

Bi-minerály a doprovodné sulfidy rudního výskytu Cu-Mo Vidly pod Pradědem (Česká republika)

Bi-minerals and associated sulphides of the Cu-Mo ore occurrence near Vidly pod Pradědem, Hrubý Jeseník Mts. (Czech Republic)

BOHUSLAV FOJT¹*, RADEK ŠKODA¹) A JIŘÍ SEJKORA²)

¹Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta MU, Kotlářská 2, 61137 Brno; *e-mail fojt@sci.muni.cz

²Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

FOJT B., ŠKODA R., SEJKORA J. (2015) Bi-minerály a doprovodné sulfidy rudního výskytu Vidly pod Pradědem. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 23, 1, 113-119. ISSN 1211_0329.*

Abstract

Small Cu-Mo ore deposit near Vidly pod Pradědem (2.5 km south of Vrbno pod Pradědem, Czech Republic) is formed by ore disseminated in polyphase-metamorphosed blastomylonites of the Orlick Block nappe. A rare local occurrence of Bi minerals whose aggregates do not exceed 600 μm , is restricted mainly to small grains (< 2 - 200 μm in size) hosted by pyrite or within boundaries between pyrite and chalcopyrite. Pilsenite is a dominating mineral phase, joséite-A, joséite-B, native Bi, tsumoite and tetradymite are less frequent. Cosalite containing ~ 4 wt. % Ag and solid solution phases lillianite - gustavite (4 to 8 wt % Ag) are frequent too. The origin of the assemblage of Bi minerals can be linked to the metamorphic processes in the wider area. In the Jeseníky Mts., the Bi minerals of the same genetic position have been described from Zlaté Hory and Zlatý Chlum near Jeseník deposits.

Key words: Bi-Te-minerals, sulphides, mineralogy, chemistry, metamorphogenic association, Jeseníky Mts.

Obdrženo: 30. 4. 2015; přijato 1. 9. 2015

Úvod

Malé ložisko Cu-Mo asociace u Vidly pod Pradědem, situované 2.5 km jižně od Vrbna pod Pradědem (Hrubý Jeseník, Česká republika), bylo ve druhé polovině minulého století dvakrát po sobě podrobeno ložiskovému průzkumu. Prognózní zásoby rud byly vyčísleny na dva miliony tun (Janečka 1958) a kovnatost po ukončení posledního detailního průzkumu stanovena na 0.29 hm. % Cu, ~ 0.04 hm. % Mo a ~ 0.09 g/t Au (Aichler et al. 1985). Dílčí mineralogické, geochemické a ložiskové výsledky jsou shrnuty v nezveřejněných zprávách (Kvaček, Rezek 1982; Kvaček 1985; Fojt 1986) i v publikacích Kruti (1973), Fojta a Kruti (1973) a Aichlera et al. (1990, 1995).

Stručná charakteristika zrudnění

Výskyt sulfidických rud je vázán na blastomylonity skupiny příkrovů Orlicku (Fišera et al. 1986) a je dvojitý charakteru: (a) rozptýlené (vtroušeninové) zrudnění v plochách břidličnatosti a (b) drobné shluky v sekrečních křemenných žilách. Převládajícím rudním minerálem je jemnozrný i blastoporfyrický pyrit. Nejčastěji se spolu s pyritem vyskytuje chalkopyrit. Také výrazně deformovaná lištovitá individua a drobné shluky molybdenitu se sdružují s pyritem, častěji se však vyskytují samostatně v izolovaných shlucích, v křemenných žilách také i v podobě růžicovitých agregátů. Pyrrhotin a sfalerit (místy s uzavřeninami typických skeletárních krystalů chalkopyritu) jsou zcela podřadnými součástmi rudnin. Jen v jediném

vzorku bylo v křemenné žilce nalezeno několik drobných zrn galenitu (Kruťa 1973). Běžnou akcesorií hostitelského horninového prostředí blastomylonitů je rutil, místy i ilmenit, sporadicky i anatas.

Na základě výsledků analýz fluidních inkluzí (Ďurišová 1987) lze formování ložiskové asociace spojovat s polyfázovým variským metamorfním procesem ($T \approx 400 - 500$ °C; $P \approx 300$ MPa). Velmi homogenní izotopové složení síry sulfidů (Hladíková et al. 1990) s hodnotami $\delta^{34}\text{S} = 1.2 - 2.0$ ‰ CDT naznačují pravděpodobnost derivace sulfanu ze svrchního pláště, nebo spodní kůry.

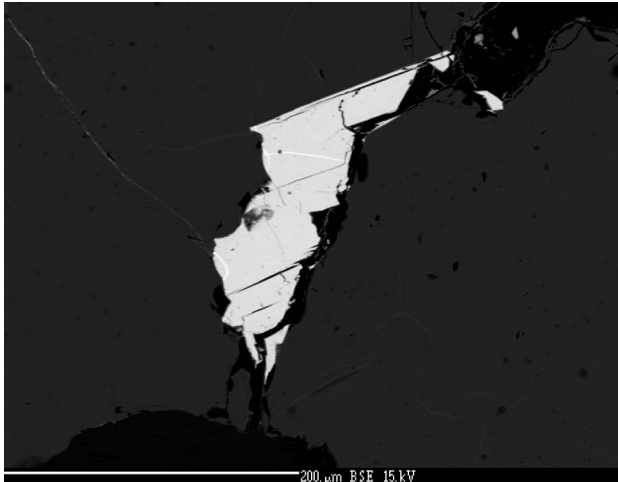
Skácel (1958, 1968) považoval zrudnění za vysoko-teplotní, epigenetické a spojoval je s projevy variské metalogeneze. O metamorfním charakteru zrudnění uvažovali po prvé Palas a Scharm (1963), kteří původ rudních kumulací spatřovali v podmořských exhalacích a současné sedimentaci. Havelka (1982) pak označil danou mineralizaci za metamorfované zrudnění porfyrového typu. Aichler et al. (1995) považují vznik mineralizace za nejasný vzhledem k několikafázovému metamorfnímu přepracování komplexu hostitelských hornin i vtroušených rudních agregací.

Již v nepublikované zprávě Kvačka a Rezka (1982) byl uveden mikroskopický nález Bi-telluridu, ověřený energiově disperzní mikroanalýzou J. Malce, avšak bez bližší identifikace. Následující text je zaměřen právě na podrobnou analýzu Bi-Te asociace.

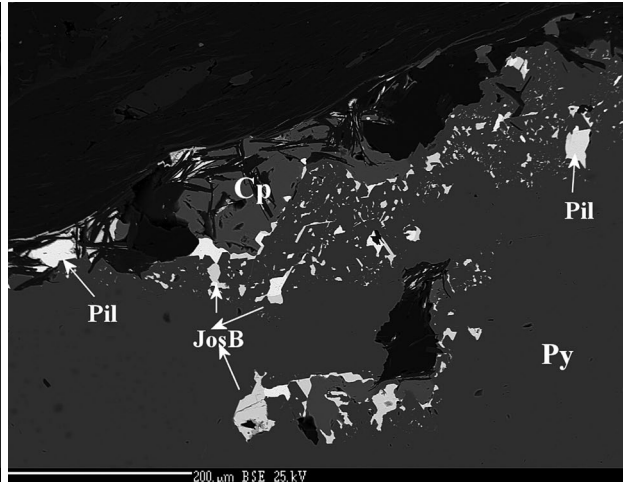
Metodika

Vzorky použité pro mineralogické studium odebral v roce 1958 první z autorů z materiálu štoly č. 1. Mikroskopické preparáty použité pro výzkum pořídil v brusímě ÚGV PŘF MU P. Zaunstöck. Jejich vyhodnocení bylo provedeno běžným způsobem v odraženém světle při použití polarizačního mikroskopu Weiss JenaPol. Bodové chemické analýzy sulfidů i telluridů byly provedeny druhým z autorů na elektro-

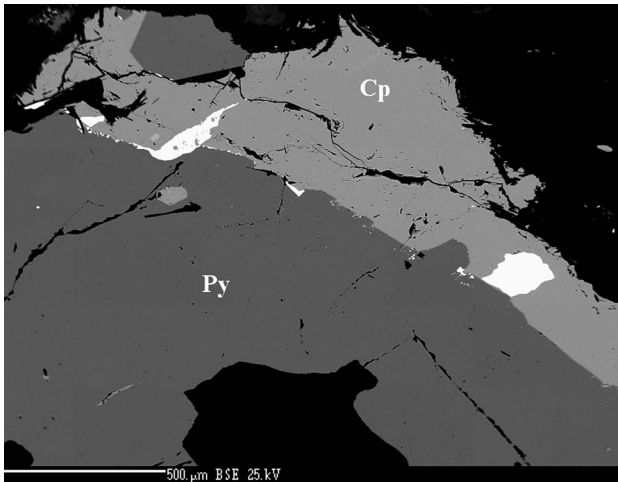
nové mikrosondě Cameca SX 100 na společném pracovišti PŘF MU a ČGS ve vlnově disperzním modu za těchto podmínek: urychlovací napětí 25 kV, proud 20 nA, (analytické linie AgLa, AsLb, BiMb, CdLb, CuKa, FeKa, PbMa, SKa, SbLb, TeLb, SeLa, ZnKa), průměr svazku 1 - 5 μm . Jako standardy byly aplikovány ryzí kovy, syntetické fáze a dobře definované minerály. Pro přepočítání hodnot byla použita automatická PAP korekce (Pouchou, Pichoir 1985).



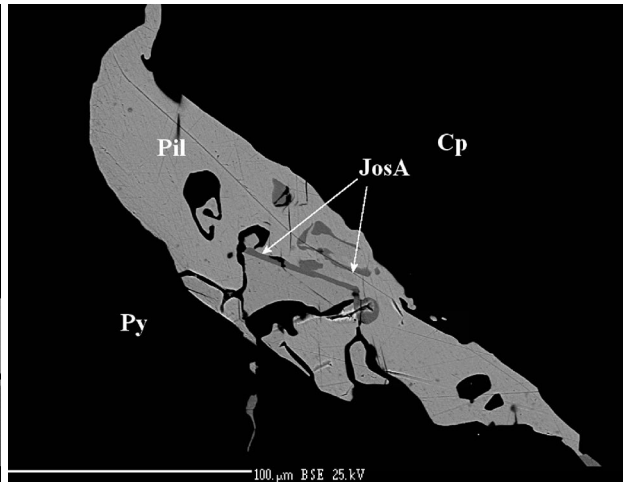
Obr. 1 Pilsenit se zřetelnou štěpností (bílý) v trhlině pyritu (šedý); BSE foto R. Škoda.



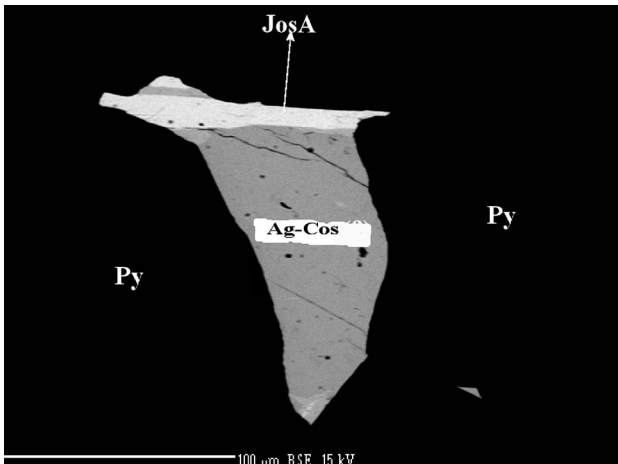
Obr. 2 Drobnozrný shluk pilsenitu (Pil) s josítem-B (JosB) v pyritové matrici (Py); černé jsou lišty slídky v chalkopyritu (Cp); BSE foto R. Škoda.



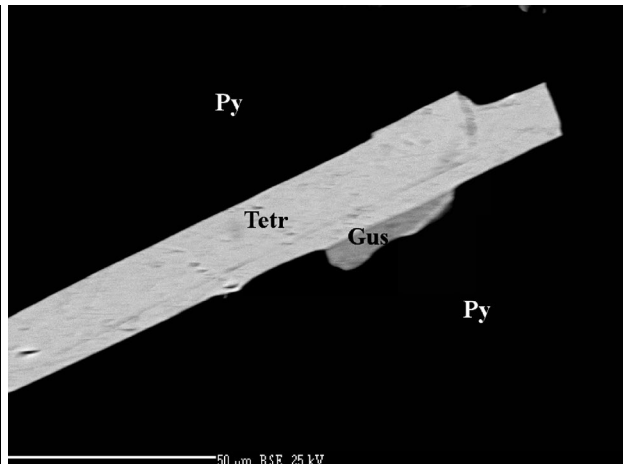
Obr. 3a Pilsenit (bílý) na kontaktu pyritu (Py) s chalkopyritem (Cp); BSE foto R. Škoda.



Obr. 3b Výřez levé části obrázku 3a - pilsenit (Pil) s uzavřeninami josítu-A (JosA); BSE foto R. Škoda.



Obr. 4 Ag-cosalit (šedý) s lamelou josítu-A (bílý) v pyritu (černý); BSE foto R. Škoda.



Obr. 5 Tetradymit (bílý) s gustavítem (světle šedý) v matrici pyritu (černý); BSE foto R. Škoda.

Mineralogická a chemická charakteristika Bi-Te minerálů

Asociace studovaných Bi-Te minerálů tvoří drobná, nepravidelně vyvinutá individua (< 2 až 200 μm) a malé shluky (max. 600 μm) převážně na kontaktu pyritu s chalkopyritem (obr. 3a).

Vzhledem ke světle žluté barvě v odraženém světle je v mikroskopu jednoznačně poznatelný jedině bismut. Ostatní Bi-minerály, s relativně vysokou odrazností (≈ 55 až 65 %), většinou nevýraznými projevy anizotropie a v některých případech i patrnou štěpností, jsou si v odraženém světle navzájem velmi podobné. Proto bylo nutné

při jejich identifikaci spoléhat převážně na výsledky chemických analýz.

Nejhojnějším telluridem v dané asociaci je *pilsenit*, který vytváří nepravidelná štěpná zrna o velikosti do 200 μm v pyritu (obr. 1) nebo na kontaktu pyritu s chalkopyritem (obr. 2, 3a), lokálně uzavírá protáhlé agregáty joséitu-A (obr. 3b). Výrazně vzácnější *joséit-B* byl zjištěn jako nepravidelná až laločnatá zrna o velikosti do 50 μm zarůstající do pyritu (obr. 2) v blízkosti kontaktu pyritu s chalkopyritem. *Joséit-A* je zastoupen v asociaci méně často, převážně tvoří protáhlá zrna v puklinách pyritu, ojediněle i na kontaktu pyritizovaného pyrhotinu s chalkopyritem a v podobě uzavřenin podobných myrmekitu také v pilsenitu

Tabulka 1 Chemické analýzy pilsenitu z lokality Vidly (hm. %)

	37/2	32/3	42/3	43/3	23/2	36/2	38/2	12/5	15/5
Bi	66.93	70.02	68.47	68.62	67.57	66.41	67.27	68.60	68.29
Pb	b.d.	b.d.	0.49	0.10	0.55	b.d.	0.10	0.71	0.48
Fe	0.13	0.15	0.05	b.d.	b.d.	0.61	b.d.	b.d.	0.05
Cd	0.24	0.18	0.09	0.08	0.17	0.22	0.24	0.16	0.17
Se	0.11	0.07	0.12	0.06	0.07	b.d.	0.05	b.d.	b.d.
Te	31.96	29.45	30.35	30.40	30.77	31.96	31.41	31.33	31.24
Total	99.37	99.87	99.57	99.26	99.13	99.20	99.07	100.80	100.23
Bi	3.888	4.101	4.011	4.043	3.974	3.828	3.944	3.972	3.969
Pb			0.029	0.006	0.033		0.006	0.041	0.028
Fe	0.028	0.037	0.011			0.131			0.011
Cd	0.025	0.024	0.010	0.009	0.018	0.024	0.026	0.017	0.018
Cat.sum	3.941	4.162	4.061	4.058	4.025	3.983	3.976	4.030	4.026
Se	0.017	0.011	0.018	0.009	0.011		0.007		
Te	3.042	2.827	2.912	2.933	2.964	3.017	3.017	2.970	2.974
An.sum	3.059	2.838	2.930	2.942	2.975	3.017	3.024	2.970	2.974

n.a. - nebylo analyzováno; b.d. - pod mezí detekce; báze přepočtu 7 apfu.

Tabulka 2 Chemické analýzy joséitu-A, joséitu-B a bismutu z lokality Vidly (hm. %)

	joséit-A		joséit-B		Bi	
	33/2	37/3	38/3	33/3	17/5	41/3
Bi	78.21	77.28	77.02	72.30	72.91	99.77
Pb	1.43	1.46	1.57	0.76	1.22	b.d.
Sb	b.d.	0.02	b.d.	n.a.	n.a.	n.a.
Fe	0.43	0.62	0.44	b.d.	b.d.	0.44
Cu	b.d.	0.02	b.d.	n.a.	b.d.	b.d.
Zn	b.d.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Cd	0.16	0.24	0.17	0.06	0.16	0.21
S	6.20	6.51	6.45	2.82	2.93	0.02
Te	12.78	12.81	12.86	23.05	23.41	0.02
Se	0.24	0.24	0.21	0.10	b.d.	b.d.
As	b.d.	0.02	b.d.	b.d.	n.a.	b.d.
Total	99.45	99.22	98.72	99.09	100.63	100.46
Bi	3.814	3.713	3.740	3.906	3.870	0.980
Pb	0.070	0.070	0.076	0.042	0.065	
Fe	0.078	0.111	0.079			0.016
Cu		0.003				
Zn						
Cd	0.014	0.021	0.015	0.006	0.016	0.004
Sb		0.002				
Cat.sum	3.976	3.920	3.910	3.954	3.951	1.000
S	1.971	2.038	2.041	0.992	1.014	
Te	1.022	1.008	1.022	2.039	2.035	
Se	0.031	0.030	0.027	0.015		
As		0.003				
An.sum	3.024	3.079	3.090	3.046	3.049	

n.a. - nebylo analyzováno; b.d. - pod mezí detekce; báze přepočtu 7 apfu.

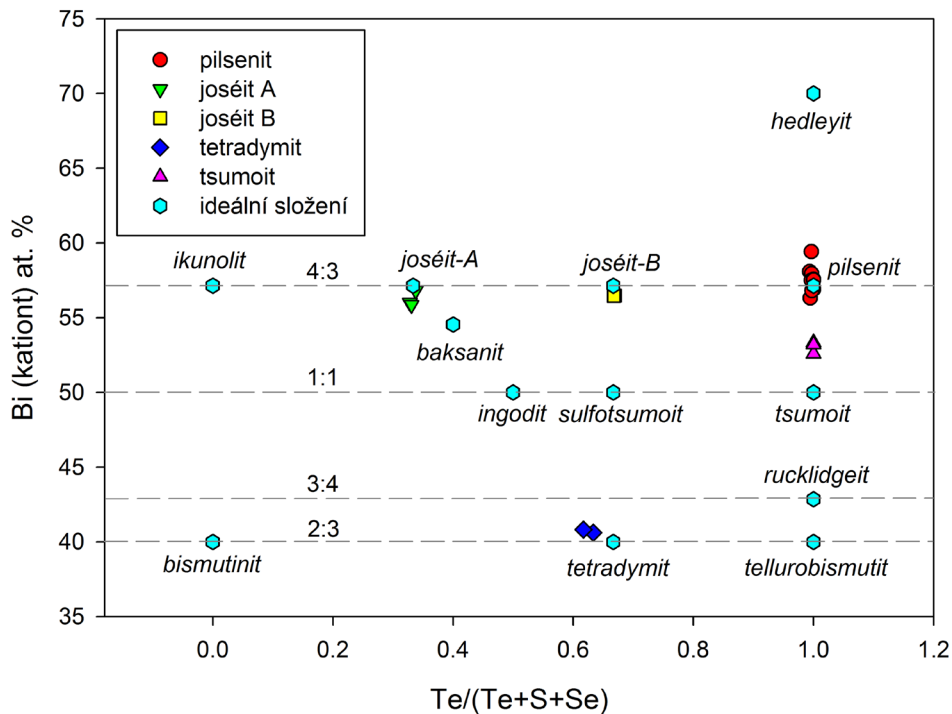
Tabulka 3 Chemické analýzy tetradymitu a tsumoitu z lokality Vidly (hm. %)

	tetradymit		tsumoit		
	3/5	4/5	21/5	25/5	24/5
Bi	59.48	59.44	63.26	63.81	63.99
Ag	0.32	0.54	b.d.	b.d.	b.d.
Pb	b.d.	0.13	1.29	1.24	1.13
Cd	b.d.	b.d.	b.d.	0.16	0.16
Fe	0.43	0.48	0.09	0.12	0.13
S	5.07	5.31	b.d.	b.d.	b.d.
Te	34.92	34.12	35.73	35.17	35.40
Total	100.22	100.02	100.37	100.50	100.81
Bi	1.957	1.944	1.027	1.034	1.032
Ag	0.021	0.034			
Pb		0.004	0.021	0.020	0.019
Cd				0.005	0.005
Fe	0.053	0.058	0.002	0.007	0.008
Cat.sum	2.031	2.040	1.050	1.066	1.064
Te	1.882	1.828	0.950	0.934	0.936
S	1.087	1.132			
An.sum	2.969	2.960	0.950	0.934	0.936

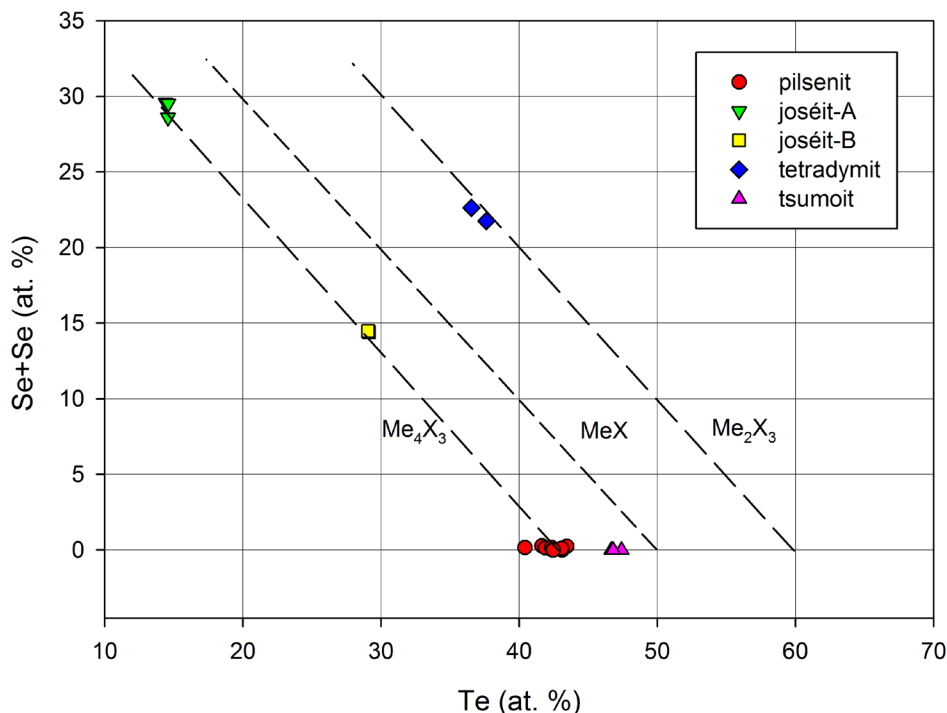
n.a. - nebylo analyzováno; b.d. - pod mezí detekce; báze přepočtu 5 apfu (tetradymit) a 2 apfu (tsumoit)

(obr. 3b). Zjištěn byl i jako lištovitě agregáty srůstající s Ag-bohatým cosalitem (obr. 4). Jen v jednom vzorku bylo v pyritu identifikováno lištovitě vyvinuté individuuum *tetradymitu* o délce 300 μm , srůstající s drobnými agregáty minerálů řady lillianit - gustavit (obr. 5). *Tsumoit* byl ve studované asociaci zjištěn jen velmi ojedinelé ve formě nepravidelných mikroskopických zrn. V agregátech galeinitu byla také velmi sporadicky zjištěna drobná izolovaná zrna *bismutu* (tab. 2). Chemické složení zjištěných Bi telluridů a sulfotelluridů (tab. 1 - 3) odpovídá stechiometrii (Cook et al. 2007) uváděné pro jednotlivé minerální fáze (obr. 6 a 7). Výrazněji se od ideálního poměru kationt/aniont = 1 odlišují data zjištěná pro *tsumoit* (1.11 - 1.14); zjištěné hodnoty se ale blíží rozmezí poměrů 0.94 - 1.10 uváděných pro tuto minerální fázi z Libčic u Nového Knína Sejkorou et al. (2009).

Ve studované asociaci byla zjištěna také poměrně častá přítomnost fází s mírně nižší odrazností (ve srovnání s ostatními Bi-Te minerály), neštěpných a téměř nezřetelně anizotropních. Kromě hlavních komponent (Bi, Pb a S) obsahují 4 až 7 hm. % Ag (tab. 4). Z výsledků provedených měření (tab. 4) vyplývá, že jde o dva soubory (Ag)-Pb-Bi sulfidů. První soubor (~ 4 hm. % Ag a 35 - 37 hm. % Pb) náleží pravděpodobně *Ag-bohatému cosalitu*; v porovnání s publikovanými daty (Topa, Makovický 2010) je velmi chudý Cu (jen do 0.02 *apfu*) a bohatý Ag (1.33 - 1.56 *apfu*). Druhý soubor (5 - 7 hm. % Ag a 29 až 30 hm. % Pb) odpovídá přechodným členům v řadě *lillianit - gustavit* s vypočtenými hodnotami N_{chem} 3.7 - 4.2 a procentem gustavitové substituce v rozmezí 56 - 68 %.



Obr. 6 Graf obsahu Te (poměr $\text{Te}/(\text{Te}+\text{S}+\text{Se})$) vs. at. % Bi (+ dalších v kationtových pozicích) pro Bi-telluridy a sulfotelluridy z lokality Vidly. Ideální složení uvedeno jen pro členy bez podstatného obsahu Se.

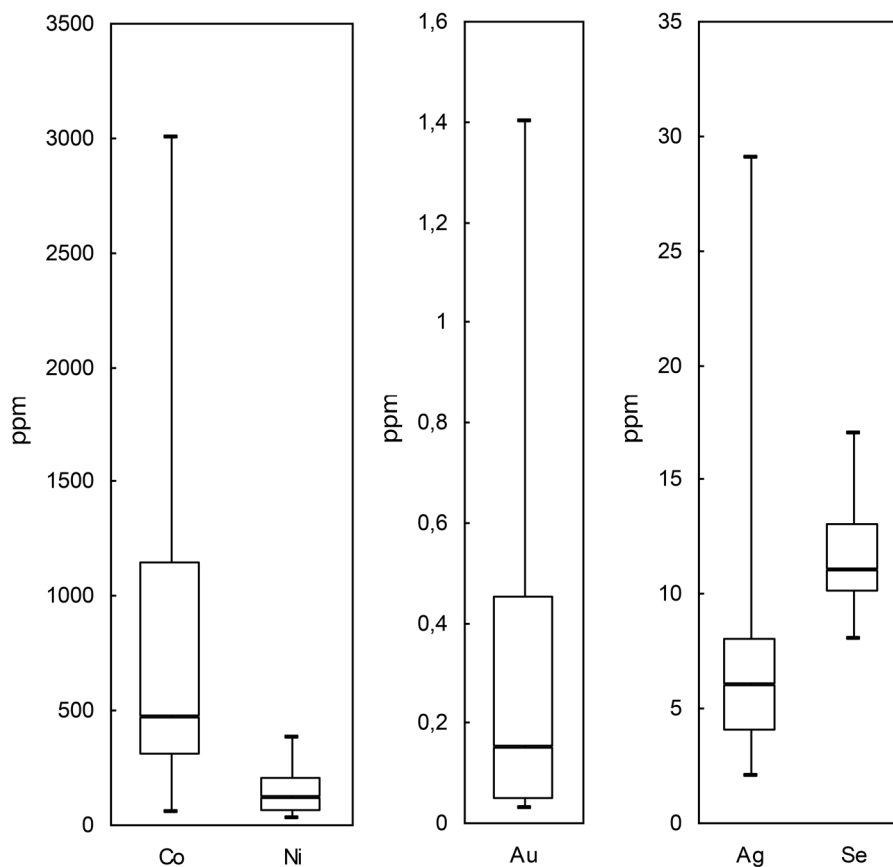


Obr. 7 Graf Te vs. S+Se (at. %) pro Bi-telluridy a sulfotelluridy z lokality Vidly.

Tabulka 4 Chemické analýzy Ag-bohatého cosalitu a lillianitu-gustavitu z lokality Vidly (hm. %)

	Ag-bohatý cosalit				lillianit-gustavit			
Ag	4.02	3.88	3.69	3.68	4.98	4.93	4.92	6.75
Fe	0.07	0.07	0.07	0.13	0.85	1.03	1.26	0.24
Pb	36.74	37.52	34.99	35.00	29.49	29.82	29.98	28.57
Cd	0.03	0.02	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Cu	0.03	0.03	0.04	0.03	0.06	0.07	0.06	0.06
Sb	0.04	b.d.	0.07	b.d.	0.07	b.d.	0.08	0.04
Bi	42.87	42.65	43.29	44.09	48.12	48.09	48.7	47.99
As	0.04	0.03	0.03	0.07	b.d.	b.d.	0.02	b.d.
Se	0.17	0.13	0.17	0.09	0.09	0.16	0.15	0.21
Te	0.04	0.07	b.d.	0.03	0.13	0.07	0.05	0.00
S	15.23	15.1	16.44	16.43	15.92	15.98	16.12	17.03
Total	99.28	99.5	98.79	99.55	99.71	100.15	101.34	100.89
Ag	1.561	1.521	1.329	1.328	0.555	0.547	0.542	0.703
Fe	0.053	0.053	0.049	0.091	0.183	0.221	0.268	0.048
Pb	7.428	7.655	6.560	6.576	1.713	1.724	1.719	1.550
Cd	0.011	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cu	0.020	0.020	0.024	0.018	0.011	0.013	0.011	0.011
Sb	0.014	0.000	0.022	0.000	0.007	0.000	0.008	0.004
Bi	8.593	8.627	8.047	8.213	2.771	2.756	2.769	2.581
As	0.022	0.017	0.016	0.036	0.000	0.000	0.003	0.000
Se	0.090	0.070	0.084	0.044	0.014	0.024	0.023	0.030
Te	0.013	0.023	0.000	0.009	0.012	0.007	0.005	0.000
S	19.897	19.907	19.916	19.946	5.974	5.969	5.973	5.970
báze	20.000	20.000	20.000	20.000	6.000	6.000	6.000	6.000
N					3.74	3.79	3.78	4.24
% gust					58.92	56.97	55.86	68.30

b.d. pod mezí detekce; báze přepočtu (S+Se+Te) = 20 apfu (cosalit) a (S+Se+Te) = 6 apfu (lillianit-gustavit)

**Obr. 8** Histogram obsa-hů Ni, Co, Ag, Au, Se v pyritu studované lokality.

Poznámky k sulfidickým minerálům studovaného výskytu

Mikrochemismus pyritů rudního výskytu byl detailně analyzován Kvačkem a Rezkem (1982) a Kvačkem (1985). Na základě excerpovaných analytických údajů obou autorů (31 kvantitativních spektrálních analýz) byly konstruovány histogramy obsahů Co, Ni, Au, Ag a Se pyritů uvedené na obr. 8. Metamorfogenní charakter zrudnění potvrzuje výrazná převaha kobaltu nad niklem ($\text{Co/Ni} \approx 4.1$) a zvýšené zastoupení selenu (median 11 ppm). V souladu s metamorfní rekrystalizací pyritu byly také naměřeny relativně vysoké hodnoty mikrotvrdosti (VHN = 1100 - 1400 - Štichová 1986). Variace obsahů zlata v pyritu, s medianem - 0.15 ppm, odpovídá průměrnému obsahu Au v rudnině (~ 0.09 ppm), ve které daný sulfid převládá.

Spektrální mikroanalýzy druhého nejhojnějšího sulfidu *chalkopyritu* existují jen dvě (Kvaček 1985). Obsahy stříbra (80 a 83 ppm), bismutu (15 ppm) i cínu (< 10 a 26 ppm) jsou pro daný sulfid zcela běžné. Také výsledky tří nových WDS analýz, přímo z asociace Bi-Te minerálů, neprokázaly (v rámci meze detekce analytické metody) žádné zvláštnosti.

Sporadický *pyrhotin* srůstá místy s chalkopyritem. Jen v jednom případě byl zjištěn i v asociaci Bi-Te minerálů. V jediné spektrální analýze pyrhotinu z čočkovité kumulace v blastomylonitech bylo zjištěno 5 ppm Ag, 560 ppm Co a 240 ppm Ni (Aichler et al. 1990). Ve třech WDS analýzách pyrhotinu přímo z kontaktu asociace s Bi-Te minerály však bylo změřeno 0.11 až 0.12 hm. % Ni a obsahy Co pod mezí detekce (< 0.01 hm. %).

Chemickými (WD) analýzami zjištěné obsahy železa, manganu a kadmia ve sfaleritu ze studované asociace Bi-Te minerálů (~ 10 hm. % Fe, ~ 0.5 hm. % Cd a ~ 1 hm. % Mn - tab. 5, vz. č. 25/2) jsou vyšší než zastoupení stejných prvků v ložiskovému typu (~ 7.5 hm. % Fe, 0.02 hm. % Cd a 0.05 hm. % Mn - vz. č. 26/1). Paragenetická pozice vzorku sfaleritu, jehož analýzu uvádí Kvaček (1985) - 4 ppm Ag a 5700 ppm Cd - není známa. Galenit, o němž se se zmínil Kruťa (1973), není v nových zprávách mezi sulfidy rudního výskytu uveden. Přítomnost galenitu ve společenství Bi-Te minerálů je velmi sporadická, typickým znakem jsou relativně zvýšené obsahy bismutu, stříbra a selenu (tab. 5). Molybdenit, druhý nejhojnější sulfid studovaného výskytu, nebyl v asociaci s Bi-Te minerály zjištěn.

Závěry

Na území moravskoslezských Jeseníků byly dosud popsány čtyři výskytu Bi-minerálů: (a) ryzí Bi a bismutit z pegmatitu v Maršíkově (Staněk 1957); (b) cosalit z ložiska Zlaté Hory-východ (Trdlička et al. 1973); (c) ryzí Bi a další tři blíže neurčené Bi-fáze z ložiska Zlaté Hory-jih (Loeb 1972; Fojt 2001); (d) tetradymit, tsumoit a další fáze z rozhraní hedleyit-pilsenit z malého ložiska zlata na Zlatém Chlumu u Jeseníku (Fojt et al. 1988). Z nedalekého severozápadního předpolí Jeseníků byly popsány z pegmatoidních asociací žulovského masivu ryzí Bi a hedleyit (Losos et al. 1988). Na uvedených třech rudních lokalitách je vznik Bi-fází spojován s metamorfní rekrystalizací a následnou mobilizací sulfidických rudnin. Je velmi pravděpodobné, že stejné procesy podmiňují genezi studované Bi-Te asociace rudního výskytu u Videl. Z mikroskopického studia vyplývá, že telluridy/sulfotelluridy i doprovodný chalkopyrit, galenit a sfalerit představují mladší,

Tabulka 5 Chemické analýzy vybraných sulfidů z lokality Vidly (hm. %)

	sfalerit		galenit		
	26/1	25/2	29/1	30/1	40/1
Zn	59.19	54.19	n.a.	n.a.	n.a.
Pb	n.a.	n.a.	84.78	84.70	81.78
Fe	7.54	10.30	0.30	0.07	0.67
Cu	0.03	0.50	0.50	0.12	b.d.
Mn	0.05	0.95	n.a.	n.a.	n.a.
Cd	0.02	0.51	b.d.	b.d.	b.d.
Ag	b.d.	0.02	0.11	0.23	0.49
Ge	b.d.	0.03	n.a.	n.a.	n.a.
In	b.d.	0.02	n.a.	n.a.	n.a.
Bi	b.d.	b.d.	0.69	1.15	1.06
As	0.03	0.04	0.03	0.03	0.09
Sb	n.a.	n.a.	0.02	0.04	0.23
S	33.60	34.26	13.57	13.44	13.43
Se	b.d.	b.d.	0.18	0.16	0.41
Total	100.46	100.82	100.18	99.94	98.16
Zn	0.866	0.785			
Pb			0.959	0.972	0.936
Fe	0.129	0.176	0.013	0.003	0.028
Cu		0.007	0.019	0.005	
Mn	0.001	0.016			
Cd		0.004			
Ag			0.002	0.005	0.011
Bi			0.008	0.013	0.012
As		0.001	0.001	0.001	0.003
Sb				0.001	0.005
Cat.sum	0.996	0.989	1.002	1.000	0.995
S	1.004	1.011	0.993	0.996	0.993
Se			0.005	0.004	0.012
An.sum	1.004	1.011	0.998	1.000	1.005

n.a. - nebylo analyzováno; b.d. - pod mezí detekce; báze přepočtu 2 apfu.

postmetamorfní fázi zrudnění. Vznik této prostorově omezené asociace lze spojovat s metamorfní extrakcí relativně mobilních komponent z horninové i rudní matrice ložiska. Zmíněnou hypotézu podporuje také mikrochemická charakteristika doprovodných sulfidů: zvýšené zastoupení bismutu (až 1.1 hm. %) a stříbra (až 0.5 hm. %) v galenitu, i kadmia (až 0.5 hm. %) a železa (kolem 10 hm. %) ve sfaleritu. Na okraj lze poznamenat, že sfalerit z metamorfogenního pegmatitu orlických blastomylonitů blízké lokality u Dykovy chaty obsahuje v průměru 9.2 hm. % Cd a 11.8 hm. % Fe (Fojt et al. 1990).

Poděkování

Autoři děkují mateřskému pracovišti za vytvoření příznivých podmínek k práci na dané problematice a P. Zanutšćkovi za zhotovení mikroskopických preparátů. Za konstruktivní poznámky a doporučení jsme vděční oběma recenzentům (R. Pažoutovi i neznámému slovenskému kolegovi). Tato práce byla finančně podpořena výzkumným projektem Masarykovy univerzity MUNI/A/ 2014 pro BF a RŠ a Ministerstvem kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2015/02, 00023272) pro JS.

Literatura

- Aichler J., Dohnal J., Fišera M., Chlupáčová M., Jedlička J., Křesina L., Kvaček M., Patočka F. (1990) Cu-Mo ložisko Vidly, Hrubý Jeseník. *Sbor. geol. věd, Ložisk. geol. mineral.* 29, 109-140. Praha.
- Aichler J., Ďurišová J., Hladíková J., Fojt B. (1995) Metamorphosed Cu-Mo mineralization at Vidly pod Pradědem, the Hrubý Jeseník Mts., Czech Republic. In: *Mineral Deposits: From Their Origin to Their Environmental Impacts.*, J. Pašava, B. Kříbek a K. Žák (eds), 839-842. Balkema, Rotterdam.
- Cook N. J., Ciobanu C. L., Wagner T., Stanley J. Ch. (2007) Minerals of the system Bi-Te-Se-S to the tetradymite archetype: Review of classification and compositional variation. *The Canad. Min.* 45, 665-708. Winnipeg.
- Ďurišová J. (1987) Fluid inclusions in the minerals of the ore deposits of the Jeseníky Mts. *Věst. Ústř. Úst. geol.* 62, 65-76. Praha.
- Fišera M., Souček J., Novotný P. (1986) Blastomylonity skupiny příkrovů Orlíku, Hrubý Jeseník. *Věst. Ústř. Úst. geol.* 61, 6, 321-331. Praha.
- Fojt B. (1986) Mineralogická charakteristika rudního výskytu Vidly. *MS, Ústř. úst. geol., Jeseník.*
- Fojt B., Hauk J., Kotrba Z. (1988) Mineralogie zlata a doprovodných minerálů ze Zlatého Chlumu u Jeseníku. *Věst. Ústř. Úst. geol.* 63, 2, 91-100. Praha.
- Fojt B., Hladíková J., Kalenda F. (2001) Zlaté Hory ve Slezsku. Největší rudní revír v Jeseníkách. *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.* 86, 3-51. Brno.
- Fojt B., Kruša T. (1973) Mineralogická charakteristika nerostných asociací v okolí Vrbna pod Pradědem ve Slezsku. *Acta Mus. Moraviae, Sci. nat.* 58, 7-36. Brno.
- Fojt B., Kvaček M., Šrein V. (1990) Sferit s vysokým obsahem kadmia z metapegmatitu skupiny Orlíku v Hrubém Jeseníku. *MEGA* 14, 3, 112-127. Stráž p. Ralskem.
- Havelka J. (1982) Nová interpretace Cu-Mo zrudnění u Vidly v Jeseníkách. *Geol. Průzk.* 24, 8-9, 260-261. Praha.
- Hladíková J., Šmejkal V., Fojt B., Pertold Z., Aichler J. (1990) Izotopické složení síry, uhlíku a kyslíku vybraných lokalit Jeseníků. *Sbor. geol. věd, Ložisk. geol. mineral.* 29, 141-165. Praha.
- Kruša T. (1973) Slezské minerály a jejich literatura. *Moravské muzeum Brno.*
- Kvaček M. (1985) Mineralogicko-geochemické zhodnocení z oblasti Vrbno-Mnichov a z ložiska Vidly pod Pradědem. *MS, ÚNS Kutná Hora.*
- Kvaček M., Rezek K. (1982) Mineralogicko-geochemický výzkum rud v perspektivních oblastech ČSR. Etapa 2: Výzkum rud v oblasti Jeseníků. *MS, ÚNS Kutná Hora.*
- Loeb W. M. (1972) Report on the geological and microscopic investigation of a part of the Zlaté Hory ore deposit, Jeseníky Mts., Czechoslovakia. *MS, RD Jeseník.*
- Losos Z., Sulovský P., Vávra V. (1998) Sn- Bi- and Ag-minerals from pegmatites, aplites and quartz veins of Žulová granitic massif (Silesicum, Czech Republic). *Krystalinikum* 24, 53-72. Brno.
- Palas M., Scharm B. (1963) Příspěvek k poznání geneze kyzového ložiska Vidly. *Sbor. věd. Prací Vys. školy báňské* 9, 7, 975-979. Ostrava.
- Pouchou J., Pichoir F. (1985) „PAP“ procedure for improved quantitative microanalysis. *Microbeam Analysis* 20, 104-105. London.
- Sejkora J., Litochleb J., Plášil J., Bureš B. (2009) Tsumoitte and associated tellurides from the Au deposit Libčice near Nový Knín, Czech Republic: mineralogy and genetic significance. *J. Geosci.* 54, 73-82.
- Skácel J. (1958) Geologické poměry sv. části Hrubého Jeseníku. *Přírodověd. Sbor. Ostrav. kraje* 19, 1, 59-71. Opava.
- Skácel J. (1968) Surovinová studie Jeseníky. *MS, Geol. průzk. Ostrava.*
- Staněk J. (1957) Vizmut a bismutit z pegmatitu u Maršíkova na severní Moravě. *Čas. Mor. Mus., Vědy přír.* 42, 33-38. Brno.
- Štíchová L. (1986) Mineralogicko-geochemická charakteristika Mo-zrudnění u Vidly. *MS, Diplom. práce UJEP Brno.*
- Topa D., Makovický E. (2010) The crystal chemistry of cosalite based on new elektron-microprobe data and single-crystal determinations of the structure. *Can. Mineral.* 48, 1081-1107. Winnipeg.
- Trdlička Z., Kropáček J., Hoffman V. (1973) Cosalite from Zlaté Hory (Silesia, Czechoslovakia). *Acta Univ. Carol., Rost Vol.*, 1-2, 47-50. Praha.