

SKORODIT $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Z JEZDOVIC U TŘEŠTĚSCORODITE $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ FROM JEZDOVICE NEAR TŘEŠŤ

EVA KOCOURKOVÁ & VLADIMÍR HRAZDIL

Abstract

Kocourková, E., Hrazdil, V., 2009: Scorodite $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ from Jezdovice near Třešť. – Acta Musei Moraviae, Sci. geol., 94, 77-81.

Scorodite $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ from Jezdovice near Třešť

In the Jezdovice area (Jihlava ore district) the silver ores were exploited from the mid- 13th century up to the 18th century. The locality is hosted by cordierite-biotite gneisses of Moldanubian zone. The deposit is formed by hydrothermal mineralization, including quartz veins with Fe-sphalerite, galena, pyrite, arsenopyrite, pyrrhotite and chalcopyrite. Scorodite was found on old dumps near Jezdovice-Práchevna. The mineral was identified by X-ray powder diffraction, refined unit-cell parameters of scorodite correspond to the published values. The occurrence of scorodite in Jezdovice is the first in the Jihlava mining district.

Key words: scorodite, X-ray powder diffraction, Jihlava ore district, Ag-Pb-Zn ore deposit, Czech Republic.

Eva Kocourková: Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic, retty@centrum.cz.

Vladimír Hrazdil: Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic, vhradzil@mzm.cz.

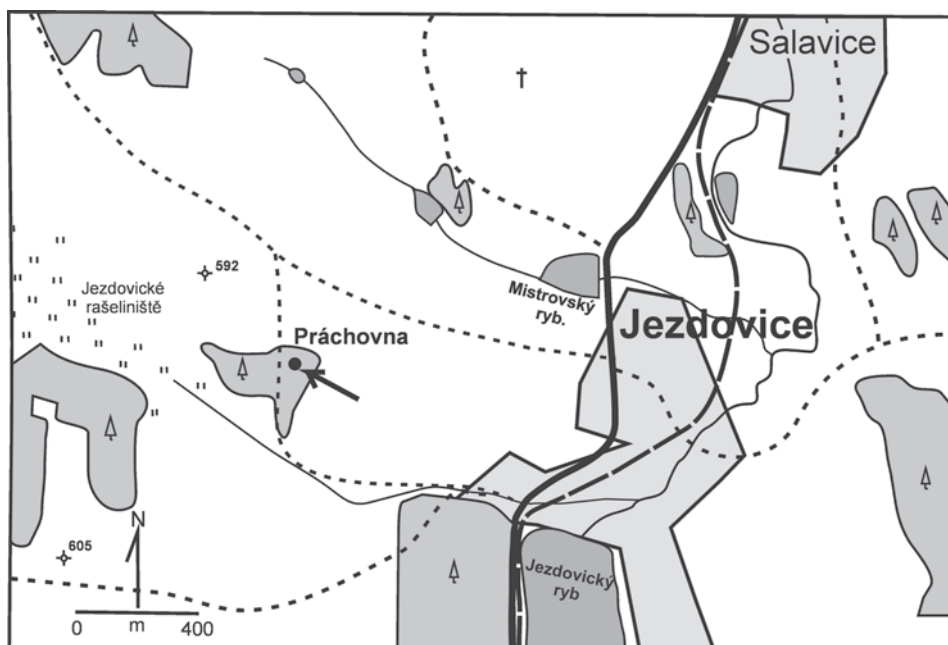
Úvod

Jezdovice leží v jihozápadním cípu jihlavského rudního obvodu a dnes představují jednu z nejlépe zachovaných lokalit středověkého dolování Pb-Zn-Ag rud v této oblasti. Lokalita se nachází asi 1 km západně od středu obce v malém borovém hájku (Práchevna), na rozhraní trati „Kišvance“ a „Zadní díly“ (obr. 1). Jedná se o haldy pocházející s největší pravděpodobností ze závěrečné etapy dolování, při pokusech vyzmáhat Starou šachtu raženou na Staré (Jezdovické) žíle.

Na podzim v roce 2008 byl nalezen při terénní exkurzi M. Vokáčem neznámý druhotný minerál, který jsme rentgenometricky určili jako skorodit a podáváme o něm tuto krátkou zprávu.

Stručný přehled dolování u Jezdovic

Historicky je dolování olovnato-zinkové rudy v okolí Jezdovic uváděno již ve 14. století (D'ELVERT 1866). Je však velice pravděpodobné, že největšího rozkvětu dosáhly jezdovické doly již dříve a to ve 13. století, tedy současně s nejintenzivnější těžební činností



Obr. 1. Schematická mapa lokality.

Fig. 1. Schematic map of locality.

v jihlavských dolech. Samotná těžba zde proběhla v několika časových obdobích. Ukončení první etapy dolování v okolí Jezdovic, ale i na celém území Českomoravské vrchoviny, je spojeno s koncem 14. století. Druhá etapa důlní činnosti na tomto území spadá do poloviny 16. století (1544–1574). Je pravděpodobné, že koncem 16. století byly jezdovické doly už opuštěné (ŠTŘEJN 1966). Poslední rozsáhlé pokusy o znovuootevření dolů spadají do let 1769 až 1790 a jsou spojeny se jménem hraběte Josefa Herbersteina, který financoval zmáhání a otvírku starých děl a to jak na Staré (Jezdovické) žíle směru SV–JZ, tak na dalších, S–J orientovaných zrudněných dislokacích – Salavické a Cerekevské žíle. Nerenovatibilita a vysoké výdaje nakonec vedly k postupnému krachu započatých prací a roku 1790 byly doly definitivně opuštěny (ŠTÍCHA 1984, HOUZAR a HRAZDIL 2006).

Geologické a ložiskové poměry

Geologicky se území nachází na východním okraji centrálního moldanubického plutonu v metamorfitech jednotvárné jednotky moldanubika. Rudní mineralizace je žilného typu. Žíly prorážejí cordierit-biotitické pararuly, které jsou pak na přímém kontaktu s nimi značně přeměněné hydrotermálními roztoky. Hlavní žilou, resp. žilným systémem revíru, je tzv. Stará žíla, někdy nazývaná též Jezdovická. Představuje jednu z nejvýznamnějších zrudněných dislokačních zón SV–JZ směru na Jihlavsku. V okolí Jezdovic je známo i několik dalších žil směru S–J (ČECH 1952). Žilovina je tvořena bílým až nahnědlým, jemně zrnitým až masivním, stěbelnatým či kavernózním křemenem, dále ojedinělými žilnými karbonáty, které jsou zastoupeny hlavně sideritem a ankeritem, vzácně též kalcitem. Rudní minerály tvoří impregnace, větší zrna až lité masy. Jsou reprezentovány hlavně hnědým až hnědočerným sfaleritem (má zvýšený obsah Fe), galenitem a hojným pyritem. Jako vedlejší součást je přítomen pyrhotin, arzenopyrit a chalkopyrit, vzácnější jsou mikro-



Obr. 2. Zelenobílé agregáty skoroditu na křemeni z Jezdovic u Třeště.

Fig. 2. Greenish-white aggregates of scorodite overgrowth on quartz from Jezdovice near Třešť.

skopický stanin, tetraedrit, kasiterit, markazit a ojedinělé drátky ryzího stříbra. Literatura uvádí i proustit, pyrargyrit, měď a zlato (NĚMEC 1964, ŠTÍCHA 1984, MALÝ 1999). V haldovém materiálu prakticky chybějí jakékoliv viditelné sekundární minerály s výjimkou povlaků limonitu a žlutého práškovitého jarositu (?) vznikajících zvětráváním pyritu. Ze sekundárních minerálů uvádí na lokalitě BURKART (1953) pouze cerusit, KRUTA (1966) navíc sádrovec a anglesit. Později byl identifikován z Jezdovic J. Miškovským plumbojarosit, avšak nález nebyl publikován. Nověji tamní plumbojarosit popsali DOKOUPILOVÁ a SULOVSKÝ (2007), kteří uvádějí i jeho chemické analýzy.

Polymetalické zrudnění se zde řadí k typu černý sfalerit+kyzy±karbonáty (BERNARD *et al.* 1981). Jedná se o mladovariskou asociaci vzniklou za poměrně stálé a vysoké teploty, v rozmezí 370 až 410 °C. Na Staré (Jezdovické) žíle dosahuje tato polymetalická ky-zová formace svého nejtýpčtějšího vývoje (PLUSKAL a VOSÁHLO 1998).

Metodika

RTG - prášková difrakční analýza separovaného skoroditu byla provedena na transmisním difraktometru STOE, typ STADI-P, za podmínek záznamu: záření $\text{CoK}\alpha_1$, napětí 40 kV, proud 25 mA, primární Ge (111) monochromátor, PSD lineární detektor. Měření bylo v transmisním módu v rozsahu 5–80° (2 θ), 600s na 1 krok (1° 2 θ), detektoru. Analýzy načel V. Vávra. Výsledky byly vyhodnoceny programem WIN X^{POW}, bylo odečteno pozadí, vyhledána difrakční maxima, zpřesněny polohy a intenzity difrakčních maxim

funkcí Pearson. Mřížkové parametry byly zpřesněny pomocí programů GSAS a EXPGUI (LARSON a VON DREELE 2000, TOBY 2001) z výchozího modelu struktury podle HAWTHORNE (1976).

Mineralogie a strukturní charakteristika skoroditu z Jezdovic u Třeště

Skorodit se nachází na kavernózním žilném křemeni místy až drúzovitěho vzhledu ve formě nesouvislých zemitých agregátů ($2-3 \text{ cm}^3$) až práškovitých povlaků o mocnosti do 1 mm (obr. 2), světle zelené až téměř bílé barvy. Na studovaném vzorku pokrývá skorodit plochu několika cm^2 . Nachází se v asociaci se žlutohnědým minerálem, pravděpodobně plumbojarositem. Zdrojem As byl arzenopyrit, který se však na vzorku zachoval pouze ojedinele jako nepatrná šedá alterovaná zrna; převážně byl zcela vyloužen.

Mřížkové parametry a objem základní buňky skoroditu z Jezdovic jsou uvedeny v tab. 1. Z rentgenových dat vyplývá, že mřížkové parametry odpovídají publikovaným datům. Skorodit z Jezdovic je čistý, bez mansfielditové $\text{AlAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ komponenty.

Tabulka 1. Mřížkové parametry skoroditu (pro romboickou prostorovou grupu Pbc_a).

Table 1. Unit cell parameters of scorodite (orthorhombic space group Pbc_a).

	Jezdovice u Třeště (tato práce)	Gold Hill, Utah, USA (HAWTHORNE 1976)	Sumrakov u Telče (HOUZAR <i>et al.</i> 1999)	Dlouhá Ves u Havl. Brodu (nepub. data)
a (Å)	8,9676(26)	8,937(1)	8,939(2)	8,9563(19)
b (Å)	10,3372(30)	10,278(2)	10,307(2)	10,3260(20)
c (Å)	10,0731(30)	9,996(2)	10,021(2)	10,0603(19)
V (Å ³)	933,8(8)	918,2	923,3(2)	930,4(6)

Diskuse a závěr

Skorodit je nově zjištěným sekundárním minerálem pro jihlavský rudní obvod. V širším okolí Jihlavy byl dosud bezpečně určen pouze ze Sumrakova (HOUZAR *et al.* 1999) a nedávno v Dlouhé Vsi u Havličkova Brodu (PAULIŠ *et al.* 2005), kde je lokálně velmi hojným minerálem (KOCOURKOVÁ 2007). Jedná se o typický produkt zvětrávání arzenopyritu, který je v jezdovických žilách podružně zastoupen. Zachování relativně větších agregátů skoroditu v dutině křemene je způsobeno omezenou komunikací dutiny s okolním prostředím i tím, že v jeho bezprostřední blízkosti není pyrit. Ten zapříčiňuje rychlejší zvětrávání arzenopyritu a snadný odnos As infiltrujícími vodami jak v oxidační zóně, tak i (sub)recentně na odvalu. Skorodit náleží v rámci As-sekundárních minerálů k relativně stabilním fázím v širokém rozsahu podmínek pH a Eh. Podmínkám pro jeho stabilitu však nejlépe vyhovuje pH 2–5 a relativně oxidační prostředí (CRAW *et al.* 2003). Při jeho vzniku hraje důležitou úlohu zejména aktivita As a Fe v roztocích (ZHU a MERKEL 2001). Při zvětrávání v oxidačním prostředí s obsahem Fe vstupuje As^{5+} při $\text{pH} < 2,5$ také do minerálů jarositové skupiny (SAVAGE *et al.* 2000), v Jezdovicích byl však As v plumbojarositu pod mezí detekce (DOKOUPILOVÁ a SULOVSÝ 2007).

Geomorfologický vývoj Českomoravské vrchoviny od mesozoika nebyl na tamních křemenných polymetalických žilách příznivý pro vývoj větších cementačních a oxidačních zón (HOLUB 2007). To vysvětluje relativně nepatrný objem sekundárních minerálů na těchto ložiscích s výjimkou povlaků limonitu, příp. jarositu. Ty bývají až na výjimky vázány pouze na bezprostřední okolí zvětrávajících sulfidů (např. anglesit a cerusit po galenitu, malachit po chalkopyritu). Pouze tam, kde zvětrávání dosáhlo větších hloubek, např. na některých dislokacích, se oxidační zóna zachovala lépe. V případě As-sekundárních fází je

větší nabohacení známo jen ve zvětrávací zóně ložiska Dlouhá Ves u Havl. Brodu (Šc-2 na úrovni -25 m) (HOLUB 2007). Nově zjištěný skorodit v Jezdovicích může naznačovat možnost lokálního zachování hlubší oxidační zóny i na tomto relativně velkém Ag-Pb-Zn ložisku v rámci Českomoravské vrchoviny.

Poděkování

Je milou povinností autorů poděkovat Mgr. M. Vokáčovi, Ph.D., za poskytnutí vzorku ke studiu a za výpočet mřížkových parametrů skoroditu Mgr. J. Cempirkovi. Za konstruktivní komentář k rukopisu této práce děkujeme recenzentům dr. V. Vávrovi a dr. J. Jiráskovi. Práce byla finančně podpořena instit. záměrem MK 00009486201 (V.H.).

LITERATURA

- BERNARD, J. H., *et. al.* 1981: Mineralogie Československa. – 2. vydání, Academia, Praha.
- BURKART, E., 1953: Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. – Nakl. ČSAV.
- CRAW, D., FALCONER, D., YOUNGSON, J. H., 2003: Environmental arsenopyrite stability and dissolution: theory, experiment, and field observations. – *Chem. Geol.*, 199, 71–82.
- ČECH, V., 1952: O starých dolech na stříbrnou rudu mezi Jihlavou a Pelhřimovem na Českomoravské vysočině. – *Sbor. Ústř. Úst. geol., Odd. geol.*, 19, 117–136.
- D'ELVERT, Ch., 1866: Zur Geschichte des Bergbaues und Hüttenwesens in Mähren und Oest. Schlesien. – Verlag. D. histor. Stat. Sektion, Brünn.
- DOKOUPILOVÁ, P., SULOVSKÝ, P., 2007: Minerály skupiny jarositu ze sulfidických paragenezí východní části Českého masívu. – *Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol.*, 92, 75–91.
- HAWTHORNE, F. C., 1976: The hydrogen positions in scorodite. – *Acta Cryst.*, B32, 10, 2891–2892.
- HOLUB, M., 2007: Poznámky k existenci větráním obohacených zón stříbrnosných rud v Brodském a Jihlavském rudním revíru. – *Stříbrná Jihlava 2007, Studie k dějinám hornictví a důlních prací*, 206–215.
- HOUZAR, S., HRAZDIL, V., 2006: Pokusy o těžbu drahých kovů na moravské straně Českomoravské vrchoviny v letech 1700–1900. – *Sbor. přednášek z konference „Mezi Jihlavou a Vídní 1700–1900“*, 27–30.
- HOUZAR, S., SEJKORA, J., KOTRLÝ, M., (1999): As-mineralizace ze Sumrakova u Telče. – *Vlastiv. Sbor. Vysočiny, Odd. Věd přírod., Jihlava*, 14:25–39.
- KOCOURKOVÁ, E., 2007: Arzen v historických odvalech po těžbě polymetalických rud. – *Sbor. odb. sem. „Směrnice o správě odpadů z těžby“, Hlohovec, Těžební unie*, 21–24.
- KRUŤA, T., 1966: Moravské nerosty a jejich literatura 1940–1965. Moravské muzeum, Brno.
- LARSON, A. C., VON DREELE, R. B., (2000): General Structure Analysis System (GSAS) – *Los Alamos National Laboratory Report LAUR 86-748* (2000).
- MALÝ, K. 1999: Jihlavský rudní revír – přehled geologie a mineralogie, *Sbor. „Dolování stříbra a mincování v Jihlavě*, 15–27.
- NĚMEC, D., 1964: Geologische und paragenetische Verhältnisse der Erzgänge des Jihlava-Jezdovicer Reviers. – *Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen*, 9, 42–85.
- PAULÍŠ, P., KOPECKÝ, S., NOVÁK, F., ŠEVČŮ, J., 2005: Skorodit z Dlouhé Vsi u Havlíčkova Brodu. – *Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz.*, 13, 248–249.
- PLUSKAL, O., VOSÁHLO, J., 1998: Jihlavský rudní obvod. – *Vlastiv. Sbor. Vysočiny, Odd. Věd přírod., Jihlava*, 13, 157–191.
- SAVAGE, K. S., TINGLE, T. N., O'DAY, P. A., WAYCHUNAS, G. A., BIRD, D. K., 2000: Arsenic speciation in pyrite and secondary weathering phase, Mother Lode Gold District, Tuolumne County, California. – *Appl. Geochemistry*, 15, 1219–1244.
- ŠTICHA, R., 1984: Geologické a ložiskové poměry území staré těžby Ag-rud u Jezdovic. – *MS, Dipl. práce kat. geol. paleon. UJEP Brno*.
- ŠTREJN, Z., 1966: Staré stříbrné doly na Třeštsku. – *Okresní archiv v Jihlavě*, 3–32.
- TOBY, B. H., 2001: EXPGUI, a graphical user interface for GSAS. – *J. Appl. Cryst.*, 34, 210–213.
- ZHU, Y., MERKEL, B. J. (2001): The dissolution and solubility of scorodite, FeAsO₄·2H₂O, Evaluation and simulation with PHREEQC2. – *Wiss. Mitt. Inst. für Geologie, TU Bergakademie Freiberg*, 18, 1–12.

