

# Bi-Te mineralizace z Vysoké u Havlíčkova Brodu (Česká republika)

## Bi-Te mineralization from Vysoká near Havlíčkův Brod (Czech Republic)

PETR PAULIŠ<sup>1,2)\*</sup>, STANISLAV KOPECKÝ<sup>3)</sup>, ONDŘEJ POUR<sup>4)</sup>, JIŘÍ SEJKORA<sup>2)</sup>, RADANA MALÍKOVÁ<sup>2)</sup>  
A SVATOPLUK CIVIŠ<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>Smíškova 564, 284 01 Kutná Hora; \*e-mail: petr.paulis@post.cz

<sup>2)</sup>Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

<sup>3)</sup>Žižkov II/1294, 580 01 Havlíčkův Brod

<sup>4)</sup>Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

<sup>5)</sup>Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v. v. i., Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8

PAULIŠ P., KOPECKÝ S., POUR O., SEJKORA J., MALÍKOVÁ R., CIVIŠ S. (2014) Bi-Te mineralizace z Vysoké u Havlíčkova Brodu (Česká republika). *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha) 22, 2, 275-280. ISSN 1211-0329.*

### Abstract

The Bi-Te mineralization was found at W-bearing hydrothermal quartz gangue at the Vysoká hill (587 m) near Havlíčkův Brod, Českomoravská vrchovina Mountains, Czech Republic. Primary aggregates up to 3 mm in size are formed by joséite-B replacing older native bismuth; microscopic grains of galena and joséite-A were also observed. The chemical composition of joséite-B correspond to empirical formula  $(\text{Bi}_{3.99}\text{Sb}_{0.03}\text{Pb}_{0.01})_{\Sigma 4.03}\text{Te}_{1.92}(\text{S}_{1.04}\text{Se}_{0.01})_{\Sigma 1.05}$ . Empirical formula of rare Pb-rich joséite-A is  $(\text{Bi}_{3.66}\text{Pb}_{0.17}\text{Sb}_{0.02})_{\Sigma 3.85}\text{Te}_{1.12}(\text{S}_{2.02}\text{Se}_{0.01})_{\Sigma 2.03}$ . The margins of joséite-B/bismuth grains were late hydrothermally altered to microcrystalline aggregates of Bi-O, Bi-O-Cl and Bi-O-F phases (probable bismite, bismoclite and zavaritskite). The supergenne russelite forms yellow coatings and aggregates at cracks and cavities of quartz gangue. The unit-cell parameters of russelite refined from X-ray powder data are:  $a$  5.446(10),  $b$  5.428(8),  $c$  16.56(5) Å and  $V$  489.4(2) Å<sup>3</sup>.

**Key words:** Bi-Te mineralization, joséite-B, joséite-A, bismuth, russelite, X-ray powder diffraction, chemical composition, Vysoká near Havlíčkův Brod, Czech Republic

Obdrženo: 3. 10. 2014; přijato: 19. 11. 2014

### Úvod

V roce 2006 bylo na vrchu Vysoká (kóta 587 m n. m.) nad stejnojmennou obcí (dříve Hochtánov), asi 5 km jv. od Havlíčkova Brodu, Českomoravská vrchovina, Česká republika (obr. 1) zjištěno wolframové zrudnění s wolframitem (Pauliš, Kopecký 2007). Podstatně větší množství křemenné žiloviny s wolframitem pak bylo pak objeveno počátkem roku 2011 (Kopecký, Pauliš 2011). Nově zde byla zjištěna zajímavá mineralizace s ryzím bismutem, joséitem-B, joséitem-A a supergenními produkty přeměny těchto primárních fází.

Joséit-B, trigonální  $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$ , patří k poměrně vzácným minerálům, v České republice je dosud znám ze čtrnácti lokalit. Dokonale štěpné, kovově lesklé, až 5 mm velké lupenité a lístkovité agregáty byly zjištěny na zlatonosném ložisku v Kasejovicích (důl Jakub) (Sobotka 1959; Litochleb et al. 1990; Litochleb 1998). Drobná zrna byla nalezena v příbramském uranovém revíru v Hájích u Příbrami (Litochleb, Šrein 1989; Litochleb et al. 2000b), mikroskopický joséit-B byl zjištěn v Kašperských Horách (Scharmová, Pertoldová 1990), Libčicích (Litochleb, Šrein 1994; Šrein et al. 1995), Křemelné u Kašperských Hor (Litochleb et al. 1998), Horní Líšnici u Smolotel (Durembergová, Kratochvíl 1977), Mokrsku (Pertoldová 1990; Scharmová, Pertoldová 1992), Štěchovicích (Litochleb et al. 1998), ve Lhotě u Kestřan (Litochleb et al. 2000a),

v okolí Horské Kvildy na Šumavě (Šrein et al. 2008), v kamenolomu Pohled (Mastíková 2011) a nově i na dvou skarnových lokalitách Českomoravské vrchoviny (Budeč a Svratouch) (Malec et al. 2013).

Vzácnější joséit-A, trigonální  $\text{Bi}_4\text{TeS}_2$ , byl v České republice dosud bezpečně zjištěn na osmi lokalitách. Jeho mikroskopické agregáty jsou známy z dolu Jakub v Kasejovicích (Litochleb et al. 1990), Kašperských Hor (Scharmová, Pertoldová 1990), Vacíkova - Petráčkovy hory (Scharmová, Pertoldová 1992), Vernéřova u Aše (Breiter et al. 2009), náplavů Otavy u Annína na Šumavě (Šrein, Litochleb 2008), kamenolomu Pohled (Mastíková 2011) a ze dvou skarnových lokalit Českomoravské vrchoviny (Rešice a Svratouch) (Malec et al. 2013).

### Mineralogické poměry lokality

Oblast Vysoké se nachází v prostoru havlíčkobrodského rudního revíru. Zmínky o historické těžbě či prospekci na tomto území však nejsou známé (Kembický 1984). Z regionálně-geologického hlediska se jedná o sz. část strážeckého moldanubika při hranici s českým moldanubikem, blízko východního okraje moldanubického plutonického komplexu. Z hornin zde výrazně převládají různé typy migmatitizovaných pararul. V minulém století byl na Vysoké prováděn geologický průzkum na polymetalické rudy. V blízkém okolí vrcholu byly provedeny dvě



**Obr. 1** Výskyt Bi-Te a wolframitového zrudnění na Vysoké u Havlíčkova Brodu. Foto S. Kopecký (2011).



**Obr. 2** Zrnité agregáty joséitu-B a ryzího bismutu z Vysoké u Havlíčkova Brodu, šířka záběru 25 mm. Foto S. Kopecký.

průzkumné šachtice (250 m v. a 450 m jv. od vrcholu). Na skromném odvalu další šachtice (na louce asi 150 m z. od vrcholové kóty) bylo v roce 2006 objeveno wolframové zrudnění, reprezentované ferberitem (obsah MnO se pohybuje od 2.4 do 3.8 hm. %), který je místy zatlačován scheelitem. Ze šachtice, která se nachází v lese asi 250 m v. od vrcholu, pochází i ojedinělý nález molybdenitu (Pauliš, Kopecký 2007). Větší počet vzorků s ferberitem (kolem 50 kusů) bylo nalezeno v roce 2011 na jižním svahu kopce na poli v pruhu 20 × 150 m, vpravo od remízu s prvotním nálezem z roku 2006. Vzorky křemenné žiloviny s ferberitem dosahují velikosti až 35 × 20 × 20 cm (hmotnost cca 30 kg). Soubor obsahuje i drobnější ukázky tvořené jen masivním wolframitem, lišty ve větších vzorcích dosahují velikosti až 10 × 1 cm (Kopecký, Pauliš 2011). Poměrně vzácně se v žilném křemenu s ferberitem vyskytla i sulfidická mineralizace, tvořená drobnými zrny

arzenopyritu, pyritu a galenitu. Vedle tohoto materiálu byly na lokalitě zjištěny úlomky nezrudněného drúzového křemene a hlavně zvětralé moldanubické ruly. V limonitickém materiálu a žilném křemenu s limonitem byla zjištěna zajímavá supergenní mineralizace s corkitem a bariofarmakosideritem (Pauliš et al. 2012). K dalším minerálům, které byly na Vysoké zjištěny, patří drobné krystaly barytu, rutilu, brookitu a chromitá odrůda muskovitu (fuchsit) (Pauliš et al. 2013).

Výskyt tohoto typu křemen-wolframitové mineralizace je řazen Bernardem (1991, 2000) ke svrchně karbonické W-Sn oxidické mineralizaci (asociace wsn podle Bernarda) s typovou lokalitou Ovesná Lhota. Jedná se o křemenné žíly a žilníky s wolframitem, scheelitem, méně s kasiteritem a někdy se skorylem. Tato mineralizace je v moldanubickém plutonu a jeho plášti v centrální oblasti Českomoravské vrchoviny poměrně rozšířená. Její nálezy se datují od šedesátých let minulého století. Nově zde byla na počátku roku 2014 zjištěna hydrotermální Bi-Te mineralizace, jejíž charakteristika je předmětem tohoto příspěvku.

#### Metodika výzkumu

Nábrusy studovaných vzorků byly pro výzkum v odraženém světle a následné chemické analýzy připraveny standardním leštěním pomocí diamantové suspenze. Optické vlastnosti v odraženém světle byly studovány pomocí mikroskopu Nikon Eclipse ME600.

Chemické složení primárních fází bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, analytik J. Sejkora) za podmínek: WD analýza, 25 kV, 20 nA, průměr svazku elektronů 1 μm, použité standardy: Ag (AgLa), Bi (BiLa), Co (CoKa), CuFeS<sub>2</sub> (CuKa), FeS<sub>2</sub> (FeKa, SKa), HgTe (HgMa), NiAs (NiKa), PbS (PbMa), PbSe (SeLa), PbTe (TeLa), Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (SbLa), a ZnS (ZnKa). Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.01 - 0.05 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Pro orientační studium chemického složení značně nehomogenních supergenních fází byla použita energiově disperzní analýza pomocí spektrometru Bruker (součást elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100, Národní muzeum, Praha) a spektrometru Oxford Instruments XMAX 80 na scanovacím elektronovém mikroskopu Tescan Mira3 (Česká geologická služba, Praha).

Russellit byl identifikován rentgenometricky na rentgenovém práškovém difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum) za následujících podmínek: záření



CuK $\alpha$ , 40 kV/40 mA, pozičně citlivý detektor LynxEye, krok 0.02 °2 $\theta$ , variabilní načítací čas 1.5 - 36.3 s/krok, celkový čas experimentu více jak 17 hodin. Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu Topas (Bruker). Mřížkové parametry byly vypřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

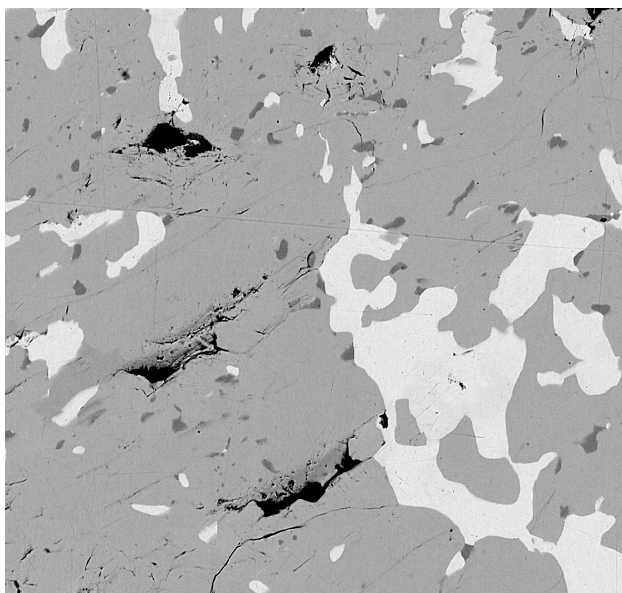
### Charakteristika Bi-Te mineralizace

Hydrotermální Bi-Te mineralizace byla zjištěna v úlomcích kavernózní křemenné žiloviny, která je lokálně zbarvena do hněda limonitem, který vzniká rozkladem ferberitu. Wolframit (ferberit) tvoří v křemeni hojná až 20 mm velká štěpná zrna či nedokonale vyvinuté sloupcovité krystaly. Vlastní Bi-Te mineralizace tvoří v křemeni lokálně poměrně hojně akumulace nenápadných šedých, kovově

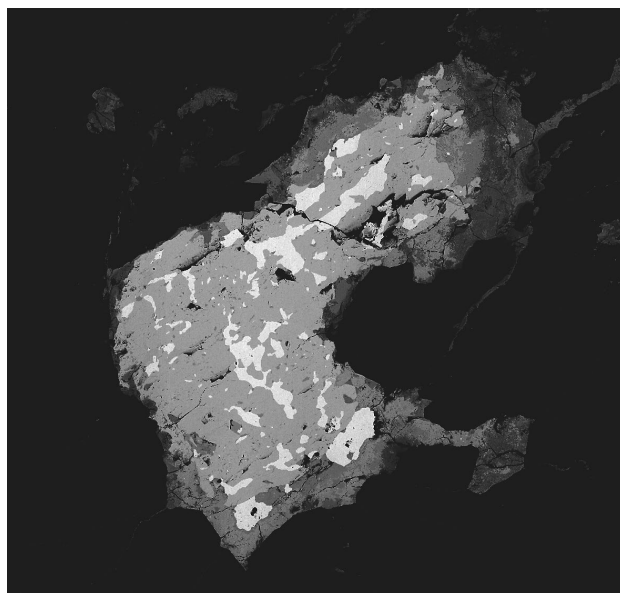
lesklých až 3 mm zrnitých agregátů (obr. 2). Celkem bylo nalezeno asi 25 vzorků. Nehojný je sulfidický doprovod, tvořený nevelkými zrny arzenopyritu, galenitu a pyritu.

Studovaná nepravidelně omezená zrna jsou tvořena především joséitem-B, který zatlačuje starší ryzí bismut (obr. 3 - 4). **Ryzí bismut** vytváří v mase joséitu-B nepravidelné reliktu o délce do 150  $\mu\text{m}$ , při studiu jeho chemického složení (tab. 1) byly zjištěny jen minoritní obsahy Sb v rozmezí 0.001 - 0.002 *apfu*. Vedle ryzího bismutu byly v agregátech joséitu-B zjištěny hojně velmi drobné (2 - 20  $\mu\text{m}$ ) nepravidelné inkluze **galenitu** (obr. 3 a 5), který vedle Pb a S obsahuje i zvýšené obsahy Bi (do 4.9 hm. %), vzhledem k minimálním rozměrům jeho zrn však nelze vyloučit ovlivnění těchto analýz okolím.

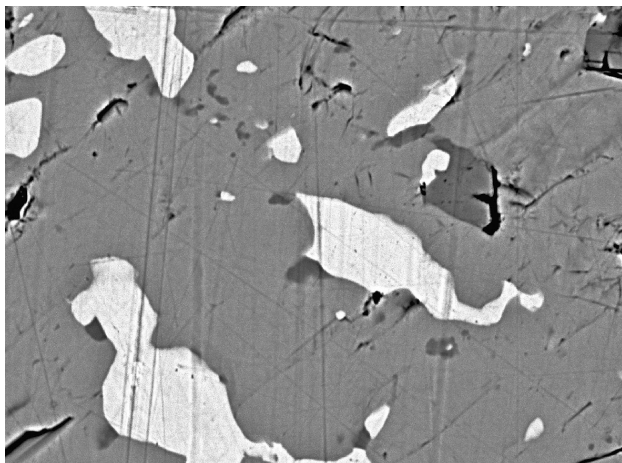
Převládající část studovaných agregátů je tvořena **joséitem-B** (obr. 3 - 6), který obrůstá starší bismut a obsahuje drobné inkluze galenitu a joséitu-A. Po chemické stránce je joséit-B relativně homogenní, jeho chemické



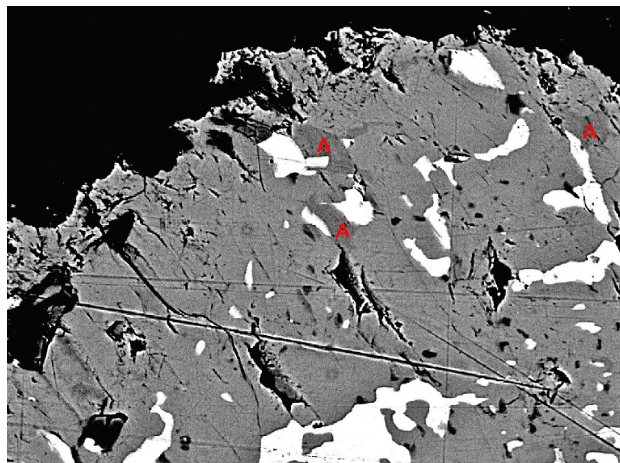
**Obr. 3** Joséit-B (světle šedý) s drobnými inkluzemi galenitu (tmavě šedý) zatlačující ryzí bismut (bílý); Vysoká u Havlíčkova Brodu, šířka obrázku 140  $\mu\text{m}$ . BSE foto O. Pour.



**Obr. 4** Joséit-B (šedý) zatlačující ryzí bismut (bílý), nehomogenní tmavě šedé partie při okraji zrna jsou produkty supergenních alterací (bismit, bismoklit, zavaric-*kit*); Vysoká u Havlíčkova Brodu, šířka obrázku 500  $\mu\text{m}$ . BSE foto O. Pour.



**Obr. 5** Joséit-B (šedý) zatlačující ryzí bismut (bílý), drobná tmavší zrna náleží galenitu; Vysoká u Havlíčkova Brodu, šířka obrázku 100  $\mu\text{m}$ , BSE foto J. Sejkora.



**Obr. 6** Joséit-B (šedý) zatlačující ryzí bismut (bílý), nevýrazná tmavší zrna (označena A) náleží joséitu-A; Vysoká u Havlíčkova Brodu, šířka obrázku 220  $\mu\text{m}$ . BSE foto J. Sejkora.

složení (tab. 2) je blízké ideální stechiometrii (obr. 7 - 8), z minoritních prvků byly zjištěny obsahy Sb do 0.03 *apfu*, Pb do 0.01 *apfu* a v aniontové části vzorce Se do 0.01 *apfu*. Jeho chemické složení (průměr čtyř bodových analýz) lze na bázi 7 *apfu* vyjádřit empirickým vzorcem:

$(\text{Bi}_{3.99}\text{Sb}_{0.03}\text{Pb}_{0.01})_{\Sigma 4.03}\text{Te}_{1.92}(\text{S}_{1.04}\text{Se}_{0.01})_{\Sigma 1.05}$   
Vzácněji byla v agregátech joséitu-B v blízkosti ryzího bismutu zjištěna nepravidelné zrna **joséitu-A** o velikosti

do 30  $\mu\text{m}$  (obr. 6). Jeho chemického složení (tab. 2) se od ideální stechiometrie (obr. 7 - 8) odchylně nevelkým deficitem v kationtové části vzorce a současně zvýšenými obsahy Pb (obr. 9) v rozmezí 0.16 - 0.18 *apfu*. Jeho chemické složení (průměr čtyř bodových analýz) lze na bázi 7 *apfu* vyjádřit jako  $(\text{Bi}_{3.66}\text{Pb}_{0.17}\text{Sb}_{0.02})_{\Sigma 3.85}\text{Te}_{1.12}(\text{S}_{2.02}\text{Se}_{0.01})_{\Sigma 2.03}$ .

Okraje joséit/bismutových agregátů jsou výrazně alterovány za vzniku 50 - 100  $\mu\text{m}$  silných nehomogenních lemů (obr. 4) tvořených zrní oxidických minerálů Bi o velikosti do 10  $\mu\text{m}$ , podle orientačních EDS analýz jsou zde zastoupeny Bi-O, Bi-O-Cl a Bi-O-F fáze, pravděpodobně představované **bismitem**, **bismoklitem** a **zavarickitem**.

Na puklinách a v dutinách křemenné žiloviny bez přímého prostorového vztahu s primární Bi-Te mineralizací byly zjištěny žluté povlaky a práškovité agregáty **russelitu** (obr. 10). Jeho rentgenová prášková data (tab. 3) jsou blízká publikovaným hodnotám pro tento minerál; v tabulce 4 jsou zpřesněné parametry jeho základní cely porovnány s publikovanými údaji. Podle orientačních EDS analýz obsahuje russelit z Vysoké vedle podstatných obsahů Bi a

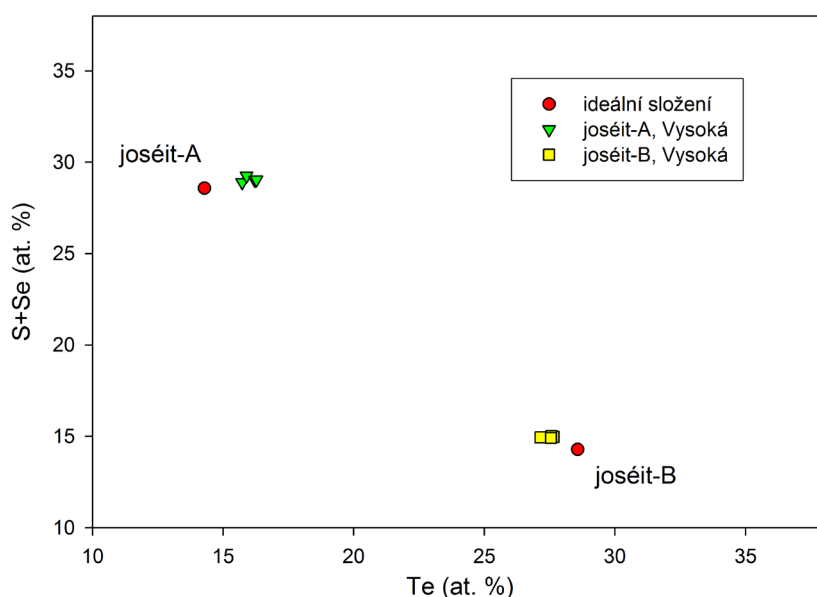
**Tabulka 1** Chemické složení bismutu z Vysoké (hm. %)

	mean	1	2	3
Sb	0.09	0.12	0.06	0.09
Bi	99.11	98.38	99.48	99.48
total	99.20	98.50	99.53	99.56
Sb	0.0015	0.0021	0.0010	0.0015
Bi	0.9985	0.9979	0.9990	0.9985
$\Sigma$	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

**Tabulka 2** Chemické složení joséitu-A a joséitu-B z Vysoké (hm. %)

	joséit-B					joséit-A				
	mean	1	2	3	4	mean	1	2	3	4
Pb	0.24	0.11	0.19	0.31	0.33	3.44	3.17	3.32	3.61	3.67
Sb	0.27	0.27	0.28	0.27	0.28	0.27	0.29	0.30	0.25	0.25
Bi	74.14	74.86	73.87	73.85	73.97	75.34	75.88	75.66	75.22	74.62
Se	0.08	0.09	0.10	0.07	0.06	0.09	0.09	0.10	0.09	0.08
Te	21.81	21.59	21.93	21.86	21.86	14.13	13.80	14.07	14.33	14.31
S	2.95	2.95	2.94	2.96	2.95	6.40	6.33	6.46	6.41	6.39
total	99.49	99.88	99.31	99.33	99.45	99.67	99.57	99.90	99.90	99.32
Pb	0.013	0.006	0.010	0.017	0.018	0.168	0.156	0.162	0.176	0.180
Sb	0.025	0.025	0.026	0.025	0.026	0.023	0.024	0.025	0.020	0.021
Bi	3.992	4.023	3.981	3.979	3.984	3.654	3.697	3.654	3.638	3.627
$\Sigma$	4.030	4.054	4.017	4.020	4.028	3.845	3.877	3.840	3.834	3.828
Se	0.012	0.013	0.014	0.011	0.009	0.012	0.012	0.013	0.012	0.011
Te	1.923	1.900	1.935	1.929	1.929	1.122	1.101	1.113	1.135	1.139
S	1.035	1.033	1.034	1.040	1.035	2.022	2.011	2.034	2.019	2.023
$\Sigma$	2.970	2.946	2.983	2.980	2.972	3.155	3.123	3.160	3.166	3.172

Koeficienty empirických vzorců počítány na bázi 7 *apfu*.



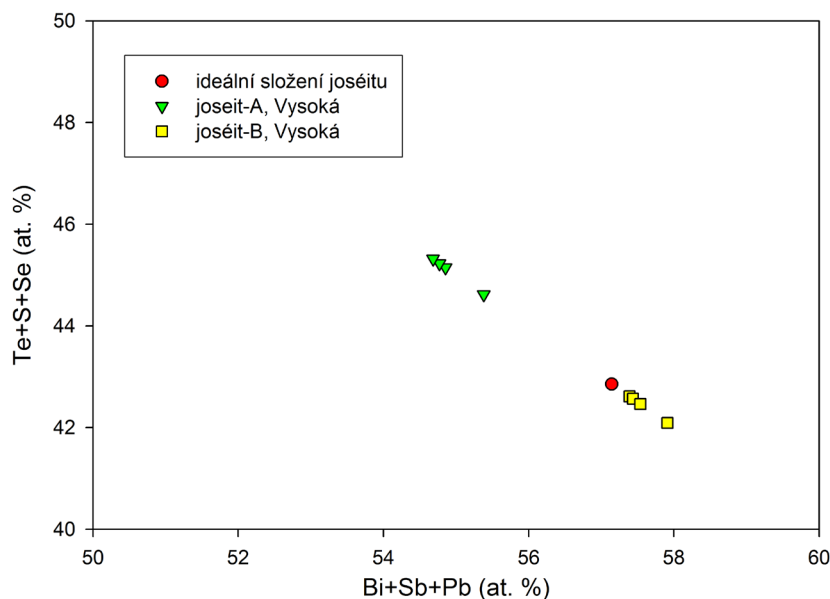
**Obr. 7** Graf Te vs. S+Se (at. %) pro joséit-A a joséit-B z Vysoké u Havlíčkova Brodu.

W i minoritní množství Fe a Te, nelze však vyloučit, že tyto prvky pocházejí z heterogenních příměsí v jeho mikrokrytalických agregátech.

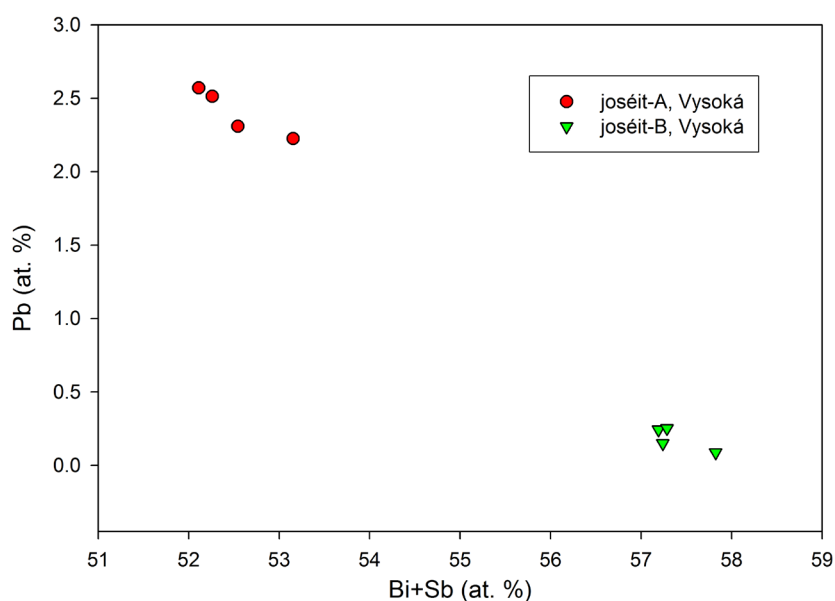
## Závěr

Na lokalitě Vysoká na Havlíčkovobrodsku, kde byla v nedávné době zjištěna wolframová mineralizace reprezentovaná ferberitem a scheelitem, byla nově zjištěna Bi-Te mineralizace reprezentovaná joséitem-B, joséitem-A, ryzím bismutem a supergenními produkty russelitem a pravděpodobným bismitem, bismoklitem a zavarickitem. Výskyt podobného typu hydrotermální mineralizace je na Havlíčkovobrodsku známý pouze ze Svaté Anny u Simtan (6 km ssv. od Vysoké), kde bylo vrtným průzkumem zjištěno polymetalické zrudnění s mikroskopickými polyminerálními agregáty fází s Ag, Bi a Te (ryzí Bi,





Obr. 8 Graf Bi+Sb+Pb vs. Te+S+Se (at. %) pro josít-A a josít-B z Vysoké u Havlíčkova Brodu.



Obr. 9 Graf Bi+Sb vs. Pb (at. %) pro josít-A a josít-B z Vysoké u Havlíčkova Brodu.

Tabulka 3 Rentgenová prášková data russellitu z Vysoké

$h$	$k$	$l$	$d_{obs.}$	$l_{obs.}$	$d_{calc.}$
0	0	4	4.246	33	4.139
1	1	2	3.484	<1	3.487
0	0	5	3.338	100	3.311
1	1	3	3.135	7	3.154
2	0	0	2.721	5	2.723
0	1	6	2.4474	5	2.4598
2	0	4	2.2729	4	2.2747
1	1	6	2.2343	2	2.2417
2	1	3	2.2297	4	2.2268
2	2	0	1.9255	2	1.9221
2	2	3	1.8163	6	1.8151
3	1	3	1.6437	1	1.6433
2	3	3	1.4519	1	1.4536
3	2	5	1.3741	2	1.3730
2	3	5	1.3710	2	1.3715
0	4	2	1.3381	<1	1.3390
1	4	2	1.3042	<1	1.3003
0	3	9	1.2874	<1	1.2899
3	3	2	1.2654	<1	1.2663

Tabulka 4 Parametry základní cely russellitu (pro ortorombickou prostorovou grupu  $P2_1ab$ )

	tato práce	Rae et al. (1991)
$a$ [Å]	5.446(10)	5.4559(4)
$b$ [Å]	5.428(8)	5.4360(4)
$c$ [Å]	16.56(5)	16.4397(17)
$V$ [Å <sup>3</sup> ]	489.4(2)	487.29

Obr. 10 Žluté práškovité agregáty russellitu na křemenné žilovině z Vysoké u Havlíčkova Brodu. Šířka záběru 12 mm. Foto P. Pauliš. ↓

hessit, stützit, blíže neurčené fáze Bi-Te, Ag-Te-S a Ag-Bi-Te-S) (Scharmová 1995, 2000; Scharmová, Ivanov 1988). Druhým známým výskytem telluridů v havlíčkovobrodském revíru je kamenolom Pohled, odkud popsala Mastíková (2011) mikroskopické inkluze josítu-A a josítu-B spolu s gustavitem v galenitu.

Vznik alteračních lemů (bismit/bismoklit/zavarickit) kolem josít/bismutových agregátů je pravděpodobně spojen s působením pozdně hydrotermálních roztoků, obdobně jako je uváděno z lokalit Moldava nebo Krásno u Horního Slavkova (Sejkora 1992; Ondruš et al. 1994; Sejkora et al. 2006). Vznik russellitu je pak již vázán na zvětrávací procesy působící v supergenní zóně *in-situ*; pravděpodobným zdrojem W byl primární ferberit.



## Poděkování

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národnímu muzeu (DKRVO 2014/01, 00023272).

## Literatura

- Bernard J. H. (1991) Empirical type of ore mineralization in the Bohemian Massif. *Vyd. Ústř. Úst. geol. Praha*.
- Bernard J. H. (2000) Minerály České republiky. Stručný přehled. *Academia. Praha*.
- Breiter K., Škoda R., Veselovský F. (2009) Neobyčklý P-, Li- a Sn-bohatý pegmatit z Vernéřova u Aše, Česká republika. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 17, 1, 41-59*.
- Durembergová D., Kratochvíl F. (1977) Minerály vizmutu a teluru ze Smolotel u Příbrami. *Čas. Mineral. Geol. 22, 407-410*.
- Jurák L. (1965) Nový nález wolframu a cínu na rudních žilách u Ovesné Lhoty na Českomoravské vrchovině. *Věst. Ústř. Úst. geol. 40, 4, 301-302*.
- Jurák L., Tenčík I. (1970) Přehled cínové a wolframové mineralizace v prostoru Českomoravské vysočiny. *Vlastivěd. Sbor. Vysočiny, Odd. Věd přír., 6, 21-28*.
- Kembický O. (1984) Ložiskové geologické zhodnocení havlíčkovobrodského rudního revíru. MS, *dipl. práce. PřFUK Praha*.
- Klečka M., Šrein V. (1989) Wolframitová mineralizace od Lásenice na Jindřichohradecku. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1986, 74-75*.
- Kopecný S., Pauliš P. (2011) Nový výskyt wolframitu na Vysoké u Havlíčkova Brodu. *Minerál 19, 3, 220-222*.
- Kotková Z., Maňour J., Tenčík I. (1973) Výsledky šlichové prospekce jihovýchodní části Českého masivu. In: *Hor. Příbram ve vědě a technice, sekce Geol. lož. nerost. sur., 201-232*.
- Laugier J., Bochu B. (2011) LMGP-Suite of Programs for the Interpretation of X-ray Experiments. [http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp\\_přístup\\_duben\\_2011](http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp_přístup_duben_2011).
- 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. (2000a) 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., Černý P., Šrein V., Lantora M., Sejkora J. (2000b) Mineralogie zlatonosné mineralizace v podzemním zásobníku plynu Háje (Příbram). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 8, 195-201*.
- Litochleb J., Křištín J., Šrein V. (1990) Bismutové minerály zlatonosného zrudnění z Kasejovic v jz. Čechách. *Věst. Ústř. Úst. geol. 65, 5, 279-289*.
- Litochleb J., Šrein V. (1989) Chemické složení minerálů bismutu a teluru ze zlatonosných žil příbramského uranového ložiska. *Acta Univ. Carol., Geol., Čech, 4, 511-519*.
- Litochleb J., Šrein V. (1994) Minerály bismutu a teluru z ložisek a výskytů zlata v České republice. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 2, 89-105*.
- Litochleb J., Šrein V., Klauďy S., Morysek A. (1998) Nové poznatky o zlatonosné mineralizaci v okolí Štěchovic. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 6, 188-192*.
- Litochleb J., Šrein V., Lantora M. (1996) Nové poznatky o zlatonosné mineralizaci v endokontaktní zóně středočeského plutonu jv. od Příbrami. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1995, 116-117*.
- Malec J., Šrein V., Veselovský F., Škoda R. (2013) Zlato a Bi-minerály ve skarnech Českomoravské vysočiny. *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol. 98, 1, 23-31*.
- Mastíková E. (2011) Mineralogie a podmínky vzniku vybraných mineralizací v lomu Pohled (moldanubikum). MS, *dipl. práce, Universita Palackého, Olomouc*.
- Ondruš P., Jansa J., Novák F., Vavřín I. (1994) Origin and relationships of bismuth secondary minerals at the Moldava deposit in the Krušné hory Mts. *Věst. Čes. geol. Úst. 69, 79-86*.
- Pauliš P., Kopecný S. (2007) Výskyt wolframové mineralizace u Vysoké u Havlíčkova Brodu. *Acta rerum naturalium 3, 47-50*.
- Pauliš P., Kopecný S., Jebavá I. (2012) Corkit a bariofarmakosiderit-Q z Vysoké u Havlíčkova Brodu (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 20, 1, 106-109*.
- Pauliš P., Kopecný S., Jebavá I. (2013) Nově zjištěná mineralizace na lokalitě s wolframovým zrudněním Vysoká u Havlíčkova Brodu. *Minerál 21, 4, 291-295*.
- Pertoldová J. (1990) Vazba zlata na sulfidy na ložisku Mokrsko. MS, *archiv Geofond Praha*.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) „PAP“ (φPZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.) San Francisco Press, San Francisco, 104-106*.
- Rae A. D., Thompson J. G., Withers R. L. (1991) Structure refinement of commensurately modulated bismuth tungstate, Bi<sub>2</sub>WO<sub>6</sub>. *Acta cryst. B. 47, 870-881*.
- Sejkora J. (1992) Mineralogie oxidických fází s bismutem. MS, *dipl. práce, Přírodovědecká fakulta UK Praha, 1-154*.
- Sejkora J., Ondruš P., Fikar M., Veselovský F., Mach Z., Gabašová A., Škoda R., Beran P. (2006) Supergene minerals at the Huber stock and Schnöd stock deposits, Krásno ore district, the Slavkovský les area, Czech Republic. *J. Czech Geol. Soc. 51, 1-2, 57-101*.
- Scharmová M. (1995) Nové mineralogické poznatky z havlíčkovobrodského rudního revíru. In: *Symposium Hornická Příbram ve vědě a technice, T18*.
- Scharmová M. (2000) Polymetalické zrudnění od Svaté Anny u Havlíčkova Brodu. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 8, 165-170*.
- Scharmová M., Ivanov P. A. (1988) Stříbrná mineralizace na lokalitě Svatá Anna u Havlíčkova Brodu. *Sbor. Konf. Moderní metody v aplikované mineralogii, Mariánské Lázně, 97-98*.
- Scharmová M., Pertoldová J. (1990) Příspěvek k mineralogii zlata a bismutu na ložisku Kašperské Hory. *MEGA, Zippe 14, 3, 146-164*.
- Scharmová M., Pertoldová J. (1992) Stříbro na některých ložiscích zlata v Českém masivu. *Sbor. Stříbrné minerální asociace v Československu, Dům techniky Ústí n. Labem, 141-147*.
- Sobotka J. (1959) Předběžná zpráva o joseitu B na zlatonosných žilách kasejovicko-bělčických. *Čas. Mineral. Geol. 4, 476-478*.
- Šrein V., Litochleb J. (2008) Bizmutové minerály v křemenném valounu se zlatem z náplavů Otavy u Annína (Šumava). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 16, 1, 33-35*.
- Šrein V., Litochleb J., Šreinová B., Šťastný M., Kolman B., Velebil D., Dryák K. (2008) Zlatonosná mineralizace v okolí Horské Kvildy na Šumavě, Česká republika. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 16, 2, 153-176*.
- Šrein V., Pivec E., Langrová A. (1995) Petrologie a mineralogie zlatonosného ložiska Libčice u Nového Knína. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 3, 188-194*.