

Nové poznatky o Au mineralizácii na lokalite Medzibrod (Nízke Tatry), Slovenská republika

New data on Au mineralization at the Medzibrod locality (Nízke Tatry Mts.), Slovak Republic

TOMÁŠ MIKUŠ^{1)*}, FRANTIŠEK BAKOS²⁾ A MARTIN ŠTEVKO^{3,4)}

¹⁾Ústav vied o Zemi, SAV, Ďumbierska 1, 974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika; *e-mail: mikus@savbb.sk

²⁾AQUA SYM, s.r.o., L Štúra 555/4, 990 01 Veľký Krtíš, Slovenská republika

³⁾Mineralogicko-petrologické oddelení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice, Česká republika

⁴⁾UK Mining Ventures Ltd., No. 1, The Old Coach Yard, East Coker, Somerset, BA22 9HY; Great Britain

MIKUŠ T, BAKOS F, ŠTEVKO M (2018) Nové poznatky o Au mineralizácii na lokalite Medzibrod (Nízke Tatry), Slovenská republika. Bull Mineral Petrolog 26(2): 154-162. ISSN 2570-7337

Abstract

Interesting samples with macroscopic gold were recently found at the abandoned Sb-Au deposit located near Medzibrod, Nízke Tatry Mts., Slovak Republic. Gold occurs as irregular aggregates and grains up to 7 mm in size enclosed in quartz in association with supergene Fe-oxihydroxides, covellite, barite, Pb-Sb oxides and relicts of primary arsenopyrite, jamesonite, sphalerite and tetrahedrite. Microscopic, euhedral grains of gold up to 10 μm in size enclosed in tetrahedrite were also observed. Two types of gold have been distinguished by chemical analyses. The first has Ag content ranging from 0.24 to 5.45 wt. % and the second Ag-enriched phase has Ag content in the range of 11 to 13.14 wt. %. Minor amounts of Hg (up to 1.44 wt. %), Cu (up to 1.03 wt. %) and Fe (up to 0.30 wt. %) were also detected. However both groups of gold show high finess. Due to paragenetic association of gold (young tetrahedrite stage of Sb-Au mineralization), it should have lower finess. This discrepancy raises an issue about supergene origin of gold.

Key words: gold, supergene processes, Sb-Au deposit, Medzibrod, Nízke Tatry Mts., Western Carpathians

Obdrženo 11. 10. 2018; přijato 4. 12. 2018

Úvod

Lokalita Medzibrod predstavuje v minulosti ťažené ložisko Sb rúd, popri ktorých sa ako vedľajší produkt vo významnej miere získavalo aj zlato. Ložisko bolo pravdepodobne objavené nemeckými baníkmi z Ľubietovej v 16. až 17. storočí. Najskôr sa z neho získavalo zlato, neskôr antimón (Klein 1942). Ložisko sa ťažilo v období rokov 1938 - 1950, svoj rozmach zažívalo v rokoch 1941 - 1945, počas ktorých sa tu ročne získalo 9000 t rudy s priemerným obsahom Sb 6 hm. %, As 2 hm. % a Au 8 g/t. Relatívne vysoký priemerný obsah zlata bol impulzom pre geologický prieskum ložiska v druhej polovici 80-tych rokov minulého storočia (Michálek et al. 1988), ktorý sa však skončil negatívne.

V roku 2016 sa v priestoroch pingového ťahu zistili vzorky s prítomnosťou zlata, ktoré je svojím charakterom pre oblasť Nízkych Tatier netradičné. Z tohto dôvodu sa stalo objektom výskumu, ktorého výsledky sú predmetom predloženého príspevku.

Geologicko-ložisková charakteristika ložiska Medzibrod

Ložisko Medzibrod sa nachádza asi 4 km ssz. od obce Medzibrod v doline Močiar (obr. 1). Situované je v komplexe variskeho kryštalinika. Rudná mineralizácia vystupuje v silne metamorfovaných biotitických a dvojsľudných rulách a pararulách postihnutých retrográdnou meta-

morfózou fácie zelených bridlíc. Zóna metamorfovaných hornín často obsahuje šošovky amfibolitov a horniny so zvýšeným obsahom organickej hmoty. Metamorfný plášť je intrudovaný variskými granodioritmi prašivského typu. Miestami sú horniny prestúpené dajkami aplitického granitu neurčeného veku (Michálek et al. 1988, 1999). Ložisko sa nachádza v mylonitovej/strižnej zóne, ktorej šírka dosahuje 25 - 40 m (Andrusov et al. 1951). V širšom okolí mineralizovaných štruktúr sa vyskytuje obalové mezozoikum triasového lúžianskeho súvrstvia (Biely, Bezák eds. 1997). Ložisko je situované v bezprostrednej blízkosti tektonickej hranice medzi variským kryštalinikom a mezozoikom, z čoho vyplýva možné alpínske prepracovanie rudných šošoviek. Ich deformáciu spomína aj Andrusov et al. (1951).

Ložisko tvoria ložné žily a šošovky smeru SV - JZ až V - Z so sklonom 20 - 35° na J, prevrásnené do vrás (Michálek et al. 1988). Rudné polohy sú konformné s okolitými kryštalickejšími bridlicami (Čillík 1978), z čoho pramení hypotéza o ložisku vrstvomého typu (stratabound). Rudné telesá sú usporiadané kulisovite, ich celková smerná dĺžka je 350 m a jednotlivé telesá dosahujú dĺžku 100 - 150 m (Michálek et al. 1988; Cambel, Jarkovský 1978). Ťažené boli paralelné šošovky so sklonnou dĺžkou do 100 m (Michálek et al. 1988, 1999; Slávik et al. 1967).

Mineralizácia na ložisku Medzibrod vznikala v piatich mineralizačných štádiách (Lalinská, Chovan 2006). Najstaršie je hydrotermálno-alteračné, nasledované kar-

bonátovým. Sulfidická mineralizácia vznikala v arzenopyritovom, antimonitovom a tetraedritovom štádiu. Pre arzenopyritové štádium je typická prítomnosť pyritu a arzenopyritu. V antimonitovom štádiu vznikali okrem antimonitu aj sfalerit, zinkenit, fúloppit, jamesonit a berthierit. V najmladšom tetraedritovom štádiu vznikali tetraedrit, bournonit, zlato, chalkopyrit a jamesonit. Zlato z tejto minerálnej paragenézy je nízkej rýdzosti s obsahom Ag 25.8 - 33.8 hm. % (Lalinská, Chovan 2006) čo je typické pre tetraedritové štádium Sb-Au mineralizácie v tatriku Západných Karpát.

Metodika

Vlnovo-disperzné (WDS) analýzy sulfidov a zlata boli urobené na elektrónovom mikroanalyzátoze JEOL JXA 8530FE na Ústave vied o Zemi SAV v Banskej Bystrici za nasledovných podmienok: urýchľovacie napätie 20 kV, merací prúd 15 nA, priemer lúča 1 - 3 μm , ZAF korekcia, čítací čas píku 20 s, pozadia 10 s. Použité štandardy, spektrálne čiary a detekčné limity (v ppm): Ag(L α , 25-57) - Ag, Fe (K α , 32-73) - pyrit, Ni (K α , 29-76) - gersdorffit, Co (K α , 27) - Co, Au (M α , 124-189) - Au, Te (L α , 80-84) - CdTe $_2$, Cu (K α , 51-109) - chalkopyrit, Bi (M α , 151-1413) - bismuthinit, S (K α , 22-53) - pyrit, Hg (M α , 248-693) - cinabarit, Sb (L α , 31) - antimonit, As (L β , 146-201) - arzeno-

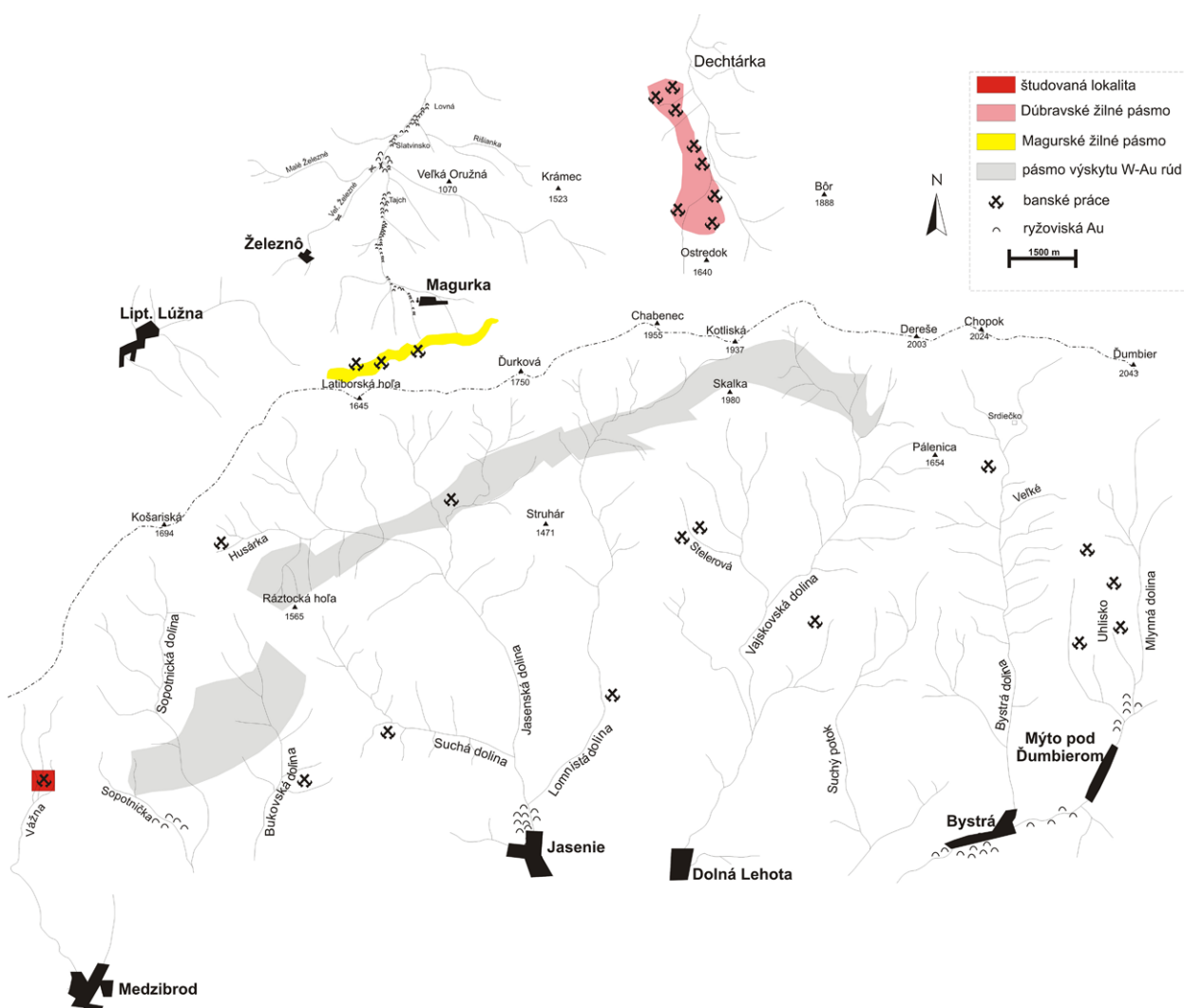
pyrit, Se (L β , 130-178) - Bi $_2$ Se $_3$, Cd (L α , 46-145) - CdTe $_2$, Pb (M α , 110-163) - galenit, Zn (K α , 182-101) - sfalerit. Pre rýchlu identifikáciu fáz bola použitá energiovo-disperzná analýza (EDS) na prístroji JEOL JXA 8530FE na Ústave vied o Zemi SAV v Banskej Bystrici. Použité analytické podmienky: urýchľovacie napätie 15 kV, prúd 15 nA, priemer lúča 1 μm .

Zlato vo vzorkách kremeňovej žiloviny bolo analyzované v laboratóriu ALS GLOBAL v Rosia Montana (Rumunsko). Vzorky boli po doručení do laboratória odvážené, vysušené a mleté tak, aby minimálne 70 % vzorky bolo vo frakcii <2 mm. Následne sa vzorka kvartovala a navážka o hmotnosti 250 g bola mletá tak, aby minimálne 85 % vzorky dosahovalo zrnitosť <0.075 mm. Au sa stanovilo z navážky o hmotnosti 30 g metódou „fire assay“ s následným stanovením obsahu Au pomocou AAS. Detekčný limit tejto metódy je 0.01 ppm Au.

Výsledky

Charakteristika miesta výskytu

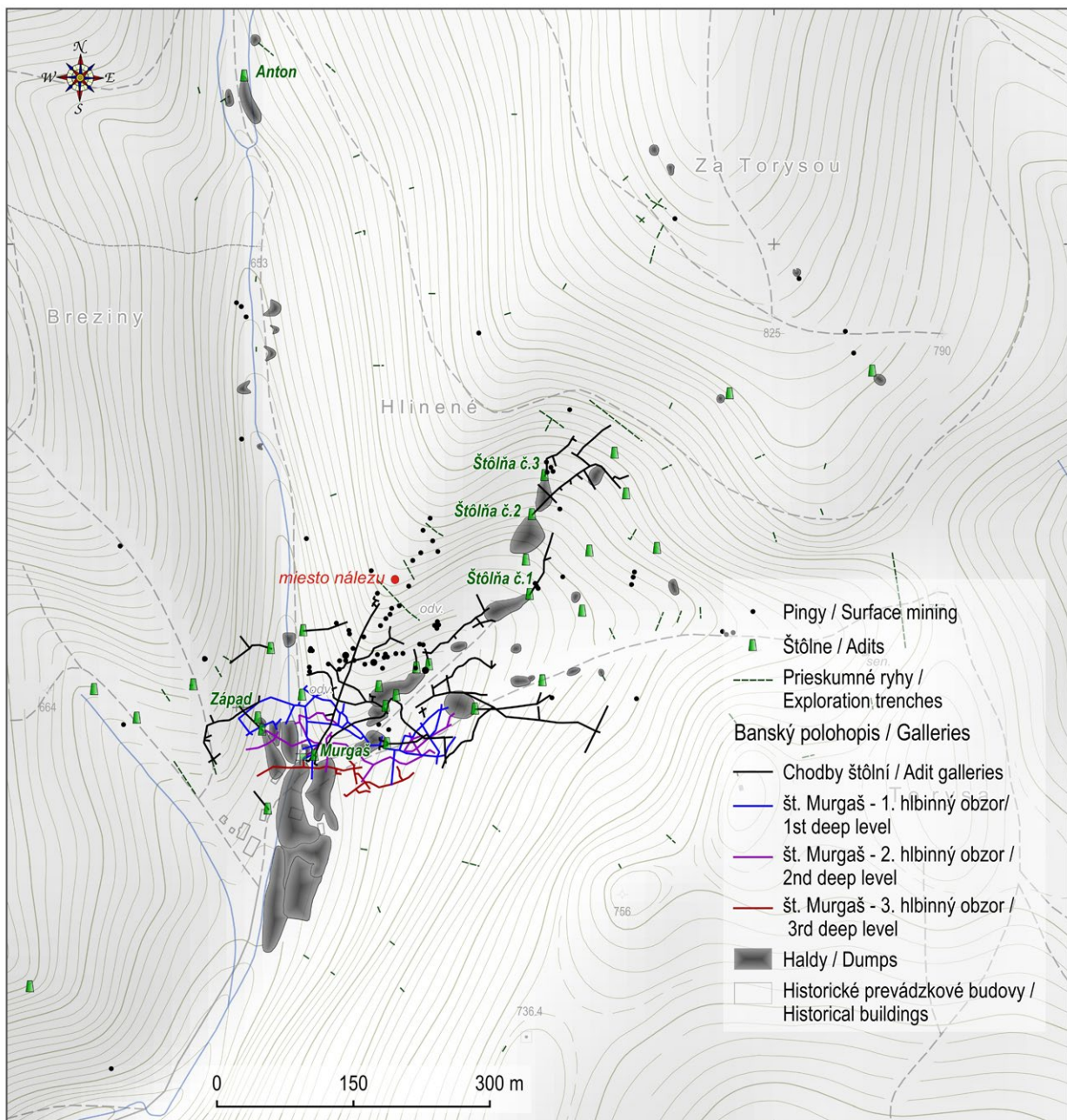
Vzorky so zlatom, ktoré boli predmetom nášho výskumu sa našli približne 100 m severne od dedičnej štôlne Murgaš (obr. 2) v priestore povrchových starých banských prác. Staré banské práce na prvý pohľad pripomínajú



Obr. 1 Schematická mapa Nízkych Tatier s vyznačením pozície ložiska Medzibrod a ložísk a výskytov mineralizácií s obsahom Au (upravené podľa Bakosa, Chovana a Žitňana, eds. 2017).

prieskumné šachtice, ale detailnejší výskum ukázal, že v skutočnosti ide o povrchové dobývky. Dobývky vystupujú na ploche 200 × 100 m a siahajú do hĺbky 1.5 m, maximálne 2 m. Predmetom ťažby bola suť tvorená zvetranou kremeňovou žilou s hrúbkou približne 0.5 m, maximálne 1 m. Na overenie charakteru dobývok a úložných pomerov kremeňovej žily bola vyhlbená sonda (obr. 3). Kremeňová žila sa v sonde zistila už iba v podobe úlomkov veľkosti od niekoľkých cm až balvanov veľkých do 0.5 - 0.7 m. Materiál žiloviny bol nesúdržný, voľne sypaný, s minimálnym množstvom jemného podielu, ktorý pravdepodobne predstavoval predmet ťažby. V podloží kremeňovej žily sa nachádzala asi 0.5 m hrubá poloha eluviálno-deluviálneho sedimentu, ktorý bol tvorený úlomkami mylonitizovanej muskoviticko-biotitickej až hypergénne argilitizovanej pararuly s postupným prechodom do pevného horninového podložia tvoreného rovnakou horninou. V počve sondy sa

podarilo zachytiť 1 - 5 cm hrubú kremeňovú žilku (pravdepodobne podložný odžilok zvetratej hrubej kremeňovej žily). Sklon podložnej žilky je 20° na J, smer V - Z. Je uložená paralelne s mylonitizáciou (mylonitovou foliáciou), ktorá tu má pravdepodobne rovnaké úložné pomery ako pôvodná metamorfna foliácia. Vo výplni žilky sa zistil len limonit, v suchom šlichu z drvenej žiloviny ojedinelé zrnká zlata vo frakcii <0.1 mm. V podloží žilky v zóne s hrúbkou niekoľko cm vystupuje silne limonitizovaná a mylonitizovaná pararula, v ktorej sa v suchom šlichu zistili veľmi hojné zlatinky s veľkosťou <0.1 mm. Obsah Au vo vzorke z kremeňovej žilky z dna šachtice dosahuje 0.03 g/t, kým v podložnej limonitizovanej pararule až 3.63 g/t Au. Limonitizovaná pararula s vysokým obsahom zlata ďalej smerom do podložia prechádza do slabo až nelimonitizovanej pararuly.

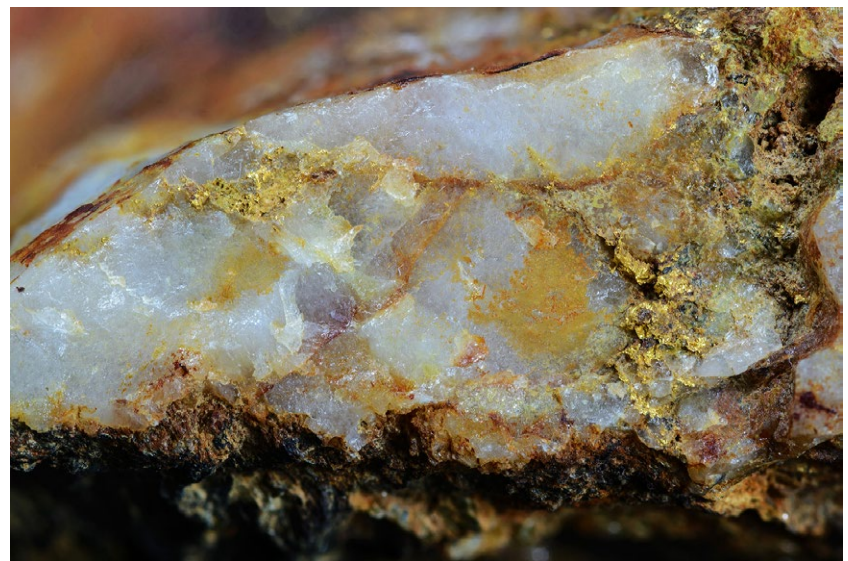
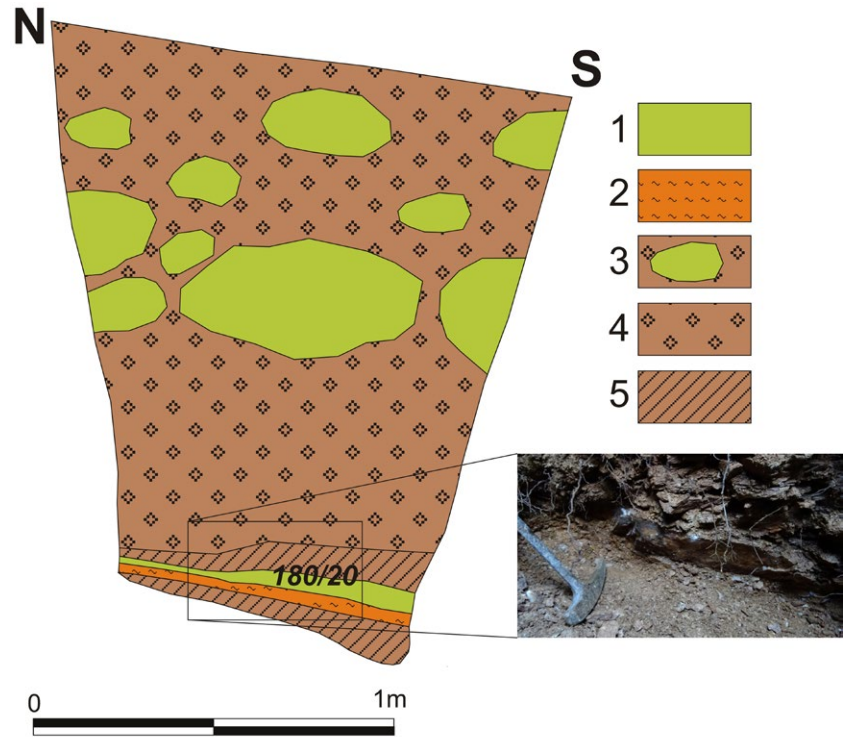


Obr. 2 Mapa baní v Medzibrode (upravené podľa Bakosa, Chovana a Žitňana, eds. 2017).

Opis zistených minerálnych fáz

Kremeň - je na lokalite hlavným minerálom. Často tvorí bloky veľkosti 0.5×1 m. Je masívny, mliečnobialej farby. Na puklinových plochách býva často intenzívne sericitizovaný. Po puklinách býva často limonitizovaný. Vtrúseniny sulfidov (nižšie opisované) v kremeň sú pravdepodobne generácie mladšie, vystupujú nepravidelne, hniezdovito a len lokálne.

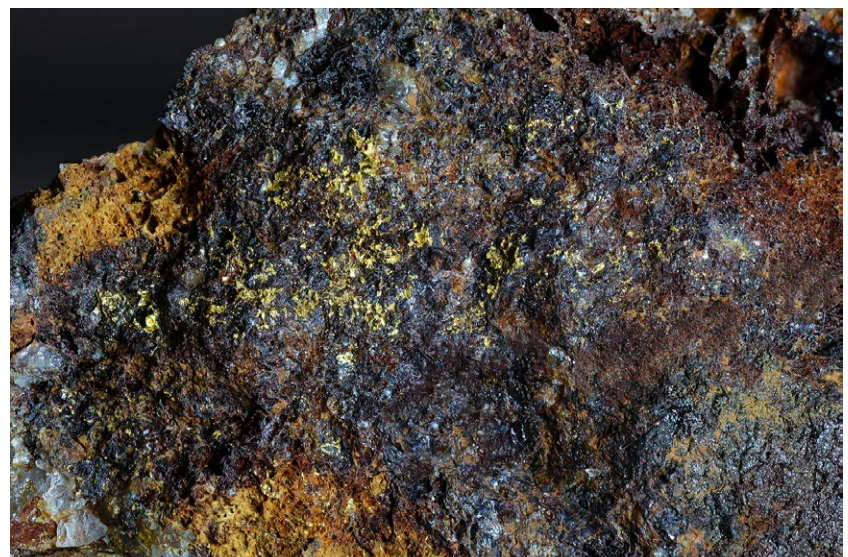
Zlato - na lokalite Medzibrod sa zlato v študovaných vzorkách makroskopicky vyskytuje vo forme nepravidelných agregátov a plieškov veľkosti do 7 mm (obr. 4), zriedkavo s náznakmi kryštálových plôch. Lokálne tvorí siete jemných žíliek po puklinách kremeňa alebo limonitu (obr. 5). Mikroskopicky tvorí zlato alotriomorfne zrná veľkosti do $10 \mu\text{m}$ v reliktoch tetradritu (obr. 6a). Často je asociované s oxi-hydroxidmi Fe, Pb-Sb sekundárnymi minerálmi (obr. 6b, 6e, 6f) alebo baritom (obr. 6d). Morfológicky tvorí zlato pliešky, drôtičky, zriedkavo agregáty s náznakmi kryštálových plôch (obr. 7a-f). Z hľadiska chemického zloženia vytvára zlato dve skupiny (obr. 8). Obe sa však vyznačujú vysokou rýdzosťou, pričom prvá má obsah Ag v rozmedzí 0.24 - 5.45 hm. %. V druhej skupine sa obsah Ag pohybuje v rozmedzí 11 - 13.14 hm. %. Zvýšené sú najmä obsahy Hg (do 1.36 hm. %) ako aj Cu (do 2.29 hm. %). Z ostatných prvkov má zlato vyšší obsah Fe (do 0.30 hm. %). Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy zlata sú uvedené v tabuľke 1.



Obr. 3 Schematický geologický rez sondou v povrchovej dobývke na lokalite Medzibrod. Legenda: 1- kremenná žila, 2 - limonitizovaná a mylonitizovaná pararula, 3 - balvany kremennej žiloviny, 4 - eluviálno-deluviálny sediment tvorený úlomkami argilitizovanej muskoviticko-biotitickej pararuly, 5 - argilitizovaná muskoviticko-biotitická pararula.

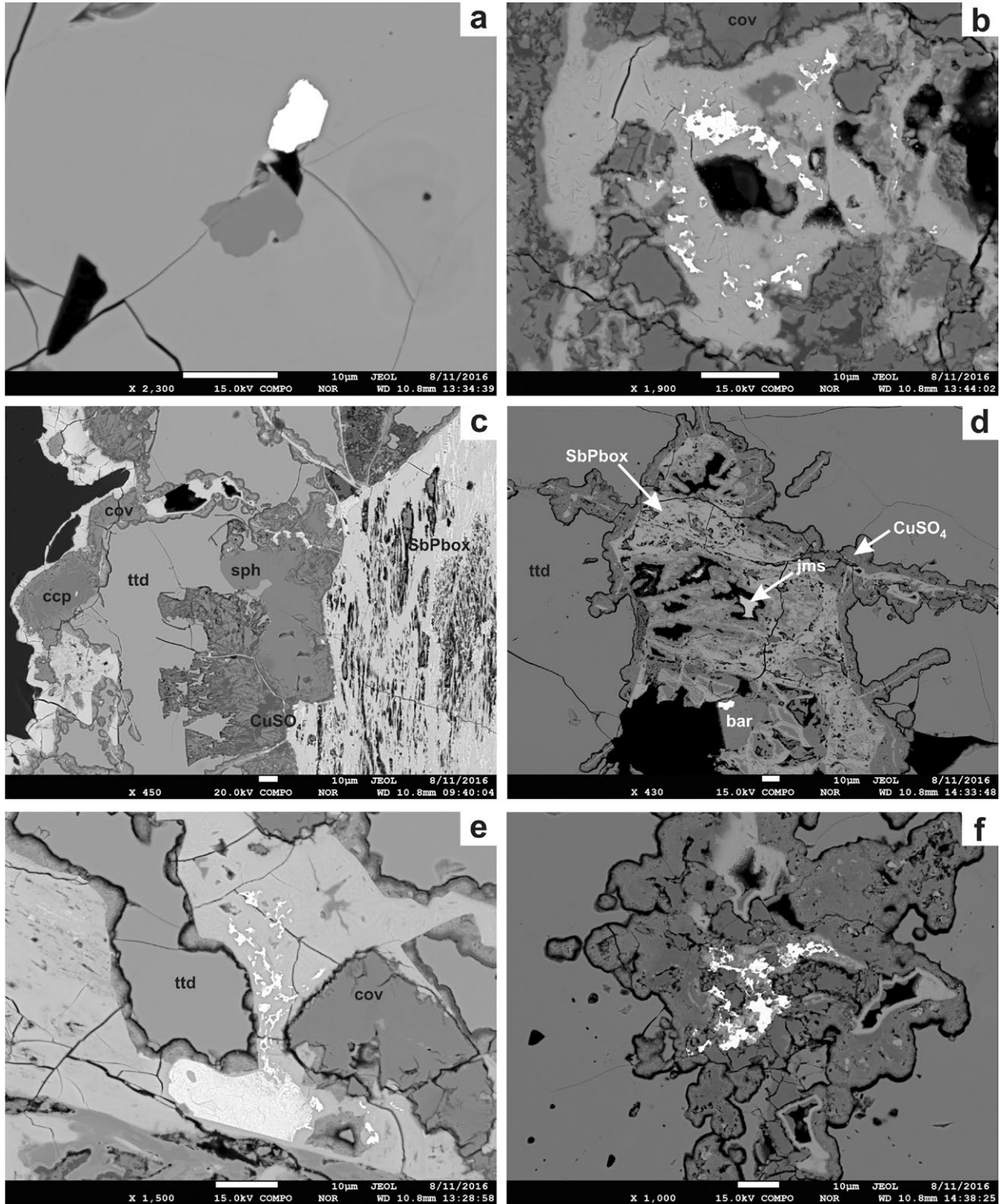
Obr. 4 Zhľuky agregátov zlata v kremeň. Veľkosť najväčšieho agregátu Au je 3 mm. Foto: J. Šurka.

Obr. 5 Bohaté impregnácie zlata v limonitizovanom kremeň. Šírka záberu 1 cm. Foto: J. Šurka.



Sprievodné minerály - z pôvodných primárnych sulfidických fáz boli v asociácii so zlatom zistené len arzenopyrit, tetraedrit, sfalerit, chalkopyrit a jamesonit. Len veľmi ojedinele sa zlato zistilo uzavreté v *barite* (identifikovaný EDS), ktorý tvorí tabuľkovité kryštály veľkosti do

40 μm . *Jamesonit* tvorí reliktu vo forme alotriomorfných zŕn veľkosti do 10 μm intenzívne korodované sekundárnymi fázami Pb-Sb (obr. 6d), ktoré vyplňajú dutiny v tetraedrite. Chemické zloženie jamesonitu je pomerne stabilné, bez výraznejšieho zastúpenia prímiesí. Lokál-



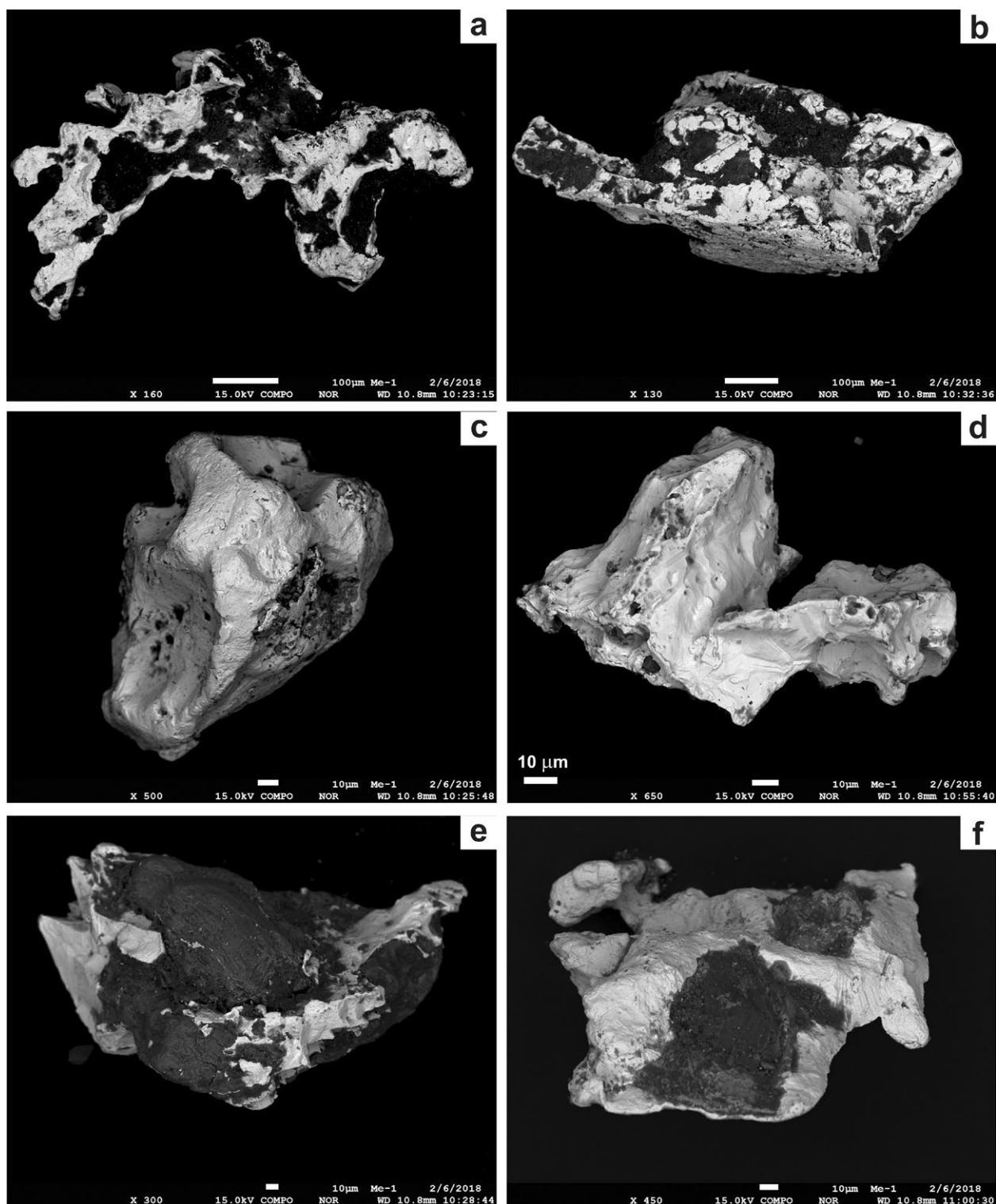
Obr. 6 a) Alotriomorfné zrn zлата (biele) v tetraedrite (sivý) v asociácii so sfaleritom (najtmavší). b) Agregát zлата (biele) prerastený s oxidmi Sb-Pb (sivé), ktoré vyplňajú dutinu v covellitě. Najtmavšia fáza predstavuje "CuSO₄" (identifikované EDS). c) Agregát tetraedritu (ttt) a sfaleritu (sph) zatláčaný od okrajov chalkopyritom (ccp), covellitom (cov) a oxidmi Pb-Sb (SbPbox) a síranmi Cu (CuSO₄). d) Relikty jamesonitu (jms) a tetraedrit (ttt) korodovaný oxidmi Pb-Sb (svetlešie) ako aj síranmi Cu. Zlato (biele) je uzavreté v barite (bar). e) Pórovitý a hubovitý agregát zлата (biele) v Pb-Sb oxidoch (svetlosivá), ktoré vyplňajú priestor medzi tetraedritom (ttt) a covellitom (cov). f) dutina v tetraedrite vyplnená Pb-Sb oxidmi prerastenými so zlatom (biele). BSE obrázky. Foto: T. Mikuš.

ne sú zvýšené len obsahy As (do 0.04 *apfu*). Priemerný (šesť analýz) kryštalochemický vzorec jamesonitu prepočítaný na sumu atómov 25 *apfu* možno vyjadriť ako $\text{Fe}_{0.94}\text{Pb}_{4.06}(\text{Sb}_{5.96}\text{As}_{0.03})_{\Sigma 5.99}\text{S}_{14.02}$. Elektronové mikroanalýzy jamesonitu sú uvedené v tabuľke 2.

Sfalerit sa zistil v asociácii s tetraedritom, v ktorom tvorí alotriomorfné zrná veľkosti do 200 μm . Predpokladáme, že je mladší ako tetraedit. Vyznačuje sa zvýšeným obsahom Fe a Cd, ktoré nahrádzajú Zn. Obsah Fe do-

sahuje do 4.06 hm.% a obsah Cd je max. 0.68 hm.%. Kryštalochemický vzorec sfaleritu prepočítaný na 2 *apfu* sa dá uviesť ako $(\text{Zn}_{0.91}\text{Fe}_{0.07}\text{Cd}_{0.01})_{\Sigma 0.99}\text{S}_{1.00}$.

Tetraedit je najviac zastúpený minerál z primárnej sulfidickej asociácie. Po puklinách (obr. 6c,d) a od okrajov je intenzívne korodovaný sekundárnymi minerálmi Pb-Sb ako aj síranmi Cu, chalkopyritom a covellitom (obr. 6c, d, e, f). Kryštalochemický vzorec tetraeditu bol vypočítaný podľa empirického vzorca uvedeného v práci Moëlo et al.



Obr. 7 Morfológia agregátov zlata z výskytu v Medzibrode: a) Drôtik zlata prerastený s kremeňom (čierny), b) Agregát zlata prerastený s limonitom (čierny), c) Zlatina s náznakmi kryštálových plôch, d) Hrudkovitý agregát zlata, e) Zlato prerastené s limonitom (čierny), f) Agregát zlata prerastený s kremeňom (čierny). BSE obrázky. Foto: T. Mikuš.

kalitách Lom, Dúbrava, Magurka (Chovan 1990) alebo Mlynná dolina (Majzlan, Chovan 1997) a Nižná Boca (Smirnov et al. 2006). Zlato z tejto asociácie sa vyznačuje vysokou rýdzosťou (800 - 950). V Sb-(Au) mineralizáciách sa zlato vyskytuje aj v najmladšom tetraedritovom štádiu. Okrem tetraedritu sa v tomto štádiu bežne vyskytuje aj bournonit, jamesonit, chalkopyrit (Chovan et al. 1996). Zlato tejto minerálnej paragenézy sa vyznačuje nižšou rýdzosťou (650 - 780). V Nízkych Tatrách sa zlato takejto rýdzosti v tetraedritovom štádiu vyskytuje napríklad na Magurke (Chovan et al. 1995).

Podľa výsledkov tohto štúdia vystupuje zlato v Medzibrode v asociácii s mladšou sulfidickou mineralizáciou (tetraedritové štádium Sb-(Au) mineralizácie) reprezentovanou tetraedritom, jamesonitom a sfaleritom. Vystupovanie zlata v asociácii s mladšou sulfidickou mineralizáciou s obsahom

Tabuľka 2 Reprezentatívne mikroanalýzy jamesonitu z Medzibrodu (hm. %; atómové koeficienty prepočítané na 25 atómov)

	mean	1	2	3	4	5	6
Pb	40.31	39.91	40.24	40.10	40.39	40.39	40.80
Ag	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00
Fe	2.52	2.40	2.34	2.44	2.65	2.66	2.60
Sb	34.79	34.39	34.53	34.48	35.08	34.99	35.25
As	0.09	0.08	0.06	0.06	0.06	0.14	0.14
S	21.56	21.72	21.29	21.74	21.51	21.77	21.35
total	99.28	98.53	98.47	98.84	99.72	99.95	100.14
Pb	4.06	4.02	4.10	4.03	4.05	4.03	4.10
Ag	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe	0.94	0.90	0.88	0.91	0.99	0.98	0.97
Sb	5.96	5.90	5.99	5.90	5.99	5.93	6.03
As	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04
S	14.02	14.15	14.01	14.13	13.95	14.02	13.86

Tabuľka 3 Reprezentatívne mikroanalýzy tetraedritu z Medzibrodu (hm. %; atómové koeficienty prepočítané na 29 atómov)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8
Ag	0.46	0.46	0.41	0.43	0.41	0.49	0.47	0.49	0.49
Fe	4.18	4.15	4.30	4.29	4.27	4.10	4.14	4.08	4.11
Zn	3.11	3.10	3.03	3.05	3.02	3.18	3.16	3.23	3.08
Cd	0.12	0.07	0.12	0.14	0.10	0.17	0.13	0.09	0.14
Cu	38.09	38.38	37.98	38.20	38.27	38.10	37.97	37.95	37.90
Sb	28.84	28.26	28.09	27.92	28.06	29.55	29.68	29.76	29.38
Bi	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.42	0.00
As	0.85	1.17	1.49	1.48	1.41	0.41	0.15	0.22	0.44
S	24.78	24.69	24.84	24.67	24.96	24.83	24.84	24.65	24.78
total	100.48	100.28	100.26	100.18	100.50	100.90	100.54	100.89	100.32
Ag	0.070	0.070	0.060	0.070	0.060	0.070	0.070	0.080	0.080
Cu	9.941	10.020	9.900	9.970	9.940	9.930	9.920	9.930	9.920
Ag+Cu	10.011	10.090	9.960	10.040	10.000	10.000	9.990	10.010	10.000
Fe	1.241	1.230	1.270	1.270	1.260	1.220	1.230	1.220	1.220
Zn	0.788	0.790	0.770	0.770	0.760	0.800	0.800	0.820	0.780
Cd	0.018	0.010	0.020	0.020	0.010	0.020	0.020	0.010	0.020
Fe+Zn+Cu	2.047	2.030	2.060	2.060	2.030	2.040	2.050	2.050	2.020
Sb	3.928	3.850	3.820	3.800	3.800	4.020	4.050	4.060	4.020
Bi	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.030	0.000
As	0.187	0.260	0.330	0.330	0.310	0.090	0.030	0.050	0.100
Sb+Bi+As	4.120	4.110	4.150	4.130	4.110	4.120	4.080	4.140	4.120
S	12.815	12.770	12.820	12.760	12.840	12.820	12.860	12.780	12.860

Ag až do 22 hm. % v Medzibrode opisujú aj Lalská a Chovan (2006). Vznik zlata v asociácii s mladšou sulfidickou mineralizáciou na nízkotransných ložiskách sa spája s prínosom Ag do systému vplyvom fluíd, z ktorých kryštalizoval napríklad tetraedrit a ďalšie sulfosoli (Chovan et al. 1994). Zlato v študovaných vzorkách z Medzibrodu má však vysokú rýdzosť, kým pre nízkotransné mineralizácie, respektíve aj pre tatrcké, je typická asociácia vyššie rýdzeho zlata s arzenopyritom a pyritom.

Fakt, že vysokorýdve zlato v študovaných vzorkách z Medzibrodu vystupuje s mladšou sulfidickou mineralizáciou, nastoľuje otázku, či husté impregnácie až hniezda zlata v limonite nepred-

Tabuľka 4 Reprezentatívne mikroanalýzy covellitu z Medzibrodu (hm. %; atómové koeficienty prepočítané na dva atómy)

	mean	1	2	3	4
Cu	64.16	63.57	63.85	65.24	63.97
Ag	2.63	4.25	2.53	1.92	1.80
Fe	0.14	0.18	0.14	0.13	0.11
Sb	1.26	0.22	1.55	1.71	1.54
S	30.58	31.12	30.16	30.20	30.83
total	99.00	99.34	98.23	99.20	98.26
Cu	1.01	0.99	1.01	1.02	1.00
Ag	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
S	0.95	0.96	0.95	0.94	0.96

stavujú zlato supergénneho pôvodu. Jeho zloženie je porovnateľné so supergénnym zlatom z Veľkého Klíža (Bakos, Žitňan 2001), Katarínskej Huty (Ferenc et al. 2006), alebo z Divína (Bakos et al. 2016) (obr. 8). Ak je supergénneho pôvodu, vznikalo v kyslom prostredí z chloridových komplexov (Webster, Mann 1984). Oxi-hydroxidy Fe slúžili ako geochemická bariéra pre kryštalizáciu Au. Počas supergénnych procesov okrem zlata mohli vzniknúť aj covellit, sulfáty Cu a Pb-Sb oxidy. Zdroj supergénneho zlata môžeme hľadať v primárnej sulfidickej mineralizácii, kde sa zlato vyskytuje v najmladšom tetraedritovom štádiu (Lalinská, Chovan 2006). Najpravdepodobnejším zdrojom zvýšeného obsahu Ag v supergénnom covellite by mohol byť tetraedrit. Všeobecne, najbežnejším geochemickým prostredím pre redepozíciu Au sú zvetrané tektonické zóny s prítomnosťou Fe oxi-hydroxidov (Gao et al. 1995), ktoré aj v Medzibrode vznikli zvetraním sulfidov. Problematický pre teóriu o supergénnom pôvode zlata je však fakt, že väčšina asociovaných sulfidov zo zlatom úplne nepodľahla supergénnym procesom.

Podľa úložných pomerov zlatonosnej kremennej žily v mylonitovej zóne, zachytenej v sonde, sa jedná o paralelnú štruktúru v nadloží ťažených žíl s antimonitovou mineralizáciou a zlatom, ktoré opisujú Čillík (1978), Michálek et al. (1988) atď. Na rozdiel od podložných žíl, ktoré majú vyvinutú Sb mineralizáciu (Lalinská, Chovan 2006), nadložná opisovaná štruktúra je chudobná na sulfidy. Podobné plocho uložené zlatonosné štruktúry chudobné na sulfidy sa v tatriku Západných Karpát vyskytujú len na Kriváni v Tatrách (Bakos, Chovan 2006).

Podakovanie

Článok vznikol vďaka projektu podporeného Slovenskou vedeckou agentúrou VEGA 2/0023/17 a za finančnej podpory Ministerstva kultúry ČR v rámci inštitucionálneho financovania dlhodobého koncepčného rozvoja výskumnej organizácie Národní muzeum (00023272 - cieľ DKRVO 2018/01). Naša vďaka patrí Š. Ferencovi a anonymnému recenzentovi za konštruktívne podnety ako aj J. Šurkovi z ÚVZ SAV v Banskej Bystrici za fotografie minerálov.

Literatúra

- ANDRUSOV D, KOUTEK J, ZOUBEK V (1951) Výsledky základného a montanisticko-geologického výzkumu v jižní a severní části nízkotatranského krystalického jádra v roce 1950. MS, archiv Geofond Bratislava, 1-252
- BAKOS F, CHOVAN M (2006) Hydrotermálna Au-Sb mineralizácia v oblasti Kriváňa (Tatry). *Miner Slov* 38: 83-98
- BAKOS F, CHOVAN M, ŽITŇAN P, (EDS.), BAČO P, BAHNA B, BEDNÁR R, BEDNÁROVÁ S, FERENC Š, FINKA O, GARGULÁK M, HRAŠKOVÁ E, HVOŽDARA P, JELEŇ S, KAMHALOVÁ M, KAŇA R, KNĚSL J, KRÍŽANI I, LABUDA J, LALINSKÝ T, MAŤO L, MIKLOVIČ J, MIKUŠ T, ONDRUS P, PAUDITS P, SOJÁK M, SOMBATHY L, ŠÁLY J (2017) Zlato na Slovensku. Vyd. Lúč, Bratislava, 1-429
- BAKOS F, MIKUŠ T, HRAŠKO L, PAUDITŠ P, SÝKORA M (2016) Supergene Au mineralization at Divín - Divínsky háj locality (Slovenské rudohorie Mts., Veporic Unit). *Acta Geologica Slovaca* 8: 165-174
- BAKOS F, ŽITŇAN P (2001) Supergénne obohatené zóny - možný zdroj zlata v rozsypoch v oblasti Tribeča. *Miner Slov* 33: 453-458
- BIELY A, BEZÁK V, (EDS), (1997) Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier 1 : 50000. GÚDŠ, Bratislava, 1-232
- CAMBEL B, JARKOVSKÝ J (1978) Geochémia mikroprvkov v antimonitoch z československých ložísk. *Náuka o Zemi, Sér geol* 12: 226
- ČILLÍK I (1978) Prognózy rudných nerastných surovín v tatroveporidách stredného Slovenska. In: Teoretické základy prognóz nerostných surovín v ČSSR. *Kat. lož. geol. Prír. fak. UK Praha*: 86-92
- FERENC Š, BAKOS F, VAVROVÁ J (2006) Supergénna Au mineralizácia v Katarínskej Hute (Slovenské Rudohorie, veporicum). *Miner Slov* 38: 99-108
- GAO ZL, KWAK TA, CHANGKAKOTI A, HUSSEIN E, GRAY J (1995) Supergene ore and hypogene nonore mineralization at the Nagambie sediment-hosted gold deposit, Victoria, Australia. *Econ Geol* 90: 1747-1763
- CHOVAN M (1990) Mineralogical-paragenetical relationship 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, EDS (1994) Ore textures in the Western Carpathians. *Veda SAV, Bratislava*, 219
- CHOVAN M, PÖC I, JANGSY P, MAJZLAN J, KRISTÍN J (1995) Rudná mineralizácia Sb-Au (As-Pb) na ložisku Magurka, Nízke Tatry. *Miner Slov* 27: 397-406
- CHOVAN M, SLAVKAY M, MICHÁLEK J (1996) Ore mineralization of the Ďumbierske Tatry Mts. (Western Carpathians, Slovakia). *Geol Carpath* 47: 371-382
- KLEIN R (1942) Das Antimon-Gold Vorkommen von Medzibrod nad Hronom in der Slowakei. *Berg u hüttenmänn Mh (Wien)* 90: 34-38
- LALINSKÁ B, CHOVAN M (2006) Hydrotermálna mineralizácia na lokalite Medzibrod a Sopotnická dolina. *Miner Slov* 38: 261-272
- LAWRANCE LM, GRIFFIN BJ (1994) Crystal features of supergene gold at Hannan South, Western Australia. *Miner Depos* 29: 391-398
- MAJZLAN J, CHOVAN M (1997) Hydrotermálna mineralizácia v Mlynnej Doline, Nízke Tatry. *Miner Slov* 29: 149-158
- MAŤO L, MAŤOVÁ V (1993) Zlatá mineralizácia strižných zón pri Uderinej, jz. časť veporickeho kryštalinika, stredné Slovensko. *Miner Slov* 25: 327-340
- MICHÁLEK J, ARVENSIS M, HAUREROVÁ J, MUDRÁKOVÁ M, LINKEŠOVÁ M, HALÁSOVÁ A, DVORŠŤÁK J, MINKO J (1988) Nízke Tatry. Záverečná správa, surovina antimonit - Au, vyhladávací prieskum. MS, archiv Geofond Bratislava 1-163
- MICHÁLEK J, CHOVAN M, HATÁR J, MUDRÁKOVÁ M, PÚCHIOVÁ M, BLAŠKO B, VESHÉGHY R, OROSLÁNY J, BARTEK J (1999) Nízke Tatry - zlato, vyhladávací prieskum. MS, archiv Geofond Bratislava 1-126
- MÖELO Y, MAKOVICKY E, MOZGOVA NN, JAMBOR JL, COOK N, PRING A, PAAR W, NICKEL E, GRAESER S, KARUP-MØLLER S, BALIČ-ŽUNIČ T, MUMME WG, VURRO F, TOPA D, BINDI L, BENTE K, SHIMIZU M (2008) Sulfosalt systematics: a review report of the sulfosalt sub-committee of the IMA commission on ore mineralogy. *Eur J Mineral* 20: 7-46
- SLÁVIK J ET AL (1967) Nerastné suroviny Slovenska. Bratislava, SVTL 1-510
- SMIRNOV A, PRŠEK J, CHOVAN M (2006) Mineralogy and Geochemistry of the Nižná Boca Sb-Au Hydrothermal Ore Deposit (Western Carpathians, Slovakia). *Mineral Polon* 37: 71-94
- WEBSTER JG, MANN AW (1984) The influence of climate, geomorphology and primary geology on the supergene migration of gold and silver. *J Geochem Explor* 22: 21-41