min]	Výťažnosť Au [%] konc. Fe^{3+}[g.dm^{-3}]=2	konc. Fe^{3+}[g.dm-3]=5	konc. Fe^{3+}[g.dm^{-3}]=10
0	0	0	0
30	69	69	36
60	70	76	42
90	74	79	45
180	78	86	54
240	79	87	55

Tab. 2
Závislosť E(h) od koncentrácie Fe^{3+} iónov v roztoku
Dependence of E(h) on the concentration of Fe^{3+} ions in the solution

koncentrácia Fe^{3+}[g.dm^{-3}]	E(h) [mV]
2	170
5	200
10	290

vratný postup rozkladu znemožniť. Množstvo pridávaných Fe^{3+} je teda limitované. Fe^{3+} ióny možno chápať aj ako nečistotu, ktorá po prekročení istého obsahu v roztoku tým, že sa ďalšie ióny Fe do roztoku dostávajú pri lúhovaní z lúhovaného materiálu, začína spôsobovať ťažkosti pri ďalšom používaní lúhovacieho roztoku, pretože každým ďalším lúhovacím cyklom jeho koncentrácia rastie (Štofková et al., 1996; Ficeriová et al., 1996). Preto sa v tomto kroku študovala koncentrácia železitých iónov v roztoku, ktorá je z hľadiska výťažnosti lúhovania, ako aj zo spotreby tiomočoviny dôležitá. Závislosť výťažnosti Au od koncentrácie Fe^{3+} je v tab. 1.



Obr. 1. Závislosť E(h) od koncentrácie Fe^{3+} iónov.
Fig. 1. Dependence of E(h) on the concentration of Fe^{3+} ions.

Lúhovanie je súborom oxidačnoredukčných reakcií, pri ktorých nastáva výmena elektrónov medzi redoxným párom. Sila oxidačného prostredia sa vyjadruje oxidačno-redukčným potenciálom alebo aj redoxným potenciálom E(h). V tab. 2 a na obr. 1 je vyjadrená závislosť E(h) od koncentrácie Fe^{3+} iónov v roztoku.

Z experimentov vychodí, že najvyššia výťažnosť Au bola pri koncentrácii 5 g.dm^{-3} Fe^{3+} iónov pri ustálení hodnoty redoxného potenciálu 200 mV. S rastúcou koncentráciou železitých iónov v roztoku redoxný potenciál rastie (pri koncentrácii 10 g.dm^{-3} Fe^{3+} iónov sa ustálila hodnota redoxného potenciálu 290 mV), čo naznačuje zvýšenú oxidačnú schopnosť oxidovadla, ale súčasne pri vyššej koncentrácii Fe^{3+} iónov nastáva nevratná dekompozícia tiomočoviny a dôsledkom je pokles výťažnosti Au na 55 %.

2. Vplyv meďnatých iónov na výťažnosť Au

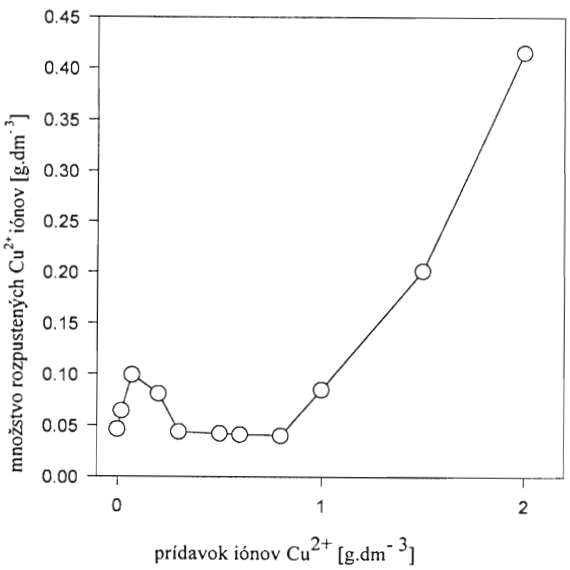
Do lúhovacieho roztoku sa pridávala rozličná koncentrácia Cu^{2+} iónov vo forme $CuSO_4.5H_2O$ od 0,01 g.dm^{-3} do 2 g.dm^{-3}. Z koncentrátu sa v priemere vylúhovalo 0,0459 g.dm^{-3} Cu. Prídavok Cu 0,01 a 0,02 g.dm^{-3} spôsobil mierny rast výťažnosti Au a koncentrácia Cu v roztoku sa zvýšila o daný prídavok. Od koncentrácie 0,02 g.dm^{-3} sa výrazne znížila koncentrácia Cu^{2+} iónov v roztoku a poklesla aj výťažnosť Au (tab. 3, obr. 2). Od koncentrácie 0,8 g.dm^{-3} sa koncentrácia Cu v roztoku znova zvýšila a výťažnosť Au ďalej klesala. Časovú závislosť

Tab. 3
Závislosť množstva rozpustených Cu^{2+} iónov od množstva pridanej Cu
Dependence of the concentration of dissolved Cu^{2+} ions on the concentration of added Cu^{2+} ions

Prídavok Cu^{2+} iónov [g.dm^{-3}]	Množstvo rozpustených Cu^{2+} iónov [g.dm^{-3}]
0	0,0459
0,020	0,0640
0,072	0,0989
0,200	0,0808
0,300	0,0436
0,500	0,0421
0,600	0,0410
0,800	0,0399
1,000	0,0849
1,500	0,2010
2,000	0,4150

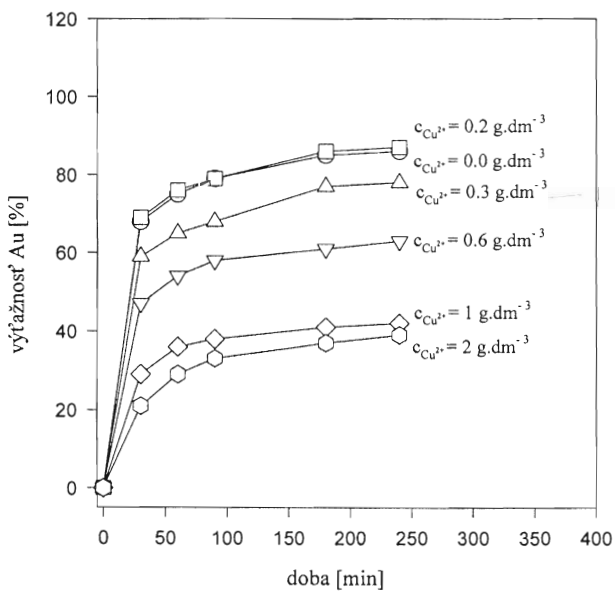
Tab. 4
Časová závislosť výťažnosti Au pri rozličnom prídavku Cu^{2+}
Dependence of yield of gold extraction on amount of added Cu^{2+} ions

čas [min]	Cu^{2+} = 0 [g.dm^{-3}]	Cu^{2+} = 0,2 [g.dm^{-3}]	Cu^{2+} = 0,3 [g.dm^{-3}]	Cu^{2+} = 0,6 [g.dm^{-3}]	Cu^{2+} = 1,0 [g.dm^{-3}]	Cu^{2+} = 2,0 [g.dm^{-3}]
0	0	0	0	0	0	0
30	68	69	59	47	29	21
60	75	76	65	54	36	29
90	79	79	68	58	38	33
180	85	86	77	61	41	37
240	86	87	78	63	42	39



Obr. 2. Závislosť množstva rozpustených Cu^{2+} iónov od množstva pridanej Cu.

Fig. 2. Dependence of the concentration of dissolved Cu^{2+} ions on the concentration of added Cu^{2+} ions.



Obr. 3. Časová závislosť výťažnosti Au pri rozličnom prídavku Cu^{2+}.

Fig. 3. Dependence of yield of gold extraction on amount of added Cu^{2+} ions.

výťažnosti Au pri rozličných prídavkoch meďnatých iónov znázorňuje tab. 4 a obr. 3.

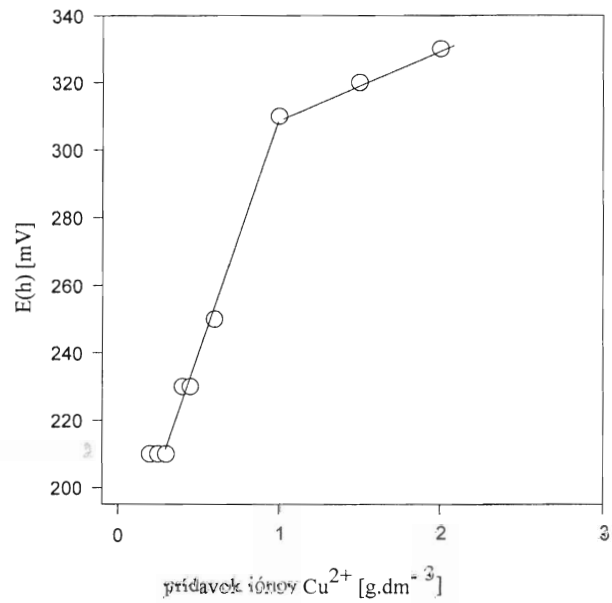
Redoxný potenciál sa mení v závislosti od pridanej Cu. Výsledky sú v tab. 5 a na obr. 4.

Z výsledkov vychodí, že koncentrácia Cu pri lúhovaní Au podstatne ovplyvňuje jeho výťažnosť.

Dvojmocné ióny Cu sa redukujú tiomočovinou za vzniku FDS a jednomocných iónov Cu (Akache et al., 1993).

Tab. 5
Závislosť zmeny redoxného potenciálu od množstva pridaných iónov Cu^{2+}
Dependence of E(h) on amount of added Cu^{2+} ions

prídavok Cu^{2+}[g.dm^{-3}]	E(h) [mV]
0	200
0,20	210
0,25	210
0,30	210
0,40	230
0,45	230
0,60	250
1,00	310
1,50	320
2,00	330



Obr. 4. Závislosť zmeny redoxného potenciálu od množstva pridaných iónov Cu.

Fig. 4. Dependence of E(h) on amount of added Cu^{2+} ions.

$$Cu^{2+} + 2\,CS(NH_2)_2 \rightarrow 2Cu^{+} + (CS(NH)(NH_2))_2 + 2H^{+} \quad (1)$$

Po pridaní meďnatých iónov do kyslého tiomočovinového roztoku vznikajú nasledujúce reakcie (Suarez et al., 1992):

tiomočovina (TM) sa oxiduje v prítomnosti dvojmocnej Cu a vytvára FDS

$$2Cu^{2+} + 2TM \rightarrow 2Cu^{+} + FDS + 2H^{+} \quad (2)$$

Tiomočovina súčasne tvorí redoxný dvojicu s FDS

$$2\,TM \rightarrow FDS + 2H^{+} + 2e^{-} \quad (3)$$

Tiomočovina aj formamidín disulfid tvoria komplexy s Cu^{+}

$$Cu^{+} + TM \rightarrow [Cu(TM)]^{+} \quad (4)$$

$$Cu^{+} + FDS \rightarrow [Cu(FDS)]^{+} \quad (5)$$

Tiomočovina tvorí aj komplex s Cu^{2+}

$$Cu^{+} + TM \rightarrow [Cu(TM)]^{2+} \quad (6)$$

Vytvorený [Cu(FDS)] je redukovaný na TM

$[Cu(FDS)]^+ + e^- \rightarrow Cu^\circ + FDS$ (7)

$FDS + 2e^- + 2H^+ \rightarrow 2TM$ (8)

$2TM + 2Cu^{2+} \rightarrow 2Cu^+ + FDS + 2H^+$ (9)

$2Cu^+ + 2FDS \rightarrow 2[Cu(FDS)]^+$ (10)

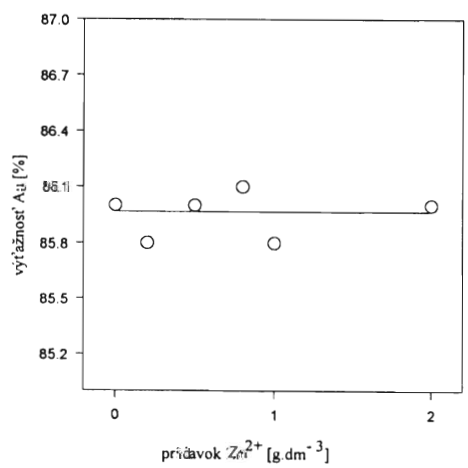
Pridanie Cu^{2+} iónov do roztoku zvyšuje koncentráciu FDS a tým aj výťažnosť Au. Na druhej strane sa FDS nevratne rozkladá a zvyšuje spotrebu tiomočoviny.

3. Vplyv Zn^{2+} iónov na výťažnosť Au

Zinočnaté ióny výťažnosť Au neovplyvňujú (tab. 6, obr. 5).

Tab. 6
Závislosť výťažnosti Au od množstva pridaných iónov Zn^{2+}
Dependence of yield of gold extraction on amount of added Zn^{2+} ions

Prídavok Zn^{2+}[g.dm^{-3}]	Výťažnosť Au [%]
0	86,0
0,2	85,8
0,5	86,0
0,8	86,1
1,0	85,8
2,0	86,0



Obr. 5. Závislosť výťažnosti Au od množstva pridaných iónov Zn^{2+}.
Fig. 5. Influence of zinc ions to gold recovery.

Záver

Pri experimentálnom štúdiu tiomočovinového lúhovania koncentrátu z Hodruše sa:

– zistila najvýhodnejšia koncentrácia Fe^{3+} iónov (5 g.dm^{-3}), pri ktorej oxidačnoredukčné podmienky reprezentované redoxným potenciálom 200 mV zabezpečovali najvyššiu výťažnosť Au (87 %);

– určila hraničná koncentrácia iónov Cu^{2+}(0,2 g.dm^{-3}), do ktorej výťažnosť Au rástla a pri ktorej oxidačnoredukčné podmienky reprezentované redoxným potenciálom 210 mV zabezpečovali najvyššiu výťažnosť Au (87 %).

Z experimentov vyplynula nevyhnutnosť odstrániť Cu z tiomočovinového roztoku pri koncentrácii nad 0,2 g.dm^{-3}, aby sa zabránilo znižovaniu výťažnosti Au a nevratnej degradácii tiomočoviny.

Zinočnaté ióny výťažnosť Au nijako neovplyvňujú. Množstvo pridaných Zn^{2+} iónov sa prejavilo úmerným rastom koncentrácie zinočnatých iónov o daný prídavok. Zinočnaté ióny sa na rozdiel od meďnatých iónov neprejavujú ako oxidant, nezúčastňujú sa v oxidačnoredukčných, ale iba v komplexotvorných reakciách.

Dôležitosť experimentálnych výsledkov o vplyve koncentrácie rozpustenej Cu na výťažnosť Au do roztoku tiomočoviny potvrdzuje aj Akretche et al. (1993), ktorí skúmali možnosti odstraňovať Cu z roztoku dialýzou. Zistenie hraničnej koncentrácie Cu v roztoku umožní stanoviť okamih čistenia kyslého roztoku tiomočoviny pred jeho opätovným využitím.

Literatúra

Akretche, D. E., Kerdjoudj, H. & Gavach, C., 1993: Electrodialysis of copper-thiourea solutions. *Hydrometallurgy, 34, 231–238.*

Bruckard, W. J., Sparrow , G. J. & Woodcock, J. T., 1993: Gold and silver extraction from Hellyer lead-zinc flotation middlings using pressure oxidation and thiourea leaching. *Hydrometallurgy, 33, 17–41.*

Ficeriová, J. & Baláž, P., 1996: Leaching of gold and silver from Slovak sulphidic concentrates 5 th International Symposium on the Reclamation, treatment and Utilization of coal Mining Wastes- 3rd *Conference on Environment and Mineral Processing. Part II. 10-13 September 1996 Ostrava-Poruba Czech Republic.*

Pustelnik, N. & Soloniewick, R., 1976: Analytical uses of the reaction of thiourea oxidation by iron(III) ions. Kinetic investigations of the reaction and quantitative formulation of the catalytic action of copper (II). *Chemia Analityczna, 21, 503–507.*

Sandberg, R. G. & Huiatt, J. L.: Recovery of silver, gold, and lead from a complex sulfide ore using ferric chloride, thiourea, and brine leach solutions. *U. S. Government Printing Office: 1986-605-017/40,031.*

Suarez, D. F. & Olson, F. A., Nodulation of electrodeposited copper in the presence of thiourea. *J. app. Electrochemistry, 22, 1002–1010.*

Štofková, M. & Štofko, M., 1996: Leaching of gold and silver from the concentrate Banská Hodruša by thiourea solution. *Acta Metallurgica Slovaca, 2, 2, 151–157.*

Torma, A. E. & Gundiler, I. H., 1988: Precious and rare metal technologies. *Proceedings of a Symposium on Precious and Rare Metals, Albuquerque, N. M.; USA, April 6, 1988.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 373–378

Biogénne procesy v úprave zlatonosných sulfidov

MÁRIA KUŠNIEROVÁ

Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Biogenic processes in the processing of gold-bearing sulphides

The use of biogenic processes enables ecologization of the classical technologies of the treatment of the refractory arsenopyrite-pyrite gold-bearing ores.

Commonly biooxidative processes katalyzed by the action of the bacteria of Thiobacilus genus are applied as an alternative of the pyrometallurgical technologies.

The selective bacterial adhesion is also utilisable in order to the regulation of the selective flotation of gold-bearing sulphides.

Key words: biological leaching, Thiobacillus ferrooxidans, refractory gold concentrate

Úvod

Technológia získavania drahých kovov prešla značným vývojom, ktorý si vynútila rôznorodosť foriem a asociačných pomerov výskytu týchto prvkov v prírode. Postupný pokles významu jednoduchých, klasických metód gravitačnej separácie, neskôr amalgamácie a priamej kyanizácie súvisí s kvalitou dostupných surovinových zdrojov. Oxidických a rozsypových ložísk Au vhodných na priemyselnú ťažbu je stále menej, a preto je v popredí záujmu najmä vývoj a inovácia technologických postupov sprievodného získavania Au a Ag zo sulfidov, ktoré sú druhým najvýznamnejším zdrojom týchto kovov na Zemi. Spracúvaním sulfidických drahokovových zrudnení klasickými metódami vrátane priamej kyanizácie sa dosahuje veľmi nízka výťažnosť Au a Ag, a to od 1 %, ale najviac 30 % (Špaldon, 1992). Neuspokojivé výsledky úzko súvisia s formou výskytu a väzby drahých kovov v nosných minerálach a v zrudnení. Podľa rozličných autorov (Andráš, Križáni a Ragan, 1993; Babčan, 1987; Gasparini, 1983; Kušnierová, 1987; Andráš a Ragan, 1994) drahé kovy vystupujú alebo vo „viditeľnej" forme v asociácii kremeň – elektrum – sfalerit – polybázit – Ag tetraedrit – Au pyrit – galenit – chalkopyrit, alebo v „neviditeľnej" forme – submikroskopickej a heterogénnej. V takom prípade vytvárajú emulzné uzavreniny a iónový povlak pozdĺž rastových zón kryštálov, príp. sú rozptýlené v trhlinách a deformáciách kryštalickej mriežky alebo priamo v štruktúre nosného sulfidu izomorfne zastupujú pozície stavebného prvku. Vysoký stupeň uzavretia drahých kovov v štruktúre sulfidov si vynútil kombináciu metód ináč veľmi účinnej extrakcie s prípravnými postupmi pyrometalurgickej, tlakovej a biologickej deštrukcie kryštalickej mriežky sulfidov s cieľom maximálne odkryť a sprístupniť drahé kovy pre nasledujúci proces, najčastejšie kyanizáciu.

Biodegradáciu štruktúry sulfidov možno pozorovať ako jednu z fáz biologicko-chemického transformačného procesu, ktorý nastáva v rámci prírodného zvetrávania, spolu zodpovedného za migráciu prvkov v zemskej kôre.

Určité fázy týchto environmentálnych dejov a ich dôsledky sú blízke až zhodné a potenciálne aj alternatívne s technologickými postupmi spracúvania zlatonosných sulfidov. Konkrétne ide o termický rozklad ich štruktúry. Podľa podmienok termického rozkladu sulfidov môže nastávať ich oxidácia podľa rovnice (1)

$$MeS + 2\,O_2 \rightarrow MeSO_4 \rightarrow MeO + SO_3 \qquad (1)$$

alebo sulfatácia podľa rovnice (2)

$$MeS + 2\,O_2 \rightarrow MeSO_4 \qquad (2)$$

Dôsledkom pyrometalurgického porušenia štruktúry sú exhaláty zlúčenín S, v prípade arzenopyritu aj As a sprievodné, čiastočné straty drahých kovov (Baláž et al., 1988), ale rovnako sa štruktúra sulfidov môže porušiť aj aplikáciou oxidačnej fázy environmentálneho biotransformačného deja sulfidov.

Základný dej oxidačnej fázy biotransformačného procesu sulfidov možno opísať rovnicou (2) rovnako ako pri termickom rozklade, ale s tým rozdielom, že katalyzujúcim účinkom tu nie je iniciačná tepelná energia, ale bioenergia uvoľnená z metabolických procesov chemolitotrofných baktérií rodu *Thiobacillus*.

Kinetika obidvoch alternatívnych procesov nie je na rovnakej úrovni, avšak ich výsledný efekt a ekonomika v kombinácii s extrakciou drahých kovov je porovnateľná. V tab. 1 je porovnanie ekonomických nákladov pri obidvoch konkurenčných technológiách spracované na základe dlhoročnej prevádzky závodov s dennou kapacitou 150 t ťažko spracovateľných zlatonosných arzenopyritovo-pyritových koncentrátov (Gilbert et al., 1988).

V prospech alternatívneho bioprocesu svedčí aj environmentálny vplyv obidvoch postupov. Kým eliminovať

zlúčeniny S a As z exhalátov je veľmi nákladné a pre menšie huty temer ekonomicky nezvládnuteľné, v prípade biopostupov to tak nie je. Toxické látky sa kumulujú vo výluhu, z ktorého ich možno odstrániť vo forme environmentálne prijateľných, deponovateľných zlúčenín, a to buď chemickou (Virčíková et al., 1988; Bobok et al., 1988; Spencer et al., 1991) alebo biologickou cestou, ktorá je prakticky zhodná so sulfátovoredukčnou fázou environmentálnej biotransformácie sulfidov. Ekonomické náklady na chemickú a biologickú detoxikáciu výluhov sú nepomerne nižšie ako na detoxikáciu exhalátov a prijateľné aj pre malé závody, aké by v prípade spracúvania slovenských surovín prichádzali do úvahy. Preto sa skúmala výhodnosť pyrometalurgickej a biologicko-chemickej deštrukcie štruktúry sulfidov v porovnaní s lúhovaním Au aj na vzorkách drahokovových sulfidných koncentrátov slovenskej produkcie, a to na Au-As-Sb-Fe koncentrátoch z Pezinka.

Tab. 1
Porovnanie ekonomických ukazovateľov alternatívnych technológií
Comparisson of the economical data of the alternative technologies

Položka	Termodeštrukcia	Biodeštrukcia
Prevádzkové náklady	3520	385
Celkové náklady	17 487	8374
Prevádzkový zisk	2221	1810
Návratnosť	8,7 rokov	6,2 roka

Experimentálna časť

Materiál

Na výskum sa použili priemyselne vyrábané Au koncentráty, laboratórne pripravené flotačné koncentráty. Chemické zloženie vzoriek je v tab. 2. Schémy a rozsah experimentov sú na obr. 1 a 2.

Tab. 2
Chemizmus a opis skúmaných vzoriek
Chemical composition and descriptions of experimental samples

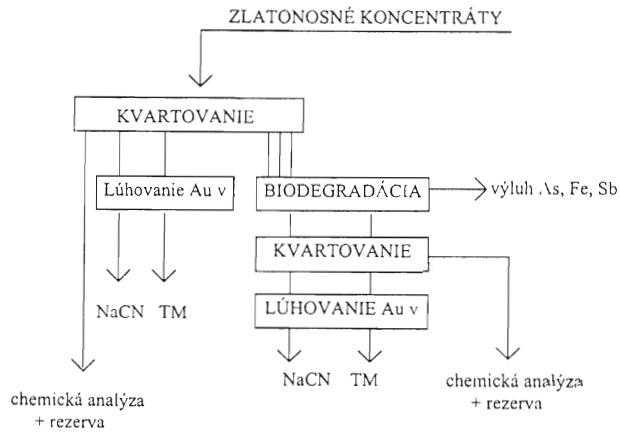
P.č.	Opis vzorky	Ložisko	Obsah prvkov (%) x (ppm) Au(x)	As	Sb	Cu	Pb	Zn
1	As-Sb-Fe(FK)	Pezinok	37,7	14,6	1,5	–	–	–
2	(FKL)	Pezinok	15,2	8,1	4,0	–	–	–
3	(FKL)	Pezinok	13,6	2,76	0	–	–	–
4	(FKL)	Pezinok	45,5	11,5	8,3	–	–	–
5	(FKL)	Pezinok	34,1	9,4	8,2	–	–	–
BF	(FKL)	Pezinok	19,04	4,75	4,18	–	–	–

BF – vzorka na testy bioflotácie

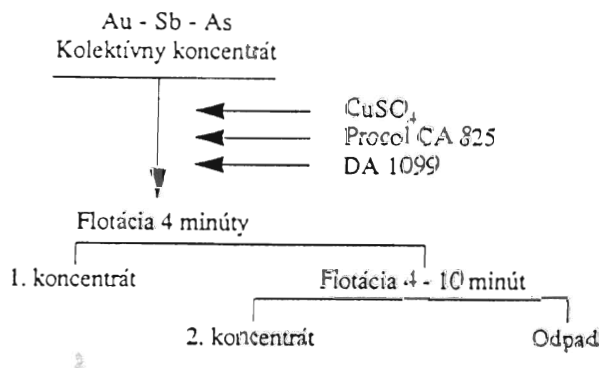
Metódy

Biodeštrukcia

Kryštalická mriežka sulfidov sa biologicky deštruovala vsádzkovým spôsobom v suspenziách s 20 % hustotou v prítomnosti buniek baktérií *Thiobacillus ferrooxidans*



Obr. 1. Schéma experimentov so zlatonosnými vzorkami.
Fig. 1. Scheme of experiments with gold bearning samples.



Obr. 2. Technologická schéma flotácie.
Fig. 2. Technological flotation scheme.

a *Thiobacillus thiooxidans* v prostredí živného média (podľa Silvermana a Lundgrena, 1939) 9 K časti A s hodnotou pH na štarte 1,5 pri konštantnej teplote 28 °C na závesnej trepačke pri štyroch obrátkach za sekundu.

Kvalitatívne zmeny substrátov vyvolané biodegradáciou štruktúry sa hodnotili na základe zmien integrálnej intenzity difrakčných línií pyritu a arzenopyritu (tab. 3).

Extrakcia Au

Extrakcia Au zahŕňala súbor optimalizačných experimentov s tiomočovinou (TM) a kyanidom (NaCN).

Tab. 3
Biodegradácia štruktúry sulfidov v závislosti od času
Biodegradation of sulfidic matrice on time dependend

Čas(dni) biodeštrukcie	Zvyškový obsah kryštalickej fázy pyritu	arzenopyritu	% odbúr. štrukt. sulfidov	Označenie vzorky
0	1 X	1 Y	0	Z
14	0,96 X(96 %)	0,86 Y(86 %)	8,2	B-1
60	0,61 X(61 %)	0,32 Y(92 %)	51,5	B-2
120	0,36 X(36 %)	0,18 Y(18 %)	80,04	B-3

Bioflotácia

Na bioaktiváciu povrchu sulfidov sa aplikovala fyziologicky adaptovaná kultúra baktérií *Thiobacillus ferrooxidans*. Vzorka koncentrátu zo základnej flotácie sa kontaminovala touto bakteriálnou kultúrou v prostredí živného média 9 K časti A pri nasledujúcej koncentrácii buniek: N = 0 v 1. flotácii; N = X.10^8 ml^{-1} v 2. flotácii a N = X.10^{10} ml^{-1} v 3. flotácii. Režim všetkých troch flotácií je na obr. 2.

Vzorky vsádzky, koncentrátov a odpadu sa potom analyzovali chemicky a röntgenograficky.

Chemická analýza

Chemická analýza obsahu kovov vo výluhu a v pevných vzorkách sa vykonala za použitia štandardných metód a prístroja Spectr AAS-30 Varian a AAS-3030 Perkin Elmer.

Rtg. analýza sa urobila na prístroji DRON 2.0 (Technsnabexport, Rusko) v takomto režime: žiarenie CuKα/FeKα, 25 kV, 10 mA, časová konštanta 2 s, citlivosť – 10^3 impulzov za sekundu, rýchlosť otáčania goniometra 1° za minútu, rýchlosť otáčania počítačovej trubice 2° za minútu.

Výsledky a diskusia

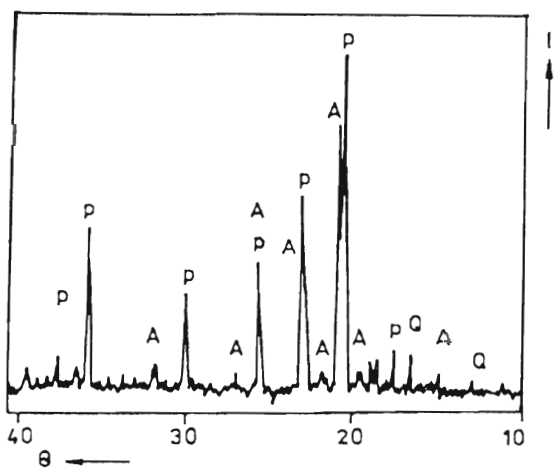
Kvalitatívne zmeny tuhej fázy v procese biodeštrukcie

Pri bakteriálnej oxidácii mikroorganizmami *Thiobacillus ferrooxidans* sa využívalo priame atakovanie kryštalickej mriežky sulfidov tým, že baktérie katalyzovali oxidáciu iónov Fe^{2+} na Fe^{3+}, čo viedlo k radikálnym kvalitatívnym premenám a k postupnému odbúravaniu kryštalickej štruktúry sulfidov. Na oxidácii sa potom nepriamo zúčastňovali aj produkty bakteriálnej oxidácie, hlavne $Fe_2(SO_4)_3$. Časť uvoľneného Au, As a Fe sa pretransportovala do roztoku. Pri zmene podmienok v lúhovanom systéme vznikli nové amorfné zlúčeniny, čo dokumentuje amorfné halo v rozpätí uhla 14–22°, kryštalických zlúčenín na báze arzeničných solí (obr. 3), a najmä jarositu $KFe_3(SO_4)OH_6$ (ASTM/22-827). Zo štúdia biotransformačných premien minerálov tvoriacich skúmaný koncentrát sme zistili, že sa arzenopyrit v dôsledku biooxidačných dejov rozkladá a okrem jarositu z neho vzniká aj åkermanit, angelellit, bassanit a rombická S. Z pyritu okrem jarositu, ktorý prevláda, vzniká aj åkermanit a z antimonitu kermezit, valentinit, onoratoit, elementárna S a Sb.

Vzťah kryštalickej štruktúry sulfidov a výťažnosti Au

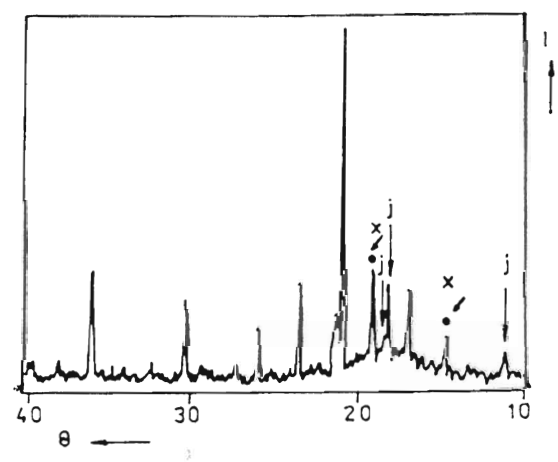
Priamym lúhovaním Au zo skúmaného koncentrátu tiomočovinou alebo kyanidom sa dosiahla maximálne 4 % výťažnosť Au. Ďalšie jej zvýšenie by predpokladalo zásah do štruktúry. Na zistenie závislosti koncentrácie lúhovacieho činidla a výťažnosti Au sa vybral lúhovanec so 60 % porušením štruktúry sulfidov, ale maximálna výťažnosť Au bola iba 66 % (obr. 5, krivka 1).

Výsledky potvrdili pozitívny vplyv biodegradácie mriežky sulfidov, ale maximálna výťažnosť nebola cca 90 %, aká sa podľa publikovaných výsledkov dosiahnutých z principiálne podobných substrátov (Sedeľnikova, 1990) očakávala. Výsledok pravdepodobne úzko súvisí s priebehom biodegradácie sulfidného zlatonosného koncentrátu, ktorého produktom je aj $Fe_2(SO_4)_3$. Ten má voči Au (Razim a Roškov, 1966) vysokú transportnú a rozpúšťaciu schopnosť, a preto sa dá predpokladať, že časť jemnozrnného Au môžu pokryť alebo sorbovať Fe zlúčeniny vznikajúce pri bakteriálnej oxidácii (obr. 4), a tak ho sekundárne blokovať. Fyzikálnym opracúvaním pôvodného materiálu zameraným na odstránenie blokačného povlaku a sekundárnych precipitátov sa dosiahol rast výťažnosti



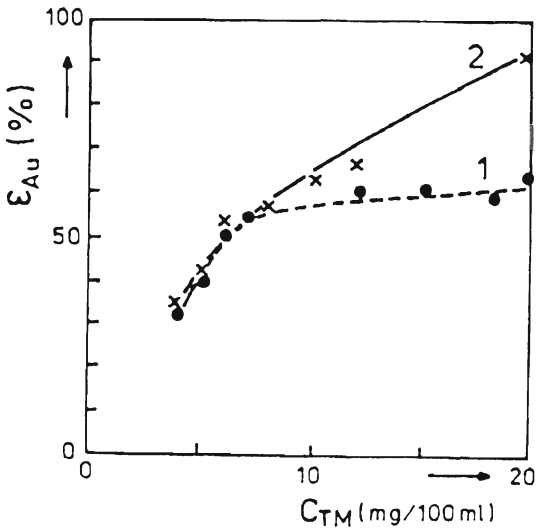
Obr. 3. Rtg. záznam pôvodnej vzorky koncentrátu, P – pyrit, A – arzenopyrit, Q – kremeň.

Fig. 3. The X-ray pattern from the original sample of concentrate, P – pyrite, A – arsenopyrite, Q – quartz.



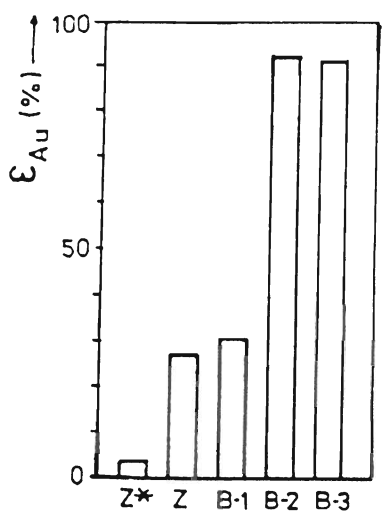
Obr. 4. Rtg. záznam biologicky zoxidovaného koncentrátu (B-3). x – $Cu_2AsO_4(OH)$/4-657; (ASTM), $PbAl_3AsO_4SO_4(OH)_6$/6-380, j – jarosit.

Fig. 4. The X-ray pattern of biologically oxidized concentrate B-3. x – $Cu_2AsO_4(OH)$/4-657; (ASTM), $PbAl_3AsO_4SO_4(OH)_6$/6-380, j – jarosite.



Obr. 5. Vzťah koncentrácie tiomočoviny a výťažnosti Au, vzorka B-2. 1 – bez fyzikálnej úpravy, 2 – po fyzikálnej úprave.

Fig. 5. The relationship between thiourea concentration and gold recovery for sample B-2. 1 – without physical treatment, 2 – after physical treatment.



Obr. 6. Vzťah výťažnosti Au a spôsobu porušenia kryštalickej štruktúry, * – bez fyzikálnej úpravy, Z – pôvodná vzorka, B-1 pozri tab. 1.

Fig. 6. Relationship between gold recovery and method of discordering of crystal structure. Z – original sample, Z – without physical treatment.

Au z cca 4 na 29 % a pri bakteriálne deštruovanom materiáli z cca 66 na 93 % (obr. 5, krivka 2). Biodegradácia kryštalickej mriežky sulfidov má na výťažnosť Au výrazne pozitívny vplyv a umožňuje zvýšiť ju z 29 na 93 %. Percentuálna závislosť deštrukcie matrixu sulfidov má svoje maximum, ktoré je úzko späté s kvalitatívnymi parametrami spracúvaného substrátu. V našom prípade možno za optimálne pokladať cca 50 % odbúranie štruktúry sulfidov za predpokladu, že dominujúce je porušenie majoritného zlatonosného minerálu arzenopyritu (obr. 6, tab. 3).

Uvedené výsledky sa verifikovali na súbore koncentrátov z Pezinka s rozličným kvalitatívnym zložením (tab. 2, vzorka 1–5) v optimalizovanom režime. Výsledky sú v tab. 4.

Tab. 4
Výsledky extrakcie Au a Ag zo sulfidných koncentrátov
The results of Au and Ag extraction from sulphide concentrates

Číslo vzorky	Výťažnosť Au a Ag v extrakčných postupoch (%)				
	NaCN	BL+NaCN	TM	BL+TM	NaCl+Fe^{3+}
	Zlatonosné koncentráty – Pezinok				
1	4,3	85,0	8,1	93,0	6,87
2	–	42,0	10,5	59,7	–
3	12,6	65,6	19,3	53,4	–
4	4,6	89,5	2,3	61,0	0
5	7,9	98,9	–	–	–

Na základe výsledkov možno konštatovať, že na priame lúhovanie Au zo skúmaných arzenopyritovo-antimonitovo-pyritových vzoriek sa ako vhodnejšie činidlo ukázala tiomočovina. Pri tiomočovinovom aj pri kyanidovom lúhovaní substrátov sa zistil pozitívny vplyv biodegradačnej predúpravy substrátu, ktorý sa prejavil rastom výťažnosti Au zo 4,3 na 85–93 %. Z literatúry je známe, že obsah Sb negatívne ovplyvňuje výťažnosť Au, pretože sa na kyanidom uvoľnenom Au tvorí tuhý povlak nerozpustných Sb solí, čo blokuje kontakt Au s iónmi CN a O. Takýto proces sme predpokladali pri vzorke 4, preto sa paralelne sledoval aj vplyv prednostného odstraňovania Sb pred lúhovaním vzorky koncentrátu v sírniku sodnom. Pri aplikácii kombinovaného dvojstupňového chemického a biologicko-chemického postupu výťažnosť Au v kyanidovom lúhovaní vzrástla zo 4,6 na 98,9 %.

Z pohľadu praktickej aplikácie možno pri priemyselnom koncentráte (vz. 1) za výhodnejšiu kombináciu označiť biodegradáciu s nasledujúcim tiomočovinovým lúhovaním Au z biolúhovanca, a to hlavne preto, že obidva procesy prebiehajú vo veľmi kyslom prostredí (pH 1–2), a tak možno vylúčiť neutralizáciu nevyhnutnú pri kaynidovom lúhovaní (pH 10), čo zároveň predstavuje zhruba 35 % úsporu prevádzkových nákladov (Spencer, Buden a Barret, 1990).

Z porovnania výsledkov výťažnosti Au z pezinského Au-As-Fe koncentrátu v závislosti od spôsobu predúpravy (tab. 5) je zrejmé, že obidva postupy umožňujú výťažnosť Au významne zvýšiť. Pri pyrometalurgickej predúprave sa 89 % výťažnosť Au dosiahla pri približne rovnakom stupni porušenia štruktúry ako pri biodeštrukcii, t. j. cca 60 %. Vyššia výťažnosť bola pri 100 % termickej desulfurizácii (Štofko a Štofková, 1992; Štofko et al., 1992). V kyanidovom lúhovaní po pyrometalurgickej predúprave sa pri kvalitatívne podobných koncentrátoch dosahuje výťažnosť Au okolo 96 % (Dagar, 1989). Možno konštatovať, že aj na spracúvanie zlatonosných koncentrátov z Pezinka možno naplno aplikovať ekologicky výhodnej-

Tab. 5
Vplyv spôsobu predúpravy na výťažnosť Au z pezinského Au-As-Fe koncentrátu
The influence of the pre-treatment method on the gold recovery from Au-As-Fe concentrates

Spôsob predúpravy	Výťažnosť Au (%)	
	TM	NaCN
Bez	8,1	4,3
Pyrometalurgický	89–98	98,0
Biologicko-chemický	93,0	85,0

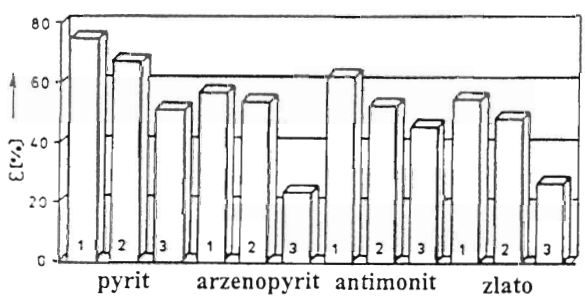
šiu biodeštrukčnú, resp. biooxidačnú predúpravu koncentrátu pred tiomočovinovým lúhovaním.

Bioflotácia

Bioflotácia je založená na zdanlivo nepatrnom procese priamej selektívnej adhéze buniek na minerálnom povrchu. Prvé experimenty sa v tomto smere vykonali pri desulfurizácii uhlia, pričom sa princíp afinity baktérií *Thiobacillus ferrooxidans* k pyritu využil na blokovanie jeho povrchu s výrazným depresným účinkom v nasledujúcej flotácii uhlia. Cieľom našich orientačných experimentov bolo overiť vplyv selektívnej adhézie buniek *Thiobacillus ferrooxidans* ako regulačného agensu na selektívnu flotáciu zlatonosného sulfidu arzenopyritu od ostatných zložiek viaczložkového koncentrátu z Pezinka-Vinohradov.

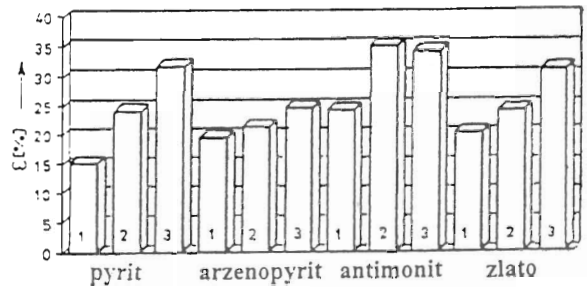
Výsledky zo základnej flotácie a dvoch bioflotácií uvedených v tab. 6 a na obr. 7, 8 a 9 potvrdzujú selekciu adhézie buniek s prednosťou na povrch arzenopyritu. Rtg. difrakčná analýza produktov poukázala na to, že baktérie prednostne pôsobili na kryštálové plochy arzenopyritu s orientáciou (111) tak, že sa už po 48-hodinovom kontakte tieto plochy zborili a úplne zmizli aj im zodpovedajúce difrakčné línie v záznamoch.

Z porovnania výsledkov 1. a 2. bioflotácie je zrejmé, že významným faktorom je počet buniek pri biopasivácii povrchu. Kým v prvej bioflotácii sú výsledky porovnateľné s výsledkami klasickej flotácie, v druhej je významne potlačený arzenopyrit. Výsledok zároveň poukazuje aj na to, že pri biopasivácii povrchu nenastala iba elemen-



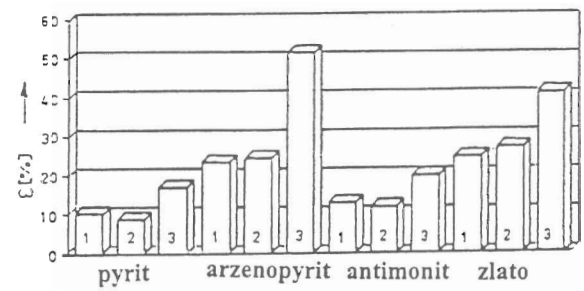
Obr. 7. Vplyv bioaktivácie povrchu na distribúciu minerálov do produktov selektívnej flotácie. 1 – selektívna flotácia, 2 – 1. bioflotácia, 3 – 2. bioflotácia.

Fig. 7. Effect of bioactivation of surface on minerals distribution into products of selective flotation. 1 – selective flotation, 2 – 1st bioflotation, 3 – 2nd bioflotation.



Obr. 8. Vplyv bioaktivácie povrchu na distribúciu minerálov do produktov selektívnej flotácie. Vysvetlivky ako pri obr. 2.

Fig. 8. Effect of bioactivation of surface on minerals distribution into products of selective flotation. For explanation see Fig. 2.



Obr. 9. Vplyv bioaktivácie povrchu na distribúciu minerálov do produktov selektívnej flotácie. Vysvetlivky ako pri obr. 2.

Fig. 9. Effect of bioactivation of surface on minerals distribution into products of selective flotation. For explanation see Fig. 2.

tárna adhézia buniek na povrch, ale začala sa aj biooxidácia (biodeštrukcia). Isto to spôsobili podmienky biopasivácie, v ktorej sme pre technické ťažkosti pri získavaní koncentrácie buniek $X.10^{11}$ v ml zodpovedajúcej adhéznej ploche povrchu arzenopyritu kompenzovali nižšiu koncentráciu buniek predĺžením času biopasivácie z 2–4 na 48 hod. To asi viedlo aj k zníženiu selekcie v 2. bioflotácii, pri ktorej už, ako to ukazujú výsledky, bol čiastočne priamo alebo nepriamo atakovaný aj povrch antimonitu a pyritu. Jednako sa výsledok biopasivácie povrchu prejavil v 2. bioflotácii veľmi významne tým, že arzenopyrit bol s 83 % výťažnosťou biodepresným účinkom baktérií prevedený do „odpadu", s čím úzko súvisí aj 77,7 % výťažnosť Au z tohto produktu. Do odpadu zároveň prešlo aj 52,6 % S, 52,4 % Sb a 65,5 % Fe.

Je reálny predpoklad, že optimalizáciou podmienok a biopasivácie povrchu sulfidov možno dosiahnuť aj veľmi vysoký stupeň selekcie pri flotácii sulfidov. Avšak 100 % účinnosť sa nedá predpokladať ani pri precíznej optimalizácii a regulácii podmienok biopasivácie povrchu, lebo existenciu vzájomne prerastených zŕn vylúčiť nemožno. Tento proces umožňuje znížiť obsah sulfidov sterilných na Au pred nasledujúcim pyrometalurgickým spracúvaním, v ktorom sa objem do ovzdušia emitovanej S zníži úmerne depresii týchto sulfidov pri zanedbateľnej strate na výťažnosti Au.

Tab. 6
Výťažnosť prvkov do flotačných produktov
Recovery factor of elements into flotation products

Produkt	Výťažnosť prvkov (%)				
	S	Sb	Fe	As	Au
Základná flotácia					
Koncentrát 1 (4')	87,40	83,70	71,44	78,20	76,80
Koncentrát 2 (10')	5,10	8,00	10,60	6,60	7,00
Odpad	7,50	8,30	18,00	15,20	16,30
1. bioflotácia					
Koncentrát 1 (4')	78,30	72,50	58,70	63,10	58,10
Koncentrát 2 (10')	5,60	8,60	6,60	4,50	5,20
Odpad	16,10	18,90	34,70	32,40	36,80
2. bioflotácia					
Koncentrát 1 (4')	33,50	32,50	22,20	9,70	12,90
Koncentrát 2 (10')	13,90	15,10	12,30	6,50	9,40
Odpad	52,60	52,40	65,50	83,80	77,70

Záver

Z výsledkov vychodí, že:

– biooxidáciu možno využiť pri spracúvaní zlatonosných As-Sb-Fe a As-Fe koncentrátov z Pezinka ako alternatívnu predúpravu koncentrátu pred lúhovaním Au,

– bioadhéziu – bioflotáciu možno využiť pri ekologizácii klasickej technológie spracúvania zlatonosných koncentrátov z Pezinka s pyrometalurgickou predúpravou.

V závere treba uviesť, že biogénne procesy prebiehajú a vyvíjajú sa aj v opustených zatopených banských dielach a na skládkach po ťažbe sulfidov. Identifikovali sa aj v biotope skládok v Pezinku. Podľa predpokladaného vývoja možno očakávať, že po istom čase budú negatívne vplývať na okolité životné prostredie výraznou acidifikáciou a mineralizáciou perkolačnej a drenážnej vody.

Literatúra

Andráš, P., Križáni, I. & Ragan, M., 1993: Mineralogické aspekty spracovania zlatonosných rúd na ložisku Pezinok-Kolársky vrch. *Rudy, 41, 48–51.*

Andráš, P. & Ragan, M., 1994: Sulfidické rudy s neviditeľným zlatom na Slovensku. *Mineralia Slov., 27, 57–63.*

Babčan, J., 1987: Základné črty fyzikálnej geochémie zlata. *In: Zlato v Západných Karpatoch. GÚDŠ Bratislava.*

Baláž, P., Kupka, D., Kušnierová, M., Luptáková, A., Pastiríková, E. & Špaldon, F., 1988: Vplyv mechanickej aktivácie arzenopyritu na biologické a chemické postupy extrakcie arzénu. *In: TATARAMAN, T. Lomnica.*

Bobok, Ľ. & Virčíková, E., 1988: Stabilita arzenových zlúčenín vo vodných roztokoch. *In: Kovohutníctvo, VŠT Košice.*

Dagar, A., 1989: Refractory Concentrate Gold Leaching: Cyanide vs. *Bromine. JOM, dec., 37–45.*

Gasparini, C., 1983: Mineralogy of Gold. *CIM Bulletin, 76, 851.*

Gilbert, S. R., Baunds, C. O. & Ice, R. R., 1988: CIM Bulletin, 81, 89.

Kušnierová, M. et al., 1987: Zdroje stopových, vzácnych prvkov a drahých kovov na Slovensku II. (Záverečná správa). *Manuskript – Geol. prieskum, Spišská Nová Ves.*

Razim, L. V. & Roškov, I. S., 1966: Geochimija zolota v kore vyvetrivanija zolotorudnych mestoroždenij Kuranachskogo tipy. *Moskva, Nauka.*

Sedeľnikova, G. V., 1990: Laboratórny výskum úpravy arzenopyrit antimonitovej rudy a biohydrometalurgického spracovania koncentrátu z ložiska Pezinok. *CINIGRI, Moskva.*

Silverman, M. P. & Lundgren, D. C., 1939: J. Bacterial. 77, 642.

Spencer, P. A. et al., 1991: Minerals Engineering 4, 7–11.

Spencer, P., Buden, J. & Barret, J., 1990: Pilot-plant bio-oxidation of gold-bearing arsenopyrite concentrates. *In: WORLD-GOLD, Cairms, 59–64.*

Špaldon, F., 1992: Rozvoj a problémy biotechnologického spracovania zlatonosných rúd. *In: Biohydrometalurgia II. Košice.*

Štofko, M. & Štofková, M., 1992: Leaching capacity of Au and Ag in acid thiourea solutions, Trans. *TU Košice, 2, 1992, 127–131.*

Štofková, M. & Štofko, M., 1992: Získavanie ušľachtilých kovov z tetraedritového koncentrátu. *In: Biometalurgia II, Košice 14.–15. 10. 1992, 68–71.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 379–380

Metalurgia druhotných zdrojov zlata a striebra v realizačnom centre PLATAURUM

KAREL TOMÁŠEK, ĽUDOVÍT RABATIN a PAVOL VADÁSZ

Ústav metalurgie a materiálov Hutníckej fakulty TU, Letná 9, 042 00 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Secondary gold and silver metallurgy in the processing centre PLATAURUM

The Precious Metals Processing Centre – PLATAURUM was established as a part of the Institute of Metallurgy and Materials at the Faculty of Metallurgy Technical University of Košice in 1993. The aim of the Centre is to contribute to the development of the precious metals extraction, refining, treatment and recycling on higher technical level. The main resources of precious metals are secondary metals and alloys such as: old gold jewelery, jewelery and dental gold scrap, jewelery bench scrap, other fine grain dental and jewelery wastes, technical and laboratory metals, selected electronical metal, old silver and monetary metals, etc. The following technologies and procedures in the small scale gold and silver refinery are used: remelting of the secondary metals, two steps Ag and Au electrolysis, smelting and alloying of the Au-Ag-Cu alloys, casting of the Au alloys semiproductes, rolling and finishing of the Au alloys sheets, wires and rods, casting of the refined Ag metal. 100–150 kg of pure Au and 500 kg of pure Ag are recycled and processed yearly. All these activities are realized according to the certificate of The Assay Office of the Slovak Republic as a university small business. Another simultaneous aim of The Centre PLATAURUM activities is the technology transfer from the university research to the space of the small business in the region. Theoretical and technological information background is based on the research project Physicochemical and metallurgical principles of secondary gold and silver metals refining.

Key words: gold, silver, secondary metals, recycling

Úvod

Slovensko patrí ku krajinám, ktoré majú stále viac obmedzené prvotné zdroje kovov, pri stále sa zvyšujúcej a rozširujúcej spotrebe. Táto situácia platí pre obecné kovy rovnako ako pre kovy ušľachtilé, najmä Au a Ag. Obmedzenia možností využívať súčasné alebo budúce primárne zdroje ušľachtilých kovov na Slovensku je možné charakterizovať takto:

- limity výskytu a množstva,
- limity ekonomické,
- limity technické,
- limity ekologické.

Tieto obmedzenia sa prejavujú u krajín ako je Slovensko, ktoré je možné z týchto aspektov charakterizovať ako krajinu s prakticky vyťaženými zásobami bohatších zdrojov kovov, krajinu s hustým osídlením a vyššou úrovňou environmentálneho myslenia obyvateľstva.

Príkladom môže byť skúsenosť kanadsko-českej spoločnosti TVX Bohemia Důlní (Hájek, 1999), ktorá vykonáva prieskum ložísk Au v Kašperských Horách. Činnosť tejto spoločnosti, ktorej cieľom je Au ťažiť a vyrábať sa stretla s organizovaným odporom miestnej aj širšej verejnosti a nejednoznačným postojom Ministerstva životného prostredia ČR, ktoré spoločnosti odobralo licenciu na prieskumné práce. Pritom TVX Bohemia Důlní doteraz vynaložila na viacročné technické práce pri prieskume priamo v Kašperských Horách cca 150 miliónov Kč.

Aj z týchto dôvodov je účelné dôslednejšie sa venovať recyklácii a prepracovaniu druhotných surovín Au a Ag. Často sa druhotné ušľachtilé kovy spracuvávajú málo efektívne alebo vytvárajú nevyužité deponované „odpady". Efektívne prepracovanie druhotného Au a Ag a ich rýchla recyklácia znižuje tak na prvotné zdroje. Charakter a vyšší obsah Ag a Au v druhotných kovoch umožňuje použiť jednoduchšie postupy ako je tomu v primárnej metalurgii a organizovanie výkupu je nepomerne lacnejšie ako vyhľadávanie a ťažba, čo sú nesporné výhody sekundárnej metalurgie Au a Ag.

Realizačné centrum PLATAURUM

Hutnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach zriadila v svojom Ústave metalurgie a materiálov oddelenie ušľachtilých kovov – realizačné centrum PLATAURUM, zamerané na výskum a vývoj v oblasti sekundárnej metalurgie ušľachtilých kovov. Činnosť centra je možné charakterizovať nasledovne:

- výskum a vývoj v oblasti metalurgie druhotných zdrojov Au a Ag,
- poradenská a expertízna činnosť,
- technologický transfer z prostredia univerzitného výskumu do sféry regionálneho podnikania,
- hospodárska činnosť v oblasti prepracovávania druhotného Au a Ag.

Činnosť centra sa opiera o teoretickú bázu, ktorú tvoria výsledky dvoch vedeckých projektov „Metalurgické aspekty tvorby, tavenia a spracovania zliatin ušľachtilých kovov z druhotných surovín" a „Fyzikálnochemická a metalurgická podstata rafinácie Au a Ag z druhotných zdrojov". Technicko-technologické vybavenie má charakter mikrohuty, čo v prípade Au a Ag znamená rozmer laboratórnych zariadení. Na týchto zariadeniach bolo roku 1998 prepracované 150 kg čistého Au a 500 kg Ag.

Ambíciou centra je prispieť svojou vedecko-výskumnou a technicko-odbornou činnosťou k zvýšeniu technickej úrovne a efektívnosti prepracovania a recyklácie Au a Ag.

Druhotné zdroje zlata a striebra

Charakter druhotného Au a Ag, resp. odpadov z ich výroby a spotreby určuje štruktúra spotreby týchto kovov. Roku 1990 sa na svetovom trhu realizovalo 2799 t Au, pričom 441 t pochádzalo z druhotných zdrojov (Meretukov, 1992). Štruktúra spotreby tohto množstva Au vyjadrená percentuálne predstavovala:

71 % klenoty a umenie,
5 % elektronika,

2,5 % ostatné technické zliatiny,
1,8 % dentálne kovy,
4,8 % mince,
8,4 % bankové komerčné zliatky,
6,5 % štátne intervencie.

Z uvedenej štruktúry vyplýva, že najväčším zdrojom druhotného Au pre recykláciu je klenotníctvo, elektronika, technika a stomatológia.

Viacerí autori zhodne delia druhotné Au a jeho odpady do kategórií podľa obsahu Au (Loewen, 1998; Maslenickij, 1987). Rozlišujeme nasledovné kategórie:

– staré šperky a ich zlomky	39–73 % Au,
– dentálne zliatiny	cca 66 % Au,
– klenotnícke úlomky a piliny	19–52 % Au,
– zemný odpad	0,1–9 % Au,
– použité tégliky	0,8–5 % Au,
– brúsne prachy	0,5–5 % Au,
– odpady brúsnych papierov	0,1–4 % Au,
– hodinársky plátovaný odpad	0,25–5 % Au,
– triedený elektronický šrot (kontakty)	cca 1 % Au,
– netriedený elektronický odpad	0,007–0,03 % Au.

Elektronický odpad akokoľvek triedený nie je vhodný pre recykláciu kovov v malých rozmeroch, na rozdiel od bohatých klenotníckych a dentálnych odpadov. Pre recykláciu Au z elektronických odpadov sa využívajú hydrometalurgické aj pyrometalurgické postupy.

Pyrometalurgické postupy sú založené na využití pyrometalurgických procesov výroby Cu alebo Pb, pretože obidva kovy sú dobrým kolektorom ušľachtilých kovov (Reddy, 1978; Imriš et al., 1996). Tento zdroj Au sa tak môže stať súčasťou surovinových vstupov primárnej metalurgie Cu a Pb z koncentrátov s obsahom Au a Ag. Aj keď koncentrácia Au v elektronických a to aj triedených odpadoch je veľmi nízka, absolútne spotreby Au v tejto oblasti sú vzhľadom na rýchlu amortizáciu elektronických zariadení veľmi zaujímavé. V USA sa na tieto účely spotrebuje 20 t Au ročne, v Japonsku 17 t a v Nemecku 9 t (Raub, 1987).

Ostatné druhotné zdroje Au, ktoré sú oproti elektronickému šrotu o 1 až 2 rády na Au bohatšie, je možné recyklovať a prepracovať v kapacitných meradlách mikrohuty v relatívne malých množstvách. Popísané druhotné zdroje Au obsahujú v rôznych množstvách Ag, Pt a Pd, ako aj obecné neželezné kovy, najmä Cu, Ni, Zn a Cd.

Druhotné zdroje Ag vhodné pre efektívnu recykláciu Ag je možné rozdeliť na odpady fotochemické, ktoré sú dnes najvýznamnejším zdrojom Ag a na odpady metalizované s rôznym obsahom Ag (Vadász et al., 1997). V prvom priblížení je možné metalizované odpady Ag charakterizovať takto:

– Ag pásy, kontakty a nity	... 80–99 % Ag,
– Ag príbory, rady, šperky a mince	... 80–92 % Ag,
– postriebrené kontakty	... do 5 % Ag.

Osobitnú pozornosť si zasluhujú anódové kaly z výroby Cu ako spoločný zdroj Au, Ag, platinových kovov, Se a Te. Aj keď ide o druhotný zdroj ušľachtilých kovov, jeho pôvod je v primárnej metalurgii Cu a spracovaní medených, resp. polymetalických rudných koncentrátov. Podľa surovinových vstupov do výroby Cu typické anódové kaly môžu obsahovať cca 5 % Ag a 0,04 % Au. Pri výrobe 25 000 t medi ročne, čo predstavuje súčasnú výrobnú kapacitu Kovohút a. s., Krompachy, vznikne cca 150 t uvedených kalov, čo predstavuje 7,5 t Ag a 60 kg Au (Štofko et al., 1997).

Prepracovanie druhotných zdrojov zlata a striebra

V realizačnom centre PLATAURUM sa používa viacero ustálených schém prepracovania metalizovaných odpadov Au a Ag. Pri spracovaní starých šperkov, ich zlomkov, dentálnych zliatin, klenotníckych úlomkov a pilín sa postupuje podľa tejto schémy:

– príprava vsádzky a úprava zloženia,
– tavenie a liatie anód,
– 1. elektrolýza, ktorej produktom je Au kal a Ag 995/1000,
– tavenie Au kalu a liatie Au anód,
– 2. elektrolýza, ktorej produktom je Au 999,9/1000,
– tavenie Au 999,9/1000,
– 3. elektrolýza, v ktorej z Ag 995/1000 získa Ag 999,9/1000,
– tavenie Ag 999,9/1000.

Produktom tohto postupu je tiež čisté Au a Ag vhodné pre výrobu zlatých zliatin a polotovarov.

Striebornú elektrolýzu prebieha v elektrolyte, ktorý tvorí sústava HNO_3-$AgNO_3$-H_2O pri relatívne nízkej hustote prúdu 150–300 A/m^2. Na katóde sa vylučuje Ag, do elektrolytu prechádza Cu a ďalšie obecné kovy a anódový kal tvorí Au a platinové kovy. Zlatá elektrolýza sa robí v prostredí elektrolytu tvoreného kyselinou chlórovodíkovou s koncentráciou 100–300 g/l Au v podobe $AuCl_3$ a 40–100 g/l voľnej HCl. Používa sa asymetricky prúd pri prúdovej hustote 600–1500 A/m^2. Au sa získava na katóde, kal je tvorený chloridom strieborným a do elektrolytu prechádza Cu, Pt, Pd a ďalšie obecné kovy.

Pri prepracovaní jemných zlatých odpadov, ako je zemný odpad, brúsne prachy a papiere sa používa nasledovný postup:

– spaľovanie odpadu,
– magnetická separácia popola,
– sitovanie popola,
– lúhovanie v lúčavke kráľovskej,
– filtrácia,
– zrážanie Au z filtrátu.

Získané Au má čistotu 980/1000 a používa sa na zvýšenie rýdzosti anód pre elektrolytickú rafináciu Au.

V prípade spracovania bohatých metalizovaných odpadov Ag sa postupuje podľa nasledovnej schémy:

– redukčné tavenie,
– liatie Ag anód,
– 1. Ag elektrolýza, produktom je Ag 995/1000,
– tavenie a liatie Ag anód,
– 2. Ag elektrolýza, produktom je Ag 999,9/1000,
– tavenie a liatie striebornych ingotov alebo granúl.

Pre výrobu polotovarov pre klenotníctvo, a to plechov, pásov, tyčí a drôtov sa používa Au, Ag a Cu kvality 999,9/1000, pričom Au a Ag sa používa z vlastnej recyklácie. Legovaním, tavením a liatím sa vyrobia ingoty o rýdzosti 585/1000 alebo 750/1000, ktoré sa valcujú na požadované tvary a povrchovo upravujú.

Pre finálne spracovanie anódových kalov z výroby Cu bola vyvinutá technológia elektrolytickej rafinácie striebornych zliatkov s obsahom Au z prvotného spracovania týchto kalov. Je možné použiť kombináciu viacerých stupňov vyššie popísaných elektrolýznych procesov, pričom sa získava čisté Ag, Au a zrazenina platinových kovov. Technológia bola overená v laboratórnom meradle a ponúknutá realizátorovi, ktorým sú Kovohuty Krompachy ako domáci producent Cu.

Vyvinula sa aj technika galvanického pozlacovania umeleckých a sakrálnych predmetov, pričom sa zároveň študovali elektrochemické princípy tohto procesu.

Záver

Činnosť realizačného centra PLATAURUM preukázala, že je možné na základe vlastných vedecko-výskumných výsledkov zriadiť a prevádzkovať mikrohutu v laboratórnom rozmere, v ktorej je možné prepracovať druhotné zliatiny Au a Ag na čisté kovy. Prispieva sa tým k zvýšeniu recyklácie Au a Ag z druhotných zdrojov pri súčasných obmedzených možnostiach využívania primárnych zdrojov.

Literatúra

Hájek, F., 1999: Je těžba zlata veřejným záujmem? *Metal report 9, 3, 16–17.*

Imriš, I., Štofko, M. & Tomášek, K., 1996: Možnosti získavania ušľachtilých kovov z metalizovaného odpadu v KO Krompachy. *Technicko-ekonomická štúdia HF TU Košice.*

Lowen, R., 1998: Small scale refining of jewelers scraps, TMS Precious Metals 89, 443–461.

Maslenickij, I. N., 1987: Metallurgija blagorodnych metallov. *Metallurgija, Moskva.*

Mereťukov, M.A., 1992: Konjunktúra a výsledky v oblasti získavania a použitia ušľachtilých kovov. *In: Možnosti získania drahých a vzácnych kovov z prvotných a druhotných surovín v podmienkach ČSFR. HF TU Košice, 1–52.*

Raub, CH. J., 1987: Gold and platinum metals in the electronic industry. *TMS Precious Metals, 87, 109–112.*

Reddy, R. G., 1987: Recovery of precious metals by pyrometallurgical processing of electronic scrap. *TMS Precious Metals, 87, 135–146.*

Štofko, M., Štofková, M. & Harvanová, J., 1997: Tiomočovina pri lúhovaní zlata z mediarenskych kalov. *In: Metallurgy East-West 97. Slovenská hutnícka spoločnosť, Košice, 142–147.*

Vadász, P., Rabatin, L. & Tomášek, K., 1997: Striborné odpady, ich klasifikácia a možnosti spracovania. *Acta Metallurgica Slovaca, 3, 1, 41–46.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 381–382

Elektrolytická rafinácia striebra a zlata

ĽUDOVÍT RABATIN, PAVOL VADÁSZ a KAREL TOMÁŠEK

Ústav metalurgie a materiálov, Hutnícka fakulta TU Košice, Letná 9, 042 00 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Silver and gold refining by electrolysis

The paper presents methodologic, technique and experimental results of the silver and gold refining by electrolysis. In the recycling of Au and Ag from the jewelery and dental gold scrap and other gold metallic wastes is necessary to obtain pure gold and silver. Only when pure refined gold and silver are used for new gold alloys production, is it possible to guarantee high quality of these alloys in jewelery or dental practice. The first step of the Au-Ag-Cu alloys recycling is silver electrolysis with nitrate electrolyte and the second step is gold electrolysis with chloride electrolyte. Experimental result of these Ag and Au electrolysis as a influence of the current density are discussed and parameters of the electrolysis with the results of 999.9/1000 Ag and Au are presented.

Key words: gold, silver, electrolysis, recycling

Úvod

Ag a Au sú najdôležitejšie kovy na výrobu šperkov a dentálnych zliatin. Pre ich cenu a výskyt v prírode treba počítať s recykláciou všetkých foriem zlomkov kovového odpadu, resp. roztokov, v ktorých sa tieto kovy vyskytujú. Spracúvaním pyrometalurgickými, chemickými alebo kombinovanými postupmi (Loewen, 1988; Maslenickij, 1987) sa získavajú kovové zliatky, ktoré treba rozdeliť na jednotlivé ušľachtilé kovy a napokon elektrolyticky rafinovať na čistý kov v rýdzosti minimálne 999,5/1000.

Experimentálna časť

V metalizovanom odpade zlatých zliatin býva 300–700/1000 Au a zvyšok tvorí Ag a bežné kovy. Takýto odpad nemožno na rýdze Au alebo Ag elektrolyticky rafinovať priamo. Z literatúry je zrejmé (Maslenickij, 1987), že priama elektrolytická rafinácia Ag je možná do obsahu maximálne 200/1000 Au v zliatine, a preto bolo treba koncentráciu Au na túto hodnotu upraviť. Na zriedenie sa použilo Ag z fotografických roztokov s rýdzosťou 985/1000. Toto kovové Ag bolo znečistené malým množstvom S, ktorá sa do kovu dostáva pri elektrolýze z ustaľovača (Krištofová, 1995). Na elektrolýzu sme použili Thumov elektrolyzér s horizontálnym usporiadaním elektród. Katódou bol antikorózny plech a anódy sa oddelili diafragmovým plátnom. Zbernice sa vzhľadom na životnosť a stratu prúdu zhotovili zo Au. Nádoba elektrolyzéra a anódový kôš s diafragmou boli zvarené z polypropylénu. Elektrolytom bol roztok dusičnanu strieborného s obsahom 100,0 $g.l^{-1}$ Ag, a 1 % voľnej kyseliny dusičnej, teplota elektrolytu 25–30 °C a zdrojom jednosmerného prúdu bol regulovateľný usmerňovač.

Elektrolytická rafinácia striebra

Experimentálne sa sledovala účinnosť elektrolytického vylučovania kovu na katóde a ochudobňovania elektrolytu v závislosti od prúdovej hustoty. Cieľom bolo dosiahnuť rýdzosť Ag najmenej 999,5/1000 – vhodnú na prípravu zliatin Au – v jednom stupni rafinácie, prijateľnú účinnosť elektrolýzy a dostatočnú životnosť elektrolytu. Prúdová hustota bola 200, 400, 600 a 800 $A.m^{-2}$. Ďalšie podmienky rafinácie boli:

koncentrácia elektrolytu	102,2 $g.l^{-1}$ Ag
anódový kov	77,3 % Ag
	18,5 % Au
	2,9 % Cu
	1,3 % iné

Z výsledkov elektrolytickej rafinácie Ag v tab. 1 vyplýva, že kov s obsahom do 20 % Au v zliatine možno efektívne rafinovať pri prúdovej hustote do 600 $A.m^{-2}$ s účinnosťou cca 90,9 % a rýdzosťou katódového Ag do 999,5/1000. Pri zvýšení prúdovej hustoty (800 $A.m^{-2}$) sa účinnosť rafinácie znižuje a klesá aj rýdzosť získaného Ag. Súčasne sa ochudobňuje elektrolyt o Ag vylúčené na katóde. Vylučovanie Ag z elektrolytu dosahovalo pri prúdovej hustote 800 $A.m^{-2}$ takmer 11 %. Rýchlo sa ochudobňoval elektrolyt a to viedlo k poklesu rýdzosti katódového Ag. Vylučovanie Ag z elektrolytu sa zistilo pri každej prúdovej hustote, ale jeho intenzita bola od 7 do 11 % Ag v katódovom kove. Sledovanie koncentrácie Ag v elektrolyte a jeho udržiavanie na príslušnej úrovni je pri elektrolytickej rafinácii Ag nevyhnutnou technologickou operáciou. Kvalita vylúčeného Ag vo veľkej miere závisí od obsahu sprievodných kovov koncentrujúcich sa v elektrolyte. Prekročenie koncentrácie Cu nad 150 $g.l^{-1}$ sa prejavilo poklesom rýdzosti katódového Ag na 989/1000.

Elektrolytická rafinácia zlata

Anódový kal sa po elektrolytickej rafinácii Ag varil v kyseline dusičnej, aby sa odstránilo Ag, Pd a Cd. Vyvarený a premytý kal sa tavil a odlieval do anód na elektrolytickú rafináciu Au. Odlisté anódy dosahovali rýdzosť 950–980/1000 Au. Zvyšok tvorili kovy Pt skupiny a zvyškové množstvo

Tab. 1
Experimentálne výsledky elektrolytickej rafinácie Ag
Experimental results of the electrolytical refining of Ag

Prúdová hustota $A.m^{-2}$	Prúdová účinnosť vylučovania %	Výťažnosť kovu na katóde z anódy %	Výťažnosť kovu na katóde z elektrolytu %	Rýdzosť Ag 1/1000
200	93,2	92,89	7,11	999,9
400	91,0	91,4	8,60	999,9
600	89,7	91,5	8,50	999,5
800	83,7	89,17	10,83	999,0

Ag, Cu, Sn a pod. Au sa elektrolyticky rafinovalo vo Wohlwillovom elektrolyzéri, ktorého nádoba musí odolávať kyslým roztokom a vyššej teplote (Gajda, 1982). Elektrolyt obsahuje 100–200 $g.l^{-1}$ Au vo forme chloridu zlatitého rozpusteného v destilovanej vode, 50–100 $g.l^{-1}$ HCl a teplota elektrolytu je 40 až 80 °C. Na napájanie elektrolyzéra sa používal asymetrický prúd a prúdová hustota v intervale 600–1500 $A.m^{-2}$.

Experimentálne podmienky elektrolytickej rafinácie Au:

prúdová hustota	800, 1000, 1500 $A.m^{-2}$
obsah Au v elektrolyte	120,0 $g.l^{-1}$ Au
zloženie anódového kovu	98,3 % Au
	1,7 % iné

Iné kovy zastupuje Ag, Cu, Sn, Pt, Rh, Pb, Fe, Sb a Cd. Ich obsah v anóde je veľmi nízky, pri niektorých ide o stopové množstvo, a preto sa uvádza ich sumárny obsah.

Tab. 2
Experimentálne výsledky elektrolytickej rafinácie Au
Experimental results of the electrolytical refining of Au

Prúdová hustota $A.m^{-2}$	Prúd. účinnosť vyluč. Au %	Rýdzosť katód. Au 1/1000
800	96,8	999,9
1000	96,3	999,9
1500	95,8	999,8

Z prehľadu experimentálnych výsledkov (tab. 2) je zrejmé, že na čistotu vylúčeného kovu nemá výrazne negatívny vplyv ani vysoká prúdová hustota pri elektrolýze. Oveľa väčší vplyv má nasýtenie elektrolytu sprievodnými kovmi.

Uvádzame maximálne prístupnú koncentráciu niektorých sprievodných kovov v elektrolyte pri rafinácii Au (Maslenickij, 1987):

Cu	85,0 $g.l^{-1}$
Pt	35,0 $g.l^{-1}$
Pb	1,5 $g.l^{-1}$
Sn	1,5 $g.l^{-1}$
Fe	2,0 $g.l^{-1}$
Sb	1,0 $g.l^{-1}$

Experimenty potvrdili, že pri elektrolýze Au je najdôležitejšie sledovať chemické zloženie elektrolytu (hlavne obsah sprievodných kovov), aby sa koncentrácia prímesí udržala pod stanovenými maximálnymi hodnotami. Tým sa dosiahne požadovaná kvalita vylúčeného Au na katóde. Vplyv prúdovej hustoty v sledovanom intervale sa výrazne neprejavil. Predpokladáme, že ide o vplyv asymetrického prúdu použitého na napájanie elektrolyzéra.

Záver

Uvedené experimentálne výsledky sú prvotnými informáciami o elektrolytickej rafinácii Ag a Au. Ďalšie parametre procesu sa sledujú grantovým vedeckým projektom, ktorý rieši naše pracovisko.

Z výsledkov vychodí, že elektrolytickú rafináciu Au aj Ag z kovového odpadu možno výhodne použiť v rámci jednej rafinácie usporiadanej ako strieborná a zlatá elektrolýza. Vhodným riedením zlatého kovového odpadu s kovovým strieborným odpadom na koncentráte Au do 200/1000 v anódovom kove sa dá jednostupňovou rafinačnou elektrolýzou získať Ag s rýdzosťou až 999,9/1000. Čistota katódového Ag v rozhodujúcej miere závisí od koncentrácie prímesí v elektrolyte a v menšej miere od prúdovej hustoty.

Pri použití Wohlwillovho elektrolyzéra na rafináciu anódového Au s rýdzosťou minimálne 950/1000 sa zistilo, že dosahovaná čistota katódového kovu je veľmi vysoká (999,9/1000 Au) a je priamoúmerná stupňu znečistenia elektrolytu. Overovaná prúdová účinnosť pri rafinácii Ag a Au pri použitých typoch elektrolyzérov bola z hľadiska čistoty získaných kovov vyhovujúca. Pri elektrolýze Ag bola od 90 do 93 % a pri elektrolytickej rafinácii Au cca 96 %. V druhom prípade pravdepodobne ide o dôsledok použitia asymetrického prúdu na napájanie elektrolyzéra. Predpokladáme, že prúdovú účinnosť elektrolytickej rafinácie Ag možno zvýšiť iným typom elektrolyzéra, resp. vhodnejším prepojením kontaktov, pretože v našom laboratórnom zariadení bola istá strata v spojovacích uzloch vodičov a zberníc.

Zdôrazňujeme, že pri elektrolytickej rafinácii Au a Ag z kovového odpadu je nevyhnutné poznať ich pôvod a chemické zloženie. Celá rafinácia je založená na presných chemických analýzach kovov a použitých roztokov.

Poďakovanie. Ďakujeme Grantovej agentúre Slovenskej republiky za podporu pri riešení vedeckého projektu s grantovou preferenciou č. 1/6002/99.

Literatúra

Gajda, G. J., 1982: Gold Refining. 2nd edit., Santa Monica, California, USA.

Krištofová, D., 1995: Příspěvek ke zpětnému získávaní elektrolytického stříbra z odpadních ustalovacích roztoků. *In: Precious Metals, Košice.*

Loewen, R., 1988: Small scale refining of jewelers wastws. *In: M. C. Jha & S. D. Hill (Eds.): Precious Metals. The Minerals, Metals and Materials Soc.*

Maslenickij, I. N., Čugajev, L. V., Borbat, B. F., Nikitin, M. V. & Strižko, L. S., 1987: Metallurgija blagorodnych metallov. 2. vyd. *Metallurgija, Moskva.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 383–388

Mikroštruktúra zlatých zliatin

PAVOL VADÁSZ[1], ĽUDOVÍT RABATIN[1], KAREL TOMÁŠEK[1] a GABRIEL JANÁK[2]

[1]Ústav metalurgie a materiálov Hutníckej fakulty TU Košice, Letná 9, 042 00 Košice
[2]Katedra náuky o materiáloch Hutníckej fakulty TU Košice, Letná 9, 042 00 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Microstructure of gold alloys

In the paper there are various types of gold alloys for jewellery practice presented and analysed according to their colour and microstructure. These alloys are based on the system Au-Ag-Cu. The gold content in this system is defined according to precious metal assay law and is controlled by The Assay Office of the Slovak Republic. Usually is it 585/1000 or 750/1000 of gold content. Influence of the another non ferrous metals such as zinc, cadmium and nickel compared to influence of silver and copper to the creation of these alloy is described. There are acomplished to these gold alloys the gold solderings. Examples of the morphology of the microstructures of these alloys in casted, deformed and annealed state are presented and discussed. Various states of the gold alloys are by the dendritic, texture or polyedric microstructure characterized.

Key words: gold alloys, microstructure, morphology

Úvod

Ušľachtilé kovy (Au, Ag) sú v rýdzom stave veľmi mäkké, na bežnú výrobu šperkov nevhodné, a preto sa prevažná väčšina zlatých a strieborných šperkov vyrába zo zliatiny dvoch alebo viacerých kovov. Takáto zliatina má iné fyzikálne, chemické a mechanické vlastnosti ako základné kovy. Ide o:

a) zníženie teploty tavenia,
b) zväčšenie pevnosti, tvrdosti, odolnosti a trvanlivosti,
c) zmenu farby a
d) zníženie ceny vyrobku.

Zliatiny ušľachtilých kovov sa pripravujú z čistých kovov, pričom rýdzosť Au, Ag a Cu je minimálne 999,5/1000 a bežných kovov (napr. Ni, Cd, Zn) 999/1000. Základnou na tvorbu klenotníckych zliatin je sústava Au–Ag–Cu. Klenotnícke zliatiny musia obsahom ušľachtilého kovu zodpovedať požiadavkám puncového zákona. V SR je to zákon č. 539/1992 Zb. Vlastnosti zlatých klenotníckych zliatin možno dokumentovať ich mikroštruktúrou. V tejto štúdii sledujeme zmenu mikroštruktúry zlatých zliatin v priebehu ich spracúvania (odlievania, tvárnenia a žíhania).

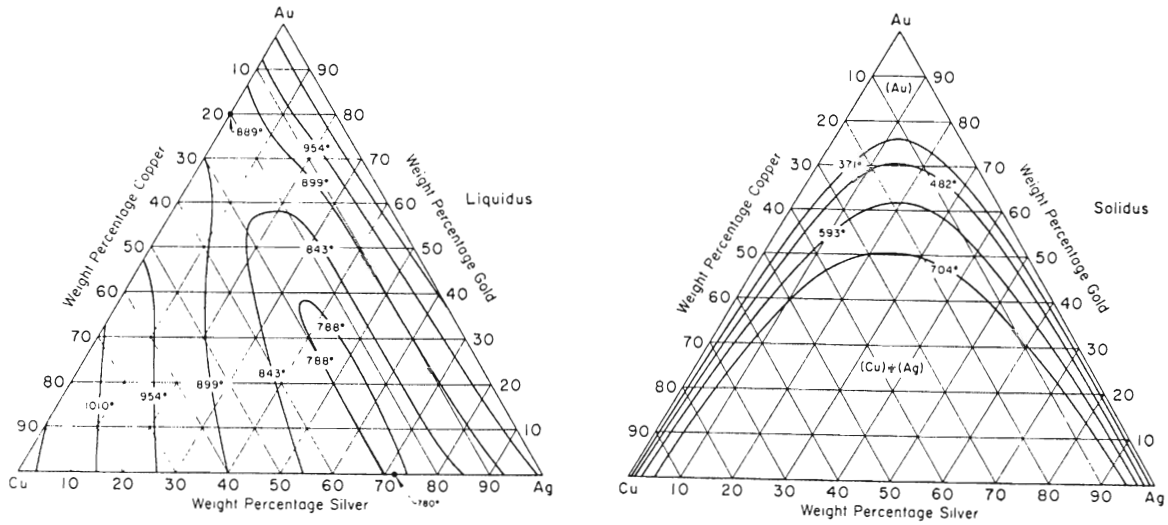
Experimentálna časť

Príprava zlatých klenotníckych zliatin

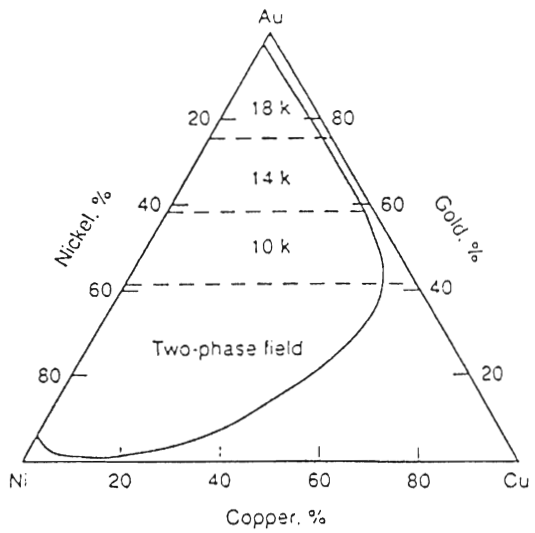
Zlievateľnosť Au so Ag a Cu je veľmi dobrá a táto sústava je v kvapalnom aj tuhom stave neobmedzene rozpustná. Na obr. 1 je ternárny diagram sústavy Au–Ag–Cu s vyznačením izoterm likvidu, resp. solidu. Izotermy likvidu vymedzujú oblasti prítomnosti homogénnej taveniny pri danej teplote a izotermy solidu predstavujú zloženie tuhej zlatej zliatiny. V ternárnej sústave je výrazná dvojfázová oblasť existencie tuhého roztoku Ag–Cu. Binárna sústava Au–Cu a Au–Ag sú neobmedzene rozpustné v kvapalnom aj tuhom stave a sústava Ag–Cu neobmedzene rozpustná v kvapalnom a obmedzene v tuhom stave (Metals a Handbook, 1973). Ternárna sústava Au–Cu–Ni (obr. 2) predstavuje tzv. biele niklové Au a pri normálnej teplote jej zliatiny tvorí dvojfázový tuhý roztok Au–Ni (Metals Handbook, 1973). Zliatiny sústavy Au–Cu–Ni sú náchylné na tvorbu tepelných trhlín, a preto sa do nich pri výrobe klenotníckej zliatiny pridáva aj Zn.

Ďalšiu skupinu zlatých klenotníckych zliatin tvoria zlaté spájky, ktoré slúžia na spájanie častí zlatých šperkov. Spájky musia mať rovnakú rýdzosť a farbu ako zlatý šperk, ale výrazne nižšiu teplotu tavenia (Vadász et al., 1998). Teplota tavenia sa najčastejšie znižuje pridaním Cd a Zn (Täubl, 1975). Množstvo týchto prísad je ohraničené ich rozpustnosťou v tuhom roztoku základných kovov zlatej zliatiny. Z uvedeného vychodí, že sledované zlaté zliatiny a spájky s rýdzosťou 585/1000 Au tvoria v roztavenom stave homogénnu taveninu a po ich stuhnutí štruktúru tuhých zliatin tvoria tuhé roztoky.

V tejto štúdii sledujeme mikroštruktúru piatich typov klenotníckych zliatin, ktorých zloženie uvádza tab. 1. Ide o tri klenotnícke zlaté zliatiny (červenej, žltej a bielej farby) a dva druhy zlatých spájok (žltej a bielej farby). Rýdzosť týchto zlatých zliatin je 14 karátov, čo zodpovedá obsahu 585/1000 Au. Au a Ag na prípravu klenotníckych zliatin sa vyrobilo v ÚMM elektrolytickou rafináciou (Rabatin et al., 1999). Cu bola z Kovohút v Krompachoch (čistota 99,985 %) a Zn, Ni a Cd z Lachemy Brno (čistota minimálne 99,9 %). Čisté kovy sa tavili v grafi-



Obr. 1. Izotermické oblasti v ternárnej sústave Ag–Au–Cu v roztavenom, resp. tuhom stave.
Fig. 1. Isothermical sections of ternar diagram of Ag–Au–Cu alloys at liquidus and solidus state.



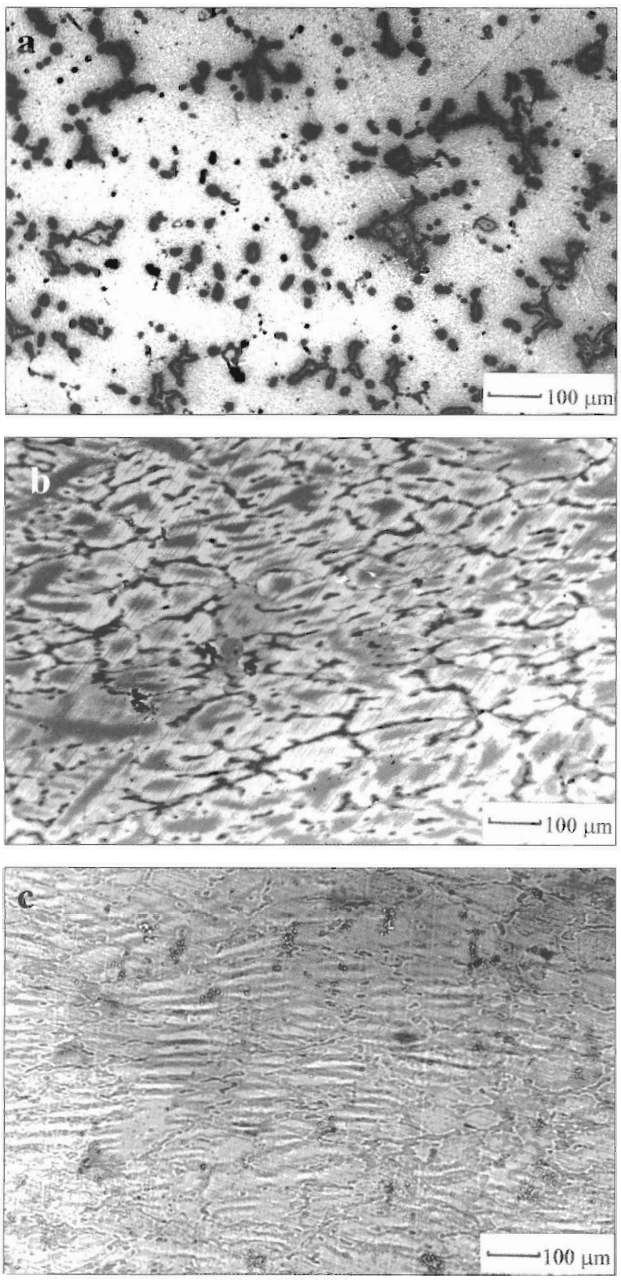
Obr. 2. Izotermická oblasť v ternárnej sústave Au–Ni–Cu pri teplote 315 °C.
Fig. 2. Isothermical section of ternar diagram of Au–Ni–Cu alloys at temperature 315 °C.

tovom tégliku (obsah popola do 0,06 %) pod zásypom z dreveného uhlia. Najprv sa tavilo Au, potom sa do taveniny ponáralo Ag, nasledovala Cu a napokon ostatné legúry. Taveniny sa odlievali pri rovnakej teplote (1100 °C), dokonale sa premiešali grafitovou tyčkou a homogenizovali tri až päť minút pri teplote odlievania. Pripravená tavenina sa odlievala do kovovej kokilky vyhriatej na 300 °C cez redukčný plameň. Ihneď po stuhnutí sa ingot zliatiny kalil v 10–15 % roztoku kyseliny sírovej a v prípade zlatých spájok voľne ochladzoval v kokilke. Z takto odliatych vzoriek sa vyrezali vzorky na mikroskopickú analýzu liateho stavu, ako aj vzorky, ktoré sa tvárnili valcovaním a potom homogenizačne žíhali. Vzorky sa tvárnili valcovaním za studena na laboratórnej valcovacej stolici duo, pričom ich plastická deformácia bola 50 % na dva úbery. Homogenizačné žíhanie prebiehalo v elektrickej odporovej peci pri 500 °C počas troch minút s nasledujúcim kalením v 10–15 % H_2SO_4 v prípade zlatých zliatin, resp. voľne na vzduchu v prípade zlatých spájok. Takto získané vzorky sa pripravili (brúsili, leštili a leptali) na mikroskopické sledovanie (NEOFOT 2) a semikvantitatívnu prvkovú mikroanalýzu na elektrónovom mikroskope JEOL na Katedre náuky o materiáloch Hutníckej fakulty TU v Košiciach. Na obrázkoch sa dokumentuje mikroštruktúra liateho, tvárneného a žíhaného stavu sledovaných zlatých zliatin a spájok.

Výsledky a ich analýza

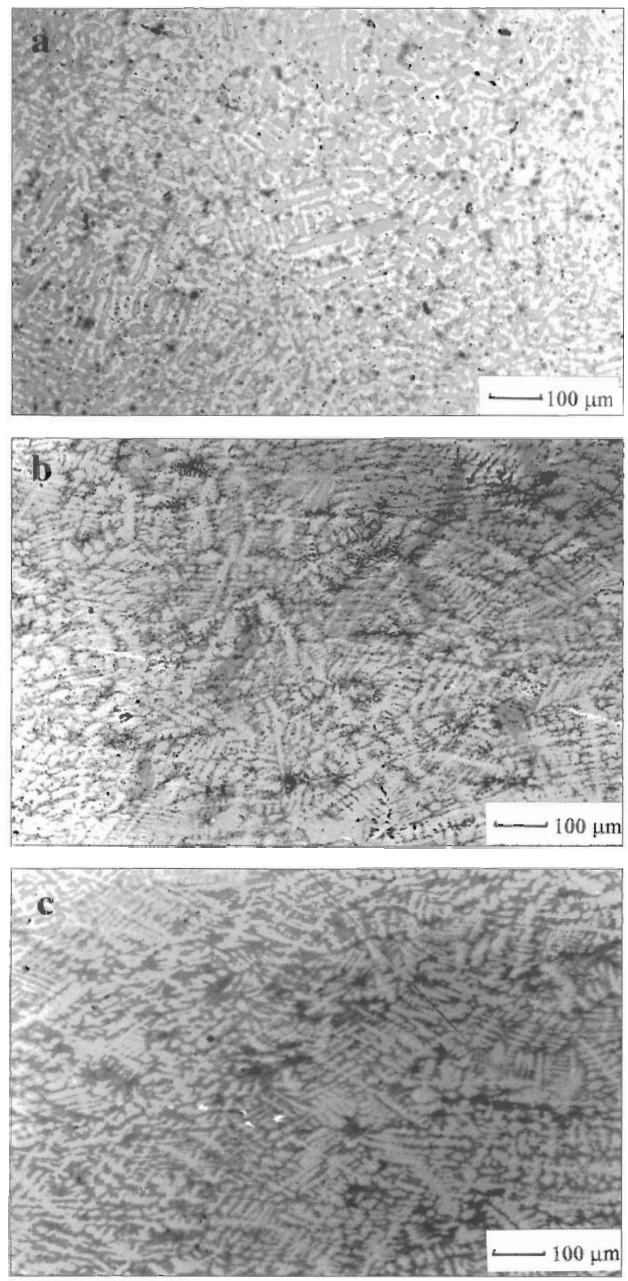
Mikroštruktúra je na obr. 3–7 pri zväčšení 100-krát a predstavuje priečny rez na smer valcovania. Semikvantitatívna prvková analýza sa použila na presnejšiu identifikáciu fáz mikroštruktúry. Chemické zloženie vzoriek je v tab. 1. V texte sa bude uvádzať už iba farebný odtieň zliatiny alebo spájky.

Na obr. 3 je mikroštruktúra 14-karátovej červenej zliatiny a obr. 3a predstavuje jej liaty stav. Mikroštruktúra potvrdzuje dendritickú štruktúru tuhého roztoku s nerovnakým obsahom Au, Ag a Cu. Biele oblasti predstavujú dendrity z tuhého roztoku Au–Cu s nízkym obsahom Ag (Au–Ag–Cu 13 : 1 : 6). Vysoký obsah Cu v týchto fázach značí, že sa pri chladnutí začali vylučovať ako prvé a v tvare dendritov (Cu má v tejto sústave najvyššiu teplotu tavenia). Pri raste dendritu sa mení zloženie tekutej fázy, klesá obsah Cu, rastie obsah Au, sčasti aj Ag, klesá teplota tuhnutia týchto fáz a tieto fázy sú vytláčané do medzidendritického priestoru. Zloženie tejto fázy sa dá približne definovať pomerom zložiek Au–Ag–Cu 11 :1 : 0,5 (tmavosivé oblasti). Dendritická štruktúra sa zistila aj pri zväčšení 8000-krát a v dendritoch (svetlé oblasti) bolo



Obr. 3. Mikroštruktúry a – liateho, b – tvárneného a c – žíhaného stavu zlatej 14-karátovej červenej zliatiny.

Fig. 3. Microstructures of Au 585/1000 red alloy a – in the casted, b – deformed and c – annealed state.



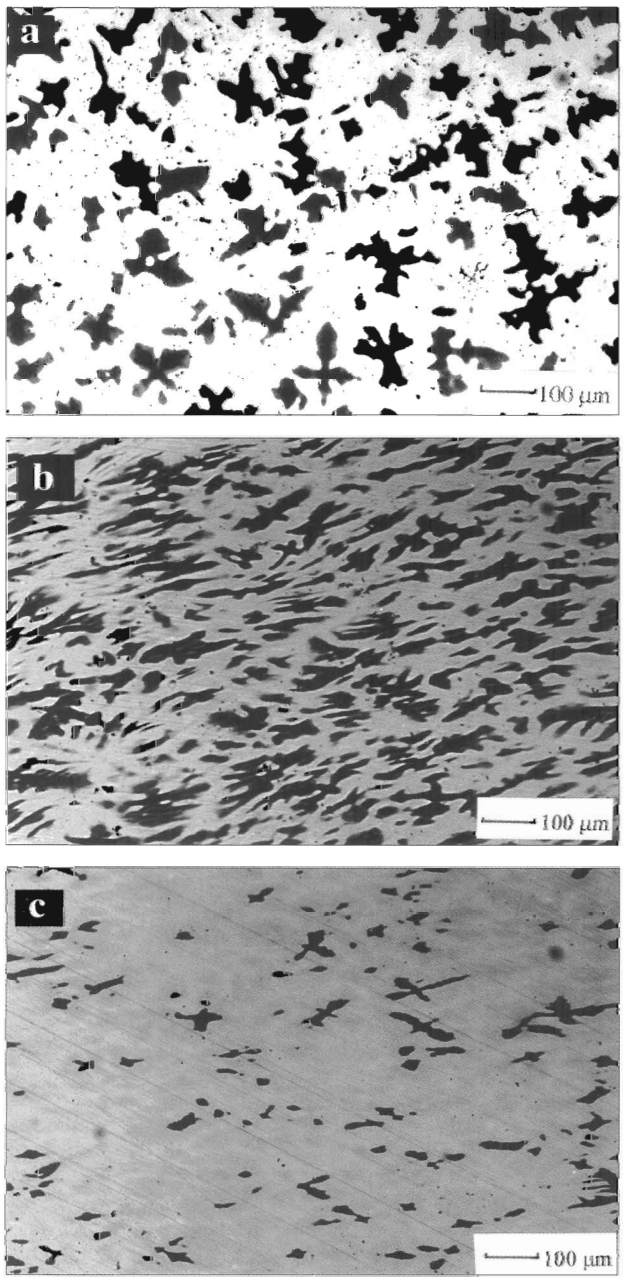
Obr. 4. Mikroštruktúry a – liateho, b – tvárneného a c – žíhaného stavu zlatej 14-karátovej žltej zliatiny.

Fig. 4. Microstructures of Au 585/1000 yellow alloy a – in the casted, b – deformed and c – annealed state.

Tab. I
Chemické zloženie
Chemical composition of studied gold alloys

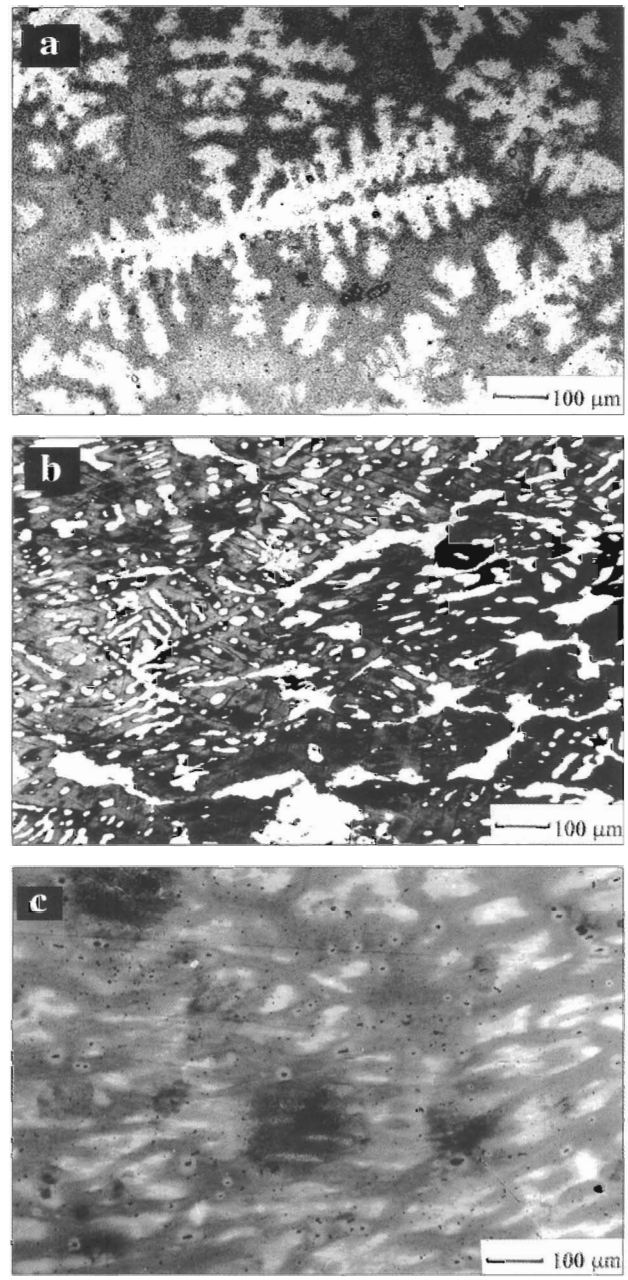
Type and colour	Au	Ag	Cu	Ni	Zn	Cd
			1000/1000			
Red alloy	585	70	345	–	–	–
Yellow alloy	585	320	95	–	–	–
White alloy	585	–	185	155	75	–
Yellow soldering	585	105	210	–	–	100
White soldering	585	265	–	–	100	50

možno pozorovať dendritickú likváciu, t. j. zmenu zloženia tuhej a tekutej fázy počas rastu dendritu. Mikroštruktúra tvárneného stavu je na obr. 3b. Pri plastickej deformácii sa tvorí textúra v smere valcovania. Dendrity sa čiastočne rozpadávajú a deformujú v smere tvárnenia, tvoria vrstvovitú textúru, podobnú polyedrickej. Na obr. 3c je mikroštruktúra červenej zliatiny po homogenizačnom žíhaní. Možno tam sledovať čiastočné zotavenie textúry zliatiny, ale významnejšie je, že sa zloženie zliatin homogenizovalo. Štruktúru možno z veľkej časti charakterizo-



Obr. 5. Mikroštruktúry a – liateho, b – tvárneného a c – žíhaného stavu zlatej 14-karátovej bielej zliatiny

Fig. 5. Microstructures of Au 585/1000 white alloy a – in the casted, b – deformed and c – annealed state.



Obr. 6. Mikroštruktúry a – liateho, b – tvárneného a c – žíhaného stavu zlatej 14-karátovej žltej spájky

Fig. 6. Microstructures of Au 585/1000 yellow soldering a – in the casted, b – deformed and c – annealed state.

vať ako tuhý roztok s obsahom zložiek v pomere Au–Ag–Cu 8 : 1 : 4. Z porovnania mikroštruktúry liateho a žíhaného stavu je zrejmý prechod z dendritickej na polyedrickú štruktúru tuhého roztoku zliatiny sústavy Au–Ag–Cu, ktorej zloženie zodpovedá červenému sfarbeniu (tab. 1).

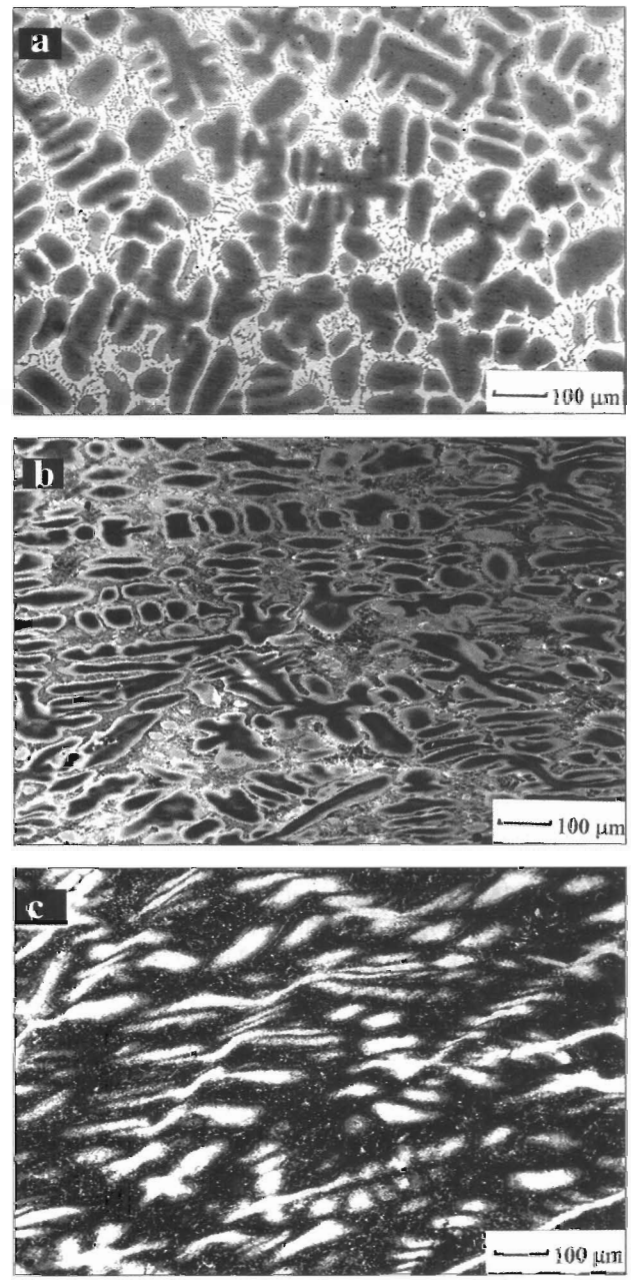
Obr. 4a ilustruje liaty stav svetložltej zliatiny. Mikroštruktúru tuhého stavu tvoria dendrity menšie pri červenej zliatine (do cca 0,2 mm). Z lokálnej mikroanalýzy tejto štruktúry rezultuje, že v prvej fáze tuhnutia vznikajú dendrity s vysokou koncentráciou Cu a Au a s pomerne nízkym obsahom Ag (svetlé oblasti). Pomer zložiek sústavy v týchto fázach Au–Ag–Cu je približne 7 : 1,5 : 1. Pod vplyvom zmeny zloženia taveniny pri tuhnutí v tavenine rastie obsah Ag, ktoré teplotu tavenia zliatiny znižuje. Tuhý roztok s vyšším obsahom Ag tvorí medzidendritickú výplň (Au–Ag–Cu 10 : 5 : 1; tmavosivé oblasti). Čierne škvrny – rozptýlené po celej štruktúre – predstavujú tuhý roztok, v ktorom sú zložky Au–Ag–Cu v pomere 6 : 3 : 1. Tvárnený stav tejto zliatiny je na obr. 4b. Tex-

túra je dendritická, bez výraznejšieho vplyvu valcovania. Koncentrácia tuhého roztoku Au–Ag–Cu vzrástla (6 : 3 :1) a sledovaná je jeho koncentrácia po hraniciach dendritov tuhého roztoku Au–Ag–Cu = 10 : 5 : 1 (tmavosivá oblasť). Mikroštruktúru po žíhaní dokumentuje obr. 4c. Štruktúra tuhého stavu sa nezmenila ani po trojminútovom žíhaní pri teplote 500 °C. Dendritický charakter štruktúry sa zachoval, ale chemické zloženie taveniny sa čiastočne homogenizovalo. Na mikroštruktúre po žíhaní už nevidno čierne škvrny (6 : 3 : 1), lebo sa pravdepodobne difúzne rozpustili v okolitom tuhom roztoku.

Mikroštruktúra liateho stavu bielej niklovej zliatiny pri 100-násobnom zväčšení je na obr. 5a. Ide o výraznú dendritickú štruktúru, v ktorej dendrity tvorí tuhý roztok Au–Cu–Ni–Zn a pomer zložiek je 10 : 2,5 : 1 : 1 (biele oblasti). V medzidendritickom priestore sa koncentruje tavenina s vysokým obsahom Au (Au–Cu–Ni–Zn 10 : 0,5 : 0,5 : 0,2; tmavá oblasť). Pod vplyvom plastickej deformácie sa pri tvárnení vzorky vytvorila textúra, ako ju zachycuje (obr. 5b). Dendrity sa čiastočne rozpadli a usporiadali v smere valcovania. Pri tejto zliatine sa veľmi výrazne prejavil vplyv žíhania (obr. 5c) na štruktúru aj chemické zloženie zliatiny. Zloženie zliatiny sa výrazne homogenizovalo. Prevláda v nej tuhý roztok s pomerom Au–Cu–Ni–Zn 9 : 2,5 : 2 : 1. V malej miere sa zachoval tuhý roztok s vysokým obsahom Au (10 : 0,5 : 0,5 : 0,2; tmavé oblasti). Zo štruktúrneho hľadiska možno konštatovať, že po tvárnení a žíhaní sa v malej miere zachoval dendritický charakter mikroštruktúry.

V druhej sérii zlatých zliatin sa zisťovala mikroštruktúra zlatých spájok. Na obr. 6a je liaty stav svetložltej 14-karátovej spájky, ktorý predstavuje výraznú dendritickú štruktúru s veľkosťou dendritov prekračujúcou 0,8 mm. Štruktúru tuhej spájky tvorí tuhý roztok Au–Ag–Cu–Cd s nerovnakým obsahom zložiek. Dendrity tvorí tuhý roztok s najvyšším obsahom Cu a s najnižším obsahom Ag (Au–Ag–Cu–Cd 15 : 1 : 1,5 : 0,4; biela oblasť). Medzidendritický priestor je vyplnený tuhým roztokom Au s nižším obsahom Cu (Au–Ag–Cu–Cd 15 : 1 : 0,2 : 0,3; sivé oblasti), ktorý má tiež dendritickú štruktúru (pri lokálnej mikroanalýze pri zväčšení 8000x). Tmavé škvrny predstavujú tuhý roztok Au–Ag–Cu–Cd s pomerom zložiek 10 : 1 : 0,3 : 0,15. Au a Cd sú v tuhom roztoku zastúpené rovnomerne. Tvárnený stav tejto spájky je na obr. 6b. Dendrity sú porušené, čiastočne orientované v smere valcovania a ich veľkosť poklesla približne na tretinu (asi 0,3 mm). Pod vplyvom žíhania spájky po jej tvárnení (obr. 6c) sa chemické zloženie (Au– Ag–Cu–Cd 6 : 1 : 2 : 1) výrazne homogenizuje a ostré rozhrania medzi jednotlivými typmi tuhého roztoku zanikajú. Čierne body na tejto vzorke predstavujú tuhý roztok, v ktorom je pomer Au–Ag–Cu–Cd 7 : 1 : 0,3 : 0,1. Na mikroštruktúre po žíhaní je viditeľné difúzne rozpúšťanie tohto tuhého roztoku do okolitého tuhého roztoku.

Posledná séria obrázkov predstavuje mikroštruktúru 14-karátovej bielej spájky. Na obr. 7a je mikroštruktúra liateho stavu tejto vzorky. Viditeľná je dendritická štruktúra tuhého roztoku Au–Ag–Zn–Cd s rozličným obsahom komponentov. Dendrity tvorí tuhý roztok Au s vyšším



Obr. 7. Mikroštruktúry a – liateho, b – tvárneného a c – žíhaného stavu zlatej 14-karátovej bielej spájky.

Fig. 7. Microstructures of Au 585/1000 white soldering a – in the casted, b – deformed and c – annealed state.

obsahom Ag a s nižším obsahom Zn a Cd (Au–Ag–Zn–Cd 15 : 4 : 1 : 0,4; tmavosivá oblasť). Medzidendritický priestor je z tuhého roztoku Au, v ktorom klesol obsah Ag, ale stúpol obsah Zn a Cd (Au–Ag–Zn–Cd 18 : 3 : 2 : 1; svetlá oblasť). V medzidendritickom priestore je zreteľná existencia dendritickej likvácie. Štruktúru bielej spájky po plastickej deformácii dokumentuje obr. 7b. Dendrity sa orientujú v smere valcovania a čiastočne sa deštruujú. Vplyv žíhania na textúru tvárneného stavu je zreteľný z obr. 7c. Štruktúra sa zrege-

nerovala a dentrity sú trocha väčšie. Z chemického hľadiska je zaujímavý zánik ostrého rozhrania medzi jednotlivými tuhými roztokmi pozorovanými v stave po tvárnení. Predpokladáme, že ide o vyrovnávanie chemického zloženia.

Záver

Na základe štúdia mikroštruktúr 14-karátových zlatých zliatin a spájok možno konštatovať, že tieto zliatiny sú tvorené tuhými roztokmi Au–Ag–Cu, ktoré sú v tekutom stave neobmedzene rozpustné a v tuhom stave neobmedzene rozpustné, resp. obmedzene rozpustné v širokom intervale zložení (Ag–Cu). V príslušných tuhých roztokoch sú rozpustné aj ďalšie legúry (Ni, Zn a Cd). Pre liaty stav zlatých zliatin a spájok je charakteristická dendritická štruktúra, ale veľkosť primárnych dendritov je veľmi rozdielna. Tvar a veľkosť dendritov vo veľkej miere závisia od teploty liatia a zloženia zliatiny. Prejavilo sa to na extrémne veľkých dendritoch zistených v liatom stave pri zlatých spájkach, čo spôsobil vysoký stupeň prehriatia taveniny pri odlievaní. Teplota tavenia sledovaných 14-karátových zlatých zliatin je 840–990 °C a zlatých spájok 740–850 °C. Keďže teplota odlievania experimentálnych zlatých zliatin aj spájok bola rovnaká (1100 °C), je zrejmé, že stupeň prehriatia pri spájkach bol asi o 100 °C vyšší.

Po plastickej deformácii sa štruktúra čiastočne usporiadala a vytvorila sa textúra. V prípade červenej zliatiny pod vplyvom deformácie a žíhania vznikla polyedrická štruktúra. Pri červenej zliatine sa po tvárnení objavili trhliny v objeme vzorky orientované v smere valcovania. Predpokladáme, že nastalo deformačné spevnenie materiálu a poklesla jeho plasticita. Najmä pri zliatinách s vyšším obsahom Cu sa potvrdili poznatky o jej výraznom vplyve na deformačné spevnenie zliatin sústavy Au–Ag–Cu.

Významným poznatkom zo štúdia mikroštruktúr zlatých zliatin a spájok je, že sa napriek extrémnej deformácii zliatin pri ich valcovaní (50 % na dva úbery) štruktúra vzoriek (okrem červenej zliatiny) neporušila. Prekvapujúce je to najmä pri spájkach, ktoré sa všeobecne pokladajú za málo deformovateľné. Dendritická štruktúra liateho stavu sa s istými zmenami zachovala aj po žíhaní.

Predpoklady o priaznivom vplyve žíhania na tvárniteľnosť a vyrovnávanie chemického zloženia tuhých roztokov tvoriacich tieto zliatiny sa potvrdili. Napriek tomu, že sa na mikroštruktúre dokumentuje iba jeden cyklus spracúvania (odliatie, deformácia a žíhanie), mikroštruktúra žíhaného stavu potvrdzuje, že sa kvalita zlatých zliatin deformáciou a nasledujúcim žíhaním zlepšuje. Chemické zloženie sa homogenizuje, štruktúra zliatin regeneruje, čo sa priaznivo odráža na ich ďalšej tvárniteľnosti. Priaznivý vplyv žíhania sa prejavil aj pri červenej zliatine, v ktorej pri deformácii vznikli trhlinky. Štruktúra tejto zliatiny po žíhaní bola homogénna a bez trhlín.

Poďakovanie. Ďakujeme Grantovej agentúre Slovenskej republiky za pomoc a podporu pri riešení problematiky v rámci vedeckého projektu s grantovou preferenciou č. 1/6002/99.

Literatúra

Metals Handbook, vol. 8, Ohio, American Society for Metals, 1973, 378.

Rabatin, L., Vadász, P. & Tomášek, K., 1999: Elektrolytická rafinácia striebra a zlata. *Mineralia Slov. 3–4, 381–382.*

Täubl, K., 1975: Zlatnictví. 2 vyd. *Polytech. knižnice, Praha.*

Vadász, P., Tomášek, K., Rabatin, L. & Janák, G., 1998: Zlievarenské zliatiny zlata v klenotníckej aplikácii. *Acta Metall. Slov., 4, Special Issue 2/1998, 349–358.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 389–390

Analýza zlata v obchodnej praxi

JOZEF MIKLOVIČ a EVA MIKLOVIČOVÁ

AGNO, s. r. o., Žerotinova b.9, 940 01 Nové Zámky

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold analysis in business practice

Six years experiences in gold analysis in metalic form, used as statistic base for evaluation of results with comparison of gold bilance in precious metal rafinery AGNO s. r. o. Nové Zámky is presented. Comparation of classical cupellation, gravimetry, optical and electronical methods of analysis. Result is that electronical methods have unsufficient accuracy, and the most used method, cupellation have limited applicability. Accuracy and interference is still problem in business practice.

Key words: Gold, analysis, alloys, ingot, purchase, business, fire assay

Úvod

Počas šesťročnej praxe rafinácie Au vo firme AGNO sa zozbierali výsledky niekoľko tisíc analýz Au, vo všetkých jeho formách a prostrediach, ale najmä z analýz zliatkov. V ostatných mesiacoch sa tento materiál zhodnotil. Kritériom bola bilancia výrobného procesu, pri ktorej sa kontrolovali všetky medzistupne a odpadové produkty. Úlet Au pri tavení sa nekontroloval, lebo skutočnú účinnosť zachytávania Au na našich zariadeniach nepoznáme.

Porovnanie metód

V spomenutom období sa používali tieto metódy analýzy Au:

– kupelačná gravimetria
– zrážacia gravimetria a elektrogravimetria
– kolorimetria
– voltametria na RDE a na HMDE
– vlnodisperzná a energodisperzná rtg. spektrometria
– AAS, AES

Použili sa analytické postupy podľa Beamisha (1966) a Van Loona (1991) a voltametrie podľa Vydru, Štulíka a Julákovej (1977) a Gornostajeva a Pronina (1971). Beamish (1966) podrobne rozpracoval všetky aspekty klasických metód, avšak v našich podmienkach ide o iné typy zliatin a porovnávacích metód. Na Slovensku je rozhodujúcou metódou kupelácia s Pb a gravimetrickou koncovkou (Hála, 1948). U nás sa používa najčastejšie, avšak dlhodobá prax ukazuje, že poskytuje vysoko reprodukovateľné, ale nesprávne výsledky. Najzreteľnejšie je to pri analýze bielych zliatin s obsahom Au 58,5 % na báze Ni. Tieto zliatiny obsahujú Au, Ni, Zn, Cu a Mn. Pri klasickej kupelácii je výsledný obsah Au 56,1 % so smerodajnou odchýlkou 0,1 %, avšak gravimetria (Beamish, 1966) za použitia $NaNO_2$ ako zrážadla dáva výsledok 58,3 ± 0,3 %. Pri iných metódach ide o takéto chyby:

– polarografia na grafitovej RDE ± 2,0 %
– AAS (Slavin, 1968) pri 267,6 nm ± 2,5 %
– rtg. energodisperzný ± 5,0 %
– kolorimetria (Kothny, 1969) na kryšt. violet ± 5,0 %

Z uvedeného vychodí, že tieto metódy nie sú na analýzy na obchodné účely použitelné. Výnimkou je rtg. analýza, ktorá pri použití absolútne identického štandardu so vzorkou a dokonale homogénnej vzorky dáva chybu iba 0,5 %. Ale v praxi rovnaký štandard býva iba zriedka a povrchy bývajú často leptaním obohatené o Au.

Osobitnou kapitolou interferencie pri kupelácii Au sú Pt kovy. Najčastejšie ide o Pt a Pd. Priemerný obsah v sledovanom období v zlatníckych zlomkoch bol 0,11 % Pt a 0,31 % Pd. Pri takejto koncentrácii sa pri rozpúšťaní Ag zrna kyselinou dusičnou rozpustí 95–99 % Pd a 90–95 % Pt. Ťažkosti vznikajú až pri úrovni 1 % Pt. Pd si zachováva rozpustnosť pomerne konštantne. Pri vyššom obsahu Pt je rozpustnosť Pt ustálená asi na 10 %, teda v Au zostáva až 90 % Pt. Pri vyššom obsahu Pd sa rozpustí približne 90 % a v Au zostáva asi 10 % Pd. Pri konfrontácii s bilanciou Au vo výrobnom procese firmy AGNO vznikajú rozdiely asi vo výške 0,06 %, teda asi 1 g Au na spracovaný kg rýdzeho Au. Keďže v tomto procese Au prechádza dvoma tavbami, tento rozdiel možno prisúdiť odparu pri tavbe.

Experimentálna časť

Zaujímavé je hodnotenie distribúcie Au pri kupelačnej analýze. Modelové experimenty sa urobili so vzorkami Au s obsahom 58,5 % Au, 20 % Ag a 20 % Cu a zvyšok tvoril Ni, Sn, Zn, Cd, Pd a Pt – súmarne do 1,5 %. Návažok vzorky bol priemerne 0,27 g, prídavok Ag 0,43 g a Pb 5 g. Kupelácia bez zrýchlovania sa viedla pri

970 °C v magnezitovom kupelačnom tégliku počas 25 minút. Ag zrno sa za horúca oddelilo a mechanicky očistilo. Po očistení sa vyvalcovalo na pliešok hrubý 0,15 mm. Rozklad sa urobil najprv 30 % kyselinou dusičnou pri bode varu a po skončení vývinu nitróznych plynov sa použila 65 % kyselina dusičná pri bode varu. Na záver sa pliešok ešte vyvaril destilovanou vodou. Po každej operácii sa vzorka opláchla destilovanou vodou. Všetky roztoky a oplachy sa sústreďujú a analyzujú. Po vysušení a vyžíhaní na 400 °C sa Au pliešok zvážil. Kupelačný téglik sa rozomlel na zrnitosť cca 70 µm a prach dokimasticky vytavil do Pb podľa Beamisha (1966). Pb zliatok znova prešiel „odkupelovaním" za rovnakých podmienok a Ag zrniečko zanalyzovalo. Au pliešok sa analyzoval iskrovým spektrografom (Van Loon a Barefoot, 1991). Spriemernené výsledky analýz sú v tab. 1.

Tab. 1
Distribúcie niektorých prvkov pri kupelačnej analýze Au zliatiny
Distribution of some elements at the cupellation analysis of Au-alloy

	v kupelačnom tégliku [mg]	v zlatom pliešku [mg]	v roztoku [mg]
Au	0,53	157,4	0,031
Ag	2,16	0,27	484,0
Cu	neanalyz.	0,11	stopy
Ni	neanalyz.	–	–
Pt	stopy	0,06	0,23
Pd	stopy	0,06	0,77
Zn	neanalyz.	–	stopy
Sn	neanalyz.	stopy	–
Pb	neanalyz.	0,10	3,4
Cd	neanalyz.	–	stopy

Hmotnosť Au pliešku bola 158,0 mg, čo pri východiskovej hmotnosti vzorky 270,0 mg dáva obsah Au 58,51 %. Rýdzosť je numericky správna, avšak iba vďaka kompenzácii chýb. Zaujímavé je, že najväčšou znečisťujúcou prímesou je Cu a Ag, teda kovy dobre rozpustné v kyseline dusičnej. Pravdepodobne to spôsobuje priestorové obklopenie atómov Cu a Ag atómami Au v kryštálovej mriežke. Zloženie Au zliatku je pomerne konštantné a získava sa aj pri rafinácii Au, kde sa uplatňuje podobný proces, ale vo väčšom meradle.

Porovnateľnú presnosť, ako má kupelačná metóda, poskytuje už len elektrogravimetria a klasická gravimetria, ale pri obidvoch je problémom hlavne rozpustnosť zliatin Au. Zliatiny okolo 14 karátov zvyčajne obsahujú dostatočné množstvo Ag, aby sa v lúčavke kráľovskej nerozpúšťali. Výnimkou sú iba spomenuté biele Ni a červené zliatiny.

Vo firme AGNO sa osvedčil nasledujúci postup. Zlomok zliatiny Au sa vyklepe a za studena vyvalcuje pliešok hrúbky 0,1 mm. Z pliešku sa vystrihne a naváži vzorka, vloží sa do kadičky a varí s kyselinou dusičnou. Po pol hodine varu sa kyselina zleje, pliešok opláchne destilovanou vodou (stále v kadičke) a napokon sa rozpúšťa za tepla lúčavkou kráľovskou. Zvyčajne postačí var asi 60 minút. Roztok sa potom odparí do sirupovitého zvyšku a zriedi vodou. Chlorid strieborný sa odfiltruje pomocou frity. Nesmie sa použiť papierový filter ani nijaká iná organická hmota.

Potom môže nasledovať elektrogravimetrická analýza, avšak uspokojujúce výsledky dávajú iba kyanidové roztoky, a preto sa bežnejšie používa klasická gravimetria. Veľmi dobré výsledky poskytuje zrážanie dusitanom sodným, ktorý tvorí vysoko stabilné komplexy s Pt kovmi, ktoré sa týmto procesom zároveň izolujú od farebných kovov a Au. Farebné kovy sa vyzrážajú hydrolyticky dusitanom pri zrážaní Au. Od Au sa oddelia premývaním na filtri zriedenou HCl. Tento postup dáva po prvom sušení a žíhaní ešte mierne vyššie hodnoty asi o 0,5 %. Po opätovnom premytí HCl a destilovanou vodou sa už po vyžíhaní dosiahne konštantná hmotnosť. Spôsobuje to viazaný Na z dusitanu, ktorý sa uvoľní až prvým vyžíhaním. Dokazujú to aj emisné spektrá takéhoto Au. Výsledné Au máva po vyžíhaní vysokú čistotu, takže metóda je správnejšia ako kupelačná, avšak pri operáciách, ako je zrážanie a premývanie na filtri, sa ľahko urobia chyby, a preto je reprodukovateľnosť horšia. Priemerná smerodajná odchýlka meraní býva okolo 0,2 %. Nespornou výhodou však zostáva, že nevyžaduje prácu s Pb, nevýhodou prácnosť a časová náročnosť.

Záver

Na základe uvedených zistení sa vo firme AGNO v súčasnosti operatívne používa kupelačná, avšak pri zistení vyššieho množstva Pt kovov alebo ak emisné spektrá vzorky preukážu zvýšenú koncentráciu Ni, Mn, Sn, príp. iných kovov, gravimetrická metóda. V prípade, že vo vzorke treba súčasne stanoviť aj Pt kovy, automaticky sa používa gravimetria a izolované Pt kovy sa stanovujú AAS. Vyššie koncentrácie Pt kovov stanovujeme aj gravimetricky redukciou kovov po vhodnom zrážaní žíhaním v atmosfére H_2.

Literatúra

Beamish, F. E., 1966: The analytical chemistry of the noble metals. *Pergamon press, London.*

Van Loon, J. C. & Barefoot, R. R. 1991: Determination of the Precious Metals. *Wiley, New York.*

Vydra, Štulík & Juláková, 1977: Rozpúšťacia polarografia a voltametria. *SNTL, Praha.*

Gornostaeva, T. D. & Pronin, V. A., 1971: Žurnal analitič. *Chimii, 26, 1736–1739.*

Kothny, E. L., 1969: Analyst, 94, 198–203.

Slavin, W., 1968: Atomic absorption spektroscopy. *Wiley, New York.*

Hála, M., 1948: Technické rozbory, Drahé kovy, zväzok 6, diel 1. kapitola 5. *ČSCH, Praha.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 391–392

Možnosti odbytu produktů s obsahem drahých kovů a kovů platinové skupiny v Evropě

VÁCLAV HOLUB

METALIMEX, a. s., Štěpánská 34, 112 17 Praha

(Doručené 9. 4. 1999)

The possibilities of marketing of products with precious metal and PGE contents in Europe

The article deals with topics of gold prices, gold-bearing resources and various questions which are connected with processing and valorization of precious metals and platinum group elements. The prediction of future gold prices is very difficult and uncertain. Nevertheless, some financial experts predict, that some increasing of gold prices during near future can be expected.

Key words: gold prices, gold-bearing resources, processing and valorization of precious metals and platinum goup elements, gold processing

Postavení zlata na světovém trhu

Jestliže rok 1998 byl špatným rokem pro kovy, potom většina sa domnívá, že rok 1999 nebude o mnoho lepší, zvláště když jsou v pohybu věci, které do vývoje zasáhly tak hluboko. S možností vytvoření globální recese návrat cen neželezných kovů se zdá málo pravděpodobný, avšak je zde trh jednoho kovu, který se dívá dopředu s velkým očekáváním. To by mělo být zlato, neboť se zdá, že by v globální finanční krizi mohlo být posílením zkomírající poptávky po kovech.

Zlato je normální kov: jeho skutečné využití není tak významné v průmyslové oblasti jako je chápáno hodnotově ve smyslu uchování bohatství. Podle Světové rady pro zlato (World Gold Council) investoři již začali pohlížet po zlatu, protože činí opatření proti hrozícímu tržnímu kolapsu.

Suroviny pro výrobu zlata

Suroviny pro výrobu zlata se rozdělují do 2 základních skupin podle následného zpracování. První skupinu tvoří základní zlatonosné suroviny včetně dalších drahých a vzácných kovů. Druhou skupinu tvoří klasické koncentráty barevných kovů (Cu, Zn, Pb, kolektivní Zn+Pb a dalších), ve kterých jsou Au, Ag, Pd, Pt a další vzácné kovy obsaženy jako doprovodné kovy. Jejich zhodnocení hraje významnou úlohu při posuzování efektivnosti celého ložiska.

Zpracování a zhodnocení drahých kovů a kovů platinové skupiny v evropských hutích

V Evropě prakticky není žádná huť, která by pracovala na základě zlatonosných surovin, resp. obohacených koncentrátů. V literatuře se uvádělo, že zpracování rud z ložisek s obsahem Au pod 2 gt^{-1} je jejich úprava a další zpracování neekonomické, avšak dobývaly a upravovaly se i rudy s obsahem okolo 1.5 gt^{-1} (např. ložisko Zlaté Hory do r. 1992). To záleží na celé řadě skutečností úpravárenské technologii a její efektivnosti, obsahu škodlivin (As, Ni Cd), ale i např. Pb + Zn a dalších neželezných kovů.

O tom, zda se vyplatí z ložiska zlato vytěžit, rozhoduje nejen bohatost rudy, ale i tvrdost horniny, hloubka uložení, nebo náklady na rekultivace dobývaných prostorů. V sypkých horninách uložených na povrchu může být těžba rentabilní i při obsahu 0.2 gm^{-3} (cca 0.1 gt^{-1}). V tvrdých horninách je tato hranice kolem 2 gt^{-1} a při hlubinných těžbách v náročných podmínkách musí ruda obsahovat alespoň 10 gt^{-1}. V případě ložiska Mokrsko (ČR) se bohatost rudy odhaduje na necelé 2 gt^{-1} přičem zlato se nachází prakticky v žule.

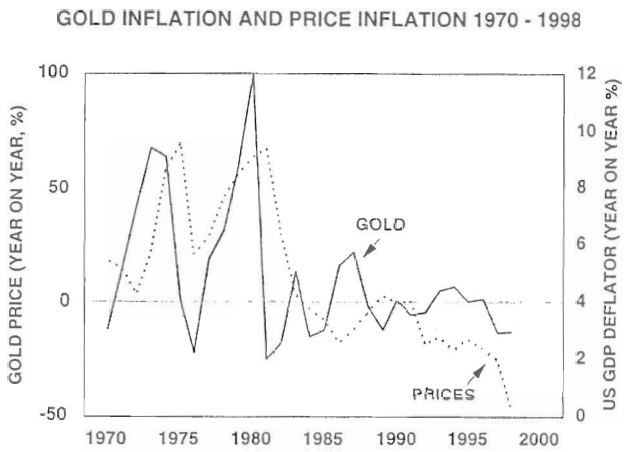
Podíl výroby Ag a Au u Cu-koncentrátu je možné ukázat na údajích polského důlního a hutního kombinátu „KGHM Polska Miedź":

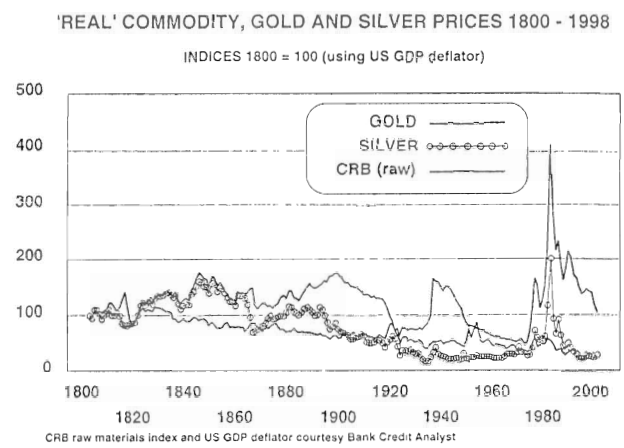
elektrolytická měď	413 000 tun
stříbro	1 044 tun
zlato	437 kg
surové olovo	12 000 tun

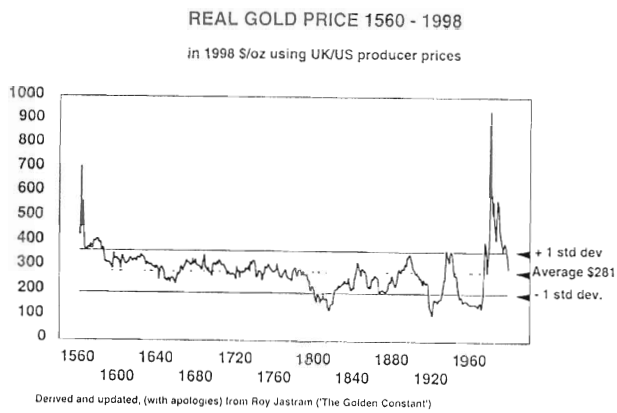
Tento polský výrobce se v oblasti drahých kovů zaměřil především na špičkovou technologii v fy Boliden Contech AB při výrobě Ag z anodových kalů z elektrolýzy mědi. Tato výroba stříbra a zlata je soustředěna v huti Głogów.

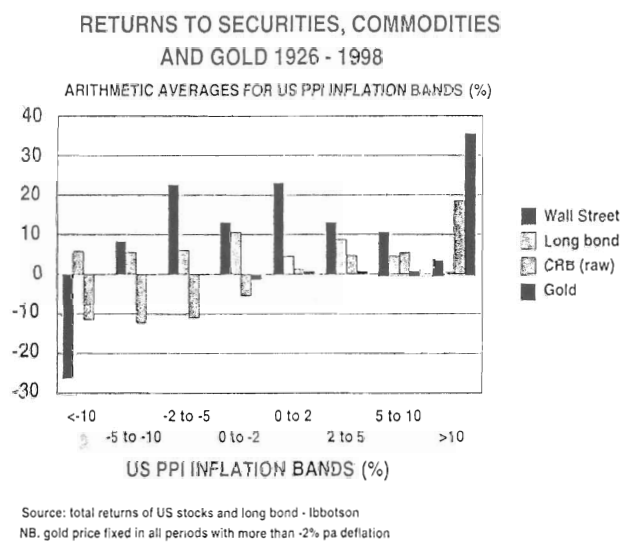
Některé hutě v Evropě, vyrábějící Cu, Pb, Zn finalizují doprovodné drahé kovy až do čistých kovů ve vlastní rafinaci jako Union Minière v Hobokenu (zpracovává též koncentrát z ložiska Hodruša–Hámre), nebo Nord Deutsche Raffinerie Hamburg. Jiné po hutním zpracování např. METALEUROP, býv. Preussag, M. G. předávají kov „doré" (slitek Au a Ag) k dalšímu zpracování specializovaným firmám k rafinaci (např. fy Degussa, SRN, nebo Johnson Mathey, Anglie a pod.). V nedávné minulosti se anodové kaly z KÚ Krompachy z části zpracovávaly v Kovohutích Příbram a rafinace „doré" se prováděla v SAFINĚ Vestec (ČR).

Jakýkoliv produkt z hutního podnikání – koncentrát je třeba vidět a hodnotit komplexně, z pohledu valorizace drahých kovů škodlivin, představujících ztráty v technologickém procesu a způsobujících zvýšené náklady na dodržení ekologických předpisů, atd. ve zpracovatelské huti. Tato skutečnost se odráží ve výši zpracovacích a rafinačních nákladů, snižující výslednou kalkulaci tohoto produktu. Neméně důležitým faktorem je dopravní vzdálenost a možnosti ekonomické přepravy mezi příslušnou lokalitou, úpravnou









a místem konečného zpracování. Tento faktor je ovlivněn také možnostmi obohacení rudy při optimalizaci výtěžnosti příslušného kovu, t. j. aby nebyla přepravována hlušina.

Valorizace drahých kovů a kovů platinové skupiny v Evropě

Zlato: je placeno v závislosti na skutečném obsahu Au obsaženého v gt^{-1} (rozuměno v 1 t suché váhy), a to v rozmezí od např. 150 gt^{-1} až nad 500 gt^{-1} se pohybuje zhruba od 95 % do 98 % londýnské ceny zlata a to s výhradou minimální srážky 1 gt^{-1} v tuně suché váhy.

Stříbro: 98 % konečného obsahu Ag (s výhradou minimální srážky 50 gt^{-1}) je placeno za cenu „London Bullion Spot Market".

Platina: 90 % konečného obsahu Pt (s výhradou minimální srážky 15 gt^{-1} Pt) je placeno za 98 % nejnižší kotace ceny Pt publikované v „Metal Bulletin London".

Paladium: 90 % konečného obsahu Pd (s výhradou minimální srážky 15 gt^{-1} Pd) je placeno za 98 % nejnižší kotace ceny Pd publikované v „Metal Bulletin London".

U všech těchto kovů se rozumí cena kótovaná každý den v průběhu dohodnutého cenového období. Toto je sjednáváno v kontraktech na časové období, např. 3. nebo 4. kalendářní měsíc po fyzickém dodání koncentrátů do hutě.

Výše a úroveň přepracovacích a rafinačních nákladů, jakož i penále za nečistoty (As, Ni, Cd, ale i Pb + Zn), které jsou předmětem vyjednávání o kontraktech a jsou položkou, která se odečítá z celkové hodnoty jednotlivých kovů, nám teprve dají komplexní pohled na úroveň dosažené ceny a porovnání s úrovní konkurence.

Závěr

Vycházeje z nejisté pozice zlata jako „jistého přístavu" a „suchého" trhu pro většinu ostatních komodit je těžké vidět, kam půjde cena zlata v tomto roce. Aktuální cena (konec února) ukazuje pozoruhodnou stabilitu a je někde blízko úrovně, která byla před rokem. Většina analytiků – dokonce ti, kteří se obávali dlouhodobého poklesu – aktuálně předpokládali vzestup ceny zlata v r. 1999, jeden uvádí dokonce průměr $ 325/tr. oz a odborníci a finančníci fy Societé Générale na konferenci v Kapském Městě počátkem února předpokládali průměrnou cenu $ 310/tr. oz.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 393–396

Ryžovanie zlata a začiatky osídlenia banskoštiavnického regiónu

JOZEF LABUDA

Slovenské banské múzeum, Banská Štiavnica

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold-mining and heginnings of the settlement in the Banská Štiavnica region

Washgold belongs to very ancient mining technologies. In Slovakia we know only one locality (Vyhne near Banská Štiavnica) where washgold has been proven by the archeological research in 1985. We know about the use of this method in other mining regions in Slovakia in the Celtic era, 3rd–2nd centuries BC or, definitively, in the Middle Ages, 12th–13th centuries AD.

Key words: washgold, Vyhne–Banská Štiavnica, mining archeology, Middle Ages

Úvod

Medzi starodávne technológie súvisiace s prospektorskou činnosťou alebo samým baníctvom patrí ryžovanie zlata z náplavov riek a potokov. Na Slovensku sa doteraz uskutočnil iba jediný archeologický výskum zameraný na zvyšky náplavov zlata, a to roku 1985 vo Vyhniach pri Banskej Štiavnici (Labuda, 1984). Možnosť využiť náplavy riek a potokov v banských regiónoch na osvetlenie počiatkov stredovekého, a najmä pravekého baníctva na našom území je. Efektívnosť takéhoto výskumu potvrdili českí kolegovia v 70. a 80. rokoch tohto storočia, keď sa v južných Čechách v odvaloch (tzv. sejpoch) našla keramika z halštatskej doby (Kudrnáč a Michálek, 1987).

Na Slovensku sú prvé nálezy zlatých výrobkov z neolitu východného Slovenska (tiszapolgárska skupina), spájané s diaľkovým obchodom smerom do Sedmohradska (Novotná, 1994). Podľa Novotnej (l. c.) možno väčší výskyt zlatých výrobkov na území Slovenska v mladšej dobe bronzovej (1200–1000 pred Kr.) dávať do súvisu s importom zo Sedmohradska, lebo tieto nálezy majú vysoký obsah cínu. Ide teda o ryžované zlato. Pretože niektoré produkty zo zlata z eneolitu (3000–1800 pred Kr.) neobsahujú prímes cínu, uvažuje sa aj o banskom dobývaní zlata v tom období (Novotná, 1994). Ale odpovedať na otázku, či ide o ryžované, alebo neryžované zlato, by sa dalo iba po mnohých analýzach slovenského a sedmohradského zlata. Výskyt zlatých ozdôb (náušnice sibinského typu) na pohrebiskách staršej doby bronzovej (hurbanovský typ) či v depotoch opevnených osád otomanskej kultúry možno spájať s poznaním lokálnych ložísk zlata (Furmánek et al., 1991). Ak sa pri nálezoch zlatých výrobkov z neolitu, eneolitu, bronzovej či halštatskej doby nateraz nevie presnejšie stanoviť podiel domáceho a importovaného zlata, obdobie intenzívneho pohybu Keltov na Slovensku (3.–1. stor. pred Kr.) sa hodnotí ľahšie. Kelti prví v histórii Slovenska osídlili všetky jeho v súčasnosti známe banské regióny, hľadali železnú rudu na produkciu remeselníckych výrobkov a v 1. stor. pred Kr. si razili zlaté a strieborné mince (Labuda, 1997). Pohyb tohto etnika bol intenzívnejší aj v okolí Banskej Štiavnice (Gindl, 1974).

V tejto súvislosti sa vynára otázka, ako boli objavené primárne ložiská rudných oblastí Slovenska. Na povrch vystupujúca zlatá ruda sa zvetrávaním dostávala do vodných tokov z primárnej zóny, kde býva v recentných a subrecentných priestoroch. Preto možno o väčšine banských oblastí (nielen slovenských) akceptovať názor, že sa primárne zrudnenia objavili pri ryžovaní náplavov prúdu rieky či potoka (na Slovensku ide najmä o Váh, Nitru, Ipeľ, Slanú, Hornád a ich prítoky). Hlavnou príčinou záujmu prospektorov o ryžovanie náplavov bolo hľadanie primárnych ložísk alebo iba exploatácia sama, lebo takto získaný kov sa dal hneď ľahko spracovať na finálny výrobok a nemusel prechádzať zložitou metalurgickou procedúrou ako klasickým banským spôsobom ťažené zlato.

Ryžovanie zlata prebiehalo aj paralelne s rozvinutou ťažbou drahých kovov hlbinným dobývaním. Napríklad ryžovanie zlata na potoku Štiavnica je doložené až do 20. stor., a to nie iba archiváliami (Gindl, 1981), ale aj názorne – fotografiou A. Kmeťa z konca 19. stor. v Hontianskych Nemciach na J od Banskej Štiavnice (obr. 1). Je prirodzené, že v porovnaní s ťažbou primárnych ložísk sa ryžovaním získala len veľmi malá časť zlata.

Začiatky baníctva a osídľovania štiavnického regiónu

V praveku prebiehalo intenzívnejšie osídľovanie v závere bronzovej doby (Sitno, Prenčov, Svätý Anton, Vyhne). Či osídľovanie v bezprostrednej blízkosti štiavnického rudného revíru súviselo aj s baníctvom, je otázka, pretože priame dôkazy o ňom z tohto obdobia nie sú. Výskyt medi v chalkopyrite a jeho praveká ťažba mohli byť prekryté intenzívnou ťažbou najmä striebra a zlata v stredoveku. To platí aj o období príchodu Keltov, avšak ich príchod pred zmenou letopočtu a z antických prameňov



Obr. 1. Ryžovanie Au na potoku Štiavnica pri Hontianskych Nemciach začiatkom 20. storočia. Foto A. Kmeť.

Fig. 1. Panning out gold at Štiavnica brook near Hontianske Nemce at the beginning of the 20th century. Photo: A. Kmeť.

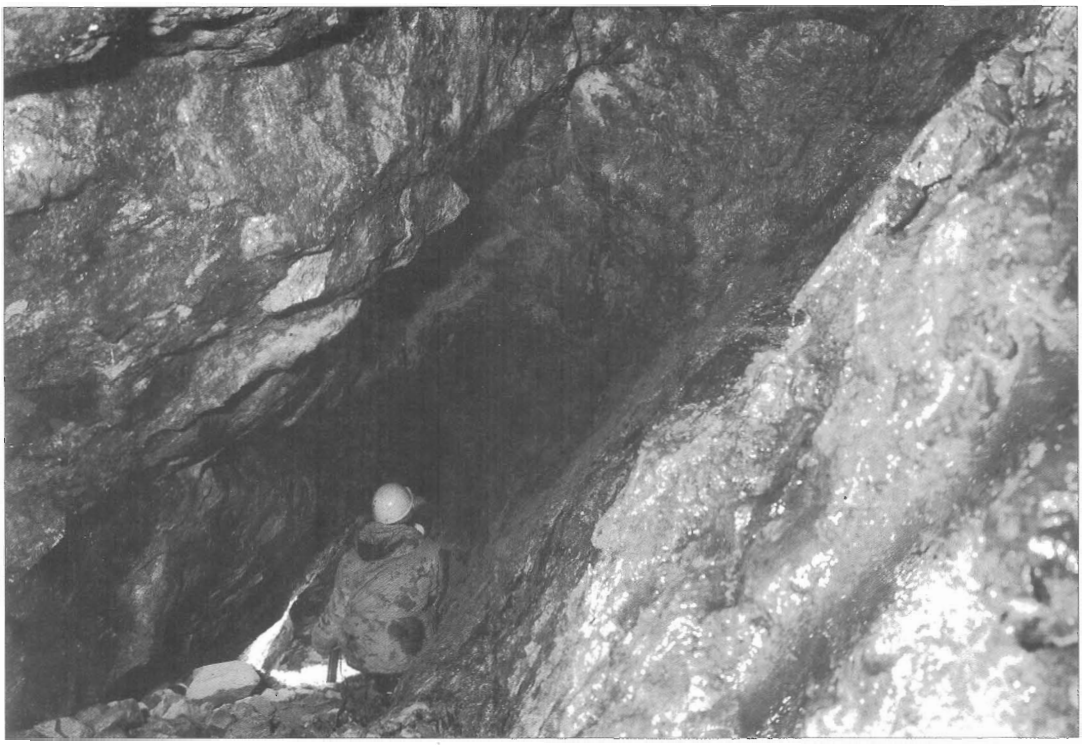
meňov známe prežívanie v horských oblastiach po zmene letopočtu už súviseli s exploatáciou železnej a striebornej rudy, na ktoré bola štiavnická oblasť dosť bohatá. Železná a strieborná ruda sa objavila pri ryžovaní zlata. Banské práce boli pravdepodobne sezónne a trvalejšie osídlenie je známe z poľnohospodárskeho zázemia, napr. Beluj, Ladzany, terasy Hrona (Eisner, 1933).

Zaujímavé výsledky na rekonštrukciu najstaršieho osídlenia štiavnického regiónu priniesol archeologický výskum jeho blízkeho územia v ostatných desaťročiach. Na terase Hrona sa našli zvyšky sídliska z rímskej doby zo začiatku 2. stor. (Trgina, 1980). Antický import v tomto prostredí poukazuje aj na hospodársky význam regiónu. Doteraz jediným dokladom o možnom pobyte či osídlení prospektorov po zmene letopočtu v Banskej Štiavnici je nález črepu *terry sigillaty* v Starom meste (Glanzenberg), ktorý možno datovať do 2. stor. (Výskum Slovenského banského múzea, 1982). Nález pochádza z kultúrnej vrstvy 14.–15. stor. a ide o technický objekt hutníckej pece a priľahlej skúšobne rudy. Vo vzdialenosti 200 m je skalná stena povrchových dobývok žily Špitaler s mohutným haldovým materiálom, ale tam sa zatiaľ archeologický výskum neuskutočnil. Okrem tohto nálezu sa v literatúre uvádzajú mince z dolnej časti mesta alebo nálezy mincí, *terry sigillaty* a skla z polohy Zažíhľavie v Dekýši (Kuka, 1964). Zatiaľ čo sa rímske mince v Banskej Štiavnici nezachovali, nálezy z Dekýša odborná literatúra pre sporné nálezové okolnosti necituje.

V posledných rokoch sa archeologický výskum a prieskum vo Zvolenskej kotline i vo Zvolene zintenzívnil. Mimoriadne pozoruhodné výsledky priniesli práce v Sliači a na hradisku Priekopa vo Zvolene–Môťová (Mácelová, 1989). Roku 1992 sa začal výskum Pustého hradu nad Zvolenom (vedúci Hanuliak). V Sliači sa v polohe Horné zeme odkrylo slovanské sídlisko, a to už zo 7. stor. až 10. stor. Medzi nálezmi bola hutnícka troska, ktorá dokumentuje produkciu železných výrobkov. Kontinuitu slovanského osídlenia Zvolena môžme doložiť už od 8. po 12. stor. (Mácelová, 1989). Zistenie spomenutých, ako aj ďalších osád (napr. Haputka pod Pustým hradom vo Zvolene, Sliač–Na kút, Pod Kozákom, v Badíne, Hronseku, poveľkomoravský materiál z Pustého hradu) potvrdzuje hustotu sídliskovej aglomerácie Zvolenskej kotliny od 7. po 12. stor.

V tejto súvislosti sa vynára otázka, či je spojitosť medzi uvedenou aglomeráciou a štiavnickým rudným revírom. Rieka Hron „obteká" Štiavnické vrchy, a teda aj v ich centrálnej časti sa nachádzajúcu zónu zrudnenia zo severu a západu. Archeologický výskum poriečia od Zvolena po Tlmače v posledných dvadsiatich rokoch ukázal, že v praveku, ale najmä od poveľkomoravského obdobia bola táto oblasť pomerne husto osídlená. Pretože Hron spájajú viaceré jeho prítoky s rudným rajónom Banskej Štiavnice, mohol tento priestor byť surovinovou bázou pomerne rozsiahleho zázemia. O zázemí, a to najmä poľnohospodárskom, sa bude dať v tejto súvislosti hovoriť až po dôkladnom výskume a prieskume okrajov Štiavnických vrchov na východe (kotlina Dobrej Nivy, Babinej a Krupiny), juhu (Beluj, Prenčov, Hontianske Nemce, Sebechleby) a juhozápade (Pukanec, Pečenice, Jabloňovce). Južná časť je už vďaka A. Kmeťovi pomerne dobre preskúmaná, rozhodne však bude treba vykonať revízny výskum, a to najmä v polohách s jednoznačným vzťahom k banskoštiavnickému rudnému ložisku (napr. výskum SBM roku 1990 v Beluji–Baništi).

Osobitný význam pre banskú archeológiu na Slovensku mal archeologický výskum jedná k v mestskej pa-



Obr. 2. Banská Štiavnica – Námestie Svätej Trojice. Dobývka za pivnicou domu č. 51/II. Foto I. Ladziansky.

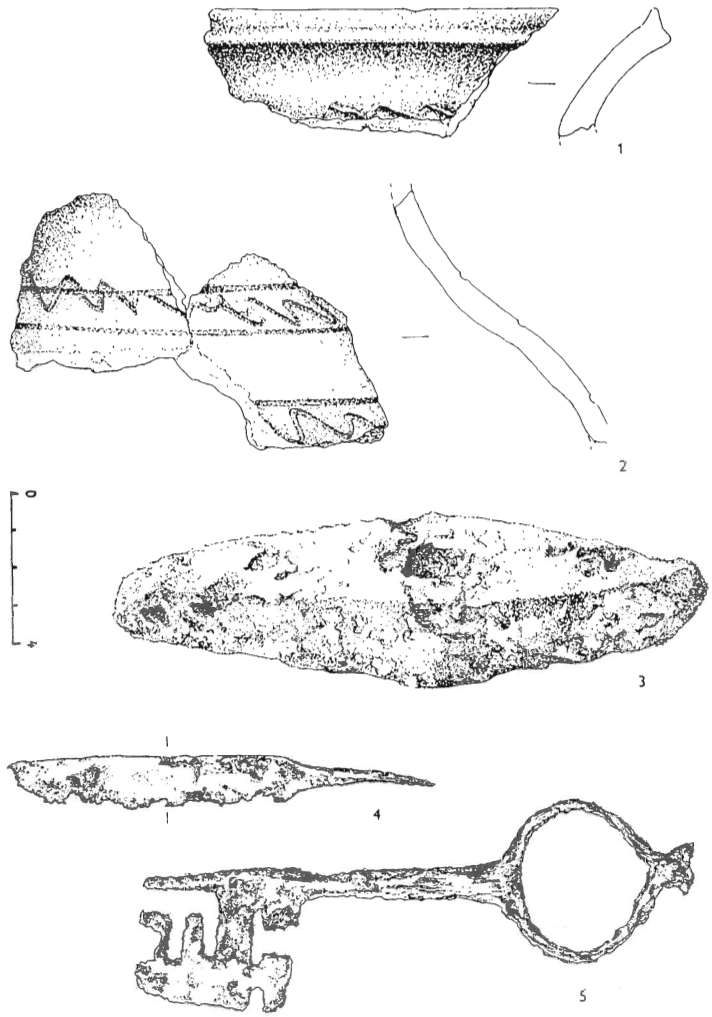
Fig. 2. Banská Štiavnica – Holy Trinity Square. Extraction behind the cellar of the hous no. 51/II. Photo: I. Ladziansky.

miatkovej rezervácii Banská Štiavnica (SÚPSOP Bratislava) a jednak na Sitne (SBM Banská Štiavnica, Archeologický ústav SAV v Nitre). Rekonštrukcia v historickom jadre mesta bola zameraná na pamiatkové objekty (napr. Komorský dvor, Starý zámok, 20/II. a pod.), resp. v spojitosti s viacerými objektmi aj na širšie urbanistické celky (napr. výstavba objektov na Námestí Svätej Trojice, budovanie fortifikácie na tomto námestí). Doterajšie výsledky výskumu v meste priniesli nielen dôležité poznatky o jeho urbanistickom vývoji a jednotlivých objektoch, ale prostredníctvom materiálnej kultúry sa podarilo dokázať počiatok banských prác v stredoveku (obr. 2, 3).

Počiatky baníctva a jeho rozvoj súvisia okrem ložiskových pomerov a technickej vyspelosti prospektorov najmä so spoločenskou potrebou. Ak v predveľkomoravskom a veľkomoravskom období postupne rástol záujem o drahé a farebné kovy v súvislosti so špecializáciou remeselnej výroby (Bialeková, 1978), tak prinajmenej od 12. stor. je doložené trvalé osídlenie banských regiónov Slovenska. Tento fakt vyplynul zo zmenených politických a hospodárskych pomerov vo formujúcom sa uhorskom štáte. V nadväznosti na územnosprávne členenie z čias Veľkej Moravy malo dôležitú úlohu nitrianske údelné vojvodstvo aj v 10.–11. storočí už v novom štáte.

Do sledovaného teritória patrilo i územie rudonosného stredného Pohronia. Práve blízkosť ložísk drahých kovov pravdepodobne spôsobila, že vojvodcovia z 2. polovice 11. storočia razili kvalitnejšie vlastné mince ako vtedajší panovníci. Postup osídľovania do horských oblastí Slovenska, a to už od 9. storočia, mal najmä hospodársky a vojenskostrategický význam. Ťažba ľahko taviteľných oxidov železa v podstate vo všetkých riedko aj hustejšie osídlených regiónoch Slovenska (stredné i horné Považie, Pohronie, Ponitrie, oblasť stredného Pohronia, Liptov, Spiš, Gemer) aj v 10.–11. storočí je jasným dôkazom o kontinuite so životom pôvodného obyvateľstva v predveľkomoravskom období. To isté etnikum slovenského pôvodu sa rovnako venovalo ťažbe drahých kovov (ryžovanie riek a potokov, ťažba zlata a striebra v povrchovej oxidačnej zóne). Táto činnosť musela byť organizovaná. V tejto súvislosti mali dôležitú úlohu komitátne hrady či dvorce spravujúce menšie územné celky. Iniciátorom ťažby a spracúvania rudy bol najmä panovník (počas jestvovania nitrianskeho vojvodstva aj príslušný vojvoda), avšak do tohto druhu hospodárskej činnosti možno jednoznačne zaradiť aj cirkevných predstaviteľov. Zvláštnosťou nebola banícka a hutnícka činnosť, ktorú organizovali a vykonávali niektoré benediktínske a iné rehole na západ od nás (Čechy, Nemecko, Francúzsko; Bartels, 1988).

Benediktíni z Hronského Beňadika nedostali majetky v blízkosti štiavnických ložísk náhodou. V známej listine tohto kláštora z roku 1075 sa uvádzajú ryžovači zlata na rieke Hron (Knauz, 1874). Pred rokom 1209 vlastnil šášovské panstvo pod Kremnicou ostrihomský arcibiskup. Preto musel byť tento región rozsiahlejšie exploatovaný. Rovnako veľavravné sú názvy polôh ako je Rematina, Remata, Štôla a pod., ktoré sú v areáloch alebo v blízkosti rudných ložísk. Napríklad z polovice 13. storočia je známy románsky kostolík s honosným portálom v Iliji, 4 km od Banskej Štiavnice. Je zasvätený sv. Egidovi a postavený na polohe s miestnym názvom Rematina. Roku 1989 tu SBM vykonalo záchranný archeologický výskum, pri ktorom sa v severnej časti exteriéru stavby objavila časť základov predpokladaného filiálneho kláštora alebo manzérie. Podľa architektonického datovania



Obr. 3. Banská Štiavnica–Staré mesto. 1–2 – fragmenty keramiky, 3 – banícke železko, 4 – nožík, 5 – gotický kľúč (13.–14. storočie).

Fig. 3. Banská Štiavnica – Old Town. 1–2 – fragments of ceramics, 3 – mining iron, 4 – pocket Knife, 5 – gothic key (13.–14. century).

románskeho kostola možno prítomnosť benediktínov v Ilijí predpokladať na prelome 12. a 13. storočia.

V súvislosti s ryžovaním náplavov riek a potokov nemožno vylúčiť, že táto činnosť bola základom motivácie názvov osád banského regiónu, keď obsahujú koreň slova „ščav". Toto slovo pôvodne vyjadrovalo presakovanie tekutiny, výskyt vlahy, vody, prameňa, a najmä prítomnosť minerálnych prameňov (Žigo, 1986). Produktom – „šťavou" potokov v banských regiónoch bolo zlato, a to práve vďaka ryžovaniu. Rešpektovali to aj Nemci pri prebraní názvu Schemnitz (dnešnej Banskej Štiavnice) a názov potoka Štiavnice je súzvučný s názvom súčasného mesta. Najstarší názov potoka je v listine doložený z roku 1245 (fluvius et mons Seunce) a v ďalších storočiach sa modifikoval iba koreň slova – Seunche, Sewenche, Scheunche, Scheunische, Sewnych, Schewnicze (Gindl, 1985).

Intenzívne ryžovanie náplavov riek a potokov sa neviazalo iba na horské oblasti Slovenska, ale napríklad aj horného Ponitria či podunajskej oblasti, kde sa zachytávalo alpské zlato (Polák, 1969). Nemecký ekvivalent názvu náplavu seifen prezrádza, že tieto názvy alebo ich odvodeniny (napr. na východnom Slovensku a i.) možno spájať s ryžovaním zlata daného teritória (Halaga, 1975).

Záver

Jednou z metód pomáhajúcich pri objasňovaní počiatkov baníctva istého rudného regiónu je archeologický výskum riečnych a potočných odvalov po ryžovaní zlata. Ten sa doteraz systematickejšie na Slovensku nevyužíval, a pretože je finančne náročný a je pri ňom veľké riziko neúspechu, sotva možno očakávať jeho širšie využívanie v budúcnosti. Treba počítať aj s tým, že odvaly mohli vzniknúť nielen v čase prospektorskej činnosti Keltov, teda pri objavovaní nových banských regiónov v 12.–14. storočí, ale aj v celom stredoveku, resp. až do 20. storočia. Napriek tomu možno dnes uvažovať o tom, že sa vďaka ryžovaniu zlata potoka Štiavnica a rieky Hron s prítokmi objavila štiavnická rudná oblasť začiatkom stredoveku. V nasledujúcej etape klasickej banskej ťažby bolo ryžovanie zlata už iba sprievodnou, periférnou činnosťou banských prác.

Literatúra

Bartels, Ch., 1988: Bergbaureviere als Verbrauchszentren II. Ettlinger Tagung zur Europäischen Burgbaugeschichte. *In: Der Anschnitt, 40. Jhg., H. 5–6. Bochum 1988, 208–209.*

Bialeková, D., 1978: Osídlenie oblastí so surovinovými zdrojmi na Slovensku v 9.–11. storočí. *Archeol. hist. 3, Brno 1978, 11–17.*

Eisner, J., 1933: Slovensko v pravěku. *Bratislava 1933.*

Furmánek, V., Veliačik, L. & Vladár, J., 1991: Slovensko v dobe bronzovej. *Bratislava.*

Gindl, J., 1974: Na margo lokalizácie galských Kotinov. *Slov. archeológia XXII–1, 83–88.*

Gindl, J., 1981: Baníctvo v Banskej Štiavnici I. Kutacie a banské práce juhovýchodných častí SBR a JBR. *Banská Štiavnica 1981.*

Gindl, J., 1985: Úvod do toponymie CHKO Štiavnické vrchy. *In: Zbor. II. XXI. TOP, Počúvadlo 1985, 77–117.*

Halaga, O., 1975: Košice–Balt. *Košice.*

Knauz, N., 1874: Monumenta ecclesiae Strigoniensis 1. *Strigonii 1874.*

Kudrnáč, J. & Michálek, J., 1987: Archäologische Forschungen zur Erhellung der Anfänge der Goldgewinnung in Südböhmen. *Passauer Jahrbuch XXX, 9–19.*

Kuka, P., 1964: Praveké osídlenie Banskej Štiavnice a okolia. *In: Banská Štiavnica. Banská Bystrica, 41–48.*

Labuda, J., 1984: Výsledky prieskumu vo Vyhniach. *Archeol. výskumy a nálezy na Slovensku v r. 1983. Nitra, 144–146.*

Labuda, J., 1997: Montánna archeológia na Slovensku (príspevok k dejinám stredoveku). *Slov. archeológia XLV–1, 83–156.*

Mácelová, M., 1989: Príspevok k stredovekému osídleniu Zvolena. *Archeol. hist., Brno, 14, 171–180.*

Novotná, M., 1994: Svedectvo dávnych vekov. *Martin.*

Polák, S., 1969: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku II. Dunajské zlato – história doterajšej ťažby a prieskumu. *In: Zb. SBM V., Martin, 175–200.*

Trgina, G., 1980: Nález keramiky z doby rímskej v Dolnej Ždani. *Archeol. výskumy a nálezy na Slovensku v r. 1979. Nitra, 238–239.*

Žigo, P., 1987: Miestne názvy a balneohistória. *Balneologický spravodajca 1986. Bratislava 1987, 16–19.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 397–398

Zlato v pravekých a včasnohistorických kultúrach východného Slovenska

ELENA MIROŠŠAYOVÁ

Archeologický ústav SAV, Hrnčiarska 13, 040 01 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Gold in the prehistorical and protohistorical cultures in Eastern Slovakia

Occurrence of gold artefacts in the territory of Eastern Slovakia in particular historical periods is closely connected with position and activities of local cultures towards southern, southeastern and western civilization centres. First gold jewellery appeared as soon as in the 4th millenium BC in the Early Aeneolithic. Its range in the Bronze Age corresponds with bronze industry. In later periods gold artefacts complied with fashion in central Europe, influenced by often remote production centres.

Key words: Eastern Slovakia, prehistory, protohistory, gold

Prvé zmienky o náhodných nálezoch zlatých predmetov – drôtov alebo klbiek drôtov, ktoré možno lokalizovať na dnešné územie východného Slovenska, zaznamenáva vlastivedná a geografická spisba vzdelancov Uhorska už v 17. a 18. stor. Nálezy vzbudili záujem skôr pre hodnotu Au ako drahého kovu, ale ich historickej cene sa spočiatku nevenovala temer nijaká pozornosť. Svedčí o tom aj fakt, že sa o nich neuvažovalo ako o predmetoch zhotovených ľudskou rukou, ale sa im pripisoval prirodzený pôvod. Označovali sa ako *aurum vegetabile* (Polla, 1996). Mapa nálezov Au spomenutých v starších literárnych prameňoch prezrádza, že sa sústreďujú na Spiši. Ale nepochybne ide iba o zlomok zo skutočne nájdených predmetov, pretože väčšina zostala utajená a skončila v dielňach zlatníkov.

Na posúdenie využívania Au pravekými a včasnohistorickými populáciami na východnom Slovensku a ich hodnotenie v širších súvislostiach sú dôležité nálezy objavené a odborne vyzdvihnuté pri archeologickom výskume.

Prvé výrobky zo Au sa na sledovanom území objavujú v 4. tisícročí pred n. l. súbežne s medenou industriou. Všetky v súčasnosti známe predmety pochádzajú z pohrebísk tiszapolgárskej kultúry v Tibave (Šiška, 1964) a Veľkých Raškovciach (Vizdal, 1977). Typologicky patria do skupiny závesiek z tenkého zlatého plechu. Objavujú sa v mužských aj ženských hroboch, a to spravidla po jednom alebo dvoch kusoch. Pre nositeľov boli skôr amuletom ako šperkom. V ich tvare sa hľadá symbolika ženského princípu (Vizdal, 1977). Tvarovo blízke zlaté závesky sa vyskytujú na širokom území od južného Balkánu cez Bulharsko až do východnej časti Karpatskej kotliny. Metalografické analýzy závesiek z Tibavy ukázali absenciu Sn. Na ich výrobu sa použilo dobývané Au, ktorého pôvod sa hľadá v oblasti východného Stredomoria (Hartmann, 1968). Výrobky z takejto suroviny nie sú v stredoeurópskom prostredí časté a na východnom Slovensku sa ich výskyt viaže na starý eneolit. Z mladších úsekov eneolitu zlaté predmety na sledovanom území nezaznamenávame.

Frekvencia výskytu Au v nálezových súboroch kultúr bronzovej doby bola rôzna. Zlaté predmety zo staršej a počiatku strednej doby bronzovej v širších kultúrno-chronologických súvislostiach zhodnotila M. Novotná (1990). Ústredné postavenie v produkcii Au malo v tom čase Sedmohradsko, kde sa Au získavalo ryžovaním. Na východnom Slovensku sa nálezy koncentrujú na teritóriu rozšírenia otomanskej kultúry. Nachádzali sa najmä v areáli alebo v blízkom okolí opevnených osád, ktoré mali pre istú sídelnú enklávu významné hospodársko-spoločenské postavenie. Na Spiši to bola opevnená osada na Myšej hôrke v Spišskom Štvrtku. Počet nájdených hotových výrobkov a ich zlomkov dokladá existenciu zlatníckej dielne priamo v osade (Vladár a Bartoněk 1977). V Košickej kotline mala podobné postavenie opevnená osada v Košiciach-Barci (Hájek, 1954). Bohatý súbor zlatých šperkov, ktoré boli súčasťou hrobovej výbavy na pohrebisku v Nižnej Myšli (Olexa, 1991), sa doteraz v kontexte sprievodných nálezov podrobne nezhodnotil. Metalografická analýza vybratých 32 šperkov ukázala, že boli vyrobené odlievaním, len pologuľovité nášivky boli dotvarované jemným tepaním. V porovnaní so šperkami z Košíc-Barce mala surovina použitá na ich výrobu iné zloženie i pôvod. Sú indície, že zlaté šperky nájdené na pohrebisku mohli byť vyrobené v blízkej opevnenej osade. Otázka pôvodu suroviny, resp. ložiska zostáva doteraz otvorená (Mihok et al., 1996).

Po zániku otomanskej kultúry sa východné Slovensko stalo súčasťou rozsiahleho teritória kultúr jv. popolnicových polí. So zmenami kultúrneho vývoja sa zmenila aj situácia vo výskyte Au. Počet zlatých výrobkov v kultúrach výrazne poklesol. Sporadicky sa nachádzajú drobné zlaté šperky v žiarových hroboch pilinskej kultúry v Košiciach-Barci (Jílková, 1954) a v Zádielskych Dvorníkoch. So spomenutou kultúrou časovo súvisia zlaté špi-

rály – „noppenringy" z hromadného nálezu v Kežmarku (Novotný a Novotná, 1991) a hromadné nálezy zlatých náramkov z Košickej Polianky a Kucian (Mozsolicz, 1973).

Nálezy zlatých predmetov gávskej kultúry sa v súčasnosti teritoriálne obmedzujú na južnú časť Východoslovenskej nížiny. Reprezentujú ich krúžky so zahrotenými koncami s hladkým telom alebo zdobeným jemne rytým geometrickým ornamentom (Viničky a Eisner, 1936; Somotor a Pástor, 1958).

V nálezových súboroch neskorej doby bronzovej a staršej doby železnej sa na východnom Slovensku zlaté predmety neobjavujú.

Používanie Au ako suroviny na výrobu mincí v mladšej dobe železnej posúva Au do inej kategórie a povyšuje na ekvivalent hodnoty. Nálezy zlatých mincí nie sú na východnom Slovensku početné.

Po prelome letopočtu sa Au objavuje v nálezových celkoch v mladej dobe rímskej (3.–4. storočie). Nálezy najmä šperky, dokumentujú vysoké majstrovstvo vtedajších zlatníkov a súčasne aj majetkové pomery obyvateľstva reprezentujúceho spoločenskú nobilitu. Do tejto skupiny patria nálezy z kniežacích hrobov z Cejkova a Ostrovian. Predpokladá sa, že v ich blízkosti boli germánske kniežacie dvorce (Kolník, 1984).

Záverom možno konštatovať, že pre populácie východného Slovenska v sledovanom úseku približne štyri a pol tisícročia nebolo Au často používanou surovinou. Počet nálezov v jednotlivých úsekoch historického vývoja kolíše, čo úzko súviselo s meniacim sa postavením a aktivitou kultúr východného Slovenska vo vzťahu k južným, jv. a západným kultúrnym centrám. Kým v starších obdobiach, najmä v dobe bronzovej, zlaté šperky vychádzali zrejme z domácich kovolejárskych dielní a typologicky boli zhodné s bronzovou industriou, neskôr sa už podriaďovali módnemu vkusu strednej Európy, ovplyvňovanému často územne vzdialenými produkčnými strediskami.

Literatúra

Eisner, J., 1936: Prehistorický výskum na Slovensku a v Podkarpatskej Rusi r. 1935. *Sbor. Muz. slov. Spoloč., Turčiansky sv. Martin, 30, 64–91.*

Hájek, L., 1954: Zlatý poklad v Barci u Košic. *Archeol. Rozhl., 6, 584–587.*

Hartmann, A., 1968: Spektralanalytische Untersuchungen bronzezeitlicher Goldfunde des Donauraumes. *Germania, 46, 19–27.*

Jílková, E., 1954: Pilinské žárové pohřebiště v Barci u Košic. *Archeol. Rozhl., 6. 166–169.*

Kolník, T., 1984: Rímske a germánske umenie na Slovensku. *Tatran, Bratislava, 81.*

Mihok, Ľ., Olexa, L. & Briančin, J., 1996: Spôsob výroby zlatých predmetov z doby bronzovej z Nižnej Myšle. *Archeol. technica, 10, 5–15.*

Mozsolics, A., 1973: Bronze- und Goldfunde des Karpatenbeckens. *Akad. kiádó, Budapest, 197, 200.*

Novotná, M., 1990: Zlato v staršej dobe bronzovej na východnom Slovensku. *Historica Carpatica, 21, 133–141.*

Novotný, B. & Novotná, M., 1991: Zwei unbekannte Goldfunde aus der Slowakei. *Starinar, Nova serija, 40–41, 131–134.*

Olexa, L., 1991: Trinásta etapa výskumu v Nižnej Myšli. *Archeol. Výsk. a Nál. na Slov. v r. 1989, Nitra, 74–75.*

Pástor, J., 1958: Sídliskový výskum na Somotorskej hore r. 1955. *Slov. Archeol., 6, 314–346.*

Polla, B., 1996: Archeológia na Slovensku v minulosti. *Matica slovenská, Martin, 18, 19.*

Šiška, S., 1964: Pohrebisko tiszapolgárskej kultúry v Tibave. *Slov. Archeol., 12, 293–356.*

Vizdal, J., 1977: Tiszapolgárske pohrebisko vo Veľkých Raškovciach. *Košice, 107.*

Vladár, J. & Bartoněk, A., 1977: Zu den Beziehungen des ägäischen, balkanischen und karpatischen Raumes und die kulturelle Ausstrahlung der ägäischen Schriften in die Nachbarländer. *Slov. Archeol., 25, 371–432.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 399–400

História písaná zlatom

DANICA JAREMOVÁ

Slovenské technické múzeum, Hlavná 88, 043 82 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

History writing by gold

Gold follows people as early as since of prehistory. His field and historical development of jewel-making are topic of this article. Inscription they are eminent European artist and goldsmith's guilds, which affect on territory of Slovakia and in Europe.

Key words: history, gold, jewel-making, jewel-technology, jewel crafts

Každý národ na svete má povesť alebo rozprávku o tom, ako sa otvára zem, aby vydala človeku svoje poklady. Buď sa v určený deň a hodinu zem otvára sama, alebo ju možno otvoriť ako nedobytnú pokladnicu na určité heslo. Ale do histórie mnohých krajín vošli aj udalosti, v ktorých sa odvážni jednotlivci a celé skupiny, ba dokonca tisíce ľudí vypravili do divočiny, aby za krutých podmienok vzali zemi jej poklady. Boli to predovšetkým zlatokopovia.

Ale aj dnes, keď geologický prieskum premyslene, ba dokonca i s pomocou družíc mapuje poklady sveta, sa potulujú okolo potokov ľudia s ryžovacou miskou a hľadajú zlato. Zlato je kľúčom ku geológii, chémii, cez elektroniku, archeológiu, finančníctvo, šperkárstvo, lekárstvo až po kozmonautiku, kriminológiu a históriu.

Archeologické nálezy prezrádzajú, že medzi ľuďmi a zlatom vznikla z hľadiska ľudí láska na prvý pohľad.

Z hľadiska histórie zlata je známe už od 4. tisícročia pred n. l. Získavalo sa v Číne, Núbii, na Urale, v Indii alebo z provincií podmanených Rimanmi, napr. zo Španielska a Galie. Od 10. do 15. stor. boli v Európe na zlato najbohatšie Čechy. Na Slovensku je známa Kremnica a Banská Štiavnica. V 17. a 18. stor. najväčšiu časť svetovej produkcie zlata dodávala Južná Amerika, najmä Brazília. V súčasnosti sú hlavné náleziská najmä v Kanade, Japonsku, USA a Austrálii.

V 7. stor. pred n. l. vznikli prvé zlaté mince v Lýdii z elektrónu (zlato a striebro). Známe sú zlaté mince z Perzie, Macedónska, mince Grékov, Keltov, Rimanov a zlaté razby Byzantskej ríše. Po prestávke v razbe zlatých mincí v Európe v 9. až 13. stor. sa začali v 14. stor. raziť v Taliansku a potom aj v iných krajinách. Zlato plnilo všetky funkcie peňazí a zlaté mince boli v obehu až do pádu tzv. zlatého štandardu za prvej svetovej vojny.

Zlatníctvo je veľmi staré remeslo. Je to vlastne umeleckoremeselné spracúvanie drahých kovov (najmä zlata a striebra) pri výrobe úžitkových, ozdobných predmetov a šperkov. Naši prapredkovia sa zdobili primitívnymi šperkami ešte skôr, ako sa začali obliekať.

Samo zlatníctvo má bohatú históriu. Začínala sa v staroveku (Egypt, Mezopotámia, Grécko, Rím), keď sa rozvinuli takmer všetky zlatnícke výrobné postupy a výzdobné techniky: **filigrán** (stáčanie tenkých zlatých drôtikov), **granulácia** (pritavovanie drobných zlatých zrniek na zlatú podložku), **zasadzovanie drahokamov, rytie, tepanie** a **cizelovanie** (vypracúvanie plastických tvarov tepaním), **smaltovanie** (email), **nielo** (vypĺňanie vyrytých alebo vytepaných obrazcov zmiešaninou striebra, medi, olova a síry) a **inkrustácia** (vkladanie mäkšieho kovu do tvrdšieho, napr. zlato do striebra). Osobitný význam malo vysoko vyvinuté egyptské klenotníctvo, krétsko-mykénska zlatnícka produkcia (nádoby, pohrebné zlaté masky, pečate, šperky), grécke a etruské šperky. V rímskom umení sa uprednostňovalo striebro (nádoby, šperky s rezbou, nielom, drahými kameňmi).

V nadväznosti na neskorú antiku sa výrazne rozvinulo byzantské zlatníctvo, ktoré preferovalo zlato, drahokamy a email v osobitne farebnom výraze a prinášalo mnohé impulzy pre stredovekú Európu. V predrománskom období zužitkúvalo zlatníctvo podnety z kultúr čiernomorského pobrežia, tzv. farebného štýlu, špecificky germánskeho zvieracieho štýlu, ako aj z antického a byzantského umenia (karolínske zlatníctvo, veľkomoravské šperky atď.). Pre románske zlatníctvo je charakteristická výroba emailu na medi so zlátením (rozšírená v priebehu 12. stor. najmä v Lotrinsku, v Porýní a v Limoges) v rámci širokej škály liturgických predmetov, relikviárov, kalichov, cibórií, pyxíd a knižných dosák.

V gotike sa rozšírili najmä liate a tepané strieborné práce, často zlátené alebo pokrývané emailom s architektonickými dekoratívnymi prvkami v bohatých tvarových a priestorových variáciách (najmä monštrancie). Popri množstve liturgických predmetov (chrámové poklady) sa najmä v 15. stor. výraznejšie rozvíjalo svetské zlatníctvo (objednávky miest, cechov, šľachta a meštianskych vrstiev) v neobyčajne bohatých formách a virtuóznom spracovaní (nádoby v tvare lodí, veží, vypuklinové poháre,

kombinácie s rôznymi materiálmi, bývolími rohmi, sloními klami, horským kryštáľom, polodrahokamami, koralmi). Dôležitú úlohu mali zlatnícke cechy (u nás v Košiciach, v Bratislave, v stredoslovenských banských mestách a v spišských mestách).

V 16. stor. vyvolal rozsiahly prílev zlata do Európy zo zámorských krajín veľký rozvoj zlatníckych odborov zameraných v prvom rade na výrobu luxusných predmetov. Ich návrhy tvorili viacerí významní umelci (napr. L. Ghiberti, A. Verocchio, A. Dürer a i.). Vzrástol osobný podiel zlatníckych majstrov na rozvoji renesančného zlatníctva (napr. v Taliansku B. Cellini, v Nemecku L. Krug, W. Jamnitzer a i.), ktoré uprednostňovalo rozličné kombinácie techník a materiálov (zlata, striebra, emailu, ulít, kokosových orechov, korálov, drahokamov, antických kameí atď.) a často sa vo výsledných prácach priblížilo sochársko-maliarskym polohám. Výrobky zlatníkov sa do veľkej miery stávali zbierkovými predmetmi dvorských pokladov (Schatzkammer) a zahŕňali aj rozličné kuriozity a automaty (práce s pohyblivými mechanizmami).

V baroku a rokoku sa vystupňovala tvarová dynamika výrobkov a ich honosná reprezentácia, v značnom rozsahu sa používalo pozlatené striebro a meď. V 17. stor. sa dostalo do popredia holandské (bratia van Vianenovci, J. Lutma), francúzske (N. Delaunay) a nemecké zlatníctvo (Ch. Jamnitzer, J. Lencker, D. Lang). Vedúce postavenie malo francúzske zlatníctvo (návrhy J. A. Meissoniera, práce rodiny Germainovcov) a neskôr popri ňom klasicisticky orientované anglické práce (návrhy R. Adama). U nás bol v baroku najvýznamnejším zlatníkom B. Weigl z Banskej Štiavnice a J. Silaši (Szilassy) z Levoče.

V 19. stor. prevládal v zlatníckej práci historizmus, ale postupne sa používanie drahých kovov (najmä zlata) na šperkársku oblasť obmedzovalo. Na prelome storočí sa v zlatníctve výrazne prejavila secesia a nová tvorba sa orientovala najmä na šperk.

Zlato v histórii predstavovalo nielen bohatstvo, ale aj moc. Symbolizovalo aj vieru. Zlato sa dá charakterizovať ako kov oddávna žehnaný aj preklínaný, meradlo hodnôt, jediný boh, na ktorom sa doteraz zhodli všetci. Keď sledujeme púť tohto kráľovského kovu dejinami – od najstarších legiend a mýtov až po súčasnosť – stávame sa svedkami jeho najväčších lúpeží i najväčších objavov, ktoré menili osudy jednotlivcov aj celých krajín.

Zlato je ozdobou i platidlom.

Literatúra

Ferko, V., 1978: Žltý diabol, žltý boh. *Bratislava, Obzor.*

Hálová-Jahodová, C., 1955: Umění a život zapomenutých řemesel. *VU Praha.*

Täubl, K. et al., 1989: Zlatnictví, stříbrnictví a klenotnictví. *Praha, Polytechnická knižnice.*

Toranová, E., 1976: Šperkárstvo na Slovensku. *Bratislava, Pallas.*

Toranová, E., 1975: Zlatníctvo na Slovensku. *Bratislava, Tatran.*

Dvořak, P., 1996: Zlato mŕtvych mužov. *Nedeľná Pravda, č. 43.*

Pyramída – encyklopedický časopis moderného človeka, 16, 1987, č. 191.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 401–404

K histórii dobývania zlata na Slovensku

LADISLAV ŠOMBATHY

Trate mládeže 3, 96900 Banská Štiavnica

(Doručené 9. 4. 1999)

Towards the history of gold extraction in Slovakia

Gold exploitation in the Slovakian area culminated before the 15th and 16th centuries. A systematic decrease of production is recorded since the period of written document preservations. The decrease should be prevented by implementation of new technologies and exploitation increase. The underestimation of gold and silver production after 1950 resulted in stagnation of research and prospection of gold deposits as well as following ore treatment. Mining-historical studies on gold production, which should serve as a basis for production assesment in the entire Slovakian area, have not yet been elaborated besides the studies from Kremnica and Štiavnica.

Key words: Slovakia, gold-mining, gold-washing, gold exploitation, gold production

Úvod

Na území Slovenska sa zlato pravdepodobne aj s inými kovmi dobývalo už v eneolite. Kelti ho dokázali vyhľadávať, ťažiť aj zhutňovať tak ako aj iné kovy. Pretože sa zlato a striebro vyskytovalo pri povrchu skoro všetkých rudných ložísk, prilákalo baníkov takmer do všetkých dnes známych metalogenetických dištriktov. Archeologické nálezy v štiavnicko-hodrušskom, kremnickom, malokarpatskom, inoveckom, malomagurskom, nízkotatranskom, vysokotatranskom, spišsko-gemerskom rudnom rajóne a stopy po starej baníckej činnosti nás oprávňujú predpokladať rozsiahlu baníckú činnosť. Práve na jej základe vznikli keltsko-kotínske a slovanské osady a od týchto čias sa u nás zlato – s prestávkami vyvolanými vojnami, epidémiami a mimoriadne nepriaznivými ekonomickými podmienkami – ťaží. Aj keď sú ekonomicky nepriaznivé podmienky aj dnes, v štiavnicko-hodrušskom rudnom rajóne sa ročne vyprodukuje okolo pol tony zlata v koncentráte.

História ryžovania zlata na Slovensku

Nedá sa s istotou tvrdiť, že sa ložiská zlata na našom území objavili ryžovaním v zlatonosných potokoch, lebo starí Kelti mali dosť skúseností aj na objavovanie ložísk podľa ich prejavov na povrchu. Napriek tomu sa dotkneme najprv získavania zlata z vodných tokov a rozsypov.

Ryžovanie alebo pranie zlata na našich tokoch nie je spracované na takej úrovni ako v Čechách a v alpských krajinách, hoci asi nebolo menej významné. Ryžovalo sa na hlavných riekach – Dunaj, Váh, Hron, Ipeľ, Hornád, Hnilec, ale aj na ich prítokoch odvodňujúcich rudné terény. Ryžovanie zlata malo dve hlavné časové etapy. Prvá prebiehala od začiatku tejto činnosti do 14. až 16. stor., a hlavne v druhej polovici už paralelne s ťažbou ložísk. V tejto etape ryžovali zlato Kelti, Rimania, Slovania a na jej sklonku aj Nemci. Z literatúry o Keltoch je známe, že na hospodárske záujmy kmeňa vedeli nasadiť množstvo pracovníkov. Aj preto predpokladáme prepracovanie rozsiahleho množstva materiálu pri Zlatníkoch v Považskom Inovci a v okolí Malinovej v Malej Magure práve v keltskom období. Odhady hovoria, že v okolí Zlatníka to bolo 4 až 5 mil. m^3 a v Malinovej 5 až 12 mil. m^3 materiálu (Polák, 1968). Z toho podstatná časť asi pripadá na Keltov. Kelti pravdepodobne exploatovali rozsiahle ryžoviská v okolí Rožňavy a podzemne dobývali zlato v náplavoch dejekčného kužeľa doliny Čučmianskeho potoka, Majerskej, Rožňavskej, Tmavej a Zlatej doliny. Možno aj rozsiahle ryžoviská Bohaté na Rimavici pri Kokave a v Bystrej doline pod Ďumbierom poukazujú na keltský pôvod. Na niektorých starých keltských ryžoviskách pokračovali v práci aj Rimania a po nich prišli naši predkovia, ktorí už asi využívali kovy vo svojej starej vlasti. Po našich slovanských predkoch sa zachoval názov zlato v rozličných formách, ale aj názov baňa. Toky, v ktorých sa ryžovalo, volali „ščev". Tento poznatok publikoval roku 1975 Halaga a priniesol aj nový náhľad na pôvod mena potoka a mesta Štiavnica. Starší názor zdôvodňoval Šmilauer roku 1932 existenciou kyslých vôd – šťavíc, ktoré tu predpokladal. Avšak kyslé vody sa ani z povrchu, ani z hĺbí nespomínajú a dodnes tam nie sú. Názvy Štiavnického potoka v listinách od roku 1245 až do roku 1439 sú veľmi podobné menu „ščev". Názov Štiavnica pochádza skôr od slova ščev, teda od toku, na ktorom sa ryžovalo zlato. Z toho vychodí, že sa v Štiavnickom potoku a rovnako aj v dvoch novobanských potokoch s dnešným názvom Štiavnica ryžovalo zlato v slovanskej časovej etape.

Po príchode nemeckých kolonistov sa hlavne na východnom Slovensku označovali potoky, na ktorých sa ryžovalo, slovom Seifen, napr. Schnellenseifen (Bystrý potok) alebo Grellenseifen (Perlová dolina).

Množstvo zlata získaného ryžovaním potočného a riečneho materiálu nie je známe. Jediný pokus o odhad urobil Polák pri lokalite Zlatníky v rudnom rajóne Považského Inovca a Malinová v Malej Magure. Pri odhadnutej kovnatosti a výťažnosti vypočítal vyryžované množstvo zlata v Zlatníkoch na 500 až 1750 kg a v Malinovej 788 až 1890 kg. Odhady o ťažbe zlata z iných lokalít čaká na spracovateľov, baníkov, geológov a historikov. Prvá etapa ryžovania doznievala postupne s rastúcou výrobou zlata z primárnych ložísk. Od 14. až 16. stor. sa ryžovanie utlmilo a využívalo sa len ojedinele.

Po prestávke dvoch až štyroch storočí sa druhá etapa ryžovania zlata začala až v druhej polovici 18. stor. a intenzívne ryžovanie zlata v potokoch sa zvyčajne označuje ako „kalifornská horúčka". Podnetom na obnovu ryžovania zlata boli dobré výsledky pri ryžovaní na Dunaji v rakúskom úseku pri Linzi a pri Cremse (Kremži). Stimulovať ryžovanie mal aj Ryžovací patent Márie Terézie zo 17. apríla 1749. 25. mája 1777 vyzval Hlavný komornogrófsky úrad v Banskej Štiavnici podriadené úrady, aby oznámili lokality, na ktorých by sa mohlo ryžovať. Týkalo sa to aj úsekov na prieskum ryžovania s podporou eráru. Ohlas bol taký veľký, že nebolo treba poskytnúť ani dotáciu na ryžovanie zlata. Ale ako rýchlo zlatá horúčka vzbĺkla, tak rýchlo – netrvala ani päť rokov – aj zhasla. „Kalifornskú horúčku" najlepšie charakterizujú záznamy o udeľovaní povolení na povrchové ryžovanie v Štiavnickom potoku. V rokoch 1778 až 1781 sa tam dovedna udelilo 62 povrchových mier na ryžovanie zlata: v štiavnickom úseku 8, v štefultovskom 6, v antónskom 24, v úseku Prenčova 9, Tepličiek 6, pri Hontianskych Nemciach 6, pri Domaníkoch 2 a v úseku Tesár 1. Podobne to bolo aj na iných tokoch. Napriek opadnutiu zlatej horúčky jednotlivci ryžovali aj v 19. stor. Známe sú spory vtedajších odborníkov o pôvode zlata v potočných nánosoch. Kým baníci a geológovia videli pôvod zlata v odpade úpravne, stupárski odborníci to popierali a dokazovali, že sa zlato transportuje z ložísk. Obidve skupiny mali svoju pravdu. Zriedka pracovali ryžovníci aj v 20. stor. V 30. rokoch sa napr. ryžovalo aj v Malinovej v Malej Magure.

Ani z tejto etapy ryžovania nie sú spracované výsledky. Zriedka sa publikovali čiastkové výkazy o ryžovaní. Napr. v časopise Bányászati és kohászati lapok roku 1914 publikoval Greisiger výsledky, ktoré pri ryžovaní dosiahol Prenčovan Ján Turza v rokoch 1870 až 1908. Ročný výsledok bol od 0,0125 kg do 0,351 kg čistého zlata a od 0,007 do 0,210 kg čistého striebra. Obsah zlata bol dva razy vyšší ako striebra.

Na slovenskom úseku Dunaja sa dosť intenzívne ryžovalo na ľavom aj na pravom brehu, ale výsledky nezodpovedali vynaloženému úsiliu. Sporadické sú aj záznamy o vyryžovanom množstve. V úseku Győr sa roku 1749 vyryžovalo 471 g zlata rýdzosti 943/1000, ale roku 1750 už iba 287 g. Zriedka sa ryžovalo aj v obdobiach, keď nebola rozumnejšia práca. Z tohto úseku Dunaja sa v rokoch 1870 až 1913 vyryžovalo 78,85 kg čistého zlata. Z toho sa zámena v posledných rokoch obdobia (od 1901 do 1913) pohybovala len od 200 do 700 g za rok. Počas hospodárskej krízy v 30. rokoch nášho storočia sa zintenzívnilo ryžovanie na našej aj na maďarskej strane Dunaja pri sútoku Hrona. Výsledky neboli uspokojujúce. Od roku 1934 vykonávalo prieskum ťažiarstvo Aurea z Prahy. Po poloprevádzkových pokusoch sa zostrojil bager s premývacím zariadením, ktoré malo veľmi veľa začiatočníckych chýb, a ich odstraňovanie trvalo dlho. Nasadenie bagra do plnej prevádzky znemožnila viedenská arbitráž a rozpustenie spoločnosti v dôsledku politických pomerov (Polák, 1969).

História dobývania zlata na Slovensku

Zlato sa ťažilo *in situ* skoro na každom rudnom ložisku. Historicky známe boli lokality, kde sa zlato vyskytovalo iba pri povrchu voľné aj viažuce sa na sírniky. Tam sa získavanie zlata rýchlo skončilo, a tak zväčša zostali len povesti o veľkom bohatstve. Na niektorých lokalitách bol obsah využiteľného zlata významnejší, avšak aj tam jeho obsah s hĺbkou rýchlo klesal. Z množstva známych lokalít sa pravidelná ťažba zlata udržala aj v 20. stor. len v dvoch rudných rajónoch – kremnickom a štiavnicko-hodrušskom. V ďalších metalogenetických jednotkách, napr. v antimónových ložiskách – zlato v tomto storočí vystupovalo len ako vedľajší kov.

Začiatky ťažby zlata na našom území sú nateraz nejasné. Doterajšie práce banskej archeológie pripúšťajú dobývanie už za Keltov. Ojedinelý archeologický nález na Pieskoch pri Španej Doline dokumentuje pomerne čulé baníctvo už v bronzovej dobe. Kelti zlato ťažili pravdepodobne na všetkých známych lokalitách na Slovensku. Zemepisné názvy končiace na -aba alebo -ava sú vraj keltského pôvodu. Obec Boca sa v správe z roka 1744 volá Bocava a bane na Magurke – Peraba (Moller, 1744). Aj takéto údaje môžu pomôcť pri ťažkom určovaní začiatkov nášho baníctva. Sú však iné dokumenty, ktoré môžu pomôcť pri takomto odhade. V listine benediktínskeho opátstva sa spomína, že sa roku 1156 celé široké územia terajšieho štiavnicko–hodrušského rudného rajónu volá *terra banensium*, teda zem baníkov. Kým toto meno vzniklo, musel ubehnúť dlhší čas. Slovanským názvom baňa sa označoval akýsi banský závod s kolóniou robotníkov a s nevyhnutným príslušenstvom. Pri mene baňa sa nezachovali príslušné prívlastky. Je iba jedna výnimka, ale podstatne mladšia. Je to Cremnychbaňa z roku 1328. Slovenské meno baňa zamenili nemeckí kolonisti za Berg – vo význame banský závod. K tomu sa zachovali aj prívlastky na bližšie určenie lokality. Tak poznáme Grünerberg, dnes Grüner, Glanzenberg na Starom meste, Berg a Siglisberg na Piargu (teraz Štiavnické Bane), Sandberg–Piesky pri Španej Doline, Königsberg–Nová Baňa, Berg–Piargy (teraz Kremnické Bane) atď. Pre banský závod Siglisberg, Grünerberg, bane Vogelsang v Banskej Belej a v Hodruši sa začalo tvoriť administratívne centrum v údolí potoka Ščev–Ščevnica, kde sa ryžovalo zlato. Najvážnejším súčasným dokladom o dlhotrvajúcej ťažbe

pred objavením sa prvých písomných pamiatok sú údaje o výrobe. Finka v práci Zlatá Kremnica (1995) vypočítal produkciu zlata a striebra od roku 1328 do roku 1981. V hodnovernej práci dokumentuje najvyššiu výrobu zlata a striebra v Kremnici v prvých piatich desaťročiach podľa zachovaných písomných dokumentov, t. j. od roku 1330 do roku 1379. V tom období sa vyprodukovalo 5997 kg zlata, ročne priemerne takmer 120 kg. Ročný priemer výroby zlata za celé 14. stor. je 117,8 kg. Taký ročný priemer sa už nedosiahol ani v jednom storočí. 14. stor. možno právom označiť za zlatý vek kremnického baníctva. Otázka je, koľko storočí trval vývoj ťažby zlata v Kremnici, kým sa dosiahla jeho najvyššia produkcia.

V štiavnicko–hodrušskom banskom rajóne je obdobná situácia. Najvyššia výroba zlata a striebra bola roku 1690, keď sa zamenilo 605 kg zlata a 29.000 kg striebra (Ferber, 1780). Taká výroba sa už nedosiahla nikdy, hoci sa 18. a polovica 19. stor. zvyčajne pokladajú za zlatý vek štiavnicko-hodrušského baníctva.

Povesťami opradené bohatstvo Magurky prilákalo už Keltov a možno po nich zostalo pomenovanie Peraba. Doteraz najstarší údaj o tamojšom baníctve uvádza Čelko (1993). Je z roku 1279 a hovorí, že na ľupčianskom majetku zriadili baňu šľachtici Serafín a Bohumír, kráľ ju odkúpil, odovzdal Ľupčanom a ako náhradu dal spomenutým šľachticom majetok v Bobrovci. Podľa záznamov sa na Magurke zlato úspešne ťažilo do roku 1580. Potom sa už potrebné výsledky nedosahovali a nepomohla ani výmena ťažiarov. V 18. stor. prevzal majoritu banský erár s cieľom dosiahnuť niekdajšie zisky, avšak prevažná väčšina rokov bola hospodársky stratová. V 20. stor. straty podstatne vzrástli, a preto bola roku 1923 lokalita opustená. Zlatý vek tejto lokality teda bol pred rokom 1580.

Podobná situácia bola aj na bocianskom ložisku. Ako sa už uviedlo, banskobystrický lekár Otto Moller nazval obec v správe z roku 1744 Bocava, čo naznačuje keltský pôvod názvu. Podľa správ banských a hutníckych odborníkov z 18. stor. tu muselo byť živé baníctvo zamerané najmä na zlato, lebo sa tam hovorí o výnosnom baníctve v minulom čase. Banskobystrická komora zriadila roku 1558 v Boci banský súd pre horné Pohronie, Liptov a Oravu, ktorý bol nahradený roku 1789 banským substitučným súdom v Malužinej. Banský súd v Boci vznikol už po zlatom veku ložiska. Pokusy obnoviť prevádzku starých diel aj po dlhšom prevádzkovom pokoji sa často opakovali aj tesne pred 1. svetovou vojnou, ale úspešná ťažba sa nevrátila.

Z južnej strany Čertovej svadby (teraz Čertovica) je obec Jarabá. Spomína sa v literatúre ako miesto výskytu veľmi kvalitného rýdzeho zlata. Buchholz (1789) v správe o Jarabej spomína vysokú čistotu zlata, podľa čoho vraj dostala meno od slova Araba, lebo rýdzosťou sa zlato vyrovnalo arabskému. Ide asi o zámenu pomenovania bocianskych baní za blízku Jarabú. V Jarabej bola malá huta, ktorá roku 1789 vyhorela a už sa neobnovila. V tejto hute sa predtým azda vyrábalo zlato z bocianskej rudy.

Osud ostatných v minulosti významných baní na zlato bol podobný. V 17. a 18. stor. mali svoj zlatý vek dávno za sebou. Ak sa k nim ťažiari vracali, išlo zvyčajne o staré, dávno opustené banské diela, z ktorých sa vo väčšine prípadov nevyprodukovalo zlato ani na úhradu nákladov. Tak by sa dali okrem už spomenutých lokalít vymenovať zlaté bane v Rožňavskej doline, kedysi rozsiahle baníctvo v Malej Magure, Považskom Inovci, v Starom meste pri Pezinku a mnoho ďalších.

Zlato sa ťažilo aj ako sprievodný kov polymetalických a antimónových ložísk. Z antimónových ložísk sa začalo využívať až v 30. rokoch 20. stor. Predtým sa predávalo v krudume a reguluse bez zhodnotenia. Možno aj preto boli krudum a regulus zo slovenských ložísk také hľadané. V koncentrátoch olova sa obsah zlata a striebra zhodnocoval. To po oddelení hút od baní roku 1951 v Banskej Štiavnici, Vajskovej a v Krompachoch narážalo – na škodu celého štátu – na takmer neprekonateľné prekážky.

O množstve vyťaženého zlata a striebra z vychýrených slovenských lokalít nie sú úplnejšie údaje. Predpokladáme, že hľadanie nových, serióznych písomných podkladov nebude úspešné, a preto čaká banských historikov mimoriadne ťažká práca, ktorá sa bude musieť oprieť aj o odborné odhady, interpoláciu a extrapoláciu, ako aj dobrú znalosť histórie skúmanej lokality. Azda sa aj preto historici baníctva tejto problematike vyhýbajú a uprednostňujú radšej výskum vývoja techniky a technologických zariadení.

Ak by sme mali uviesť údaje o výrobe zlata a striebra na území Slovenska, museli by sme sa vrátiť k Agricolovi, ktorý zverejnil niektoré údaje získané od informátorov z našich lokalít. Mali by sme citovať európskych banských odborníkov, ktorí najmä v 18. stor. navštívili naše lokality, ale aj správy domácich autorov. O celkový odhad produkcie zlata a striebra na Slovensku sa pokúsil Malkovský (1966). Odhadol, že od začiatku 13. stor. do konca 18. stor. sa vyrobilo 400 t zlata a 5500 t striebra. Z rudných rajónov sú k dispozícii údaje o výrobe v Kremnici. Od roku 1328 do roku 1981 vykázal Finka výrobu 46,096 t zlata a 208,490 t striebra. Podľa predbežných výpočtov sa z ložísk štiavnicko–hodrušského rudného rajónu vyťažilo 360 t zlata a 6900 t striebra (Sombathy, 1995).

Záver

Baníctvo na zlato a striebro malo na území Slovenska nasledujúce špecifiká.

– Ložiská zlata boli zväčša veľmi malé a zrudnenie v nich bolo – okrem výnimiek (Kremnica, Štiavnica) – veľmi nepravidelné.

– Ťažba ložísk sa začala oveľa skôr, ako sa doteraz predpokladalo. V 16. stor. bola najbohatšia ruda už vyťažená a to aj z takých ložísk, ako je Kremnica a Štiavnica. Potom sa ťažba zlata často obnovovala, ale hospodársky efekt predchádzajúcich období nepriniesla. Úspechy nepriniesol ani vznik veľkých ťažiarstiev, ani poštátnenie baní (príkladom je Magurka a Zlatá Idka).

– Niektoré ložiská mali veľmi malý hĺbkový dosah. Platí to napr. o početných ložiskách v Malej Magure a v Považskom Inovci, kde boli tzv. mačinové rudy

s veľmi malým hĺbkovým dosahom (Wasenläutfer, Rasenläufter). Potvrdili to aj obnovené kutacie práce v 18. stor.

– Pokles svetovej ceny zlata a striebra koncom minulého storočia v dôsledku produkcie amerických drahých kovov odsunul naše baníctvo drahých kovov do skupiny baní dotovaných štátom.

– Nezáujem o zlato a striebro po roku 1947 viedol roku 1950 k postupnému zastaveniu ťažby týchto kovov. Napriek zdôrazňovaniu nevyhnutnosti komplexného geologického prieskumu sa zlato a striebro prestali sledovať, vyradili z výskumu ich upraviteľnosť a zhutňovanie, ale prestali byť aj predmetom pozornosti ložiskového výskumu a prieskumu modernými metódami.

Výsledkom opísaného vývoja je, že sa v súčasnosti na Slovensku ťaží zlato iba z jediného ložiska v Hodruši, ktoré sa už dobývalo aj v minulosti. Zlato ťaží Slovenská banská, s. r. o., Hodruša–Hámre aj pri veľmi nepriaznivej svetovej cene zlata. V prípade zistenia dostatočného množstva rudy tohto typu na dlhodobú výrobu na súčasnej úrovni by bolo možno uvažovať o oživení ťažby zlata v celom štiavnicko–hodrušskom rudnom rajóne. Preto je intenzívny výskum a prieskum tohto typu zrudnenia nanajvýš potrebný a mal by mať všestrannú podporu.

Literatúra

Čelko, M., 1993: Baníctvo v Ľupčianskej doline. *Prednesené pri príležitosti osláv 730. výročia udelenia privilégií Ľupči. Apríl 1993.*

Csiba, S., 1714: Disertatio historico–physica montibus Hungarieae. *Trnava.*

Ferber, J. J., 1770: Physicalisch–Metallurgische Abhandlungen über die Gebirge in Ungarn. *Berlin–Stettin.*

Finka, O., 1995: Zlatá Kremnica. Tisícročná história baníctva. *Neografia, a. s., Martin.*

Halaga, R., 1975: Košice–Balt. Výroba a obchod v styku východoslovenských miest s Pruskom (1275–1526), *Košice.*

Malkovský, J., 1966: Slovenské kovohutníctví do 18. století a význam banskoštiavnické akademie pro jeho rozvoj. *In: Z dejín vied a techniky na Slovensku. Zv. IV., Bratislava.*

Moller, O., 1744: Správa o stave zlatých baní v Nemeckej Ľupči, podaná na Hlavný komornogrófsky úrad v Banskej Štiavnici roku 1744. Preklad in: Ivan, Ľ., Jancsy, J, Miková J.: Ložiská zlata na Slovensku I. *Manuskript – Geofond, Bratislava, 1969.*

Polák, S., 1968: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku I, Zlatníky, okr. Topoľčany. *In: Zbor. Slov. banského múzea IV.*

Polák, S., 1969: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku II, Dunajské zlato. *In: Zbor. Slov. banského múzea V.*

Polák, S., 1970: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku III. *In: Zbor. Slov. banského múzea VI.*

Sombathy, L., 1996: Pokus o odhad ťažby zlata a striebra v štiavnicko–hodrušskom rudnom rajóne. *Sympózium o dejinách hutníctva, Herľany.*

Schmilauer, V., 1932: Vodopis starého Slovenska. *Praha–Bratislava.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 405–406

Kremnica – najvýznamnejšie stredisko ťažby zlata v stredoveku

JÁN NOVÁK

Slovenské banské múzeum, Kammerhofská 2, 969 01 Banská Štiavnica

(Doručené 9. 4. 1999)

Kremnica – the most important centre of the gold mining in the Middle Ages

Kremnica was one of the most important centres of the gold mining in the Europe in the Middle ages, specially in the period from 1330 to the end of 15th century. The gold of the Kremnica had the most important position on the previous markets in this period. The gold coins of the Kremnica have contributed also to the world glory of town. They were coined from the fine gold (23 carats and 9 grans) and have weighted 3.55851 gr. They were not only the currency on the financial markets in the Hungary, but were also the very populary from 1328 to the 18th century.

Key words: gold mining in the Middle ages, gold coins of Kremnica, Kremnica Mts.

Najvýznamnejším strediskom ťažby zlata na Slovensku bola Kremnica. Mesto dostalo privilégiá 17. novembra 1328, no treba predpokladať, že zlatonosné horniny boli v tejto oblasti objavené už dávno predtým – najneskôr v poslednej štvrtine 13. stor. – a to stimulovalo aj prvú banskú činnosť. Kremnickú zlatú rudu našli isto obyvatelia žijúci na mieste dnešnej osady Stará Kremnička, ležiacej 12 km na J od Kremnice, v piesku Hrona a v dolinke oproti Starej Kremničke. Zlaté zrnká boli dostatočným impulzom do ďalšieho hľadania a postupu obyvateľov Starej Kremničky (vlastne Starej Kremnice) hore potokom až po zdroj samého rýdzeho zlata – k výstupom zlatých žíl na upätí vrchu Jarabica. Bane sa teda otvárali a ťažiť vo veľkom sa v Kremnici začalo nesporne skôr ako roku 1328, keď panovník ako hostí povolal do mesta baníkov a neskôr aj minciarov.

Podľa najstaršej listiny kremnickej mestskej rady z roku 1331 možno predpokladať, že v Kremnici už bol bohatý hospodársky život. Jeden z banských podnikateľov vlastnil tri banské mlyny, hutu, stupy a ako susedné banské diela sa spomínajú ďalšie tri banské mlyny a stupy. Banských mlynov, hút a stúp bolo v tom období už nepomerne viac. Predpokladá sa, že v tom čase v Kremnici pracovalo už okolo 30 banských mlynov a celková ročná produkcia 12-karátového zlata bola najmenej 130 kg. Už pred udelením privilégií inklinovalo k osade Kremnica sedem menších osád a zdá sa, že Kremnica vznikla splynutím viacerých banských osád do jedného správneho celku. V rokoch 1442–1443 sa v daňovom súpise obyvateľov mesta uvádza 40 banských mlynov a 12 hút a ročná produkcia zlata v tomto období sa odhaduje takmer na 200 kg ročne.

O hospodárskom význame Kremnice pre Uhorsko v sledovanom období hovorí aj fakt, že sa Kremnica najneskôr roku 1331 stala administratívnym centrom najväčšej z desiatich mincových komôr v Uhorsku, zahŕňajúcej 12 stolíc aj s príslušnými dištriktmi, mestami a osadami. Kremnickej kráľovskej komore, do ktorej právomoci patril dozor nad banskou činnosťou, výkupom surového zlata a striebra, no najmä nad razbou mincí, prináležalo územie Bratislavskej, Nitrianskej, Zvolenskej, Oravskej, Liptovskej, Turčianskej, Trenčianskej, Tekovskej, Hontianskej, Novohradskej, Komárňanskej, ako aj Peštianskej stolice. Kremnica už v tom období bola jedným z najvýznamnejších a pre kráľovskú pokladnicu najdôležitejších miest v Uhorsku. Kremnica sa stala sídlom najväčšej uhorskej mincovej komory v prvom rade vďaka vysokej produkcii zlata, ktorá v kremnickom rudnom revíre už bola najväčšia v Uhorsku.

Bohaté zásoby zlata v Kremnici, tradícia jeho dobývania, ako aj ďalšie umožnenie jeho slobodnej ťažby v okruhu dvoch míľ od územia mesta Kremnice, ako o tom hovorí kremnické privilégium z roku 1328, podnietili ďalší rozvoj ťažby, ale aj celého mesta. Bolo to aj v súlade s jedným z hlavných finančno-ekonomických cieľov Karola Róberta a významne to pomohlo vytvoriť stálu hodnotnú menu, neodmysliteľne spätú s činnosťou kremnickej mincovne.

Uhorsko hneď v prvých rokoch po vydaní kremnického privilégia čoraz viac nahrádzalo striebornú menu zlatom a roku 1335 kremnická mincovňa už produkovala v prvom rade florény razené z jemného zlata a až potom strieborné groše a denáre. O ďalšie tri roky panovník definitívne upustil od razenia striebornej mince a Uhorsko prešlo iba na zlatú menu – po celej Európe preslávené kremnické dukáty.

Rozhodujúci význam pre prechod striebornej meny na zlatú v Uhorsku mali v prvom rade bohaté zásoby zlata v kremnickom rudnom revíre. Kremnické dukáty – razené z čistého zlata – nielenže stále viac posilňovali ústrednú moc panovníckeho dvora, ekonomickú stabilitu a rozvoj krajiny, ale čoraz viac posilňovali mocenský vplyv anju-

ovského dvora v Európe. Kremnické dukáty neboli len obeživom na peňažnom trhu v Uhorsku, ale na niekoľko storočí sa stali najvyhľadávanejšou mincou v Európe. Zo všetkých európskych platidiel boli najťažšie, razili sa z čistého zlata (23 karátov a 9 granov) a vážili 3,55851 gr. Zahraničné dukáty mali aspoň o 1 gran menej. Táto výnimočnosť kremnických dukátov platila až do panovania Jozefa II., ktorý v rámci unifikácie obeživa v celej habsburskej monarchii dal obsah zlata kremnických dukátov znížiť na úroveň viedenských. Predpokladá sa, že v kremnickej mincovni sa ročne spracovalo približne 1500 kg zlata asi na 500 000 kusov dukátov. Strieborných denárov a grošov sa ročne vyrazilo asi 12 mil. kusov.

Kremnický rudný revír bol už onedlho primalý pre väčšiu podnikateľskú činnosť, a preto sa vydolovaná ruda spracúvala aj v rudných mlynoch postavených na rieke Turiec. Už v listine z 13. decembra 1361 sa spomína štvorkolesový rudný mlyn na Turci v Turčeku. V Dolnom Turčeku boli v tom období aj ďalšie banské mlyny – jeden 6-kolesový a druhý dokonca 8-kolesový.

Ako vidno z listiny z roku 1393, banské mlyny stavali kremnickí ťažiari na potokoch dvoch banských údolí – Colner a Soler, a to štyri a šesť za sebou. V tom istom roku sa v dvoch zachovaných listinách spomína sedem banských mlynov. O vysokej rentabilite banského podnikania v Kremnici svedčí aj nákladné odvodňovacie banské dielo – dedičná štôlňa, ktorá bola v hĺbke opustená už dlhší čas. Štôlňa sa začínala v meste a pokračovala smerom k banským dielam Rezenskovcov, ako aj k ďalším dielam.

Z daňového súpisu obyvateľov mesta Kremnice z roku 1442–1443 je známe, že v tom období tam bolo už 40 banských mlynov a 12 hút. V doline Colner bolo 31 a vo veľkej a strednej vode Bystrickej doliny (Solergrund) ostatných deväť. Huty boli pravdepodobne na dolnom okraji mesta poniže sútokov Kremnického potoka.

Presné údaje o ťažbe zlata v kremnickom rudnom revíre, rovnako ako ani o ťažbe drahých a farebných kovov v ostatných stredoslovenských banských mestách za celé obdobie stredoveku nie sú. V prípade zlata sa zväčša spomína uhorské. Do tohto zlata patrilo síce aj zlato vyťažené v iných banských revíroch vtedajšieho Uhorska, ale najvýznamnejší podiel v celom stredoveku – najneskôr však od 30. rokov 14. stor. – malo kremnické zlato. Uhorské zlato tak malo až do konca stredoveku najvýznamnejšie postavenie na vtedajších európskych trhoch hlavne zásluhou Kremnice.

V 2. a v 3. štvrtine 14. stor. sa v Uhorsku vyprodukovalo ročne nie menej ako 2000–2500 kg zlata, čo bola asi polovica vtedajšej známej ťažby zlata vo vtedajšom známom svete. Za celé toto obdobie sa v Kremnici vyprodukovalo ročne asi 400 kg. Vzhľadom na prenikanie ťažby stále do väčšej hĺbky a zatápanie hlbších banských diel spodnou vodou produkcia zlata od poslednej štvrtiny 14. stor. postupne klesala a jeho celoročná produkcia v Uhorsku až do 3. štvrtiny 15. stor. bola okolo 1500 kg ročne. Koncom 15. stor. z 1500 kg zlata, ktoré sa v tom období vyprodukovalo v celom Uhorsku, bolo až 1244 kg z oblastí stredoslovenských banských miest. Treba predpokladať, že prevažná časť tohto kovu sa vyprodukovala v kremnickom rudnom revíre.

O význame „zlatého veku" „zlatého mesta" – Kremnice na konci stredoveku nepriamo svedčí aj export kremnických zlatých dukátov. Tie sa do konca 14. stor. dostávali vo veľkom množstve do Rakúska, Nemecka, Holandska, ale aj do Talianska – najmä do Florencie a Benátok, kde zas umožňovali ďalší obchod s Blízkym východom. Zlato v podobe kremnických dukátov bolo tak dôležitým príjmom kráľovskej pokladnice a uhorského zahraničného obchodu vôbec. Len v 2. pol. 15. stor. platilo Uhorsko za dovezený tovar ročne priemerne okolo 300 000 dukátov, čo boli takmer tri štvrtiny vtedajšej uhorskej celoročnej produkcie zlata.

Po veľkom rozvoji a vysokej rentabilnosti kremnického baníctva v 14. a 15. stor. začala už koncom 15. stor. ťažba klesať a v 16. stor. sa dočasne zastavilo súkromné banské podnikanie. Kým roku 1469 pracovalo v Kremnici 29 banských mlynov, roku 1499 ich bolo iba 16. Bane súkromných ťažiarov, ako aj bane v správe kráľovnej Márie boli takmer cez celé 16. stor. stratové. Nerentabilnosť kremnických zlatých a strieborných baní nevyplynula len z poklesu kovnatosti a väčších výrobných nákladov na dopravu a odvodňovanie spätých s postupom banských diel do väčšej hĺbky, ale aj z monopolu kráľovskej komory na drahé kovy a z neho vyplývajúceho určovania ich cien. Tie sa aj napriek postupnému rastu cenovej hladiny nahor a zhoršenej situácii v ťažbe nemenili. Zmena v tomto smere nastala až na prelome 16. a 17. stor.

Literatúra

Čelko, M., 1994: Turzovci v Kremnici. *Spravodaj Banského výskumu Prievidza, roč. 34, č. 3–4, 98–102.*

Horák, J., 1965: Kremnická mincovňa, *Banská Bystrica.*

Kazimír, Š. & Hlinka, J., 1978: Kremnická mincovňa 1328–1978, *Martin.*

Križko, P., 1964: Z dejín banských miest na Slovensku. *Bratislava.*

Lasoš, T., 1948: Sídelný zemepis Kremnice. *Bratislava.*

Maturák, M., 1928: Z dejín slobodného a kráľovského banského mesta Kremnice. *Kremnica.*

Novák, J., 1978: Z minulosti baníctva v Kremnici. *Rudy 26, 8, 223–227.*

Novák, J. et al., 1992: Kremnica. *Martin.*

Paulinyi, O., 1972: Nemesfémtermelésünk és országos gazdaságunk általános alakalása a bontakozó és a kifejlett feudalizmus korszakában (1000–1526). *Századok, 3. Szám, 561–568*

Péch, A., 1884: Alsó Magyarország bányamívelésének története I. *Budapest.*

Rarkoš, P., 1974: Vznik a začiatky banských miest na Slovensku. *Historické štúdie, 19.*

Slotta, R. & Labuda, J., 1997: Bei diesem Scheine tehrt Segen ein. Gold, Silber und Kupfer aus dem Slowakischen Erzgebirge. *Bochum.*

Windakiewicz, E., 1866: Gold und Silber Bergbau zu Kremnitz in Ungarn. *Jahrb. der H. h. Gold Reichenstalte III. Wien.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 407–410

Zlatnícke cechy na Slovensku v 15.–19. storočí

ĽUDMILA NEMESKÚRTHYOVÁ

Slovenské národné múzeum – Historické múzeum, 814 36 Bratislava-Hrad

(Doručené 9. 4. 1999)

Goldsmith guilds in Slovakia in the 15th–19th centuries

Guild period (15th–19th centuries) was the most significant epoch in the history of goldsmith trade. In the course of five centuries there originated and existed 12 autonomous goldsmith guilds with centres in Košice, Bratislava, in Central Slovakian mining towns and in Spiš region. Goldsmith trade flourished most in the 16th–17th centuries. From the 18th century guild trades began to stagnate. Guilds were abolished by the so-called Industrial Act of 1872.

Key words: goldsmiths trade, guild, statutes, guild master, apprentice, journeyman, master, master course, jobber journey offprint

Bohaté náleziská zlata a striebra na Slovensku stimulovali vývoj remesiel, ktoré vyťažený a vytavený kov pretvárali na umelecky hodnotné úžitkové predmety a šperky. Umelecké spracúvanie drahých kovov na Slovensku má staré tradície. Takýmto remeslom bolo zlatníctvo, ktoré malo pre náročnú technológiu výroby, drahocenné suroviny a výborný vzhľad hotových výrobkov medzi umeleckými remeslami mimoriadne postavenie.

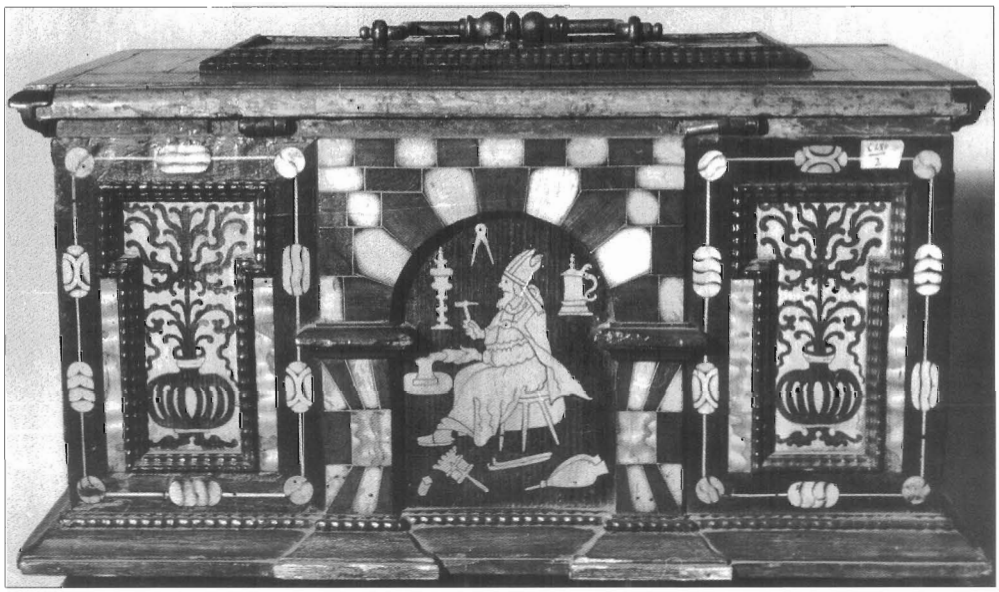
Stredoslovenské banské mestá a bane na Spiši, najmä v smolníckej oblasti, dodávali zlatníkom potrebné striebro a zlato. Hlavným odberateľom zlatníckych artefaktov boli bohatí svetskí a cirkevní hodnostári, zámožný patriciát i magistrát mesta. Reprezentatívne kusy stolového riadu a ozdobných predmetov, drahocenné šperky i súpravy výzbroje uspokojovali požiadavky aj tých najnáročnejších.

Zlatník musel ovládať celú rozmanitosť technológie výroby a výzdoby zlatníckeho výrobku. Musel byť odborníkom v mnohých odvetviach remeselnej a umeleckej práce. Musel si surovinu (zlato a striebro) upraviť – striebro legovať (primiešať doň meď) – tak, aby bola vhodná na ďalšie spracovanie.[1] Zlatník z liateho okrúhleho kovového kotúča vykoval plech, vytvaroval ho tak, aby nádoba získala základné obrysy. Nádobu ďalej modeloval tepaním rozmanitými kladivkami a razidlami z vnútornej aj vonkajšej strany, a tak dosahoval jemnejšie a detailnejšie tvary. Časti nádob, ako je driek pohára alebo plastický dekor, sa liali, povrch sa často zdobil rozličným spôsobom – cizelovaním kladivkom a razidlami alebo gravírovaním, rydlom. V mnohých prípadoch sa želaný efekt dosiahol leptaním. Medzi ďalšie dekoratívne techniky patrilo aj emailovanie. Po leštení, polírovaní a bielení sa výrobok často pozlacoval. Súčasťou pracovnej náplne zlatníkov bolo aj rytie strieborných pečatidiel. Zlatnícke remeslo patrilo všeobecne medzi najvýnosnejšie a uznávané profesie a z toho vyplýval istý spoločenský status. Takmer vo všetkých mestách zlatníci vlastnili domy a boli členmi mestskej rady.

Prvými centrami zlatníckeho remesla boli sídla feudálov a kláštory, neskôr vznikajúce a rozvíjajúce sa mestá, v ktorých sa remeselníci začali združovať a vytvárať profesijné korporácie – cechy. Hlavným a najjednoduchším podnetom na založenie cechu bolo úsilie remeselníka získať prostredníctvom cechu monopol na prácu na odbyt. Od začiatku boli cechy samosprávne združenia chrániace záujmy svojich členov, ale zároveň aj delegovanými orgánmi mestskej správy. Ich povinnosťou bolo uvádzať do súladu záujmy spotrebiteľa so záujmami mestskej komunity. Cechové obdobie bolo najvýznamnejšou epochou v histórii zlatníckeho remesla na Slovensku. V priebehu piatich storočí na Slovensku vzniklo a fungovalo 12 samostatných cechov. Hlavnými strediskami zlatníctva boli Košice, Bratislava, stredoslovenské banské a spišské mestá.

Nesporne najstarší a najpočetnejší zlatnícky cech bol v Košiciach. Zachované štatúty sú z roku 1601,[2] ale cech isto mali zlatníci už v 15. stor. Svedčí o tom zachované pečatidlo z roku 1476.[3] Dokonca zo 14. stor., keď v Košiciach už prekvital obchod a remeslá, sú známe mená 10 zlatníkov. Uspokojovanie osobných potrieb Košičanov a zariaďovanie kostolov liturgickými predmetmi si vyžadovali aj práce zlatníkov. V 2. pol. 15. stor. pôsobil v meste významný zlatník Majster Antonius, ktorý bol aj členom rady a autorom pečatidla mesta z roku 1504. 15., a najmä 16. stor. sa pokladá za obdobie rozkvetu košického zlatníctva. Konjunktúra trvala i v 17. stor. Uhorská šľachta v tom období nosila prepychový odev so šperkami z drahých kovov, ktorých výroba zamestnala mnohých zlatníkov. V priebehu 17. stor. pôsobilo v meste 114 zlatníkov.[4] Najvýraznejšími osobnosťami košického zlatníctva v tomto storočí, ktoré ho preslávili, boli Peter Kharmesser a Peter Kecskeméti. Ale nasledujúce storočia priniesli postupný úpadok.

Najviac zlatníckych cechov vzniklo na Slovensku v 16. stor. Z tohto obdobia sa zachovali štatúty v Bratislave (1571), Levoči (1575), Banskej Bystrici (1580), Prešove (1589) a v Trnave (1590).



Obr. 1. Cechová truhlica zlatníkov, Banská Bystrica, 1654.

Fig. 1. The chest of goldsmith guild in Banská Bystrica, 1654.



Obr. 2. Cechové pečatidlo zlatníkov, Bratislava 17. stor.

Fig. 2. Guild seal of goldsmith guild, Bratislava, 17th century.

Správy o zlatníkoch v Bratislave z 15. stor. sú z pozemkových a daňových kníh[5] a o výrobkoch z protokolu testamentov,[6] v ktorých sa spony, opasky, reťaze, prstene, pozlátené nádoby na nápoje, monštrancie a kalichy spomínajú ako predmety dedenia. Cech si zlatníci založili roku 1571, keď dostali štatúty, ktoré boli roku 1677 a 1732 doplnené.[7] Kým do 17. stor. zaujímali popredné miesto v zlatníckej výrobe Košice, od 16., a najmä 17. stor. toto postavenie prebrala Bratislava a banské mestá. Bratislava sa stala politickým centrom ríše a korunovačným mestom, čo znamenalo aj rast počtu zlatníkov. V 16. stor. žilo a pracovalo v meste 22 zlatníckych majstrov, v 17. stor. 36 a v 18. stor. ich počet vzrástol na 52.[8] V 19. stor. začalo zlatníctvo v Bratislave upadať. Zo zlatníkov výrobcov sa postupne stávali obchodníci so zlatými a striebornými predmetmi.

V Levoči si zlatníci založili cech roku 1575, keď dostali aj štatúty.[9] Rozkvet zlatníckeho remesla zaručovala zámožnosť mešťanov a výhodná poloha mesta. O výrobkoch zo 16.–17. stor. sú údaje len z inventára pozostalosti bohatých rodín. Spomínajú sa v nich poháre, šálky, pokály, džbány a holby zdobené tepaním, emailom a perlami.[10] Na spišských, hlavne levočských zlatníckych výrobkoch sa najsilnejšie prejavili vplyvy augsburského a norimberského zlatníctva. Najvynikajúcejším zlatníkom 18. stor. bol Ján Szilassy, ktorý mal ohromnú tvorivú potenciu, umelecké cítenie a dokonalú remeselnú zručnosť. Bol majstrom maľby emailových medailónov.

O zlatníkoch v Banskej Bystrici sú správy už zo 14. stor. Cech si pravdepodobne založili v 15. stor., ale štatúty sa zachovali až z roku 1580.[11] Išlo najskôr o obnovu a doplnenie starších predpisov. V 16.–17. stor. prežívalo zlatníctvo v meste rozkvet, keď tam pracovalo 61 majstrov. V 19. stor., v období úpadku remeselnej výroby, pôsobil v Banskej Bystrici vynikajúci majster Samuel Libay, ktorý roku 1835 vytvoril pokál pre richtára Glabitsa. Do bystrického cechu patrili aj zlatníci z Liptovského Mikuláša a Mošoviec. Známou postavou mikulášskych zlatníkov v 19. stor. bol Andrej Uličný, ktorému sa pripisuje autorstvo memorandových náramkov a prsteňov.

Zlatníci v Prešove sa spomínajú už v 15. stor., do cechu sa združili roku 1589 a nové štatúty dostali roku 1664.[12] Vývoj prešovského cechu úzko súvisel s košickým. V 17. stor. dosiahli zlatníci vrchol – pôsobilo tu 34 majstrov, v 18. stor. 22 a v 19. stor. 11 majstrov.[13] Popredným prešovským zlatníkom 19. stor. bol Matej Rombauer – brat maliara Jána, ktorý vychádzal z tradície predchádzajúcich období a nadväzoval na práce Jána Szilassyho.

V Trnave založilo cech roku 1590 osem majstrov.[14] V 17.–18. stor. prežívalo zlatnícke remeslo rozkvet. Práce trnavských zlatníkov boli pod vplyvom viedenskej zlatníckej tvorby.

Kremnickí zlatníci dostali štatúty roku 1601, ale uvádza sa v nich, že sa v ten rok obnovujú.[15] Možno predpokladať, že cech jestvoval už skôr, pretože sa už v 14. stor. spomína napr. zlatník Ján Göldner, ktorý bol aj richtárom. Roku

1442/1443 pracovalo v meste deväť zlatníkov.[16] Keďže erár potreboval drahé kovy na razenie mincí, roku 1747 zaviedli pre zlatníkov numerus clausus – stanovili počet majstrov.[17] Roku 1777 pracovali v meste štyria zlatníci a jeden tovariš.

Štiavnický cech zlatníkov patril s košickým medzi najstaršie, hoci sa jeho štatúty zachovali z roku 1650.[18] V 2. pol. 14. stor. (roku 1364 a 1387) sa v mestskej účtovnej knihe spomínajú siedmi zlatníci. V 2. pol. 16. stor. pracovalo v meste 16 zlatníkov. Obdobím rozkvetu bolo 16.–17. stor. a najvýznamnejším zlatníkom v 2. pol. 17. stor. bol Bartolomej Weigl.

V Bardejove získali zlatníci štatúty až roku 1707.[19] Predpokladáme, že cech vznikol skôr, lebo sa zachovalo pečatidlo zo 17. stor. Zlatníci boli v meste už v 15. stor., keď tam pôsobil Caspar Goltschmith, výrazná postava bardejovského zlatníctva – autor kalicha pre farský kostol.

V Kežmarku pochádzajú najstaršie zmienky o zlatníkoch z 1. pol. 15. stor., keď sa v daňových zoznamoch spomínajú štyria zlatníci. Štatúty dostali až roku 1713.[20] Od konca 16. stor. sú známe práce kežmarských zlatníkov s vyrazenou majstrovskou značkou a z konca 17. stor. je aj overovacia značka.[21] Prvá značkovaná práca – kalich pochádza od zlatníka Jána Mathiascha z roku 1589.[22]

Roku 1516 si založili cech zlatníci spolu s mečiarmi, kováčmi, zámočníkmi, sedlármi a remenármi v Rimavskej Sobote.[23] Patrili doň aj zlatníci z Jelšavy, Fiľakova, Lučenca a z Rožňavy. Roku 1606 vytvorili rimavskosobotskí zlatníci samostatný cech[24] a o 100 rokov neskôr (roku 1708) tak urobili aj rožňavskí zlatníci.[25]

Každý cech sa riadil štatútmi, ktoré vydával a potvrdzoval magistrát mesta a neskôr kráľovská kancelária. Štatúty určovali práva a povinnosti členov cechu, podmienky prijatia majstrov do cechu, kvalitu a cenu výrobku, počet učňov a tovarišov, upravovali pomer učňov, tovarišov a majstrov v cechu, podmienky, za ktorých cechy prijímali učňov, a určovali trvanie ich učenia. Štatúty predpisovali tovarišom aj čas vandrovky, presne určovali majstrovský kus – „majsterštuk", ktorým tovariš musel preukázať svoju zručnosť a predpoklad stať sa majstrom. Ale štatúty obsahovali aj to, ako sa majú členovia cechu správať na zasadnutiach i v kostole. Cechy výrazne zasahovali do spoločenského aj osobného života každého svojho príslušníka a určovali jeho miesto v remesle i v spoločnosti.

Reprezentantom cechovej autonómie bol cechmajster. Volili ho všetci členovia cechu zvyčajne na jeden rok. Novozvolený cechmajster musel predstúpiť pred radu mesta a zložiť prísahu. Doma opatroval cechový inventár, ktorý tvorila truhlica, pečatidlo, zvolávacia tabuľka, štatúty, cechové písomnosti a peniaze. Mal kontrolnú, finančnú a jurisdikčnú právomoc. Veľmi dôležitá bola kontrolná úloha. Cechmajster alebo ním poverený člen kontroloval každý hotový výrobok, či spĺňa všetky kritériá kvalitnej práce. Ale majster najprv musel výrobok opatriť zlatníckou majstrovskou značkou a potom ho predložiť na kontrolu cechmajstrovi alebo „probmajstrovi", ktorý zhodnotil umeleckú úroveň práce a rýdzosť kovu. V 16. stor. mohli napr. levočskí zlatníci spracúvať 14-lótové[26] a v 18. stor. sa povoľovalo 12-lótové striebro.[27] Keď výrobok vyhovoval kritériám, označili ho značkou cechu, ktorá bola najčastejšie variáciou mestského erbu. Overovacia značka potvrdzovala, že výrobok má predpísanú rýdzosť a kvalitu. Značkovanie zlatníckych výrobkov sa u nás rozšírilo od 16. stor. a značky sú dnes najdôležitejším prostriedkom pri určovaní proveniencie a výrobcu.

Za overovaciu značku majster odvádzal poplatok, za každú spracovanú marku[28] striebra zvyčajne 5 halierov. Ak výrobok nemal predpísanú rýdzosť, musel sa zničiť a majstra potrestali. Ak surovinu dodal klient a mala nižšiu rýdzosť, ako predpisovali štatúty, výrobok nesmel byť označený. Kontrolovali sa aj výrobky cudzích zlatníkov. Na jarmoku sa smeli predávať až po kontrole. V súvislosti s kontrolou hotových výrobkov sa treba zmieniť aj o ich cene. Tým sa venovali aj štatúty, v ktorých sa určovala limitná cena artefaktov. Napr. v štatúte levočských zlatníkov zo 16. stor. sa uvádza, že za pohár alebo väčšiu nádobu môže majster účtovať 2 zl. za marku striebra, za misy a taniere 1 zl. 50 den. Za gombíky, pečatidlo a prstene sa na cene dohovoril výrobca s objednávateľom. V 18. stor. boli ceny vyššie. Za kanvice, tepaný dekorovaný a pozlacovaný riad zlatník účtoval 4 zl. za marku striebra, nezlátené, jednoduchšie výrobky, ako sú lyžice a opasky, 3 zl. za marku.

Medzi povinnosti cechmajstra patrilo zvolávať prostredníctvom najmladších majstrov tabuľkou každý štvrtrok všetkých členov na cechové zasadnutia. Účasť bola povinná. Neprítomný člen musel zaplatiť pokutu vo forme peňazí a vosku. Na schôdzke zvyčajne prijímali nových majstrov, učňov alebo učňov prepúšťali. Riešili sa tam sťažnosti členov a aj súdne spory. Obsah rokovania mal zostať v tajnosti. Zasadnutie sa spravidla skončilo hostinou a používali sa cechové nádoby, ako sú kanvy, poháre a pod.

Na najnižšom hierarchickom stupni cechu stáli učni a tovariši. Cech usmerňoval všetko, čo sa týkalo učňov. Evidoval ich kvalitu, počet i výchovu, čiže cech sa staral o dobrú výchovu budúceho tovariša a majstra z morálnej a technickej stránky. Cech dbal aj o to, aby jeden majster nemal viac učňov ako druhý.

Skôr ako učňa prijali do učenia, musel absolvovať dvojtýždňový skúšobný čas. Po ňom ho na cechovom zasadnutí v sprievode rodičov alebo poručníka predstavili cechu a zapísali do cechovej knihy. Počas učenia býval učeň v dome majstra a mal ťažký život. Vstával prvý, o 3.–4. hod. ráno, a prácu končil večer o 10. hod. Musel posluhovať všetkým – majstrovi, tovarišom aj majstrovej. Počas učenia mal zvládnuť remeslo, zoznámiť sa s jeho ťažkosťami a praxou a mal spoznať remeslo aj z obchodnej stránky. Výučný čas bol od štyroch do šiestich rokov. V 16. stor. sa v Levoči a Bratislave učil štyri roky, v Kremnici sa v 17. stor. vyžadovali štyri–päť rokov, v Kežmarku v 18. stor. štyri roky, keď výdavky hradili rodičia, a päť rokov, keď sa s výdavkami delili rodičia a majster, a šesť rokov, keď výdavky hradil iba majster.

Po vyučení majster učňa prepustil, zapísali ho do cechovej knihy a prijali medzi tovarišov, dostal výučný list, zaplatil cechu povinnú taxu (v 16.–17. stor. v Bratislave a v Kremnici 1 zl., v 18. stor. v Kežmarku až 6 zl.

Nový tovariš musel po vyučení vandrovať, čo bola jedna z podmienok na dosiahnutie majstrovstva. Vandrovka trvala 3–4 roky, ale jej smer sa neurčoval. Sú doklady, že

tovariši putovali do zlatníckych dielní v Čechách, Poľsku (Krakov), Sedmohradsku, Rakúsku a v Nemecku (Augsburg, Norimberk). Tovariš musel u majstra pracovať najmenej 14 dní a nesmel ho opustiť tesne pred sviatkami, pred jarmokom a po ňom a pokým neukončil začatú prácu. Za prácu ho platili a pracovný čas bol 15–16 hodín, ale zmierňovalo ho neuveriteľné množstvo sviatkov.

Po splnení predpísaných podmienok sa mohol každý tovariš stať majstrom, najmä z finančnej stránky to bolo náročné. V prvom rade musel absolvovať tzv. majstrovský rok, čo znamenalo pracovať najmenej dva roky u miestneho majstra, preukázať sa rodným listom ako dôkazom, že sa narodil z manželstva, výučným listom a zhotoviť majstrovský kus. Majstrovský kus, skladajúci sa z troch kusov, bol povinný nielen u nás, ale napr. aj v Čechách, Poľsku a v Nemecku. V Levoči sa napr. musela z jedného kusa vytepať nádoba na pitie s vrchnákom, prsteň so vsadeným kameňom a pečatidlo s vyrytou prilbou a prikrývadlami.[29] V Bratislave sa vyžadovala jednoduchá nádoba na pitie s vrchnákom, pečatidlo s vyrytým štítom a prsteň so vsadeným diamantom alebo rubínom.[30] Predpisoval sa aj čas, za ktorý bolo treba majstrovský kus urobiť. V Levoči to boli tri mesiace a v Prešove osem týždňov. Predpísané kusy musel adept hotoviť sám, bez cudzej pomoci, inak hrozil trest nie iba autorovi, ale aj pomocníkovi.

Majstrovský kus zvyčajne kandidát robil u majstra, u ktorého absolvoval majstrovský rok. Právo dohliadať na priebeh prípravy mal cechmajster. Za každú chybu musel kandidát zaplatiť.

Keď majstrovský kus nespĺňal kritériá, adept musel urobiť nový alebo opäť vandrovať. Isté úľavy mohol mať tovariš, keď sa oženil s vdovou alebo s dcérou majstra. Mohol si vybrať medzi nádobou na pitie alebo pečatidlom a prsteňom. Používal vlastné nástroje, ale surovinu – zlato a striebro – dostal od cechu. Preto mal cech právo majstrovský kus predať.

Po splnení technických musel uchádzač splniť aj spoločenské podmienky – získať meštianske právo (stať sa mešťanom), pohostiť všetkých členov cechu a zaplatiť nie nízku vstupnú taxu. V Levoči sa predpisovali 2 zl., v Bratislave 1/2 marky jemného striebra a v Kremnici dokonca 5 zl.

Až po splnení všetkých predpísaných podmienok sa adept stal majstrom, zapísali ho do cechovej knihy, ale ani tak nemal hneď všetky výhody a práva. Ako najmladší majster mal veľa povinností a obmedzení, až kým neprijali ďalšieho majstra. Do roka nesmel zamestnávať nijakého tovariša a mával nevýhodné miesto na trhu. Medzi jeho povinnosti patrilo z poverenia cechmajstra zvolávať členov na cechové zasadnutia, procesie a pohreby. Počas jarmokov musel ozbrojený stáť pri mestskej bráne a starať sa o poriadok.

16. a 17. stor. bolo obdobím rozkvetu zlatníctva na Slovensku, ale v nasledujúcom storočí toto remeslo začalo stagnovať. V 19. stor. už boli zlatníci slabšie odborne fundovaní a nekládol sa tradičný dôraz na ich serióznu a dobrú prípravu. Stroje postupne vytláčali ručnú výrobu. Existenčný zápas vo vnútri cechu, pokusy zachovať organizáciu uvoľnili disciplínu a pripustili mnohé ústupky voči predpisom, ktoré sa predtým rešpektovali. Z niekdajšieho zámožného a spoločensky uznávaného mešťana výrobcu sa stal iba obchodník so zlatými a striebornými šperkami. Temer 500-ročnú históriu cechovníctva ukončil zákonný článok VIII, tzv. priemyselný, ktorým sa roku 1872 cechy zrušili. Mnoho cechových pamiatok sa zachránilo vďaka tomu, že sa dostali do archívov už vtedy jestvujúcich múzeí, napr. v Bratislave, Košiciach a v Banskej Bystrici.

Poznámky

[1] V čírej podobe je zlato a striebro mäkké, a preto ich na dosiahnutie tvrdosti (zlepšenie mechanických vlastností) treba legovať meďou.
[2] Archív mesta Košice, Ce, Aurifabrorum.
[3] Pečatidlo je vo Východoslovenskom múzeu v Košiciach pod inv. č. F 9257.
[4] Toranová, E.: Zlatníctvo na Slovensku. Tatran Bratislava, 1983, 16.
[5] Francová, Z.: Striebro bratislavskej proveniencie v zbierkach Mestského múzea v Bratislave. In: Zborník SNM História, 38, 1998, s. 47.
[6] Spiritza, J.: Údaje o zlatníckych výrobkoch v najstaršom bratislavskom protokole testamentov (1414–1529). In: Zborník SNM História, 8, 1968, s. 169–201.
[7] Archív mesta Bratislava, Ce 8 ff.
[8] Francová, Z.: c. d., s. 48.
[9] Magyar Országos Levéltár (ďalej MOL) Budapešť, HTT, Acta mechanica, C 25, Lad. A, fasc. 117, mesto Levoča, no 1.
[10] Toranová, E.: Levočský zlatnícky cech v 17.–19. storočí. In: Zborník SNM–História, 7, 1967, s. 183.
[11] Štátny okresný archív (ďalej len ŠOKA) Banská Bystrica, Fond cechália, C-43/1.
[12] MOL Budapešť, HTT, Acta mechanica, C 25, Lad. A, fasc. 117, mesto Prešov, no 1.
[13] Toranová, E.: Prešovský zlatnícky cech v 16.–19. storočí. In: Zborník SNM–História, 5, 1965, s. 58.
[14] Toranová, E.: Zlatníctvo na Slovensku. Tatran Bratislava 1983, s. 21.
[15] Egyetemi Könyvtár Budapešť, sign. VII./1.
[16] ŠOKA Kremnica, I. 32, 1. b, I. 32, 1, c.
[17] MOL Budapešť, HTT, Ideatia mechanica 11/1769.
[18] MOL Budapešť, HTT, Acta mechanica, C 25, Lad. A, fasc. 117, mesto Banská Štiavnica, no 1.
[19] Špiesz, A.: Remeslo na Slovensku v období existencie cechov. Bratislava 1972, s. 308.
[20] Tamže.
[21] Toranová, E.: c. d., s. 15.
[22] Tamže, s. 239.
[23] Špiesz, A.: c. d., s. 91.
[24] Toranová, E.: c. d., s. 20.
[25] Špiesz, A.: c. d., s. 308.
[26] "Es sol keiner kein schlechter Silber arbeiten, als die Mark, daß sie anhalt gelte 14 Loth..." 8. bod štatútov zlatníckeho cechu v Levoči z roku 1575.
[27] 8. bod štatútov zlatníckeho cechu v Kežmarku z roku 1713.
[28] Marka (hrivna) bola jednotkou hmotnosti, bansko-mestská 248,8 g. Lót bol jednotkou rýdzosti striebra.
[29] 1. bod štatútov zlatníckeho cechu v Levoči z roku 1575.
[30] 3. bod štatútov zlatníckeho cechu v Bratislave z roku 1571.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 411–414

Analýza produkcie zlata v stredoslovenskej banskej oblasti v polovici 16. storočia vo svetle historických prameňov

MIKULÁŠ ČELKO

Štátny okresný archív, Kammerhofská 15, 969 01 Banská Štiavnica

(Doručené 9. 4. 1999)

Analysis of production of gold in the Central Slovakia mining region in the end of 16 century in the light of historic documents

Many historians delt with the research of the production of gold in the period of Middle Ages in the Slovak mining region including the areas of Kremnica, Banská Štiavnica and Banská Bystrica Chamber Courts. Analysis of A. Paulinyi proved that the data was exaggerated, often almost 100 % more. Historic documents on the production of gold are perserved until from the end of 15 century. Analysis of several documents showed that in the first half of 16 century production of gold-silver was about 1000 hrivna (245 kg), silver represented about 13 %, which represented in average one year production. Interpretation of historic documents concerning reports on the production of gold is important, because there is difference between the amounts befor final metallurgical processing and after it when the ducat grade of purness reacted 23 carats and 9 grens. The situation in the period of 1556–1558 showed that Banská Štiavnica Chamber Court and mining companies had share about 28 %, the rest was produced by the mining companies in Boca, Jarabá, Nemecká Ľupča, Nemecké Pravno.

Key words: production of gold, historical sources, Central Slovak mining region

Výskumom produkcie drahých kovov v celouhorských reláciách a tiež v stredoslovenskej banskej oblasti v stredovekom období feudalizmu sa zaoberali viacerí historici baníctva, peňažníctva, minciarstva v rámci sledovania hospodárskeho vývoja i v samostatných prácach. Pre nedostatok historických prameňov z 13. do začiatku 15. stor. sa staršia generácia maďarských historikov (Gy. Szekfüi, B. Hóman, F. Kováts) vychádzala z pramennej bázy o produkcii z konca 15. stor. a na jej základe vypočítavala a odhadovala produkciu celého Uhorska zo skorších období. Takto dosiahnuté výsledky kriticky zhodnotil O. Paulinyi a poukázal na nadsadenosť údajov a neúplnosť stanovovania produkcie zlata a striebra napr. z príjmov kráľa z razby mincí podľa jednotlivých mincovní alebo z výšky príjmov z odvádzania pizeta ostrihomskému arcibiskupovi z razby mincí. Kriticky sa postavil proti teórii Kovátsa o piatich stupňoch produkcie vzostupu a troch stupňoch zostupu v 14. stor., pričom každý pokrýval obdobie 25 rokov s použitím údajov z konca 15. stor. O. Paulinyi dokázal, že vypočítaná alebo odhadovaná produkcia sa často nadhodnotila aj o 100 %.[1] Poukázal na význam ťažby drahých kovov v niekoľkých lokalitách dnešného Rumunska, napr. Baia Mare (Nagybánya), Baia de Aries (Aranyosbánya) a ďalších, pričom od toho obdobia je nevyhnutné akceptovať ich podiel pri vykazovaní celouhorskej produkcie. Na porovnanie uvádza, že v oblasti sibijskej komory sa v ostatnom štvrťročí 15. stor. produkcia zlata pohybovala v množstve 1400 hrivien ročne (344 kg), v Baia Mare 2500 hrivien (614 kg), v obvode kremnickej komory 1250 hrivien (307 kg). V polovici 16. stor. najviac poklesla ťažba v Baie Mare, a to na 400 hrivien (98 kg) priemerne za rok.[2]

Produkcie zlata v stredoveku zo stredoslovenskej banskej oblasti sa dotkli viaceré práce slovenských historikov v rozličnej forme, a to od vydania prameňov až po jej vypočítanie podľa počtu vyrazených zlatých mincí v kremnickej mincovni.

V jej poslednom monografickom spracovaní roku 1978 sa prijali kritické pripomienky O. Paulinyiho, čím sa pohľad na produkciu zlata vychádzajúci najmä z množstva zlata použitého na razbu mincí zreálnil. Výskum produkcie zlata v stredoslovenskej banskej oblasti – pôsobiska kremnickej, banskoštiavnickej a banskobystrickej komory – pred poslednou štvrtinou 15. stor. naráža na nedostatok prameňov. To ovplyvnilo určovanie produkcie natoľko, že sa pre obdobie do začiatku 15. stor. vypočítavala rozličným spôsobom. Napr. v Kremnici podľa pravdepodobného počtu mlynov v doline Colner roku 1331 vyšla produkcia zlata na 520 hr. (128 kg), čo je vypočítané a neoveriteľné množstvo.[3] Je aj výpočet produkcie podľa údajov nájomných zmlúv kremnickej komory z roku 1335 a 1342, ktorým sa dospelo k odhadnej produkcii striebra.[4] Od začiatku 15. storočia sa priemerná produkcia zlata na strednom Slovensku odhadovala na 1600 hr. (393 kg).[5] Tento údaj je v porovnaní s pramennou bázou o produkcii nadsadený.

Nepochybne významné postavenie v produkcii zlata v rámci Uhorska mala stredoslovenská banská oblasť. O jej produkcii v 16. stor. súvislejšie hovoria viaceré zachované historické pramene. V tomto príspevku sa venujeme otázkam a problémom produkcie v istých časových úsekoch do začiatku druhej polovice 16. stor., pri ktorých možno porovnať údaje z niekoľkých druhov prameňov. Isto to pomôže pri vysvetľovaní niektorých protirečení údajového, technického, technologického a výkazníckeho charakteru.

Spôsob vykazovania produkcie zlata v historických prameňoch a jej interpretácia pomocou nepresných termínov, ako aj produkcia drahých kovov, produkcia zlata a pod., skutočné výsledky často skresľujú. V 16. stor. bol problém spätý so zámenou čiastočne hutnícky spracovaného kovu v technickom zariadení kremnickej komory, tzv. cimentovni. Ťažiari, ťažiarstva, banské komory dodávali na povinnú zámenu do kremnickej komory drahé kovy rozličného stupňa rýdzosti, ktoré prešli čiastočným hutníckym spracovaním, pričom zlato nedosahovalo požadovaný dukátový stupeň rýdzosti 23 karátov a 9 granov a obsahovalo istú prímes striebra. Dodaný kov sa pri zámene odvážil, stanovil sa karátový stupeň rýdzosti a cena kovu. Dodávané zlato sa vykazovalo ako tzv. biele zlato alebo zlatostriebro, pričom sa to často pri interpretácii nebralo do úvahy. Tak sa vykazovala produkcia zlata, hoci vzhľadom na obsiahnuté striebro išlo v skutočnosti o menšie množstvo zlata. Dôležité je v historickom prameni vystihnúť výkaz produkcie pred tzv. cimentáciou a po nej t. j. terminologicky označiť zlatostriebro a zlato dukátového stupňa rýdzosti.

Roku 1967 bol publikovaný výkaz produkcie zlata a striebra najväčšieho kremnického ťažiarstva Goldkunsthandlung z rokov 1548–1591.[6] Roku 1978 sa výkaz spracoval podľa trhovej ceny drahých kovov, pričom sa k striebru v každom vykazovanom roku pripočítalo 20 % váhy zlata, predstavujúcich odlúčenú prímes daného zlatostriebra.[7] Paušálne odrátanie 20 % z množstva vyťaženého a upraveného zlatostriebra znížilo o túto hodnotu ukazovatele výkazov produkcie zlata. Striebro v zlate bývalo pohyblivou zložkou a v 16. stor. sa dodávalo zlatostriebro v rýdzosti 16–22$^{1/2}$ karáta. Prekročenie hranice 20 % sa zistilo v skoršom období. Dôležitá z hľadiska presnosti je najmä etapa zámeny kovu v Kremnici a potom etapa finálneho hutníckeho spracovania, keď sa v osobitnom a jedinom zariadení pre celú stredoslovenskú banskú oblasť kremnickej cimentovni odčleňovali prímesi cimentáciou tak, aby sa dosiahol dukátový stupeň rýdzosti. Pred cimentáciou možno vykazovať biele zlato – zlatostriebro a po nej čisté zlato. Ako sa už spomenulo, rozdiel množstva pred cimentáciou a po nej sa pri analýze produkcie ťažiarstva Goldkunsthandlung viac-menej fiktívne v každom roku stanovil na 20 %. Tie sa z množstva produkovaného zlata odpočítali a pripočítali k produkovanému striebru, čím sa skreslili ukazovatele produkcie obidvoch kovov, t. j. pokles pri zlate a rast pri striebre. Na niektorých príkladoch ukážeme, že v rozličných časových úsekoch bola táto hodnota premenlivá, závisela od rýdzosti dodaného kovu a vyspelosti hutníckej technológie z hľadiska strát v zrýdzovacom procese. Ako jeden z prvých ucelených prameňov o produkcii drahých kovov v stredoslovenskej banskej oblasti sa zachovalo vyúčtovanie komôr v Kremnici, Banskej Štiavnici a Banskej Bystrici od 20. júla 1434 do 20. júla 1435 v čase pôsobenia Petra Langa v kremnickej komore.[8] Na zámenu do Kremnice sa vedno prijalo 2548 hr. 7 v. zlatostriebra (626 kg), z neho sa cimentáciou získalo 1599 hr. 26,75 v. (393 kg) zlata s dukátovým stupňom rýdzosti. Prímesi (zaokrúhlene), ktorých podstatnú časť tvorilo striebro, mali 949 hr., tie sa ďalej hutnícky spracúvali, pričom sa získalo mincovné 15 lótové striebro (793 hrivien; 195 kg). Prímesi tvorili 37 % a 15-lótové striebro 31 %. V rokoch 1538–1548 banskoštiavnická komora dodávala na zámenu do Kremnice ročne priemerne 346 hr. 11 v. (85 kg) zlatostriebra a ročný priemer získaného zlata dukátového stupňa rýdzosti predstavoval 320 hr. 39 v. (79 kg). Celkove sa v priemere po cimentácii množstvo znížilo o 7,34 %.[9] Rozbor rýdzosti zlatostriebra z Goldkunsthandlungu v Kremnici v rokoch 1528–1541 dokázal, že menejkvalitného kovu pod 22 karátov bolo 12,7 % z celkového množstva.[10] Aj ďalšie analyzované údaje z obdobia do polovice 16. stor. ukázali, že vykazované zlatostriebro obsahovalo menej striebra ako 20 %, ktoré celkovú situáciu v prípade produkcie erárneho ťažiarstva Goldkunsthandlung v Kremnici v rokoch 1548–1591 skreslili. Je možné, že sa v niektorých obdobiach ťažil menejhodnotný, v iných hodnotnejší kov.

Pri zisťovaní produkcie zlata je nesporne dôležitý zrýdzovací proces – cimentácia, ktorá sa vykonávala výlučne v Kremnici, a to ročne v deviatich až jedenástich procesoch. Z rokov, z ktorých sa záznamy o zámene dodávaného zlatostriebra v Kremnici nezachovali, sú záznamy po zrýdzovacom procese často jediným východiskom pri určovaní produkcie zlata v približnom množstve. Môže sa dosiahnuť priamo, keď sa zachovali výkazy množstva po cimentácii, a nepriamo, napr. z počtu vyrazených zlatých mincí v danom roku. Takto získané údaje o produkcii zlata sú približné, pretože nemožno zistiť pôvod všetkého zlata zo stredoslovenskej banskej oblasti použitého na razbu mincí, čo sa dotýka obdobia ovládnutia komory a mincovne Turzovcami a Fugerovcami, keď sa zlato dovážalo zo zahraničia (zo Sliezska). Ďalej údaje skresľujú spôsoby evidencie po zámene zlatostriebra v Kremnici, kde sa k zamenenému množstvu pridávali ešte rozličné zásoby, napr. zlato odlúčené pri spracúvaní striebra a pod.

Záverečné zrýdzovanie (cimentácia), bolo jedným z výrobných tajomstiev. Podrobnejšie ho objasnil dokument Umenie cimentácie z druhej polovice 17. storočia, ktorý je v Maďarskom krajinskom archíve. K hrivne zlatostriebra so stupňom 6 až 19$^{1/2}$ karáta sa pridávala až 1$^{1/2}$ vážky (1 vážka = 1/48 hrivny) medi a tri vážky olova. S týmito prísadami sa zlatostriebro tavilo a dosiahlo rýdzosť 19$^{1/2}$ až 23$^{1/2}$ karáta. Ďalej sa do hrivny pridala vážka medi a dve vážky olova, znovu sa tavilo, po vychladnutí sa zlúčenina rozrnrila a zmiešala so zmesou z dvoch dielov tehlového prášku a jedného diela soli. Rozrnený kov a zmes sa kládli vo vrstvách na seba, znovu prebiehalo tavenie, pričom sa kov a zmes striekali

vodou, čím sa oddelilo zlato od striebra. Oddelené zlato sa tavilo ešte 24 hodín, a tak sa dosiahol jeho dukátový stupeň rýdzosti. Od polovice 17. stor. tento spôsob zrýdzovania nahradil nový technologický postup, tzv. kvartácia alebo mokrá cesta za použitia kyseliny dusičnej.[11] Cimentátormi v Kremnici boli príslušníci rodiny Langsfelderovcov a roku 1505 túto funkciu odkúpili Turzovci.[12] Po roku 1524 cimentovňu mali v prenájme až do odovzdania majetkov komôr kráľovnou Máriou bratovi Ferdinandovi Fugerovi. Dozor nad prenájmom a procesmi v cimentovni vykonával kremnický komorský podgróf. V posledných obdobiach prenájmu a na začiatku činnosti cimentovne v réžii banského eráru funkciu cimentátora vykonával Blažej (Blasius) Hell.[13]

Podľa zachovaných výkazov z rokov 1486–1492, 1531–1548, 1564–1565 sa v stredoslovenskej banskej oblasti ročne vyťažilo a po konečnom zrýdzovaní vykázalo priemerne približne 1000 hr. (245 kg) zlata dukátového stupňa rýdzosti. Podiel kremnickej komory sa vypočítal na 43,3 %, štiavnickej na 32,08 % a zostatok pravdepodobne pripadal na súkromných ťažiarov, ťažiarstva a ďalšie menšie banské lokality.[14] Vyjadrovanie priemeru situáciu čiastočne skresľuje. Ako príklad uvádzame údaje získané analýzou prameňov z roku 1556–1558, ktoré spracúvateľ prameňov z obdobia 1486–1565 nepoužil.

Roku 1556 ťažiari, ťažiarstva, komory a menšie banské lokality (Boca, Jarabá, Nemecká Ľupča, Nemecké Pravno) dodali na zámenu do Kremnice 969 hr. 6 v. (228 kg) zlatostriebra. Z toho 54,2 % pochádzalo z regiónu Banskej Štiavnice, konkrétne od komory 28,4 %, od ťažiara Saliusa, C. Schallna, Q. Schlachera, P. Rothana–Rubigalla a V. Ödera 25,8 %. Kremnický banský erár, zastúpený ťažiarstvom Goldkunsthandlung a Hlbokou dedičnou štôlňou, mal podiel 9,5 % a kremnickí ťažiari 18,5 %. Podiel kremnickej komory a ťažiarov predstavoval 28 %.[15] Tieto údaje sú iné ako spomenutý priemer v časových úsekoch 1486–1565. Komory sa spolu s ťažiarmi na produkcii 929 hr. 6 v. zlatostriebra zúčastnili 82,2 %, kým ostatné dodali zo spomenutých menších banských lokalít stredného Slovenska.

Roku 1557 sa na zámenu dodalo 923 hr. 11 v. (227 kg) zlatostriebra. Podiel banskoštiavnickej komory na tejto produkcii bol 31,1 %, ťažiarov 23,6 %, kremnického eráru a ťažiarov 27,5 % a zostatok pochádzal z menších banských lokalít stredného Slovenska. V nasledujúcom roku sa na zámenu dodalo 1169 hr. 28,5 v. (287 kg) zlatostriebra, z toho 24 % z banskoštiavnickej komory a 17,9 % od ťažiarov. V tom roku významne poklesol podiel kremnického eráru z 9 % roku 1556 na 5,2 %.[16] V rokoch 1556–1558 z ťažiarov najviac dodával banskoštiavnický ťažiar Ján Saltzer (Salius), v priemere ročne 11 % z produkcie zlatostriebra. Z kremnických ťažiarov sa dedičia Martina Rybára (Ribara) zúčastňovali ročne na celkovej produkcii zlatostriebra v stredoslovenskej banskej oblasti v priemere 5,5 %.[17]

K vyprodukovaným 929 hr. 6 v. (227 kg) zlatostriebra roku 1556 sa v cimentovni pridala zásoba z predchádzajúceho roka – výškrabky z paliarne a lúčobne, čím sa stav zmenil na 1030 hr. 39,5 v. (253 kg) zlatostriebra. Z toho sa cimentáciou vyrobilo 811 hr. 47 v. zlata dukátového stupňa rýdzosti a k nemu sa pridalo ešte zlato z lúčobne. Spolu 818 hr. 34 v. (201 kg) zlata sa použilo na razbu zlatých mincí. Vo výkaze sa uviedlo 56 645 kusov.[18] Z 818 hr. 34 v. podľa teoretického kľúča, že sa z 1 hr. vyrazí 69 kusov dukátov, malo vyraziť 56 490. Vykázalo sa vyrazených 56 645 dukátov. Podľa teoretického kľúča sa vypočítala produkcia dukátov v kremnickej mincovni v jej poslednom monografickom spracovaní roku 1978. Na rok 1556 sa uviedla razba 56 994 kusov dukátov, čo zodpovedá 826 hr. (203 kg) zlata na razbu. Podobné rozdiely sú aj z nasledujúceho roka. Vo výkaze sa uviedlo 822 hr. 5 v. (202 kg) zlata, z ktorého sa podľa záznamov cimentátora B. Hella vyrazilo 56 920 kusov dukátov (teoreticky vychádza 56 725 kusov). Na rok 1557 sa vypočítalo iba 50 784 kusov, na čo bolo treba 736 hr. (181 kg) zlata.[19] Rozdielny počet vyrazených zlatých mincí v rokoch 1556–1557 spätne určuje rozdielne množstvo zlata dukátového stupňa rýdzosti. Tieto údaje iba naznačujú zložitosť problematiky. Na vykazovanie produkcie je nevyhnutné analyzovať a porovnávať všetky dostupné pramene.

Pre prvú polovicu 16. stor. možno v stredoslovenskej banskej oblasti orientačne predpokladať do 1000 hr. ročnej produkcie zlatostriebra. V zlatostriebre dodanom v rokoch 1556–1558 sa obsah striebra pohyboval približne na 13 %, čo znovu dokazuje, že k produkcii nemožno pristupovať nepodloženým limitom 20 % podielu striebra v zlatostriebre, ako je to v analýze produkcie kremnického eráru v rokoch 1548–1591, čím sa znížilo množstvo zlata a stúplo množstvo striebra o 20 %. Teoretický kľúč na stanovovanie podielu striebra v zlatostriebre nepoznáme. Značné odchýlky, ktoré možno rozpoznať v historickom prameni pri uvádzaní rýdzosti čiastočne hutnícky spracovaného kovu, sú aj z prvej polovice 16. stor.

Na poznanie približnej produkcie zlata z nedostatku primárnych historických prameňov sú často jediným podkladom účtovné výkazy zástupcu ostrihomského arcibiskupstva pri kremnickej mincovni, pizetára. Ten vykonával dozor nad razbou mince. Z funkcie a úlohy arcibiskupovi pripadala 1/48, tzv. pizet z každej zmincovanej hrivny zlata a striebra. Pizet sa vyplácal v mincíach. Výkazy sú v prípade kompletnosti použiteľné aj pri stanovovaní množstva zlata použitého na razbu ako určenia aspoň približného množstva produkcie v 16. stor. Ale problematická je otázka proveniencie zlata, lebo ju pizetár nezaznamenával. Preto sa nemožno vyjadriť, či ide o produkciu zo stredoslovenskej banskej oblasti, v akom množstve sa použilo dovezené zlato na razbu, koľko zlata z cirkevných pokladov sa použilo na razbu v období prenájmu Turzovcov a pod.

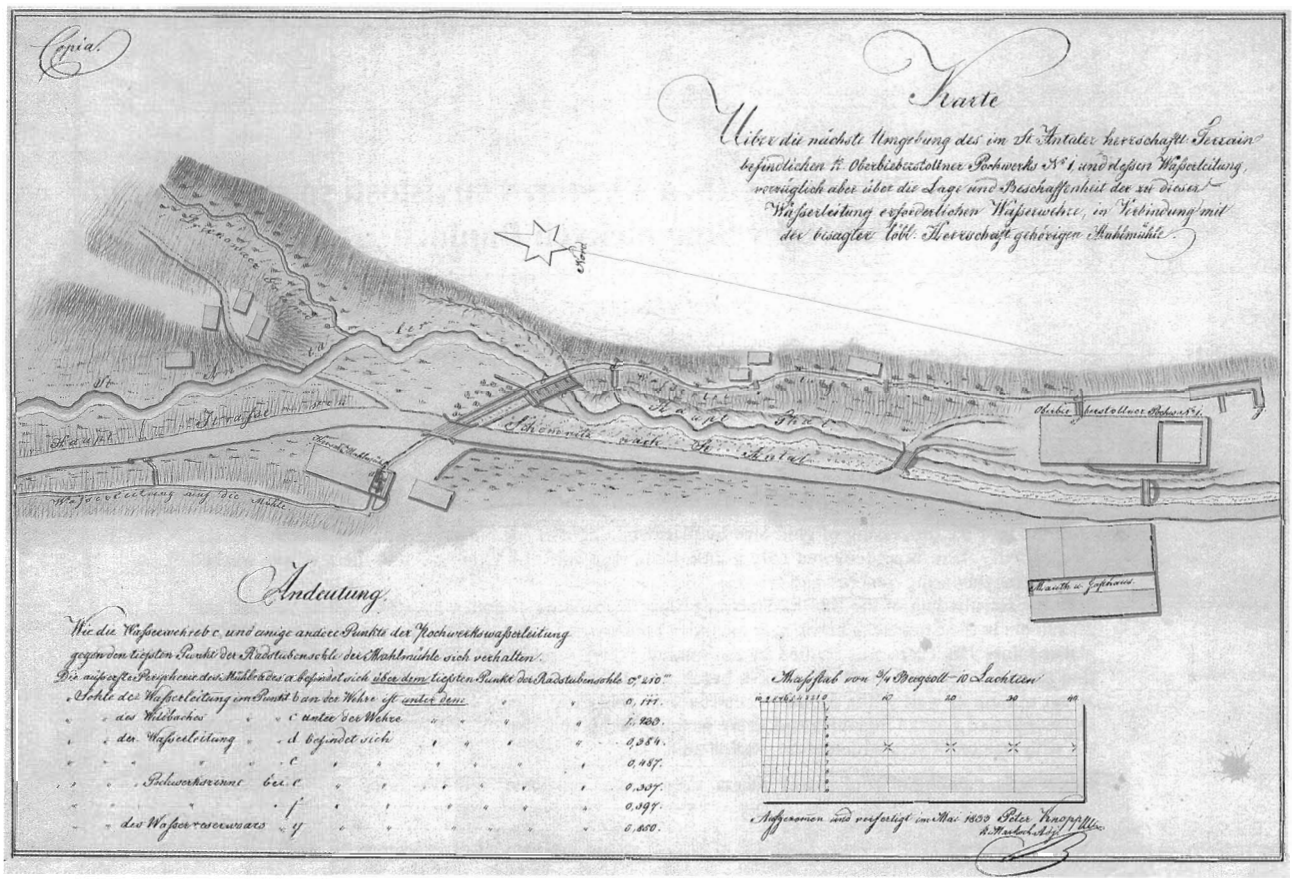
Z rokov 1546–1566 sa napr. zachovali výkazy pizetára v nekompletnom stave. Z kompletných ročníkov výkazov sme vybrali tie, ktoré sa môžu porovnať s inými prameňmi. Roku 1546 sa pizetum odviedlo z 789 hr. (194 kg) zlata.[20] Tento údaj je identický s výkazom kremnického komorského podgrófa Baltazára Himmelreicha.[21] Ak sa pripočíta priemer obsahu striebra v zlatostriebre 13 %, vychádza produkcia zlatostriebra roku 1546 na

892 hr. (219 kg). Roku 1546 sú dva identické údaje o množstve čistého zlata. Prvý je z výkazu pizetára bez možnosti zistiť proveniencu zlata, druhý z výkazu komorského podgrófa. Pritom sa podľa výkazov pizetára na mincovanie prevzalo 789 hr. ako výsledok ôsmich cimentácií roku 1546. Situácia vo výkazoch je rovnaká aj roku 1547. Pizetum sa odviedlo zo 748 hr. (184 kg) zlata,[22] B. Himmelreich ich vykázal rovnaké množsto.[23] Po pripočítaní priemeru 13 % obsahu striebra sa produkcia zlatostriebra v stredoslovenskej banskej oblasti vypočítala na 845 hr. (208 kg). Výkaz B. Himmelreicha v rokoch 1546–1547 potvrdil dodávky zlatostriebra zo stredného Slovenska, ale podľa výkazov pizetára nie je proveniencia určiteľná. Porovnaním týchto údajov s vypočítanou produkciou dukátov razených v rokoch 1546–1547 v kremnickej mincovni sa znova dostávame k rozdielnemu množstvu ako v rokoch 1556–1557. Vypočítalo sa, že roku 1546 kremnická mincovňa vyrazila 61 697 kusov dukátov (69 kusov z hrivny) a na razbu sa použilo 894 hr. zlata.[24] Pritom z dvoch prameňov je doložených 789 hr. Roku 1547 sa vyrazilo 62 238 kusov, čo je mincový kov s 902 hrivnami.[25] Výkazy pizetára a B. Himmelreicha evidujú 748 hr. zlata použitého na razbu.

Produkcia zlata v stredoslovenskej banskej oblasti v 16. stor. je oproti starším obdobiam pomerne bohatšie pramene zachytená. V príspevku sme poukázali na jej niektoré základné problémy, ktoré v značnej miere ovplyvňujú celkové výsledky. Problematika má v odbornej literatúre pomerne veľké zastúpenie, ale mnohé údaje sa do nej dostali neoverené, vypočítané, čím sa vo viacerých smeroch skutočnosť skreslila. Na dosiahnutie skutočných výsledkov produkcie v stredoveku bude treba poznať historické pramene z archívov vo Viedni a Budapešti. Na vytvorenie komplexnejšieho obrazu sa musia vykonať heuristické práce súvisiace s produkciou, ako napr. hlbšie poznať stredoveké hutnícke spracovanie, otázky strát z nekvality kovov, problém úniku drahých kovov zo stredísk ich ťažby a pod. Aj napriek uvedeným ťažkostiam a nevyhnutnosti ich riešiť platí dôležitý fakt, že produkcia zlata v stredoveku v regióne stredného Slovenska mala významnú a dôležitú úlohu v hospodárskom živote a vo výraznej miere vplývala na menovú politiku. Nálezy zlata a jeho dobývanie rozvinuli baníctvo, hutníctvo, mincovníctvo a s ich rozvojom sa vyvíjal aj kultúrny a duchovný život. Zlato a striebro stredoslovenskej banskej oblasti stáli pri zrode komunity banských miest, ktorá mala v rámci stredoslovenských miest výnimočné postavenie.

Poznámky

1. Paulinyi, O.: Produkcia drahých kovov a všeobecný vývoj hospodárstva v Uhorsku v období raného a rozvitého feudalizmu (1000–1526). Študijné materiály Sekcie pre hospodárske a sociálne dejiny pri Slovenskej historickej spoločnosti, 12, Bratislava 1973, s. 22–27.
2. Tenže, Magyarország aranytermelése a XV. század végén és a XVI. század derekán. Budapešť 1936, s. 40.
3. Lamoš, T.: Vznik a počiatky banského a mincovného mesta Kremnice 1328–1430. Banská Bystrica 1969, s. 17, 87.
4. Kazimír, Š.: Prvé storočie činnosti. Kremnická mincovňa 1328–1978. Martin 1978, s. 45–46.
5. Paulinyi, O.: Produkcia drahých kovov ..., c. d., s. 23.
6. Vlachovič, J.: Výkaz produkcie zlata a striebra, strát, prípadne ziskov erárnych baní (Goldkunsthandlung) v Kremnici od 1. júla 1548 (odchod kráľovnej Márie), do konca roku 1591. Zborník Slovenského banského múzea, 3, 1967, s. 167–169.
7. Kazimír, Š.: Kremnické baníctvo v 16. storočí. Slovenská numizmatika, 5, 1978, s. 96–99.
8. Štátny okresný archív Banská Štiavnica. Magistrát mesta Banská Štiavnica, materiál vrátený z Maďarského krajinského archívu v Budapešti, inv. č. 1041, sign. III–56, s. 1–25. V textoch na označenie hrivny (marky) používame skratku hr. a na vážku (pizet) skratku v. Na 1 hrivnu sa ráta 245,54 g.
9. Paulinyi, O.: Die Edelmetallproduktion der niederungarischen Bergstädte, besonders jene von Schemnitz, in der Mitte des 16. Jahrhunderts. Nouvelles études historiques 1, Budapešť 1965, s. 189.
10. Tamže, s. 188.
11. Kazimír, Š.: Kremnická mincovňa 1328–1978 ..., c. d., s. 45, 75.
12. Paulinyi, O.: Magyarország aranytermelése ..., c. d., s. 22.
13. Tamže, s. 109–111.
14. Paulinyi, O.: Die Edelmetallproduktion ..., c. d., s. 187–191.
15. Štátny ústredný banský archív v Banskej Štiavnici: Hlavný komornogrófsky úrad v Banskej Štiavnici. Zámenná kniha bieleho zlata v Kremnici 1556–1558, inv. č. 26, s. 1–59.
16. Tamže, s. 61–117.
17. Tamže, s. 1–178.
18. Tamže, s. 54–59.
19. Kazimír, Š.: Kremnická mincovňa 1328–1978 ..., c. d., s. 342.
20. Ostrihomský arcibiskupský archív. B kategória, č. 89 – nečíslované týždenné príjmy z pizeta za rok 1546.
21. Paulinyi, O.: Magyarország aranytermelése ..., c. d., s. 110–111.
22. Ostrihomský arcibiskupský archív. B kategória, č. 90 – nečíslované týždenné príjmy z pizeta za rok 1547.
23. Paulinyi, O.: c. d. v pozn. 21.
24. Kazimír, Š.: Kremnická mincovňa 1328–1978 ..., c. d., s. 342.
25. Tamže, c. d., s. 342.



Obr. 1. Mapa najbližšieho okolia stupy č. 1 na území antonského panstva, prívodu vody, vodnej hate a mlyna.
Fig. 1. Map of the nearest surrounding of the panning area No. 1, the water feeder, dam and mill in the area of the Antol county.

22. mája 1795 Dvorská komora vo Viedni rozhodla o opätovnom prieskume už spomenutých potokov.[2] 24. júla 1795 banský merač J. Lill informoval HKG, že priniesol vzorky z potočného piesku a že vzorky zo zatrávnených častí potoka sú na Au bohatšie ako z nezatrávnených.[3]

V liste z 8. októbra 1788 HKG vyčíta baníkom z hodrušských a vyhnianskych stúp, že najmä pre chybnú manipuláciu vznikajú veľké straty. Do potokov sa vraj dostáva bohatý rmut, z ktorého sa opakovanými pokusmi vyrobil až 5-lótový šlich. Preto HKG banskému správcovi nariadil, aby v Banskej Hodruši a vo Vyhniach prepožičal na konci stúp a výtokoch pracích fontán povrchové miery, a ak sa bude dať, aby sa odtekajúci rmut zachytával na úplné spracovanie v letných čistiacich („šľamovacích") splavoch.[4]

4. júla 1788 dostal Jozef von Keglevits ako kurátor kohárioviských majetkov a sitnianskeho panstva údel na ryžovanie Au v katastri obce Svätý Anton. Údel sa vzťahoval iba na Au premývané v potokoch mimo oblastí dolnouhorských banských miest. Na základe zmluvy s panstvom a mincovňou v Kremnici mohol zamieňať vyryžované Au iba v cene Au z kremnických „šľamovní", t. j. 1 lót Au za 11 florénov 48 1/5 denára.[5]

Po obhliadke antolských pozemkov obdobne 15. mája 1787 požiadal o údel na ryžovanie Au aj prefekt kohárioviansko-sitnianskeho panstva Pavol Bottlits.[6]

Množstvo a obsah šlichov prístupné archívne dokumenty neuvádzajú. Jasné z nich je iba to, že cena pri zámene Au z Dunaja a Hrona bola iná ako z banských miest. Cenníky vydávala Dvorská komora vo Viedni a často ich upravovala.

Z prvej polovice 19. stor. sa zachovalo viac údajov o údeloch jednotlivcom (zväčša to boli erárni premývači Au) aj spoločnostiam ryžujúcich Au. Banský súd v Banskej Štiavnici udelil 15. mája 1841 povolenie na ryžovanie Au od Svätého Antona pozdĺž potoka Štiavnička až po obec Prenčov Hornobíberštôlňanskej spoločnosti na ryžovanie zlata. Pri údeloch bola povinnosť dodržiavať podmienky vlastníkov pôdy a viesť o ryžoviskách osobitné účtovníctvo. Získané Au sa malo v účtoch viesť oddelene a privážať na zámenu. Výkazy o výnose sa predkladali dištriktuálnemu banskému súdu na konci vojenského roku.[7]

Pod názvom Nemčiansky ryžovnícky údel medzi Prenčovom a Hontianskymi Nemcami erárny závod Hornej štôlne Bíber 8. júna 1846 požiadal o ďalší údel ryžoviska, ktoré zanechal ryžovník Schneidenberger. Išlo o tri povrchové miery (á = 32 000 viedenských siah[8]).

Ďalšie povrchové miery vo výmere 64 000 štvorcových siah 6. mája 1863 banský súd udelil hornobíberštôlňanskému ryžovisku, ktoré sa tiahlo od antolskej tzv. Svaicerovej stupy pozdĺž hlavného potoka smerom na J.[9]

Ryžovaniu v Štiavničke v katastri obce Svätý Anton, Prenčov a Hontianske Nemce sa v prvej pol. 19. stor. a začiatkom 20. stor. venovala rodina roľníka Jána Turzu. V letných mesiacoch nadmieru jednoduchým zariadením získavala 150–200 g voľného Au a 8–10 q jemnej múčky bohatej na Au a Ag. Turzovci získavali Au a Ag z bahna, piesku a humusu trávnatých porastov tvoriacich obrubu toku, ktorý sa na tomto úseku toku tvoril v priamej závislosti od strát v úpravárenských zariadeniach. Au Turzovci vymieňali prostredníctvom správy stupného úradu na Vindšachte v kremnickej mincovni, resp. v bansko-štiavnickej hute.

Ryžovnícku činnosť Jána Turzu si bližšie všímal Jozef Vereš (Veress[10]), ale nevyužil všetky dostupné údaje a pôvod Au v potoku Štiavnička nevysvetlil. Podľa Veressa je najprijateľnejší výklad, že voľné Au, ako aj zlatostrieborný šlich pochádzali zo strát v stupách, ktoré boli na mestských pozemkoch, v Rybníkoch, Piarsko-štefultovskej a v Antolskej doline. Nepatrná časť voľného Au teda mohla pochádzať zo stúp. Pokiaľ by sa boli analyzovali zisky premývača, bolo by sa dospelo k záveru, že ich pôvod treba hľadať inde. Premývač totiž nespracúval usadený, ľahko rozpoznateľný stupový piesok a kal, ale aj časti koryta, kde bol kamenisto-piesčitý a humusovitý materiál pokrytý trávou. A práve tam sa zlaté zrnká zachytávali.

Zachytené zrnká Au na tráve sa mohli preplaviť iba pri vyššej hladine potoka a na trávnaté ostrovčeky len pri vyliatí koryta alebo spúšťaní snehu. V koryte sa potom usádzal kal spolu s trávnatou hmotou, ktorá pôsobila ako hrubá plachta.

Premývač si „splávky" staval niekoľko rokov na tom istom mieste a na iných miestach odoberal šlich až po 2–3 rokoch. Pri odbere sa zameriaval iba na trávnaté časti a koreňovú časť s pieskom niekedy celú vyhadzoval do jalovej múčky. Podľa tvrdenia J. Turzu s manželkou denne premyli 40 až 50 vozíkov materiálu a plachty oplachovali po 1–2 hodinách. Takto sústredený šlich s jalovinou spracúvali na ručnom splávku a získavali čisté Au.

Voľné Au zo štiavnického potoka bolo veľmi hrubozrnné a vzhľadom sa nepodobalo Au zo stúp. Kým stupové Au zo žily Grüner, Špitaler a Terézia tvorila jemná múčka, premývané Au zo Štiavničky bolo vo veľkosti špendlíkovej hlavičky a niekedy ho tvorili platničky dlhé 2–3 mm.

Pravidelné alebo nepravidelné lomové plochy stupového Au neboli pod lupou viditeľné, ale ich povrch prezrádzal, že zrnká boli vystavené prenosu, a preto nesú stopy Au druhotného pôvodu.

Vereš si položil otázku, či takéto hrubozrnné Au môže pochádzať zo stúp. Odpovedal záporne, lebo už voľným okom bolo vidno, že premývané Au nebolo na vzhľad identické so stupovým. Zrnká takej veľkosti zo stúp nepochádzali, resp. by sa boli zachytávali na splávkovej plachte. Keďže takéto zrnká voda z plachiet odplavovala, mali sa objaviť aspoň v materiáli splávkov, ale napriek opakovaným skúškam na ručnom splávku sa ani v odvodových jarkoch viacerých stúp nevyskytli.

Pri pokusoch sa v múčke dalo zistiť jemné „plávajúce" Au, ale v jednotlivých prípadoch sa múčka musela drviť v mažiari do veľkosti sita č. 200, t. j. na veľkosť, ktorá sa pri drvení stupovými tĺkmi nedala dosiahnuť a pre možnú vysokú stratu sa to ani nepraktizovalo. Vo Svaicerovej stupe č. 1, mestskej kalifornskej a v antolskej stupe sa spracúvala na Au chudobná ruda zo žily Spitaler, ktorej stupové Au bolo veľmi jemné a nedalo sa oddeliť od Pb. To Vereša priviedlo k záveru, že premývané Au Štiavničky nepochádza z tejto žily. Obdobné bolo aj jeho konštatovanie pri porovnávaní stupového Au zo žily Terézia a Grüner.

Voľné Au premývača po tavení obsahovalo v jednom kg 0,971–0,994 kg AuAg a obsah Au v AuAg za obdobie 12 rokov nebol vyšší ako 0,635 kg a nižší ako 0,618 kg (tab. 1).

Verešove údaje z domácej skúšobne boli odlišné od údajov Greissigerových tabuliek. Vo všeobecnosti však obsah AuAg v 1 kg ryžovaného Au bol od 0,960–9,993 kg. Podľa Greissigera obsah Ag stále klesal až na 33,2 % a u Vereša sa priemer pohyboval okolo 36–37 %. Nečistá výroba ryžovaného Au sa od roku 1901 rapídne zhoršovala: u Vereša na 3 %, u Greissigera až na 4,4 % (tab. 2).

Vyprodukované stupové Au po tavení zo všetkých stupových zariadení v rokoch 1900–1902 v priemere obsahovalo:

Tab. 1
Obsah voľného Au a obsah Au v AuAg v rokoch 1873–1903
Content of exploited gold and gold-silver ratio obtained in 1873–1903

Rok	Ryžov. Au v kg	Obsah AuAg v 1 kg ryžov. Au	Obsah Au v 1 kg AuAg	Obsah v ryžovanom Au					
				AuAg kg	Au kg	Ag kg	Au %	Ag %	Nečistota %
1873	0,344	0,986	0,623	0,3403	0,2120	0,1283	61,6	37,33	1,07
1874	0,346	0,988	0,635	0,3419	0,2171	0,1248	62,7	36,11	1,19
1875	0,098	0,988	0,621	0,0978	0,0601	0,0377	61,2	37,58	1,22
1876	0,144	0,987	0,620	0,1421	0,0881	0,540	61,1	37,58	1,32
1881	0,274	0,988	0,628	0,2707	0,1707	0,1000	62,4	36,39	1,21
1882	0,292	0,994	0,628	0,2903	0,1823	0,1080	62,3	37,12	0,58
1898	0,041	0,983	0,628	0,0403	0,0253	0,0150	61,0	37,29	1,71
1899	0,107	0,980	0,624	0,1049	0,0654	0,0395	60,7	37,34	1,96
1900	0,152	0,981	0,618	0,1491	0,0921	0,0570	60,5	37,59	1,91
1901	0,188	0,972	0,628	0,1827	0,1147	0,0680	61,1	36,08	2,82
1902	0,108	0,972	0,625	0,1049	0,0651	0,0398	60,1	37,03	2,87
1903	0,51	0,971	0,621	0,1476	0,0910	0,0566	60,2	36,89	2,91

Tab. 2
Greissigerova tabuľka obsahu šlichov v rokoch 1870–1908
Greissiger table of panning products in 1870–1908

Rok	Ryžované Au v kg	Rýdzosť AuAg v 1 kg ryžov. Au	Obsah v ryžovanom Au					
			AuAg kg	Au kg	Ag kg	Au %	Ag %	Nečistota %
1870	0,0200	0,975	0,01950	0,01250	0,0070	62,5	35,0	2,5
1871	0,0690	0,982	0,06780	0,04280	0,0250	62,0	36,2	1,8
1872	0,1725	0,988	0,17050	0,10750	0,0750	62,3	36,5	1,2
1874	0,1730	0,987	0,17080	0,10980	0,0610	63,5	35,3	1,2
1875	0,0490	0,977	0,04790	0,02990	0,0180	61,0	36,7	2,3
1880	0,2830	0,990	0,28036	0,17546	0,1049	62,0	37,0	1,0
1881	0,5750	0,975	0,56085	0,36075	0,2101	61,0	36,7	2,3
1882	0,2920	0,993	0,29017	0,18337	0,1068	62,8	36,5	0,7
1886	0,1010	0,980	0,09893	0,06363	0,0353	63,0	35,0	2,0
1898	0,0410	0,969	0,03974	0,02574	0,0140	62,8	34,1	3,2
1899	0,1070	0,970	0,10388	0,06688	0,0370	62,5	34,6	2,9
1900	0,1530	0,977	0,14965	0,09565	0,0540	62,5	35,3	2,2
1901	0,1880	0,971	0,18266	0,11868	0,0640	63,1	34,0	2,9
1902	0,1100	0,960	0,10566	0,06866	0,0370	62,2	33,7	4,1
1903	0,1510	0,961	0,14516	0,09416	0,0510	62,4	33,2	4,4
1904	0,1410	0,962	0,13558	0,08858	0,0470	62,8	33,3	3,9
1905	0,0970	0,971	0,09423	0,06123	0,0330	63,1	34,0	2,9
1908	0,0680	0,972	0,06618	0,04318	0,0230	63,5	33,8	2,7

Rok	AuAg /kg/		Au /kg/
1900	0,975	v tom	0,634
1901	0,966		0,635
1902	0,967		0,632

Stupové Au banských závodov v rokoch 1900–1902 malo tieto hodnoty:

šachta František

Rok	AuAg /kg/		Au /kg/
1900	0,960	v tom	0,598
1901	0,968		0,598
1902	0,972		0,595

štôlňa Božie požehnanie

Rok	AuAg /kg/		Au /kg/
1900	0,981	v tom	0,703
1901	0,974		0,702
1902	0,978		0,708

šachta Maximilián

Rok	AuAg /kg/	Au /kg/
1900	0,967	0,596
1901	0,968	0,598
1902	0,966	0,602

šachta Alžbeta

Rok	AuAg /kg/		Au /kg/
1901	0,975	z toho	0,660
1902	0,969		0,665

Pri porovnaní sa zistilo, že voľné Au premývača bolo v priemere bohatšie na AuAg ako stupové Au, ale nedosahovalo priemerný obsah Au v stupovom zlate, aj keď bol vyšší ako zo šachty František a Maximilián, ale nižší ako zo šachty Alžbeta a štôlne Božie požehnanie.

Na objasnenie pôvodu Au u premývača by bolo zaujímavé porovnať analýzy voľného a stupového Au, ale takéto analýzy neboli.

Stupové Au v okolí Banskej Štiavnice obsahovalo Pb a Zn a medzi zrnkami stupového Au boli aj zrnká zrastené s galenitom a sfaleritom. Vereš uzatvára, že ak by boli analýzy (v tom čase sa nerobili) potvrdili, že stupové Au banských závodov obsahuje Pb a Zn, bol by to dôkaz, že voľné Au premývača nepochádza zo strát stúp, lebo Au zo stúp bolo bez prímesí.

Iného pôvodu bol pyritový šlich. Aj on bol bohatý na AuAg a na Au, ale pokusným splávkom sa zo stupového Au takýto bohatý šlich nezískal. Všeobecne najbohatší na Au bol Pb šlich.

Pb šlich, ku ktorému sa približoval pyritový šlich zo šachty František, bol najbohatší aj na Ag.

Obsah Ag v pyritovom šlichu premývača bol niekedy vyšší, ale inokedy aj podstatne nižší ako v pyritovom šlichu šachty František. Obsah Au v AuAg bol pritom niekedy 5- až 6-násobne vyšší, ako pri spomínanom šlichu zo stupovej rudy šachty František.

Podľa Vereša je takmer zákonité, že čím bol vyšší obsah Pb, tým bol vyšší aj obsah Au a Ag. Hoci boli v šlichu ryžiara iba stopy Pb, vykázal sa vysoký obsah Ag a vysoký obsah Au. V šlichu zo stupovej rudy zo žily Grüner s rastúcim obsahom Ag klesal aj obsah Au.

Množstvo a obsah Turzových šlichov sú v tab. 3.

Tab. 3
Množstvo a obsah šlichov premývača Turzu
Amount and content of panning concentrate obtained by placer miner Turza

Rok	Suchá váha šlichu	Obsah AuAg	Au v 1 kg AuAg	Obsah v 1 q šlichu Au	Ag
	q	kg	kg	kg	kg
1880	5,22	0,051	0,268	0,014	0,037
1881	14,19	0,033	0,247	0,008	0,025
1882	11,88	0,028	0,251	0,007	0,021
1883	14,08	0,052	0,361	0,017	0,035
1884	15,03	0,018	0,389	0,007	0,011
1886	17,73	0,040	0,367	0,014	0,026
1887	29,29	0,026	0,349	0,007	0,019
1888	21,82	0,029	0,295	0,008	0,021
1889	15,49	0,036	0,333	0,012	0,024
1890	103,24	0,027	0,290	0,008	0,019
1891	68,28	0,015	0,327	0,005	0,010
1898	4,22	0,025	0,291	0,007	0,018
1899	8,72	0,027	0,284	0,008	0,019
1900	5,96	0,034	0,339	0,011	0,033
1901	6,10	0,045	0,403	0,018	0,027
1902	5,71	0,034	0,387	0,013	0,021
1903	7,50	0,036	0,384	0,015	0,021

Z tabuľky vidieť, že obsah AuAg značne kolíše, ale s klesajúcim obsahom AuAg obsah Au ani nestúpa, ani neklesá.

Na porovnanie sa uvádza aj obsah kovov stupových šlichov zo stúp banských závodov.

šachta Maximilán

Druh šlichu	AuAg/kg/	Au /kg/	Pb/kg/
Pb	0,061	0,269	33,0
Ag	0,031	0,112	–
Pb	0,043	0,279	30,0
Ag	0,021	0,158	–

šachta Alžbeta

Pb šlich	AuAg/kg/	Au /kg/	Pb/kg/
californ. stupa	0,040	0,048	69,0
stupa č. 1	0,040	0,048	67,0
stupa Svaicer	0,038	0,048	60,0
Pb–Ag šlich			
Calif. stupa	0,014	0,026	2,0
stupa č. 1	0,012	0,026	1,8
stupa Svaicer	0,012	0,026	1,7

štôlňa Božie požehnanie

	AuAg/kg	Au/kg/	Pb/kg/
AuPb šlich	0,060	0,42	64,0
Pb šlich	0,038	0,181	58,0
PbAu šlich	0,014	0,064	1,5

šachta František

	AuAg/kg/	Au /kg/	Pb/kg/
Pb šlich	0,111	0,159	27
bohatý Ag šlich	0,055	0,053	–
chud. Ag šlich	0,030	0,040	–

Z analýz vychodí, že v šlichu zo Štiavničky sa obsah Au mení od 5 do 18 g na q a v šlichoch zo stúp roku 1900 3,7 g, 1901 3,5 g a roku 1902 2,9 g.

Obsah kovov v šlichu zo stúp sa teda nepribližil ani k 17-ročnému priemeru obsahu šlichu premývača.

V priemere sa v stupách ročne spracovalo 36–38 000 t rudy, z toho 44–46 % z najchudobnejšej rudy v stupe šachty Alžbeta, 22 % zo žily Grüner šachty František, 14 % v stupe šachty Maximilián, 11 % zo žily František štôlne Božie požehnanie a 8 % zo šachty Karol v Štiavnických Baniach.

Vereša uvažuje, že ak by Au v Štiavničke pochádzalo zo strát stúp, muselo by obsahovať viac jemnej múčky prepadnutej cez sito č. 200, hoci rovnakého množstva sitom č. 120 prepadlo až 64 % a iba 19 % tvoril šlich prepadajúci sitom č. 200. Aj percentuálny obsah AuAg a Au v pyritovej múčke zo splávkov by sa mal približne rovnať obsahu premývača.

Diskusia

Pri vysvetľovaní pôvodu Au sa vykonávali aj prieskumné práce menšieho rozsahu, ktoré nemohli v tom čase dať jasnú odpoveď. Poznatky vychádzali iba z drvenia a splávkovania vzoriek odobratých na J od Svätého Antona smerom na Banský Studenec a na V smerom na Sitno. Toto územie – v prehľadnej geologickej mape banskoštiavnického okolia označené ako pyroxenický andezit – bolo na povrchu zvetrané a v malom množstve obsahovalo voľné Au a drahé kovy. Z cestného zárezu nad jazierkom arcvojského kaštieľa sa odobrala vzorka v hmotnosti 250 q a zistilo sa v nej 0,018 g voľného Au. Z 34 kg vyberaného šlichu sa vykázalo 0,050 kg AuAg a 1 kg AuAg obsahoval 0,234 kg Au. Odpadový šlich v hmotnosti 246 kg obsahoval 0,008 kg AuAg a 1 kg AuAg 0,095 kg Au. Výnos na 1 t bol 0,006 kg Au a 0,001 Ag. Odobratá vzorka zo zvetranej horniny v Drieňovej doline obsahovala 0,001 kg voľného Au a vzorka odobratá pri ceste v Žobrákovej mala obsah 0,002 kg voľného Au. Malé množstvo šlichu obsahovalo aj 0,021 kg AuAg.

Záver

Vereš (l. c.) na základe uvedených príkladov konštatoval, že tieto horniny boli zlatonosné a v dlhšom úseku

vykazovali aj Au a Ag. Otázkou zostáva, či nízky obsah Au bol rovnomerne rozptýlený v celom masíve, alebo či sa v istých úsekoch nevyskytovali na Au bohatšie zhluky, ktoré po zvetraní uvoľňovali Au nachádzajúce sa v hlavnej doline a v potoku Štiavnička.

Poznámky

[1] Štátny ústredný banský archív v Banskej Štiavnici (ŠÚBA), archívny fond Banský súd v Banskej Štiavnici, (ďalej len BS), inv. č. 3, 4

[2] (ŠÚBA) Hlavný komorskogrófsky úrad v Banskej Štiavnici, (ďalej len HKG) sp. č. 1980/1795

[3] HKG sp. č. 2770/1795

[4] HKG sp. č. 3820/1788

[5] HKG sp. č. 2786/1788

[6] HKG sp. č. 2094/1788

[7] (ŠÚBA) Meračský úrad (ďalej len MÚ) i. č. 455; sp. č. 20-20-563, 1342/1841

[8] MÚ inv. č. 455; sp. č. 19-19-565

[9] MÚ inv. č. 455; sp. č. 18-18-469

[10] Greissiger, R.: A körmöczbányai m. kir. pénzverőhivatalnál az 1870.-év 1913 évig beváltott nemesfémanyag statisztikája

Rákoczy, S., Magyarország aranyos iszapú vizei, Bányászati és Kohászati Lapok, (BKL) roč. 1907

Veress, J.: A selmeczpatak aranya, BKL roč. 1904

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 421–424

Výskyt a ťažba zlatých rúd na niektorých lokalitách stredného Slovenska v druhej polovici 16. storočia

JÁN ŽILÁK

Štátny oblastný archív, Komenského 26, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 9. 4. 1999)

The occurrence and exploitation of gold ores in several localities of Central Slovakia in the second half of 16th century

Documents from the Banská Bystrica and Boca Mine Courts birth-rate show intensive interest about prospection and exploitation of precious metal ores, preferentially gold. There was a great interest in precious metals (mainly gold) exploitation at different localities as Jarabá, Lovinobaňa, Cinobaňa, Kokava, Klenovec and Polom. This interest is confirmed by names in various territories of the villages, by a lot of randing rights of smaller extension and by the often return of prospectors to the abandoned mining works. Documents show that between exploitators were both German and Slovak persons.

Key words: 16th century, Central Slovakia, Mine Court, prospection and exploitation of gold, mining works, adits

Úvod

Vyhľadávaním a ťažbou drahokovných rúd patrili územia, ktorými sa v príspevku zaoberáme, do pôsobnosti Banského súdu v Boci a v Banskej Bystrici. Boli na nich málo známe banské lokality, ale aj ony sa zúčastnili na vytváraní mozaiky dejín baníctva na strednom Slovensku.

Ide o staré banícke lokality, a to Jarabá, Lovinobaňa, Cinobaňa, Kokava, Klenovec a Polom. Naším cieľom je poskytnúť čo najúplnejšie informácie o banskej činnosti na týchto lokalitách v druhej polovici 16. storočia.

Jarabá

Dnešná horská obec Jarabá, ktorá má banícku minulosť siahajúcu pravdepodobne do 14. stor., leží v úzkej doline potoka Štiavnička pri ceste z Pohronia do Liptova cez horské sedlo Čertovica. Južné svahy Nízkych Tatier boli už v 16. stor. stredobodom pozornosti banských odborníkov. Medzi prvých známych prospektorov patril Leonard Kessler, ktorý 2. októbra 1558 na breznianskej strane otvoril niekoľko bližšie nešpecifikovaných banských diel. V chotári dnešnej obce Jarabá skúšal šťastie aj Gregor Zimmermann so svojím spoločníkom Hansom Schmidtom. Obidvom bola po úspešnom kutaní pri Fuchslochu udelená banská miera pod názvom Pomoc Božia. Podobne 2. mája 1559 dostal Joachim Gersdorfer oprávnenie otvoriť novú baňu neďaleko banského diela Mondenschein nad obcou. K dielu (Fundgrube) mu banský súd prepožičal desať banských mier.[1]

O období rokov 1564–1573 čerpáme podklady z výťahu Substitučného banského súdu v Malužinej, ktorý si 29. novembra 1808 dala vyhotoviť Správa banskobystrickej banskej komory. Ide o výťah zo starého banského bocianskeho protokolu.[2] V tom období správa baní v Jarabej podliehala banskému sudcovi Krištofovi Lintacherovi. Už roku 1564 požiadal banský súd Stanislav (Stenzel) Wasserbrodt o prepožičanie starej opustenej šachty s Au zrudnením, v lokalite Strieborná (Striborna) pod Hoľou. Šachta sa predtým volala Gápeľ (Gappl) a teraz Prissner. V tom istom roku Wasserbrodt opäť požiadal na Striebornej pod Valaskou hoľou o prepožičanie nálezného banského diela Sv. Mikuláš, kde našiel žily obsahujúce Au. Pod vtedajším salašom bolo ďalšie banské dielo. Aj to súd pod týmto názvom prepožičal Wasserbrodtovi.

Roku 1565 S. Wasserbrodt opäť požiadal o udelenie nového nálezného diela nad Bystrou v holi, ktorú valasi volali Kriváň. Štôlňa obsahovala Au zrudnenie a volala sa Boží dar. Ďalšiu štôlňu s Au zrudnením súd roku 1566 prepožičal Hansovi Danielovi. Štôlňa sa nachádzala v Kumštovej (Kunstgrun) po pravej ruke smerom na Hornú vodu. Hans Daniel podnikal so svojím nemenovaným spoluťažiarom. V tejto štôlni predtým pracovali Kesslerovi ťažiari, ale opustili ju. Volala sa Muráň (Muran) a pri tomto jej mene zostal aj nový prenajímateľ.

Roku 1567 v hone Krigová nad Valachovou a Starou striebornou požiadal Tomáš Kotzdra o povolenie ťažby v banskom diele Sv. Baltazár, ktoré obsahovalo Au zrudnenie. V rokoch 1568–1571 boli v Jarabej udelené len prepôžičky na ťažbu Ag a Pb rúd. Od roku 1572 je známy údel na ťažbu Au rudy udelený Vavrincovi Fischerovi pod názvom Pri zlatej žile (Bey Goldgang). Banské dielo bolo neďaleko Wagnera nad Starou práčovňou. To je posledná správa o ťažbe Au podľa bocianskeho banského protokolu v Jarabej.

Lovinobaňa

Prvé stopy vzťahujúce sa na banskú činnosť v Lovinobani pochádzajú z rokov 1247–1250, keď kráľ Belo IV. odňal Dionýzovi a Mikulášovi Tomajovcom 20 popluží lesa a ornej pôdy, pôdu vzal do kráľovskej starostlivosti a mienil na nej ťažiť. Podľa dohody mali pôvodní majitelia dostávať jednu tretinu z ťažby Ag.[3] Po vyčerpaní diela mala sa im pôda vrátiť.[4] Ťažba v Ag baniach netrvala dlho a roku 1275 Ladislav IV. vrátil pôdu pôvodným majiteľom. Roku 1338 kráľ Karol Róbert povolil synom Dionýza Tomaja, ktorý už používal prídomok Losonczi, t. j. Lučenský, Tomášovi, Štefanovi a Deziderovi, aby na svojich majetkoch – vzťahovalo sa to aj na lesy – otvárali nové banské diela. Lovinobaňa bola v tom čase ich majetkom.[5] O tom, aký bol rozsah banského podnikania a ako sa odrazilo v živote regiónu, predbežne niet nijakých dokladov.

Z roku 1526 je známy baník Adam z Lovinobane (de Lownabanya), ktorý sa zúčastnil na známom povstaní baníkov v Banskej Bystrici (1525–1526). Bol vypočúvaný a obžalovaný s ostatnými baníkmi, účastníkmi povstania.[6]

Lovinobaňa sa tak ako aj ostatné obce v okolí dobytím Fiľakova roku 1594 dostala pod priamu osmanskú okupáciu. Pádom susedného hradu Divín a Modrý Kameň roku 1575 sa turecké pustošenie ešte vystupňovalo. Celé okolie bolo administratívne začlenené do fiľakovského sandžaku. Politické pomery na slovensko-tureckom pohraničí sa zmenili až po roku 1593, keď cisárske a uhorské vojská dosiahli vojenské úspechy a získali naspäť hrady Divín, Modrý Kameň, Fiľakovo a Hajnáčku. Tým bezprostredné turecké nebezpečenstvo pre celé okolie Lovinobane pominulo. Turecká okupácia sa premietla do banského podnikania i do vývoja obce. Nepriamym dôkazom o úpadku je úbytok poddanských usadlostí pri súpise roku 1564 a opustený mlyn.[7] Prázdna štátna pokladnica nútila Uhorskú komoru oživiť ťažbu drahých kovov v baniach, kde sa pre tureckú okupáciu prerušila.

3. decembra 1597 požiadal Klement Orindlich banský súd v Banskej Bystrici o povolenie ťažiť z diela Klement, ktoré sa nachádzalo medzi Divínom a Haličou v hone Skalica pri Gregorovej Vieske. Šachta bola opustená už dávno a boli v nej Au a Ag žily. Od banského diela Klement boli K. Orindlichovi udelené banské miery na žile Michal, Ondrej, Ján, Ráchel, Barbora a Anna, a to obidvoma smermi ako v podloží, tak aj v nadloží.[8]

Medzi posledné známe doklady o baníctve v Lovinobani v sledovanom období je žiadosť Valenta Haška, ktorý prihlásil nové banské dielo Jakub, ležiace medzi kopcami Drahy a Hrbáky (Hrbakof). Išlo o baňu so žilami na Au a Ag. Ďalšou je žiadosť Žigmunda Forgáča (Forgácha), ktorý požiadal o povolenie ťažiť v bani na Plasenbergu pod menom Pavol. K tomuto banskému dielu žiadal postaviť novú taviacu hutu, stupy (suchú, mokrú), „šlamovňu", odlučovňu, vyhňu, hámornícke sklady, byt pre stupára, stajne, ako aj prístupové cesty.[9] Poslednými spomenutými lovinobanskými ťažiarmi z konca 16. stor. boli Hans Orthners, Gašpar Schwang, Krištof Waldhernn a Juraj Erlhamer. Tí požiadali o povolenie ťažiť v bani Pavol, ktorá, ako sme už spomenuli, ležala na Plasenbergu. Išlo o starú, dávno opustenú baňu obsahujúcu Au a Ag žily. Banský súd im udelil sedem banských mier na viacerých žilách.[10]

Cinobaňa

Aj z názvu Cinobane vychodí, že v lokalite muselo byť baníctvo. V chotári Cinobane sa až do dnešných čias zachovali výstižné pomiestne názvy ako je Strieborná, Huta, Uhliarka, Na troskách, Gápeľ atď., ktoré niekdajšiu bansko-hutnícku činnosť dokladajú. Záujem o ťažbu drahých kovov v tejto oblasti bol už v čase kráľa Belu IV. (1235–1270). Z čias vlády kráľa Ladislava IV. (1272–1290) sa spomína urbura z bane na Ag od hostí z osady Cinobaňa a Lovinobaňa.[11]

Viac údajov o baníctve v chotári Cinobane a v jej okolí sa zachovalo z konca 16. stor. 16. mája 1594 predstúpil pred banského sudcu Daniela Goppela v Banskej Bystrici úradník a správca štátneho banského podniku v Kremnici (Goldkunsthandlung im Kremnitz) Juraj Walter a žiadal o povolenie ťažiť drahé kovy v opustenej Ag bani ležiacej neďaleko Cinobane (Swinabania) v chotári nazývanom Ryscherperg nad Viničkou. Udelené banské miery sa nachádzali v nadloží banského diela Ján, a to na žile Krištof, Jakub, Katarína a Matúš ako v podloží, tak aj v nadloží. Ťažiari sa zaviazali, že vyťažené drahé kovy zamenia v príslušnej banskej komore tak, ako to vyžaduje banský zákon. Zároveň požiadali o povolenie postaviť v bezprostrednej blízkosti banského diela jednu taviacu pec, suchú a mokrú stupu, „šlamovňu" a mlyn.[12]

Do banského podnikania sa zapájali aj miestni zemepáni. 8. marca 1596 Žigmund Forgáč (Forgách) s baníkom Andrejom Krušovičom (Kruschowicom) požiadali Banský úrad v Banskej Bystrici o banské oprávnenie na štyri ryžoviská Au a na razenie jednej prieskumnej štôlne v hone Liskova pri dedine Khalina[13] (In Grundr Liskova gegen Filleg bei dem Dorff Khalina gelegen). Lokalizácia tejto bane sa zdá spornou. Chotárny názov Liskova je doložený už roku 1279 ako Lyzkouch, ležiaci neďaleko lesa a dediny Scywynne.[14] Dedina Khalina je dnešné Kalinovo. V tom istom roku Žigmund Forgáč začal banské práce aj v Cinobani v opustených banských dielach, pretože jeho majetky už boli oslobodené od Turkov. Andrej Krušovič (Kruschowic) sa zmieňuje aj o spracúvaní tamojších háld a trosky.[15]

26. mája 1597 dal Martin Puechner prepísať banské prepôžičky ležiace na Slatnom nad dedinou Cinobaňa na Gregora Stemmela.[16] Tohože roku (1597) sa Stemmelovým spoločníkom na Slatnom stal Ondrej Krušovič (Kruschowitz) a Gašpar Schwang, ktorí získali aj povolenie ryžovať Au v miestnom potoku.[17] Najviac podielov – 10/16 – patrilo G. Stemelovi, 4/16 Ondrejovi Krušovičovi a 2/16 Gašparovi Schwangovi. Ťažiari sa zaviazali, že vydolované Au zamenia podľa zákona v bystrickej komore podľa stanovených poplatkov. V tom istom roku Ondrej Krušovič už ako „waldbürger" z Cinobane žiadal o udelenie a zapísanie banského oprávnenia ťažiť Au rudu spolu s grófom Žigmundom Forgáčom v hone Kholer

(am Kholperg). Banské prepôžičky sa udelili od banského diela Kholperg jedným smerom na žile Žigmund a od nej smerom na žilu Ondrej; v tom istom smere sa pokračovalo v udeľovaní banských mier na žile Ján. Druhým smerom sa banské zápožičky udelili na žile Anna, Alžbeta a Katarína. Celý komplex so všetkými právami a oprávneniami dostal gróf Žigmund Forgáč.[18] Spomenutí spoločníci požiadali o stavbu taviacej huty a ostatných nevyhnutných prevádzkových zariadení.

Zdá sa, že bane v Cinobani pre grófa Žigmunda Forgáča, pána hradu Sečany a Šomoška, boli rentabilné, lebo 27. júna 1598 do miestnych baní opäť významne investoval. Záležitosti s udelením banských oprávnení a aj mier mu s banským súdom vybavoval jeho právny zástupca Andrej Krušovič, ktorý opätovne žiadal o povolenie ťažiť Au a Ag v bližšie nelokalizovanej, opustenej bani.[19] Žiadosť bola zapísaná do knihy údelov a pre istotu sa ešte spísalo vyhlásenie, ktoré podpísal a spečatil banský sudca vlastnou rukou. 27. apríla 1599 uzavrel v Topoľčanoch novohradský župan Žigmund Forgáč dohodu s Hansom Orthnerom zo Sterzingu v Tirolsku. Ten vstúpil k Forgáčovi do služby a pri tej príležitosti sa zaviazal, že bude spravovať bane a hutu v Cinobani a vykonávať aj skúšky kovnatosti vyťaženej rudy denne alebo týždenne. Sľúbil viesť účtovnú agendu tak, aby bola kedykoľvek kontrolovateľná a on mohol „pánovi vždy verne odpovedať ako stojí s tavbou a koľko je vyrobeného Ag. Ž. Forgáč sa zaviazal Orthnerovi za prácu týždenne vyplácať dva a pol toliara s ôsmimi holbami vína.[20]

To je pravdepodobne posledná zachovaná písomná zmienka o baníctve v Cinobani z obdobia do konca 16. storočia.

Kokava a Klenovec

Z prameňov je známe, že údolie Rimavy už v 13. stor. bolo miestom vyhľadávania a ťažby drahých kovov. Pozornosť prospektorov sa sústreďovala do okolia Rimavskej Bane.[21] Ďalšie, aj keď sporadické doklady o miestnom baníctve sa zachovali z konca 16. storočia, keď sa stal stredobodom kutacích prác a ťažby Sinec.[22] Prvé zachované písomné zmienky o baníckej činnosti pochádzajú z konca 16. stor. a týkajú sa oblasti Kokavy nad Rimavicou a Klenovca. V Bohatom sa ťažili drahé kovy už pred rokom 1552. Potvrdzuje to žiadosť Mikuláša Vlčka (Wyeltshka), obyvateľa Kokavy, ktorý 28. decembra 1593 predstúpil pred banskobystrického banského sudcu Daniela Göppela so zámerom obnoviť ťažbu Au v baniach, ktoré boli pre tureckú okupáciu po páde Fiľakova roku 1554 opustené. Keďže koncom 16. stor. bezprostredné ohrozenie Kokavy a Klenovca Turkami pominulo, M. Vlčko sa spolu s Ondrejom Remeňom (Remen) a bratmi Jurajom a Jakubom Haagom, obyvateľmi Banskej Bystrice, rozhodol obnoviť ťažbu v opustenej Au bani Boží dar (Gottes Gabe). Banské zápožičky žiadali udeliť a potvrdiť v katastri chotára Kokavy a Utekáča. Ten istý deň žiadal aj brezniansky mešťan a „waldbürger" Bernard Rösell o udelenie banských zápožičiek na ryžovisko (Gold waschverk) pri Klenovci (bey Klaynowcza) na lokalite Ostrá a Bystrá, ktoré údajne pred pár rokmi vlastnil, ale po tureckej okupácii ich zanechal. To, že v Bohatom bolo viac banských diel, vidieť z ďalšej žiadosti. Vo februári 1594 sa o banské zápožičky na Sinci – 916 m n. m. (am Rigel Synecz na Bohattom genant) uchádzal ťažiar Ondrej Remeň (Remen), Krištof Hudec (Hudiecz), Pavol Haag a Jakub Treuttel. Išlo o Au baňu, ktorá bola vlastne náleznym banským dielom (Fundgrube) nazývaným baňou Všechsvätých (Aller heyligen). Zápožičky boli udelené od bane Všechsvätých jedným smerom na žile Ondrej a Mikuláš a druhým nadväzne na žile Tomáš a Obrátenie Pavla. Na základe výsledkov a prognóz požiadal neskôr o udelenie súbežných banských oprávnení tak v podloží ako aj v nadloží. Zlatá baňa spolu s pripojenými banskými mierami bola prepožičaná podľa nového Maximiliánovho banského poriadku z roku 1573, ktorý síce baníctvo oživil, ale koniec 16. stor., keď sa Uhorsko dostalo do ťažkej politicko-hospodárskej krízy, skutočnému rozkvetu baníctva zabránil.

Bane na drahé kovy v okolí Sinca púťali pozornosť aj v posledných rokoch 16. stor. Z archívnych dokumentov vidieť, že v baníctve podnikali aj Slováci ako Pavel Likavský (Lykavszký), Valent Haško (Haschko), Krištof Hudec (Hudiecz) a Ondrej Remeň (Remen). Nebolo teda iba doménou obyvateľstva nemeckej národnosti, ako často tvrdila najmä staršia historiografia.

Polom

1. marca 1594 požiadal Andrej Neumann, banský sudca rodiny Svätojánskovcov z Boce (Swiatojansky aus Sct. Ivan), Banský súd v Banskej Bystrici o udelenie náleznéhо banského diela na Polome. Dielo bolo na hrebeni Vysokej hory (Hochwald) oproti dedine Polom.[23] Zlatá baňa sa volala Sv. Pavol. Od tohto diela jedným smerom mu udelili a prepožičali banskú mieru Sv. Anna, za ktorou ležala banská miera Sv. Alžbeta. Týmto projektom chcel ťažiar zachytiť aj prípadné odžilky. Treťou banskou mierou bola Sv. Dorota. Druhým smerom bola od diela Sv. Pavol vymeraná banská miera Peter. Za ňou bola banská miera Sv. Šimon a Júda. Tretia a posledná sa volala Sv. Krištof. K tomu Andrej Neumann žiadal ešte jednu ochrannú banskú mieru v podloží a nadloží (Schirmpau). V ten istý deň dostal Andrej Neumann povolenie začať banské práce aj v hone Osičina, kde bolo banské dielo Sv. Michal. Au žila bola pokrytá niekoľkými banskými mierami. Jedným smerom ležala banská miera Sv. Juraj, za ňou v smere žily Sv. Tomáš, druhým smerom Sv. Gregor, za ňou Sv. Jonáš a banská miera Sv. Jakub. Andrej Neumann navyše požiadal aj o udelenie dvoch ochranných banských mier.

Záver

Podľa historických prameňov boli banícke lokality, ktoré sme sledovali, miestami s neveľkými ložiskami Au rúd. Tie banskú a hutnícku produkciu umožňovali len v čase, keď bola ťažba – doslova miestneho významu – schopná konkurencie.

Poznámky

[1] Štátny ústredný banský archív v Banskej Štiavnici (ďalej ŠÚBA), fond Banský súd Boca (BSBc), Protokol banského súdu roky 1558–1561, inv. č. 1, s. 14, 22, 30. Slivka, K., Hrbek, R., Boroš, M.: Dejiny horného Liptova. *Liptovský Hrádok, MNV, 1969, s. 108–110.*

[2] ŠÚBA, fond Substitučný banský súd, *Malužiná (SSM), č. sp. 186/108.*

[3] Belitzky, J.: Nógrad megye története I (896–1848), *Salgótarján, 1973, s. 76.*

[4] Ratkoš, P.: Vznik a počiatky banských miest na Slovensku. *In: Historické štúdie, 19, Bratislava, 1974, s. 49.*

[5] Belitzky, J.: C. d.,s. 76.

[6] Ratkoš, P.: Dokumenty k baníckemu povstaniu na Slovensku 1525–1526, *Bratislava 1957, s. 127.*

[7] Magyar Országos Levéltár, Budapest, Diplomatikai leltár (MOL DL) (Filmy portálnych súpisov sa nachádzajú vo filmotéke Historického ústavu SAV v Bratislave), Kamara E 158, škatuľa 351, Conscriptiones portarum comitatus Neogradiensis. Roku 1564 bola Lovinobaňa zapísaná v držbe rodiny Országovcov. Tunajšie sedliacke domácnosti boli zdanené od štyroch port. Dve porty predstavovali novopostavené domy, opustené domy asedliackych usadlostí sa vykázalo deväť. Popri zdanených sedliakoch bola zapísaná aj jedna domácnosť slobodníka. Jestvujúci mlyn bol na ten čas oustený. Roku 1570 boli zemepánmi obce Balašovci a František Török. Funkciu richtára v tom čase vykonával miestny občan Gál Vajda.

[8] ŠÚBA, fond BSB, Protokol banského súdu, inv. č. 2, s. 264–265.

[9] Tamže, s. 302, 304–305.

[10] Tamže, s. 303.

[11] Ratkoš, P .: Vznik a počiatky banských miest na Slovensku. *In: Historické štúdie, 19, Bratislava, 1974, s. 49.* Neskôr sa Cinobaňa (Zwynebanya) uvádza ako majetok patriaci hradu Hajnáčka, ktorý daroval kráľ Albrecht (1437–1439) ostrihomskému arcibiskupovi Jurajovi Palócimu (Palóczy). Roku 1567 sa v tejto osade spísali štyri zdanené sedliacke porty. O tri roky neskôr tam bol aj mlyn a celá osada patrila zemepánovi Štefanovi Derenčénimu (Derencsényi) a rodine Feledіovcov. Funkciu richtára v tom čase vykonával Ladislav Petrovec a počet sedliackych port sa zvýšil na päť. Pozri Wenzel, G.: Magyarország bányászatának kritikai története. Budapest, 1880, s. 69. Tiež filmotéka HÚ SAV, Portálny súpis Novohradskej župy, škatuľa 351.

[12] Horváth, P., Kazimír, Š.: Baníctvo na slovensko-tureckom pohraničí na konci 16. storočia. *In: Vlastivedný časopis, 1974, 23, č. 2, s. 83.* Podrobnejší a presnejší materiál je v ŠÚBA v Banskej Štiavnici, fond Banský súd v Banskej Bystrici (BSB), Protokol banského súdu rokov 1592–1599, inv. č. 2, s.116–118.

[13] Pozri pozn. č. 8, s.219.

[14] Sokolovský, L.: Príspevok k otázke osídlenia horného Novohradu a Gemer-Malohontu. *In: Zborník FFUK, Historica, 29–30, Bratislava, 1983, s. 94.*

[15] ŠÚBA, fond BSB, Kniha banských prepožičiek rokov1592–1599, inv. č. 2, s.221. Chotárny názov Strieborná jestvuje aj dnes. Zápis je pravdepodobne skomoleninou Srieborná, lebo v miestnom nárečí sa striebro nazýva sriebro.

[16] Žilák, J.: Z baníckej minulosti Lovinobane od konca 16. do konca 18. stor. *In: Zborník Slovenského banského múzea 11, 9, 1983, s. 132.*

[17] Tamže

[18] ŠÚBA, fond BSB inv .č. 2, s. 256–258.

[19] Žilák, J.: Z baníckej minulosti Cinobane. *In: Obzor Gemera, 16, 1985, č. 2, s. 123.*

[20] ŠÚBA, fond BSB Protokol banského súdu z rokov 1597–1600, inv. č. 15 , s. 243–246.

[21] Wenzel, G.: Árpádkori új okmánytár, 12, Budapest, 1874, s. 34; Borovszky, S.: Magyarország vármegyei és városai. Gömör–Kishont vármegye, s. 465; tiež Hontvármegye, s. 289; Eisele, G.: Gömör és Borsod vármegyék bányászati és kohászati monográfiája, Banská Štiavnica, 1907, s. 24, 116.

[22] Žilák, J.: Z dejín baníctva v Kokave nad Rimavicou a v Klenovci. *In: Obzor Gemera, 12, 1981, č. 4, s. 234–237.*

[23] Pozri pozn. č.20, s. 89–90.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 425–428

Náučná cesta anglického mineralóga Edwarda Daniela Clarka po stredoslovenských ložiskách zlata a striebra roku 1802

PAVEL UHER

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

(Doručené 9. 4. 1999)

A scientific tour of Edward Daniel Clarke, an English mineralogist, to the Middle Slovak gold and silver deposits in 1802

Edward D. Clarke (1769–1822), Professor of Mineralogy at the University of Cambridge, England, visited some important gold and silver ore deposits in former Hungarian Kingdom, especially in Middle Slovakia. Clarke described the mines and towns of Pukanec, Banská Štiavnica and Kremnica in detail and he admired high technical standard of galleries, ore mills and the Mining College (Academy) in Banská Štiavnica. He also collected and described typical minerals of the mines (gold, silver sulphides, etc.).

Key words: E. D. Clarke, history of mineralogy, gold, silver, mining, Slovakia

Úvod

Stredoslovenské banské mestá, najmä Banská Štiavnica, prežívali v druhej polovici 18. stor. a začiatkom 19. stor. posledný veľký rozmach. Intenzívna ťažba strieborných a zlatých rúd bola nevyhnutne spätá s rozvojom mineralógie, geológie, banskej vedy a metalurgie, čo vyústilo aj do založenia Banskej akadémie v Banskej Štiavnici roku 1763. Stredoslovenské banské mestá boli preto už od druhej polovice 17. stor. stredobodom pozornosti a cieľom ciest viacerých významných európskych učencov. Známe sú študijné cesty a opisy minerálov najmä z Banskej Štiavnice od Angličana Edwarda Browna (roku 1672), nemeckého prírodovedca Franza Ernesta Brückmanna (1724), Luigiho Ferdinanda Marsighliho z talianskej Bologne (1726), francúzskeho montanistu Gabriela Jarsa (1758), Ignáca Antona Borna z Prahy (1770), Nemca Johana Jakuba Ferbera (1780), nórskeho mineralóga Jensa Esmarka (1794), banského majstra Wilhelma G. E. Beckera z Freibergu (1805), slávneho francúzskeho mineralóga Françoisa Sulpice Beudanda (1818) a i. (Herčko, 1981; Jancsy, 1981). Ale doteraz u nás nebola známa náučná cesta anglického mineralóga Edwarda Daniela Clarka po drahokovových ložiskách Sedmohradska a stredného Slovenska z roku 1802. S týmto prameňom sa autor náhodou stretol pri štúdiu amerického časopisu The Mineralogical Record (Clarke, 1990), obsahujúcim aj podstatné úryvky z Clarkovho cestopisu (Clarke, 1816).

E. D. Clarke (1769–1822)

Edward Daniel Clarke sa narodil 5. júna 1769 vo Willingtone v grófstve Sussex (Anglicko) v starej intelektuálskej rodine. Študoval na renomovanej anglickej univerzite v Cambridgei, kde sa neskôr stal aj profesorom mineralógie. Počas svojho života sa okrem intenzívnej vedeckej práce venoval aj ďalšej záľube – cestovaniu. Svoj prvý cestovateľský príbeh publikoval už roku 1791 a cestovateľské zápisky z ciest po Európe, Ázii a Afrike vydal v Londýne roku 1816. Formou denníka v nich opisuje aj cestu z Carihradu (dnešný Istanbul) do Viedne cez vtedajšie Sedmohradsko a Uhorsko roku 1802, ktorej cieľom bolo najmä oboznámenie sa s banskými revírmi a zber minerálov. Je prirodzené, že navštívil aj stredoslovenské banské mestá. Clarke zomrel 9. marca 1822 a zanechal rozsiahlu zbierku minerálov, ktorej cenu odhadla univerzita v Cambridgei na vtedajších 1500 libier (Wilson, 1990).

Zo Sedmohradska do Banskej Štiavnice

Cesta Edwarda Clarka roku 1802 sa začala v Carihrade a odtiaľ pokračoval do Bukurešti. 26. apríla Bukurešť opustil a vydal sa na S, do Južných Karpát, resp. vtedy nazývaných Transylvánskymi Alpami. V uhorskom Sedmohradsku (Transylvánii) pobudol asi 10 dní a navštívil významné ložisko zlata Băita a Săcărîmb. Po štvordňovom pobyte v Pešti a Budíne, kde si okrem iného musel vybaviť aj vstup do baní v Banskej Štiavnici a Kremnici, odišiel 12. mája 1802 na Slovensko. Nasledujúci deň po prechode Dunaja pri Ostrihome došiel cez Želiezovce a Levice do prvého banského mesta – Pukanca (vtedy Bakabánya). Z Pukanca, v ktorom sa v tom čase ťažila pomerne bohatá zlatá aj strieborná ruda, si Clarke odniesol nielen typické minerály, ale aj dojmy z okolitej krajiny. Napísal: „Nič nemôže byť tak príjemne malebné ako poloha baní medzi mestom a vrchmi uprostred hájov ovocných stromov, ktoré boli práve pokryté kvetmi a striedali sa s obrovskými dubmi a inými veľkými stromami v le-



Obr. 1/Fig. 1. Daniel Edward Clarke (1769–1822).

soch." Sama ruda bola vraj bohatšia na zlato ako kdekoľvek inde v Uhorsku, avšak bane neboli také produktívne ako napr. v Banskej Štiavnici alebo v Kremnici.

Cesta z Pukanca do Banskej Štiavnice opäť priam nadchla anglického cestovateľa: „Podstatná časť cesty ukazuje takú grandióznu scenériu ako na najlepších obrazoch Gasparda Poussina. Pri pohľade na približujúcu sa Štiavnicu... cestovateľ, obklopený najveľkolepejšou prírodnou scenériou, je prekvapený najväčšími ľudskými výtvormi vykonanými úhľadne, ozdobne a pritom ekonomicky; pekné cesty vedú cez neprístupné miesta a ponad strmé zrázy, ktoré by boli inak nedostupné; kostoly tróniace na najvyšších vrcholoch; mestá a dediny; záhrady a vinice; všetko dekoratívna lesná majestátnosť Uhorských Álp."

Pobyt v Banskej Štiavnici

Clarke sa po príchode do Banskej Štiavnice (vtedajší Schemnitz), prirodzene, najviac zaujímal o minerály a bane. Aj keď nepíše, kde bol ubytovaný, „Hostinec, do ktorého nás zaviedli, si zaslúži, aby bol považovaný za špičkový v porovnaní s ostatnými v Európe a určite ako najčistejší na svete." Navštívil Banskú akadémiu (College of Mines) a tam konštatoval, že „ v žiadnej inej časti sveta nie je význam mineralogickej vedy pre štát taký zreteľný." Akadémia mala vtedy 112 študentov zo všetkých krajín, najmä z „Nemecka", čím sú zrejme myslené všetky krajiny pod korunou Sv. Ríše rímskej národa nemeckého, teda aj Rakúsko, hoci jeden študent bol až zo Španielska. 18–20-roční študenti nosili špeciálne banské uniformy a výučba prebiehala nielen v triedach, ale aj v laboratóriách. „Takmer všetci študenti fajčili tabak, pričom sa len zriedka ráno objavovali bez tabakových fajok v ústach." Clarke spomína dvoch profesorov – Passerna, ktorý prednášal chémiu a mineralógiu a Möhlinga, ktorý vyučoval banské vedy. Okrem nich tu učili početní asistenti. Cestovateľ opisuje rozsiahle banské práce v Štiavnici. Celková dĺžka ich štôlní dosahovala asi 5,5 km a prakticky celé mesto bolo poddolované. V baniach, patriacich štátu, pracovalo osemtisíc baníkov. Ťažilo sa najmä striebro, najproduktívnejšia bola rudná žila Terézia, Špitaler (Hospital), Horná Bieber, Ján, Štefan a Grüner. Žila Terézia dosahovala hrúbku 12 stôp (cca 4 m) a Špitaler údajne až 132 stôp (cca 400 m, čo je však alebo omyl, alebo iba nepravá hrúbka). Obidve tieto žily „ležia temer pri povrchu a sú veľmi bohaté – boli objavené najskôr." „Bohatstvo tretej a štvrtej žily (t. j. Hornej Bieber a Ján) leží v hĺbke 6000 stôp", teda až cca 2 km, ale to je opäť prehnaný údaj. Clarke spomína, že najväčšiu produkciu dosiahol odžilok žily Horná Bieber, kde sa za jeden týždeň roku 1763 vyťažilo 881 libier (400 kg) striebra.

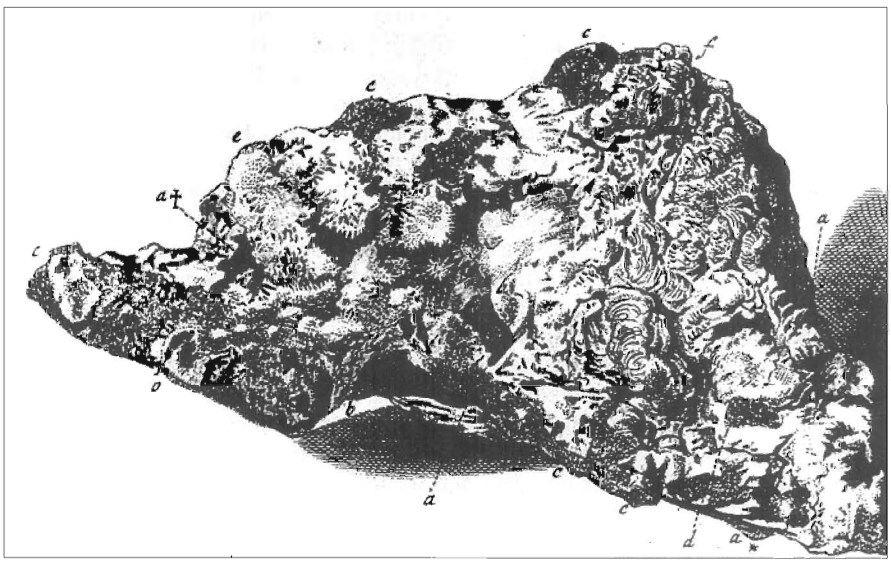
O perfektnom stave štiavnických baní svedčí aj Clarkovo konštatovanie po návšteve Pacherovej štôlne (Paquerstohln), ktorá má priestranné chodby a dobré vetranie, takže jej „interiér nás presvedčil o tom, že nijaké bane na svete sa nevyrovnajú uhorským." Oproti nim sú bane v Cornwalle a vo Walese v oveľa horšom stave, sú nepriestranné, plné odpadkov a nebezpečné.

Návšteva arcivojvodov

Práve v čase pobytu Edwarda Clarka v Banskej Štiavnici tam zavítal aj arcivojvoda Anton a Reiner, bratia cisára Františka I. (1792–1835). Celé mesto sa na vzácnu návštevu dôkladne pripravilo. Aj Clarkovi sa prostredníctvom baróna de Slagena a grófa Sporcka dostalo pocty predstaviť sa obidvom arcivojvodom a sfárať spolu s nimi do šachty Wind. „Vchod do bane bol ozdobený vencami na počesť obidvoch princov a delostrelecké salvy ohlásili moment ich zostupu do bane. Podlaha a steny tejto bane boli také čisté, že by nás mohla sprevádzať dáma oblečená v dvornej róbe tak ako v komnatách paláca." Vzácnych hostí obdarovali krásnymi vzorkami štiavnických minerálov. Večer sa na počesť arcivojvodov konal bál.

Návšteva v Kremnici

Clarke počas asi desaťdňového pobytu v Štiavnici zašiel na dva dni aj do Kremnice (Cremnitz), ktorá bola známa ťažbou zlata. Dve hodiny pobudol v bani a opäť sa vyjadril v superlatívoch o kvalite a rozsahu kremnického a celého uhorského baníctva. V zlatých baniach, patriacich štátu, pracovali „obrovské stroje, ktoré pumpovali vodu z bane a dopravovali baníkov hore a dolu." Najhlbšia baňa vtedy



Obr. 2. Rýdze striebro s markazitom a kremeňom z Banskej Štiavnice (Schmiedel, 1753, in Clarke, 1990).

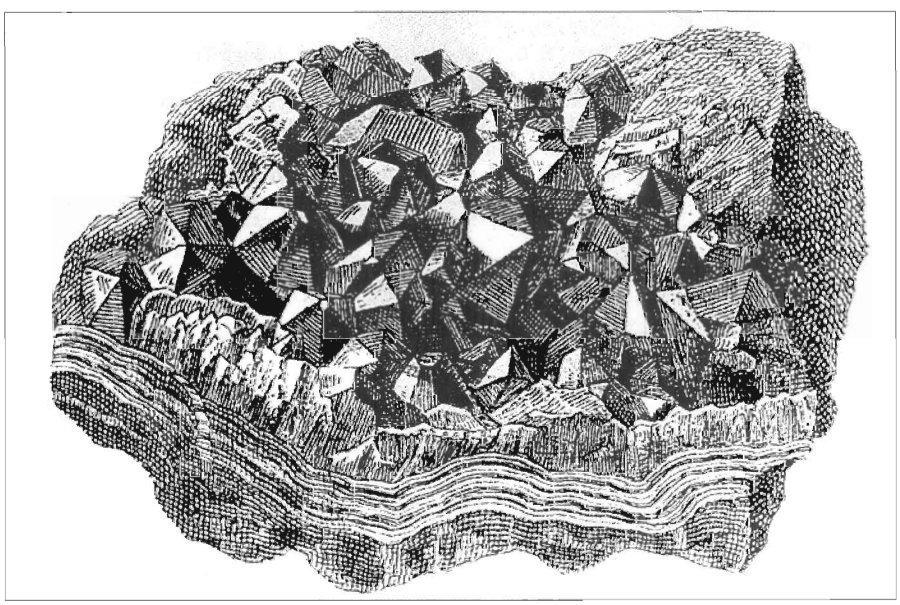
Fig. 2. Native silver with marcasite and quartz from Banská Štiavnica (Schmiedel, 1753, in Clarke, 1990).

dosahovala hĺbku asi 600 m a pracovalo v nej asi 1500 baníkov. Veľmi zaujímavé bolo aj chemické oddeľovanie striebra od zlata v kremnickom „veľkom laboratóriu", ktoré autor charakterizuje ako „jednu z najlepších chemických výrob na svete, ktorú môže cudzinec len zriedka uvidieť." Obidva drahé kovy sa po roztavení a ochladení studenou vodou oddeľovali vo veľkých sklenených nádobách (retortách) pomocou kyseliny dusičnej, ktorá rozpustila len striebro, ale zlato zostalo na dne nádob. Roztok obsahujúci už iba striebro sa potom opätovne prelial do inej nádoby, varom sa odparila kyselina a striebro zostalo v retorte.

Po návšteve Kremnice sa Edward Clarke opäť vrátil do Banskej Štiavnice a odtiaľ 24. mája 1802 odišiel cez Bratislavu do Viedne, kde ho ako významnú vedeckú osobnosť prijal cisár František I. Isto mu Clarke rozprával aj o svojich nevšedných zážitkoch zo stredoslovenských banských miest. Z Viedne pokračoval cez Nemecko a Francúzsko domov, do Anglicka. V Paríži ho prijal aj Napoleon Bonaparte a zúčastnil sa aj na prednáškach a stretnutiach s vtedajšími svetovými kapacitami v mineralógii – Haüyom a Wernerom.

Minerály, ktoré Clarke získal

Clarke okrem návštevy baní si z každej lokality zobral, resp. spomína vtedy typické minerály. Ich opis má význam najmä dnes, keď sú už vrchné partie drahokovových ložísk úplne vyťažené, neprístupné a vzorky minerálov z týchto častí veľmi vzácne, resp. neznáme a vôbec sa už nenachádzajú v súčasných mineralogických zbierkach. Z bane v Pukanci spomína Clarke bohatú rudu zloženú z kremeňa, prerasteného zlatonosným ílom a oxidom železa. Okrem toho získal rýdze zlato v kremeni, „čierne striebro" (argentit, resp. akantit?) so zlatonosným pyritom, sulfid striebra obsahujúci zlato, „čierne striebro" s primárnymi kryštálmi barytu a ďalšie bližšie neopísané minerály.



Obr. 3. Ametyst z Banskej Štiavnice (Kurr, 1859, in Clarke, 1990).

Fig. 3. Amethyst from Banská Štiavnica (Kurr, 1859; in Clarke, 1990).

„Najkrajšie minerály v Štiavnici sú ametysty obklopené vykryštalizovaným mangánovým špatom (zrejme rodochrozitom)" a „Najcennejšie minerály sú bohaté sulfidy striebra, Nemcami nazývané Glaz Erz (argenit, resp. akantit), ktoré sú také kujné, že sa z nich razili medaily..., a také taviteľné, že sa tavili už v plameni sviečky." Okrem týchto minerálov Clarke spomína aj rýdze striebro v bani šachty Štefan, „veľmi peknú kryštalizáciu rubínového striebra" (proustit alebo pyrargyrit), inde opisovanú aj ako „červené antimónové striebro vykryštalizované v kremeni, s galenitom a pyritom", kryštalické fosfáty a karbonáty olova (zrejme pyromorfit a ceruzit), kryštalický „červenofialový hydrosulfuret antimónu" (?), baryt, „kryštalický sulfuret arzénu" (realgár), „biele striebro Wernera, bohaté na zlato. Je to trojitý sulfuret olova, železa a antimónu obsahujúci striebro a zlato" (azda striebronosný a zlatonosný tetraedrit s galenitom alebo zmes sulfosolí) a „krásne, jemné kryštály sulfuretu zinku žltej topásovej farby" (sfalerit). Vzorka kryštalického sulfidu antimónu (antimonitu) s kusmi rýdzeho zlata medzi kryštálmi, ktorú ponúkli Clarkovi na predaj v Štiavnici, však zrejme pochádzala z Kremnice. Autor dokonca píše, že podľa profesora Möhlinga išlo o falzifikát s umelo nalepeným zlatom na inak pravom antimonite. Zlato sa v teplej vode odlepilo a bolo vidno lepidlo. Inak je dosť zarážajúce, že „vzorky rúd z Kremnice, hoci aj tie najbohatšie, neboli na pohľad vôbec pekné" a spomína len kremnické „kryštalické rýdze zlato."

Diskusia a záver

Anglický cestovateľ a profesor mineralógie Edward Daniel Clarke podal vo svojom denníku (Clake, 1816) veľmi cenný opis stavu baníctva, miest a minerálov zo starých historických banských revírov Pukanec, Banská Štiavnica a Kremnica roku 1802. Nás teší, že tento svetaskúsený a inteligentný človek jednoznačne veľmi pozitívne až obdivne hodnotí vtedajší stav ťažby a spracúvania rúd, technologickej úrovne, výučby mineralógie a metalurgie, banské mestá aj prírodu na území Slovenska, ba neraz dokonca hovorí o ich svetovom prvenstve. Treba si uvedomiť, že ide o charakteristiku od profesora Cambridgeskej univerzity a od človeka z Anglicka, vtedy priemyselne najvyspelejšej krajiny sveta. Jeho svedectvo tak opäť potvrdzuje veľký rozkvet stredoslovenských banských miest pred temer dvesto rokmi.

Je paradoxné, že toto veľmi pozitívne hodnotenie slovenskej krajiny, banských miest, školstva a technológie je takmer v príkrom rozpore so zážitkami vtedajších zahraničných návštevníkov v tejto oblasti. Napr. nórsky mineralóg, petrograf a montanista Jens Esmark, ktorý pobýval niekoľko mesiacov roku 1794 v Banskej Štiavnici, píše veľmi kriticky o Banskej akadémii, ktorá „nemá nijakú poriadnu mineralogickú zbierku ...len množstvo nabrúsených obliakov a iné, pravdepodobne bezvýznamné veci. Pre prach, ktorým boli zapadnuté, ich však nemohol rozoznať alebo určiť" (Herčko, 1981). Zväčša nelichotivo sa o Banskej Štiavnici a jej okolí vyjadril aj významný francúzsky mineralóg François S. Beudant (1787–1850), ktorý tam podnikol cestu roku 1818. Beudanta síce upútal veľký rozsah banských prác, ako aj úroveň banskej techniky v Štiavnici, ale dosť ostro kritizoval pomery v Banskej akadémii, kde podobne ako Esmark uvádza, že „... funkciu zbierok plní len hŕba zle vybratých vzoriek, nakopených bez ladu a skladu a pokrytých prachom", ako aj všeobecný úpadok baníctva oproti nedávnej minulosti. Príčinu vidí najmä v byrokratickom riadení baní. Negatívne sa vyjadruje aj o úrovni ubytovania v Sklených Tepliciach (Jancsy, 1981). Ukazuje sa teda známy fakt, že hodnotenia oblasti stredoslovenských banských miest z pohľadu cudzích cestovateľov boli vždy silne subjektívne a či sú pozitívne, alebo negatívne – treba ich vždy brať s rezervou. V prípade vari až nadmieru pozitívneho hodnotenia Edwarda D. Clarka zohral zrejme úlohu aj relatívne krátky čas pobytu v stredoslovenskej oblasti (12 dní), ako aj fakt, že sa Banská Štiavnica pripravovala na slávnostné uvítanie rakúskych arcivojvodov, a preto sa celé mesto skrášlilo. Napriek tomu je Clarkov podrobný cestovný denník novým cenným historickým zdrojom informácií o stave baníctva v regióne Pukanca, Banskej Štiavnice a Kremnice pred takmer dvesto rokmi.

Literatúra

Clarke, E. D., 1816: Travels in various countries of Europe, Asia and Africa. Part II, Section III. *Cadwell & Davies, Strand, London, 594–701.*

Clarke, E. D., 1990: A collecting trip through Transylvania & Hungary, 1802. *Mineral. Rec., 21, 83–95.*

Herčko, I., 1981: Z histórie mineralogických výskumov v banskoštiavnickom rudnom revíri do polovice 19. storočia. *In: Herčko, I. (Ed.): Z dejín geologických vied na Slovensku. Osveta Martin, 37–85.*

Jancsy, J., 1981: K 160. výročiu cesty francúzskeho mineralóga a pedagóga F. S. Beudanta po Slovensku. *In: Herčko, I. (Ed.): Z dejín geologických vied na Slovensku. Osveta Martin, 134–150.*

A scientific expedition of Edward Daniel Clarke, an English mineralogist, to the Middle Slovak gold and silver deposits in 1802

The paper describes the part of travel of Edward D. Clarke (1769–1822), through former Hungarian Kingdom, mainly Transylvania and Middle Slovakia. Clarke was an outstanding English scholar, Professor of Mineralogy at the University of Cambridge and also an experienced traveller. He visited some important gold and silver ore deposits and mine towns in Slovakia: Pukanec, Banská Štiavnica and Kremnica, during May 1802, and he described his experiences in detail (Clarke, 1816, 1990). During his trip, Clarke depicted the nature, historical medieval towns and expecially he admired high technical standard of galleries, ore mills as well as the Mining College (Academy) in Banská Štiavnica. He also collected and described typical minerals of the mines, now some of them very rare (gold, acanthite-argentite, pyrargyrite, amethyst, rhodochrosite, pyromorphite, cerussite, etc.). The Clarke's travelling memoires belong to important sources documented the great bloom of Slovak gold and silver mining 200 years ago.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 429–434

Dejinný náčrt slovenskej alchýmie

MILOŠ JESENSKÝ

Východoslovenské múzeum, Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Historical outline of Slovak alchemy

Alchemy was a pre-scientific discipline pursuing the change or transmutation of metals and preparation of a "universal remedy" called panaceum. It focused on 8 essential issues as follows: 1. Alcahest preparation. 2. Separation of so called spirit of the world. 3. Quintesence. 4. Aurum potabile. 5. Elixir of life. 6. Preparation of arcanes. 7. Palingenesis. 8. Homunculus.

The beginnings of alchemy on the teritory of Slovakia, as known up to this time, are illustrated by the reports from the 15th and 16th centuries, saying that alchemy was conducted in the Carthusian monasteries in the Spiš region.

Úvod

Alchýmia, ktorú konvenčné výklady stotožňujú iba s prvým stupňom vývoja chemickej vedy, sa v minulosti chápala ako tajná náuka o premene obyčajných kovov na zlato a ako taká naplnila históriu ľudstva mnohými dramatickými príbehmi márneho hľadania kľúča na premene obyčajných kovov na ušľachtilé. Dnes, keď je technologicky možná – aj keď nákladná – výroba „umelého zlata", sa alchýmia definuje najmä ako psychologická záležitosť, pokiaľ sa bude spagýria (t. j. výroba liečiv podľa alchymistických princípov) definovať ako samostatná veda. Okrem prípravy „kameňa mudrcov" (tinktúry potrebnej na premenu obyčajných kovov, najmä olovo na zlato) riešila fyzická alchýmia ešte týchto osem problémov:

1. **Alkahest** alebo univerzálne rozpúšťadlo.
2. **Separácia tzv. ducha sveta**, látky nasýtenej všetkými planetárnymi vplyvmi.
3. **Kvintisencia**, extrakcia účinných látok z rozmanitých materiálov a častí rastlinných a živočíšnych tiel a produktov.
4. **Aurum potabile** (tekuté zlato), liek, ktorý poskytuje imunitu proti všetkým chorobám.
5. **Elixír života**, omladzujúca látka a predlžujúca život.
6. **Príprava hermetických liekov**, tzv. arkán.
7. **Palingenéza**, rekonštrukcia živých organizmov z ich vlastného popola.
8. **Homunkulus**, t. j. vytváranie živej bytosti alebo živého človeka laboratórnou cestou.

Chronológia slovenskej alchýmie

V súvislosti s chronológiou európskej alchýmie možno na základe štúdia vývoja a rozboru niektorých jej periodizácií (Rabinovič, 1984; Vágner, 1995) prijať takéto všeobecné rozdelenie jej vývoja do troch etáp, ktoré možno využiť aj na periodizáciu slovenskej alchýmie:

1. 9.–12. stor.,
2. 13.–polovica 16. stor.,
3. polovica 16.– 17. stor. (1)

Prvou etapou je tzv. prípravné obdobie, predstavujúce vznik arabskej alchýmie, jej šírenie v súvislosti s arabskou expanziou, preklady, distribúciu arabskej literatúry a v neposlednom rade aj sprostredkovateľskú úlohu križiackych výprav vo formovaní európskej vedy a kultúry. Táto etapa nie je vo vývoji slovenskej alchýmie doteraz zdokumentovaná.

Druhá etapa tzv. klasickej alchýmie sa na Slovensku začína prvou správou o alchymistickej dielni v Bratislave (z roku 1310) a zahŕňa prácu učencov do nástupu Paracelsovej školy. Ide o prírodovedne orientovaný výskum zaoberajúci sa transmutáciou látok.

Tretia etapa zahŕňa pôsobenie Paracelsovej školy, ktorá postavila základy modernej farmácie (spagyrická alchýmia, iatrochémia). Jej vplyv pravdepodobne zosilnel v súvislosti s Paracelsovými návštevami na Slovensku, hoci aj v tomto období prevládali pokusy s transmutáciou.

Štvrtá etapa slovenskej alchýmie je istým spôsobom unikátna, lebo pokračuje aj v dobe zrodu flogistónovej,

oxidačnej a atomistickej teórie. Jej unikátnosť v rámci strednej Európy dobre ilustrujú záznamy, podľa ktorých cisár František Jozef štedro podporoval viedenských alchymistov ešte roku 1867. Táto etapa vyústila do hermetickej filozofie 18. a 19. stor. a do preferencie mystickej zložky alchýmie posledných slovenských adeptov alchýmie 18. a 19. stor.

Alchýmia na Slovensku v 15. a 16. storočí

Doteraz známe počiatky alchýmie na Slovensku dokumentujú písomné správy z 15. a 16. stor., podľa ktorých sa pestovala v kartuziánskych kláštoroch na Spiši. Začiatkom 16. stor. urobil člen konventu kartuziánskeho kláštora založeného roku 1299 na Skale útočišťa (Lapis refugii) pri Letanovciach písomný záznam o činnosti priora Jána zo Sedmohradska, ktorý sa alchýmiou intenzívne zaoberal. Motívom jeho experimentov s premenou obyčajných kovov na drahé bola predovšetkým bieda a ťažká hospodárska depresia kláštora po nájazdoch husitských vojsk najmä roku 1433 a 1453. Spišská kronika hodnotiaca činnosť priora Jána konštatuje, že išlo o veľmi drahé pokusy, pri ktorých „Celé imanie bratov mníchov premárnil, zlato popretavoval, striebro na dym premenil, kláštor zbedačil, a preto musel byť zbavený úradu". (2)

V 16. stor. robil alchymistické experimenty v Červenom Kláštore v Pieninách mních Martin Kasperborovič, ktorý po zrušení kláštora roku 1563 z obavy pred prenasledovaním utiekol do Olomouca, tam si odviezol aj laboratórne zariadenie a nádoby z dielne umiestnenej na úpätí starej veže. Svoje vedomosti a bohaté praktické skúsenosti odovzdal pred útekom Ondrejovi Smockému (Smoczki). (3)

Okrem kláštorných komunít sa alchýmiou zaoberali aj obyvatelia súvekých slovenských miest. Prvá zmienka o takomto laboratóriu je z Bratislavy z roku 1310. V Bratislave, vtedajšom spoločenskom a kultúrnom centre Horného Uhorska, bolo neskôr niekoľko alchymistických skupín a dielní. Jedna z dielní bola pod Michalskou bránou v miestnostiach historickej lekárne U červeného raka, kde sa dodnes zachovali niektoré jej súčasti, uchovávané v expozícii lekárenského múzea. Ďalšia dielňa bola na Michalskej ulici č. 17, v tzv. Segnerovej kúrii, na Dlhej ulici č. 15, na Zámockej ulici a v Podhradí.

Z východného Slovenska sa zachovali písomné doklady o alchymistoch v Kežmarku a Bardejove. V daňovej knihe (Steuerregister) kráľovského mesta Kežmarok z rokov 1434–1444 sa roku 1435 uvádza Bartholomes, nazývaný Acialus, bývajúci v siedmom mestskom obvode. O päť rokov neskôr je v zozname zapísaný už ako Bartholomes Alchimista (teda Alchymista). Naposledy sa uvádza v zozname daňovníkov za rok 1448 a potom sa jeho stopa definitívne stráca. (4)

Podľa archívnych záznamov z roku 1442 odmenila rada mesta Bardejov svojho občana Jána Apothecaria dvoma forintmi za to, že sa zaoberá tajným umením, teda alchýmiou. (5)

Alchymisti tých čias sa postupne sústreďovali na dvore Mateja Korvína (1443–1490), ktorý bol roku 1458 korunovaný za uhorského kráľa. Matej Korvín intenzívne korešpondoval s talianskym alchymistom Marsiliom Ficinom, ktorý mu venoval aj jednu zo svojich prác. Počas Korvínovej vlády pôsobil ako profesor na Academii Istropolitana Johannes Muller – Regiomontanus (1436–1476), ktorý sa ako polyhistor zaoberal aj alchymistickým bádaním.

Za doteraz najstarší rukopis dokumentujúci činnosť slovenských alchymistov sa pokladá *Vade mecum et ego tecum* z roku 1563. Jeho autorom je Ondrej Smocký („Andreas Smoczki Syraconiensis organista, polonus"), o ktorom je známe, že prišiel do Spišskej Novej Vsi okolo roku 1563 a pôsobil tam ako organista.

Predpokladá sa, že sa Smocký zaoberal alchýmiou ešte pred príchodom na východné Slovensko. Na Spiši cieľavedomo hľadal miesta s alchymistickou tradíciou, na J od Spišskej Novej Vsi objavil hematit a napísal o ňom, že zastavuje krvácanie. Zaujímal sa aj o bane v Smolníku.

Smockého rukopis vznikol po roku 1563. Svedčí o tom jeho záznam na fol. 86 r., kde píše o diele Gianbattistu de la Porta *Magia naturalis*, ktoré vyšlo roku 1567 v Antverpách. Smocký dielo kúpil v Krakove a potreboval ho pri svojich experimentoch.

Smockého Vademecum je – ako už to bolo v tých časoch zvykom – kompilátom zo starších autorov. Okrem Gianbattistu de la Porta spomína Avicennu, Alberta Magna (asi 1193–1280), Rogera Bacona (1214–1294), Raymunda Lulla (1232/1235–1315), Arnalda de Villanova (1235/1248–1313/1314), Tomáša Akvinského a Bernarda z Trévisanu (1406–1490). Pozoruhodnou časťou textu je starobylý recept, ktorý podľa Smockého používali mnísi v kláštore za vlády kráľa Mateja (1458–1490). Intenzívne hľadali spôsob výroby „kameň múdrosti" a dokonca tvrdili, že vedia vyrobiť lepšie zlato s vyšším zrnom, ako bolo uhorské.

V Sirmaiho (Szirmay) knižnici evanjelického kolégia v Prešove je ďalší významný rukopis *Alchidemia magistri Friderici ae de ferrea porta* z roku 1573 a sú v ňom aj dodatočné záznamy z rozličných rokov. Podľa titulného listu je autorom alchymista Joannes Sobieslavensis („Anno Domini 1573 Joannes Sobieslavensis scripsit"), ktorého bližšie biografické údaje nie sú známe. Aj keď rukopis poukazuje na českú autorskú provenienciu, niet pochybností o tom, že je slovenskou pamiatkou. Rukopis nie je pôvodnou prácou, ale prepisom alchymistických receptúr a kutacích záznamov zo 16. stor., na s. 70 je aj zmienka o práci pôvodného slovenského alchymistu Mikuláša Kremnického z roku 1545. (6)

V 16. stor. bolo slovenské územie predmetom záujmu viacerých cudzokrajných alchymistov, ktorí tu boli na študijných cestách, ale aj ponúkali prácu na šľachtických dvoroch. Správy o objavení smolníckej „cementovej vody" (Zemmentwasser), ktorej údajné zázračné schopnosti dávali do súvislosti s transmutáciou kovov, vzrušili celú učenú Európu. „Cementová voda" zo Smolníka obsahovala sulfát Cu, ktorý sa pri styku s Fe vylučoval a usadzoval ako Cu. O tejto vlastnosti smolníckej minerálnej vody písali viacerí autori, ako napr. Basileus Valentinus (15. stor.), Jacobus Tollius a Ondrej Smocký.

Roku 1537 bol hosťom bratislavskej mestskej rady nemecký spagyrický lekár a alchymista Theophrastus Bombastus Paracelsus von Hohenheim (1493–1541). O jeho návšteve svedčí aj záznam v mestskej účtovnej knihe, lebo ho hostili na útraty mesta. (7)

Podľa dobových prameňov slávneho lekára v predvečer sv. Michala privítali pred mestskou bránou delegáti mestskej rady a ubytovali ho v dome najváženejšieho mešťana Blasiusa Beheima na Radničnom námestí. Pocta azda ani tak nepatrila Paracelsovi lekárovi ako Paracelsovi alchymistovi, od ktorého po bohatstve bažiaci radní páni očakávali, že im vyrobí zlato alebo prezradí tajomstvo transmutácie.

Inú, menej známu cestu vykonal Paracelsus roku 1521 do stredoslovenských a východoslovenských banských miest. Vtedy sa o transmutačnej schopnosti smolníckej vody zmienil v krátkej rozprave *De Tinctura Physicorum*. Napísal: „ ... a sú v Uhorsku roľníci, ktorí premieňajú železo v tamojších vodách, ktoré sa spišskými studňami volajú..." (8)

Okolnosti Paracelsovho pobytu na strednom Slovensku ozrejmil vo svojom cestopise Angličan John Merin, keď napísal, že v „Banskej Bystrici určitý čas strávil aj slávny Paracelsus". Zastavil sa tam na svojej ceste do Sedmohradska. V meste si zriadil laboratórium a robil v ňom pokusy s kyselinou sírovou, Sb, Hg, Cu, Ag a Au. Býval u istého zlatníka. Podľa niektorých autorov správu o Paracelsovom laboratóriu v Banskej Bystrici priniesol v polovici 17. stor. aj francúzsky zemepisec P. Fournier. Od neho ju neskôr prevzal J. W. Tänzel do svojho latinského pojednania o uhorskej prírode. (9)

Mimoriadne pozoruhodná je informácia o pobyte dvoch slávnych anglických alchymistov, ktorými boli Dr. John Dee (1527–1607), dvorný astrológ cisára Rudolfa II., a Edward Kelley (1555–1595) v Kežmarku pri príležitosti ich cesty na dvor šľachtica Alberta Laského. Ponduša datuje ich príchod do Kežmarku do druhej polovice roku 1583, ale nevylučuje ani ďalší termín – 22.–25. apríl 1584. V každom prípade je návšteva Dr. Deeho a jeho spoločníka v Kežmarku na prelome rokov 1583/1584 významným medzníkom v dejinách slovenskej alchýmie. (10)

Niekedy v tom období sa začal alchýmii venovať bratislavský pán Štefan de Listy (Liszty), ktorý pochádzal z rodiny palatína Turza (Thurzo). Po štúdiu na talianskych a nemeckých univerzitách bol Štefan de Listy v tesnom kontakte s pražskými alchymistami a do Prahy aj veľmi často cestoval. Pri jednej z návštev sa zoznámil aj so slávnym dvorným alchymistom Rudolfa II. Edwardom Kelleym, od ktorého sa snažil veľa naučiť. Listy obýval v Bratislave dom na Laurinskej ulici číslo 15, kde mal aj laboratórium, ktoré mnohí poverčiví mešťania pokladali za „pekelnú kuchyňu". Neskôr dal uhorský palatín Listyho uväzniť na základe obvinenia z falšovania peňazí. Listy si odsedel niekoľko rokov vo väzení a starobu prežil v odľúčení u svojich príbuzných v kopčianskom kaštieli.

Na strednom Slovensku bola častým cieľom návštev domácich aj cudzokrajných alchymistov Kremnica a Banská Štiavnica, a to najmä ako miesto ťažby drahocenných kovov. Roku 1585 napríklad vyslal braniborský markgróf Johann Georg dvoch alchymistických adeptov Alexandra Blinkinga zo Strassburgu a Vincenta Reussa z Halle, aby preskúmali nerastné bohatstvo stredoslovenských baní. 25. novembra 1585 prišli aj do Banskej Štiavnice a tam sa podnapití dostali do sporu, pri ktorom Blinking Reussa zabil. Vraha zatkli a po súhlase braniborského panovníka Blinkinga popravili. Z analýzy historických súvislostí vyplýva, že na začiatku tejto tragickej študijnej cesty stál alchymista Leonard Thurneysser, pôsobiaci na dvore braniborského panovníka, ktorý tiež navštívil stredoslovenské banské mestá. (11)

Slovenská alchýmia v 17. a 18. storočí

17. stor. sa často považuje za obdobie vrcholu „klasickej" alchýmie, a preto je príznačné, že aj na Slovensku sa zo 17. a 18. stor. zachovalo oveľa viac rukopisov svedčiacich o jestvovaní domácich adeptov alchýmie.

Patril medzi nich predovšetkým ostrihomský arcibiskup gróf Juraj Lipaj (Lippay), ktorý sa narodil roku 1600 v Bratislave, študoval vo Viedni a v Štajerskom Hradci na základe dizertačnej práce *Theatrum philosophi* získal hodnosť doktora filozofie. Roku 1642 sa stal ostrihomským arcibiskupom so sídlom v Trnave a tam aj 30. januára 1666 zomrel. Je autorom pôvodného alchymistického diela *Mons magnesiae Ex Quo Obscurur sed Verum Subjectum Philosophorum effoditur et Expresse denominatur*, ktoré vzniklo po roku 1657 a venoval ho cisárovi Leopoldovi I. (1657–1705). Vo svojej práci bohato zúročil vlastné praktické skúsenosti a dlhoročné styky s J. J. Becherom (1625–1682), ako aj s alchymistami pôsobiacimi na cisárskom dvore vo Viedni, kde bol ako arcibiskup častým hosťom. (12)

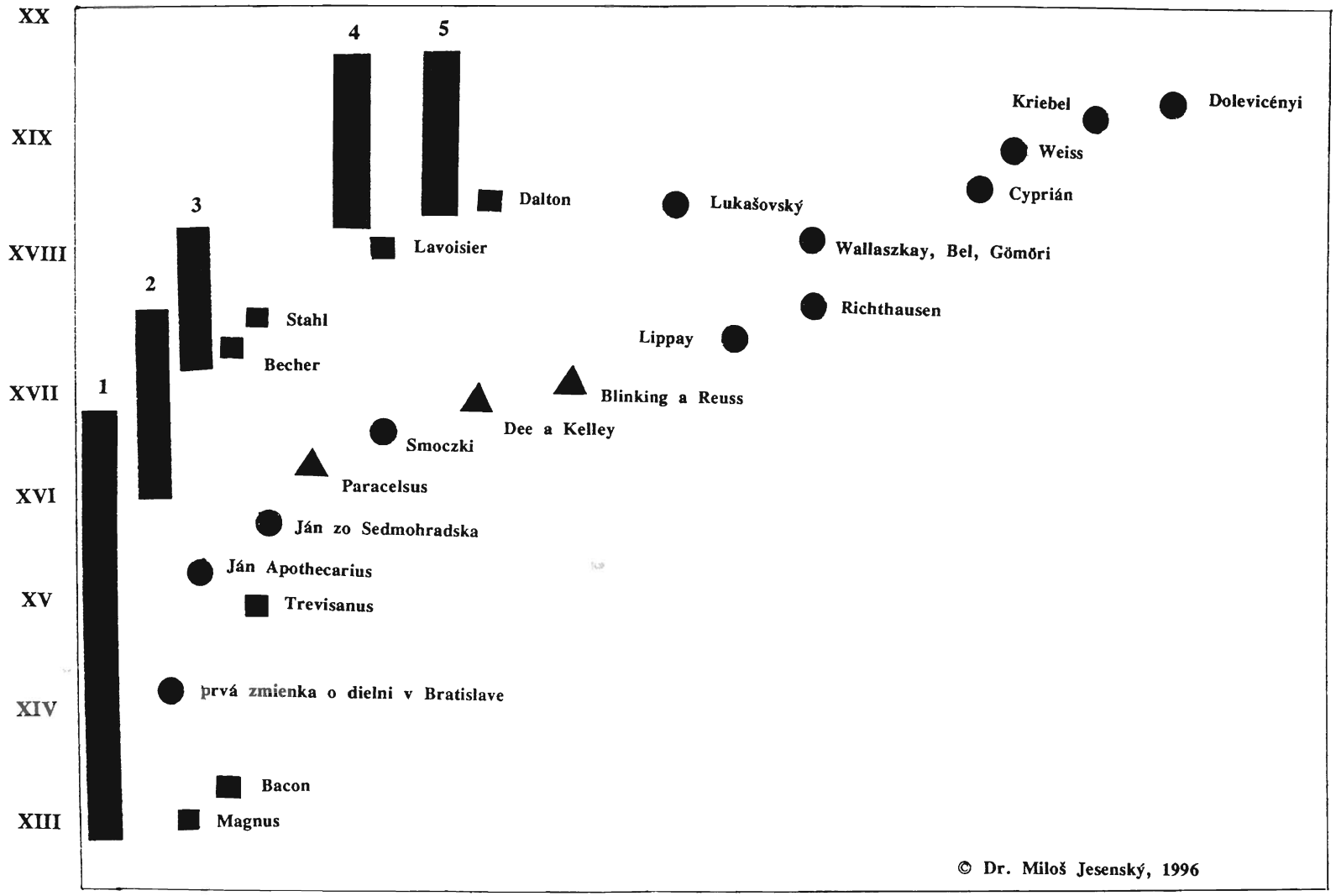
Ďalším popredným slovenským alchymistom bol Ján Čúzi – Čech, syn reformovaného biskupa, narodený v Lučenci okolo roku 1665. Čúzi precestoval prakticky celú Európu, predvádzal pritom rozličné kuriozity – okrem iných siamské dvojčatá narodené v roku 1701 v obci Szöny. Napísal niekoľko vedeckých prác a dva alchymistické traktáty.

Alchýmia sa pestovala aj v čase kuruckých vojen. Na dvore kniežaťa Gabriela Betléna (Bethlena) pôsobil lekár a alchymista Dr. Weickhardt Scultetus zvaný Caesar Paticarius. Aj sám Betlén sa o alchýmiu zaujímal a jeho majordómus gróf Štefan Čáki (Csáky) na jeho želanie dokonca pripravil rukopis – príručnú knihu Gabriela Betléna o prírodovede.

Alchýmiu pestoval aj vysoký dôstojník Františka Rákociho (Rákoczi) II. (1676–1735) gróf Mikuláš Berčéni (Bercsényi), ktorý mal vedľa svojej pracovne laboratórium a zásobu 484 rozličných druhov liečiv.

Roku 1615 navštívil stredné Slovensko už spomenutý anglický alchymista John Merin, ktorý pricestoval z Viedne do Bratislavy a potom aj do Banskej Bystrice. Prezrel si bystrické, bocianske a štiavnické bane. V Banskej Štiavnici bol čestným hosťom tamojšieho alchymistického nadšenca lekára J. D. Ruhlanda, sympatizanta Paracelsovej doktríny. Merin sa zdržal v Kremnici na Slo-

CHRONOLÓGIA EURÓPSKEJ A SLOVENSKEJ ALCHÝMIE



VYSVETLIVKY: 1 - klasická alchýmia 3 - flogistónová teória 5 - atomistická teória

2 - paracelsovská alchýmia 4 - oxidačná teória Slovensko ● Európa ■ návšteva alchymistu ▲

vensku od júla do decembra 1615 a v cestopise vydanom roku 1732 napísal, že tri roky pred ním bol na Slovensku jeho priateľ John Beguin.

V 80. rokoch 18. stor. vykonal na študijnú cestu na stredné Slovensko holandský učenec Jakub Tollius. Jeho poznatky, zhrnuté vo forme listov *Epistulae itinerariae*, ktoré vyšli štyri roky po jeho smrti roku 1700, boli výrazne ovplyvnené záujmom o alchýmiu. (13)

Od polovice 17. stor. vykonával funkciu komorného grófa v Banskej Štiavnici Ján Konrad Richthausen (zomrel roku 1663), ktorý sa zaslúžil o rozvoj stredoslovenského baníctva novou technológiou spracovania rudy. V alchymistických kruhoch bol známy tým, že 15. januára 1648 na Pražskom hrade v prítomnosti cisára Ferdinanda III. a grófa Russa podľa receptúry francúzskeho alchymistu La Busardiera údajne premenil tri libry ortuti na dve libry a jedenásť lótov zlata. Z tohto zlata dal cisár vyraziť pamätnú mincu v hodnote 300 dukátov a Richthausenovi roku 1653 udelil šľachtický titul „slobodného pána z Chaosu". (14)

V prvej polovici 17. stor. pôsobil na Spiši kežmarský rodák Christian Augustini ab Hortis (1598–1650), ktorý sa po návrate do Kežmarku roku 1662 stal mestským fyzikusom. Jeho záujem o alchýmiu dokumentuje aj rukopis jeho vlastných výskumov *Medicinae et Chemicae Observationes in Confuso*, ktorý je uložený v kežmarskom lýcealnom archíve. (15)

Vývoj alchýmie na Slovensku v 18. stor. pokračoval a sústredil sa prevažne do miest západného a východného Slovenska. Jedným z centier alchymistického diania bola Bratislava, kde pôsobili Matej Bel, Ján Tomka Sásky, Ján Valaský (Wallaszkay) a Dávid Gemerský (Gömöri). Matej Bel sa zaoberal alchýmiou už počas svojho pobytu v Banskej Bystrici a v Bratislave pracoval s lekárom Jánom Valaským (Wallaszkayom). V Belovom rukopise uloženom v rukopisnom oddelení Krajinskej Séčeniho (Széchenyi) knižnice v Budapešti (sig. Oct. Lat. 92) je opis experimentov, ktoré Valaský (Wallaszkay) urobil od januára roku 1746, pričom okrem postupov veľa miesta zaberajú úvahy inšpirované autoritami – J. F. Buddeusa, J. Philaletu, J. B. Grosschedela, Martina Ruhlanda a i. (16)

Valaského (Wallaszkayovým) a Belovým priateľom bol lekár Dávid Gemerský (Gömöri) (1708–1759), rožňavský rodák, ktorý sa prostredníctvom profesora Wedela zoznámil s alchýmiou ešte počas štúdia na univerzite v Jene. Lekársku prax začal vykonávať v Bratislave, tam si zariadil alchymistické laboratórium a v pokusoch neskôr pokračoval v Györi, kam sa presťahoval. Svoje skúsenosti zhrnul do viacerých spisov, napr. *Concordantia philosophorum*, *Repetitio et supplementum operis de chaote confuso distinguibili adnexum*, či *Chaos confusum occultae naturae distinguible problematicae definitem.*

Do tejto generácie slovenských alchymistov možno zaradiť aj trenčianskeho zemana Štefana Pavla Báčmediho (Bácsmegyi), ktorý študoval medicínu v Gdansku, Wittenbergu a v Jene. Po návrate na Slovensko pôsobil ako fyzikus – župný lekár Gemerskej župy. Od roku 1720 bol armádnym lekárom v Sedmohradsku a od roku 1728 viedol prax v Trnave. Tragicky zahynul roku 1735 pri jednom zo svojich alchymistických pokusov.

Z roku 1742 pochádza odpis praktika *Laborir-Buch*, ktorého autorom je ďalší slovenský alchymista František Lukašovský z Jura pri Bratislave. Na konci knihy uvádza, že ide o odpis rukopisu, ktorý bol objavený v jednom múre v Zuckermantli v Bratislave, kde bol 145 rokov skrytý. Spomedzi kolekcie laboratórnych postupov je zaujímavá úvodná liturgia alchymistu pred začatím transmutácie kovov. (17)

Na Spiši prejavovali záujem o alchymistické bádanie mnohí učenci, a najmä profesori a absolventi kežmarského lýcea: učiteľ a botanik David Praetorius, lekár Daniel Fischer (1695–1746), lekárnik Bartholomeus Bertram, lýcealny profesor Georg Buchholtz ml. (1680––1737), vratislavský rodák a mestský fyzikus Amand Wilhelm Smith (1760–1834), subrektor kežmarského lýcea Samuel Augustini ab Hortis ml. (1729–1792), Jozef Bencúr, Ján Adam Moesz, Ján Karlovský, prešovský a levočský rektor Eliáš Chrastina. Vášnivým zberateľom alchymistických kníh a rukopisov sa zase stal prísediaci Banského úradu v Levoči Pavol von Ketskés, podobne ako bol na strednom Slovensku Vavrinec Čaplovič (1778–1853), tajomník riaditeľa Oravského panstva Františka Zičiho (Zichyho) a fundátor Čaplovičovej knižnice v Dolnom Kubíne.

Kežmarský rodák a kazateľ vo Veľkom Slavkove pri Poprade Tomáš Mauksch (1749–1832), ktorý sa živo zaujímal o prírodovedné bádanie, sa vo svojom *Denníku* zmieňuje o stretnutí s ďalšími alchymistami – zemplínskym fyzikusom Jánom Weiszom a jeho spoločníkom abbém Arnoldom u Čákiovcov na Sans-Souc. Weisz, cirkevný ordinátor zo Spišského Podhradia, sa zaoberal predovšetkým spagyrickou medicínou a pokladá sa za autora zaujímavého alchymistického receptu, podľa ktorého sa dá liečiť epilepsia.

Medzi posledných adeptov „ars alchymisticae" patrili liptovský rodák Daniel Comides-Vranka (nar. roku 1732), zakladateľ banskoštiavnickej rozenkruciánskej lóže roku 1774, kežmarský rodák a kazateľ v Lomničke Ján Samuel Kriebel (1747–1811) a šľachtic zo Slovenskej Vsi Pavol Dolevicéni (Dolevicényi; 1743–1823), ktorý má medzi nimi obzvlášť významné miesto. Vyštudoval v kežmarskom evanjelickom lýceu a do alchýmie ho zasvätil jeho priateľ Samuel Kriebel. Postupne si vybudoval rozsiahlu knižnicu alchymistických prác a jej zveľaďovaniu venoval všetok svoj čas i prostriedky. Testamentom z 25. januára 1821 odkázal zbierku 287 kníh a rukopisov, ako aj viaceré hmotné predmety kežmarskému evanjelickému lýceu. (18)

Záver

Na základe krátkeho náčrtu dejín alchýmie na Slovensku konštatujeme, že jej začiatok možno s najväčšou pravdepodobnosťou doložiť až v období rozvoja klasickej alchýmie v európskom regióne, keď bolo ťažisko laboratórnej praxe v transmutačných pokusoch. Vzhľadom na to prinesie nasledujúce bádanie tejto etapy iba minimálne výsledky, lebo alchymisti pôsobiaci na Slovensku neprišli do priameho kontaktu s arabskou vedou a kultúrou, ako to bolo v niektorých krajinách západnej a južnej Európy.

Poznámky a odkazy

(1) Rabinovič, V. L., 1984: Alchimija kak fenomen srednevekoj kultury, *Moskva*; Vágner, P., 1995: Theatrum chemicum. *Kapitoly z dějin alchymie, Praha.*

(2) Hain, G.: Locse kronikája, *Levoča 1910–1913, s. 90–91*

(3) Fundárek, R., 1974: Historický vývoj alchýmie na Slovensku. *In.: Z dejín vied a techniky na Slovensku VII, Bratislava, s. 22.*

(4) ŠOKA Poprad, Daňová kniha slobodného kráľovského mesta Kežmarok z roku 1434–1444 *(MK, sigIB-13), pozri str. 116b, 173b a 174a.*

(5) Baradlai, J. & Bársony, E., 1928: A magyarországi geógyszerészet története, *Budapest 1930, s. 60,* Szathmáry, L.: Magyar alkemisták, *Budapest, s. 17.*

(6) Lazar, E.: Alchidemia 1573. Slovenská alchymistická pamiatka. *In: Z dejín vied a techniky na Slovensku V, Bratislava 1969, s. 475, preklad textu na s. 481–513.*

(7) ÚNV Bratislava, Kammerbuch 1437–1438, *s. 106.*

(8) Ponduša, I., 1984: Príspevok k dejinám alchýmie v Kežmarku, *Historica carpatica, 15, Košice 1984, s. 241.*

(9) Tibenský, J., 1979: Dejiny vedy a techniky na Slovensku, *Martin, s. 52.*

(10) Ponduša, I., c.d., *s. 240–245.*

(11) Baradlai, J. & Bársony, E., c.d., s. 91, pozri tiež Baradlai, J.–Breit, J.: Die Alchymisten zu Schemnitz. *Pharm. Post, 58 (1925) s. 9–10.*

(12) Fundárek, R., c.d., s. 34–36, Lippayho rukopis sa nachádza v rukopisnom oddelení Národnej knižnice vo Viedni *(Osterreichische Nationalbibliothek) pod sign. Codex MS MEDICS.N CCX.*

(13) Tibenský, J., c.d., *s. 77.*

(14) Pejml, K., 1933: Dějiny české alchymie, *Praha, s. 75.*

(15) Ponduša, I., c.d., s. 245, Lipták, J.: Alchimisten, Gottsucher und Schatzgräber in der Zips, *Kežmarok 1938, s. 33.*

(16) Fundárek, R., c.d., s.47, Belov rukopis je uložený v rukopisnom oddelení Széchenyiho knižnice *(Országos Széchenyi konyvtár(v Budapešti pod sign. Oct. lat. 92.*

(17) tamtiež, s. 50, *Lukašovského rukopis je v rukopisnom oddelení Krajinskej Széchenyiho knižnice v Budapešti pod sign. Quart. Germ. 239.*

(18) Ponduša, I., c.d. *s. 247–248.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 435–442

Najstaršie razené zlato na Slovensku (keltské a rímske mince)

EVA KOLNÍKOVÁ[1] a ELENA MINAROVIČOVÁ[2]

[1]Archeologický ústav SAV, Akademická 2, 949 21 Nitra
[2]Rovníková 16, 82102 Bratislava

(Doručené 9. 4. 1999)

Das erste geprägte Gold in der Slowakei (keltische und römische Münzen)

Die ältesten Münzen in der Slowakei stellen die Prägungen der Kelten und Römer dar. Die Kelten prägten hier im 3.–1. Jh. v. Chr., von Römern gelangten hierher Münzen im 1.–5. Jh. n. Chr. im Rahmen ihrer ökonomisch-politischen Interessen an den Gebieten, die damals von germanischen Stämmen besetzt waren. Größtenteils handelt es sich um Silber- und Kupfermünzen, durch eine gewisse Zahl sind auch Prägungen aus Gold vertreten. Die in der Slowakei gefundenen keltischen Goldmünzen sind teils ein Import aus Nachbargebieten, teils aber auch Erzeugnisse örtlicher keltischer Werkstätten. Sie deuten auf vielseitige Kontakte von Stämmen, aber vor allem auf ihre Fähigkeiten beim Gewinnen und Verarbeiten des Goldes. Die römischen Goldmünzen im germanischen Milieu stellten einen hohen Wert dar. Sie gelangten hierher als Geschenke, Subsidien, Beute bzw. durch Handel. Die Funde keltischer und römischer Goldmünzen aus der Slowakei repräsentieren eine bedeutsame historische Quelle, einen wichtigen Beweis des wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Niveaus der keltischen und germanischen Stämme.

Schlüsselwörter: Kelten, Römer, Germanen, Münzen, Gold, Typologie, Chronologie, spektrochemische Analyse.

Úvod

Bádanie o dejinách peňazí pripisuje najstaršie razené mince na území Slovenska Keltom (resp. iným súčasným kmeňom) a Rimanom. Kelti tu razili mince sami v 3.–1. stor. pred Kr.; Rimania sem – do germánskeho sídelného prostredia – svoje mince dodávali v rámci rozličnej politickej a hospodárskej činnosti v 1.–4., resp. aj v 5. stor. po Kr. Nálezy keltských a rímskych mincí na Slovensku sú výpoveďou o rozsahu a priebehu týchto vzťahov (Kolníková, 1984; Kolníková, 1986; Minarovičová, 1986). Prevládajú v nich mince zo striebra aj bronzu. Istú časť nálezového fondu tvoria aj zlaté mince a tie majú v interpretácii dejinného vývoja dnešného Slovenska v keltskom a rímsko-germánskom období osobitné miesto. Jednou z otázok je aj pôvod zlata, spôsob jeho získavania a využívania na razbu mincí.

Keltské mince

Keltské kmene na území Slovenska razili mince najmä zo striebra. Uprednostňovali ho asi preto, lebo si vysoko cenili strieborné tetradrachmy macedónskeho kráľa Filipa II. (359–336), ako aj predstaviteľa paionského kmeňového zväzu Audoleonta (305–286). Tieto tetradrachmy povýšili za vzor svojho mincovníctva, ako žold ich prijímali za vojenské služby spomenutým aj iným gréckym panovníkom počas pobytu na Balkáne, a to ešte pred trvalým osídlením strednej Európy. Uprednostňovanie razby mincí zo striebra malo zrejme aj iné dôvody, azda jednoduchší prístup k tejto surovine. Kelti razili mince takmer v každom významnejšom hospodársko-správnom centre, najmä v opevnených sídlach – hradiskách, ale jednotnú mincu nerazili. V každom centre sa razili iné, navzájom odlišné mince, s rozličnými obrazmi, nerovnakej výtvarnej kvality a rozdielnej technickej úrovne. Napriek prevahe razeného striebra sú v nálezoch zo Slovenska aj keltské mince zo zlata (Kolníková, 1975). Z typologického hľadiska ich možno rozdeliť do siedmich skupín (skupina VIII obsahuje rozmanité, presne nezaradené mince).

Prehľad nálezov

(typologická charakteristika, časové a geografické zaradenie, náleziská, hmotnosť, literatúra)

I. Typ Niké – dobré napodobeniny statéra macedónskeho kráľa Alexandra Veľkého (336–323), na averze s hlavou Pallas Atheny, na reverze s postavou bohyne víťazstva Niké (typ Paulsen, 3n). Pravdepodobný pôvod v dolnodunajskej keltskej oblasti, razba koncom 4. – na začiatku 3. stor. Kmeňovými presunmi a obchodom sa rozšírili do stredoeurópskych keltských sídlisk (Castelin, 1965, s. 9; Hartmann a Nau, 1976, s. 18; Kolníková, 1998c, s. 21).

Kurima, okr. Bardejov (8,75 g); Púchov–okolie (8,489 g).

Nálezy I, 9; Kamhalová 1998, 188.

II. Typ Niké – zhoršené napodobeniny statéra Alexandra Veľkého (typ Paulsen, 48–55). V niektorých keltských oblastiach, najmä na Morave, Kelti napodobňovali Alexandrove statéry (cca 1. pol. 3. stor. pred Kr.). Razili ich s nižšou hmotnosťou a so zhoršeným obrazom. V poslednom štádiu razby (v 2. pol. 3. stor.) úplne stratili pôvodnú podobu. V českej literatúre sa označujú ako typ Athena Alkis (Castelin, 1965, s. 11, č. 2; k tomu Kolníková, 1998c, s. 22).

Zbehy okr. Nitra (8,02 g); Vyšný Kubín, okr. Dolný Kubín (bez hm.), Tvrdošovce, okr. Nové Zámky (8,002 g); Malacky (8,105 g).

Nálezy I, 10, 11, 12; Kamhalová, 1996, s. 214–215.

III. Typ statérov **bez obrazu**, s nezrozumiteľnými hrbľmi, príp. s náznakom torquesu (typ Paulsen, 259 n.). Razba sa predpokladá na českom území od 2. pol. 3. stor. (Ziegaus, 1997, s. 215), resp. v 2. pol. 2. stor. pred Kr. (Kolníková, 1998c, s. 24).

Levice (8,110 g, 8,050 g, 8,046 g, 8,000 g, 7,951 g); Vyšný Kubín, okr. Dolný Kubín (7,894 g, 7,765 g), Dolný Kubín (bez hm.); Zlaté Moravce (7,98 g); Kežmarok (7,79 g).

Nálezy I, 11, 17, 29; Nálezy III, 17, 18; Ondrouch, 1937; Hartmann, 1985, tab. 2; Ziegaus, 1997, s. 215.

IV. Typ Athena Alkis (Alkidemos), na averze mince je hlava Pallas Atheny, na reverze postava bohyne Atheny Alkis (Alkidemos). Českí a moravskí Kelti ich razili v troch hmotnostných kategóriách (označujú sa ako 1/3, 1/8, 1/4 statéra) podľa vzoru strieborných drachiem hornotalianskych Bójov v 1. pol. 2. stor. pred Kr. (typ Paulsen, 59 n.; Castelin, 1965, s. 18 n.; Kolníková, 1998c, s. 22, 23; iný názor na vzor a datovanie razby Ziegaus, 1997, s. 216).

Stupava okr. Malacky (2,62 g); Bratislava–Devínska Nová Ves (2,75 g); Veľký Biel, okr. Senec (12–13 ex., 1,02 g); Trenčín (bez hm.); Podhradie–Úhrad (1,16 g); Bratislava–Devín (0,81 g).

Nálezy I, 13, 14, 15; Kamhalová a Kolníková, 1998; Plachá a Hlavicová, 1995, s. 108.

V. Mušľový typ – a) statéry na averze s hrbľom, s hviezdicovým symbolom a guľkou, na reverze s obrazom mušle (typ Paulsen, 678 n.), b) tretinové a c) osminové nominále s hrbľmi, cikcakmi, lúčmi (typ Paulsen, 702 n.). Razba v 1. pol. 1. stor. pred Kr. v „severopanónskej" keltskej sídelnej oblasti, najskôr v mincovni bratislavského oppida (na niektorých exemplároch je nápis BIATEC alebo BIAT tak ako na strieborných bratislavských tetradrachmách). Statéry mušľového typu pôvodne razili Bójovia na území Čiech a Moravy od 2. stor., po bójsko-germánskom konflikte sa časť usadila pri dunajskom ohybe, preniesla sem razbu mincí (Ondrouch, 1958, s. 41–43; Castelin, 1965, s. 15–16).

a) Bratislava, rôzne časti mesta (6,61 g, 6,53 g, 6,47 g, 6,44 g, 6,4325 g, 6,40 g); Trenčianske Bohuslavice okr. Nové Mesto nad Váhom (6,666 g, 6,648 g, 6,631 g).

b) Trenčianske Bohuslavice (2,245 g, 2,194 g).

c) Trenčianske Bohuslavice (0,867 g, 0,850 g, 0,842 g, 0,830 g, 0,819 g, 0,819 g, 0,818 g, 0,815 g, 0,801 g, 0,794 g, 0,791 g, 0,790 g, 0,786 g, 0,785 g, 0,770 g, 0,736 g, 0,568 g, so značkou T 0,844 g).

Nálezy I, 1, 60a-b; Nálezy III, 16, 20; Kolníková, 1998a, s. 12-13.

VI. Typ mušľových statérov s krúžkom. Koncom 1. pol. 1. stor. pred Kr. sa mušľové statéry napodobňovali aj v niektorých hradiskách ľudu púchovskej kultúry v severoslovenskej oblasti. Tieto mince sa od základného mušľového typu odlišujú obrazovými detailmi a hmotnosťou. Zastúpené sú v hromadnom náleze z hradiska v Dolnom Kubíne – Veľkom Bysterci.

Dolný Kubín – Veľký Bysterec (5,415 g, 5,37 g, 5,35 g, 5,31 g, 5,18 g).

Čaplovič, 1960, 201, tab. 2, s. 7–11.

VII. Typ zlatých lopatkovitých mincí s bizarnými vyobrazeniami. Výskyt sa koncentruje na hradisku púchovskej kultúry v Dolnom Kubíne – Veľkom Bysterci. V hromadnom náleze z tohto náleziska sú zastúpené šiestimi exemplármi spolu so statérmi VI. skupiny a so striebornými tetradrachmami typu Veľký Bysterec. Razba sa predpokladá koncom 1. pol. 1. stor. pred Kr. Najnovší hromadný nález cca 35 mincí tohto typu, pravdepodobne z toho istého náleziska, nie je zatiaľ zverejnený.

Dolný Kubín – Veľký Bysterec (6,09 g, 6,07 g, 5,92 g, 5,48 g, 5,40 g, 5,14 g).

Čaplovič, 1960, 201, tab. 2, s. 1–6.

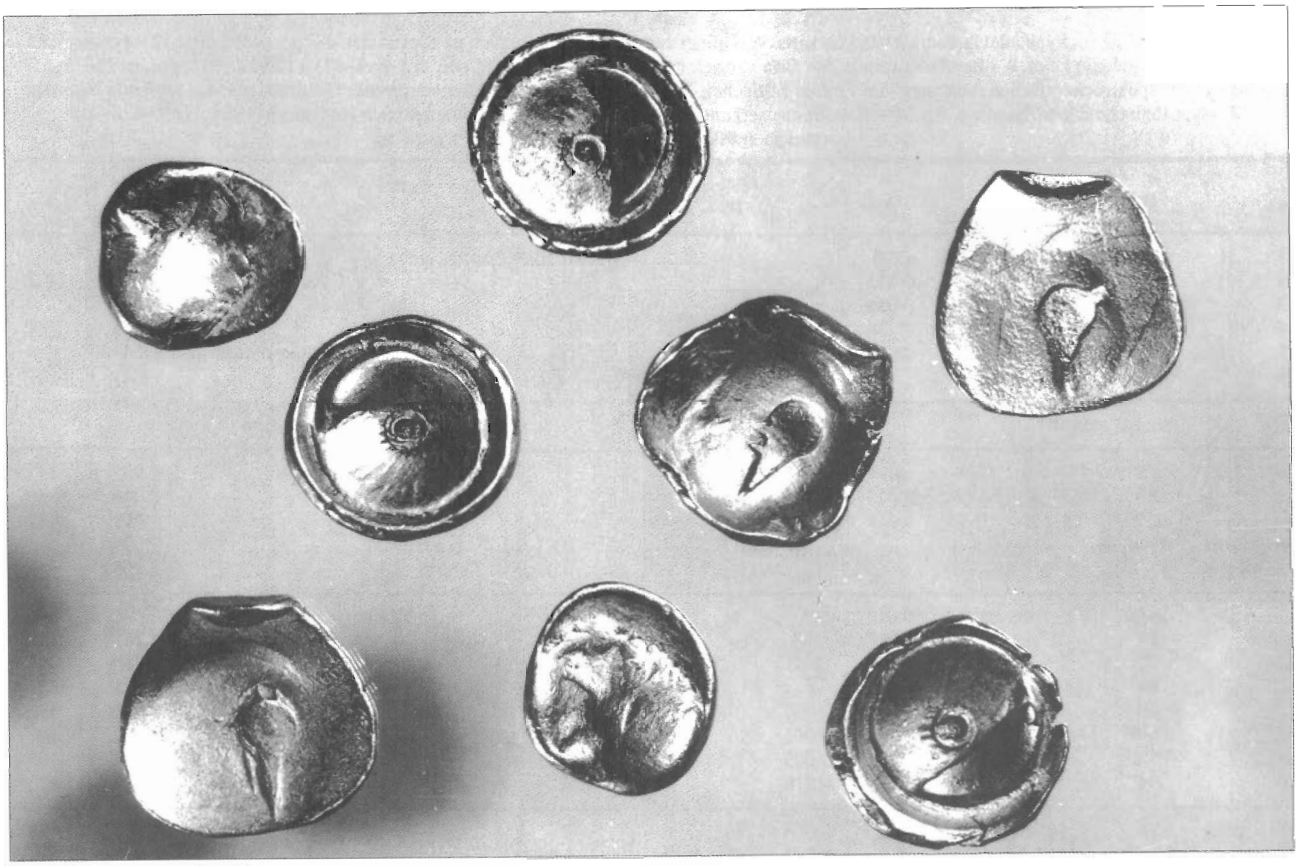
VIII. Iné zlaté mince, neurčené, nezaradené.

Spišská Nová Ves, neurč. typ (0,33 g, 0,31 g); Udiča–Prosné, okr. Považská Bystrica, drobná minca bez razby (0,13 g); Košeca–Nozdrovice, okr. Ilava, drobná minca s mušľovou výzdobou – ako Paulsen, 594 (0,271 g); Zemplín, okr. Trebišov – subaeratný mušľový? statér (4,133 g), nerazený kotúčik (2,632 g); Trenčianske Bohuslavice, okr. Nové Mesto nad Váhom – juhonemecká subaeratná dúhovka (2,807 g).

Nálezy I, 16, 19; Nálezy III, 19; Kolníková, 1998a, s. 30; Kolníková, 1998b, s. 214.

Hodnotenie nálezov

Na Slovensku sa doteraz registruje osem skupín zlatých keltských mincí. Navzájom sa odlišujú typologicky a chronologicky. Väčšina je cudzieho pôvodu a do keltského prostredia na tomto území sa dostala z iných oblastí, kmeňovými presunmi a obchodom. Balkánskeho pôvodu sú mince skupiny I z 1. pol. 3. stor. pred Kr., českého a moravského skupiny II, III, IV. Reprezentujú mincovníctvo kmeňa Bójov od pol. 3. do konca 2. stor. pred Kr. Na území Slovenska sa predpokladá razba zlatých mincí skupiny V–VII – v 1. pol. 1. stor. pred Kr. zo zla-



Obr. 1. Zlaté keltské mince (VII, VIII) z hromadného nálezu v Dolnom Kubíne – Veľkom Bysterci. Foto Archív AÚ SAV.
Abb. 1. Keltische Goldmünzen (VII, VIII) aus dem Hortfund von Dolný Kubín – Veľký Bysterec. Foto Archiv von AI SAW.

ta razili Kelti v bratislavskom oppide, a to statéry mušľového typu a drobné mince (tretiny a osminy statéra); koncom 1. pol. 1 stor. pred Kr. mušľové statéry a zlaté lopatkovité mince razilo aj niektoré severoslovenské hradisko púchovskej kultúry. Nie je vylúčené, že ide o Dolný Kubín – Veľký Bysterec, odkiaľ pochádza hromadný nález týchto mincí (obr. 1). Kelti usídlení na Slovensku teda zo zlata razili až v čase svojho najväčšieho hospodársko-politického rozmachu. Dovtedy sa zameriavali len na striebro a v rámci obchodovania alebo inej činnosti prijímali cudzie zlaté mince.

Metalografické analýzy

Pri hľadaní odpovede na otázky o pôvode a kvalite zlata použitého na razbu keltských mincí spolupracuje numizmatika s prírodovednými disciplínami. Opiera sa najmä o metalografické analýzy. Ich využívanie spočiatku ovplyvňovala obava z deštruktívneho zásahu do hmoty mincí pri odbere vzorky. V súčasnosti tento problém vyriešili progresívne spektrochemické metódy (prehľad Morteani a Martinek, 1997, s. 127–133), ale vznikla nová prekážka – nedostatok finančných prostriedkov na takéto projekty. Na základe spolupráce Archeologického ústavu SAV s rozličnými inštitúciami sa v minulosti vykonali spektrálne analýzy niektorých zlatých keltských mincí zo Slovenska (Plško, 1967, Ústav anorganickej chémie SAV; Págo, 1977, laboratórium Archeologického ústavu ČSAV Brno; obidvom autorom som za túto spoluprácu zaviazaná vďakou; nepublikované výsledky analýz sú v archíve AÚ SAV). V niektorých susedných krajinách sa však spektrochemické analýzy stali neodmysliteľnou súčasťou numizmatického výskumu (Hartmann a Nau, 1976; Hartmann, 1984; Hartmann, 1985; Voûte, 1985; pozri aj výsledky spoločného nemecko-českého projektu výskumu zlata v Bavorsku, Čechách a na Morave; Kolektív, 1997). Niektoré z nich sú využiteľné aspoň ako porovnateľné vzorky aj pre naše potreby (tab. 1).

Komentár k výsledkom analýz

Zo siedmich skupín zlatých keltských mincí zastúpených v nálezoch na Slovensku je k dispozícii šesť analyzovaných vzoriek Hartmanna (české keltské mince) a Plška (slovenské keltské mince; skupina II a VIII sa neanalyzovali). Z porovnania výsledkov vyplýva, že kvalita zlata týchto dvoch mincových kategórií sa výrazne odlišuje. České zlato je vysokokvalitné (do 99 %), s nízkym obsahom striebra (do 1 %) a medi (cca do 5 %) a so zastúpením platiny. Výskyt platiny v českom razenom zlate (resp. aj v iných zlatých predmetoch) podporuje názor o jeho cudzom, nie domácom pôvode. Platinu obsahujú

Tab. 1
Výsledky spektrochemických analýz vzoriek zlatých keltských mincí zastúpených v nálezoch na Slovensku. 1 – poradové číslo, 2 – typologická klasifikácia, 3 – zloženie kovu, 4 – hmotnosť mince, 5 – čísla vzoriek podľa Hartmanna (1985; por. č. 1–6; 8–21) a Plška (1967; por. č. 22–23, 35).
Ergebnisse der spektrochemischen Analysen von Proben keltischer, in den slowakischen Funden vertretener Goldmünzen. 1 – laufende Nummer, 2 – typologische Klassifizierung, 3 – Metallzusammensetzung, 4 – Gewicht, 5 – Probennummer nach Hartmann (1985; Nr. 1–6; 8–21) und nach Plško (1967; Nr. 22–23, 35).

		3													
1	2	Au	Ag	Cu	Pt	Sn	Pb	Mn	Fe	Si	Ni	Bi	Sb	4	5
1	I	ca 98	2	0.08	0.03									8.575	1
2		96–97	3	0.32	0.053							0.01		8.49	2
3		95	4	1.1	0.025									8.29	3
4		ca 97	2	0.52	0.04									8.449	4
5		97	2.5	0.64	0.027	0.005								8.43	5
6		98	1.8	0.2										8.41	1121
7	II	neanalyzované													
8	IIIa	ca 99	1,0–1,5	0.08	n.d.									7.951	5435
9		ca 99	0,5–1,0	0.47	0.023	0.003								8.046	5436
10		ca 99	0,5–1,0	0.3	0.019									8.11	5437
11	IIIb	90-95	3–7	0,5–1			0,2–0,7		0,05–0,1	0,5–1				7.894	
12		90-95	3–7	0,5–1			0,2–0,7		0,05–0,1	0,5–1				7.765	
13	IV	ca 99	0,5–1,0	0.36	0.019									2.740	5540
14		97	2	0.34	0.037									2.765	268
15		97	2.5	0.35	0.039									2.780	484
16		98	ca 1,5	0.22	0.035									2.755	269
17		98	2	0.19	0.022	0.007						x	x	2.700	485
18		97–98	ca 2	0.42	0.048	0.005								1.062	402
19		97–98	ca 2	0.32	0.011	0.003						0.01		0.988	403
20		94	5	1.3	0.038	0.018						x	x	0.986	486
21	V	76	19	6.2	n.d.	0.006	0.05				x	x	x	6.527	5434
22		80–92	5–10	0,7–2		0,7–2	1–5		0,05–0,1	0,5–1				6.47	14
23	VI	82–92	5–10	0,7–2			1–5		0,05–0,1	0,5–1				5.31	7
24		82–92	5–10	0,7–2			1–5		0,01–0,05	0,5–1				5.18	8
25		82–92	5–10	0,7–2			1–5		0,01–0,05	0,5–1				5.42	9
26		82–92	5–10	0,7–2			1–5		0,01–0,05	0,5–1				5.35	10
27		82–92	5–10	0,7–2			1–5		0,02–0,07	0,5–1				5.37	11
28	VII	82–92	5–10	1–5			0,7–2	0,007–0,03	0,05–0,1	0,5–1				5.92	1
29		82–92	5–10	1–5		0,5–1	1–5	0,007–0,03	0,05–0,1	0,5–1				5.4	2
30		82–92	5–10	1–5			1–5		0,05–0,1	0,5–1				5.14	3
31		82–92	5–10	1–5			1–5		0,05–0,1	0,5–1				5.48	4
32		82.92	5–10	1–5			1–5		0,05–0,1	0,5–1				6.07	5
33		82–92	5–10	0,7–2			1–5		0,05–0,1	0,5–1				6.09	6
34	VIII	neanalyzované													
35	IX-šperk	80–92	5–10	0,7–2		0,7–2	1–5		0,05–0,1	0,5–1					15

totiž macedónske statéry Alexandra Veľkého, razené z ukoristeného perzského zlata (na rozdiel od statérov Filipa II. Macedónskeho, razených z bezplatinového zlata, k tomu Hartmann a Nau, 1976, s. 18). Českí Kelti ich nielen napodobňovali, ale spočiatku aj rozlievali na vlastnú razbu mincí (Martínek, 1997, s. 249). Nevylučuje sa však ani to, že ovládali mediteránnu techniku šírenia prírodného zlata z vlastných ryžovísk na českom území, a tak dosahovali jeho vysokú kvalitu (Waldhauser, 1998, s. 23). Do keltského prostredia na Slovensku sa tieto mince dostali obchodom alebo kmeňovými presunmi (skupina I–IV).

Podľa výsledkov analýz Kelti usídlení na území Slovenska razili zo zlata nižšej kvality (V–VII). Vysoký obsah striebra (5–19 %) a medi (do 6,2 %), zvýšený podiel olova, chýbanie platiny ho výrazne odlišuje od zlata českých Keltov. Aj vzhľadom na časový rozdiel (razba zlatých keltských mincí na území Slovenska až v 1. pol. 1. stor.) nemôže ísť o zlato z rozlievaných macedónskych statérov. Keďže nateraz nie sú doklady o pravekom dolovaní (Kolektív, 1997, s. 14), aj tu ide o zlato ryžované (dunajské – Polák, 1969, s. 176, 177; zo zlatonosných náplav z východných svahov Považského Inovca – Polák, 1968,

s. 75, zo zlatonosných tokov severoslovenských riek alebo z hornonitrianskej oblasti – Koděra et al., 1989, s. 712, 844 atď., pozri k tomu Sladký, 1962, s. 150–152; Pieta, 1982, s. 170–171; Labuda, 1997, s. 99–100) a umelo upravované zlato. Nie je vylúčené, že sa pritom používal vindelický „recept" (Gebhard a Lehberger, 1997, s. 259). Podobný stav sa totiž konštatuje v razbe zlatých mincí Vindelikov na území dnešného Bavorska – 20 % striebra, 6 % medi (Martinek, 1997, s. 248). Aj tento fakt naznačuje prítomnosť cudzích majstrov na hradiskách v Bratislave (predpoklad o účasti galských minciarov na razbe strieborných bratislavských mincí – biatekov: Kolníková, 1998, s. 7) a v severoslovenskej oblasti (Veľký Bysterec? – zlaté lopatkovité mince z tohto náleziska sa označujú za vindelické – Nálezy I, 37). Rovnaké zloženie zlata ako mince skupiny VI–VII má aj šperk (tab. 1, IX) objavený spolu s nimi v nálezovom súbore z Dolného Kubína – Veľkého Bysterca (Čaplovič, 1960, tab. II, 12). Ide o výrobky z rovnakej, prosperujúcej dielne.

Načrtnutý problém pôvodu zlata na razbu keltských mincí na Slovensku pomôže riešiť budúca spolupráca numizmatiky s príslušnými prírodovednými odbormi.

Rímske mince

V odlišných hospodársko-politických pomeroch ako keltské mince sa na území Slovenska uplatnili mince Rímskej ríše. Germánske obyvateľstvo, ktoré od 1. stor. po Kr. osídlilo značnú časť slovenského územia, vlastné mince nerazilo. Na domácich trhoch i v obchode s Rimanmi uprednostňovalo naturálnu výmenu. Rímske mince uznávalo najmä pre drahý kov. Podľa správ antických autorov (Tacitus, Germania, V, s. 5) Germáni obľubovali kvalitné rímske strieborné denáre (bigatius a serratius) viac ako mince zo zlata. Do germánskeho prostredia sa dostávali nielen prostredníctvom obchodu, ale aj ako dary, úplatky, povinné platby Rimanov germánskym náčelníkom či ako žold vojakov. Ich prísun do naddunajského barbarika závisel od času a intenzity rímsko-germánskych kontaktov. Úloha zlatých mincí (aureus, solidus) v týchto vzťahoch vyplýva z doterajšieho stavu evidovaných nálezov.

Prehľad nálezov

(podľa storočí, panovníkov, nálezísk – v zátvorke počet exemplárov; literatúra)

I.–II. stor.:

Nero (54–68) – Kamenín, okr. Nové Zámky (1); Iža, okr. Komárno (2); Trenčín (2);
Tornaľa, okr. Revúca (1). Nálezy I, 166–169.

Vespasianus (69–79) – Stupava (1). Minarovičová, 1998,

Domitianus (98–117) – Komárno-Veľký Harčáš (1). Nálezy I, 175.

Traianus (98–117) – Nesvady, okr. Komárno (1). Nálezy IV, 54.

Marcus Aurelius (161–180) – Drženice, okr. Levice (údajne hromadný nález 236 zlatých a strieborných mincí). Nálezy III, 126.

III.–IV. stor.

Herennia Etruscilla (248–251) – Ostrovany, okr. Sabinov (1 germ. hrob). Nálezy I, 356.

Valerianus (255–258) – Obišovce, okr. Košice-okolie (1). Nálezy I, 371.

Constantinus I. (306–337) – Ostratice, okr. Partizánske (1). Nálezy I, 433.

Constantius II. (323–361) – jz. Slovensko (1). Nálezy I, 452.

Valens (364–378) – Iža, okr. Komárno (1). Nálezy I, 487.

Gratianus (375–383) – Neded, okr. Šaľa (1). Nálezy I, 489.

Valentinianus II. (375–392) – Komárno-Veľký Harčáš (1). Nálezy I, 495.

Theodosius I. (379–395) – Komárno-Veľký Harčáš (1); Obišovce, okr Košice-okolie (1?).
Nálezy I, 495, 562.

V. stor.

Arcadius (395–408) – Madunice, okr. Hlohovec (1); Bučany, okr. Trnava (1). Nálezy I. 559, 560.

Honorius (395–423) – Branč, okr. Nitra (2). Nálezy IV, 118.

Theodosius II. (408–450) – Dedinka, okr. Nové Zámky (1); Hostie, okr. Zlaté Moravce (1);
Pozdišovce, okr. Michalovce (1); Bratislava (1); Bratislava-Devín (1); Trnava (1); Veľký Kýr, okr. Nové Zámky (4). Nálezy I, 564–566, 583; Nálezy III, 127; Nálezy IV, 120, 121.

Valentinianus III. (425–455) – Ladice, okr. Zlaté Moravce; Moravský Svätý Ján, okr. Senica (1).
Nálezy I, 500; Nálezy IV, 123.

Leo I. (457–474) – Pohronský Ruskov, okr. Levice (1). Nálezy I, 582.

V pol. 5. stor. bol na území Slovenska, v Bíni, okr. Nové Zámky, v hlinenej nádobe ukrytý súbor 108 zlatých mincí – solidov (Arcadius 1, Honorius 9, Galla Placidia 1, Theodosius II. 40, Aelia Eudocia 1, Valentinianus III. 53, Honoria 1, barbarské napodobeniny 2) – 482 g zlata, t. j. 1,5 rímskej libry. Patrí medzi najvýznamnejšie súbory rímskych mincí na území Slovenska (Kolníková, 1968).

Komentár k nálezom

Z prehľadu nálezov vychodí, že z 1.–2. stor. sa zachovalo deväť, z 3.–4. stor. tiež deväť zlatých mincí, z 5. stor., z doby sťahovania národov je 16 jednotlivo objavených mincí a jeden súbor 108 solidov. Väčšina nálezísk zlatých mincí z 1.–2. stor. je na južnom Slovensku, v priestore rímsko-germánskej hranice, v areáloch či v blízkosti rímskych vojenských (Iža) alebo rímsko-germánskych vnútrozemských stavebných objektov (Stupava). Vyplýva z toho ich súvislosť s rímskym vojenským alebo s germánskym kniežacím prostredím. V ďalšom období sa výskyt zlatých mincí takmer v celom rozsahu viaže na 4. stor. a hraničné územie. V celkovo nepočetných nálezoch sa reflektuje názor antického autora, že pre Germánov „vlastnenie zlata a striebra nemalo nijaký



Obr. 2. Zlaté neskororímske mince z hromadného nálezu v Bíni. Foto Archív AÚ SAV.
Abb. 2. Spätrömische Goldmünzen aus dem Hortfund von Bíňa.Foto Archiv von AI SAW.

Tab. 2
Výsledky spektrochemickej analýzy hromadného nálezu neskororímskych solidov z Bíne (južné Slovensko)
Vzorka 1–108 (číslovanie podľa Kolníkovej, 1968) analyzoval Plško, 1967; č. 107–108 – napodobneniny solidov
Ergebnisse der spektrochemischen Analyse des Hortfundes spätrömischer Solidi aus Bíňa (Südslowakei)
Die Proben 1–108 (Numerierung nach Kolníková, 1968) analysierte Plško 1967;. Nr. 107–108 – Nachahmungen von Solidi

	do 1 %	1–5 %	5–10 %	nad 10 %
Ag	1, 2, 3, 5, 16, 24, 29, 38, 52, 61, 63, 66, 67, 69, 71, 72, 91, 106	4, 6–15, 17–23, 25–28, 30–37, 39–51, 53–60, 62, 64, 65, 68, 70, 73–90, 92–105	107, 108	
Cu	5, 51, 65, 74	1, 3, 6, 12, 13–15, 24, 29–31, 33, 38–43, 48, 52–54, 56, 59–63, 66, 67, 69–73, 75–83, 85, 87, 91–94, 97–106	2, 4, 7–11, 16–23, 25–28, 32, 34–37, 44–47, 49, 50, 55, 57, 58, 64, 68	107, 108
Fe	do 0,1 % 5	0,1–0,5 % 1–4, 6–106	0,5–1,0 % 107, 108	
Sn	0 1-99, 101–106	okolo 1 % 100, 107, 108		
Pt	0,1–0,5 1–108			

zvláštny význam" (Tacitus, Germania, V, s. 5). Treba však pritom brať do úvahy aj zistenie, že sa zlaté rímske mince v germánskych dielňach roztavovali na výrobu zlatých šperkov (Pauli, 1980, 41 n.). Overiť toto zistenie spektrálnou analýzou šperkov z germánskych hrobov na Slovensku (Kolník, 1980, s. 73) nemožno pre chýbanie analýz časovo rovnocenných zlatých rímskych mincí. Ale kvalita germánskych šperkárskych výrobkov zo zlata, ktoré sa našli na Slovensku (Kolník, 1984, s. 69–75, obr. 157–159), svedčí skôr o dovoze z vyspelejších germánskych oblastí, ako o tunajšej výrobe. Aj keď antický autor (Tacitus, Germania, V, s. 5) pripúšťa vlastné germánske zdroje zlata, na Slovensku sa nateraz o tom nijaký dôkaz nenašiel.

Väčší počet zlatých mincí z doby sťahovania národov súvisí s novými politickými pomermi v Podunajsku spôsobenými Attilovými Hunmi a ich konfliktmi s Rímskou ríšou. Za udržanie mieru im rímski panovníci pravidelne vyplácali vysoké sumy zlatých peňazí. Huni rímske zlato získavali aj úplatkami a rabovaním. Nálezy solidov sa sústreďujú v oblasti jz. Slovenska so zisteným hunsko-germánskym osídlením (Kolníková, 1968). Výrazným dokladom „hunského zlata" je hromadný nález solidov z Bíne (obr. 2). Pozoruhodný je aj tým, že sú v ňom zastúpené dve barbarské napodobeniny solidov Theodosia II. Na zistenie miesta razby týchto imitácií, príp. „slovenského" zdroja zlata na ich výrobu a posúdenie, či sa rímske mince v tomto období roztavovali na zhotovovanie zlatých šperkov, sa celý súbor z Bíne podrobil spektrochemickej analýze (Plško, 1967; pozri Kolníková, 1968; kvalitatívnu spektrálnu analýzu realizoval aj Jackuliak zo Strojárskych a metalurgických závodov v Dubnici nad Váhom, nepublikované výsledky pozri v archíve AÚ SAV; skúška rýdzosti v Štátnej skúšobni kovov v Bratislave na dvoch exemplároch: č. 103 – Valentinianus III. = = 995/1000, č. 108 – barbarská napodobenina = = 925/1000). Rozdielne zloženie zlata potvrdila aj spektrochemická analýza (tab. 2). Spektrálna analýza zlatých šperkov z doby sťahovania národov nájdených na Slovensku, ktoré by potvrdili alebo vyvrátili predpoklad o ich výrobe z roztavených solidov, sa doteraz – na rozdiel od iných oblastí ich výskytu (Protase, 1960) – nevykonala, a tak solidy z Bíne sú vlastne vzorkou pre budúci výskum.

Záver

Na Slovensku sa nateraz zaevidovalo 80 (+ cca 35 dosiaľ nezverejnených) zlatých keltských mincí z 23 nálezísk – torzo pôvodnej zásoby razeného zlata (časť je ešte v zemi, časť v súkromných, príp. aj verejných zbierkach bez údajov o proveniencii; hodnota zlata vedie k utajovaniu týchto historických objektov pred vedeckým výskumom). Známe nálezy mincí predstavujú cca 260 g zlata (v Čechách a na Morave sa počíta s 52,877 kg razeného keltského zlata zo 124 nálezísk; Waldhauser, 1991, s. 12). Iné zlaté predmety z keltského obdobia reprezentuje najmä ozdobný nákrčník (nález z Myjavy) s hmotnosťou 171,65 g (Zachar, 1987, obr. 30); v keltských hroboch sa našlo šesť zlatých prsteňov (Waldhauser, 1998, s. 32–33). Zlaté šperky zo staršieho keltského obdobia sú dovezené z iných oblastí. Keltské remeselnícke dielne na spracúvanie a razbu zlata na území Slovenska reprezentujú bratislavské a veľkobysterské zlaté mince z 1. pol. 1. stor. pred Kr. Zároveň dokladajú prvé pokusy ryžovania zlata Keltmi na tomto území.

Zlaté rímske mince z 27 nálezísk (142 exemplárov) sú cudzím prvkom v germánskom prostredí na území Slovenska. Pomáhajú pri osvetľovaní hospodárskych a politických rímsko-germánskych vzťahov, ale nie sú dokladom o prospekcii a spracúvaní miestneho zlata.

Prezentácia nálezov zlatých keltských a rímskych mincí, ich typologicko-chronologický rozbor a porovnanie výsledkov spektrochemických analýz, sú príspevkom numizmatiky do riešenia problémov najstaršieho výskytu, spracovania a využívania zlata na Slovensku.

Literatúra

Castelin, K., 1965: Die Goldprägung der Kelten in den böhmischen Ländern. *Graz.*

Čaplovič, P., 1960: Púchovské sídlisko Trniny nad Veľkým Bystercom. *Slovenská archeológia, 8, 183–216.*

Gebhard, R. & Lehrberger, G., 1997: Zusammenfassende Betrachtung der Formen und Legierungen der prähistorischen Goldobjekte. *In: Kolektív 1997, 251–254.*

Hartmann, A., 1984: Zur Materialzusammensetzung keltischer Goldmünzen – einige Ergebnisse und deren Deutung. *In: British Archaeological Reports. 200(i). Oxford, 88–97.*

Hartmann, A., 1985: Über Materialanalysen an Goldmünzen der keltischen Bojer. *In: Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums. 32. Mainz, 660–674.*

Hartmann, A. & Nau, E., 1976: Über die spektralanalytische Untersuchung einiger griechischer Philipp- und Alexander-Statere sowie deren keltischer Nachprägungen. *In: Festschrift zum 75-jährigen Bestehen des Würtembergischen Vereins für Münzkunde. Stuttgart, 7–34.*

Kamhalová, M., 1996: Nález keltského statéra v Malackách. *In: Slovenská numizmatika, Nitra, 14, 214–215.*

Kamhalová, M., 1998: Zlatá keltská minca typu Niké z oblasti Púchova. *In: Slovenská numizmatika, Nitra, 15, 188.*

Kamhalová, M. & Kolníková, E., 1998: Keltské mince z polohy Úhrad v Podhradí. *In: Slovenská numizmatika, Nitra, 15, 217–220.*

Koděra, M. et al., 1989–1991: Topografická mineralógia Slovenska. 1–3. *Bratislava.*

Kolektív, 1997: Das prähistorische Gold in Bayern, Böhmen und Mähren. Herkunft – Technologie – Funde. 1.–2. *Památky archeologické. Supplementum 7. Praha 1997.*

Kolník, T., 1980: Römerzeitliche Gräberfelder in der Slowakei. *Bratislava.*

Kolník, T., 1984: Rímske a germánske umenie na Slovensku. *Bratislava.*

Kolníková, E., 1968: Nález neskororímskych solidov v Bíni, okres Nové Zámky. K minciam z doby sťahovania národov na Slovensku. *In: Numismatický sborník, 10. Praha, 5–50.*

Kolníková, E., 1975: Zlaté keltské mince na Slovensku. *In: Numismatický sborník, 13. Praha, 57–65.*

Kolníková, E., 1984: Náčrt problematiky keltského mincovníctva na Slovensku. *In: Slovenská numizmatika, 8. Bratislava, 27–74.*

Kolníková, E., 1986: Kritický rozbor a klasifikácia nálezov rímskych mincí na Slovensku. *In: Slovenská numizmatika, 9. Bratislava, 59–97.*

Kolníková, E., 1998a: Výpoveď nálezov mincí o keltskom hradisku v Trenčianskych Bohuslaviciach. *In: Slovenská numizmatika, 15, Nitra, 11–44.*

Kolníková, E. 1998b: Keltské a rímske republikánske mince z Košece–Nozdrovíc. *In: Slovenská numizmatika, 15, Nitra, 213–217.*

Kolníková, E., 1998c: Keltské mince v peňažných dejinách Moravy. *In: Peníze v proměnách času. Ostrava, 21–33.*
Kolníková, E., 1998d: Bratislavské keltské mince vo svetle doterajších poznatkov. *Numizmatika, 16, 1–13.*
Labuda, J., 1997: Montánna archeológia na Slovensku (Príspevok k dejinám stredoveku). *Slovenská archeológia, 45, 83–156.*
Martinek, K. P., 1997: Materialzusammensetzung des latenezeitlichen Goldes in Bayern. *In: Kolektiv, 1997, 247–249.*
Minarovičová, E., 1986: Náčrt bádania o rímskych minciach na Slovensku. *In: Slovenská numizmatika, 9. Bratislava, 39–57.*
Minarovičová, E., 1998: Nálezy rímskych mincí pri archeologických výskumoch rímskej stanice v Stupave. *In: Slovenská numizmatika, 16. Nitra, 222–225.*
Morteani, G. & Martinek, K. P., 1997: Die chemische Analyse prähistorischer Goldobjekte. *In: Kolektív, 1997, 127–135.*
Nálezy I = Ondrouch, V., 1964: Nálezy keltských, antických a byzantských mincí na Slovensku. *Bratislava.*
Nálezy III = Hlinka, J., et al., 1978: Nálezy mincí na Slovensku III. *Bratislava.*
Nálezy IV = Nálezy mincí na Slovensku. IV (ed. Kolníková, E. & Hunka, J.). *Nitra 1994.*
Ondrouch, V., 1937: „Barbarské" mince z Levic. *In: Bratislava. 11. Bratislava, 16–22.*
Ondrouch, V., 1958: Keltské mince typu Biatec. *Bratislava.*
Págo, L., 1977: K chemické charakteristice některých keltských nálezů z území SR. *Nepubl. rukopis.*
Pauli, L., 1980: Römische Münzen und germanische Schlangenkopfarmringe. *In: Frühmittelalterliche Studien. Jahrbuch des Instituts für Frühmittelalterforschung der Universität Münster. Berlin-New York, 41–49.*
Paulsen, R., 1933: Die Münzprägung der Boier. 1–2. *Leipzig–Wien.*
Pieta, K., 1982: Die Púchov–Kultur. *Nitra.*
Plachá, V. & Hlavicová, J., 1995: Výsledky výskumu na národnej kultúrnej pamiatke Devín – slovanské hradisko. *In: AVANS v roku 1993. Nitra, 109–110.*
Plško, E.: 1967: Výsledky spektrochemickej a kvalitatívnej spektrálnej analýzy zlatých predmetov Archeologického ústavu SAV. *Nepubl. rukopis.*
Polák, S., 1968: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku. *In: Zborník Slovenského banského múze, Banská Štiavnica, 4, 69–81.*
Polák, S., 1969: Príspevok k dejinám ťažby zlata na Slovensku. 2. *In: Zborník Slovenského banského múzea. 5. Banská Štiavnica, 175–200.*
Protase, D., 1960: Ein Grab aus dem V. Jh. aus Cepari (Transilvanien). *In: Dacia. 4. Cluj, 570–571.*
Sladký, J., 1962: Baníctvo a rudy v okolí Ružomberka. *In: Vlastivedný sborník Považia, Žilina, 5, 139–154.*
Voûte, A., 1985: Die Feingehaltsbestimmung der Goldmünzen. *In: Castelin, K., Keltische Münzen. Katalog der Sammlung des Schweizerischen Landesmuseums. 2. Zürich, 55–68.*
Waldhauser, J., 1991: Das keltische Gold in „Boiohaemum". Einführung in die Problematik der Goldgewinnung, -verarbeitung und -benützung während der Stufen HZ C bis LTZ D1 in Böhmen. *Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte, 48, 13–37.*
Waldhauser, J., 1998: Die Goldfingerringe von Münsingen-Rain und ihre Vergleichsstücke aus Flachgräberfeldern im Gebiet zwischen dem schweizerischen Mittelland und dem Karpatenbecken. *In: Schriften des Bernischen Historischen Museums. 2. Bern, 1–37.*
Zachar, L., 1987: Keltské umenie na Slovensku.
Ziegaus, B., 1997: Datierung boischer Münzen durch eine Analyse von Schatzfunden. *In: Kolektív, 1997, 213–220.*

Das erste geprägte Gold in der Slowakei (keltische und römische Münzen)

Die keltischen und römischen Goldmünzen aus den slowakischen Funden bedeuten einen Beitrag zur Lösung der Probleme des Gewinnens, der Verarbeitung und Verwendung des Goldes in diesem Gebiet in den letzten drei Jahrhunderten v. Chr. und in den ersten fünf Jahrhunderten n. Chr. Beide Münzkategorien werden im Beitrag unabhängig bewertet. Den Ausgangspunkt bildet eine Übersicht der bisherigen Funde mit typologischer und chronologischer Bestimmung. An goldenen keltischen Münzen befinden sich hier zur Zeit 79 aus 22 Fundorten, was ca. 260 g Gold darstellt. Im älteren Zeitabschnitt (3.–2. Jh.) handelt es sich um Nachahmungen der Münztypen Niké und Athene Alkis aus böhmischem boischem Gebiet (Münzgruppen I–IV). Im jüngeren keltischen Zeitabschnitt, in der ersten Hälfte des 1. Jh. prägten aus Gold auch die Kelten in der Slowakei (V–VII; Münzgruppe VIII enthält verschiedene nicht eingestufte Münzen). Die spektrochemischen Analysen (Tab. 1) demonstrieren einen ausgeprägten Unterschied zwischen dem Gold aus dem böhmischen boischen Gebiet (hohe Qualität von Au, niedriger Gehalt von Ag, Cu, Vertretung von Pt – Voraussetzung der Goldgewinnung durch Umschmelzen makedonischer Originale) und aus dem Gebiet der Slowakei (niedrigere Qualität von Au, hoher Gehalt von Ag, Cu, Vertretung von Pb, Absenz von Pt – Voraussetzung der Verwendung von Gold aus örtlichen Goldwäschereien, künstlich zubereitet nach vindelikischem „Rezept". Die ähnliche Zusammensetzung der vindelikischen Münzen regt zur Annahme an, daß auf den spätkeltischen Burgwallanlagen in Bratislava und in Vyšný Kubín (?) – nordslowakische Region mit der Púchov-Kultur – bei der Prägung der Goldmünzen fremde Meister tätig waren.

Die Übersicht der römischen Goldmünzen aus den einzelnen Jahrhunderten (ca. 142 Ex. aus 27 Fundorten) belegt ihre ausgeprägtere Vertretung in der spätrömischen Kaiserzeit und in der Völkerwanderungszeit. In der Mitte des 5. Jh. n. Chr. wurde in Bíňa ein Hort von 108 Solidi versteckt (482 g Gold = anderthalb römische Libra), er repräsentiert ein tributum pacis der römischen Kaiser an Attilas Hunnen.

In diesem Hortfund befinden sich auch zwei barbarische Nachahmungen von Solidi. Zwecks Feststellung des Unterschiedes in der Zusammensetzung des Goldes von Nachahmungen und Originalmünzen, bzw. der Herkunft des Goldes der Nachahmungen, wurde die ganze Kollektion einer spektrochemischen Analyse unterzogen (Tab. 2).

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 443–446

Nálezy zlatých mincí na Slovensku a ich historický význam

JÁN HUNKA

Archeologický ústav SAV, Akademická 2, 948 21 Nitra

(Doručené 9. 4. 1999)

Historical importance of finds with gold coins from Slovakia

In paper there is presented and analysed 112 coin hoards of gold coins from 14th–20th centuries. These finds reflected political and economical changes on territorry of Slovakia, possessive conditions of inhabitants, which lived on this territorry in the Middle- and New-Ages.

Key words: gold coins, Slovakia, 14th–20th centuries

Je známe, že nálezy mincí dokážu dokumentovať históriu istého územia, lebo sú zdrojom dôležitých historických informácií. Poukazujú na pokrok i zoslabenie obchodu a trhových kontaktov, na hospodársky vývoj štátov, odrážajú politické a iné celospoločenské udalosti.

Z antiky a stredoveku sa o razbe a používaní mincí na Slovensku zachovalo veľmi málo písomných záznamov. Počet takýchto správ rastie až od 14. storočia a dobré výsledky poskytujú analýzy archiválií z 15.–18. stor. Stále platí, že najdôležitejším svedectvom o viacstoročnom využívaní mincí v obchode na území dnešného Slovenska sú ich nálezy. Pretože nálezmi zlatých antických mincí sa súhrnne zaoberá štúdia Kolníkovej a Minarovičovej, zameral som pozornosť na analýzu nálezov zlatých mincí z 14.–20. storočia.

Zdalo by sa, že pre rozličné nepriaznivé historické aj súčasné okolnosti, napr. vývoz uhorských mincí do okolitých štátov už od 14. stor., kupčenie s uhorskými drahými kovmi v rámci uhorsko-poľských kontaktov v 16.–18. stor., a najmä pre rozkrádanie nálezov ich objaviteľmi, je zo Slovenska známych iba málo nálezov so zlatými mincami, ale detailný súpis nálezov do roku 1994, aký prináša práca Hlinku, Kraskovskej a Nováka (1968, ďalej Nálezy II) a Hlinku, Kolníkovej, Kraskovskej a Nováka (1978, ďalej Nálezy III), alebo dielo Nálezy mincí na Slovensku IV (ďalej Nálezy IV) o takýchto nálezoch poskytuje desiatky dokladov. Zistilo sa 112 celkov, čo je dostatočná vzorka na tvorbu širších historických a numizmatických záverov. Keďže ide o príliš dlhý časový úsek, rozdelil som ho do menších celkov, a to na analýzu nálezov z rokov 1325–1387 (časť A), 1387–1526 (B), 1526–1892 (C) a ukrytých po roku 1892 (D).

A. Nálezy z rokov 1325–1387

Napriek tvrdeniu maďarských bádateľov (Réthy, 1899, s. 19, 20; Gedai, 1991, s. 20) sa počas prvých troch storočí existencie Uhorska zlaté mince nerazili. Európsky obchod vtedy ovládali iba dve zlaté meny – byzantský solidus a španielsko-maurské dináre. Až na prelome 12.–13. stor. dospel hospodársky vývoj v severotalianskych obchodných centrách do bodu, že si tieto mestá, ovládané lombardskými finančníkmi, začali vyrábať vlastné zlaté mince. V Brindisi sa od roku 1231 razili augustály cisára Fridricha II., neskôr real d'oro Karola z Anjou (1266–1285). Florencia začala 3,53 g florin d'or vyrábať roku 1252 a vtedy vzniklo aj janovské genovino. Od roku 1285 sa v Benátkach produkovali 3,5 g zecchiná s rýdzosťou 986/1000 (Sejbal, 1990, s. 38–39). Na tento vývoj nadviazali Čechy a Uhorsko. V Čechách sa v rokoch 1325–1353 vyrábali napodobeniny florinov (Sejbal, 1990, 40, 41; Petráň a Radoměrský, 1996, s. 98, 99) a po roku 1353 sa zmenili na dukáty (Petráň a Radoměrský, 1996, s. 68). Konsolidácia uhorských politických pomerov umožnila Karolovi Róbertovi z Anjou urobiť v rokoch 1323–1342 sériu banských, finančných a mincových reforiem (Horák, 1965, s. 21–23, 32–33; Hlinka, Kazimír a Kolníková, 1976, s. 118–119). Jedným z nových opatrení bola razba zlatých mincí. V rokoch 1325 až 1353 to boli imitácie florénov (Huszár, 1979, č. 440, 512) a od 1354 sa na zlaté mince začali dávať národné symboly (štátny znak, sv. Ladislav) a stali sa dukátmi. Mali metrologické parametre florénov, hmotnosť 3,55 g, váhu čistého kovu 3,52 g, akosť 23 karátov a 9 granov (989/1000; až v roku 1786 sa akosť uhorských, kremnických dukátov znížila na 23 karátov a 8 granov). Z budínskej marky sa ich vyrazilo 69. V rámci prepočtov platilo, že sa 100 denárov rovnalo jednej zlatej minci (Huszár, 1979, s. 12). Mincové značky prezrádzajú, že asi od roku 1325 ich razili v budínskej mincovni. Podľa zmluvy z roku 1335 na prenájom kremnickej komory uzavretej medzi nájomcom Leopoldom a kráľom je zrejmé, že sa razili aj v kremnickej mincovni zriadenej v roku 1328 (Horák, 1968, s. 28). Objem razby bol obrovský. Len roku 1343 vyviezla vdova po Karolovi Róbertovi do Neapola o. i. 17 000 hrivien, teda 5250 kg Au, asi 1,5 milióna uhorských florénov (Hlinka, Kazimír a Kolníková, 1976, s. 118–119).

Ako sa zlaté razby Anjouovcov prejavili v uhorskom, slovenskom obežive, sa vie málo, lebo ich nálezov na Slovensku je veľmi málo. Podľa Hlinku (1978, s. 46, tab. 3) sa do roku 1978 v nálezoch objavilo iba sedem florénov a štyri dukáty Ludovíta Veľkého (1342–1382) a jeden dukát Márie (1382–1387), a to v súboroch z Cífera-Páca, Hrnčiaroviec, Prešova, Bratislavy (Nálezy II, č. 102, 104, 108, 139). Po roku 1978 nepribudli nijaké nálezy s týmito mincami. V nálezoch sa zreteľne odráža kvantita vývozu Anjouovských florénov a dukátov do strednej Európy tak, ako ju potvrdzujú mnohé písomné pramene. Z Moravy a Rakúska ich uvádza Pošvář (1976, s. 69–76) a z Čiech Zaoral (1990, s. 119–120). Podľa Pošvářových výsledkov sa uhorské zlaté mince využívali

najmä medzi príslušníkmi najvyšších feudálnych tried – na dvore kráľa, v markgrófskom a cirkevnom prostredí. Vyjadrovali sa nimi odmeny za služby, cena nehnuteľností, medzinárodné záväzky a nadácie pre kostoly. Podľa Sejbala (1979, s. 55) sa tieto mince v 14. stor. stali takmer jedinou zlatou mincou na Morave. Pošvář (1976, s. 77–78) Sejbalovi oponuje, že moravský obchod zabezpečovali najmä strieborné pražské groše, no pripúšťa, že sa groše pre ustavične klesajúcu akosť aj tak prepočítavali na zlaté mince (tamže, s. 78, 80). Rozsah exportu uhorských florénov a dukátov odrážajú aj mimouhorské nálezy. České spracoval Zaoral (1990, s. 115, 118) a dospel k náhľadu, že „k nejpočetněji zastoupeným zlatým mincím v českých nálezech grošového období patří uherské dukáty..." Z troch nálezov uvádza sedem mincí z rokov 1342–1385 (tamže, s. 126, tab. 2). Podľa Krejčíka (1990, s. 135, 136) sú v moravských nálezoch mince Anjouovcov pomerne vzácne. Je to prekvapujúce, lebo sa v nich vyskytli aj florény Karola Róberta, ktoré naopak chýbajú v slovenských a českých nálezoch. Na príklade Moravy vidno, aký veľký rozdiel môže vyplynúť z jednostranného štúdia niektorých historických prameňov. Pošvář (1976, c. d.) našiel veľa záznamov o používaní uhorských dukátov a Krejčík (1990, c. d.) pomerne málo týchto mincí v moravských nálezoch. Je isté, že sa uhorské dukáty v obchode hojne využívali, ale do nálezov sa dostávali zriedkavo, lebo boli zdrojom drahého kovu na neplatobné účely. Podľa Krejčíka (1990, s. 136) rozvinutý peňažný obeh na Morave v 14. stor. nenútil majiteľov zlatých mincí na ich tezauráciu. Dva nálezy z ostatných rokov potvrdzujú, že sa značná časť uhorských mincí zo 14. stor. dostala do Poľska a Nemecka. V auguste 1996 sa pri archeologickom výskume židovskej štvrte v Regensburgu objavil depot 624 zlatých mincí zo 14. stor. Boli v ňom aj razby Karola Róberta (1 kus), Ľudovíta Veľkého (221) a Márie (316; Fiala, 1998, s. 282). Roku 1998 sa v Środe Śląskej našiel poklad zlata – kráľovská koruna, šperky, zlaté florény Karola Róberta (12) a Ľudovíta Veľkého (10) a popri nich aj pražské groše (Klejnoty ..., 1996, s. 136).

Ako som už uviedol, florény Karola Róberta v slovenských nálezoch doteraz neboli, čo značí, že napriek značnej produkcii budínskej a kremnickej mincovne išli väčšinou na export. Boli teda významnou súčasťou medzinárodných platieb a iba v malej miere pokrývali potreby domáceho obchodu. Slovenské nálezy z 2. pol. 14. stor. naznačujú výraznú zmenu v chápaní úlohy uhorských dukátov. Tieto dukáty, razené v rokoch 1342–1387, stratili v strednej Európe dominantnú pozíciu. V Čechách ich sčasti nahradili české florény a dukáty z rokov 1325–1419. Podľa Zaorala (1990, s. 128, tab. 3) tvoria uhorské dukáty v českých nálezoch z rokov 1350–1399 už iba 21 %, kým ostatné zlaté mince 79 %. V Salzburgu sa v tom čase objavili zlaté razby Pilgrima II. (1365–1396; Koch, 1994, č. A 50, A 51), v Rakúsku Albrechta II., Rudolfa IV. a Albrechta III., z rokov 1330–1395 (tamže, č. E 1 až E 4). Grófi z Görzu zaviedli výrobu napodobenín florénov za Meinharda VII. (1338–1385; tamže, č. K 22-K 24) a Henricha III. (1338–1364; tamže, č. K 22 a K 27). Hoci uhorské dukáty patrili medzi najkvalitnejšie mince tých čias, mali tvrdú konkurenciu. Vyvážali sa za hranice naďalej, ale stúpol aj ich podiel v uhorskom, a teda aj slovenskom obežive. Vyskytujú sa najmä v hotovostiach s neuhorskými mincami, napr. v depote z Milanoviec, kde boli tri zlaté mince, jeden pražský groš Václava II. a vyše 1400 rakúskych, pasovských a bavorských fenigov a denárov (Nálezy II, č. 82). Podobné zloženie mal nález z Cífera-Páca (tamže, č. 102). Zaujímavý je nález z Hrnčiaroviec pri Trnave, ktorý sa našiel roku 1910 v drevenej skrinke. Obsahoval asi 35 zlatých mincí (zachovalo sa ich 11). Z nich bolo šesť uhorských a ďalších päť bolo benátskych zecchínov z rokov 1343–1382 (tamže, č. 104; Polakovič, 1972, s. 232–233). Zdá sa, že talianske mince boli v slovenskom prostredí časté, lebo predstavovali jednu z vtedajších „tvrdých valút". V Čečejovciach sa našiel jeden florentský peniaz (Nálezy IV, č. 265), v Seredi zecchino Lorenza Celziho (1361–1385), v Nemešanoch zecchino Andrea Contariniho (1368–1382; Nálezy II, č. 109, 151). Hoci Polakovič (1972, s. 233) predpokladá, že hrnčiarovský nález musel byť ukrytý až v 1. tretine 15. stor., myslím, že to mohlo byť aj koncom 14. stor. Svedčí o tom rastúci počet talianskych mincí v nálezoch z nášho územia. Ďalším mimoriadnym nálezom je depot 132 dukátov z Bratislavy (Nálezy II, č. 139) obsahujúci nielen uhorské mince Ľudovíta až Žigmunda, ale aj anglických kráľov Eduarda III. až Henricha IV., burgundského kniežaťa Filipa a benátske zecchino. Je otázka, či išlo o majetok mimoriadne bohatého veľkoobchodníka alebo o hotovosť prichystanú ako žold pre niektorú zo Žigmundových armád.

B. Nálezy z rokov 1387–1526

Nástupom Žigmunda Luxemburského na ríšsko-nemecký, neskôr uhorský a český trón sa výrazne zmenila stredoeurópska politická situácia, čo sa odrazilo i v nálezoch zlatých mincí. Žigmundove dukáty patria v našich nálezoch medzi najpočetnejšie. V slovenských nálezoch ich do roku 1978 bolo 430 (Hlinka, 1978, s. 46, tab. 3), ďalšie tri sa našli pri výskume v Pavľanoch (Nálezy IV, č. 305). O ich obľube svedčí výskyt súvekých falzifikátov (Mojmírovce, Nálezy III, č. 172). V nálezoch z Čiech tvoria 75–77 % (Zaoral, 1990, s. 128, tab. 3) a na Morave sa ich našlo 200–250 (Krejčík, 1990, s. 136; evidujú sa desiatky záznamov o ich používaní; Pošvář, 1976, c. d.). Žigmundove dukáty museli byť dôležitou súčasťou obeživa na Slovensku, lebo popri hromadných nálezoch sa našlo aj viac jednotlivých mincí – z Nitry-Pároviec, Hankovej, Handlovej, Šenkvíc (Nálezy II, č. 123, 132, 146, 153), Vojky (Nálezy III, č. 184). Depoty s dukátmi Žigmunda a jeho nástupcov Albrechta až Ladislava V. potvrdzujú významné zhoršenie politických pomerov počas husitskej revolúcie (1419–1434) a hnutia bratríkov (do roku 1467). Neisté pomery vyvolali krízu striebornej meny, lebo sa na jeden dukát počítalo až 300 denárov (Huszár, 1979, s. 13), resp. 400 až 6000 kvartingov (štvrťdenárov, roky 1430–1435; Kujovský a Hunka, 1990, s. 166). Neistota sa odrazila i v rastúcom počte ukrytých finančných hotovostí (vedno 10, Nálezy II, č. 111, 116, 119, 120, 125, 127, 158; Nálezy III, č. 172, 175; Nálezy IV, č. 305), datovaných väčšinou do záveru 30. rokov 15. stor. Priemernou hotovosťou bol asi nález z Rajca, skladajúci sa zo siedmich dukátov Žigmunda a Albrechta, alebo súbor jednej striebornej mince a šiestich dukátov Žigmunda a Ladislava V. z Pavlian. Pavliansky súbor sa našiel v zemepánskom sídle a naznačuje veľkosť typickej hotovosti strednej šľachty. V obchode sa často používali zmiešané hotovosti obsahujúce stovky inflačných mincí a zopár dukátov (Mojmírovce, Trnava). Za hotovosti významných miest a medzinárodných obchodníkov pokladám depoty z Košíc (175 Žigmundových dukátov), Topoľčian (pôvodne asi obsahoval 211 pražských grošov Václava II., 219 dukátov Žigmunda, jeden vydaný Pápežským štátom).

Z obdobia po ustálení hospodárskych a politických pomerov (v rokoch 1467–1468) až do roku 1526 je známych len veľmi málo slovenských nálezov zlatých mincí. Napriek menovým reformám Mateja Korvína, ktoré sa odrazili v zvýšení akosti denárov, v obežive naďalej boli inflačné

mince. Dukáty využívala iba stredná a vysoká šľachta, ako aj hospodársky silnejší obchodníci. Do roku 1978 sa v našich nálezoch zistilo len 38 dukátov Mateja Korvína, 18 Vladislava II. a tri Ľudovíta II. (Hlinka, 1978, s. 46, tab. 3; Nálezy II, č. 166, 170; Nálezy III, č. 182) a tento počet sa doteraz nezmenil. Dukáty z rokov 1458–1526 sa väčšinou nachádzajú iba jednotlivo. Príkladom typickej hotovosti zo záveru stredoveku je depot z Veľkého Záluzia – 310 strieborných a 16 zlatých mincí Mateja Korvína až Ľudovíta II. V českých nálezoch je podobná situácia. Nálezy z rokov 1469–1474 obsahovali až 72 % uhorských dukátov, no z rokov 1475–1516 už iba 10 % (zvyšok tvorili rýnske zlaté; Zaoral, 1990, s. 128, tab. 3).

C. Nálezy z rokov 1526–1892

Pre známu politickú situáciu po prehratej bitke pri Moháči sa územie Slovenska až do začiatku 18. stor. stalo významným politickogeografickým a hospodárskym centrom Uhorska. Sústredili sa tu najdôležitejšie správne a finančné orgány, územím prechádzali rôznorodé armády bojujúce s Turkami a s protihabsburskými povstalcami. Výrazne sa upevnili obchodné kontakty so zahraničím – českými, rakúskymi, poľskými oblasťami, Nemeckom a na prelome 17. a 18. stor. s Francúzskom. Táto situácia sa odrazila aj v skladbe slovenských nálezov. Hoci viac ako 55 % z ich obsahu tvoria uhorské mince (dominujú kremnické razby), veľký podiel majú poľské (25 %), rakúske (4 %), české, moravské, sliezske (spolu 4 %), nemecké platidlá (1 %, Hunka, 1992; tam aj prehľad nálezov). Veľa nálezov obsahovalo aj rozličné zlaté mince. Hlinka (1978, s. 46, 47, tab. 3) zistil vyše 1100 uhorských dukátov Ferdinanda I. až Františka II., Kraskovská (1972, s. 183) 21 holandských dukátov zo 17. stor. Mimoriadne sú cenné dukátové nálezy z Veľkého Folkmára (65 mincí, ukryli ich po roku 1539; Zozuláková, 1994) a Košíc (2920 mincí, deponovali ich v rokoch 1680–1682, Nohejlová-Prátová, 1948; Zozuláková, 1992). Depoty ukryté od roku 1526 cca do 1620 obsahujúce aj zlaté razby majú jednotné zloženie. V malej miere sú v nich zastúpené strieborné mince vysokej hodnoty – toliare a poltoliare donesené z Čiech, Rakúska a Nemecka. Ich jadro tvoria stá až tisíce drobných uhorských a iných stredoeurópskych mincí. Depot z Ružomberku sa skladá z 300 uhorských denárov Ferdinanda I a jeho súčasťou je aj dukát Jána Zápoľského (Nálezy II, č. 179). Súbor z Gemera tvorilo vyše 5000 denárov a obolov, ako aj 11 uhorských dukátov Ladislava V. až Ľudovíta II. (tamže, č. 187). V Muránskej Zdychave sa našiel súbor 128 drobných strieborných uhorských, českých, poľských, pruských, litovských mincí, rakúsky toliar a päť uhorských dukátov z konca 15. a 1. polovice 16. stor. (tamže, č. 189).

Počas tridsaťročnej vojny (1618–1648) sa skladba slovenských nálezov výrazne zmenila. Typické nálezy obsahujú pestrú škálu strieborných a zlatých mincí vysokých nominálov a dopĺňajú ich platidlá stredných hodnôt. V náleze z Ostrova bolo zo 127 mincí 11 dukátov (z toho šesť holandských), 22 toliarov a tri poltoliare (holandských sedem) a zvyšok tvorili drobnejšie strieborné mince (tamže, č. 304). V náleze z Michalka sa zistilo sedem holandských mincí (štyri dukáty, tri toliare), zvyšných 114 mincí tvorili platidlá nízkej a strednej hodnoty (Nálezy IV, č. 445). O pestrej skladbe vtedajšieho obeživa poskytujú údaje aj ojedinelé historické záznamy o nálezoch pokladov. V Modre sa roku 1631 v spráchnivenej vŕbe opustenej jezuitskej záhrady našiel súbor najmenej 19 mincí. Boli v ňom tri dukáty, 16 toliarov a neznámy počet tureckých aspier (tamže, č. 706).

Od pol. 17. stor. sa v rámci mincových nálezov obnovil stav z konca 16. stor. Rozdiel vidno iba v menšom počte ukrývaných mincí. Stovky denárov a obolov nahradili desiatky 3-, 6- a 15-grajciarov cisára Leopolda I. alebo jeho súčasníkov panujúcich v Poľsku, Sliezsku a Nemecku. Je prekvapujúce, že iba málo súvekých nálezov obsahovalo dukáty. Ak sa z celkového počtu v slovenských nálezoch objavených dukátov Leopolda I. vylúči 316 ks z košického zlatého pokladu, potom sa dukáty tohto vládcu objavili už iba v troch nálezoch: z Plaveckého Štvrtka, Malčíc (Nálezy II, č. 364, 473) a Kremnice (Nálezy IV, č. 623), dovedna štyri dukáty. Dukátov nástupcov Leopolda I. sa zistilo ešte menej: Jozefa I. jeden, Karola VI. a Márie Terézie po dva, Františka I. jeden. Nálezy z konca 17. až 19. stor. naznačujú, že sa a) do vlády cisárovnej Márie Terézie obeživo skladalo hlavne zo strieborných mincí malej hodnoty a iba vo väčších súboroch (majetkoch obchodníkov, hotovostiach panstiev) sa vyskytovali aj zlaté razby; b) medzi ľuďmi sa po roku 1762 rozšírili medené razby, takže sa priemerní používatelia vtedajších peňazí stretávali s dukátmi len ojedinele. Typické hotovosti stredne majetných občanov z tohto obdobia či príslušníkov vysokej šľachty nie sú známe, lebo ich majetkom nebola iba finančná hotovosť, ale aj nehnuteľnosti, šperky, obrazy a iné cennosti.

D. Nálezy ukryté po roku 1892

Z cca 25 súborov mincí deponovaných do rozličných úkrytov v 20. stor. sa dukáty zistili len v siedmich nálezoch, a to zo Žiaru nad Hronom (súbor ukryli roku 1915; obsahoval 10- a 20-koruny, hodiny, retiazky a iné zlaté predmety), Kremnice – pri Dolnej bráne (1916; štyri 10- a 20-koruny), Serede (1916; 493 strieborných mincí, 24 kusov 10- a 20-korún), Košíc (1922; šperky, šesť jednodukátov a štvordukát), Kremnice-hradu (1946; v balíku vybratom z otvoru v hradbách hradu boli strieborné a zlaté mince, medaila s retiazkou, tabatierka, hodinky, obrúčka, zubné protézy), Prievaly (ukryli ho počas 1. svetovej vojny?; 17 kg strieborných mincí z rokov 1848–1906, zlaté 10- a 20-koruny a 21 kusov 10- a 20-frankov, tri zlaté plechy, bankovky), Rimavskej Soboty (ukryli ho počas 2. svetovej vojny?; mince, plášte hodín a iné zlaté predmety). Ide o pôvodné krčmárske (Prievaly), židovské majetky (Rimavská Sobota) alebo o cennosti rozličných vojnových zbohatlíkov. Tvorili zábezpeku v neistých časoch 1. a 2. svetovej vojny.

Literatúra

Fiala, A.: rec. na: Stumpf, G., Windauer, S. & Wanderwitz, H., Der Goldschatz von Neupfarrplatz. Regensburg, 1997. *Slovenská numizmatika, 15, 282.*

Gedai, I., 1991: Magyar uralkodók pénzeiken. *Budapest.*

Hlinka, J., 1978: Kremnické dukáty vo svetle nálezov mincí na Slovensku. *Slovenská numizmatika, 5, 11–55.*

Hlinka, J., Kazimír, X. & Kolníková, E., 1976: Peniaze v našich dejinách. *Bratislava.*

Hlinka, J., Kolníková, E., Kraskovská, Ľ. & Novák, J., 1978: Nálezy mincí na Slovensku III. *Bratislava.*

Hlinka, J., Kraskovská, Ľ. & Novák, J., 1968: Nálezy stredovekých a novovekých mincí na Slovensku. *Nálezy mincí na Slovensku II. Bratislava.*

Horák, J., 1965: Kremnická mincovňa. *Banská Bystrica.*

Horák, J., 1968: Kremnické dukáty. *Bratislava.*

Hunka, J., 1992: Novoveké hromadné nálezy mincí na Slovensku. *Slovenská numizmatika, 12, 67–89.*

Huszár, L., 1979: Münzkatalog Ungarn (von 1000 bis heute). *München.*

Klejnoty monarsze. Skarb ze Środy Śląskej. *Katalóg výstavy. Wrocław 1996.*
Koch, B., 1994: Corpus Nummorum Austriacorum. I. Mittelalter. *Wien.*
Kraskovská, Ľ., 1972: Podiel nizozemských mincí v nálezoch 17. storočia na Slovensku. *Slovenská numizmatika, 2, 177–186.*
Krejčík, T., 1990: Úloha uherských zlatých mincí v oběživu na Moravě ve 14.–15. století. *Slovenská numizmatika, 11, 135–141.*
Kujovský, R. & Hunka, J., 1990: Hromadný nález mincí z 15. storočia zo Šurian (K problematike quartingov a Redwitzových mincí). *Slovenská numizmatika, 11, 159–208.*
Nálezy mincí na Slovensku IV. (zostavila E. Kolníková a J. Hunka). *Nitra 1994.*
Nohejlová-Prátová, E., 1948: Košický poklad. Nález zlatých mincí 15.–17. století v Košicích, r. 1935. *Praha.*
Petráň, Z. & Radoměrský, P., 1996: Encyklopedie české numismatiky. *Praha.*
Polakovič, J., 1972: Benátska zlatá minca z hromadného nálezu v Hrnčiarovciach, okres Trnava. *Slovenská numizmatika, 2, 232–233.*
Pošvář, J., 1976: Hospodářská funkce uherského zlatého v 15. století na Moravě a v Rakousích. *Slovenská numizmatika, 4, 68–91.*
Réthy, L., 1899: Corpus Nummorum Hungariae. I. Árpádházi királyok kora. *Budapest.*
Sejbal, J., 1979: Dějiny peněz na Moravě. *Brno.*
Sejbal, J., 1990: K počátkům zlaté mince ve střední Evropě. *Slovenská numizmatika, 11, 37–47.*
Zaoral, R., 1990: Nálezy zlatých mincí grošového období na území Čech. Příspěvek k oběhu uherských dukátů v Čechách. *Slovenská numizmatika, 11, 113–133.*
Zozuláková, K., 1994: Nález dukátov vo Veľkom Folkmáre. *Slovenská numizmatika, 13, 188–201.*
Zozuláková, K., 1992: Košický zlatý poklad. *Košice.*

Historical importance of finds with gold coins from Slovakia

Coin finds have an ability to grant a good characteristic of regional history. They documented progress and regress of trade, business contacts, development of state economy, reflected political and other social events. My paper presents the results of analyse of 112 coin hoards, which contained silver and gold coins from 14th–20th centuries. From practical point of view I divided this era on four short stages, so I follow this finds in years 1325–1387 (stage A), 1387–1526 (B), 1526–1892 (C), and after 1892 (D).

A. Finds from years 1325–1387. Hungary began with strucking of own gold coins about year 1325. To 1353 there were made imitations of Florence florenos, from 1354 produced a ducat coins. Their quality – 23 carats and 9 grans tabled these coins to group of best gold coins of Middle-Ages world. It is surprising, that to present day we did not have gold coins of king Charles Robert from Slovak finds. It signifies, that these coins of Charles Robert were exported with trade to all Middle-Europe regions. Only in 2nd half of 14th century there was changed the economic role of Hungarian gold coins. Hungarian ducats strucked at years 1342–1387 lost their dominant position in Middle-Europe currency, because similar gold coins were made also at Bohemia and Salzburg, Austria. Hungarian coins were exported to foreign regions later, but at the same time circulated also as Slovak currency. At present we found them at depots, with Bohemian and Austrian silver coins (Milanovce, Cífer-Pác), resp. Italian ducats (Hrnčiarovce). Several florenos from Florence and zecchino from Venezia were founded as a single finds (Čečejovce, Sereď, Nemešany). Extraordinary finds from break of 14th–15th centuries represent depot of 132 Hungarian, Burgundian and Venezian ducats from Bratislava. I mind, that it was a property of singular businessman.

B. Finds from years 1387–1526. During the reign of emperor Sigismundus from Luxembourg, the Middle-Europe political situation was expressively changed. External symptom of restless conditions was increasing of quantity of coin finds, also at Slovakia. In these finds Sigismundus gold coins were often. Only in Slovakia 433 original ducats and one imitation of ducat of this ruler were found (Mojmírovce). Many coins were obtained as single finds (Nitra-Párovce, Hanková, Handlová, Šenkvice, Vojka). Depots with ducats of Sigismundus, and from era of reign Albrecht to Ladislaus V are a symptom of hard times at 20s–60s years of 15th century – revolution of Husita-warrior, movement of Bratrík warrior group. At Slovakia there were obtained 10 financial cashes from the end of 30s of 15th century. The Middle-class aristocracy cashes were probably the sets from Rajec (7 ducats), Pavľany (1 silvercoin, 6 ducats). It is known, that at commercy there was used a mixed cash with hundreds of inflation coins and several ducats (Mojmírovce, Trnava). Probably, cashes of important trade cities and international businessmen were obtained from Košice (175 ducats), Topoľčany (211 grossus, 220 ducats).

Satisfaction of economical and political conditions between years 1467–1468 brought a decrease of deponated coins. From era 1468-1526 we know only few Slovakian ducats finds, because currency at this time consisted from small silver coins. Ducats were utilized only by members of middle- and high aristocracy, or rich businessmen. In our finds there were ascertained only 38 Mathias Corvinus ducats, 18 Vladislaus II, 3 from era of Louis II, total are single finds. Typical cash from the end of Middle-Ages is finding from Veľké Zálužie, which contains 310 silver and 16 gold coins of kings Mathias Corvinus, Vladislaus II and Louis II.

C. Finds from 1526–1892. After losing war near Mohács, Slovakia became in beginning of 18th century an important political, geographycal and economical centre. From areas occupied by Turkish army there were taken the most important administration and financial offices and were given to Slovakia. Across our territory came miscellaneous arms fighting with Turkish army and arms of antihabsburgian insurgents. At this time the commercial contacts with the Middle- and Western-Europe region expressively strenghthened. From this reasons the Slovak coin finds from 16th–17th centuries are very motley. Majority – about 55 % of coins from these finds have the Hungarian origine, 25 % are from Poland, 4 % from Austria, 4 % from Bohemia and Silesia region, 1 % from Germany. Much of finds contain also ducats - more than 1100 Hungarian ducats from time of Ferdinand I to Franciscus II, 21 pieces of Lowlands ducats from 17th century. Extremely rare are ducats finds from Veľký Folkmár (65 pieces, was deponated after 1539) and Košice (2920 coins and jewellery, was sheltered at 1680-1682). Depots sheltered at 1526-1620 have very similar structure. They contain hundreds, thousands of small silver coins, few thaler and half thaler coins from Bohemia, Austria, Germany, but only very small number of ducats (Ružomberok – 300 denarius and obolus, 1 ducat, Gemer – more than 5000 denarius and half denarius, 11 ducats). From the time of 30-year war (1618–1648) we know very rich finds, which contain tens of ducats and thalers (Ostrov, Michalok). Depots from the end of 17th and 18th centuries have similar structure as a depots from the end of 16th century. They also contain tens of middle- and low value coins, the number of ducats is minimal. Concretely, there were found only 4 pieces of ducats of emperor Leopoldus I, from time Josephus I – 1, from Maria Theresia and Charles VI time - 4, from era of Franciscus I – 1. Typical structure of our finds sheltered to 1762 is, that contain small silver coins, and after 1762, that contain small cooper coins.

D. Coin finds sheltered after 1892. From 25 finds sheltered to earth during 20th century, ducats contain only 7: from Žiar n. Hronom (was sheltered at 1915), Kremnica-Dolná brána (1916), Sereď (1916), Košice (1922), Kremnica-hrad (1946), Prievaly (during 1st world war ?), Rimavská Sobota (during 2nd world war ?). They contain hundreds silver- and gold coins and another gold objects. They belonged to innkeeper (Prievaly) and Jewish cashes (Rimavská Sobota), war new rich valuables. At insecure times of 1st and 2nd world war they were a financial certainty to future.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 447–452

Historické zlaté medailové razby kremnickej mincovne

NAĎA ŠEŇOVÁ

Národná banka Slovenska – Múzeum mincí a medailí, Štefánikovo nám. 10/19, 967 01 Kremnica

(Doručené 9. 4. 1999)

The historical golden medal strike of the Mint in Kremnica

The article is concerning the problem of the golden medals which have been striking during the 16th – 18th century in the Mint in Kremnica. The medals struck from gold and sorted out chronologically according to medalmakers who worked in Kremnica during this period are took out from the accessible catalogues and lists. There was 62 kinds of medals struck from gold from the total number of 219 medals struck mostly from silver. Even if the mentioned data, with regard to the absence of the detailed written documentation from these centuries we could not think that it is entirely reliable, testify that the golden strikes in Kremnica's Mint were quite frequent. They have been done on the request of rulers and rich prominent men. The local rich golden mines had been the important conditions for the beginning of golden medals.

Key words: medal, medalist, mint, struck, die, engraver, obverse, reverse, gold, silver, mining and mining chamber

História medailérstva sa začala už v čase rímskeho cisárstva. Úzko súvisí s razbou mincí, ktoré mali spočiatku vysoký reliéf. Aj keď sa pre rýchle opotrebúvanie vysokej plastiky pri obehu mincí a zmenu v technike razby začali raziť mince s novou, plytkou formou, vysoký reliéf sa ďalej používal pri tzv. medailónoch. Známy je napr. bronzový medailón Faustíny ml., manželky cisára Marka Aurélia, nájdený v okolí lže, kde ho v rokoch 171–180 n. l. pravdepodobne stratili rímske légie. Na jeho averze je portrét Faustíny, reverz zobrazuje rímsky zvyk strojiť manžela do boja. Ale medailérstvo ako špecializácia vzniklo až v renesancii a jeho najvýznamnejším predstaviteľom je taliansky maliar Antonio Pisano, zvaný Pisanello (1395 – asi 1455). Prvé uhorské medaily sa viažu k panovníkovi Matejovi Korvínovi. Liatu bronzovú medailu s jeho portrétom vytvoril taliansky majster Bertoldo di Giovanni (okolo 1420–1491).

Vrcholom historického medailérstva na území Slovenska množstvom i kvalitou sú renesančné medaily razené v kremnickej mincovni. Razba medailí v tejto mincovni súvisí so zavedením novej veľkej striebornej mince – toliara. Prvé kremnické toliarové razby vznikli už za kráľa Vladislava II. roku 1499 a razil ich komorský gróf Ján Turzo. Zväčšená plocha reliéfneho poľa toliara, ktorý mal priemer okolo 40 mm, umožňovala výtvarne spracovať i bohaté a zložité námety. To využívali rytci, a tak popri mincíach na objednávku panovníka alebo mešťanov bohatých obchodných a banských miest razili aj medaily. Tie slúžili na ich reprezentáciu i tezaurovanie drahého kovu. Na rozdiel od mincí nie sú medaily platidlom, ale miniatúrnymi pamätnými umeleckými dielami. Obľúbené boli najmä portrétové medaily, medaily s biblickými výjavmi, ktoré často slúžili ako talizmany, ale aj medaily na pamiatku oslobodenia mesta, na priateľstvo, erbové medaily a pod. Medaily sa vyznačujú majstrovským spracovaním a veľa z nich patrí medzi najdokonalejšie diela svojho druhu. Autor prvých štrnástich kremnických medailí, razených pri príležitosti korunovácie ešte malého Ľudovíta II. za uhorského kráľa roku 1508, a ďalších medailí z roku 1525 nie je známy. Tieto medaily boli zhotovené vo viacerých variantoch a razili sa zo striebra a štyri opísané typy aj zo zlata:

1. Na averze portrét Vladislava II. s korunou, na reverze Ľudovít II. ako dieťa s korunou sediaci na poduške, rok 1508, priemer 30 mm.

2. Rovnaká ako predchádzajúca medaila, ale Ľudovít II. nemá na reverze korunu, priemer 31,7 mm.

3. Na averze portrét Ľudovíta II. s vavrínovým vencom, na reverze dva veľké a sedem malých erbov, rok 1525, priemer 45 mm.

4. Na averze Ľudovít II. ako rytier na koni, na reverze Madona s dieťaťom, rok 1525, priemer 20 mm.

Kremnické renesančné medailové razby väčšinou neboli signované a niektoré z nich sa dlho pripisovali iným autorom, najmä jáchymovským a nemeckým. Až začiatkom 20. storočia Viktor Katz porovnávaním medailí a štúdiom pôvodných razidiel dospel k náhľadu, že ide o práce kremnického pôvodu (kremnické razidlá sa od plochy, na ktorej je vyrytý negatív medaily, charakteristicky rozširujú v podobe kužeľovitej hrušky). Za dôležitý dôkaz pokladal to, že sa veľa kremnických medailí vyskytuje v striebre aj v zlate, kým v Jáchymove boli zlaté medaily nezvyčajné.

Zlaté medailové razby sú príznačné pre Kremnicu, čo súvisí s tunajšími bohatými zlatými baňami. Zlatá a strieborná ruda sa v Kremnici ťažila celé stáročia a ťažbu a nasledujúce spracúvanie kovov prísne kontrolovala banská a mincová komora. Medailéri kov na razby zrejme väčšinou získavali kúpou od komory, redšie možno kúpou zlomkového zlata od súkromných osôb. Záznam z výsluchu v kuriálnom protokole z rokov 1631–1635 dokazuje, že boli aj „čierne" razby. Rytci razidiel sa nazývali rezači železí, resp. rezači kolkov. V protokole sa uvádza, že rezač železí Daniel Haller obvinil bratov iného rezača železí Wilhelma Hörla, že pre svojho brata tavia zlato a striebro pašované z huty (Vilčeková-Gerháthová, 1970, s. 86).

Už sme spomenuli, že sa medaily razili na objednávku, ale dodnes nie je celkom jasné, nakoľko výrobu medailí kontrolovala komora a nakoľko bola súkromnou vecou rytcov razidiel. Z roku 1558 sa zachovala korešpondencia najvyššieho minciara zlata Achatza Thundla, v ktorej sa sťažuje Ferdinandovi I. na kremnického rezača železí Krištofa Füssela, ako aj rezača kolkov Lukáša Richtera a Hannusa Spaltentheila, že zhotovili zlaté a strieborné medaily, aj keď na to nemajú právo (listy sú vo fonde dolnorakúskej komory v Štátnom archíve vo Viedni; publikoval ich V. Katz, 1929, s. 173–178). Dovtedy mal právo raziť medaily len minciar zlata, ale polovica poplatku, ktorý za medailu získal, patrila rezačovi vlastniacemu železá. Od roku 1552, keď bol Thundl chorý, razili rezači medaily sami. Ferdinand I. na základe Thundlovej sťažnosti rozhodol, že zlaté medaily môžu zhotovovať minciari zlata a strieborné rezači železí. Železá, ktoré boli majetkom rezačov, mala komora odkúpiť a uschovať.

Prvým známym rezačom železí v Kremnici bol Krištof Füssel a je to bezpochyby medailér par excellence. Ako rezača železí ho spomína písomná správa z roku 1536 (Hlinka, 1976, s. 40). Füssel patril medzi významných a bohatých kremnických mešťanov. Bol členom mestskej rady a trikrát ho zvolili za richtára. Jeho výsadné postavenie v meste dokazuje aj fakt, že bol roku 1561 pochovaný vo farskom kostole na námestí. Návštevníci múzea môžu v Kostole sv. Kataríny na mestskom hrade dodnes obdivovať jeho náhrobok – krstiteľnicu z ružového mramoru. Funkcia hlavného rezača železí bola významná a takmer všetci jej nositelia patrili medzi najbohatších a najváženejších občanov mesta zastávajúcich aj úrady v mestskej správe. Bolo to tak až do roku 1596, keď dolnorakúska komora vydala zákaz „officirom" kremnickej mincovej komory vykonávať funkciu v mestskej rade (kuriálny protokol dolnorakúskej komory CP 1426–1700, s. 285, Štátny archív vo Viedni). Obávali sa, že by preto mohli zanedbávať prácu v mincovni. Krištof Füssel vytvoril razidlá na viac ako tri desiatky medailí. Ich vysoká remeselná i výtvarná úroveň ho právom predurčuje na zakladateľskú osobnosť kremnického medailérstva. Všetky medaily sa razili zo striebra, niektoré aj zo zlata. Porovnávaním dostupných súpisov (Katz, 1929; Husár a Procopius, 1932; Vilčeková-Gerháthová, 1970; Fiala, 1961–1906; Hlinka, 1976) sme zistili, že z celkového počtu vyše tridsať medailí (ťažko určiť ich presný počet, pretože niekedy ide o tú istú medailu len s malou zmenou na averze či reverze) je evidovaných nasledujúcich jedenásť zlatých razieb:

1. Na averze i reverze znak Hannsa Angrera, rok 1530, priemer 25 mm.

2. Na averze Ferdinand I. na koni, na reverze jednohlavý orol, rok 1541, priemer 52 mm.

3. Na averze Ľudovít II. ako dieťa sediace na vankúši, na reverze 9-riadkový nápis, rok 1544, priemer 29 mm.

4. Rovnaká ako predchádzajúca medaila, iba na reverze je inak rozmiestnený text, rok 1544, priemer 30 mm.

5. Rovnaká ako predchádzajúca medaila, len na reverze je ďalší variant umiestnenia textu, rok 1544, priemer 29 a 30 mm.

6. Na averze Baránok Boží so zástavou, na reverze Kristus vstáva z mŕtvych, rok 1546, hranáč s uškom 23 x 35 mm.

7. Na averze aj reverze znak Mathiasa Zellera, rok 1549, priemer 26 a 27 mm.

8. Na averze poprsie Karola V. a Ferdinanda I. proti sebe, na reverze dvojhlavý orol, rok 1550, priemer 42 mm.

9. Na averze narodenie Krista, na reverze veľkonočný baránok, rok 1554, priemer 21 mm.

10. Na averze Kristus vstáva z mŕtvych, na reverze deväťriadkový nápis, rok 1555, hranáč 25 x 36 mm.

11. Na averze Adam a Eva v raji, na reverze Kristus vstáva z mŕtvych, rok 1557, priemer 30,5 mm.

Po Füsselovej smrti roku 1562 sa najvyšším rezačom železí stal ďalší významný medailér Lukáš Richter. V mincovni pracoval v rokoch 1550–1579, keď ho pre krátkozrakosť penzionovali. Pre jeho práce je charakteristická päťlistá ružica, ktorou často členil texty. Medzi najkrajšie z jeho doteraz známych tridsiatich piatich medailí patrí vianočná medaila s výjavom klaňania sa pastierov v bohatej renesančnej architektúre, jediná so signatúrou. Na dvoch čelných stĺpoch sú iniciály autora L. R. Zlatý odrazok tejto medaily nie je známy, lebo sa dochovala len v striebre. Richter je zrejme aj autorom dukátu z roku 1571 a toliara z roku 1574. Jeho medailové razby sa vyznačujú živými figurálnymi scénami, čo platí hlavne o medailách s biblickými námetmi. Vynikol aj v portrétových medailách – oficiálnych i súkromných, ktoré sa kvalitou zaraďujú medzi najkrajšie stredoeurópske portrétové medaily vôbec. Neuspokojoval sa s remeselnou štylizáciou, ale usiloval sa vymodelovať osobný výraz, často využívajúc technicky náročný trojštvrťový profil. Všetky zachované zlaté razby z jeho produkcie sú práve portréty. Majú takúto podobu:

1. Na averze portrét Ferdinanda I., na reverze dvojportrét Maximiliána II. a Márie, rok 1563, priemer 35 mm.

2. Na averze portrét Jána von Thau, na reverze znak s prilbicou a klenotom, rok okolo 1563, priemer 32 mm.

3. Na averze portrét Jacoba Giengera, na reverze portrét Barbary Giengerovej, rok 1568, priemer 39 mm.

4. Na averze portrét Maximiliána II., na reverze letiaci orol, rok 1570, priemer 25 mm.

5. Na averze portrét Barbary Giengerovej, na reverze šesťriadkový nápis, rok 1571, priemer asi 23 mm.

6. Na averze portrét Maximiliána II., na reverze orol na zemeguli, rok 1572, priemer 30 mm.

7. Rovnaká ako prvá medaila len na reverze je rok 1577, priemer 35 mm.

8. Na averze portrét Georga Giengera, na reverze Magdalény Giengerovej, rok neznámy, priemer 39 mm.

Richterovým nástupcom bol Abrahám Eisker, ktorý v mincovni pracoval ako hlavný rezač železa v rokoch 1579–1596. Je autorom okolo dvoch desiatok medailí, ale nijaká z nich sa nezachovala v zlate.

Podobne je to aj s produkciou Joachima Elsholtza. Z jeho necelej desiatky zachovaných medailí nie je zlatá ani jedna. Joachim Elsholtz sa roku 1601 uchádzal o miesto hlavného rezača železa spolu s ďalším rezačom Michalom Sockom. Obidvaja dostali úlohu vytvoriť rovnaké razidlo a M. Sock vyšiel zo sporu ako víťaz.

Tvorba Michala Socka reprezentuje už neskororenesančné kremnické medailérstvo a je poznačená manierizmom. Jeho portréty sú štylizované a väčšiu pozornosť venuje dekoratívnosti. Zo siedmich zachovaných medailí je známych päť razených v zlate. Sú to najmä medaily na počesť kráľa Mateja II:

1. Na averze Matej II. na koni, na reverze bojisko pri Ostrihome, rok 1601, priemer 49 mm.

2. Na averze portrét Mateja II., na reverze bohyňa s rohom hojnosti, rok 1608, priemer 25 mm.

3. Na averze portrét Mateja II., na reverze Madona s dieťaťom ako patrónka Uhorska, rok 1608, priemer 25 mm.

4. Na averze portrét Mateja II., na reverze desať erbov, rok neznámy, priemer 32 mm.

5. Na averze znak Georga Fleischa, komorského grófa v Kremnici, na reverze erb s textom, rok 1609, priemer asi 29 mm.

Súčasne s Michalom Sockom pracovali v kremnickej mincovni dvaja ďalší medailéri, ale o nich nie sú bližšie informácie. Prvým bol A. Sock, od ktorého je známa len jedna medaila z roku 1618. Na jej averze je Ferdinand na koni, na reverze pätnásťriadkový nápis. Medaila má priemer 34 mm a je zo striebra aj zlata. Druhým medailérom je monogramista C. H. Z jeho troch známych medailí sú dve realizované aj v zlate:

1. Na averze portrét Mateja II., na reverze portrét kráľovnej Anny, rok 1611, priemer 34 mm.

2. Averz rovnaký ako na predchádzajúcej medaile, na reverze nápis, rok 1611, priemer 32 mm.

M. Sock si zrejme nevychoval nijakého nástupcu, pretože po jeho smrti mincová komora hľadala rezača železa v cudzích mestách. Stal sa ním Daniel Haller z Augsburgu, ktorý sa v Kremnici prvýkrát spomína roku 1617. Je autorom štyroch medailí, z toho troch zlatých:

1. Na averze znak komorského radcu Vincenta Muschingera, na reverze sv. Juraj zabíjajúci draka, rok 1618, priemer 42 mm.

2. Na averze portrét Gabriela Betléna, na reverze znak, rok 1620, priemer 36,5 mm.

3. Variant predchádzajúcej medaily, priemer 42 mm.

V Kremnici pôsobil aj syn Daniela Hallera s rovnakým menom. Vytvoril tri medaily, dve v zlate:

1. Na averze portrét arcibiskupa Jána Telegdiho, na reverze erb, rok 1643, priemer 39 mm.

2. Na averze portrét ostrihomského arcibiskupa Imricha Losyho, na reverze erb, rok vzniku a priemer nepoznáme.

Medzi posledných kremnických neskororenesančných medailérov patrí Wilhelm Hörl. Venoval sa predovšetkým tvorbe krstných medailí. Z jeho deviatich prác sú dve v zlate:

1. Na averze krst Krista v rieke, na reverze kartuše a text, rok 1626, priemer 46 mm.

2. Rovnaká medaila ako predchádzajúca, iba na reverze má rok 1643, priemer 44,5 mm.

Bohatá je produkcia Hansa Gueta, ktorý pochádzal zo starej kremnickej rodiny. V mincovni pravdepodobne pracoval v rokoch 1618–1648 a vytvoril okolo 35 druhov medailí. Osem, ktoré opisujeme, sú aj v zlate:

1. Na averze znak a text, na reverze text, rok 1627, priemer nepoznáme.

2. Na averze portrét komorského grófa Jána Wendensteina, na reverze znak a text, rok 1628, priemer nie je známy.

3. Na averze portrét Ferdinanda III., na reverze portrét kráľovnej Márie, rok 1633, priemer 43,5 mm.

4. Na averze portrét Ferdinanda III., reverz rovnaký ako na predchádzajúcej medaile, len rok je 1648, priemer 46 mm.

5. Na averze portrét Ferdinanda III., na reverze polmesiac a text, rok 1648, priemer 43 mm.

6. Na averze Madona s dieťaťom stojaca na polmesiaci, na reverze slnečný kruh s písmenami, rok 1641, priemer 47 mm.

7. Na averze znak Heinricha Höflingera, na reverze text, rok nepoznáme, priemer asi 45 mm.

8. Na averze znak Heinricha Höflingera, na reverze znak Zuzany Höflingerovej, rok nepoznáme, priemer 45 mm.

Koncom 17. a začiatkom 18. storočia pôsobila v Kremnici rodina Roth von Rothenfels. Piati jej členovia pracovali v mincovniach a traja z nich sú tvorcami kremnických medailí. Kristián Herman Roth von Rothenfels zaviedol v Kremnici razbu jurajovských medailí, ktoré mali chrániť svojho nositeľa pred nebezpečenstvom. Ďalší Rothovci tento námet rozvíjali a podľa ich vzoru sa jurajovské medaily razili v 18. a 19. storočí v ďalších európskych mincovniach. V tvorbe Kristiána Hermana Rotha vyniká medaila na pamiatku oslobodenia Budína od Turkov, na ktorej pôsobivo zobrazil bojisko a triumfálny sprievod Leopolda I. Z jeho trinástich medailí sa nasledujúce štyri zachovali v zlate:

1. Na averze portrét Leopolda I., na reverze dve skrížené ruky so žezlom a mečom, pod nimi zemeguľa s korunou, rok 1664, priemer 36 mm.

2. Na averze Leopold I. na triumfálnom voze, na reverze obliehaný Budín, rok 1686, priemer 53 mm.

3. Na averze sv. Juraj zabíjajúci draka, na reverze loďka s Kristom a apoštolmi na rozbúrenom mori, rok neznámy, priemer 36,8 mm.

4. To isté ako na predchádzajúcej medaile, ale priemer 44 mm.

Po smrti Kristiána Hermana Rotha roku 1690 prevzal funkciu rezača železa jeho syn Herman Roth. Už roku 1695 odišiel do Vratislavi (Vroclavi), a tak je známa len


1


2


3


4


5


6


7


8


9


10


11


12


13


14


15

jedna jurajovská medaila, na ktorej vytvoril averz. Autorom reverzu je jeho brat Jeremiáš Roth starší. Táto medaila sa razila aj v zlate. Na averze je sv. Juraj zabíjajúci draka, na reverze loďka na rozbúrenom mori, rok neznámy, priemer 47,3 mm.

Jeremiáš Roth starší pracoval v mincovni so svojím synom Jeremiášom Rothom mladším. Poznáme od nich dvadsaťpäť medailí, z nich sedem v zlate:

1. Na averze sv. Juraj zabíjajúci draka, vpravo a vľavo kremnický dukát, na reverze loďka na rozbúrenom mori, rok 1738, priemer 83 mm (táto unikátna medaila sa razila vo váhe stodukátu).

2. Na averze sv. Juraj zabíjajúci draka, na čabrake koňa má uhorský znak, na reverze loďka na rozbúrenom mori, rok neznámy, priemer 46 mm.

3. Na averze sv. Juraj zabíjajúci draka, v pozadí kľačiaca panna, na reverze loďka na rozbúrenom mori, rok neznámy, priemer 47 mm.

4. Variant predchádzajúcej medaily, priemer 36 mm.

5. Na averze sv. Juraj zabíjajúci draka, v pozadí kľačiaca panna, na reverze loďka na rozbúrenom mori a fúkajúca hlava, rok neznámy, priemer 28 mm.

6. Na averze dve podávajúce ruky, nad nimi Božie oko, na reverze dve kartuše pod stromom, rok neznámy, priemer 14 mm (ide o medailu na priateľstvo).

7. Variant predchádzajúcej medaily, ale s iným textom, rok neznámy, priemer 15 a 16 mm.

Po tvorbe Rothovcov von Rothenfels nastala v kremnickom medailérstve stagnácia. Súviselo to s centralizačným úsilím Viedne, ktorá roku 1716 zriadila pri Hlavnom mincovom úrade vo Viedni rytecku akadémiu. Akadémia vychovávala rytcov pre celú monarchiu a to sa pre-

Opis fotografií/Description of pictures

Obr. 1. Korunovácia Ľudovíta II, 1508, averz, priemer 30 mm, autor neznámy.
Fig. 1. The coronation of Ľudovít II, 1508, obverse, 30 mm in diameter, artist unknown.

Obr. 2. Korunovácia Ľudovíta II, 1508, reverz, priemer 30 mm, autor neznámy.
Fig. 2. The coronation of Ľudovít II, 1508, reverse, 30 mm in diameter, artist unknown.

Obr. 3. Veľkonočný hranáč, 1546, averz, 33 x 33 mm, autor Krištof Füssel.
Fig. 3. Easter medal, 1546, obverse, 33 x 33 mm, by artist Krištof Füssel.

Obr. 4. Veľkonočný hranáč, 1546, reverz, 33 x 33 mm, autor Krištof Füssel.
Fig. 4. Easter medal, 1546, reverse, 33 x 33 mm, by artist Krištof Füssel.

Obr. 5. Jacob Gienger, 1568, averz, priemer 39 mm, autor Lukáš Richter.
Fig. 5. Jacob Gienger, 1568, obverse, 39 mm in diameter, by artist Lukáš Richter.

Obr. 6. Barbara Giengerová, 1568, reverz, priemer 39 mm, autor Lukáš Richter.
Fig. 6. Barbara Giengerová, 1568, obverse, 39 mm in diameter, by artist Lukáš Richter.

Obr. 7. Maximilián II. 1572, averz, priemer 30 mm, autor Lukáš Richter.
Fig. 7. Maximilian II, 1572, obverse, 30 mm in diameter, by artist Lukáš Richter.

Obr. 8. Oslobodenie Budína, 1686, averz, priemer 53 mm, autor Kristián Herman Roth.
Fig. 8. The Liberation of Budín, 1686, obverse, 53 mm in diamter, by artist Kristián Herman Roth.

Obr. 9. Oslobodenie Budína, 1686, reverz, priemer 53 mm, autor Kristián Herman Roth.
Fig. 9. The Liberation of Budín, 1686, reverse, 53 mm in diameter, by artist Kristián Herman Roth.

Obr. 10. Jurajovská medaila, 18. stor., averz, priemer 47 mm, autor Herman Roth.
Fig. 10. Georgian medal, 18th century, obverse, 47 mm in diameter, by artist Herman Roth.

Obr. 11. Jurajovská medaila, 18. stor., reverz, priemer 47 mm, autor Herman Roth.
Fig. 11. Georgian medal, 18th century, reverse, 47 mm in diameter, by artist Herman Roth.

Obr. 12. František Rákoci, 1703, averz, priemer 42 mm, autor Daniel Warou.
Fig. 12. Franc Rákoci, 1703, obverse, 42 mm in diameter, by artist Daniel Warou.

Obr. 13. František Rákoci, 1703, reverz, priemer 42 mm, autor Daniel Warou.
Fig. 13. Franc Rákoci, 1703, reverse, 42 mm in diameter, by artist Daniel Warou.

Obr. 14. Návšteva Jozefa II. a Leopolda v uhorských baniach, 1764, averz, priemer 36 mm, autor Anton Fr. Wiedemann.
Fig. 14. The Visit of Joseph II and Leopold in Hungarian mines, 1764, obverse, 36 mm in diameter, by artist Anton Fr. Wiedemann.

Obr. 15. Návšteva Jozefa II a Leopolda v uhorských baniach, 1764, reverz, priemer 36 mm, autor Maximilián König von Paumbshausen.
Fig. 15. The Visit of Joseph II and Leopold in Hungarian mines, 1764, reverse, 36 mm in diameter, by artist Maximilán König von Paumbshausen.

javilo úpadkom ostatných mincovní. V kremnickej mincovni občas pracovali medailéri z cudziny. Najvýznamnejším z nich bol Daniel Warou, pôvodom Švéd. V Kremnici pôsobil v rokoch 1699–1703 ako hlavný rytec. V nasledujúcich rokoch ho opäť povolali do Viedne, ale od roku 1710 znovu pracoval v Kremnici nielen ako umelec, ale aj ako technik. V mincovni presadil používanie skrutkového lisu na razbu mincí, ktorý bol vtedy známy len vo Francúzsku a Anglicku. V jeho medailérskej tvorbe sa uplatňuje nový umelecký sloh – barok. Vytvoril štyri portrétne medaily s Františkom Rákocim II. a desať medailí s Karolom VI. a Alžbetou Kristínou. V Kremnici sa pravdepodobne razili len medaily Františka Rákociho II., z toho dve aj v zlate:

1. Na averze portrét Františka Rákociho II. z profilu, na reverze tri alegorické ženské postavy, rok 1703, priemer 42 mm.

2. Na averze portrét Františka Rákociho II. spredu, na reverze tri vestálky udržiavajúce oheň, rok 1705, priemer 44 mm.

Ostatné razby Daniela Waroua zrejme pochádzajú z Viedne.

V kremnickej mincovni istý čas pôsobil rytec Hieroným Fuchs. Prišiel tam z Viedne a pracoval aj v iných mincovniach. Z jeho kremnického pobytu je známych päť druhov medailí, ale iba jedna v zlate. Ide o medailu Márie Terézie z roku 1743 s priemerom 45 mm.

Krátky čas pracoval v Kremnici aj Ignác Franz Wurschbauer. Roku 1750 vytvoril medailu pre Františka Lotrinského a Máriu Teréziu, ale zachovala sa iba v striebre.

Dlhšie bol rytcom kremnickej mincovne viedenský medailér Maximilián König von Paumbshausen. Známy je jeho reverz medaily na pamiatku návštevy cisára Jozefa II. a arcikniežaťa Leopolda v uhorských baniach roku 1764. Medaila sa razila aj v zlate. Na averze má dvojportrét Jozefa a Leopolda, na reverze sú zobrazení obidvaja na koňoch, pred nimi kráča baník so zástavou a za nimi ďalší dvaja baníci. Medaila má priemer 36 mm.

19. storočie bolo pre kremnické medailérstvo najneproduktívnejším obdobím. Nejaké medaily sa v Kremnici razili, ale razidlá sa ryli v iných mincovniach, najpravdepodobnejšie vo Viedni. Nový rozmach kremnického medailérstva nastal až oveľa neskôr, a to po vzniku Československej republiky roku 1918.

Na základe existujúcich súpisov možno konštatovať, že z rokov 1508–1764 je známych 219 typov strieborných a 62 typov zlatých medailí razených v kremnickej mincovni, ale nevie sa v akom počte. O vyššom náklade by mohlo svedčiť to, že niektoré medaily sa v detailoch odlišujú, čiže sa na razbu jedného typu medaily zhotovilo viac razidiel. Čísla vedú k záveru, že sa takmer 30 % medailí realizovalo v zlate. Toto tvrdenie však nemožno pokladať za validné, pretože kompletný súpis medailérskej produkcie kremnickej mincovne zo 16. až 18. storočia nejestvuje. Podklady, z ktorých vychádzame, sú súpisom známych zachovaných razieb v múzeách a súkromných zbierkach, niekedy dokonca iba razidiel zachovaných v mincovniach. Podklady nie sú vyčerpávajúce a nič nehovoria o tom, koľko z razieb sa opätovne roztavilo a použilo na iné účely, takže sa vôbec nemuseli zachovať. Aj keď dostupné pramene neumožňujú zistiť presnejší počet razených zlatých medailí, je zrejmé, že zlaté razby boli v kremnickej mincovni početné.

Z tematického hľadiska ich možno rozdeliť do dvoch hlavných skupín: 1. osobné medaily (panovníkov, komorských grófov, arcibiskupov a pod.), 2. ostatné medaily (biblické, jurajovské, na priateľstvo a pod.). Zo 62 zlatých medailí je 73 % osobných a 27 % ostatných. Súvisí to zrejme s tým, že sa osobné medaily zhotovovali na priamu objednávku bohatých a významných osôb, ktoré aj takto deklarovali svoje výsadné postavenie. Ostatné medaily mohli medailéri vyrábať bez konkrétneho objednávateľa pre širšiu spoločenskú vrstvu, ktorej postačovali aj medaily razené v striebre. Využívali sa na obdarúvanie, napr. krstné medaily pri krste, na priateľstvo na nový rok, vianočné a veľkonočné na príslušné cirkevné sviatky, jurajovské a morové na ochranu pred nebezpečenstvom a morom.

Zachované zlaté medailové razby sú v súčasnosti nielen historickým svedectvom príslušnej doby a ukážkou umeleckého majstrovstva ich rytcov, ktorí svojmu povolaniu obetúvali aj zrak, ale sú aj dokladom bohatstva a významu niekdajšieho „zlatého" mesta Kremnice, ktoré je už 671 rokov sídlom jednej z najstarších európskych mincovní.

Literatúra

Fiala, E., 1901–1906: Katalog der Münzen – und Medaillen Stempel Sammlung des K. K. *Hauptmünzamtes in Wien, Viedeň.*

Hlinka, J., 1976: Medailérstvo na Slovensku od 16. po začiatok 20. storočia. *Pallas, Bratislava.*

Horák, J., 1965: Kremnická mincovňa. *Banská Bystrica, 147–182.*

Huszár, L. & Procopius, B., 1932: Medaillen – und Plakettenkunst in Ungarn, Budapest.

Katz, V., 1929: Kremničtí řezači železa a medailéři. *Numismatický časopis československý V., Praha, 139–180.*

Kazimír, Š. & Hlinka, J., 1978: Kremnická mincovňa 1328–1978. *Osveta, Martin, 289–336.*

Matunák, M., 1928: Z dejín slobodného a hlavného banského mesta Kremnice. *Kremnica, 244–245, 254–255.*

Vilčeková-Gerháthová, M., 1970: Kremnické medailérstvo 16. a 17. storočia. *ARS – Umeleckohistorická revue SAV, Bratislava, 75–107.*

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 453–456

Razba zlatých mincí v Uhorsku a košická mincovňa

KATARÍNA ZOZULÁKOVÁ

Východoslovenské múzeum, Hviezdoslavova 3, 040 01 Košice

(Doručené 9. 4. 1999)

Minting of the gold coins in Hungary and the Košice mint

Gold as the coin metal has already been used in antiquity – aureus, solidus. The first medieval gold coins had been minted in Italy in the 13th century through the mediation of the Arabian gold coins. Hungary stabilized its economic situation with the reforms of Charles Robert and since 1325 minted its own gold coins – florins and ducats. The value of the Hungarian ducat (23 carats, 9 grans) has not been changed and therefore it represented an important market coins. Its minting finished in 1848.

The Košice mint, producing coins intermittently from the half of the 14th century to the beginning of the 18th century minted both, small silver coins and ducats in two periods: firstly at the end of the 14th or at the beginning the 15th century, secondly in the 16th century.

Key words: florin (goldgulden), ducat, crown, mint, mint mark

Úvod

Počiatok razby uhorských zlatých mincí úzko súvisí s hospodárskym a politickým vývojom Uhorska v rámci strednej Európy, ktorý bol čoraz väčšmi ovplyvňovaný čulým obchodným ruchom severotalianskych miest Florencie a Benátok. Ich obchodná činnosť, spájajúca západnú a severnú Európu s arabským svetom, sa stále viac dotýkala aj Uhorska, najmä od čias, keď sa stali všeobecne známymi jeho bohaté ložiská drahých kovov. Talianski kupci sprostredkúvajúci obchod medzi západom a východom sa rýchlo prispôsobili zvyklostiam východu a začali ako platobný prostriedok používať Au. V Európe, kde sa už od konca 8. storočia zlaté mince – okrem juhovýchodných a južných krajín – takmer vôbec nepoužívali, tento obchod v polovici 13. storočia znova pripomenul kedysi všeobecne platnú zlatú mincu. V nástupníckych štátoch Západorímskej ríše, kde obiehal zlatý aureus, ktorého modifikáciou bol zlatý byzantský solidus, bol platobným prostriedkom strieborný denár a jeho polovica – poldenár (obol) (Zozuláková, 1997, s. 37). Táto drobná minca však nevyhovovala obchodu, lebo sťažovala najmä jeho tranzitnú formu. Podľa byzantského solidu Arabi ako prví začali raziť novú stredovekú zlatú mincu – zlatý dinár. Ten sa do Európy dostával počas križiackych výprav. Pokusy zaviesť razbu zlatých mincí sa objavili ešte na Sicílii (Hlinka, 1968, s. 270), ale išlo iba o ojedinelé pokusy, ktoré neznamenali zavedenie stálej zlatej meny.

Razba prvých stredovekých zlatých mincí v Európe

Do prímorských krajín – najmä do Talianska – sa dostávalo stále viac arabského a byzantského Au, a preto je prirodzené, že sa tam razili aj prvé európske zlaté mince. Bohaté zásoby Au umožnili Florencii (1252) razbu vlastnej zlatej mince fiorino d'oro, ktorou sa jej na európskych trhoch podarilo plne nahradiť východné zlaté mince. Florentské zlaté mince mali na averze obraz štylizovanej ľalie (erb mesta) a na rube obraz sv. Jána Krstiteľa (patróna mesta). Od roku 1284 razili vlastnú zlatú mincu aj Benátky, ktorej menom sa stalo posledné slovo v legende na reverze s postavou Ježiša (SIT.T.XPE.DAT.Q.TV. ISTE.DVCAT.). Tento názov sa ujal pre zlaté razby vo viacerých štátoch, ktoré začali raziť zlaté mince podľa vzoru Florencie a Benátok. Dôkazom dôvery a obľúbenosti florentských zlatých mincí bolo kopírovanie ich obrazu s odlíšením legendy (Hlinka, s. 270). Razba zlatých mincí závisela od produkcie baní. Kým Florencia a Benátky získavali Au z Afriky cez Egypt a Blízky východ, ostatné krajiny, i keď si spočiatku vystačili vlastnou produkciou drahého kovu, pre jeho mimoriadnu spotrebu začali oň koncom 13. a začiatkom 14. storočia súperiť.

Zlaté mince v Uhorsku

Uprostred spomenutého súperenia začal mladý panovník z neapolského rodu Anjouovcov Karol Róbert (1308–1342) raziť prvé uhorské zlaté mince. Kráľ po posilnení politickej moci krajiny pristúpil k modernizácii jej hospodárstva, ktoré bolo v neutešenej situácii, zapríčinenej ustavičným zhoršovaním strieborných mincí v posledných desaťročiach vlády Arpádovcov (Zozuláková, 1997, s. 36). Jeho prvé hospodárske nariadenia sa týkali banského a mincovného podnikania. Popri jestvujúcich banských a mincovných komorách ustanovil nové (Petách, op. cit., s. 191), pokúsil sa raziť denár stálej hodnoty a väčšiu striebornú mincu. Razbou nového denára sa mal v Uhorsku zaviesť jednotný peňažný systém a svojou kvalitou mal z domáceho trhu vytlačiť cudzie strieborné razby, ktoré v tom čase v Uhorsku obiehali vo

veľkom množstve. Pre silný príliv hodnotnej českej mince – pražského groša (Václav II., 1278–1305) roku 1300 a v značnej miere aj obľúbenej florentskej zlatej mince neboli prvé pokusy o peňažnú reformu úspešné. Zavedením tzv. banského monopolu (ibid., s. 40) panovník produkciu Ag a Au v Uhorsku zvýšil a to mu umožnilo raziť vlastné väčšie strieborné, ale aj zlaté mince. Mincovné reformy spájal s finančnou politikou spoločne so susednými štátmi. Súčasne s českým kráľom Jánom Luxemburským (1310–1346) začal raziť zlaté mince podľa florentského vzoru s názvom florény (Huszár, 1979, č. 440), ktoré sa stali uhorskou obchodnou mincou pre zahraničné platby.

Bohaté zdroje Au (v Kremnici) a Ag (v neďalekej Banskej Štiavnici) predurčovali na razbu zlatej mince Kremnicu. Po získaní mestských práv a súčasnom založení mincovne v Kremnici roku 1328 sa táto mincovňa stala hlavnou uhorskou kráľovskou mincovňou. Pretože príliv cudzích strieborných mincí do Uhorska neprestal ani po zavedení razby zlatej mince, musel panovník zaviesť razbu novej hodnotnej striebornej mince – uhorského groša (Huszár, č. 442–448). Tým sa zaviedol nový mincový systém a základným prvkom bol zlatý florén určený pre zahraničný obchod a strieborný groš pre domáci trh. Okrem nich sa ďalej razili aj denáre a oboly. Už v roku 1331 dal Karol Róbert raziť v Kremnici nový typ uhorskej zlatej mince – dukát, ktorého razba znamenala odklon od vonkajšej úpravy florentskej zlatej mince, aj keď obsahovo jej zodpovedala. Na averze dukátov bol kráľ sediaci na tróne, na reverze anjouovsko-uhorský znak a po jeho stranách mincová značka. V opise už figuruje názov krajiny, čo signalizuje, že uhorská zlatá minca získala dôveru v zahraničí a mohla zvrchovane vystupovať aj s domácimi motívmi až do tej miery, že sa nástupca Karola Róberta Ľudovít Veľký (1342–1382) sústredil na razbu druhého typu mincí – dukátov, kým razbu florénov obmedzoval a ku koncu svojej vlády úplne skončil. Celkovo možno jeho razby rozdeliť na dva základné typy – florény a dukáty, pričom obidva mali niekoľko variantov (Huszár, č. 512–518; obr. 1).



Zobrazené mince sú z numizmatického fondu Východoslovenského múzea, neg. fotoarchív Východoslovenského múzea.
1 – Florén Ľudovíta Veľkého (1342-1382), mincovňa Budín (1342–1353), inv. č. NU 22.610, A–R, Ø 19 mm. 2 – Dukát Žigmunda I. (1387-1437), mincovňa Košice (1387–1401) inv. č. NU 22.592, A–R, Ø 19 mm. 3 – Dukát Žigmunda I. (1387–1437), mincovňa Offenbánya (Baia de Aries) (1404–1405), inv. č. NU 22.591, A–R, Ø 19,2 mm. 4 – Dukát Ladislava V (1453–1457), mincovňa Kremnica (1455), inv. č. NU 13.727, A–R, Ø 19,5 mm. 5 – Dukát Mateja Korvína (1458–1490), mincovňa Veľká Baňa (1470) inv. č. NU 20.005, A–R, Ø 20 mm.

Illustrated coins are from the numismatic fund of the East Slovak Museum, neg. Photoarchives of the East Slovak museum.
1 – The florin of Louis the Great (1342-1382), Buda mint (1342-1353), deposit number: NU 22.610, O–R, Ø 19 mm. 2 – The ducat of Sigmund I (1387–1437), Košice mint (1387-1401), deposit number: NU 22.592, O–R, Ø 19 mm. 3 – The ducat of Sigmund I (1387–1437), Offenbanya mint (1404–1405), deposit number NU 22.591, O–R, Ø 19,2 mm. 4 – The ducat of Ladislas V (1453–1457), Kremnica mint (1455), deposit number: NU 13.727, O–R, Ø 19,5 mm. 5 – The ducat of Matthias Corvinus (1458–1490), Veľká Baňa mint (1470), deposit number: NU 20.005, O–R, Ø 20 mm.

Kráľovná Mária (1382–1387) úplne upustila od razby florénov a razila jeden druh dukátov v rôznych variantoch (Huszár, č. 563–564). Jej razbami sa z uhorských mincí definitívne stratil obraz sv. Jána Krstiteľa a vystriedal ho obraz domáceho svätca sv. Ladislava (Minarovičová, 1992, s. 126).

Na Máriine dukáty organicky nadviazali zlaté razby – – dukáty jej manžela Žigmunda Luxemburského (1387– –1437) s upraveným erbom. Zjednodušenie heraldického obrazu, presné zobrazenie erbu, symetrické usporiadanie opisu dalo Žigmundovým minciam z výtvarnej stránky dokonalejší vzhľad. Objavenie sa podoby domáceho svätca sv. Ladislava zas znamenalo definitívne odpútanie sa od cudzieho vplyvu. Žigmund razil dva druhy dukátov (Huszár, op. cit., č. 572–574) s viac ako 30 variantmi. Od čias jeho panovania bolo všeobecným pravidlom uvádzať na minciach značku mincovne, zvyčajne začiatočné písmeno sídla mincovne (B – Buda = Budín, K – Kremnica, C – – Cassovia, n – Nagybánya a pod.), značku alebo iniciálu komorského grófa zodpovedného za razbu mince (Petách, op. cit., s. 43; obr. 2, 3). Nasledujúci uhorskí panovníci modifikovali dukáty úpravou štítov so znakom krajiny (moravský, rakúsky, poľský, litovský znak alebo rodový erb; obr. 4) a razili dukáty viacerých typov s množstvom variantov. Okrem jednoduchých dukátov sa začali raziť aj ich násobky (Huszár, op. cit., č. 634).

Za Mateja Korvína (1458–1490) dosiahlo uhorské mincovníctvo vrchol, a to najmä v razbe zlatých mincí. Razili sa v niekoľkých druhoch s množstvom variantov. Na minciach tohto panovníka sa po prvýkrát ako mincový obraz objavila madona s dieťaťom (1470) – patrónka Uhorska; ich razbu zaviedol veľkou mincovou reformou roku 1467. Madona s dieťaťom bola na averze dukátov, kým na reverze zostala postava kráľa sv. Ladislava. Tento nový mincový obraz ostal na uhorských dukátoch až do roku 1848 (Huszár, č. 2075; obr. 5).

Počas vlády Vladislava II. Jagelonského (1490–1516) sa začali raziť hrubé strieborné mince – guldinery, predchodcovia toliarov (Huszár, č. 793–798). Za tohto panovníka sa na minciach po prvý raz objavil letopočet (rok 1499, na dukátoch 1503). Za Ľudovíta II. (1516–1526), ktorý padol v bitke pri Moháči, sa v razbe dukátov pokračovalo. Razili sa trojnásobné, dvojnásobné a jednoduché dukáty s viacerými variantmi (Huszár, č. 825–839).

Po Moháči (1526), ktorý mal pre Uhorsko tragické následky, vzniklo dvojité kráľovstvo (Petách, op. cit., č. 85–86), na západe habsburské, na východe sedmohradské kniežatstvo s národnými kniežatami (Bátoriovci, Betlénovci, Rákociovci), kým stredná časť krajiny bola pod tureckou okupáciou. Každá z častí krajiny – tak západná ako východná, pre ktorú bola typická razba násobkov dukátu, predovšetkým 10-násobného – razila svoje mince. Produkty všetkých mincovní (Kremnica, Veľká Baňa, resp. Alba Iulia, Veľká Baňa, Kluž, Sibiň) obiehali po celej krajine, dokonca aj v okupovanej časti. Úsilie o znovuspojenie krajiny iniciovali viacerí králi (Ferdinand I., Rudolf II.), ale aj kniežatá (G. Betlén).

Po neúspešnom tureckom obliehaní Viedne (1683) sa začala oslobodzovacia vojna, skončila sa vyhnaním Turkov z krajiny a uzavretím karlovského mieru (1699). Krajina sa tak opäť spojila pod vedením Habsburgovcov a Leopold I. (1657–1705) sa stal jediným vládcom Uhorska. Leopold, víťaz nad Turkami, mal mimoriadne rozsiahlu razbu zlatých mincí (Huszár, op. cit., č. 1267–1348).

Karlovský mier zavŕšil oslobodzovacie boje proti tureckému jarmu, ale proti „osloboditeľom" sa už o štyri roky zdvihla vlna odporu a na jej čelo sa postavil potomok kniežacieho rodu Rákociovcov František II. Povstanie, ktoré viedol v rokoch 1703–1711, bolo pozoruhodné tým, že malo vlastné povstalecké mincovníctvo (Zozuláková, 1990, s. 143–149). Razil aj zlaté mince, na zaplatenie služieb cudzích veliteľov vojska a pod.

Kvalita uhorských zlatých mincí sa nezmenila ani v ďalšom historickom období, dokonca sa nepodriadila ani konvenčnej mene, ktorú nariadila Mária Terézia (1740–1780) roku 1753 (Gedai, 1982, s. 41). Počas prvých 28 rokov jej panovania v Rakúsku, Čechách a Uhorsku sa do mincí použilo 36 142,40 kg Au (z toho 83 % v Uhorsku, 15 % v Rakúsku a 2 % v Čechách; Gedai, s. 41).

Reformné hnutie v 19. storočí v Uhorsku vyústilo do revolúcie roku 1848. Jedným z jej výsledkov bolo uplatnenie sa maďarčiny v opisoch mincí (Huszár, op. cit., č. 2091). V prvej polovici vlády Františka Jozefa I. (1848–1916) sa bez zmeny razil dukát a v rámci nemeckej colnej únie zlaté koruny a polkoruny ako obchodné mince. Podľa Latinskej únie (Gedai, op. cit., s. 49) sa razili obchodné mince – dvadsaťfrank a desaťfrank (8 a 4 forinty) (Gedai, s. 49).

Roku 1892 v Rakúsku-Uhorsku zaviedli novú menu na zlatom základe – korunu (základná jednotka a jej násobky sa razili z Ag, nižšie nominály z Ni a bronzu). Razili sa zlaté dvadsaťkoruny a desaťkoruny, neskôr – roku 1907 a 1908 – stokoruny. Poslednou uhorskou zlatou korunovou razbou bola dvadsaťkoruna Karola IV. (1916–1918) roku 1918 (Huszár, op. cit., č. 2231).

Košická mincovňa

Mincovňa ako jeden z atribútov prosperujúceho mesta bola v Košiciach činná s väčšími-menšími prestávkami takmer štyri storočia. Hoci z počiatkov mincovania nie sú mincové doklady, archívne údaje z konca 14. a priebehu 15. storočia uložené v Archíve mesta Košice svedčia o jej existencii už v prvej polovici 14. storočia (Petách, op. cit., s. 29–31). Spočiatku išlo iba o indície z listín, neskôr (15.–16. stor.) o mandáty panovníkov, ktorými povoľujú, resp. zastavujú činnosť mincovne (Petách, s. 67–68). Neznáme stránky života mincovne (množstvo spracovaného kovu, spôsob tavby a razby mincí, údaje o zamestnancoch a pod.) dokumentujú účtovné zápisy (Petách, s. 44), ale najvýznamnejším dokladom o jej činnosti sú jej produkty – mince, ktoré sa zachovali, a to od 2. polovice 14. storočia až do počiatku 18. storočia (výnimkou je obdobie vlády Vladislava II., z ktorého je iba archívny materiál).

Určenie a aplikácia mincových značiek z konca 14. a priebehu 15. storočia, a najmä najnovšie výsledky nu-

mizmatického bádania vyvracajú tézu, že sa v košickej mincovni nerazili zlaté mince – dukáty. Ich razba za Márie a Žigmunda je nesporná, ba možno ju predpokladať už aj za Ľudovíta Veľkého (Petách, s. 44).

Za vlády kráľovnej Márie (1382–1387) sa mincovou značkou stalo C (Cassovia) ako označenie mesta, sídla mincovne spolu s iniciálou mena alebo priezviska príslušného úradníka mincovne zodpovedného za razbu, prípadne C-ľalia (mincovňa v správe mesta). V prípade dukátov razených v košickej mincovni figurujú ako značky ľalia–ľalia, prípadne iba jedna ľalia. Na averzoch Máriiných dukátov je anjouovsko-uhorský znak v ozdobnej šesťlalokovej obrube, na reverze kráľ sv. Ladislav (Pohl, tab. 5).

Žigmund I. (1387–1437) uplatnil na dukátoch:

a) štvordielny uhorsko-brandenburský znak – sv. Ladislav,

b) štvordielny uhorsko-český znak – sv. Ladislav, a to s týmito mincovými značkami: ľalia–ľalia, ľalia (1387–1401), M–A (Marek z Norimbergu v rokoch 1404–1405), C–I, resp. I–C (Kristián a Jakub) pred rokom 1410, C–R (Peter Reichel) roku 1430, C–V (Urban Polner) roku 1430 a 1434, C–K (Ulrich Kamerer) 1437 (Petách, s. 154–157), Pohl (tab. 6, 9, 13).

Pomerne vysoký stupeň výroby a spracúvania drahých kovov na razbu mincí, ako aj dve dielne (zlatá a strieborná) svedčia o vysokej úrovni košického mincovníctva. Produkcia dukátov sa ukazuje ako najväčšia počas celého trvania tejto mincovne na sklonku 16. storočia. Mincová značka H–S (Hungaria–Superior) je na dukátoch Maximiliána II. (1564–1576) razených roku 1574, 1575, 1576?, 1578, 1579? a na dukátoch Rudolfa II. (1576–1608) roku 1579, 1580 a 1581. Aj keď sa razba zlatých mincí v Košiciach roku 1581 skončila, naďalej sa razili drobné strieborné mince, ale aj toliare, ich násobky a diely, ktoré pre vysokú umeleckú hodnotu patria medzi najkrajšie razby košickej mincovne (ide o razby Gabriela Betléna, 1623–1629). Mincovou značkou bola C–M (Cassoviensis–Moneta) alebo C–C (Civitas–Cassoviensis). Razbou malohodnotných medených mincí, poltúr – ich 10- a 20-násobkov Františka II. Rákociho – sa rokom 1710 činnosť košickej mincovne uzatvorila definitívne.

Záver

Množstvo dochovaných produktov košickej mincovne tvorí súčasť nálezov mincí na Slovensku, ale aj v susedných krajinách a je i súčasťou numizmatického fondu Východoslovenského múzea. Ich výber inštalovaný v špecializovanej expozícii *Peniaze v našich dejinách* názorne dokumentuje kapitolu venovanú východoslovenským mincovniam.

Literatúra

Gedai, I., 1982: A magyar aranypénzverés története. *Katalóg výstavy NM Budapest.*

Hlinka, J., 1968: Zlaté mince na Slovensku v 14. a 15. storočí vo svetle nálezov. *In: SNM-História, 62, 269–282.*

Hunka, J., 1986: Hromadný nález arpádovských mincí byzantského typu z Bratislavy-Vrakune. *In: Slovenská numizmatika, 9, 248–249.*

Huszár, L., 1979: Munzkatalog Ungarn von 1000 bis heute. *Munchen.*

Minarovičová, E., 1992: Ikonografia na uhorských minciach toliarového obdobia. *In: Slovenská numizmatika, 12, 126.*

Petách, E., 1986: Dejiny mincovania v Košiciach. *Vsl. vydavateľstvo, Košice.*

Pohl, A., 1974: Ungarische Goldgulden des Mittelalters. *Graz.*

Resch, A., 1901: Siebenburgische Münzen und Medaillen von 1538 bis zur Gegenwart. *Hermanstadt.*

Réthy, L., 1899: Corpus Nummorum Hungariae. *Budapest.*

Zozuláková, K., 1990: Mince malkontentov v zbierkach Východoslovenského múzea. *In: Historica Carpatica, 21, 143–151.*

Zozuláková, K., 1997: Mince Arpádovcov v zbierkach Východoslovenského múzea. *In: Historica Carpatica, 27–28, 35–38.*

Minting of the gold coins in Hungary and the Košice mint

The author has given a short characteristics of the origin of the gold coins minting in Europe emphasizing the specific features of the Hungarian gold coins from the beginnig of the 14th century up to the end of its mintig in the conditions of the Austrian monarchy in 1848. The paper has especially described the work of the mint in Košice, which had been minted intermittently almost four centuries and concentrated on the production of the gold coins – ducats of the Queen Mary, Sigmund I, Maximilian II and Rudolf II.

Mineralia Slovaca, 31 (1999), 457–462

Zlatnícke remeslo a výrobky zlatníkov v Banskej Štiavnici a okolí

MÁRIA ČELKOVÁ a MIKULÁŠ ČELKO

[1]Slovenské banské múzeum, Kammerhofská 2, 969 00 Banská Štiavnica
[2]Štátny okresný banský archív, Kammerhofská 15, 969 00 Banská Štiavnica

(Doručené 9. 4. 1999)

Golden craft and products of goldsmiths in Banská Štiavnica and its vicinity

Preserved historic documents, the items of the collections of the Slovak Mining Museum and the items of property of Churches represent rich history of golden and silver crafts in Banská Štiavnica and its vicinity. Although regulations of the Banská Štiavnica goldsmith are preserved from the year 1650, there are data on goldsmisths activities from earlier periods. By now there are preserved products (sacral, decorative items) of the guild of goldsmiths since 16th century from Banská Štiavnica and near situated localities (Banská Belá, Hodruša, Podhorie, Štiavnické Bane, Baďan). There are products of native goldsmiths and silversmiths B. Weigel, T. Knott, M. Klein, T. Freiseisen, E. Kallmar, J. G. Tinns, M. Lang from 19th century by masters J. Libay, M. Wiener, J. Štanga, Ľ. Kusý, J. Trauer, S. Sladek. There are also products of J. Szilassyi (1707–1782), a world renowned goldsmith from Levoča, in the church of St. Joseph in Štiavnické Bane, in the Kalvary church in Banská Štiavnica. The preserved items of sacral and decorative character document high level of the Banská Štiavnica goldsmith guild from the craft and art viewpoint.

Key words: Banská Štiavnica, gold craft, products of goldsmiths, 16th–19th centuries

Nálezy drahých kovov – osobitne Au a Ag – a ich hutnícke spracúvanie boli v rozličných časových úsekoch základnými prvkami rozvoja Banskej Štiavnice ako slobodného kráľovského banského mesta. V stredovekých politických a hospodárskych vývojových etapách Uhorska bol nepochybný význam Banskej Štiavnice a vôbec stredoslovenského banského regiónu vôbec založený práve na dobývaní a spracúvaní drahých kovov. To rozhodovalo o rozvoji Banskej Štiavnice z demografickej, kultúrnej i duchovnej stránky a v neposlednom rade obohatilo jej hospodársky život najmä v oblasti obchodu a remesiel.

Zlatníctvo, strieborníctvo a šperkárstvo patrili medzi najstaršie a najluxusnejšie umelecké remeslá v meste a ich úroveň i rozsah v jednotlivých obdobiach súviseli s hospodárskou prosperitou ovplyvňovanou výsledkami ťažby drahých kovov. Výrobky zlatníkov prezrádzali bohatstvo, slúžili na reprezentáciu najbohatších vrstiev mesta – ťažiarov, obchodníkov a neskôr bohatých remeselníkov, zdôrazňovali význam a postavenie v meste pôsobiacich cirkví a reholí.

O zlatníckom remesle v skoršom stredoveku sa písomné pramene nezachovali. Tie sú viac-menej ako sekundárne informácie z druhej polovice 14. storočia. Mestotvorný proces Banskej Štiavnice sa završoval v 13. storočí a najneskôr roku 1238 jej Belo IV[1] udelil mestské privilégiá. V tom období už Banská Štiavnica mala dva monumentálne neskororománske chrámy, farský Kostol Panny Márie (dnešný Starý zámok) a dominikánsky Kostol sv. Mikuláša (dnešný farský Kostol Nanebovzatia Panny Márie). Zo 14. storočia je známy Špitálsky kostol sv. Alžbety. Tieto sakrálne stavby tak určili rozsah polohy mesta, v ktorom sa potom s rozvojom baníctva vyvíjali aj remeslá.

V záznamoch najstaršej zachovanej účtovnej knihy mesta z druhej polovice 14. storočia sa uvádza niekoľko osôb s menom Zlatník (z apelatíva zlatník) v nemeckej a latinskej forme, čo by mohlo byť označenie osoby podľa zamestnania[2]. Nemecké mená Goldschmidt alebo Aurifaber boli časté aj neskôr, ale je problematické, či meno „Zlatník" bolo motivované zamestnaním osoby v zlatníckej remeselnej výrobe, alebo či sa menom Goldschmidt, alebo Aurifaber označovali osoby zaoberajúce sa aj technológiou spracúvania Au. V neskoršom období 15. storočia to potvrdzujú nemecké mená súvisiace s hutníckym spracúvaním Au ako je Schaider (slovenský ekvivalent „odlučovač"), Brenner (=prepaľovač) či Probierer (=skúšač). Je otázka, či v rokoch 1364–1387 bola v Banskej Štiavnici taká hospodárska situácia a spoločenská objednávka, aby sa výlučne zlatníckemu remeslu venovalo osem osôb nesúcich – v nemeckej alebo latinskej forme – meno Zlatník, pretože aj z období vysokej prosperity baníctva sú v časovej perióde 20–30 rokov spravidla známi dvaja–traja zlatníci.

O začiatkoch a o činnosti zlatníckeho cechu v stredovekom období feudalizmu vôbec sú pomerne kusé údaje. Zachovali sa napr. cechové stanovy (artikuly), ktoré 13. mája 1650 schválil richtár a rada mesta Banskej Štiavnice[3], neskôr doplnené roku 1694[4]. Písomnosti i predmety dokumentujú činnosť cechu v skorších obdobiach. Zlatnícky cech v Banskej Štiavnici – podobne ako iné cechy v Uhorsku – mal v pečatidle jeden variant zobrazenia patróna zlatníkov sv. Elígia. Roku 1630 boli

v zlatníckom cechu v Banskej Štiavnici združení aj maliari[5].

O živote a činnosti banskoštiavnických cechov sú bohaté publikované údaje. Mesto v rámci svojich právomocí vo vzťahu k cechom vykonávalo dozor, a to prostredníctvom tzv. cechových komisárov. V 30. a 40. rokoch 19. storočia funkciu cechového komisára pre zlatníkov a strieborníkov vykonával neskorší mešťanosta Alexander Goldbrunner známa osobnosť banskoštiavnického kultúrneho a duchovného života. Cech ako inštitúcia od druhej polovice 19. storočia dožíval. Roku 1872 sa v Uhorsku cechy zrušili a banskoštiavnickí zlatníci sa postupne ako živnostníci organizovali v živnostenskom spoločenstve. Historické pramene potvrdzujú, že aj napriek postupným organizačným zmenám v 19. storočí v cechu a neskôr v združení zlatníkov a strieborníkov pôsobili v tomto remesle významné osobnosti, ako bol majster Ján Libay, Mikuláš Wiener, Ján Štanga, Ľudovít Kusý, Jakub Trauer a Samuel Sladek, ktorí vychovali zlatníkov a strieborníkov ovládajúcich a šíriacich vysoké umelecké majstrovstvo tohto významného remesla v Banskej Štiavnici[6].

O výrobkoch zlatníkov sú pomerne zachované mnohé pramene v inventári majetkov alebo v testamentoch štiavnických mešťanov, ale pri ich súpise sa neuvádzala proveniencia, takže nemožno určiť, či sú z dielní banskoštiavnických zlatníkov. Jasnejšia situácia je pri zachovaných trojrozmerných materiáloch, v zbierkovom fonde Slovenského banského múzea a cirkví v meste a okolí. Najstarším zachovaným zlatníckym výrobkom je spodná časť omšového kalicha z rímskokatolíckeho Kostola sv. Jána Evanjelistu v Banskej Belej z roku 1518[7]. Z tohto obdobia sa pramene o činnosti zlatníkov nezachovali, hoci niektoré mená zamestnanie osôb v tejto sfére prezrádzajú. Najstarší zistený písomný prameň dotýkajúci sa priamo zlatníckej práce ako remesla pochádza z roku 1542 a je spätý so zlatníckym majstrom Jánom Eyfflenderom[8].

Jedným z najstarších zlatníckych a strieborníckych nástrojov je železná nálievka na odlievanie Ag, pochádzajúca z budovy komorského dvora zo 17. storočia[9]. Je možné, že tento nástroj bol spätý s činnosťou paliarne a lúčobne komory, a tak iba nepriamo dokumentuje, že súvisí so zlatníctvom ako remeslom. Z pozostalosti po neznámom zlatníkovi a strieborníkovi z Banskej Belej z konca 18. a začiatku 19. storočia sa zachoval súbor 42 razidiel v tvare ihlanu s rozmanito tvarovanými hlavicami na vyrážanie klasicistickej a biedermeierovskej ornamentiky, súbor 22 mierok na výrobu prstienkov, ako aj mladšie odlievače Au a Ag[10]. Podobne ako pri iných výrobných nástrojoch sa ich pôvod nedá zistiť.

Zaujímavým dokladom o tradícii výroby striebornych drôtov je železná doštička s tromi radmi dierok zo začiatku 19. storočia[11]. V stredoslovenských banských mestách, si manželky ťažiarov a mešťanov zdobili odev a pokrývku hlavy paličkovanou čipkou zo zlatých a strieborných nití, tzv. „Schemnitzer Parten". Dôkazom tohto je odev patrónok baníkov na soche sv. Barbory a sv. Kataríny od majstra M. S. z roku 1506–1526, umiestnených v stálej expozícii Galérie J. Kollára v Banskej Štiavnici. Tradícia zlatých a strieborných nití sa udržala hlboko do 18. storočia. Z ďalších zbierok hodno spomenúť razidlo s iniciálami majstra J. M. z Banskej Belej, ako aj vysekávače na výrobu strieborných gombičiek z polovice 19. storočia[12].

Zlatnícke a strieborníckе nástroje viažuce sa priamo na Banskú Štiavnicu sa v zbierkach múzea nezachovali. Význam mesta sa od stredoveku do konca 18. storočia v zachovaných artefaktoch zlatníckeho remesla hlbšie neodrazil. Je ich málo, ale potvrdzujú vysokú úroveň zlatníckeho remesla v stredoslovenských banských mestách. Najstarším je pokál Bratskej pokladnice z Kremnice, práca neznámeho zlatníka, podľa dobových vzorovníkov pochádzajúci z prvej polovice 17. storočia. Je z pozláteného strieborného plechu s rastlinnou a tzv. beschlägovou ornamentikou. Má tvar kalicha s vrchnákom, na ktorom pravdepodobne bola liata plastika baníka alebo Rolanda[13]. Predmetom dokumentujúcim bohatstvo banskoštiavnických ťažiarov je fľaša na koreniny (zázvor – dumbier) od domáceho zlatníka Tobiáša Knotta (Knohta) s majstrovskou značkou TK. Je vysoká 14,2 cm, má renesančno-ranobarokový tvar a bohatú ornamentiku akantových listov a kvetov. Je baňatá so šiestimi zrkadlami s ornamentikou a má vrchnák na závit, zdobený ležatým festónovým vencom s liatym uškom na uchytenie[14]. Okrem vysokého remeselníckeho spracovania je tento výnimočný zbierkový predmet dokladom o luxusnom zariadení domácnosti. Fakt, že si patricij dal zhotoviť zlatú nádobku, zdôrazňuje význam, aký sa prikladal koreninám vzácnym na našom trhu.

Ďalším zbierkovým predmetom je pôvodom na Šahy sa viažuca monštrancia z roku 1717. Ide o pozlátený medený plech na podstavci elipsovitého tvaru s barokovou ornamentikou. Noha má kužeľovitý tvar, panel je slnečového typu so zdvojeným plášťom, vpredu sú strieborné orámované lunuly s motívom akantu a rozvilín a po stranách päť emailových koliesok bledomodrej farby. Na podstavci je gravírovaný nápis: OPPIDI SÁGH ANNO DNI 1717 MONSTRANCIA. Výška monštrancie je 47 a šírka 23 cm[15].

Pacifikál z Banskej Belej pochádza z polovice 18. storočia, je z pozláteného medeného plechu, má elipsovitý podstavec s plastickými motívmi roziet a oblakov, prechádza do kužeľkovitej nohy a latinského kríža a na konci ramien sú trojlístky a štyri sklené kabušóny. V strede kríža je liata plastika ukrižovaného Krista. Pacifikál vysoký 27 cm a široký 15 cm je dielom domáceho majstra[16]. Z 18. storočia pochádza relikviár sv. Jána Nepomuckého z pozláteného strieborného plechu. Je vysoký 22 cm a má priemer 9,8 cm. Relikviár je neznačený, s filigránom a s rokokovou ornamentikou[17]. Cenným zbierkovým predmetom je nepochybne zásnubný prsteň Maríny Pišlovej, inšpirátorky básnického druhu Marína Andreja Sládkoviča. Časovo sa približne viaže na rok 1842. Maríne ho daroval medovnikársky majster Juraj Geržo, jej budúci manžel. Prsteň je jednoduchého hladkého tvaru, s vloženým ležatým oválnym ametystovým očkom lemovaným dvoma hladkými prstencami. Okolo kameňa je jemné rozvilinové gravírovanie a vzadu iniciály majstra S. F.[18].

V zbierkovom fonde múzea sú predmety cirkevných depotov z rímskokatolíckych farských úradov v Banskej

Belej a Banskej Štiavnici z 20. júla 1929. Z Banskej Belej je to už spomenutý pacifikál a pozlátený barokový svietnik, z Banskej Štiavnice napodobeniny habsburskej a svätoštefanskej koruny z pozláteného strieborného a medeného plechu, ktoré pochádzajú z drevených plastík Panny Márie, ako aj sanktuárový luster – lampa[19]. Tieto predmety sa pravdepodobne dotýkali formy darov mešťanov na plastiku Panny Márie a obrazy Madony, typické pre Kostol sv. Kataríny a farský kostol v Banskej Štiavnici.

Z hľadiska zachovanosti zlatníckych artefaktov je oveľa priaznivejšia situácia v majetku cirkví v Banskej Štiavnici a okolí. V 17. storočí mala vo sfére duchovného života dôležité postavenie reformácia. Najvýznamnejšie artefakty z tohto obdobia sú majetkom evanjelickej cirkvi a. v. Od najchýrnejšieho zlatníka 17. storočia Bartolomeja Weigla pochádza unikátna omšová kanvica. Je z pozláteného strieborného plechu, na podstavci a na veku má po tri emailové medailóny znázorňujúce baníckú činnosť a v strede medailóny s motívom viery, nádeje a lásky. Je vysoká 28 cm a s majstrovskou značkou[20]. Pozoruhodná je aj kolekcia renesančných kalichov z inventára evanjelického (a. v.) kostola v Banskej Štiavnici. Jej vrcholom je konfirmačný kalich Ulricha Reuttera od banskoštiavnického zlatníka Michala Kleina z roku 1714. Je z pozláteného strieborného plechu s vloženými medailónmi donátorov. Má výšku 34 cm. Z evanjelického (a. v.) kostola v Baďane pochádza renesančný kalich s paténou jednoduchého hladkého tvaru, ako aj ďalší zo začiatku 17. storočia s beschlágovou ornamentikou, používaný ako kalich pre chorých na lôžku. Bartolomej Weigl zhotovil roku 1689 cibórium s podstavcom. Cibórium je z pozláteného Ag a má výšku 13 cm. Má samostatný podstavec vysoký 16,5 cm od zlatníka Tomáša Freiseisena z roku 1729.

Z rímskokatolíckeho farského Kostola Nanebovzatia Panny Márie sa zachovala unikátna monštrancia z polovice 17. storočia z pozláteného strieborného plechu vysoká 71,5 cm so vsadenými drahokamami, ktorú na začiatku 19. storočia zreštauroval zlatnícky majster Mikuláš Wiener. Má osemlalokovú nohu s cizelovanými akantovými ornamentmi a drahokamami, prechádza do hruškovitého nódu s liatou figurálnou skupinou dvoch mužov nesúcich strapec hrozna. Lúčovú monštranciu ovíjajú úponky s liatym ovocným a filigránovým kvetinovým dekorom. Vo vrchole z koruny vyrastá kríž s liatym korpusom[21]. Kanvičky na vodu a víno zhotovil zlatník Tobiáš Knott (Knoht) v druhej polovici 17. storočia z pozláteného Ag. Sú vysoké 12,5 cm a majú podnos s priemerom 30 cm. V Kostole sv. Mikuláša v Hodruši je cibórium od zlatníka A. I. s bohatou ornamentikou hrozna a hláv anjelov. Je pravdepodobné, že sa do Hodruše dostalo z Banskej Štiavnice, pretože rímskokatolícka fara bola fíliou fary v Banskej Štiavnici.

Z 18. storočia pochádza z dielní zlatníkov a strieborníkov oveľa viac predmetov. Súvisí to aj s prosperitou baníctva. Objednávateľmi umeleckých zlatníckych a strieborníckych predmetov boli jezuiti, ktorí si v Banskej Štiavnici a v Štiavnických Baniach vytvorili rezidencie. Je zaujímavé, že ich objednávky nestačili domáci majstri plniť. Jezuiti objednali omšové kalichy pre Kostol sv. Jozefa v Štiavnických Baniach, farský kostol v Banskej Štiavnici a Kalváriu u najznámejšieho zlatníka tých čias Jána Szillasyho z Levoče[22]. V Banskej Štiavnici navyše pôsobili vynikajúci majstri, akým bol Ján Gottlieb Tinns, Michal Lang, Michal Klein, no najmä zlatník s iniciálami E. K. (Eremiáš Kallmar alebo Eremiáš Kohlmaier?)[23].

Najstarším výsledkom zlatníckej práce je cibórium s baníckymi motívmi viažuce sa na rok 1745, dar od baníckeho spoločenstva a v Sigelsbergu (časť dnešných Štiavnických Baní) Kostolu sv. Jozefa na Vindšachte (časť dnešných Štiavnických Baní), sídle misie a neskôr rezidencie jezuitov. Cibórium nie je značené. Najcennejším predmetom je nepochybne omšový kalich z roku 1765 a monštrancia z roku 1769 s maľovanými emailovými medailónmi od Jána Szillasyho (1707–1782)[24]. Je zaujímavé, že boli zhotovené pre rezidenciu jezuitov a do hieronymitánskeho Kostola sv. Jozefa sa dostali po zrušení rehole jezuitov roku 1773. Z hľadiska baníckeho úžitkového umenia je spomenuté cibórium z pozláteného strieborného plechu s cizelovanými baníckymi motívmi v kartušiach, základmi aj kupé, uprostred s dvoma liatymi plastikami banských úradníkov v uniformách ako nosičov a vrcholiace plastikou puttiho nesúceho v košíku úlomky zlatej a striebornej rudy jedným z vrcholov zlatníckeho remesla. Kalich a monštrancia od J. Szillasyho, pri ktorých autor vyšiel z ustáleného kánonu ako konštrukcie liturgických predmetov v prospech farebného ozvláštnenia maľovaným sklom, emailom a polodrahokamami, sú skvostmi aj z hľadiska remeselníckej zručnosti. Kalich sv. Františka Xaverského z roku 1788, pravdepodobne posledná práca levočského zlatníka Jána Dávida Haendla (1736–1788), uzatvára kolekciu najcennejších výrobkov zlatníkov v kostole v Štiavnických Baniach. Z ďalších možno uviesť rokokové relikviáre sv. Jána Nepomuckého a sv. Kríža z okruhu banskoštiavnických zlatníkov z polovice 19. storočia.

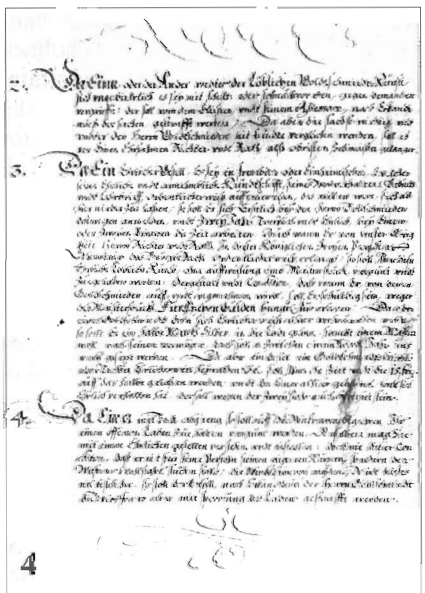
Pravdepodobne z Kalvárie pochádza 23 cm vysoký omšový kalich od J. Szillasyho z roku 1764. Je z pozláteného Ag s emailovými medailónmi a s kvetinovou ornamentikou z polodrahokamov a vyhotovili ho na počesť cisárskych návštev Habsburgovcov roku 1764. Z ranobarokového slohu až barokového klasicizmu pochádzajú kalichy od J. G. Tinnsa, M. Kleina a E. K. (Eremiáša Kallmara), ktorý zhotovil aj svietniky, kadidelnicu a navikuly. V štýle barokového klasicizmu je monštrancia rímskokatolíckeho farského kostola v Banskej Štiavnici, ktorú zhotovil zlatník Mikuláš Wiener po požiari kostola roku 1806. Z Kostola sv. Kataríny od E. K. pochádza kadidelnica a svietniky, ktoré tam boli pravdepodobne premiestnené z farského kostola.

Z Kostola Navštívenia Panny Márie v Podhorí je kalich, ktorý roku 1719 zhotovil banskoštiavnický zlatník J. G. Tinns, a monštrancia z pozláteného strieborného plechu i farebných sklíčok od Františka Söressa. Z dielne s majstrovskou značkou M. S. z polovice 18. storočia sa v rímskokatolíckom Kostole sv. Antona Pustovníka vo Svätom Antone zachoval omšový kalich a monštrancia slncového typu so štyrmi plastickými medailónmi štyroch evanjelistov doplnená farebnými sklami a polodrahokamami. Súbor predmetov dopĺňa obraz Škapuliar-


1


2

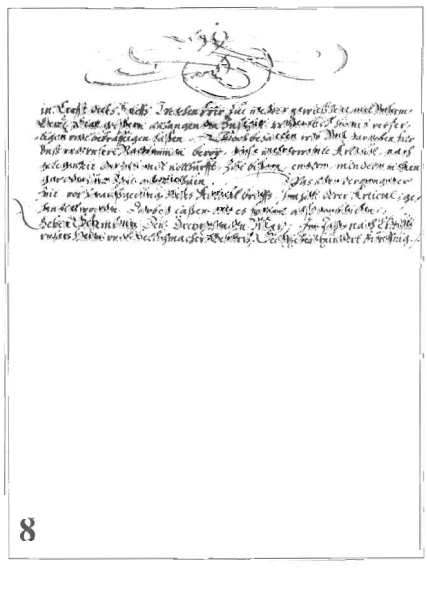

3


4

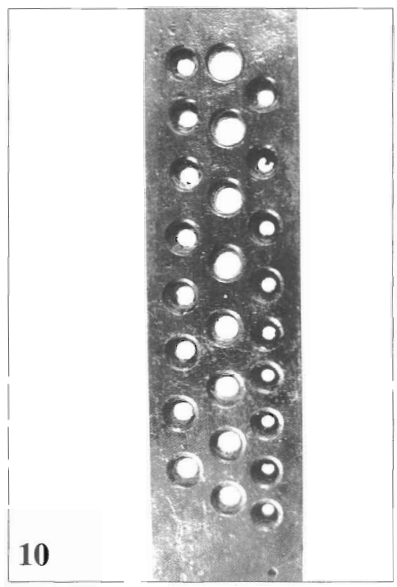

5


6

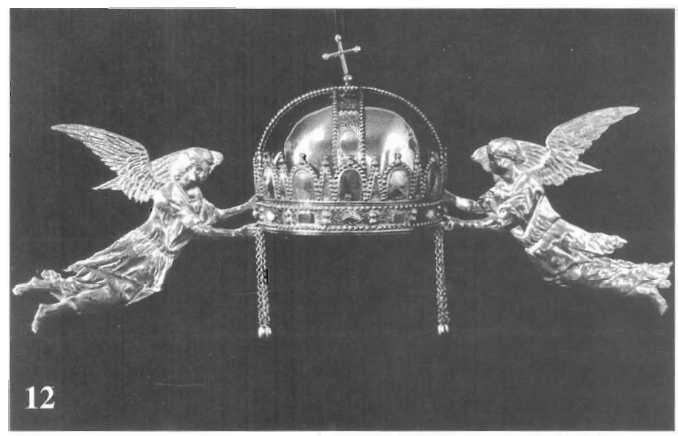

7


8


9


10


11


12

Opis fotografií: 1 – Pokál kremnickej Bratskej pokladnice, pozlátený strieborný plech, práca zlatníka zo stredoslovenských banských miest, prvá polovica 17. storočia, majetok SBM v Banskej Štiavnici. 2 – Nádoba – fľaša na koreniny (zázvor) s vrchnákom, majster Tobias Knott (Knoht?), pozlátený strieborný plech, druhá polovica 17. storočia, majetok SBM. 3–8 – Artikuly zlatníckeho cechu Banskej Štiavnice z roku 1650, majetok ŠOKA B. Štiavnica. 9 – Nálievka na odlievanie drahých kovov, prvá polovica 17. storočia, majetok SBM. 10 – Zlatnícky nástroj, železná doštička s tromi radmi dierok na ťahanie drôtu, začiatok 19. storočia, majetok SBM. 11 – Súbor 22 prsteňových zlatníckych mierok na drôtenej rúčke, 19. storočie, majetok SBM. 12 – Napodobenina koruny sv. Štefana s dvoma anjelmi, pozlátený strieborný a mosadzný plech, pôvodne z votívnej plastiky, majetok SBM, koniec 19. storočia.

Description of pictures: 1 – Tumbler of Kremnica Brother's treasury, gold-plated silver sheet, work of goldsmith from Centralslovakian mining towns, first half of 17th century, owner Slovakian Mining Museum (SMM) Banská Štiavnica. 2 – Box – bottle for appetizers (ginger) with cover, master Knott (Knoht?), gold-plated silver sheet, second half of 17th century, owner SMM. 3–8 – Artefacts of goldsmith's Association from 1650, owner ŠOKA (State district archive – SDA) Banská Štiavnica. 9 – Funnel for pouring of precious metals, first half of 17th century, owner SMM. 10 – Goldsmith's tool – iron lath with three banks of holes for pulling of wire, beginning of 19th century, owner SMM. 11 – Set of 22 ring goldsmith gauges on wire handle, 19th century, owner SMM. 12 – Imitation of crown of Saint Stephen with two angels, gold-plated silver and brass sheet, originaly from votive ornamental sculpture, owner SMM, end of 19th century.

skej Panny Márie zo začiatku 19. storočia s bohatými striebornými votívnymi darmi (terčíky, retiazky, šperky, filigrán). Panna Mária je zobrazená ako meštianka v dobovom odeve, ktorý je v regióne (Vindšachta, Beluj, Banská Belá) veľmi častý.

Od monogramistu E. K. je kalich z roku 1753 v hodrušskom Kostole sv. Mikuláša. Má bohatú ornamentiku rokaja, mušle a akantu. Od toho istého majstra je pacifikál z roku 1753, strieborné svietniky a procesiový kríž. Monštrancia slnkového typu je asi od M. Wienera. V baníckej lokalite Kopanice sú v rímskokatolíckom Kostole Nájdenia sv. Kríža liturgické predmety (monštrancia, kadidelnice, kalichy, navikuly) zhotovované od polovice 18. do polovice 19. storočia v dielňach banskoštiavnických zlatníkov. Rímskokatolícky farský Kostol sv. Jána Evanjelistu v Banskej Belej uzatvára miesta regiónu so sústredenými liturgickými predmetmi z dielní rozličných zlatníkov. Monštranciu z polovice 17. storočia pravdepodobne

zhotovil Tobiáš Knott (Knoht) a cibórium z prvej tretiny 18. storočia naznačuje dielňu J. G. Tinnsa. Pozoruhodné sú dva omšové kalichy s baníckymi motívmi, a to barokový z roku 1756 so značkou IGS (bratislavský zlatník Johann Christoph Stieger?), ktorý podľa tradície darovalo osadenstvo ťažiarstva štôlne Michal Kostolíku sv. Jána Nepomuckého v Banskej Belej. Banskoštiavnický zlatník a predstavený cechu Ján Štanga podľa neho roku 1840 urobil kópiu pre Kostol sv. Jána Evanjelistu. Obidva kalichy sú vzácnymi artefaktmi s baníckou tematikou. Umelecky a remeselne na vysokej úrovni je aj monštrancia bez značenia z poslednej štvrtiny 18. storočia, ktorá istými prvkami signalizuje autorstvo niektorého z banskoštiavnických zlatníkov.

Zachované historické pramene, predmetový materiál v zbierkovom fonde Slovenského banského múzea a v majetku cirkví dokumentujú bohatú históriu zlatníckeho a strieborníckeho remesla v Banskej Štiavnici a okolí. Jeho úroveň bola vysoká od stredoveku prakticky až po zánik cechov roku 1872. Popri domácich majstroch sa v časoch prosperity baníctva a naň nadväzujúcich výrobných odvetví v tomto regióne uplatnili aj zlatníci z iných oblastí. Vznikli predmety rozličného druhu, ktoré z remeselnej a umeleckej stránky nie sú prekonané dodnes.

Poznámky

[1] Marsina, R., 1990: Banskoštiavnické mestské a banské právo. *Zbor. Banské mestá na Slovensku. Martin, Osveta, 20–21.*

[2] Štátny okresný archív Banská Štiavnica (ďalej ŠOKA BŠ). Magistrát mesta Banská Štiavnica – materiál vrátený z Maďarského krajinského archívu (ďalej MMBŠ – MOL). *Počtov (účtovná) kniha mesta Banská Štiavnica (1359), 1364–1426; inv. č. 759.*

[3] Tamže, MMBŠ – vecná skupina Cechy; I. časť, kartón č. 1.

[4] A magyarországi céhes kézmüvesipar forrásanyagának katasztere. *Budapešť 1976, 2. diel, s. 22.*

[5] Nagybakay, P.: A magyarországi céhes kézmüvesipar jelvényei. *Budapešť 1995, s. 48.*

[6] ŠOKA BŠ, MMBŠ. Protokol zlatníkov a strieborníkov v Banskej Štiavnici 1823–1866; inv. č. 1881, nečísl.

[7] Toranová, E.: Zlatníctvo na Slovensku. Bratislava, Tatran, 1983, s. 188. Čelková, M.: Príspevok k výtvarným dejinám Banskej Belej. *Spravodaj č. 2–3/98, Banský výskum Prievidza, s. 138.*

[8] ŠOKA BŠ, MMBŠ, Kniha testamentov, inventárov majetkov 1542–1597; inv. č. 1832, s. 30.

[9] Slovenské banské múzeum Banská Štiavnica (ďalej SBN BŠ). Zbierkový fond ev. č. I. 4019.

[10] Tamže, ev. č. SH-625, 636, 637, 639, 649, 670–682, 691, NH-3720, NH-3845, SH-695

[11] Tamže, ev. č. SH-694

[12] Tamže, ev. č. SH-649, 622, 672, 686, 688

[13] Tamže, ev. č. VH-1482

[14] Tamže, ev. č. VH-1293

[15] Tamže, ev. č. VH-1957

[16] Tamže, ev. č. VH-1958

[17] Tamže, ev. č. VH-4123

[18] Tamže, ev. č. VH-358

[19] Tamže, ev. č. VH-419, 420–422, 444–447

[20] Toranová, E.: c. d., s. 13, 210, Slotta, R. & Labuda, J.: Bei diesem Schein kehrt Segen ein. *Deutsches Bergbau Museum Bochum 1997, s. 146.*

[21] Toranová, E.: c. d., s. 174. Slotta, R. & Labuda, J.: c. d., s. 148.

[22] Toranová, E.: c. d., s. 17, 194–195 a ďalšie. Čelková, M.: Výtvarné umenie na Štiavnických Baniach. In: Štiavnické Bane v histórii. *Vydal Obecný úrad v Štiavnických Baniach ako zborník prednášok zo seminára 25. a 26. 10. 1995, s. 112–134.*

[23] Na základe porovnania majstrovskej značky, ako aj ornamentiky a typológie liturgických predmetov s časovým zaradením záveru 18. storočia s archívnymi dokumentmi cechmajstra Eremiáša Kallmara predpokladáme, že sa pod značkou E. K. skrýva práve tento banskoštiavnický zlatník.

[24] Hromadová, L. & Cselényi, V.: Dielo levočského zlatníka Jána Szilassyho. *Katalóg k výstave vo Východoslovenskom múzeu v Košiciach. Košice 1967, bez strán.*

Konferencia/*Conference*

ZLATO NA SLOVENSKU

GOLD IN SLOVAKIA

15.–18. jún 1999, BANSKÁ ŠTIAVNICA

Vedecký program
Scientific program

15. jún 1999, utorok
(Banský dom)

13:00–13:30 Otvorenie konferencie, pozdravné prejavy
13:30–13:50 *Knésl, J. & Knéslová, A.:* Typy Au-mineralizácií na Slovensku a možnosti ich využívania
13:50–14:10 *Kolníková, E. & Minarovičová, E.:* Najstaršie razené zlato na Slovensku (keltské a rímske mince)
14:10–14:30 *Chebeň, I.:* Nálezy prvých zlatých predmetov na archeologických lokalitách Slovenska
14:30–14:50 *Hunka, J.:* Nálezy zlatých mincí na Slovensku a ich historický význam
14:50–15:10 *Slavkovský, J.:* Zlato v dejinách ľudstva, jeho ťažba a svetové ceny

15:40–16:00 *Jaremová, D.:* História písaná zlatom
16:00–16:20 *Hvožďara, P.:* Ryžoviská zlata v Západných Karpatoch
16:20–16:40 *Sombathy, L.:* K histórii dobývania zlata na Slovensku
16:40–17:00 *Kučera, M.:* Ranostredoveké dobývanie zlata na Slovensku
17:00–17:20 *Schrammová, Á.:* Zlato v tvorbe súčasných umeleckých šperkárov na Slovensku
17:20–17:40 *Krasnec, Ľ.:* Zlato v Národnej banke Slovenska
17:40–18:00 *Nelišerová, E. & Ďuďa, R.:* Zlato v mineralogických fondoch múzeí na Slovensku

18:45–19:45 Návšteva výstavy „Zlato na Slovensku" v Slovenskom banskom múzeu

16. jún 1999, streda
(aula Stredného odborného učilišťa lesníckeho)

08:00–08:15 *Franzen, J.:* Vyhľadávanie zlata na Slovensku v posledných dvadsiatich rokoch z prostriedkov štátneho rozpočtu
08:15–08:30 *Tözsér, J.:* Podmienky vykonávania geologických prác na území Slovenskej republiky
08:30–08:45 *Chovan, M., Putiš, M., Németh, Z., Maťo, Ľ., Andráš, P. & Jeleň, S.:* Rudné mineralizácie so zlatom v Západných Karpatoch, paleotektonická pozícia
08:45–09:00 *Tréger, M. & Baláž, P.:* Geologicko-ekonomické hodnotenie ložísk a výskytov zlata na Slovensku
09:00–09:15 *Bačo, P., Križáni, I. & Baláž, B.:* Distribúcia zlata vo východoslovenskom regióne z pohľadu šlichovej prospekcie
09:15–09:30 *Pomorský, F., Antonická, B. & Piovarcsy, K.:* Zlatý program kanadskej spoločnosti SloGold Resources Ltd na Slovensku
09:30–09:45 *Bačo, P., Jeleň, S., Koděra, P., Ďuďa, R., Košárková, M. & Repčiak, M.:* Zlato na ložisku Zlatá Baňa a ďalších výskytoch v Slanských vrchoch

10:15–10:30 *Miroššayová, E.:* Zlato v pravekých a včasnohistorických kultúrach východného Slovenska
10:30–10:45 *Zozuláková, K.:* Razba zlatých mincí v Uhorsku a košická mincovňa
10:45–11:00 *Slavkovský J.:* Výskyty a ťažba zlata v okolí Zlatej Idky
11:00–11:15 *Novotný, L., Háber, M., Križáni, I., Rojkovič, I. & Mihál' F.:* Zlato v staršom paleozoiku centrálnej časti Spišsko-gemerského rudohoria
11:15–11:30 *Maťo, Ľ., Sasvári, T., Jusko, F. & Sekula, F.:* Koncentrácia Au flotačnou úpravou tetraedritového koncentrátu Striebornej žily bane Mária v Rožňave
11:30–11:45 *Petro, M., Mjartanová, H. & Šoltýsová, H.:* Zlato v aluviálnych náplavoch pri Rimavskej Bani
11:45–12:00 *Horal, M. & Hvožďara, P.:* Zlato v sulfidickej mineralizácii na lokalite Hnúšťa–Ostrá (veporikum)

14:00–14:15 *Jesenský, M.:* Dejinný náčrt slovenskej alchýmie
14:15–14:30 *Baláž, P. & Liddell, K.:* Ultrajemné mletie v procesoch získavania zlata
14:30–14:45 *Križáni, I.:* Separácia neporušených zlatiniek z rúd a minerálneho odpadu ultrazvukom
14:45–15:00 *Valko, J.:* Analytické stanovovanie zlata v geologických materiáloch, koncentrátoch a zliatinách
15:00–15:15 *Miklovič, J. & Miklovičová, E.:* Analýza zlata v obchodnej praxi
15:15–15:30 *Štofková, M. & Štofko, M.:* Alternatívna metóda lúhovania zlata z domácich zdrojov
15:30–15:45 *Kušnierová, M.:* Biogénne procesy v úprave zlatonosných sulfidov

15:45–16:00 Panelová diskusia

16:30–16:45 *Tomášek, K., Rabatin, L. & Vadász, P.:* Metalurgia druhotných zdrojov zlata a striebra v realizačnom centre PLATAURUM
16:45–17:00 *Rabatin, L., Vadász, P. & Tomášek, K.:* Elektrolytická rafinácia striebra a zlata
17:00–17:15 *Vadász, P., Rabatin, L., Tomášek, K. & Janák, G.:* Mikroštruktúra zlatých zliatin
17:15–17:35 *Morávek, P.:* Přehled a význam zlatonosné mineralizace v České republice
17:35–17:50 *Večeřa, J.:* Analýza povrchových tvarů vzniklých těžbou Au
17:50–18:10 *Stefanova, V., Tudzarov, N. & Mitevski, G.:* Gold occurrences and deposits in the Buchim ore field, Eastern Macedonia

18:10–18:30 Diskusia, panelová diskusia

18:30–19:30 Zasadanie "Working Group of the CIDA MT Project"
Zasadanie výboru a členov slovenskej skupiny IAGOD
Premietanie videofilmov

17. jún 1999, štvrtok
(aula Stredného odborného učilišťa lesníckeho)

08:00–08:15 *Labuda, J.:* Ryžovanie zlata a začiatky osídlenia banskoštiavnického regiónu
08:15–08:30 *Jakab, Z.:* Ryžovanie zlata v Prenčove v 18. a 19. stor. v súvislosti so spracúvaním Au rúd v Štiavnických Baniach
08:30–08:45 *Čelko, M.:* Analýza produkcie zlata v stredoslovenskej banskej oblasti v polovici 16. storočia vo svetle historických prameňov
08:45–09:00 *Uher, P.:* Náučná cesta anglického mineralóga Edwarda Daniela Clarka po stredoslovenských ložiskách zlata a striebra roku 1802
09:00–09:15 *Čelková, M. & Čelko, M.:* Zlatnícke remeslo a výrobky zlatníkov v Banskej Štiavnici a okolí
09:15–09:30 *Lexa, J. & Tréger, M.:* Au-potenciál štiavnicko-hodrušského rudného obvodu
09:30–09:45 *Smolka, J.:* Ložiskový prieskum Au-Ag rúd v Štiavnických vrchoch v poslednom desaťročí

10:15–10:30 *Šály, J. & Prcúch, J.:* Štruktúrno-tektonické a mineralogické pomery Au mineralizácie v bani Rozália (Hodruša–Hámre)
10:30–10:45 *Jeleň, S., Háber, M. & Rojkovičová, Ľ.:* Mineralogická charakteristika zlata drahokovových asociácií v štiavnicko-hodrušskom rudnom rajóne
10:45–11:00 *Hock, M.:* Úprava štiavnických a kremnických zlatostrieborných rúd v 18. a 19. storočí
11:00–11:15 *Jágerský, I.:* Technológia získavania Au koncentrátov v gravitačnoflotačnej úpravni Slovenská banská, s. r. o., Hodruša–Hámre
11:15–11:30 *Ficeriová, J., Baláž, P. & Gešperová, D.:* Nekyanidové spôsoby lúhovania zlata a striebra koncentrátu z Hodruše predupraveného ultrajemným mletím
11:30–11:45 *Holub, V.:* Možnosti odbytu produktů s obsahem drahých kovů platinové skupiny v Evropě
12:00–12:15 *Bahna, B. & Chovan, M.:* Morfológia a chemické zloženie zlata z Pukanca
11:45–12:00 *Rojkovič, I. & Rojkovičová, Ľ.:* Medenoporfýrová mineralizácia so zlatom pri Slatinských Lazoch

12:00–12:30 Diskusia

14:00–14:15 *Novák, J.:* Kremnica – najvýznamnejšie stredisko ťažby zlata v stredoveku
14:15–14:30 *Veľký, P.:* Výsledky vyhľadávacieho prieskumu Au-Ag rúd v južnej časti kremnického rudného poľa
14:30–14:45 *Maťo, Ľ., Finka, O. & Bartalský, B.:* Kordícke súvrstvie v centrálnej a južnej časti Štiavnického stratovulkánu (ložisko Kremnica) – „fundament a bariéra" drahokovových štruktúr 1. žilného systému, fakty a indície
14:45–15:00 *Bartalský, B. & Finka, O.:* Nové výsledky geologického prieskumu 1. žilného systému kremnických drahokovových žíl
15:00–15:15 *Šeňová, N.:* Historické zlaté medailové ražby kremnickej mincovne
15:15–15:30 *Skladaný, M.:* Kremnický dukát – tvrdá valuta stredovekej Európy
15:30–15:45 *Žilák, J.:* Výskyt a ťažba zlatých rúd na niektorých lokalitách stredného Slovenska v druhej polovici 16. storočia
15:45–16:00 *Bakoš, F. & Chovan, M.:* Genetické typy zlata v oblasti Magurky (Nízke Tatry)

16:30–16:45 *Michálek, J.:* Geologickoložisková charakteristika Au-polysulfidickej mineralizácie ložiska Dve vody–Karol v Ďumbierskych Tatrách
16:45–17:00 *Stankovič, J.:* K typomorfným vlastnostiam arzenopyritu W-Au zrudnenia Jasenie-Kyslá, Nízke Tatry
17:00–17:15 *Galvánek, J.:* Výskyt zlata na lokalite Harmanec
17:15–17:30 *Michal, S. & Uher, P.:* Zlato v Malých Karpatoch – historický prehľad
17:30–17:45 *Tulis, J.:* Zlato v jaskynných sedimentoch

17:45–18:00 Diskusia
18:00–18:30 Záver konferencie
18:30–19:30 Zasadanie členov Slovenskej asociácie ložiskových geológov

Panelová diskusia
Andráš, P., Dubaj, D. & Kotulová, J.: Využitie arzenopyritového termometra na Sb-Au ložisku Pezinok
Ďuďa, R.: Minerály zlata
Kyselica, M. & Hvožďara, P.: Morfológia a chemické zloženie zlata v rozsypoch veporika
Maťašovský, M.: Zlato v zlepencoch krynickej jednotky magurského flyšu
Smirnov, A.: Alluvial gold in Nižná Boca (Nízke Tatry Mts.)

18. jún 1999, piatok

EXKURZIE

A. Banská Štiavnica (vedúci: Ing. Ján Smolka, CSc. a RNDr. Ivan Križáni)
– prehliadka historického jadra mesta a expozície Nového zámku
– prehliadka expozície baníckeho skanzenu spojená s fáraním
– prehliadka háld starších i novších banských diel
– prehliadka lokalít náučného chodníka po žile Terézia

B. Hodruša–Hámre (vedúci: Ing. Richard Kaňa a Ing. Ivan Jágerský)
– fáranie na bani Rozália (max. 20 účastníkov)
– návšteva skanzenu – fáranie na bani Všechsvätých
– prehliadka historického jadra Banskej Hodruše, ukážka ryžovania zlata
– prehliadka gravitačno-flotačnej úpravne ťaženej rudy
– prehliadka priestorov Slovenskej asociácie zlatokopov a expozície rudných vzoriek bane Rozália
– turistická vychádzka po historických baníckych pamätihodnostiach okolia Hodruše

C. Kremnica (vedúci: PhDr. Nadežda Šeňová a PhDr. Peter Zoričák)
– návšteva Múzea mincí a medailí
– návšteva Mestského hradu
– návšteva historických objektov Mincovne Kremnica
– prehliadka ložiska Au na Šturci

GeoVestník

Informačný spravodajca pre geológiu, baníctvo, úpravníctvo a životné prostredie

Príloha časopisu Mineralia Slovaca, roč. 31, č. 3–4

Obsah

Ložisko zlata Hišikari v Japonsku 1
Ložisko zlata Kloof v Južnej Afrike 3
Podpora trvalo udržateľného rozvoja 5
Bratislavský mineralogický klub 6
Inzercia 7
Inzercia 8

Ložisko zlata Hišikari v Japonsku

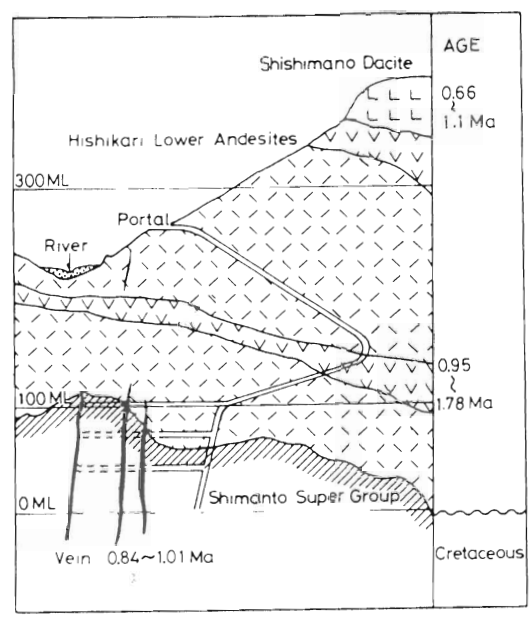
Obrovské epitermálne žilné ložisko Hišikari je bonanzovým typom ložiska s najvyšším priemerným obsahom Au v rude na svete (až 55 g/t). Leží v západnej časti ostrova Kjúšu a skladá sa z troch žilných systémov – Main (nazývané aj Honko), Jamada a Sandžin. Ložisko objavila roku 1981 Regionálna geologická služba v Japonsku (MMAJ). Žily nevychádzajú až na povrch, a preto sa objavili až pri geofyzikálnom prieskume, ktorý zistil pozitívnu gravitačnú anomáliu reprezentujúcu výzdvih bloku podložia. Nasledujúci vrtný prieskum objavil skryté žilné štruktúry s vysokým obsahom Au a ložisko sa začalo ťažiť už roku 1985.

Žilný systém Main bol objavený ako prvý a tvorí ho päť hlavných skupín žíl (Roysen, Zuisen, Hosen, Daisen a Kinsen) a početných žiliek, ktoré sú pomerne strmo sklonené (70–90°). Ruda má priemerný obsah 80 g/t. Žilný systém Jamada leží asi 1,2 km na JZ od ložiska Main a hlavná skupina žíl (Jusen) je v telesách andezitu. Koncentrácia Au je tu už nižšia (20–25 g/t). Žilný systém Sandžin bol objavený ako posledný, leží 400 m na JV od ložiska Main a tvoria ho dve žily (Keisen a Šosen). Žily sa opäť vyskytujú v sedimentoch šimantskej skupiny, ako aj v andezite a dosahujú priemerný obsah Au 70 g/t.

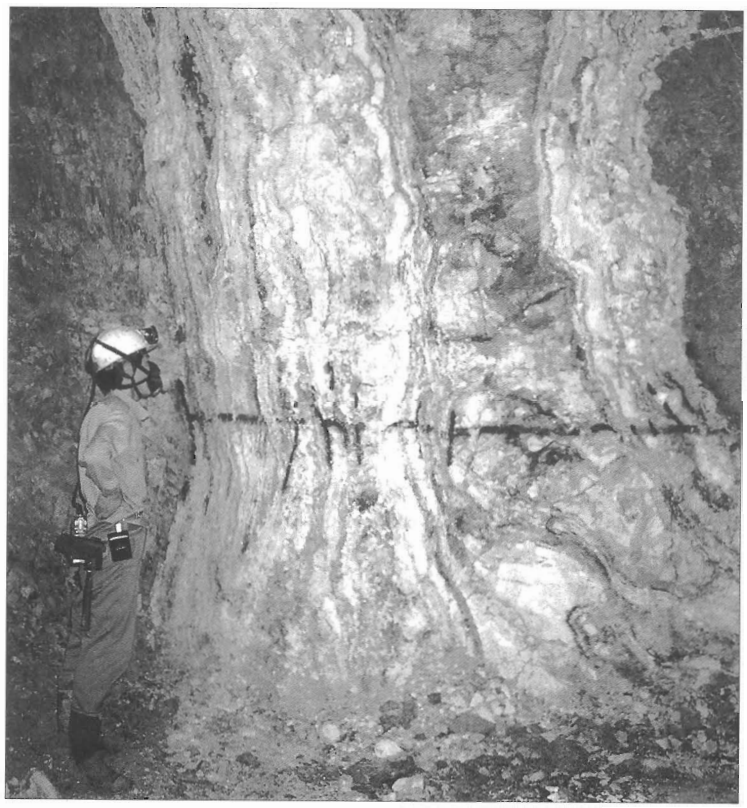
Geológia ložiska

Na geológii ložiska sa zúčastňuje najmä šimantské súvrstvie kriedového veku a na ňom sú nekonformne uložené kvartérne vulkanické horniny. Šimantské súvrstvie tvoria telesá bridlice, pieskovca a droby. V ložiskovej oblasti nevychádza na povrch. Kvartérnymi vulkanitmi sú rozličné typy kvartérneho andezitu a dacitu. Žilné štruktúry sú hlavne v sedimentoch šimantskej skupiny a pri dosiahnutí nadložného horizontu telies andezitu sa postupne strácajú. Preto je obsah Au vyšší v žilách lokalizovaných v šimantských sedimentoch, kým obsah Au a hrúbka žíl nad diskordanciou rapídne klesajú.

Ložisko Hišikari dobre ilustruje význam kompetentnosti hornín v dilatačnom štruktúrnom prostredí pri lokalizácii bonanzovej koncentrácie Au. Zlatonosné žilné štruktúry sú na prieseku hlavných prechádzajúcich štruktúr so stavbou zdvihnutého dómu predvulkanického podložia. Zdvihnutú pozíciu šimantského súvrstvia dobre dokumentuje pozitívna gravitačná anomália. Dilatácie boli schopné iba sedimenty šimantského súvrstvia, lebo nadložné vulkanity sa pri pokračujúcich deformáciách správali plasticky, a tak sa Au sústredilo v pomerne malom (100 m) vertikálnom intervale vo vrchnej časti súvrstvia.



Obr. 1. Schématický rez ložiskom Hišikari, centrálnou časťou žilného systému Main, kde väčšina žíl je lokalizovaná v kriedových sedimentoch (Izawa et al., 1990).



Obr. 2. Au žila v čelbe ložiska Hišikari.

Mineralógia a alteračné prejavy

Žilný systém Hišikari sa pokladá za typické nízkosulfidačné epitermálne Au-Ag ložisko s charakteristickou prítomnosťou aduláru, kremeňa a ílových minerálov (najmä smektitu) vo výplni žíl. Pomer Ag/Au je značne premenlivý, od >1 vo vrchných častiach po 0,5 na spodných horizontoch. Alteračné prejavy v okolí žíl tvoria len úzke, niekoľko cm široké zóny s chloritom a illitom, avšak v nadložných telesách andezitu siahajú až po súšasný povrch. Alterácie majú klasickú vertikálnu zonálnosť: asociáciu chlorit–illit bližšie pri povrchu nahrádza zmiešanovrstvový illit–smektit a chlorit–smektit, kremeň–smektit, cristobalit–smektit–kaolinit a alunit–cristobalit/ /tridymit. Táto zonalita odráža prechod od blízko neutrálnych, pomerne horúcich podmienok asociujúcich pri vzniku kremenno-adulárovej výplne žíl v hĺbke k chladným pripovrchovým podmienkam, asociujúcim s poklesávajúcimi kyslosulfátovými a bikarbonátovými kondenzovanými fluidami.

Kolomorfne pásikovaná žilná výplň má nasledujúcu zonalitu: pri okraji žíl sa strieda kremeň s adulárom, v centre žíl kremeň a íl (smektit ± kaolinit, illit, chlorit). Lokálne sa vyskytuje aj sadrovec, karbonáty (kalcit a Mn-Fe-Ca karbonát) a zeolity (laumontit a wairakit). Hrubé pásiky sú z blokového aduláru a vločkovitého kremeňa a pravdepodobne predstavujú pseudomorfózy po čepeľovitom kalcite alebo depozíciu priamo z vriaceho fluida. Vek Au mineralizácie sa K-Ar datovaním aduláru stanovil na 0,84–1,01 Ma. Au vystupuje vo forme elektra (priemerná rýdzosť 700) a bežne asociuje s chalkopyritom, naumannitom (Ag selenid) a pyrargyritom alebo sa vo forme izolovaných zŕn vyskytuje v kremeni. Vysoký obsah Ag je v tenkých čiernych sulfidických pásikoch, ktoré sú zo Cu-Ag sulfosolí, sulfidov, teluridov a selenidov, ktoré sa často vyskytujú medzi staršími adulárovo-kremennými pásikmi a mladšími smektitovo-kremennými pásikmi.

Genéza a podmienky vzniku

Je rad dôkazov o tom, že sa ložisko Hiširaki formovalo vo veľmi malej epitermálnej hĺbke kvartérneho hydrotermálneho systému. Indikujú to alteračné prejavy v nadložných vulkanitoch, nízka homogenizačná teplota fluidných inklúzií a výskyt lakustrinných sedimentov vo výplni explozívneho krátera priamo nad žilným jamadským systémom.

Detailne sa študovali aj stabilné izotopy O. Izotopickým výskumom vzoriek odobraných naprieč zlatonosnou žilnou štruktúrou sa zistilo, že je preukazný vzťah medzi ľahkým $\delta^{18}O$ kremeňa (a $\delta^{18}O$ koexistujúcej vody) a poklesom obsahu Au od kontaktu s okolitou horninou smerom do vnútornej časti žíl, ktorý pravdepodobne odráža miešanie izotopicky ťažkej vody s meteorickou. Preto je pravdepodobné, že za vyšší obsah Au v mineralizačnom fluide je zodpovedné magmatické fluidum. Na druhej strane magmatická zložka v cirkulujúcej meteorickej vode umožnila z okolitých hornín získať vyššiu koncentráciu Au pri primárnej neutralizácii reaktívnych komponentov.

Pri detailnom výskume sa v ložisku rozlíšili dve hlavné mineralizačné fázy:

1. Iniciálna, zastúpená depozíciou kremenno-adulárovej žiloviny za relatívne vyššieteplotných podmienok (210–240 °C) z vriaceho fluida. Vytvorila sa aj alteračná zóna s chloritom–illitom, zmiešanovrstvovým ílom a smektitom a podradnejšia Au mineralizácia.

2. Zlatonosná, o ktorej sa predpokladá, že vznikla ako výsledok ochladenia magmatického fluida obsahujúceho kovy, ktoré nastalo pri miešaní sa s povrchovou acidnou sulfátovo-bikarbonátovou vodou. Lokálne bola táto fáza súčasná s iniciálnou, avšak dominantnou sa stala až v neskorých štádiách. Reprezentuje ju depozícia drobných pásikov jemnozrnného kremeňa,ílu a asociujúcich sulfidov, teluridov/selenidov a Au mineralizácie až v bonanzovej koncentrácii. Depozícia prebiehala už pri podstatne nižšej teplote (<100–150 °C) a pri nižšom pH fluida ako pri kremenno-adulárovej žilovine.

Údaje o ťažbe

Vlastníkom ložiska Hišikari je firma Sumitomo Metal Mining Co., Ltd. Na ťažbu využíva bezkoľajový systém a na dopravu dieselové mobilné stroje cez dvojicu paralelných sklonených šácht. Ťažobnou metódou je ústupkové dobývanie. Ťažbu sťažuje prítomnosť horúcej vody v žilných štruktúrach (cca 65 °C), ktorá sa musí ustavične odčerpávať (9 m^3/min). Ruda sa od hlušiny oddeľuje ručne a triedičkou. Vytriedená ruda sa posiela na lodiach do spracúvateľského závodu Toyo. Ložisko má 221 zamestnancov a jeho ročná produkcia je 150 000 t rudy s obsahom 55 g/t, t. j. 8 t Au za rok. Zásoba je vyčíslená na 5,2 mil. t rudy obsahujúcej 250 t Au.

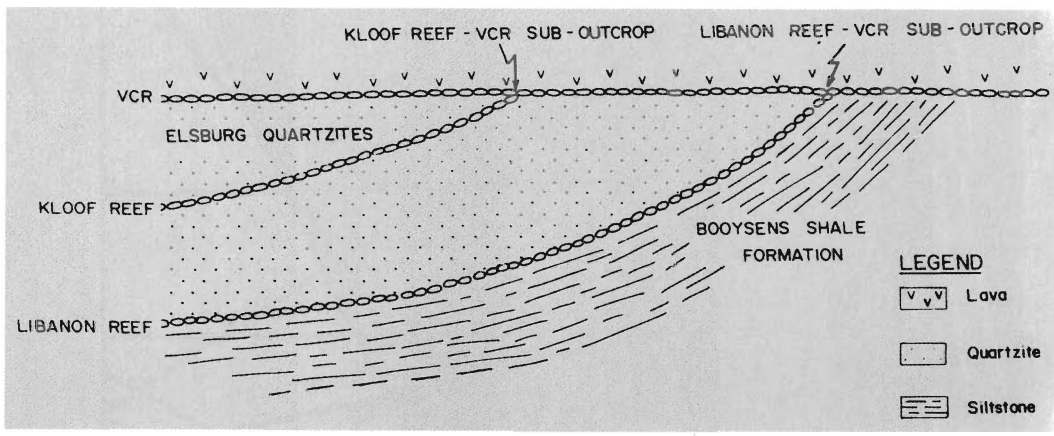
Podľa publikovaných článkov a propagačných materiálov o ložisku spracovali Peter Koděra a Pavol Grecula.

Pôvodné materiály o ložisku a vzorky záujemcom poskytne druhý autor.

Ložisko zlata Kloof v Južnej Afrike

Ložisko Au Kloof sa nachádza v správnej oblasti Westonaria a od Johannesburgu je vzdialené asi 48 km. Patrí do skupiny baní juhoafrického zlatonosného poľa vo Witwatersrande, ktoré zaberá plochu 300 x 150 km.

Ložisko Kloof leží na JV od dávnejšie známeho ložiska Libanon. Prieskum ho objavil v priestore, v ktorom sa predpokladalo pokračovanie do hĺbky sa skláňajúcej skupiny zlatonosného obzoru ventersdorpského kontaktného rifu. Ložisko sa od roku 1950 overovalo vrtným prieskumom, roku 1964 sa vybudovali dve šachty a začala sa podzemná ťažba.



Obr. 1. Pozícia Au zóny Kloof vo witwatersrandskej superskupine.

Geológia ložiska

Na geológii ložiska sa zúčastňuje transvaalsky vrstvový sled a venterdorpské a witwatersrandské súvrstvia. Zlatonosné sú konglomerátové obzory witwatersrandského súvrstvia a bázy venterdorpského súvrstvia.

Najspodnejšie je witwatersrandské súvrstvie archaického veku. Tvorí ho hrubá vrstva klastických metasedimentov, ktorých zrnitosť smerom nahor rastie. Vrchný horizont, s hrúbkou 3 km, sa skladá najmä z konglomerátov a obsahuje väčšinu ekonomickej akumulácie Au celej oblasti. Witwatersrandské zlatonosné pole postihla regionálna metamorfóza fácie zelených bridlíc. Na witwatersrandskom súvrství sú konkordantne uložené venterdorpské metabazalty (2716 Ma) a na nich je zase diskordantne uložený spodnoproterozoický transvaalsky vrstvový sled na báze s formáciou Black Reef. Sedimenty a vulkanity transvaalskeho vrstvového sledu vychádzajú až na súčasný povrch ložiska.

Rudné telesá ložiska Kloof, ako aj celej witwatersrandskej oblasti, sú reprezentované lavicami konglomerátov oddelenými polohami kvarcitov. Hrubšie rudonosné horizonty sa označujú ako rify (reefs), majú hrúbku do 50 m a polohy konglomerátov sú hrubé od niekoľkých cm do 3 m. Ťažené obzory sú hrubé 3,6 m, obsah Au v nich je 10–12 g/t, tiahnu sa na vzdialenosť desiatok km a banské diela ich sledujú do hĺbky 3800 m.

Ložisko Kloof má niekoľko rudonosných horizontov, a to kloofský (Kloof reef), libanonský (Libanon reef) a venterdorpský (Venterdorp contact reef). Najdôležitejším objektom ťažby je venterdorpský rif. Je na báze venterdorpského súvrstvia metabazaltov a dosahuje hrúbku 0–7,5 m (v priemere 1 m). Kloofský rif (hrubý ± 6 m) s libanonským (hrúbka 0–3 m) sú súčasťou kimberleysko-elsburskej skupiny, patriacej do vrchného horizontu witwatersrandského súvrstvia.

Mineralógia

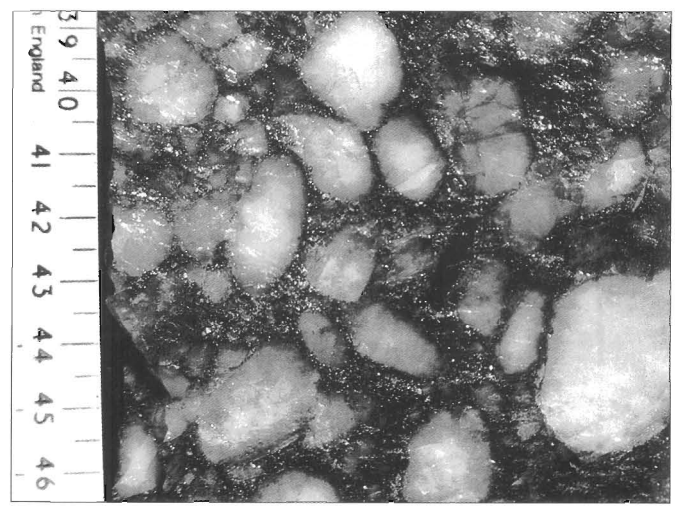
Zlatonosné konglomeráty sú oligomiktné alebo monomiktné a tvoria ich zaoblené, miestami rozdrvené obliaky svetlého kremeňa, zriedkavejšie obliaky kvarcitov a bridlice. Obliaky sú rozličnej veľkosti (8–256 mm).

Mineralogické údaje o ložisku Kloof nie sú, ale známe sú všeobecné mineralogické pomery ložísk witwatersrandského zlatonosného poľa.

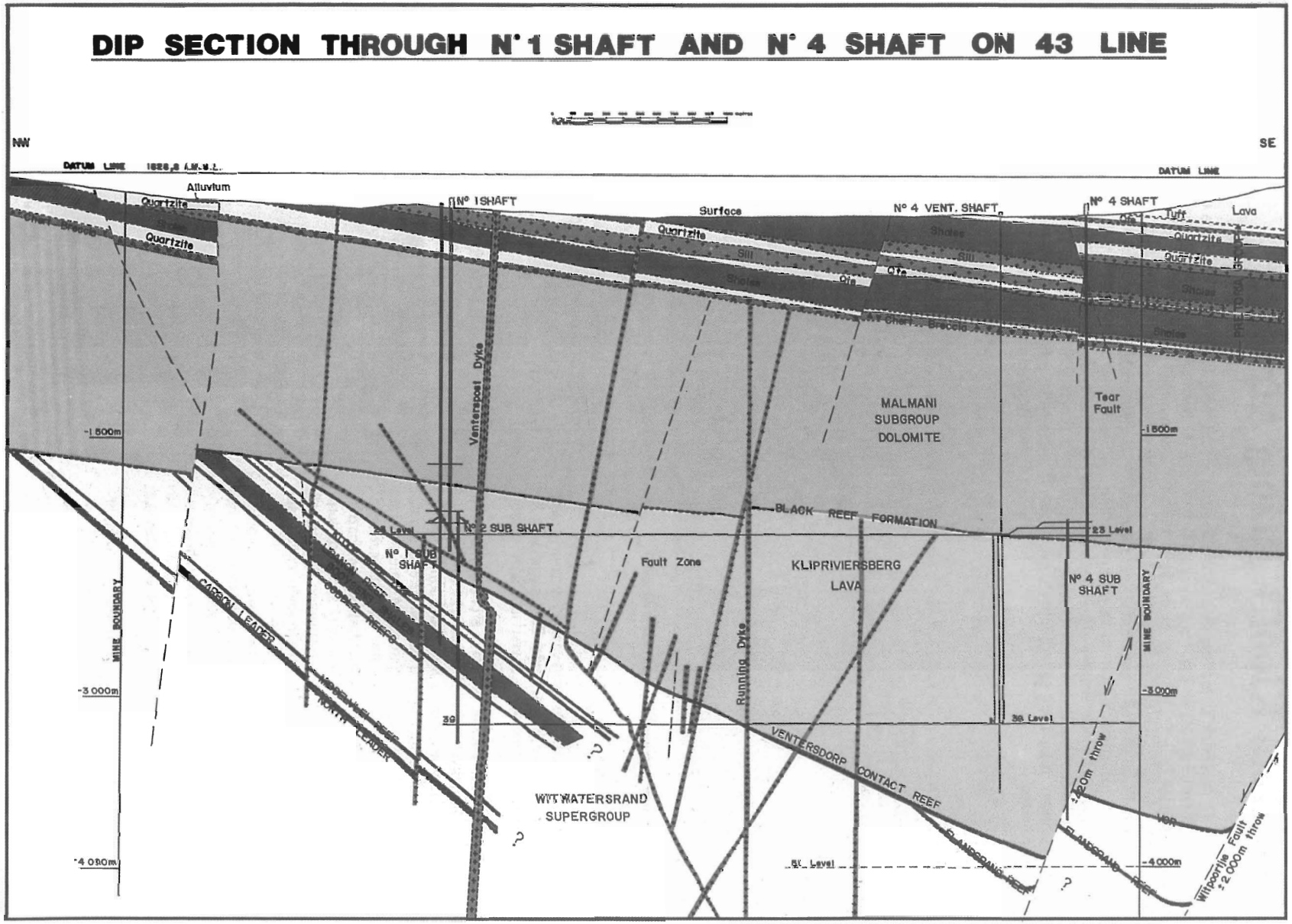
Zrná Au z tohto poľa sú veľké 0,001–0,1 mm a rýdzosť Au 389–932. Au tvorí oválne zrniečka v sulfidoch alebo tenké sekundárne prežilky prestupujúce cementom. Tmavý tmel konglomerátov je z kremeňa, sericitu, chloritu, chloritoidov, karbonátov a sulfidov, z ktorých je najrozšírenejší pyrit. Vyskytuje sa tu aj pyrotín, arzenopyrit, galenit, sfalerit, pentlandit, kobaltín, millerit, linneit, algodonit, gesdorffit a skutterudit. V bazálnych častiach tmelu polôh zlepenca sa vyskytujú U minerály.

Genéza

Ložiská witwatersrandského zlatonosného poľa sa najčastejšie interpretujú ako fosílne rozsypy. Svedčí o tom priestorové rozmiestnenie Au a nález fosílnych mikroorganizmov v tmele zlepenca.



Obr. 2. Rudonosné zlepence v ložisku Kloof.



Obr. 3. Geologický rez ložiskom Kloof v línii šachty 1 a 4.

Podľa tejto hypotézy prevažnú väčšinu Au spolu s ťažkými minerálmi transportovali rieky z okolia okrajov bazéna, kde bola vystavená ďalším mechanickým a chemickým procesom koncentrácie. Atmosféra chudobná na O podporovala zachovanie detritických sulfidov, rýdzich prvkov a uraninitu. Po pochovaní a pravdepodobne počas diagenézy sa spektrum minerálov – vrátane Au – ďalej modifikovalo rozpúšťaním, rekryštalizáciou a migráciou niektorých komponentov na krátku vzdialenosť.

V ostatnom období sa objavili aj teórie predpokladajúce prínos Au súčasný s regionálnou metamorfózou, deformáciou a alteráciou. Podľa tohto náhľadu sa na vzniku rudonosných konglomerátov zúčastňovali predkambrické paleosóly metasomatického pôvodu indukované hypotetickými hydrotermálnymi roztokmi. Ale na podopretie tejto teórie je doteraz málo dôkazov. Pravdepodobnejšie je, že sú sedimentárnodiagenitického pôvodu.

Údaje o ťažbe

Ťažba Au v Juhoafrickej republike je v rukách súkromného sektora, ale príjem z ťažby Au do štátneho rozpočtu činí 30 % z jeho celkovej čiastky. Podľa údajov, ktoré sme získali od predstaviteľov bane Kloof, pri ťažbe nerastov v JAR pracuje cca 400 000 ľudí, z toho polovica pri ťažbe Au. Najvyššia produkcia Au bola r. 1972, a to 1200 t kovu, kým r. 1996 iba 500 t kovu. V zlatej zóne sa ťaží ruda z obsahu 5 g/t (pripovrchové časti), ale v hlbších častiach ložiska až 22 g/t a priemerný obsah je 8 g/t. V ložisku Kloof je priemerný obsah Au 14 g/t a ročne sa z neho vyťaží 24 t kovu. Hrúbka rudonosného horizontu je od niekoľkých cm do 200 cm. Ťažba je v hĺbke 2 až 2,9 km a pripravuje sa až do hĺbky 4 km, kde sa očakáva teplota okolo 40 °C. V bani Kloof pracuje 12 000 ľudí a n a povrchu ďalších 7000. Na ložisku pracuje sedem geológov. Štátna Geologická služba JAR tu nezabezpečuje žiadne geologické práce, ani sa presnejšie neoveruje rudná zásoba Au rudy, iba sa uvádzajú prognózne zdroje.

Podľa publikovaných článkov a propagačných materiálov o ložisku spracovali Peter Koděra a Pavol Grecula.

Pôvodné materiály o ložisku a vzorky záujemcom poskytne druhý autor.

Podpora trvalo udržateľného rozvoja

Príprava Národnej stratégie trvalo udržateľného rozvoja v Slovenskej republike (ďalej Stratégia) vychádza zo záverov konferencie OSN o životnom prostredí a rozvoji (UNCED) v Riu de Janeiro (1992) a z uznesenia vlády Slovenskej republiky č. 118/1992 o pripojení sa k Agende 21.

Definitívnu verziu Stratégie predložilo Regionálne environmentálne centrum Slovensko (ďalej REC).

Rada projektu pracuje v tomto zložení: Ing. Pavel Toma (MŽP SR), riaditeľ projektu, RNDr. Kamil Vilinovič (REC), manažér projektu, Lykke Andersen (UNDP – Regionálne podporné centrum Bratislava), Ing. Vladimír Hudek, CSc. (riaditeľ REC).

Odbornú časť definitívnej verzie Stratégie pripravil tím expertov Slovenskej akadémie vied a Univerzity Komenského v tomto zložení: doc. RNDr. Mária Kozová, CSc., doc. PhDr. Ján Pašiak, CSc., PhDr. Juraj Podoba, CSc., Ing. Ivan Klinec, RNDr. Mikuláš Huba, CSc., a RNDr. Vladimír Ira, CSc.

Riadiaca komisia projektu má 26 členov (12 z ministerstiev SR, 3 z Ekofóra a po 1 z Konfederácie odborových zväzov SR, Združení miest a obcí Slovenska, Únie miest a obcí Slovenska, Slovenskej obchodnej a priemyselnej komory, Asociácie zamestnávateľských zväzov a združení SR, Univerzity Komenského v Bratislave, Slovenskej technickej univerzity vo Zvolene, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, Slovenskej akadémie vied, Rady mládeže Slovenska a Národnej rady SR).

Prvé zasadnutie riadiacej komisie sa konalo 8. marca 1999 a prerokovalo definitívnu verziu projektu.

Z rozsiahleho prerokúvaného materiálu vyberáme nasledujúce informácie.

Účel a ciele Stratégie

Účelom Stratégie je zladenie ekonomického, sociálneho a environmentálneho hľadiska rozvoja SR na všetkých úrovniach – národnej, regionálnej až lokálnej. Stratégia bude významným pomocníkom pri napĺňaní odporúčaní UNCED, ktoré žiada od členských štátov OSN vypracovať takýto dokument do roku 2002.

Jeho cieľom je sformulovať a schváliť celospoločensky prijateľnú a prospešnú národnú Stratégiu v spolupráci všetkých zložiek, orgánov a záujmových skupín spoločnosti. Predpokladá sa, že Stratégiu prerokuje a schváli vláda SR a Národná rada SR ako širokospektrálny záväzný koncepčný dokument. V nadväznosti na Stratégiu sa vypracuje realizačný dokument a akčný program Stratégie.

Predpokladané výstupy Stratégie

Výstupom projektu okrem dvoch menších častí zameraných na regionálnu Agendu 21 a program „malých grantov" bude Stratégia ako rozvojový dokument vlády SR, stanovujúci zásady a hlavné ciele rozvoja SR tak, aby vytvárali predpoklady na trvalo udržateľný rozvoj.

Stratégia by mala mať nasledujúcu štruktúru: úvod, analýza súčasného stavu problematiky v SR, zásady a hlavné ciele trvalo udržateľného rozvoja, ciele národnej stratégie trvalo udržateľného rozvoja a nástroje realizácie.

Výstupy a odporúčania Stratégie by mali byť krátkodobé – do roku 2005, strednodobé – do roku 2010 a dlhodobé – do roku 2020 a ďalej.

Zainteresované subjekty

Do celej prípravy a implementácie národnej Stratégie by sa v zmysle Agendy 21 mali zapojiť všetky „hlavné skupiny" spoločnosti – vláda, samospráva, mimovládne organizácie a neziskový sektor, podnikateľská sféra, vedecké pracoviská, školstvo, prostriedky masovej komunikácie, finančný sektor, záujmové združenia, verejnosť atď.

Perspektívy a spôsoby využívania Stratégie v praxi

Po schválení Stratégie vládou SR a NR SR by sa mal vypracovať akčný program jej praktického využívania, vytvoriť politické, legislatívne, koncepčné, ekonomické, inštitucionálne a personálne predpoklady jej uplatňovania a mechanizmy na kontrolu plnenia odporúčaní v praxi. Potom by sa mali vypracovať sektorové, príp. odvetvové a regionálne stratégie vychodiace zo Stratégie a konkretizujúce ju.

Akčný program využívania Stratégie by mal definovať ciele a časový rozvrh ich plnenia, určiť zodpovedné subjekty, potrebu finančných prostriedkov a ďalšie náležitosti (napr. environmentálne a sociálne vplyvy) umožňujúce transparentné hodnotenie jej realizácie (komplexný akčný plán nie je súčasťou projektu).

Príprava na fungovanie Stratégie v praxi by mala prebiehať súbežne a koordinovane na národnej, regionálnej a miestnej úrovni. Formou úvodných regionálnych projektov a tzv. malých grantov na lokálnej úrovni by sa malo zisťovať, do akej miery Stratégia spĺňa očakávania pri jej praktickom využívaní.

Riadiaca komisia projektu sa okrem iného rozhodla rozšíriť počet svojich členov o troch – splnomocnenca vlády SR pre reformu štátnej správy, zástupcu Štatistického úradu SR, zástupcu Úradu stratégie rozvoja spoločnosti, vedy a techniky SR, ako aj vytvoriť expertné skupiny podľa tematických oblastí, sektorov a činností a vypracovať kritériá na výber regiónu úvodného projektu Regionálna Agenda 21.

Stratégiu nemožno chápať a plniť ako environmentálne neprijateľný a proti trvalej udržateľnosti rozvoja pôsobiaci doplnok hospodárskej politiky. Základné princípy Stratégie treba nevyhnutne premietnuť do hospodárskej a sociálnej politiky tak, aby sa trvalá udržateľnosť rozvoja SR stala jednou z rozhodujúcich úloh a jedným z hlavných princípov hospodárskej a sociálnej politiky SR.

Za dôležité treba pokladať aj úsilie dosiahnuť, aby si zainteresované subjekty uvedomili, že Stratégia nie je dokumentom rezortov či istých zainteresovaných skupín, ale zásadným dokumentom rozvoja celej SR.

Adrián Panáček
člen riadiacej komisie projektu za AZZZ

Bratislavský mineralogický klub

Bratislavský mineralogický klub (BMK) bol založený pred dvomi rokmi 5. februára 1997 ako dobrovoľné združenie zberateľov a priateľov minerálov z Bratislavy a celého Slovenska. Vznikol na pôde Katedry mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK a svojou činnosťou nadväzuje na zaniknutý mineralogický klub, ktorý tam pôsobil koncom 70. a v 80. rokov. BMK má v súčasnosti okolo 30 aktívnych členov všetkých vekových kategórií. Sú medzi nimi mineralógovia profesionáli, študenti geológie Prírodovedeckej fakulty UK, ako aj amatérski zberatelia, nadšenci a záujemcovia o minerály a drahé kamene. Klub aktívne spolupracuje s vedeckými inštitúciami, najmä so Slovenským národným múzeom, Univerzitou Komenského, Geologickým ústavom SAV a Geologickou službou SR. Jeho cieľom je spoznávanie a zber minerálov, propagácia mineralógie na verejnosti a vzdelávanie mladých mineralógov. Členovia klubu sa angažujú aj pri záchrane starých banských diel.

Klub sa schádza pravidelne raz v mesiaci, na stretnutiach bývajú zaujímavé prednášky, venované najmä významným slovenským mineralogickým lokalitám (napr. Banskej Štiavnici, Dubníku a Pezinku), ako aj aktualitám a plánovaným akciám. V jarnom až jesennom období organizuje mineralogické výlety na lokality v Malých Karpatoch (napr. Kuchyňa, Sološnica, Pernek, Borinka), ako aj iné slovenské lokality (oblasť Banskej Štiavnice, Pukanec, Ľubietová, Špania Dolina, Staré Hory a inde). Minulý rok členovia klubu absolvovali aj mimoriadne vydarené výpravy za minerálmi do Maroka a Bulharska a na tento rok je plánovaná mineralogicko-vulkanologická expedícia do Talianska a exkurzia do Čiech. Viacerí členovia BMK sa pravidelne zúčastňujú na mineralogických výstavách a burzách na Slovensku aj v zahraničí (napr. v Bratislave, Pezinku, Tišnove, vo Viedni a v Mníchove).

Počas dvojročnej existencie BMK jeho členovia našli nejeden unikátny mineralogický nález, napr. veľké kryštály libethenitu z Ľubietovej, devillín zo Starých Hôr, celestín zo Španej Doliny, gudmundit a berthierit z Kuchyne, efektné ukážky kermezitu z Pezinka, antimonitu z Kremnice atď. V uplynulom roku klub bol a i tento rok bude spoluorganizátorom burzy minerálov a fosílií Bratislavské mineralogické dni a výstavy Minerály Malých Karpát, inštalovanej v Slovenskom národnom múzeu v Bratislave. Niektoré nové nálezy minerálov sa budú postupne spracúvať a vedecky publikovať.

Ako členovia BMK sa tešíme na novú úspešnú sezónu. Radi prijmeme medzi seba nových nadšených záujemcov o minerály a máme veľký záujem nadviazať kontakty s ďalšími podobnými klubmi doma aj v zahraničí.

Podrobnejšie informácie o činnosti BMK si možno prečítať na internetovej stránke klubu http://www.home.sk/public/bmk. Písomný kontakt: Pavel Uher, Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava, e-mail: geoluher@savba.savba.sk

Pavel Uher a Daniel Ozdín

Katedra geológie a mineralógie fakulty BERG TU KOŠICE
Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a technológií TU KOŠICE
Slovenská asociácia ložiskových geológov
Geologická služba Slovenskej republiky

si Vás dovoľujú pozvať na seminár

Nerastné suroviny – politika, legislatíva a oceňovanie ložísk

Seminár sa bude zaoberať surovinovou politikou Slovenskej republiky, jej súčasným stavom, cieľmi a perspektívou do budúcnosti. Druhým tematickým okruhom bude oceňovanie ložísk nerastných surovín, ich klasifikácia a hodnotenie bilančnosti zásob na Slovensku a porovnanie týchto atribútov s kritériami stanovenými OSN. Tretím tématickým okruhom bude banská a geologická legislatíva, jej súčasný stav a potreby zmien.
Uvítame aj krátke a podnetné pripomienky do diskusií (účasť na seminári nie je podmienená prednáškou).
V prípade záujmu účastníkov radi pripravíme panelovú diskusiu.

Termín: **9.–10. septembra 1999**

Miesto: Technická univerzita Košice

Garanti:
Prof. RNDr. F. Zábranský, CSc. — Technická univerzita, Košice
Prof. Ing. V. Vodzinský, CSc. — Technická univerzita, Košice
Prof. Ing. T. Sasvári, CSc. — Slovenská asociácia ložiskových geológov
Prof. RNDr. I. Kraus, DrSc. — Univerzita Komenského, Bratislava
RNDr. P. Grecula, DrSc. — Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava
Ing. V. Mišút CSc. — Zväz hutníctva, ťažobného priemyslu a geológie SR, Bratislava
Ing. M. Tréger, CSc. — Geologická služba Slovenskej republiky, Spišská Nová Ves

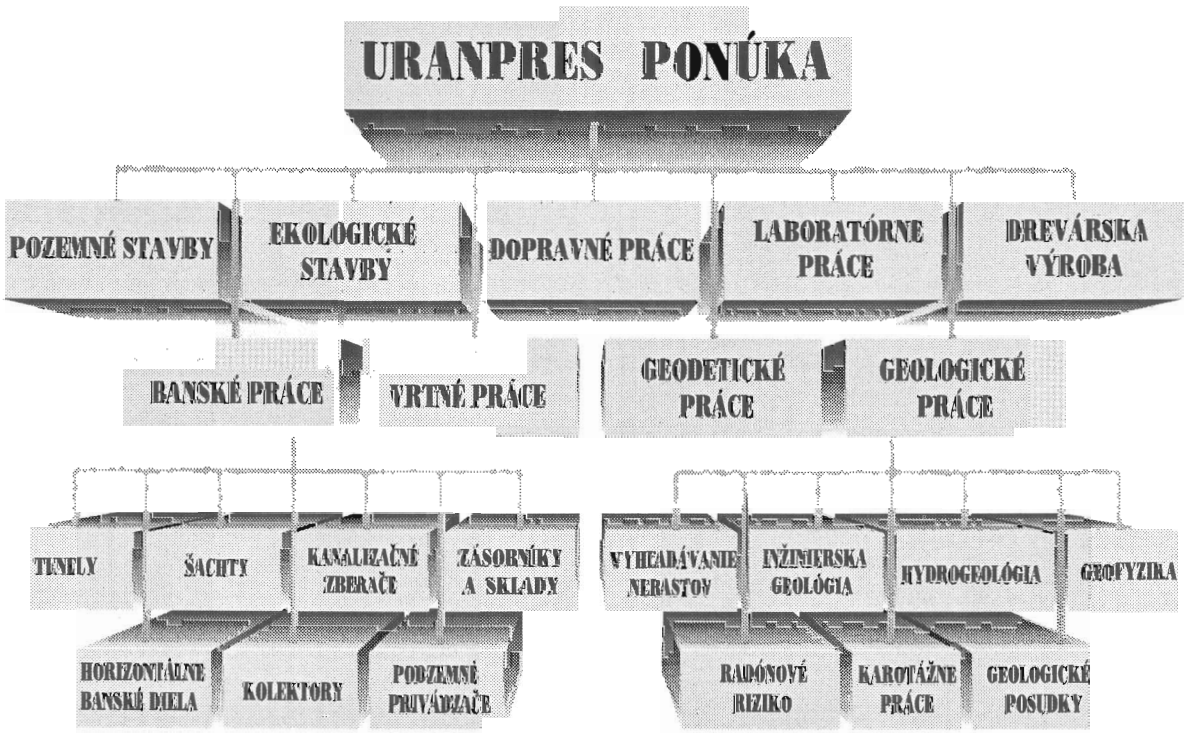
Organizačné pokyny:
Predbežný účastnícky poplatok 300 Sk.- (organizačné výdavky, zborník prednášok).
Ubytovanie a strava budú zabezpečené na internáte TU Košice.

Kontaktná adresa:
Technická univerzita KOŠICE,
Fakulta BERG, Katedra geológie a mineralógie
Park Komenského 15, 043 84 Košice

Kontaktné osoby – (E-mail)
Ing. B. Baláž, CSc. – *bbalaz@tuke.sk*
Ing. P. Blišťan – *blistan@tuke.sk*
Mgr. J. Kondela – *kondela@tuke.sk*

Záujem o účasť na seminári oznámte na kontaktnú adresu alebo na kontaktné osoby **do 10. 7. 1999**

U R A N P R E S - Uránový prieskum a ekologické stavby, s.r.o.
Fr. Kráľa 2, 05208 SPIŠSKÁ NOVÁ VES
telefón ++421/ 965/ 4423745 - 7
++421/ 965/ 4425182
++421/ 965/ 4425179
fax ++421/ 965/ 4425548
e-mail uranpres@spisnet.sk
uranpres snv@spisnet.sk



Naše dominantné prednosti:
- **bohatá a úspešná tradícia**
- **dlhoročné skúsenosti a prax**
- **schopnosť reagovať na okamžité potreby zákazníka**
- **realizácia prác od projektu po finalizáciu**
- **odborná spôsobilosť pre všetky vykonávané činnosti**

NÁRODNÁ BANKA SLOVENSKA – MÚZEUM MINCÍ A MEDAILÍ

KREMNICA



Národná banka Slovenska
Múzeum mincí a medailí
Štefánikovo námestie 11/21
967 01 K r e m n i c a
tel./fax:++421/857/6742121



Múzeum Vás pozýva na prehliadku špecializovanej expozície, jedinej svojho druhu na Slovensku:

Z dejín baníctva, mincovníctva a medailérstva
(Štefánikovo nám. 10/19, tel.: 0857/6742696)

a



Mestského hradu a jeho expozícií:
- Kostol sv. Kataríny
- Barokové plastiky
- Karner
- Kremnické zvony a zvonolejári
- Z archeologického výskumu hradu
- Obrana mesta
(Zámocké nám. 568/1, tel.: 0857/6743968)



Príležitostné výstavy v historických objektoch na námestí.

Doba prevádzky:
Letná sezóna (máj - september):
Ut - Ne : 9.00 - 17.00 hod.
Zimná sezóna (október - apríl)
Ut - So : 8.30 - 16.30 hod.

The museum invites you to visit the special exhibition, the only of its kind in Slovakia:

The history of mining, mint craft and medal craft
(Štefánik Square 10/19, phone:++421/857/6742696)

and



Town's castle and its exhibitions:
- Church of St.Catherine
- Baroque sculptures
- Carner
- Bells and bell-founders of Kremnica
- The archaeological research of the castle
- Defence of the town
(Zámocké Square 568/1, phone:++421/857/6743968)



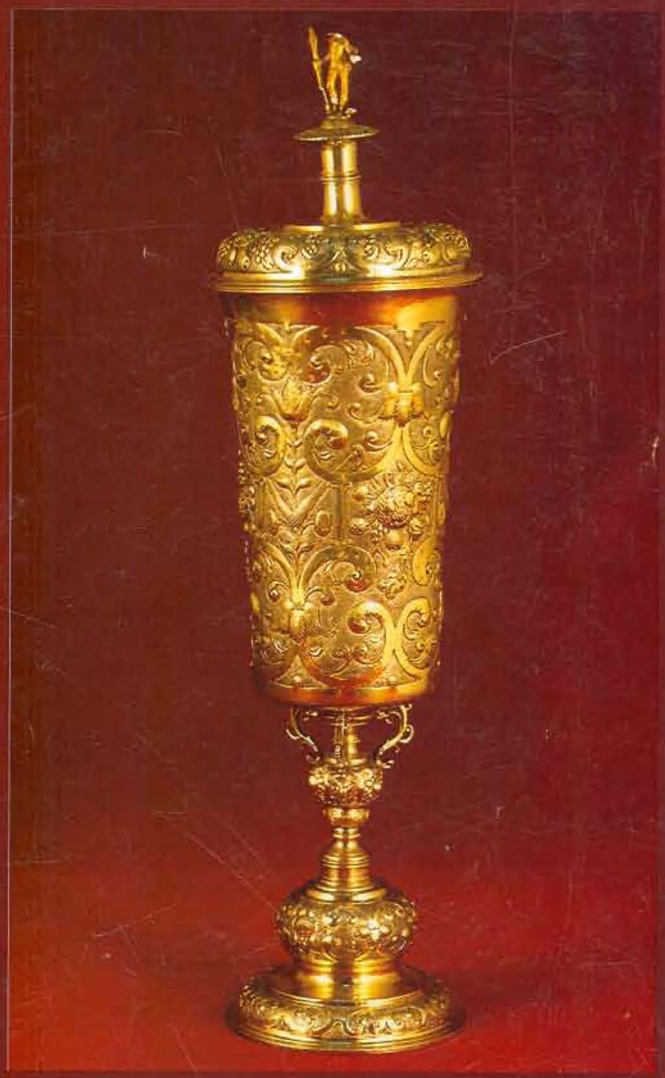
Occasional exhibitions in historic buildings on the square.

Operating hours:
Summer season (May - September):
Tue - Sun : 9.00 - 17.00
Winter season (October - April):
Tue - Sat : 8.30 - 16.30

Strieborná nádoba na zázvor. Na dne banícky znak. Ručne tepaný rastlinný dekor. Práca banskoštiavnického majstra. 17. stor. Výška 14,5 cm, priemer 11,5 cm.
Exponát Slovenského banského múzea v Banskej Štiavnici.
Foto: Ľ. Trnka

Silver jar for ginger. At the bottom marging: a mining sign. Hand embossed acant, the work of a master from Banská Štiavnica originated in 17th century. Height 14.5 cm, diameter 11.5 cm.
The exhibit of the Slovak National Museum in Banská Štiavnica.
Photo: Ľ. Trnka





Strieborný pokál s vekom Pozlátený vonkajší plášť zdobený renesančnou ornamentikou. Pravdepodobne práca augsburskej alebo norimberskej zlatníckej školy. 16. stor.
Exponát Slovenského banského múzea v Banskej Štiavnici.
Foto: Ľ. Trnka

Silver goblet with a lid, the outer jacket is gold-plated. It is graced by a renaissance ornamention. It is probably a work of Augsburg or Norimberg schools from the 16th century.
The exhibit of the Slovak National Museum in Banská Štiavnica.
Photo: Ľ. Trnka