

Bismutové minerály v křemenném valounu se zlatem z náplavů Otavy u Annína (Šumava)

Bismuth minerals in the quartz pebble with native gold from alluvial placers of Otava river near Annín (the Šumava Mts.)

VLADIMÍR ŠREIN¹⁾ A JIŘÍ LITOCHEB²⁾

¹⁾ Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8

²⁾ Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

ŠREIN V., LITOCHEB J. (2008): Bismutové minerály v křemenném valounu se zlatem z náplavů Otavy u Annína (Šumava). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/1**, 33-35. ISSN: 1211-0329.

Abstract

Gold of high purity (98.6 %), found in quartz pebble from alluvial placers of Otava river near Annín, north of Rejštejn at the Šumava Mountains (Czech Republic), is associated with both native bismuth and joséite A with empirical formula $(\text{Bi}_{3.92}\text{Au}_{0.03}\text{Ag}_{0.04})_{\Sigma 3.99}(\text{Te}_{0.97}\text{S}_{2.04})_{\Sigma 3.01}$. Joséite A is supposed to crystallize from reduced fluids with higher sulphur fugacity and at a relatively high temperature about 266° C. Native bismuth as well as joséite A are mostly altered into supergenic Bi and Bi-Te oxidic phases with variable chemical composition.

Key words: native gold, bismuth, joséite A, chemical composition, alluvial placers, Otava river, the Šumava Mts., SW Bohemia

Úvod

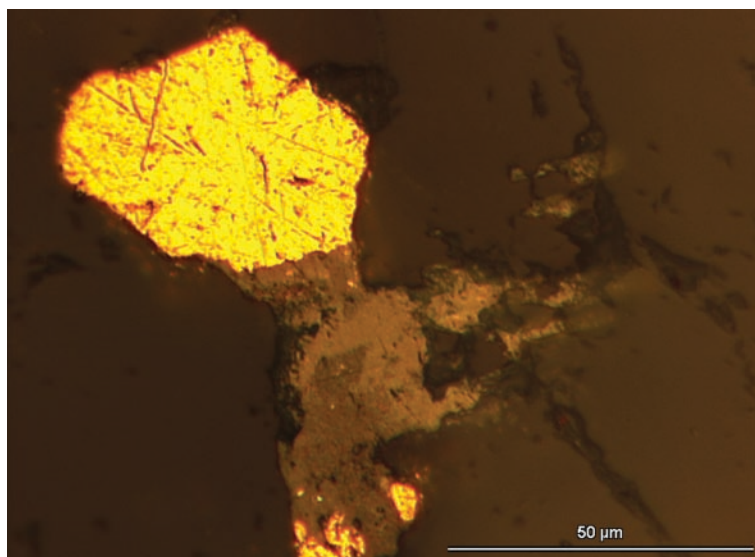
Ve zlatonosných aluviálních náplavech (rozsypech) bývá makroskopické zlato nalézáno i v křemenných nebo horninových valounech, což mnohdy umožňuje bližší určení typu a lokality primární Au-mineralizace (Malec 2002). V případě náplavů Otavy byl zatím podrobněji studován křemenný valoun se zlatem a Bi-minerály z rozsypu u Kestřan nedaleko Písku (nález z roku 1998) s předpokladem transportu ze zlatonosné oblasti Šumavy (Kašperskohorsko) (Litochleb et al. 2000). Obdobný křemenný valoun s viditelným zlatem byl prvním z autorů nalezen v roce 1973 v náplavech horní Otavy v areálu koupaliště v Anníně mezi Sušicí a Rejštejmem. Těžbu zlata v sedimentech po obou březích Otavy i přímo z aluvia v Anníně uvádí Barviř (1896).

Výsledky mineralogického výzkumu zlata a doprovodných Bi-minerálů z annínského valounu jsou uvedeny v předloženém článku. Dokladový materiál je evidován v mineralogické sbírce Národního muzea (P1P 13/2006).

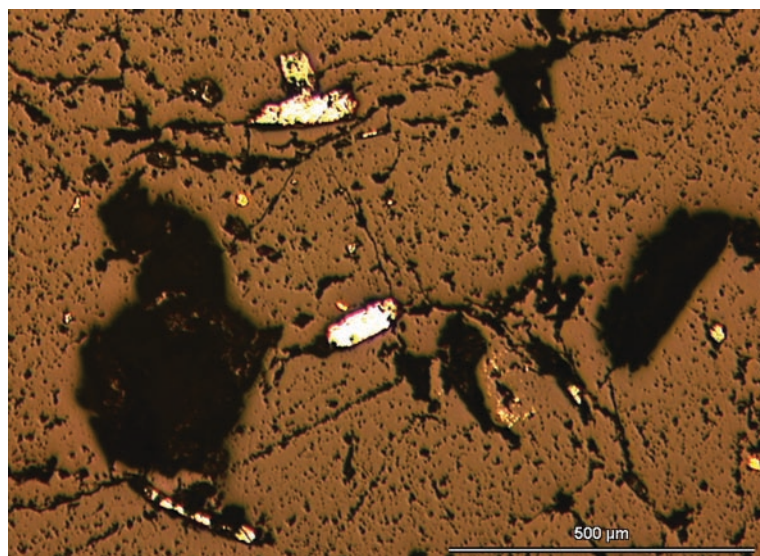
Mineralogická charakteristika

Dobře zaoblený zploštělý valoun o rozměrech 4 x 3 x 1.5 cm tvoří matně bílý až šedý smouhovitý křemen s 0.X mm velkými šedobílými, kovově lesklými lístečkovitými agregáty joséitu A a jemně granulovaným zlatem. Ze sulfidů je v křemenu přítomen pouze nehojný pyrit. Rudní minerály jsou vázány na jemné trhliny, v jejichž okolí je křemen hnědavě zbarven „limonitem“, vznikajícím supergenní přeměnou pyritu.

Podle mikroskopického studia v odraženém světle sytě žluté alotriomorfní až hypidiomorfní zlato vytváří nejčastěji zrnka o velikosti od 1 do 50 μm, největší hypidiomorfní zrna dosahují velikosti 180 x 50 nebo 160 x 110 μm (obr. 1). Méně časté jsou 3 - 5 μm mocné žilky o délce do 300 μm. Zlato srůstá s Bi-minerály, jak primárními, tak s jejich oxidačními produkty. Průměrné chemické složení zlata ze 4 bodových mikroanalýz (podmínky viz tab. 1) je Au 96.40, Ag 2.40, Bi 0.34, Te 0.41 a odpovídá empirickému vzorci $\text{Au}_{0.948}\text{Ag}_{0.043}\text{Bi}_{0.003}\text{Te}_{0.006}$. Průměrná ryzost zlata je 0.968.



Obr. 1 Hypidiomorfní zrnko zlata v křemenu v doprovodu šedohnědých Bi a Bi-Te oxidických fází, Annín, nábrus. Foto V. Šrein.



Obr. 2 Světlá hypidiomorfní zrna joséitu A na trhlínách křemene s jemnozrnným zlatem, Annín, nábrus. Foto V. Šrein.

Tabulka 1 Chemické složení bismutu a joséitu A (v hm. %)

	1 (n=4)	2 (n=4)
Bi	99.23 (98.87 - 99.49)	80.75 (80.64 - 80.90)
Au	0.22 (0.09 - 0.36)	0.60 (0.54 - 0.63)
Ag	0.09 (0.05 - 0.13)	0.46 (0.37 - 0.59)
Te	0.14 (0.08 - 0.22)	12.20 (12.10 - 12.29)
S	0.31 (0.15 - 0.52)	6.44 (6.18 - 6.65)
Total	99.99	100.45
Bi *	0.986	3.919
Au *	0.002	0.030
Ag *	0.002	0.044
Te *	0.002	0.970
S *	0.008	2.037
Total *	1.000	7.000
S+Te		3.007 (2.948 - 3.045)
S/Te		2.10 (2.03 - 2.17)
Bi/(S+Te)		1.30 (1.27 - 1.35)

* *apfu* na bázi 1 atomu (bismut) a 7 atomů (joséit A)
Podmínky: Elektronový mikroanalýzátor JEOL JXA-50A s energiově disperzním analyzátozem EDAX PV9400, 20 kV, $1.7 \cdot 10^{-9}$ A, průměr svazku elektronů 1 - 2 μ m, korigováno, lab. GIÚ AV ČR, anal. A. Langrová, V. Šrein.

Tabulka 2 Variabilita chemického složení Bi a Bi-Te oxidických fází

	1	2	3	4	5
Bi ₂ O ₃	98.33	96.60	93.32	82.42	63.29
Te ₂ O ₅	1.12	2.79	5.38	13.20	35.24
SO ₃	0.23	0.35	0.75	0.82	0.95
Au ₂ O ₃	0.17	0.19	0.37	2.83	0.37
Ag ₂ O	0.15	0.07	0.18	0.73	0.15
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Ryzí bismut byl zjištěn ve formě drobných (X - X0 μ m) reliktů v oxidických fázích. Podle elektronových mikroanalýz (tab. 1) kromě dominantního Bi obsahuje jen malou příměs Au, Ag, Te a S v rozmezí 0.002 - 0.008 *apfu*.

V odraženém světle bílá až slabě nažloutlá hypidiomorfní a zřetelně anizotropní (různě šedohnědé efekty) zrna joséitu A srůstají přímo se zlatem nebo se vyskytují v jeho blízkosti (obr. 2). Z větší části jsou zatlačena šedými oxidačními produkty. Průměrné chemické složení ze 4 bodových mikroanalýz (tab. 1) odpovídá empirickému vzorci $(\text{Bi}_{3.92}\text{Au}_{0.03}\text{Ag}_{0.04})_{\Sigma 3.99}(\text{Te}_{0.97}\text{S}_{2.04})_{\Sigma 3.01}$ ve smyslu Coocka et al. (2007).

Oba Bi-minerály jsou výrazně postiženy supergenní přeměnou za vzniku chemickým složením variabilních Bi a Bi-Te oxidických fází (tab. 2). Pro nepatrné množství materiálu nebyly tyto oxidační produkty podrobeny rentgenové difrakční analýze.

Joséit A (někdy označován jen jako joséit nebo sulfojoséit) byl od dob prvních publikací diagnostických dat (Warren, Davis 1940; Peacock 1941; Thompson 1949) popsán z řady telluridových lokalit ve světě, zejména od 70. let 20. století díky aplikaci elektronového mikroanalýzátoru při mineralogickém výzkumu (souhrn in Cook et al. 2007; Bálintová 2008). Přesto je v porovnání s joséitem B mnohem vzácnější. Vznik joséitu A v paragenezi Bi, Te, S - minerálů patrně vyžaduje specifické minerogenetické podmínky - vyšší fugacitu síry a relativně vyšší teplotu kolem 266° C (srov. Ciofflica, Lupulescu 1995; Mudrovska et al. 2004). Atomární poměr Bi/(Te+S) = 1.27 - 1.35 (tab. 1) indikuje redukovaná fluida (viz Ciobanu et al. 2004; Cependal et al. 2006).

V paragenezích Au-ložisek Českého masivu se však stále jedná o poměrně vzácný Bi-sulfotellurid (Litochleb, Šrein 1994). Zatím byl identifikován a novými analýzami potvrzen v paragenezi Bi-minerálů na ložisku Kasejovice - důl Jakub (Litochleb et al. 1990; Vymazalová 1997; Litochleb 1998; Litochleb, Sejkora 2007), dále pak na Au-ložiskách Kašperské Hory (Scharmová, Pertoldová 1990) a Petráčková hora - Vacíkov (Scharmová, Pertoldová 1992).

Závěr

Mineralogickým výzkumem křemenného valounu s makroskopickým zlatem z náplavů Otavy u Annína bylo zjištěno, že zlato vysoké ryzosti je doprovázeno ryzím bismutem a joséitem A, z větší části supergenně přeměněnými v Bi a Bi-Te oxidické fáze variabilního chemického složení. Primární zdroj zlata s doprovodnými Bi-minerály lze předpokládat z kašperskohorsko-hartmanické zlatonosné oblasti, případně z oblasti Křemelné. V obou těchto oblastech je zastoupena analogická Au-mineralizace - křemenné žíly s jemnozrnným zlatem převážně vysoké ryzosti 0.900 - 0.997, Bi-minerály (Bi-telluridy a sulfotelluridy, ryzí bismut, bismutin, maldonit) a nehojnými sulfidy (Malec 1986; Punčochář in Morávek et al. 1992).

Poděkování

Výzkum byl realizován v rámci grantového projektu GA ČR (205/06/0702) a výzkumného záměru ÚSMH AV ČR, v.v.i. (A VOZ30460519).

Literatura

- Bálintová T. (2008): Kryštalochémia minerálov tetradymitovej skupiny. - MS, Prír. Fak. Univ. Komen., Bratislava, 92 s.
- Barvíř J. L. (1896): O výskytu zlata na některých důležitějších naleziškách Českých ze stanoviska petrograficko-geologického. - *Věst. Král. Čes. Společ. Nauk*, 35, 74 s.
- Cependal A., Fuertes-Fuente M., Martín-Izard A., González-Nistal S., Rodríguez-Pevida L. (2006): Tellurides, selenides and Bi-mineral assemblages from the Río Narcea Gold Belt, Asturias, Spain: genetic implications in Cu-Au and Au skarns. - *Mineral. Petrol.* 87, 3-4, 277-304.
- Ciobanu C. L., Cook N. J., Sandblad K., Kojonen K. (2004): Tellurides and selenides in Au ores from the Fennoscandian Shield: a status report. - In: 32nd Int. Geol. Congr., Florence, Italy, Abstr. 54-12.
- Cioflica G., Lupulescu M. (1995): New data on joseite-A from Baita Bihor Mine (Bihor Mountains, Romania). - *Roman. Journ. Mineral.* 77, Suppl. Nr. 1, Abstr. Vol., 12-13.
- Cook N. J., Ciobanu C. L., Wagner T., Stanley Ch. J. (2007): Minerals of the systém Bi-Te-Se-S related to the tetradymite archetype: Review of classification and compositional variation. - *Can. Mineral.* 45, 665-708.
- Litochleb J. (1998): Mineralogie zlatonosného zrudnění z dolu Jakub u Kasejovic. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 6, 102-112.
- Litochleb J., Cícha J., Šrein V. (2000): Zlato a doprovodné minerály z aluviálních sedimentů Otavy u Kestřan (jz. od Písku). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 8, 189-194.
- Litochleb J., Krištín J., Šrein V. (1990): Bismutové minerály zlatonosného zrudnění z Kasejovic v jz. Čechách. - *Věst. Ústř. Úst. geol.* 65, 279-289.
- Litochleb J., Sejkora J. (2007): Bismutové sulfotelluridy Au-ložiska Kasejovice (jz. Čechy). - In: Sbor. abstr. a exkurzní průvodce 3. sjezdu Čes. geol. spol., Volary, 49. Čes. geol. spol. Praha.
- Litochleb J., Šrein V. (1994): Minerály bismutu a telluru z ložisek a výskytů zlata v České republice. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 2, 89-105.
- Malec J. (1986): Mineralogický výzkum postmagmatických ložisek zlata Českého masívu. Dílčí zpráva: Zlato a doprovodné minerály v okolí Kašperských Hor. - MS, Úst. nerost. sur. Kutná Hora (evid. č. 2846).
- Malec J. (2002): Morfologie a složení zlata z aluviálních rozsypů v České republice. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 10, 156-166.
- Morávek P. et al. (1992): Zlato v Českém masívu. - Vyd. Čes. geol. úst. Praha.
- Mudrovska I., Cook N. J., Ciobanu C. L. (2004): Bi Tellurides and Orogenic Gold: Examples from the Ukrainian Shield. - In: 32nd Int. Geol. Congr., Florence, Italy, Abstr. Vol., part 54, Abstr. 54-29.
- Peacock M. A. (1941): On joseite, grunlingite, orueteite. - *Univ. Toronto Studies, Geol. Ser.* 46, 83-105.
- Scharmová M., Pertoldová J. (1990): Příspěvek k mineralogii zlata a bismutu na ložisku Kašperské Hory. - *MEGA, Zippe Vol.* 14, 3, 146-164. Stráž pod Ralskem.
- Scharmová M., Pertoldová J. (1992): Stříbro v některých ložiscích zlata v Českém masívu. - In: Sbor. Konf. Stříbrné minerální asociace v Československu, Donovaly, 141-147. Dům techn. Ústí nad Labem.
- Thompson R. M. (1949): The telluride minerals and their occurrence in Canada. - *Amer. Mineral.* 34, 342-382.
- Vymazalová A. (1997): Telluridy a sulfotelluridy vybraných ložisek zlata Českého masívu. - MS, Dipl. práce, Prír. fak. UK, Praha, 96 s.
- Warren H. V., Davis P. (1940): Some bismuth minerals from British Columbia. - *Univ. Toronto Studies, Geol. Ser.* 44, 107-111.