

NOVÝ NÁLEZ WULFENITU NA DLOUHÉ ŽÍLE VE STŘÍBRĚ (ČESKÁ REPUBLIKA)

NEW OCCURRENCE OF WULFENITE FROM THE DLOUHÁ VEIN IN STŘÍBRŮ
(CZECH REPUBLIC)

LUBOŠ VRTIŠKA, PETR PAULIŠ, JAKUB TRUBAČ, LADISLAV STRNAD,
ZDENĚK DOLNÍČEK, RADANA VRTIŠKOVÁ, PETR MAGDÍK

Abstract

Vrtiška, L., Pauliš, P., Trubač, J., Strnad, L., Dolníček, Z., Vrtišková, R., Magdíková, P., 2025: Nový nálezh wulfenitu na Dlouhé žíle ve Stříbrě (Česká republika). – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 110, 2, 343–350 (with English summary).

New occurrence of wulfenite from the Dlouhá vein in Stříbrň (Czech Republic)

The first confirmed occurrence of wulfenite is reported from the Stříbrň Pb–Zn deposit (Czech Republic). The mineral was found in the form of orange- to brownish-yellow elongated dipyrarnidal crystals and their aggregates up to 5 mm in size on drusy quartz coated with *limonite*. Its empirical formula is $Pb_{0.98}(MoO_4)_{0.95}(SO_4)_{0.02}(PO_4)_{0.02}(AsO_4)_{0.01}\Sigma_{1.00}$ and refined unit-cell parameters are a 5.4339(9), c 12.1204(1) Å and V 357.89(6) Å³.

Key words: Wulfenite, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Pb–Zn deposit, Stříbrň, Czech Republic

Luboš Vrtiška, Department of Mineralogy and Petrology, National Museum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 20 – Horní Počernice, Czech Republic; e-mail: lubos.vrtiska@nm.cz

Petr Pauliš, Smišková 564, 284 01 Kutná Hora, Czech Republic

Jakub Trubač, Institute of Geochemistry, Mineralogy and Mineral Resources, Faculty of Science, Charles University, Albertov 6, 128 43 Prague 2, Czech Republic

Ladislav Strnad, Institute of Geochemistry, Mineralogy and Mineral Resources, Faculty of Science, Charles University, Albertov 6, 128 43 Prague 2, Czech Republic

Zdeněk Dolníček, Department of Mineralogy and Petrology, National Museum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 20 – Horní Počernice, Czech Republic

Radana Vrtišková, Department of Mineralogy and Petrology, National Museum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 20 – Horní Počernice, Czech Republic

Petr Magdíková, Maršovská 1522/10, 415 01 Teplice, Czech Republic

ÚVOD

Wulfenit, tetragonální $Pb(MoO_4)$, je minerál ze skupiny scheelitu s obecným vzorcem $A(XO)_4$, kde A zastupuje relativně velký dvojmocný kation (Ca, Pb či Ba) a X reprezentuje Mo či W. Vzniká většinou přeměnou galenitu v oxidačních zónách Pb ložisek. Wulfenit může tvořit neomezeně mísitelný pevný roztok se stolzitem $Pb(WO_4)$.

V České republice se v minulosti vyskytovaly až 8 mm velké krystaly wulfenitu v dutinách příbramských žil, hlavně na dole Lill. Vzácný je v Jáchymově (žila Geister, Rovnost I, štola Reichsgeschieb), Horní Rokytnici, Harrachově, Hůrkách u Rakovníka, na Krupce,

Cínovci, Moldavě, ve Vrančicích u Příbrami, Dlažově u Klatov a Javorce u Seče. Na Moravě byl wulfenit zjištěn v Lačnově a Štěchově u Lysic, Kosově u Jihlavy a Komni u Bojkovic, ve Slezsku byl nově nalezen v kamenolomu Smrčník u Lipové-lázní (PAULIŠ 2021). V uvedeném přehledu (PAULIŠ 2021) jsou uvedeny citace původních prací či u starších výskytů odkazy na topografické mineralogie Čech, Moravy či Slezska.

CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Historicky nejvýznamnějším výskytem Pb-Zn mineralizace v západních Čechách je stříbrský rudní revír. Dolování ve Stříbře je písemně doloženo již ve 12. století, vzniklou hornickou osadu povýšil král Václav I. mezi lety 1240 a 1250 na královské horní město. Německé pojmenování Mies je odvozeno ze stejnojmenného názvu řeky Mže (latinsky Misa) a má patrně keltský původ. Nynější název Stříbro se objevuje v listinách až od roku 1469. Zpočátku se zde patrně získávalo stříbro z obohacených výchozů žil, po jejich vytěžení však obsahy tohoto kovu klesly natolik, že se po roce 1410 již většina autorů zmiňuje výhradně o dolech na olovo (ŠVENEK 1972, NEUBERGER a JISKRA 2006). Během 700 let hornické historie docházelo k opakovaným oživováním, k úpadkům i stagnaci zdejšího dolování. V letech 1500–1650 bylo zdejší olovo využíváno především při hutnění stříbrných rud ve Velharticích, Českém Krumlově, Kutné Hoře a od roku 1558 v jáchymovské huti hraběte Šlika. Nejdější období rozvoje hornického podnikání ve Stříbře započalo brzy po třicetileté válce a s krátkými přestávkami práce probíhaly až do roku 1930. Poslední etapu důlní činnosti zahájily v roce 1950 Středočeské rudné doly průzkumem Dlouhé žíly a žíly Bohaté požeňnání, na který navázal v roce 1952 Západočeský rudní průzkum prospekci celého revíru. Jako otvírková díla byly rekonstruovány především jáma I (dříve Langenzug) a jáma III (dříve Leo). Těžba v revíru byla ukončena v roce 1974. O historii zdejšího dolování s citacemi dalších historických pramenů informují NEUBERGER a JISKRA (2006).

Zdejší žíly pronikají horninami svrchního proterozoika, metamorfózou přeměněnými na sericitické a chloritické fylity blovického souvrství. Tento mohutný komplex je intenzivně zvrátněný, tektonicky postižený a ojediněle prostoupený žilami lamprofyru a diabasů. Ve stříbrském rudním obvodu, rozkládajícím se na ploše cca 4 × 6 km, je známo celkem asi 50–60 rudních žil odlišné kvality a významu. Žíly tvoří systém dvou hlavních směrů, S-J (SZ-JV) s úklonem k Z (JZ) a směru Z-V (JZ-SV) s úklonem k J (JV). Dosahují max. délky 2,4 km a jejich mocnost kolísá od několika cm do 50 cm, výjimečně v místech naduření přesahuje i 3 m (ŠVENEK 1972). Na žilách se uplatnila pozdně variská polymetalická mineralizace řazená *Bernardem* a *Poubou* (1986) do asociace *p-pol*.

Mineralogii ložiska se nověji zabývali ŠVENEK (1972), KAREL *et al.* (1976), ČERNÝ a VESELOVSKÝ (1997), ČERNÝ *et al.* (2004, 2014), NAVRÁTIL (2009) a VÍŠKOVÁ a BOHATÝ (2022). Z ložiska je známo kolem 40 minerálních druhů, z toho cca je 20 možné zařadit k supergenním minerálům.

Minerální složení žil není příliš rozmanité, minerály jsou však velmi často vyvinuty ve velkých drúzových dutinách ve formě pěkných krystalů. V žilovině převládá křemen více generací nad barytem a karbonáty. Mezi rudními nerosty převažují galenit a sfalerit, častý je pyrit s markazitem, vzácné jsou zrnitý chalkopyrit a arsenopyrit. Galenit tvoří v křemenné žilovině mohutné závalky, v dutinách vytváří krychle, osmistěny a jejich kombinace. Až do konce těžby se na Dlouhé žile v obrovských dutinách o objemu desítek m³ objevovaly až 20 cm velké krystaly galenitu, často doprovázené až 15 cm velkými krystaly kalcitu, křemene a barytu (ŠVENEK 1972). Hojný sfalerit tvoří dvě či tři generace. Starší generaci reprezentují především zrnité štěpné medově žluté agregáty, ke generaci mladší jsou řazeny hnědé až tmavohnědé až několik cm velké krystaly. Poměrně častý je pyrit, který se vyskytuje nejčastěji jako zrnité agregáty a v dutinách vzácně i jako až 5 cm velké krystaly. Převládajícím nerostem žil je křemen, který v dutinách vytváří až 6 cm velké krystaly tmaově, modravé či bílé barvy. Na žilách byl zjištěn i šedě nafialovělý ametyst a průhledný

křišťál. Častým minerálem je baryt, jehož průsvitné, bezbarvé, žluté i namodralé krystaly mohou být až 7 cm velké. Vzácně se v minulosti i těsně před ukončením těžby objevovaly krystaly barytokalcitu o velikosti až 1 cm (ČERNÝ a VESELOVSKÝ 1997). Nehojnými minerály žiloviny byly kalcit a fluorit. Jedním z nejmladších hypogenních minerálů rudních žil je barnatý zeolit harmotom (KAREL *et al.* 1976).

Mineralogicky významná je též zdejší oxidační zóna, vyvinutá až do hloubky kolem 130 m. Jejím nejvýznamnějším nerostem je cerusit, který se v minulosti vyskytoval na stříbrských žilách zcela běžně. S jeho popisem se setkáváme již v roce 1791 v pojednání J. T. Lindackera. Cerusit je znám ve dvou generacích. Starší šedé, hnědé či žlutavé krystaly pyramidálního, dómatického nebo tabulkovitého typu do velikosti 5 cm narůstají přímo na galenit a křemen. Krystaly mladšího cerusitu jsou drobnější, šedobílé, nažloutlé či čiré, sloupcovité, jehlicovité nebo tence tabulkovité a narůstají na baryt (LITOCHEB 1993). Dalším typickým minerálem zdejší oxidační zóny je pyromorfit, který tvoří vějířkovité agregáty a až 1 cm velké, soudečkovité hexagonální krystaly zelené, hnědé a vzácněji žlutavé a šedé barvy. Zajímavá vápenatá odrůda pyromorfitu, původně popsána jako nový minerál *miesit*, tvoří šedé ledvinité agregáty se stébelnatou či miskovitou stavbou. Olovo je v něm zastoupeno vápníkem v množství až 9 hm. % CaO (HABERMANN 2001). Nově byl *miesit* (12 vzorků) ze sbírek Moravského zemského muzea v Brně studován VÍŠKOVOU a BOHATÝM (2022). Bylo zjištěno, že obsahuje 3,48–4,93 hm. % CaO, tj. 0,759–1,043 *apfu* Ca, přičemž hodnota 1 *apfu* představuje spodní limit pro fosfohedyfan (SEJKORA *et al.* 2008). Jako mladší minerál byl ojediněle v tenkých povlacích na *miesitu* zjištěn blíže neurčený Pb-Al fosfát blízký plumbogummitu (VÍŠKOVÁ a BOHATÝ 2022). Z dalších supergenních minerálů jsou ze Stříbra uváděny anglesit, aragonit, beudantit, brochantit, copiapit, epsomit, goethit, goslarit, greenockit, chalkantit, chryzokol, jarosit, linarit, malachit, melanterit, minium, plumbogummit, sádrovec, schwertmannit a smithsonit (ČERNÝ *et al.* 2004, 2014; NAVRÁTIL 2009).

METODIKA

Barevné mikrofotografie wulfenitu byly pořízeny pomocí mikroskopu Nikon SMZ 25 s digitální kamerou Nikon DS-Ri2 a funkce skládání obrazu za použití programu NIS Elements AR verze 4.20.

Rentgenová 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 $^{\circ}$, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly proloženy profilovou funkcí Pseudo-Voigt a zpřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (LAUGIER a BOCHU 2011).

Chemické složení wulfenitu bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum Praha, analytik Z. Dolníček) z pografitovaných leštěných nábrusů. Podmínky měření: WD analýza, napětí 15 kV, proud 10 nA, průměr svazku elektronů 3 μ m. Použité standardy: apatit (PK α ; CaK α), klinoklas (AsL α), vanadinit (PbM α), wulfenit (MoL α), scheelit (WL α), celestin (SK α). Kvantitativně analyzovány byly i obsahy dalších prvků (Al, Na, Mg, Si, Sr, K, Sb, Mn, Ti, Cl, Fe, Cu, Zn, Ba, F, N, V a Cr), zjištěné hodnoty však byly pod detekčním limitem. Získaná data byla korigována za použití algoritmu PAP (POUCHOU a PICHOU 1985).

In-situ analýzy molybdenu ve sfaleritu a galenitu byly provedeny na kvadrupólovém ICP-MS iCAP-Q (Thermo Bremen, Německo) spojeném s laserovou mikrosondou CETAC LSX-213 nm instalovanou na Univerzitě Karlově v Praze. Pro kalibraci byl použit referenční materiál Al-3 sulfid (poskytnutý panem D. Savardem, Univ. Quebec Chicoutimi,

LabMaTer, Kanada) a všechny analýzy (bod o průměru 50 μm) byly normalizovány na signál ^{33}S jako interní standard. Systém zavádění vzorků a analytický protokol se řídily postupy podobnými metodice popsané STRNADEM *et al.* (2009, 2012).

STUDIUM NOVĚ ZJIŠTĚNÉ MINERALIZACE S WULFENITEM

Studované ukázky pocházejí z materiálu z Dlouhé žíly ve Stříbře. V křemenné žilovině byly pozorovány dutiny patrně po vylouženém barytu do velikosti 6 cm a galenitu do 1 cm, na jejichž stěnách se objevují krystaly pyritu do 2 mm. Wulfenit tvoří místy hojně až 5 mm velké nedokonale vyvinuté protažené dipyramidální krystaly hnědooranžové až žlutooranžové barvy (obr. 1–3). Ty nasedají soliterně nebo v podobě srostlic na drúzy až 15 mm velkých krystalů křemene na povrchu pokrytých rezavou vrstvou *limonitu* (obr. 1).

Rentgenová prášková data studovaného wulfenitu (tab. 1) se shodují s údaji publikovanými pro tuto minerální fázi i s teoretickým záznamem, který byl vypočten ze strukturálních dat publikovaných pro wulfenit z lokality Monte Cengio v Itálii (LUGLI *et al.* 1999). Zpřesněné mřížkové parametry wulfenitu ze Stříbra jsou porovnány s publikovanými údaji v tabulce 2.



Obr. 1: Drúza krystalů křemene pokrytá vrstvou *limonitu* s hojnými krystaly wulfenitu. Velikost vzorku 11,5 \times 7 cm. Foto: P. Magdík.

Fig. 1: A druse of quartz crystals covered with a layer of *limonite* with abundant wulfenite crystals. Sample size 11.5 \times 7 cm. Photo: P. Magdík.



Obr. 2: Protáhlé dipyramidální krystaly wulfenitu. Šířka záběru 5 mm. Foto. L. Vrtiška.
Fig. 2: Elongated dipyrimid crystals of wulfenite. Field of view 5 mm. Photo: L. Vrtiška.



Obr. 3: Solitérní dipyramidální krystaly wulfenitu a jejich srostlice. Šířka záběru 3,2 mm. Foto. L. Vrtiška.
Fig. 3: Solitary dipyrimid crystals of wulfenite and their intergrowths. Field of view 3.2 mm. Photo: L. Vrtiška.

Tabulka 1. Rentgenová prášková data wulfenitu ze Stříbra.

Table 1. X-ray powder data of wulfenite from Stříbro.

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
0	1	1	4,963	13	4,958
1	1	2	3,246	100	3,245
0	0	4	3,030	27	3,030
0	2	0	2,718	26	2,717
1	2	1	2,3833	8	2,3827
0	1	5	2,2134	5	2,2138
1	2	3	2,0832	5	2,0824
0	2	4	2,0233	28	2,0229
2	2	0	1,9212	8	1,9212
1	1	6	1,7884	18	1,7880
2	1	5	1,7161	1	1,7162
1	3	2	1,6534	24	1,6532
2	2	4	1,6229	10	1,6225
0	0	8	1,5150	3	1,5151
2	3	1	1,4956	1	1,4956
3	0	5	1,4508	1	1,4510
2	3	3	1,4118	<1	1,4121
1	2	7	1,4100	<1	1,4102

Tabulka 2. Parametry základní cely wulfenitu (pro tetragonální prostorovou grupu I4₁/a).

Table 2. Unit-cell parameters of wulfenite (for the tetragonal space group I4₁/a).

	tato práce	Lugli et al. (1999)
<i>a</i> [Å]	5,4339(9)	5,434(1)
<i>c</i> [Å]	12,1204(1)	12,107(1)
<i>V</i> [Å ³]	357,89(6)	357,5

Tabulka 3. Chemické složení wulfenitu ze Stříbra v hm. %.

Table 3. Chemical composition of wulfenite from Stříbro in wt. %.

	Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PbO	58,80	58,59	58,61	58,64	58,38	58,73	58,34	59,58	58,57	59,80	58,69	58,54	59,14
CaO	0,02	0,03	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02	0,00	0,03	0,04
MoO ₃	36,78	37,06	36,81	37,51	36,88	36,10	36,40	37,17	37,13	36,60	36,65	36,69	36,32
WO ₃	0,10	0,18	0,49	0,00	0,05	0,00	0,13	0,16	0,12	0,00	0,00	0,00	0,10
SO ₃	0,44	0,43	0,44	0,43	0,43	0,48	0,51	0,48	0,43	0,45	0,39	0,45	0,41
P ₂ O ₅	0,34	0,43	0,21	0,21	0,55	0,39	0,27	0,34	0,31	0,24	0,35	0,58	0,24
As ₂ O ₅	0,26	0,00	0,00	0,00	0,05	0,58	0,36	0,24	0,62	0,14	0,48	0,36	0,23
total	96,74	96,72	96,56	96,80	96,37	96,29	96,03	97,98	97,22	97,25	96,56	96,65	96,48
Pb	0,981	0,973	0,986	0,977	0,969	0,984	0,980	0,982	0,959	1,013	0,979	0,965	1,006
Ca	0,001	0,002	0,000	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,000	0,002	0,003
Σ A-site	0,982	0,975	0,986	0,978	0,971	0,985	0,981	0,983	0,962	1,014	0,979	0,967	1,009
Mo	0,951	0,955	0,960	0,969	0,949	0,938	0,948	0,950	0,943	0,961	0,948	0,938	0,958
W	0,002	0,003	0,008	0,000	0,001	0,000	0,002	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002
S	0,021	0,020	0,021	0,020	0,020	0,022	0,024	0,022	0,020	0,021	0,018	0,021	0,019
P	0,018	0,022	0,011	0,011	0,029	0,021	0,014	0,018	0,016	0,013	0,018	0,030	0,013
As	0,008	0,000	0,000	0,000	0,002	0,019	0,012	0,008	0,020	0,005	0,016	0,012	0,008
Σ X-site	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Koeficienty empirického vzorce byly počítány na bázi Mo+W+S+P+As = 1 *apfu*.

The coefficients of the empirical formula were calculated on the basis of Mo+W+S+P+As = 1 *apfu*.

Studovaný wulfenit je v BSE obraze homogenní. Jeho chemické složení (tabulka 3) se blíží teoretickému $\text{Pb}(\text{MoO}_4)$. V oxoaniontové pozici byly zjištěny pouze nepatrné obsahy W (stolzitové komponenty; do 0,01 *apfu*) a mírně zvýšené obsahy P (do 0,03 *apfu*), S a As (v obou případech do 0,02 *apfu*). Empirický vzorec wulfenitu ze Stříbra (průměr z 12 bodových analýz) lze vyjádřit na základě $\text{Mo}+\text{W}+\text{S}+\text{P}+\text{As} = 1$ *apfu* jako $\text{Pb}_{0,98}[(\text{MoO}_4)_{0,95}(\text{SO}_4)_{0,02}(\text{PO}_4)_{0,02}(\text{AsO}_4)_{0,01}]_{\Sigma 1,00}$.

Pro zjištění možných zdrojů molybdenu nutného pro vznik wulfenitu byly pomocí LA-ICP-MS byly studovány historické vzorky dvou galenitů a dvou sfaleritů z Dlouhé žíly ve Stříbře uložené v mineralogické sbírce Národního muzea v Praze. V galenitu byly zjištěny pouze zanedbatelné obsahy Mo do 0,03 ppm. Vyšší obsahy Mo byly zjištěny ve sfaleritu, kde je však tento prvek distribuován velmi nehomogenně v rozmezí 0,2–6,2 ppm.

DISKUSE A ZÁVĚR

Wulfenit je typickým minerálem přítomným především v oxidačních zónách Pb ložisek, kde vzniká zvětráváním galenitu. Možné zdroje molybdenu pro jeho vznik jsou diskutovány různými autory. Například na ložisku Mežica ve Slovinsku, kde se nacházejí velké akumulace wulfenitu, se mineralogové přiklání k jeho vzniku zvětráváním sfaleritu, ve kterém byly zjištěny obsahy okolo 3 ppm Mo (ŠTRUCL 1984), případně molybdenitu, který se vyskytuje v podobě mikroskopických inkluzí v galenitu (DUHOVNIK 1954). Na ložisku Mežica byly zjištěny zvýšené obsahy Mo také v okolních vápencích a břidlicích, ty jsou ale považovány za sekundární, vzniklé v důsledku difuzní impregnace roztoky odvozenými z primárních sulfidů (ZORC 1955, REČNIK *et al.* 2014). V porovnání s těmito výsledky jsou obsahy Mo zjištěné ve sfaleritu z Dlouhé žíly (do 6,2 ppm) dvojnásobně vyšší. Lze tedy předpokládat, že alterace sfaleritu mohla hrát roli při vzniku wulfenitu i v tomto případě.

Wulfenit nebyl doposud ve stříbrském reviru zjištěn. Jeho přítomnost unikala dlouhá léta pozornosti mineralogů patrně proto, že se na ložisku vyskytuje pouze lokálně a je vázán na esteticky nevýrazné ukázky krystalů křemene, pokryté navíc *limonitovými* krustami. Jeho výskyt však není zanedbatelný a jako zatím jediná molybdenová fáze rozšiřuje řadu dosud známých minerálů oxidační zóny stříbrského ložiska.

PODĚKOVÁNÍ

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národnímu muzeum (DKRVO 2024-2028/1.II.b, 00023272). Autoři děkují recenzentům J. Tvrđemu (Liberec) a Z. Navrátilovi (Stříbro) za připomínky, které přispěly ke zvýšení kvality rukopisu.

LITERATURA

- BERNARD, J. H., POUBA, Z., LOMOZOVÁ, V., MORÁVEK, P., MRÁZEK, P., MRŇA, F., PERTOLD, Z., PETRÁNEK, J., POKORNÝ, J., POŠMOURNÝ, K., REICHMANN, F., ČADEK, J., ČADKOVÁ, Z., HAVELKA, J., HETTLER, J., CHRŤ, J., KLOMÍNSKÝ, J., KOUTEK, J., LEGIERSKI, J., 1986: Rudní ložiska a metalogeneze československé části Českého masivu. – NČSAV, Praha. 329 s.
- ČERNÝ, P., ČERNÝ, P., OSVALD, P., VRTIŠKA, L., 2014: Mineralogie stříbrského rudního obvodu. – *Minerál* 22, 2: 99–163.
- ČERNÝ, P., OSVALD, P., VESELOVSKÝ, F., 2004: Linarit a brochantit ze Stříbra. – *Minerál* 12, 1, 10–11.
- ČERNÝ, P., VESELOVSKÝ, F., 1997: Barytokalcit ze Stříbra. – *Minerál* 5, 6, 391–392.
- DUHOVNIK, J., 1954: O izvoru molibdena v svinčevem in cinkovem rudišču Mežica. – *Geologija*, 2, 113–117.
- HABERMANN, V., 2001: Stříbrské miesity. – *Minerál* 9, 5, 361–363.
- KAREL, V., SOLNICKÝ, J., ŠEVČŮ, J., 1976: Nález harmotomu na žíle Václav ve stříbrském rudním obvodu. – *Čas. Mineral. Geol.* 21, 4, 423.

- 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.
- LITOCHEB, J., 1993: Cerusit ze Stříbra. - *Minerál* 1, 4, 6-8.
- LUGLI, C., MEDICI, L., SACCARDO, D., 1999: Natural wulfenite: structural refinement by single-crystal X-ray diffraction. - *N. Jb. Mineral.*, 281-288.
- NAVRÁTIL, Z., 2009: Minerály stříbrských rudních žil. - Hornicko-historický spolek Stříbro, 180 str.
- NEUBERGER, K., JISKRA, J., 2006: Kniha o stříbrském hornictví. - Hornicko-historický spolek Stříbro, 184 str.
- PAULÍŠ, P., 2021: Nový přehled minerálů České republiky a jejich lokalit. Část 1., 2. a 3. - Kuttna, Kutná Hora. 368 s.
- POUCHOU, J. L., PICOIR, F., 1985: "PAP" ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. *In: ARMSTRONG, J. T., (ED.) Microbeam analysis*, 104-106. San Francisco Press, San Francisco.
- REČNIK, A., ZAVAŠNIK, J., FAJMUT-ŠTRUCL, S., 2014: The Mežica mine, Koroška (Slovenia). - *Mineral. Rec.*, 45, 507-548.
- SEJKORA, J., LITOCHEB, J., STRNAD, J., KUBICA, J., 2008: Supergenní mineralizace slivického pásma (žila Karel) jv. od Příbrami, Česká republika. - *Bull. Mineral-petrolog. Odd. Nár. muz. (Praha)* 6, 1-10.
- STRNAD, L., ETTLER, V., MIHALJEVIČ, M., HLADIL, J., CHRASTNÝ, V., 2009: Determination of trace elements in calcite using solution and laser ablation ICP-MS: calibration to SRM NIST glass and USGS MACS carbonate and application to real landfill calcites. - *Geostand. Geoanal. Res.*, 33, 347-355.
- STRNAD, L., GOLIÁŠ, V., MIHALJEVIČ, M., PUDILOVÁ, M., 2012: The Variscan Kašperské Hory orogenic gold deposit, Bohemian Massif, Czech Republic. - *Ore Geol. Rev.*, 48, 428-441.
- ŠTRUCL, I., 1984: Geološke, geokemične in mineraloške značilnosti rude in prikamenine svinčevo-cinkovih orudenj mežiškega rudišča. - *Geologija*, 27, 215-327.
- ŠVENEK, J., 1972: Nerosty rudních ložisek v okolí Stříbra. - Tiskovaná přednáška Nár. muz. a Spol. Nár. muz. v Praze. 20 s.
- VÍŠKOVÁ, E., BOHATÝ, M., 2022: Revize historických vzorků miesitu v mineralogické sbírce Moravského zemského muzea v Brně: příspěvek k dějinám výzkumu pyromorfitu. - *Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol.* 107, 1, 33-40.
- ZORC, A., 1955: Rudarsko geološka karakteristika rudnika Mežica. - *Geologija*, 3, 24-80.