

<https://doi.org/10.46861/bmp.28.359>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Riomarinait z Cínovce - první výskyt velmi vzácného sulfátu bismutu v České republice

Riomarinaite from Cínovec - first occurrence of very rare bismuth sulphate in the Czech Republic

LUBOŠ VRTIŠKA^{1)*}, PETR PAULIŠ^{1,2)}, JIŘÍ ČEJKA¹⁾, RADANA MALÍKOVÁ¹⁾, ZDENĚK DOLNÍČEK¹⁾,
ZDENĚK DVOŘÁK³⁾ A ONDŘEJ POUR⁴⁾

¹⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice;

*email: lubos.vrtiska@nm.cz

²⁾Smiškovna 564, 284 01 Kutná Hora

³⁾Severočeské doly a. s. - doly Bílina, Důlní 375/89, 418 29 Bílina

⁴⁾Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

VRTIŠKA L, PAULIŠ P, ČEJKA J, MALÍKOVÁ R, DOLNÍČEK Z, DVOŘÁK Z, POUR O (2020) Riomarinait z Cínovce - první výskyt velmi vzácného sulfátu bismutu v České republice. Bull Mineral Petrolog 28(2): 359-363 ISSN 2570-7337

Abstract

A very rare bismuth sulphate, riomarinaite, was found in an old abandoned shaft on a Sn-W deposit Cínovec near Teplice, Northern Bohemia. This is first occurrence of this generally very rare mineral in the Czech Republic. Riomarinaite forms grey and blue acicular and columnar crystals up to 30 µm in size in association with native bismuth and bismuthinite. Riomarinaite is monoclinic, space group $P2_1/n$, the unit-cell parameters refined from X-ray powder diffraction data are: a 6.0091(19), b 13.328(5), c 6.483(3) Å, β 112.91(5)° and V 478.3(3) Å³. Chemical analyses of riomarinaite correspond to the empirical formula $(\text{Bi}_{1.10}\text{Ca}_{0.02/51.12})[(\text{SO}_4)_{0.92}(\text{MoO}_4)_{0.08/51.00}(\text{OH})_{1.33} \cdot \text{H}_2\text{O}]$ on the basis of $\text{S} + \text{Mo} = 1$ apfu. Raman bands connected with vibrations of $(\text{OH})^-$, H_2O , $(\text{SO}_4)^{2-}$ groups, Bi-O bonds and lattice modes were observed in the Raman spectrum of riomarinaite.

Key words: riomarinaite, bismuth, bismuthinite, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Raman spectra, Cínovec, Krušné hory Mts., Czech Republic

Obdrženo 21. 10. 2020; přijato 26. 11. 2020

Úvod

Velmi vzácný monoklinický sulfát bismutu riomarinait, $\text{Bi}(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{O}$, byl poprvé na světě popsán z dolu Rio Marina na italském ostrově Elba (Rögner 2005), kde tvoří dokonale omezené protáhlé krystaly do velikosti 60 µm bílé, béžové až světle šedé barvy a vzniká jako produkt zvětrávání bismutinitu a cosalitu. Dále se vzácně vyskytl na ložisku Kingsgate v Austrálii (Clissold 2007). Jako pochýbný je uváděn z lomu Steinerleinbach u Röhrnbachu v Německu (Habel 2009). Nález riomarinaitu na ložisku Cínovec je tak prvním zjištěným výskytem tohoto minerálu v České republice. Nalezen byl v cínoveckém dole sběratelem Petrem Magdíkem v roce 2005 v úpadní chodbě z 2. patra na 3. patro v zanechaném pilíři s křemennou žilou.

Charakteristika výskytu

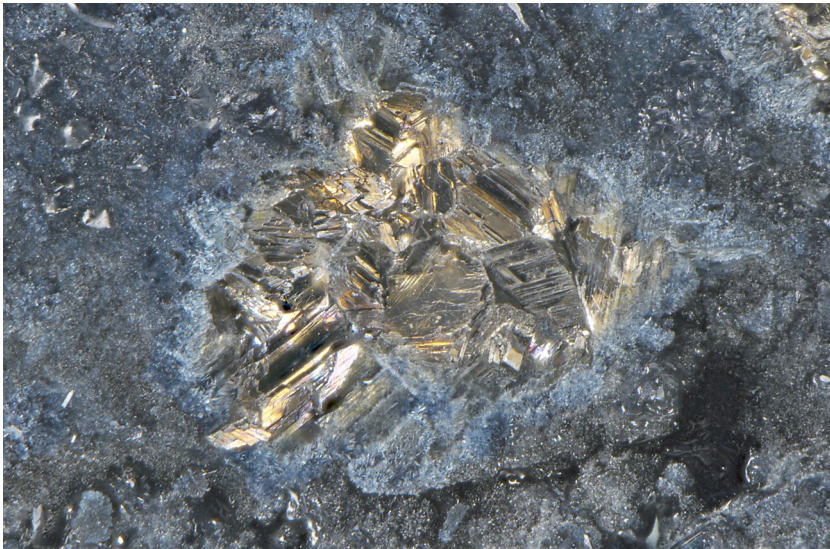
Historické cíno-wolframové ložisko Cínovec leží ve východní části Krušných hor přímo na státní hranici České republiky a Německa. Těžba cínu je v oblasti Cínovce datována od 14. století (první dochovaný záznam pochází z roku 1378). Podrobnější údaje o zdejších dolováních pocházejí až z 16. století. Povrchovým a později podzemním způsobem byl těžen kasiterit z impregnací v granitu a z greisenových sloupů zejména v dnešní německé části ložiska. Hornická činnost trvala až do bitvy na Bílé hoře, po které došlo k ochromení těžby a k odchodu horníků do Saska. K její obnově dochází až v první polovině 18. sto-

letí, k velkému rozšíření pak zejména na počátku 19. století. Od roku 1879 se začínají využívat i wolframové rudy, které brzy významem převyšují rudy cínové. V době první světové války převzala doly vojenská správa, která těžbu zmechanizovala. Na šachtě Militärschacht pracovali hlavně váleční zajatci. Po válce přechází důlní majetek zpět do rukou knížete Lobkowitzze, který zde podniká až do roku 1931. Ke zvýšení těžby došlo během druhé světové války, kdy byly obě části ložiska (česká i německá) spojeny překopy na úrovni 2. a 3. patra. Po válce se v těžbě pokračovalo, bylo vyhloubeno 4. patro a úpadními díly 5. a 6. patro. Těžba realizovaná národním podnikem Rudné doly se sídlem v Příbrami byla definitivně ukončena koncem roku 1990 (Čada et al. 1978). Těžba na klasickém žilném ložisku probíhala od roku 1950 do roku 1977. Během tohoto období bylo vytěženo 1 071 603 t rubaniny o kovnatosti 0.243 % Sn a 0.220 % W s obsahem 2604 t Sn a 2358 t W. Ložisko Cínovec-jih bylo těženo od roku 1981 do roku 1990. Celkem bylo vytěženo 451 256 t rubaniny o obsahu 0.177 % Sn a 0.032 % W, tj. 799 t Sn a 144 t W (Suček 1996).

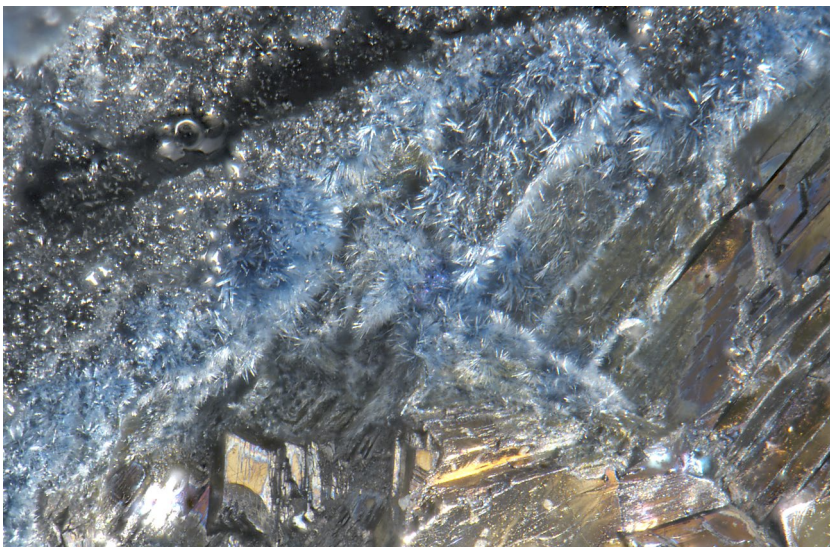
Žilné Sn-W ložisko Cínovec je reprezentováno systémem osmi až devíti hlavních subhorizontálních žil doprovázených boční greisenizací. Ve středu klenby jsou ploché žily o mocnostech 0.10 - 2 m téměř vodorovné a ke krajům se uklánějí všemi směry pod úhly 15° - 25°. V podloží žilného pásma jsou ploše vyvinuté greisenové zóny, které byly ve větších mocnostech zjištěny v jižní



Obr. 1 Modré a šedé povlaky riomarinaitu se štěpnými zrny bismutu s bismutinitem, Cínovec, šířka záběru 12 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 2 Modré a šedé povlaky riomarinaitu obrůstající štěpná zrna bismutu s bismutinitem, Cínovec, šířka záběru 5 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 3 Modré krystaly riomarinaitu narůstající na štěpná zrna bismutu s bismutinitem, Cínovec, šířka záběru 3.5 mm. Foto L. Vrtiška.

části elevace, kde vytvářejí ložisko Cínovec - jih (Čabla, Tichý 1965; Štemprok 1965; Štemprok et al. 1987). Bohatá supergenní mineralizace (více než 30 minerálních druhů) zde byla zjištěna v pilřích žily č. 1 v oblasti mezi prvním a druhým patrem žilného ložiska (Jansa et al. 1998), výskyty dalších supergenních minerálů ze stejné oblasti popisují Sejkora et al. (2001, 2009, 2011). Pauliš et al. (2008) pak studovali nálezy supergenní mineralizace v oblasti nedaleko jámy Traugott (3. patro dolu) a na 2. patře historického dolu Petri. Nověji byl z Cínovce publikován nález chalkofylitu (Vrtiška et al. 2016).

Metodika výzkumu

Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití CuK α záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly nanášeny v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořízena difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profílovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profílovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení riomarinaitu bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, analytik Z. Dolníček) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 4 nA, průměr svazku 2 μ m, standardy: klinoklas (AsL α), bismut (BiM α), uraninit (UM α), wulfenit (MoL α , PbM α), baryt (BaL α), albit (NaK α), sanidin (SiK α , AlK α , KK α), rodonit (MnK α), diopsid (MgK α), fluorapatit (PK α , CaK α), hematit (FeK α), chalkopyrit (CuK α), ZnO (ZnK α), celestin (SrL β , SK α), titanit (TiK α), vanadinit (VK α), halit (ClK α), thorium (ThM α), scheelit (WL α), BN (NK α), YVO $_4$ (YL α), Cr $_2$ O $_3$ (CrK α), cín (SnL α), kobalt (CoK α) a LiF (FK α). Obsahy As, U, Pb, Ba, Na, Si, Al, K, Mn, Mg, P, Fe, Cu, Zn, Sr, Ti, V, Cl, Th, W, N, Y, Cr, Sn, Co a F byly pod mezí detekce přístroje. Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

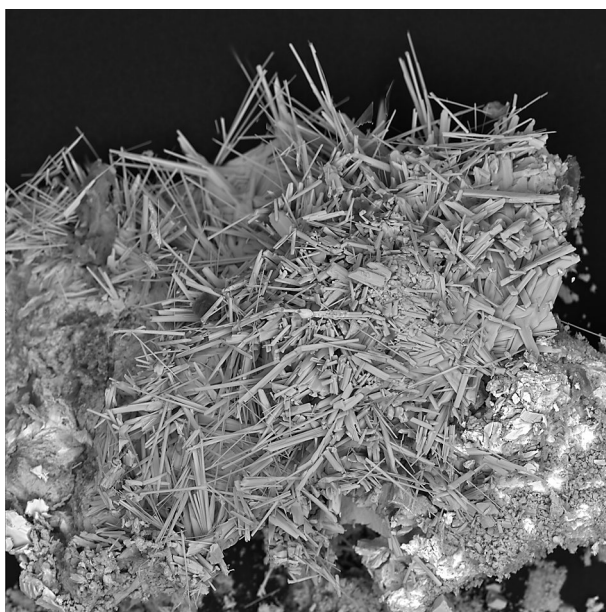
Fotografie ve zpětně odražených

elektronech (BSE) byly pořízeny skenovacími elektronovými mikroskopy Tescan Mira3 (Česká geologická služba, Praha).

Ramanova spektra minerálů byla pořízena za pomoci disperzního spektrometru DXR (ThermoScientific) spojeného s konfokálním mikroskopem Olympus (Národní muzeum Praha). Podmínky měření: zvětšení objektivu 20×, použitý laser 633 nm, rozsah měření 32 - 4883 cm⁻¹, doba expozice 1 s, celkový počet expozic 120, nastavený výkon laseru 5 mW, použitá apertura 50 μm pinhole, velikost paprsku 1.6 μm, hustota vrypů mřížky 400/mm.

Charakteristika studovaného riomarinaitu

Vzorek s riomarinaitem o rozměrech 5.5 × 4 cm je tvořen převážně hrubě krystalickým šedým křemenem a tabulkovitými krystaly tmavé slídy (*zinnwalditu*) do velikosti 15 mm. Ve vzorku jsou hojná anhedrální zrna štěpného vysoce lesklého stříbrného až zlatavě nabělého bismutu srůstající se stříbrošedým bismutinitem (obr. 1 - 3). Tato zrna dosahují velikosti až 1 cm a na okraji jsou částečně alterovaná. Riomarinait tvoří šedé a modré povlaky složené z tenkých jehlicovitých (obr. 4) a částečně dokonale omezených sloupcovitých (obr. 5) monoklinických krystalů o délce do 30 μm. Tyto krystaly obrůstají zrna bismutu s bismutinitem a v souvislých vrstvách pokrývají pukliny v křemeni a *zinnwalditu*.



Obr. 4 Jehlicovité krystaly riomarinaitu, Cínovec, šířka záběru 150 μm, BSE foto O. Pour.

Rentgenová prášková data riomarinaitu z Cínovce (tab. 1) odpovídají údajům publikovaným pro tento minerální druh. Zpřesněné parametry jeho základní cely (tab. 2) jsou v dobré shodě s publikovanými údaji uvedenými v práci Rögnera (2005).

Chemickým studiem riomarinaitu z Cínovce (tab. 3) byly v jeho kationtové pozici zjištěny vedle dominantních obsahů Bi (1.07 - 1.12 *apfu*), také minoritní obsahy Ca (do 0.03 *apfu*). V aniontové pozici dominuje S (0.86 - 0.96 *apfu*) a byly zde zjištěny také zajímavé relativně vysoké obsahy Mo (0.04 - 0.12 *apfu*). Empirický vzorec riomarinaitu lze na bázi přepočtu (S + Mo) = 1 *apfu* (průměr pěti bodových analýz) vyjádřit jako: $(\text{Bi}_{1.10}\text{Ca}_{0.02})_{\Sigma 1.12} [(\text{SO}_4)_{0.92}(\text{MoO}_4)_{0.08}]_{\Sigma 1.00}(\text{OH})_{1.33} \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Studium Ramanových spekter riomarinaitu

Ramanovo spektrum monoklinického riomarinaitu, prostorová grupa $P2_1/n$, $Z = 4$ (Rögner 2005), bylo empiricky interpretováno s přihlédnutím ke struktuře jeho syntetického analogu $[\text{Bi}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2]$, prostorová grupa $P2_1/n$, $Z = 2$ (Graunar, Lazarini 1982) a publikacím Venkateshwarlu, Sreenivas (2016), Talha, Lee (2020), Hardcastle, Wachs (1992), Sejkora et al. (2006), Sejkora, Čejka (2007), Frost et al. (2010), Frost et al. (2011) a Plášil et al. (2018). Chukanov a Vígasina (2020) publikovali Ramanovo spektrum riomarinaitu bez bližšího popisu



Obr. 5 Sloupcovité krystaly riomarinaitu, Cínovec, šířka záběru 110 μm, BSE foto O. Pour.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data riomarinaitu z Cínovce

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}
0	2	0	6.660	3	6.664	0	4	1	2.910	11	2.910	-3	1	1	1.9741	2	1.9735
0	1	1	5.440	29	5.450	-1	4	1	2.800	8	2.804	-3	2	1	1.9145	7	1.9116
-1	0	1	5.184	20	5.190	-2	0	0	2.765	7	2.768	-3	2	2	1.8672	6	1.8662
1	1	0	5.102	52	5.112	0	2	2	2.725	10	2.725	-1	6	2	1.8267	4	1.8247
0	2	1	4.435	6	4.448	2	1	0	2.708	19	2.710	0	3	3	1.8168	4	1.8167
1	2	0	4.251	100	4.258	-2	0	2	2.5931	3	2.5949	0	6	2	1.7834	8	1.7823
0	3	1	3.557	1	3.565	0	5	1	2.4311	2	2.4342	2	5	1	1.6999	1	1.6990
1	3	0	3.462	11	3.465	2	3	0	2.3469	12	2.3491	-1	7	2	1.6382	<1	1.6362
1	1	1	3.340	86	3.336	-2	3	2	2.2378	1	2.2407	-4	1	2	1.4877	1	1.4881
0	4	0	3.333	15	3.332	1	2	2	2.1584	19	2.1597	-3	2	4	1.4404	<1	1.4399
-1	1	2	3.104	65	3.111	1	6	0	2.0604	6	2.0616	2	1	3	1.3742	<1	1.3738

minerálu a příslušného zdroje - lokality (cm^{-1}): 1190 w, 1160 w, 1095 w, 1002, 960 s, 630, 525, 402 w, 198 s. Vlnočty Ramanova spektra riomarinaitu publikovaného Chukanovem a Visaginou (2020) jsou blízké, ale nikoliv identické s vlnočty Ramanova spektra riomarinaitu uvedeném v této práci.

Velmi široký pás velmi slabé intenzity s vrcholem při

3051 cm^{-1} (obr. 6) byl přiřazen valenční vibraci v OH vodíkovými vazbami vázaných molekul vody, zatímco velmi slabý široký pás s vrcholem při 2187 cm^{-1} valenčním vibracím v OH vodíkovými vazbami vázaných hydroxylů (OH). Uvedené vlnočty přibližně odpovídají délkám vazeb O-H...O 2.67 a 2.54 Å (Libowitzky 1999). Velmi slabý pás s vrcholem přibližně při 1600 cm^{-1} přísluší

deformační vibraci molekulární vody ν_2 (δ) H_2O , zatímco velmi slabý pás při 1350 cm^{-1} lze přiřadit k vibracím δ Bi-OH.

Slabé pásy při 1187, 1158 a 1095 cm^{-1} byly přiřazeny k trojnásobně degenerované antisymetrické valenční vibraci ν_3 SO_4^{2-} a středně intenzivní pás při 960 cm^{-1} spolu se slabým pásem při 1002 cm^{-1} k symetrické valenční vibraci ν_1 SO_4^{2-} . Velmi slabý pás při 848 cm^{-1} souvisí s valenční vibrací v Bi-O a/nebo s librací molekulární vody.

V oblasti 650 - 200 cm^{-1} je empirická interpretace složitější, protože může docházet k překrývání - koincidenci pásů deformačních vibrací SO_4^{2-} a valenčních a deformačních vibrací Bi-O. Slabé pásy při 632, ~600 a 527 cm^{-1} (mohou se překrývat s pásy vibrací Bi-O) byly přiřazeny ke trojnásobně degenerovaným deformačním vibracím ν_4 (δ) SO_4^{2-} a pásy při 428 a 408 cm^{-1} (mohou se překrývat s pásy vibrací Bi-O, Bi-O-Bi a O-Bi-O) přísluší dvojnásobně degenerovaným deformačním vibracím ν_2 (δ) SO_4^{2-} . Intenzivní a středně intenzivní pásy při 196, 165, 141, 95 a 68 cm^{-1} mohou být přiřazeny mířkovým modům.

Empirické přiřazení valenčních a zejména deformačních vibrací Bi-O, respektive Bi-O-Bi a O-Bi-O v oblasti 650 - 200 cm^{-1} je diskutabilní. Lze se proto v odborných textech setkat i s tím, že v nich bez komentáře nejsou přiřazení pásům vibrací Bi-O, Bi-O-Bi a O-Bi-O uvedena, ačkoliv příslušné polyedry Bi-O jsou ve struktuře popisovaných fází přítomny. Empirické přiřazení pásů deformačním vibracím Bi-O-Bi, respektive O-Bi-O v uvedené oblasti v Ramanově spektru uranosféritu (Sejkora et al. 2008) je považováno za chybné (Colmenero et al. 2020). Xavier et al. (2019) přiřazují v Ramanově spektru syntetických organických fází obsahujících pásy Bi^{3+} -O v oblasti 280 - 449 cm^{-1} valenčním a deformačním modům Bi-O a v oblasti 283 - 315 cm^{-1} deformačním modům polyedrů BiO_5 a BiO_6 bez bližší specifikace vlnočtů. Interpretace teoretického i experimentálního (empirického) řešení naznačeného problému zřejmě zůstává otevřená a je třeba ji brát s jistými výhradami.

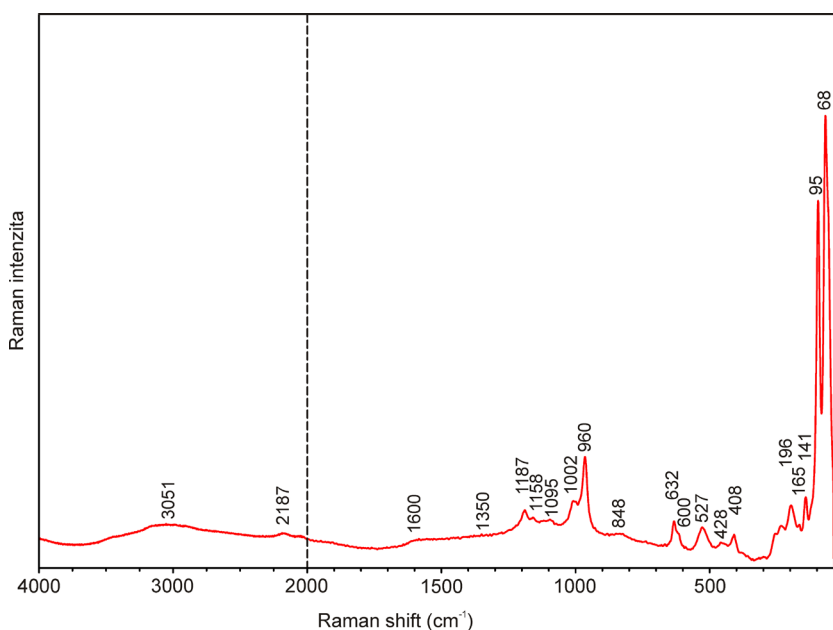
Tabulka 2 Parametry základní cely riomarinaitu pro monoklinickou prostorovou grupu $\text{P2}_1/\text{n}$

	tato práce	Rögner (2005)
a [Å]	6.0091(19)	6.0118(3)
b [Å]	13.328(5)	13.3355(6)
c [Å]	6.483(3)	6.4854(4)
β [°]	112.91(5)	112.906(6)
V [Å ³]	478.3(3)	478.94

Tabulka 3 Chemické složení riomarinaitu z Cínovce (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
CaO	0.33	0.22	0.22	0.43	0.37	0.43
Bi_2O_3	68.86	67.31	68.50	69.46	68.87	70.14
MoO_3	3.11	4.28	3.33	1.54	4.03	2.38
SO_3	19.88	18.37	19.53	20.99	19.91	20.58
H_2O^*	8.09	7.88	8.02	8.19	8.11	8.27
total	100.27	98.06	99.60	100.61	101.29	101.80
Ca	0.022	0.015	0.015	0.028	0.024	0.028
Bi	1.095	1.115	1.101	1.093	1.068	1.100
Σ	1.117	1.130	1.116	1.121	1.092	1.128
Mo	0.080	0.115	0.087	0.039	0.101	0.060
S	0.920	0.885	0.913	0.961	0.899	0.940
Σ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
OH	1.330	1.374	1.332	1.334	1.253	1.357
H_2O	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Mean - průměr pěti bodových analýz; koeficienty empirických vzorců počítány na bázi $\text{Mo}+\text{S} = 1$ apfu; H_2O^* počítáno na bázi vyrovnání nábojové bilance a teoretického obsahu 1 molekuly H_2O .



Obr. 6 Ramanovo spektrum riomarinaitu z Cínovce

Závěr

Výskyt riomarinaitu na ložisku Cínovec v Krušných horách je prvním výskytem toho velmi vzácného sulfátu bismutu v rámci České republiky. Vznikl zde zvětrávaním primárních minerálů (bismutu a bismutinitu) v žíle s křemenem a *zinnwalditem*. Zajímavé jsou zvýšené obsahy Mo v aniontové pozici, které doposud nebyly v tomto minerálu zjištěny. Jako zdroj Mo pravděpodobně sloužily minerály z řady stolzit - wulfenit, které jsou ve studované mineralizaci rovněž přítomné. Riomarinait je vzácný i ve světovém měřítku, nachází se pouze v mikrokrytalické podobě a mimo Cínovec byl spolehlivě zdokumentován pouze na dvou dalších lokalitách v Itálii a Austrálii.

Poděkování

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (00023272 - cíl DKRVO 2019-2023/1.II.b).

Literatura

- ČABLA V, TICHÝ K (1965) Nové výsledky geologického průzkumu na Cínovci. Sbor geol Věd, ložisk Geol 5: 107-133
- ČADA M, GÖTZ B, MAG M, PROCHÁZKA J, URBANEC J (1978) Šest set let dolování na Cínovci. Krajské muzeum Teplice 1-197 Teplice
- CLISSOLD ME (2007) Aspects of the Supergene Geochemistry of Copper, Nickel and Bismuth. PhD Thesis University of Sydney, Australia 1-162
- COLMENERO F, PLÁŠIL J, NĚMEC I (2020) Uranosphaerite: Crystal structure, hydrogen bonding, mechanics, infrared and Raman spectroscopy and thermodynamics. J Phys Chem Solids 141, 109400
- FROST RL, BAHFENNE S, ČEJKA J, SEJKORA J, PLÁŠIL J, PALMER SJ (2010) Raman and infrared study of phyllosilicates containing heavy metals (Sb, Bi): bismutoferrite and chapmanite. J Raman Spectrosc 41: 814-819
- FROST RL, ČEJKA J, SEJKORA J, PLÁŠIL J, REDDY BJ, KEEFE EC (2011) Raman spectroscopic study of a hydroxy-arsenate mineral containing bismuth-atelestite $\text{Bi}_2\text{O}(\text{OH})(\text{AsO}_4)$. Spectrochim Acta A 78: 494-496
- GRAUNAR M, LAZARINI FL (1982) Di- μ -hydroxo-bis[aquasulfatobismuth(III)]. Acta Cryst B 38: 2879-2881
- HABEL M (2009) Der Granodioritbruch der Fa. Josef Uhrmann OHG, Steinerleinbach bei Röhrnbach. Mineralien-Welt 20(2): 66-86
- HARDCASTLE FD, WACHS IE (1992) The molecular structure of bismuth oxide by Raman spectroscopy. J Solid State Chem 97: 319-331
- CHUKANOV NV, VIGASINA MF (2020) Vibrational (Infrared and Raman) spectra of minerals and related compounds. Springer.
- JANSA J, NOVÁK F, PAULIŠ P, SCHARMOVÁ M (1998) Supergenní minerály Sn-W ložiska Cínovec v Krušných horách (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 6: 83-101
- 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
- LIBOWITZKY E (1999) Correction of O-H stretching frequencies and O-H...O hydrogen bond lengths in minerals. Monatsh Chem 130: 1047-1059
- PAULIŠ P, NOVÁK F, KOŤÁTKO L, JONÁŠ J, DVOŘÁK Z, ŠEVCŮ J (2008) Nové výskyty nerostů na Sn-W ložisku Cínovec. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 16(1): 113-117
- PLÁŠIL J, KAMPF AR, SEJKORA J, ČEJKA J, ŠKODA R, TVRDÝ J (2018) Horákite, a new hydrated bismuth, uranyl-arsenate-phosphate mineral from Jáchymov (Czech Republic) with unique uranyl-anion topology. J Geosci 63: 265-276
- POUCHOU JL, PICOIR F (1985) "PAP" ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106
- RÖGNER P (2005) Riomarinait, ein neues Wismutmineral vom Abbau Falcacci, Rio Marina, Elba (Italien). Aufschluss 56: 53-60
- SEJKORA J, ČEJKA J (2007) Šreinite from Horní Halže, the Krušné hory Mountains, Czech Republic, a new mineral species, its comparison with asselbornite from Schneeberg, and new data for asselbornite. N Jb Miner Abh 184: 197-206
- SEJKORA J, ČEJKA J, KOLITSCH U (2008) Uranosphaerite from Horní Halže near Měděnec (Czech Republic): description and vibrational characteristics. N Jb Miner Abh 185: 91-98
- SEJKORA J, ČEJKA J, ŠREIN V (2001) Pb-dominant members of crandallite group from Cínovec and Moldava deposits, Krušné hory Mts. (Czech Republic). J Czech Geol Soc 46(1): 53-68
- 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: 57-101
- SEJKORA J, PAULIŠ P, KOPISTA J (2011) Agardit-(Y) z ložiska Sn-W Cínovec v Krušných horách (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 19(1): 64-68
- SEJKORA J, ŠKODA R, ŠKÁCHA P, BUREŠ B, DVOŘÁK Z (2009) Nové mineralogické nálezy na Sn-W ložisku Cínovec v Krušných horách (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 17(2): 23-30
- SUČEK P (1996) Charakteristika činnosti Rudných dolů Příbram a rámcový přehled těžby a produkce některých kovů. Uhlí, Rudy, Geol průzk 9: 284-287
- ŠTEMPROK M (1965) Petrografie a vertikální rozsah mineralizace v cínovecké žulové klenbě. Sbor geol Věd, ložisk Geol 5: 7-106
- ŠTEMPROK M a kolektiv (1987) Závěrečná likvidační zpráva Cínovec-žíly. MS, Rudné doly Příbram, 328 s
- TALHA M, LEE YW (2020) Raman nodes and dielectric relaxation properties of epitaxial BaBiO_3 thin films. Mater Res Express 016420.
- VENKATESHWARLU K, SREENIVAS B (2016) FTIR and Raman studies of $\text{Li}_2\text{O-Na}_2\text{O-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3$ glasses. Int J Innov Res Sci Eng Technol 2: 372-375
- VRTIŠKA L, PAULIŠ P, DVOŘÁK Z, POUR O, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R (2016) Chalkofylit z ložiska Sn-W rud Cínovec v Krušných horách (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 24(2): 234-237
- XAVIER FFS, BRUZIQUESI CGO, FAGUNDES WS, MATSUBARA EY, ROSOLEN JM, SILVA AC, CANOBRE SC, AMARAL FA (2019) New synthesis method for a core-shell composite based on $\text{a-Bi}_2\text{O}_3@PPy$ and its electrochemical behavior as supercapacitor electrodes. J Brazil Chem Soc 30: 727-735