

Tibor SASVÁRI*, Julián KONDELA**, Maťo LUBOSLAV***, Mirek SLOWAKIEWICZ****

INDÍCIE Pt-PGE MINERALIZÁCIE NA ŽILE STRIEBORNÁ A V ŠIRŠEJ OBLASTI ROŽŇAVSKÉHO RUDNÉHO POĽA (SPIŠSKO-GEMERSKÉ RUDOHORIE, ZÁPADNÉ KARPATY)

INDICATION OF Pt-PGE MINERALIZATION OF THE STRIEBORNÁ VEIN AND THROUGHOUT OF THE WIDER DOMAIN OF ROŽŇAVA ORE FIELD AREA (SPIŠ-GEMER ORE MOUNTAINS, WESTERN CARPATHIANS)

Abstrakt

Rožňavské rudné pole je situované na južnom okraji Spišsko-gemerského rudohoria, severozápadne, severne a severovýchodne od mesta Rožňava. Je charakteristické početným zastúpením žilných štruktúr tzv. sideritovej formácie (na ploche cca 48 km² sa vyskytuje 42 rudných žíl). Nachádza sa tu aj ložisko Strieborná žila, ktoré bolo do roku 1992 pripravované do ťažby. Žilná štruktúra Strieborná je tvorená starším sideritom a mladšou kremeňovo-sulfidickou mineralizáciou. Na rozdiel od ostatných sideritových žíl rudného poľa, obsahuje podstatne vyšší podiel polysulfidického zrudnenia s dominantným Ag-tetraedritom. Masívne žilné tetraedritové polohy sú nabožené striebrom v rozsahu od 150 do 450 g/t. Okrem tetraedritu sa v žilnej výplni makroskopicky nachádza chalkopyrit a pyrit. Mikroskopicky bolo identifikovaných viac ako 20 rudných minerálov (Sasvári a Maťo, 1998). Napriek tomu, že žily sideritovej formácie v Spišsko-gemerskom rudohorí boli v minulosti podrobne študované, ich genéza je dodnes aktuálne diskutovanou témou.

Abstract

The Rožňava ore field is located NW and NE of Rožňava town. This area is created in zone 12 km long and 4 km wide. Rožňava ore field is characterized as hydrothermal vein structure deposits and occurrences of siderite formation. Strieborná vein deposit is situated in this ore field. Strieborná (Silver-bearing) vein structure got its name because of its high contents of silver. Older siderite with quartz and younger quartz – sulphidic mineral association are creating the ore filling in the whole known length of the Strieborná vein. The most dominant mineral from the group of sulphide minerals is tetrahedrite. Ag, Sb, Bi and Hg contents are tied to this mineral. Chalcopyrite in the vein filling occurs macroscopically only sporadically. The ore filling of the vein is also supplemented with pyrite. Microscopically there has been proved the occurrence of arsenopyrite, antimonite, ullmanite, gersdorffite, bournonite and jamesonite. From the non-ore minerals chlorite, albite, illite, kaolinite and sericite are present (Jeleň in Mesarčík, 1994). Lately, during the evaluation of lithological environment of vein deposit in this area some uncertainties appeared. These uncertainties are connected mainly with the explanation of the deposit genesis and with the regional metallogenetic consideration. In the paper we presents results of mineralogy studies and fluid inclusion.

Key words: Rožňava ore field, Strieborná vein, Ag-tetrahedrite, Mária mine.

Úvod

Rožňavské rudné pole sa nachádza na SZ a SV od Rožňavy (obr.1). Reprezentujú ho desiatky rudných žíl, ktoré sa odlišujú charakterom zrudnenia. Tvorí pruh v dĺžke 12 km a šírke 4 km. SV časť rudného poľa je súčasťou Transgemerickej strižnej zóny (Grecula et al., 1995), v ktorej sa vyskytujú v minulosti ekonomicky významné hydro-termálne žily Mária a Strieborná. Najmä žilu Strieborná s vyšším podielom



Obr. 1. Lokalizačná mapa rožňavského rudného poľa.

Fig. 1. Localization map-Rožňava ore field.

* Prof. Ing., PhD., Katedra ložiskovej a aplikovanej geológie F BERG TU, Park Komenského 19, 043 84 Košice

** Mgr., Katedra ložiskovej a aplikovanej geológie F BERG TU, Park Komenského 19, 043 84 Košice

*** RNDr., CSc. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Regionálne centrum, Kynceľovská 10, 974 01 Banská Bystrica

**** Mgr., AGH Krakow, al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poľsko

polysulfidického zrudnenia s domi-nantným tetraedritom, charakterizuje pestrá asociácia rudných minerálov. Masívne žilné tetraedritové žily majú pomerne vysoký priemerný obsah striebra v rozsahu od 150 do 450 g/t).

Okolie Striebornej žily budujú peliticko-aleuriticko-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 mocnosť a vyklíňuje sa. Pod úrovňou 10. obzoru žila preniká cez litologický komplex sivozelených očkatých metavulkanitov - porfýroidov.

Vnútoraná stavba a minerálna výplň žily

Žila Strieborná reprezentuje zložitú epigenetickú žilné teleso s generálnym smerom na SV-JZ a úklonom 50-90° k SZ, resp. aj k JV. Zložitý a nepravidelný vývoj, ktorý je dôsledkom viacnásobných tektonických udalostí, demonštruje aj morfológia žily v horizontálnom a vertikálnom priebehu. Žilu, okrem väčších zmien v smere a úklone, charakterizujú aj rozdiely v mocnosti v rozsahu od 1-12 m. Výrazné je budovanie žily, posúvanie a presúvanie rudných segmentov. Smerom na JZ od centrálnej časti sa Strieborná žila postupne vetví a prechádza do žilníka. Žila vyklíňuje aj smerom na SV a tiež ku povrchu pod 6. obzorom. Žilnú výplň v celom rozsahu Striebornej žily tvorí starší strednozrnitý až hrubozrnitý siderit a mladšia kremeňovo-polysulfidická mineralizácia so širokým spektrom sulfidov a sulfosolí. Významná je mineralizácia Ag, Au, ako i v poslednej dobe zistená mineralizácia skupiny Pt-PGE.

Obdobie vývoja mineralizovaných štruktúr D_{min} na žile Strieborná je polyfázový, reprezentuje niekoľko navzájom spätých tektonických subštádií a mineralizačných období: D_{min}^1 - metasomatický siderit; D_{min}^2 - žilné štruktúry vyplnené kremeňom I. (Q_1); D_{min}^3 - budovanie a intrafoliačné vrásnenie štruktúr s kremeňom II. (Q_2); D_{min}^4 - formovanie hydrotermálneho žilného sideritu I; D_{min}^5 - budovanie sideritových žíl a intrafoliačné vrásnenie tenších sideritových žiliek; D_{min}^6 - vznik rebríkovitých žíl vyplnených kremeňom III. (Q_3) v siderite I. a budovanie sideritovo - kremeňových žíl; D_{min}^7 - tektonická reaktivácia hlavnej žily a vylučovanie kremeňa IV. (Q_4); D_{min}^8 - budovanie hrubších štruktúr s kremeňovo - sideritovou výplňou; D_{min}^9 - otváranie subvertikálnych štruktúr, na styku sideritu I. a kremeňa III.-IV. a ich mineralizácia tetraedritom, alterácia tektonicky prepracovaných zón; D_{min}^{10} - reaktivácia subvertikálnych štruktúr a ich mineralizácia mladším tetraedritom; D_{min}^{11} - rejuvenilizácia štruktúr a hypergénna alterácia (Sasvári a Maťo, 1998).

Pre polyfázovú mineralizáciu Striebornej žily sú významné najmä tri systémy strmých až subvertikálnych štruktúr extenzného typu. Tieto boli viackrát využívané pre výstup mineralizovaných fluíd so zvýšenými koncentraciami sulfidickej, hlavne tetraedritovej mineralizácie. Charakteristické sú viaceré paragenetické minerálne asociácie, ktoré reprezentuje niekoľko generácií sulfidov a sulfosolí. Mineralizujúce fluídy staršieho (I) sulfidického pulzu, ktoré obsahovali tetraedrit I, precipitovali v subvertikálnych štruktúrach a na rozhraní kremeňovo – sideritových žíl. Tetraedrit I konverguje ku kremennej výplni budovanej žily a vo vyššom podiele sa koncentruje hlavne v mierne uklonených subhorizontálnych plochách a mikrofraktúrach kremenných asymetrických budín v siderite. Tektonickou reaktiváciou boli subvertikálne štruktúry opätovne otvorené a miestami sa vytvorili až 1 m hrubé zóny, v rozsahu ktorých sa formovali vysoké koncentrácie tetraedritového a polysulfidického zrudnenia.

V kremeňovo-sideritovo-polysulfidickej Striebornej žile tetraedrit absolútne dominuje. Jeho obsah v žile sa mení a najvyšší je v systémoch subvertikálnych zlomov, kde je celkove vysoká koncentrácia zrudnenia. V nich je tetraedrit najintenzívnejšie „znečistený“ asociujúcimi minerálmi (chalkopyrit, arzenopyrit, pyrit, markazit, Bi-minerály, Pb-Sb-Cu-Bi sulfosolí) a má charakteristický hnedosivý odtieň. Relatívne najčistejší tetraedrit (so svetlosivým odtieňom) je v kremenných žilách a šošovkách, ktoré sú vzdialené od subvertikálnych zlomov. V oboch prípadoch tetraedrit vytvára prevažne masívne zhluky-akumulácie alebo polyminerálne agregáty zrn. Len zriedka tvorí aj samostatné xenomorfné zrná veľkosti od 2 μ m do X.0 mm v kremeni a siderite. V mliečnobielom kremeni vyplňa sieť mikroskopických subhorizontálnych a subvertikálnych fraktúr a na ich križovaní tvorí zhluky. V strednozrnitom siderite sa zvyčajne koncentruje v interstíciách klencov. Tetraedrit je v zrudnení veľmi často v asociácii s pyritom, chalkopyritom a relatívne menej s arzenopyritom a Pb-Sb-Cu-Bi sulfosolami. Z mikroštruktúrnych vzťahov minerálov v paragenetických asociáciách vyplýva prítomnosť dvoch generácií tetraedritu I. a II.

Tetraedrit I konverguje ku kremennej výplni budinovanej žily. Koncentruje sa na plochách mikroskopických subhorizontálnych a subvertikálnych mikrofraktúr v kremenných asymetrických budinách v siderite, ďalej na kontakte kremeňa so sideritom, alebo aj priamo v strednezrnitom siderite, kde vyplňa sieť mikrofraktúr a interstícií klencov sideritu. Tetraedrit I sa vyskytuje v asociácii s pyritom I, arzenopyritom I, Ni-Co minerálmi (pentlandit, gersdorffit I, kobaltín, millerit) achalkopyritom I. Ich podiel v minerálnej asociácii je podstatne nižší, pričom tetraedrit I je pomerne „čistý“ a nie zriedka vytvára kvázi monominerálne akumulácie.

Mladší tetraedrit II silne konverguje k reaktivovaným subvertikálnym zlomovým systémom, v rozsahu ktorých sa vylúčil vo vysokom obsahu. S tektonicko-deformačnými udalosťami v intervale týchto zlomov súviseli mladšie mineralizačné udalosti. Počas nich došlo k intenzívnej precipitácii tetraedritu II a ďalších sulfidov a sulfosolí. V iniciálnej fáze sa vylúčil arzenopyrit II, gersdorffit II, ostatné Ni-Co minerály, pyrit II, pyrotín, ullmannit. Neskôr postupne kryštalizovali ďalšie minerály, ako sfalerit, galenit, chalkopyrit II, Bi minerály, zlato, kobellit, jamesonit, boulangerit, bournonit, Pb-Sb-Cu-Bi sulfosolí, markazit, akcesorický antimonit a rumelka, ako aj rýdzy Bi a Ag.

Mineralogicko-štruktúrnym výskumom (Maťo a Sasvári, 1997) sa získali údaje, výsledkom ktorých bola aj identifikácia dvoch foriem výskytu Au v tetraedrite, ktoré sa výrazne odlišujú zložením. Sú to Au-Hg-Ag intermetalická zliatina a Au s vysokou rýdzosťou.

Štúdium plynokvapalných inklúzií

Na túto metódu štúdia boli vybrané vzorky kremeňa Q₃ a Q₄ zo žily na 10. obzore. Mikroskopicky bolo preštudovaných 120 primárnych fluidných inklúzií a z toho 66 sa analyzovalo. Študované boli dvojité leštené kremenné doštičky o hrúbke 0,4 mm. Fluidné inklúzie boli rozpúšťané a zmrazované na prístroji *Linkam THMSG 600* (heating-freezing microscope) na AGH v Krakowe, s presnosťou merania pri tavení na 1 °C a pri zmrazovaní na 0,1 °C.

Sledované kremenné vzorky obsahovali primárne aj sekundárne fluidné inklúzie rozličného chemického zloženia a veľkosti (obr.2). Analyzované boli len primárne inklúzie rôznych tvarov. Rozmery analyzovaných inklúzií boli od 4 do 15 μm. *Meraním boli zistené nasledujúce dve fázy inklúzií:* 1-prvá fáza hydratačných (kvapalných) inklúzií so salinitou 20, 28 wt. % CaCl₂ a eutektickou teplotou T_e – 47°C, 2-druhá fáza plynokvapalných inklúzií vyplnených vodným roztokom s obsahom prevažne CaCl₂ (v rozmedzí 15,01 až 25,83 wt. % CaCl₂, prípadne NaCl + CaCl₂ = 13-22 % súčtu solí) a NaCl (v rozmedzí 18,25 až 21,67 wt. % NaCl). Eutektická teplota sa pohybovala v rozmedzí od – 32,6 do – 62 °C.

Precipitácia meraných fluidných inklúzií prebiehala v dvoch štádiách: 1-prvé štádium v rozmedzí homogenizačných teplôt 90 až 150°C, dominantné chemické zloženie inklúzií je Na – Ca – Cl. 2-druhé štádium v rozmedzí homogenizačných teplôt 150 až 192,5°C, dominantný je systém CaCl₂ + H₂O.

Fluidné inklúzie s obsahom CO₂ neboli v študovaných vzorkách nájdené. Nie je teda možné odhadnúť tlak pri kryštalizácii jednotlivých fáz. Rovnako z toho možno usúdiť, že tlak pri vzniku mineralizácie nezohrával rozhodujúcu úlohu. Graficky sú znázornené inklúzie a výsledky meraní plynokvapalných inklúzií na obr.3.



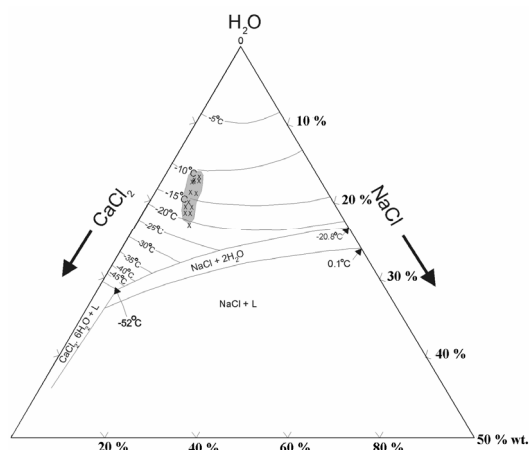
▲ **Obr. 2.** Morfológia študovaných fluidných inklúzií.
(analyzoval Mgr. Mirek Slowakiewicz)

Fig. 2. Fluid inclusion- morphology

Obr. 3. Grafické znázornenie výsledkov štúdia fluidných ►

inklúzií

Fig. 3. Graphical results of the fluid inclusions study



Z výsledkov analýz plynokvapalných uzavrení z kremeňa vychádzajú dve chemicky rozdielne fázy prínosu, ktoré vznikali za rôznych teplotných podmienok. Obidve fázy sú však nízko termálne.

Inklúzie s prevahou CaCl_2 a vody a salinitou 20,28 % by mohli byť dôsledkom meteorickej vody s hlbším obehom, ktorá pri svojom poklesávaní do hĺbky rozpúšťala Ca a po ohriatí opäť stúpala vyššie. Zvýšená salinita týchto inklúzií zaručuje dostatočnú chemickú reaktivitu voči okolitým horninám.

Inklúzie Na – Ca – Cl + para so salinitou v priemere okolo 20 % sa svojim chemickým zložením blížila chemickému zloženiu typického hydrotermálneho roztoku, chýba len obsah K. Th odpovedá hydrotermálnemu fluidu, aj keď ideálny roztok by ju mal mať o málo nižšiu. Je samozrejmé, že obidve zistené fázy boli v čase svojej migrácie nositeľmi aj iných elementov, hlavne rudných.

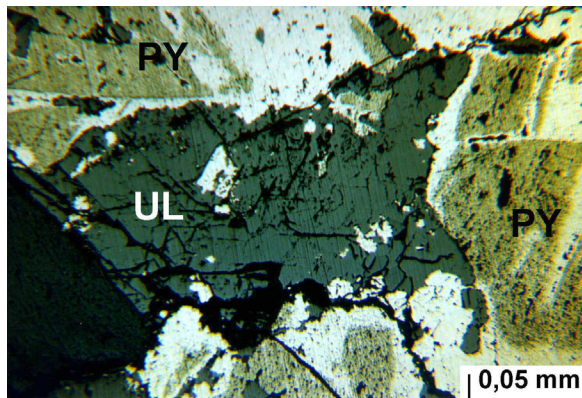
Mineralizácia identifikovaná v nadloží žilnej štruktúry

Na úrovni 6. obzoru v nadloží ložiskovej štruktúry bola zistená Cu-Ni-Fe mineralizácia v tmavých fylityoch (obr.4). Pozorovať tu len kremenné šošovky (Q_3 a Q_4), žily a žilky, v ktorých sú vtrúsené sulfidické minerály epigenetického pôvodu. Pri mikroskopickom štúdiu bol v nadloží žily Strieborná identifikovaný kremeň, pyrit a chalkopyrit. Pyrit tvorí samostatné idiomorfne a hypidiomorfne vysoko lesklé zrná, čiastočne korodované a kataklázované. Veľkosť zrn nepresahuje 5 mm. Zároveň boli v pyrite identifikované aj drobné uzavreniny. Na mikrosondovom analyzátore sa zistilo, že tieto uzavreniny tvoria ullmanit (obr.5 a tab.1). Chalkopyrit tvorí xenomorfne zrná do 1 cm, ktoré zatláčajú pyrit. Zriedkavo vyplňa aj drobné fraktúry v pyrite (Kondela et al., 2000).



Obr. 4. Šošovka kremeňovo-sulfidickej mineralizácie Q_4 konformne uložená s bridličnatosťou 6. obzor

Fig. 4. Quartz – sulphidic mineralization Q_4 6-th minig level



Obr. 5. Pyritu s drobnou uzavreninou ullmanitu. (PY-pyrit, UL-ullmanit)

Fig. 5. Pyrite with inclusion of ullmanite (PY-pyrite, UL-ullmanite)

Samotná Ni-Cu-Fe mineralizácia s kremeňom v okolitých horninách žíl zatiaľ nebola opísaná. Sukcesná schéma (Sasvári a Maťo, 1998) zaraďuje túto minerálnu paragenézu ku mladšej etape kremeňovo-sulfidickej mineralizácii. Kremeňovo-sulfidická mineralizácia má zložitejší geochemický charakter. Vyskytujú sa tu minerály s obsahom Ni, Pt a Fe. Prítomnosť týchto elementov indikuje bázický zdroj hydrotermálnych roztokov. Kým nikel vytvára aj samostatný minerál ullmanit, platina bola zistená len analyticky. Cu, Sb, Hg, Ag, Bi sú prvky, ktoré z geochemického hľadiska vznikajú pri diferenciácii granitoidnej taveniny. Sú to elementy charakteristické pre fluidá generované pri nižších teplotách okolo 350° C. V týchto podmienkach sú známe zo svetových ložísk aj zvýšené koncentrácie tetraedritu a tennantitu spoločne s ďalšími sulfosolami.

Zaujímavá je prítomnosť tália v okoložilných horninách. Za jeho zdroj sa v súčasnosti považujú nízkoteplotné hydrotermálne roztoky, ktoré sa generujú v poslednom štádiu magmatickej diferenciácie. Zvýšené obsahy tália sú známe z granitových pegmatitov, kde sa koncentruje hlavne v lepidolite, pollucite a mikroklíne. Ide o prvok, ktorý sa často kumuluje aj v procese greisenizácie. Tálium je prvok, ktorý často vystupuje spoločne s drahými kovmi Ag a Au. Tl v sulfidickom prostredí vstupuje do paragenéz najnižších teplôt a je preň význačná geochemická asociácia s Pb, Zn, Fe, Sb, As a Ag (Polaňski a Smulikowski, 1978).

Pestrá zmes identifikovaných minerálov na ložisku Strieborná žila indikuje viac možných zdrojov mineralizácie. Už sukcesná schéma mineralizácie zo Striebornej žily (Sasvári a Maťo, 1996) poukazuje na samostatnú kremeňovú a sideritovú etapu a na 2 periódy sulfidickej mineralizácie s následnou rejuvenizáciou.

Asociácia prvkov Cu, Sb, Hg, Ag, Bi a Tl poukazuje na spojitosť s granitmi a ich následnou diferenciáciou. Aj keď samotné granity, s výnimkou hnieleckého a zlatoidskeho granitu, nie sú zdrojom výraznejšieho zrudnenia, ich prienik k povrchu mohol zvýšiť koncentráciu spomínaných elementov v prostredí a mobilizovať ich. Betliarsky granit je od ložiska vzdialený necelých 10 km a hĺbka, v ktorej sa granit nachádza v podloží sa v okolí mesta Rožňava odhaduje medzi 2000 až 2500 metrov pod povrchom (Mikuška et al., 1990).

Tab.1. Percentuálne zastúpenie jednotlivých elementov v ullmanite VZ-3

Tab.1 Percentual composition of elements in ullmanite VZ-3

Element	W %	interval (95%)	A %	Ix/Istd	K - ratio	Z. A. F. coefs
S	15,51	[15,11 15,92]	34,38	0,2751	0,1297	0,8326 1,4525 0,9908
Fe	0,43	[0,37 0,49]	0,55	0,0102	0,043	0,9293 1,1099 0,9668
Co	0,00	[0,00 0,00]	0,00	0,0000	0,0000	0,9479 1,0848 0,9946
Ni	26,16	[25,80 26,52]	31,65	0,2687	0,2687	0,9133 1,0661 1,0000
Cu	0,00	[0,00 0,29]	0,00	0,0000	0,0000	0,9574 1,0511 1,0000
Sb	57,27	[56,34 58,22]	33,42	0,5022	0,5022	1,1147 1,0229 0,9966
Bi	0,00	[0,00 0,00]	0,00	0,000	0,000	1,3007 1,0011 1,0000
Suma	99,37		100,0			

Na prístroji JEOL 733 SUPERPROBE ŠGÚDŠ v Bratislave analyzoval Mgr. P. Konečný.

Prvky skupiny Pt (PGE)

Analýzy tetraedritového flotačného koncentrátu v roku 1999 zo žily Strieborná, indikovali na ložisku prítomnosť kovov PGE. Ďalšie analýzy (Sasvári a Maťo, 2000) potvrdili obsah Pt-0,0162 ppm, Ru-0,0024 ppm, Pd-0,0021 ppm zo vzoriek sideritovo-polysulfidického zrudnenia z 8. obzoru žily Strieborná. Skúšky flotačného koncentrátu ukázali vysoko variabilný obsah prvkov PGE. Pre ďalšie spracovanie hydrometalurgického koncentrátu sú zaujímavé len prvky Pt a Pd, kde došlo k nabohateniu v jednej vzorke na 1,17 ppm a Pd na 0,52 ppm (*analyzoval*: Activation laboratories Ltd, Kanada).

Pri hľadaní zdroja PGE sa predpokladalo, že čierne bridlice so zvýšeným obsahom C_{org}, môžu byť vhodným prostredím pre ich koncentráciu. Spoločný výskyt Pt a Pd so zlatom a striebrom v bridliciach obohatených o C_{org}, je popísané na ložisku Lubin-západné Polkowice (Kucha a Przybylowich, 1999). Zvýšený obsah Pt je preukázaný len analyticky, netvorí vlastné minerály, ani inklúzie v nich.

Predpoklad zvýšeného obsahu PGE v čiernych bridliciach, bol sledovaný analýzami čiernych bridlíc v blízkosti žily Strieborná na 8. a 10. obzore, na povrchovom ložisku Gampel s výskytom metasomatického sideritu v prostredí čiernych bridlíc a v čiernych bridliciach v širšej oblasti východnej časti rožňavského rudného poľa a nižnoslanského rudného poľa.

Analýzy čiernych bridlíc z 8. aj 10. obzoru s obsahom uhlíka TC = 0.36, 1.04, 2.4 a 7.2 % a TOC = 0.48 - 0.93 % už potvrdili nízky obsah Pt = 49 – 59 ppb, resp 10 ppb vo vzorke z Gampel'a pri Nižnej Slanej. Neboli však potvrdené zvýšené obsahy Pt v čiernych bridliciach širšej oblasti žily Strieborná alebo sideritového ložiska Gampel', pri Nižnej Slanej. *Znamená to, že čierne bridlice sú dobrým hostujúcim prostredím pre sulfidickú mineralizáciu pre mineralizáciu Pt-skupiny, ale v tomto prípade nie sú zdrojom mineralizácie Pt- skupiny.* Tá sa vyskytuje v čiernych bridliciach v tesnej blízkosti hydrotermálnej sulfidickej mineralizácie. Ukazujú na to vzorky s analýzami z oblasti 8. a 10. obzoru žily Strieborná, ako i obsahy v čiernych bridliciach v blízkosti siderit-sulfidickej mineralizácie ložiska Gampel' pri Nižnej Slanej.

Optické analýzy na dvoch nábrusoch vzoriek zo žily Strieborná na mikrosonde (micro-XRF, v Leobene) ukázali prítomnosť epigenetického bournonitu CuPbSbS_3 , ullmanitu NiSbS a Ag-tetraedritu, Ce, La, Ca, Tl fosfátov a Fe/oxisulfidov (Kucha, 2002-informacia e-mailom). *Najviac pravdepodobný nositeľ Pd je ullmanit a Ag-tetraedrit.*

Tak zlato, ako aj platina sa vo forme organo-sulfooxidov dokážu viazať na organickú substanciu v horninách na sulfidických hydrotermálnych ložiskách (Gize, A., P., 1999). Ide o fázu, ktorá nie je minerálna, ale čiste chemická. Prenos týchto kovov je možný v tzv. *metal-organic compound*. Platina teda netvorí žiadny vlastný minerál, je opticky neviditeľná, možno ju zachytiť len analyticky. Oxysulfidy sú však identifikovateľné aj mikroskopicky. Sozinov (1997) dokladoval väzbu platiny na organickú hmotu v čiernych bridliciach. Upozorňuje na význam halitu, silvínu, chloritu a fosfátov pri migrácii a koncentrácii prvkov platinovej skupiny. Používa termín *neviditeľnej platiny*, pretože ak vznikne minerálne zrno jeho veľkosť nepresiahne 5 μm .

Záver

Riešením štruktúrnotektonického postavenia a mineralizácie žily Strieborná v rožňavskom rudnom poli ale aj v širšej oblasti sa zistilo, že:

- štruktúrnotektonický vývoj a sukcesia mineralizácie mineralizovaných štruktúr sa udiala vo vývojových obdobiach D_{\min}^{1-11} ,
- mineralizácia je sukcesne viazaná na tektonické subštádia,
- kremeňo-sideritovo-polysulfidická mineralizácia má komplexnú väzbu s asociujúcimi minerálmi,
- v tetraedrite sa vyskytuje Au v dvoch formách s odlišným zložením, a to vo forme Au-Hg-Ag intermetallickej zliatiny a Au s vysokou rýdzosťou,
- výsledky analýz plynokvapalných uzavrenín zo žilného kremeňa Q_{3-4} , ukazujú na dve chemicky rozdielne fázy prínosu hydrotermálnych roztokov, ktoré vznikali za rôznych nízkoteplotných podmienok,
- v tmavých fylitoch nadložia štruktúry žily Strieborná sa vyskytuje Ni-Cu-Fe mineralizácia s výskytom ullmanitu, ktorý však už bol známy aj z prostredia polysulfidickej mineralizácie samotnej žily. Minerály s obsahom prvkov Ni, Pt a Fe môžu indikovať aj bázicky zdroj hydrotermálnych roztokov,
- v okoložilných horninách je zaujímavý obsah tália. Zdrojom by mohli byť nízkoteplotné hydrotermálne roztoky, ktoré sa generujú v poslednom štádiu magmatickej diferenciacie,
- prvky skupiny PGE vykazovali v hydrometalurgickom koncentráte zvýšený obsah Pt až do 1,17 ppm a Pd 0,52 ppm. Analýzy skupiny Pt zo žilného Ag-tetraedritu ukazujú na vysokú variabilnosť týchto prvkov. Optické analýzy na mikrosonde pripúšťajú ako najviac pravdepodobné nositeľom Pd v ullmanite a Ag-tetraedrite,
- analýzy skupiny Pt (PGE) z čiernych bridlíc z blízkosti žily Strieborná, ale aj metasomatického sideritového zrudnenia ložiska Gampel' pri Nižnej Slanej, ako aj z čiernych bridlíc mimo dosahu siderit-polysulfidickej mineralizácie ukazujú, že čierne bridlice sú síce dobrým hostujúcim

prostredím pre polysulfidickú a PGE mineralizáciu, ale v tomto prípade nie sú zdrojom mineralizácie Pt (PGE).

Výsledky publikované v príspevku boli získané riešením vedeckotechnického projektu MŠ SR, č. VTP/320/2000.

Literatúra

- [1] GIZE, P. A.: Organic alteration in Hydrothermal Sulfide ore Deposits. *Econom. Geol.*, vol. 94, 1999, pp. 967-980.
- [2] GRECULA, P. et al.: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. *GEOCOMPLEX, BRATISLAVA, Zv. 1., 1995, 834 s.*
- [3] KONDELA, J. and SLAVKOVSKÝ, J.: Structural and geochemical aspects of the Rožňava-Strieborná vein deposit. *Mineralia Slovaca*, 32 (2000), pp. 193-196.
- [4] KUCHA, H., and W. PRZYBYLOWICZ, W.: Noble metals in organic matter and clay organic matrices, Kupferschiefer, Poland. *Economic Geology*, 1999, v. 94, p. 1137-1162.
- [5] MAŤO, L a SASVÁRI, T.: Zlatonosný tetraedrit zo Striebornej žily (baňa Mária), Rožňava. *Mineralia Slovaca*, 29, 1997, s. 237-239.
- [6] MIKUŠKA, J. et al.: SGR geofyzika – gravimetrická správa MS-GP, 1990.
- [7] MESARČÍK, I., : Čiastková ZS-VZ Rožňava Strieborná žila II, manuskript GP, Spišská Nová Ves, 1994.
- [8] POLAŇSKI, A. a SMULIKOWSKI, K.: Geochémia. *SPN, Bratislava, 1978, 607 s.*
- [9] SASVÁRI, T. a MAŤO, L.: Chronology of tectonic events and mineralization on the epigenetic Strieborná vein, Rožňava ore district, Slovakia. In: *Variscan metallogeny in the Alpine orogenic belt (Ed. Grecula and Németh)*, *Mineralia Slovaca - Monography*, 1996, Bratislava, pp. 251-282.
- [10] SASVÁRI, T. a MAŤO, L.: Charakteristika rožňavského rudného poľa, vo vzťahu k štruktúrno-tektonickej analýze a mineralizácie, na príklade ložiskových pomerov žily Strieborná. *Monografia časopisu Acta Montanistica Slovaca*, roč.3, 1/1998, s. 33-117.
- [11] SASVÁRI, T. a MAŤO, L.: Prítomnosť kovov platinovej skupiny, v štruktúrach sulfidickej mineralizácie, na 8. obzore žily Strieborná v rožňavskom rudnom poli. *Acta Montanistica Slovaca*, roč. 5, 2000, č. 4, s.339-342.
- [12] СОЗИНОВ, Н., А., ГОРЯЧКИН, Н., И., ЕРМОЛЕВ, Н., П., ЧИНЕНОВ, В., А., ХОРОШИЛОВ, В., Л.: Платиноиды в черных сланцах. *Геология, Природа*, 1997, Но 8, стр 11-15.

Summary

Rožňava ore field occurs northwest and northeast of Rožňava in the Gemericum of the Inner Western Carpathians as a part of the transgemericum shear zone (Grecula et al., 1995). The field comprises 12 km long and 4 km wide belt. Tens of ore veins, which differ by ore characteristics including ratio of polysulfidic, particularly tetraedrit mineralization, occur here. The ore veins with higher content of polysulphidic mineralization - with prevailing tetraedrite are also characteristic by relatively wide association of ore minerals. These veins prevail in the western part of the ore field, where also Strieborná vein occurs. The rocks in the Strieborná vein surroundings consist of pelitic, aleuritic, psamitic and volcanogenic Paleozoic metaclastics. The vein fill is composed of older medium- to coarse-grained siderite and younger quartz-polysulfidic mineralization containing wide spectrum of sulphides (silver-bearing tetraedrite), sulphates and gold. The study of inclusions suggested their two phases.

Three systems of steep and subvertical extensional structures are important in relation to the structural position of the sulphidic mineralization of the Strieborná vein. They were utilized several times for rise of mineralized fluids with increased concentration of sulfidic, mainly tetrahedrit mineralization. The mineralization fluids of older (I) sulphidic pulse, which contained tetrahedrit I, precipitated in subvertical structures and at the boundary of quartz-siderite veins. The tetrahedrite is often with association with pyrite, chalcopyrite and relatively minor arsenopyrite and Pb-SB-Cu-Bi in the ore mineralization. The occurrence of two generation is suggested by microstructural relationships among minerals in the paragenetic associations.

The mineralogic-structural research (Mat'ó and Sasvari, 1997) provided data suggesting two forms of Au differing by composition in the tetrahedrite. They are represented by Au-Hg-Ag intermetallic alloy and Au with high pureness. PGE elements were identified in the concentrate. Optically none of the minerals containing elements of Pt group were found. There are only assumptions suggesting forms and location of the elements of Pt group. Also traces of thalium in the rocks surrounding vein and in the tetrahedrite was found and traces of lanthanoids. Th study of surrounding rocks having higher content of Corg showed sulphidic Cu-Ni-Fe mineralization in the form of chalcopyrite, ullmanite and pyrite.

Recenzent: Dr.h.c., Prof. Ing. Ctirad Schejbal, CSc., VŠB-TU Ostrava