

Kuprosklodowskit z uranového ložiska Zálesí u Javorníka v Rychlebských horách (Česká republika)

Cuprosklodowskite from the uranium deposit Zálesí near Javorník in the Rychlebské hory Mountains (Czech Republic)

JAKUB PLÁŠIL¹⁾, JIŘÍ SEJKORA¹⁾ A VIKTOR GOLIÁŠ²⁾

¹⁾ Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

²⁾ Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Albertov 6, 128 43 Praha 2

PLÁŠIL J., SEJKORA J., GOLIÁŠ V. (2008): Kuprosklodowskit z uranového ložiska Zálesí u Javorníka v Rychlebských horách (Česká republika). - *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 16/2, 205-207. ISSN: 1211-0329.

Abstract

The supergene copper uranyl silicate, cuprosklodowskite, was found at abandoned mine adits of the Zálesí uranium deposit, located near Javorník, the Rychlebské hory Mountains, Czech Republic. It forms light apple green earthy aggregates formed by tiny crystals up to 5 μm in size on quartz gangue with disseminated uranium mineralization, represented by uranyl arsenates (metanováčekite - metazeunerite) and chalcopyrite. Cuprosklodowskite is triclinic, space group $P-1$ with following unit-cell parameters: $a = 7.055(4)$ Å, $b = 9.263(5)$ Å, $c = 6.655(3)$ Å, $\alpha = 109.17(3)^\circ$, $\beta = 89.77(3)^\circ$, $\gamma = 110.08(4)^\circ$, $V = 382.9(6)$ Å³, that are comparable with published data. Qualitative chemical analysis showed only presence of Cu, U, Si and O, which is consistent with ideal chemical composition of this mineral. Cuprosklodowskite was found in association of dark green brochantite and colourless gypsum, its formation is connected with (sub)recent alteration processes in the environment of the open mine adit.

Key words: uranyl, supergene minerals, cuprosklodowskite, X-ray powder data, Zálesí, Czech Republic

Úvod

Kuprosklodowskit je relativně rozšířeným hydratovaným silikátem uranulu a mědi vázaným na supergenní zóny uranových ložisek. Vzniká jak v supergenních zónách *in-situ*, tak i jako (sub)recentní fáze, jejíž vznik je vázán na prostředí opuštěných důlních děl. Cílem předloženého příspěvku je podat nové informace o nálezu kuprosklodowskitu v materiálu pocházejícím ze štoly č. 2 uranového ložiska Zálesí v Rychlebských horách.

Charakteristika výskytu

Opuštěné uranové ložisko Zálesí, označované též jako Javorník, je největším ložiskem uranových rud v české části Slezska. Nachází se jv. od obce téhož jména 8 km jz. od Javorníku ve Slezsku. Ložisko bylo objeveno emanačním průzkumem a dobýváno v letech 1958 - 1968. Otevřeno bylo z úrovně tří štol (č. 1, 2 a 3), slepé jámy (4. a 5. p.) a výchozové partie byly ověřovány šurfy v oblasti žilné struktury Pavel. Celkem zde bylo těžbou získáno kolem 400 t uranu (Pluskal 1992). Geologická charakteristika ložiska byla nejnověji shrnuta v pracích Sejkory et al. (2004), Fojta et al. (2005) a Dolníčka et al. (2008). Na ložisku se velmi výrazně uplatňují supergenní minerální asociace zahrnující jak minerály uranu, tak i neuranové fáze, zejména Cu a Pb (Pauliš, Zíma 1982; Mrázek, Novák 1984; Sejkora 1994). Nověji zde byla zjištěna i zajímavá asociace supergenních minerálů selenu (Sejkora et al. 2004, 2006).

První vzorek kuprosklodowskitu byl v Zálesí nalezen (V. Goliáš) v roce 1998 v prostoru tzv. mlýnkových komor v mezipatře mezi štolami č. 2 a 1. Další vzorky z téhož místa byly pro podrobnější studium získány v roce 2006. Všechny nalezené vzorky byly odebrány z počvy chod-

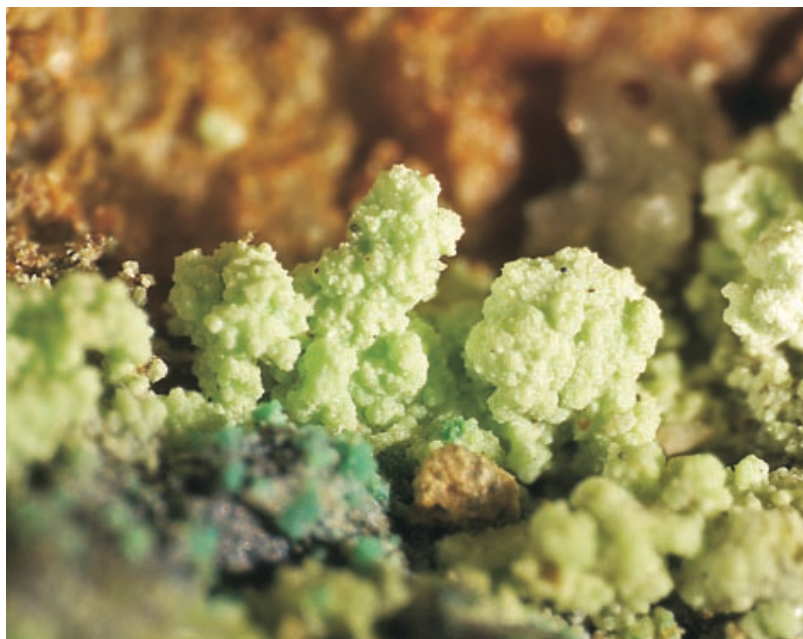
by a základek v komoře. Studovaný materiál je tvořen křemennou žilovinou charakteristickou pro těleso „T2“, ve kterém se místo nálezů vzorků nachází. V křemenné žilovině s vtroušenou U mineralizací je viditelné přítomen chalcopyrit.

Metodika výzkumu

Jednotlivé minerální fáze byly separovány pod optickým mikroskopem Nikon SMZ1500 ve spojení s digitální kamerou Nikon DXM1200F umožňující pořízení fotografií v odraženém světle (Národní muzeum, Praha).

Retgenová prášková difrakční analýza byla provedena pomocí difraktometru PANalytical X'Pert Pro s detektorem X'Celerator a sekundárním grafitovým monochromátorem (Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, operátor V. Goliáš). Práškový vzorek byl nanesen v suspenzi acetonu na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku [100] a analyzován v rozmezí 3° - 70° 2θ (40 kV, 30 mA; $\text{CuK}\alpha_{1,2}$). Velikost kroku činila 0.05° s načítacím časem na 250 s; vzorek byl rotován s frekvencí 2 s. Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly vypřesněny za použití profilové funkce Pearson VII pomocí programu Xfit (Coelho, Cheary 1997). Na základě mezirovinných vzdáleností d_{obs} , získaných profilovým fitováním a indexů hkl přiřazených podle krystalové struktury kuprosklodowskitu (Rosenzweig, Ryan 1975), byly pomocí programu Burnhama (1962) vypřesněny parametry základní buňky.

Chemické složení bylo kvalitativně studováno pomocí energiově disperzního ED analyzátoru LinkISIS 300 ve spojení s elektronovým scanovacím mikroskopem CamScan 4 (Ústav petrologie a strukturní geologie, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, operátor R. Procházka), za využití přírodního neleštěného povrchu vzorků.



Obr. 1 Světle jablečně zelené agregáty kuprosklodowskitu, Zálesí. Šířka obrázku 2.2 mm, foto J. Sejkora.

Charakteristika kuprosklodowskitu a zjištěných doprovodných minerálů

Kuprosklodowskit vytváří práškovité až rozsypavé agregáty světle jablečně zelené barvy na ploše až několika cm² (obr. 1), tvořené náhodně srůstajícími tabulkovitými krystaly o velikosti do 5 μm. Chemická kvalitativní analýza prokázala přítomnost majoritních prvků U, Si, Cu a O, což je v souladu s ideálním chemickým vzorcem $\text{Cu}[(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_3\text{OH})_2] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Rentgenový práškový difrakční záznam kuprosklodowskitu ze Zálesí (tab. 1) odpovídá publikovaným datům pro tuto minerální fázi i teoretickým pozicím difrakčních maxim vypočteným z krystalových strukturních dat publikovaných Rosenzweigem a Ryanem (1975). Rozdíly v intenzitách jednotlivých maxim jsou s největší pravděpodobností způsobeny výraznou přednostní orientací preparátu analyzovaného kuprosklodowskitu. Mřížkové parametry kuprosklodowskitu ze Zálesí jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji pro tuto minerální fázi.

V asociaci byly zjištěny výskyty čirých monoklinických protažených krystalů **sádrovce** a **brochantit**, který tvoří tmavě zelené, diamantově lesklé krystalické povlaky a kůry, které s kuprosklodowskitem srůstají, popřípadě jej kuprosklodowskit místy porůstá. Brochantit byl ověřen jak práškovou difrakční analýzou, tak kvalitativní chemickou analýzou, která prokázala podstatné obsahy Cu, S a O.

Podmínky vzniku supergenní minerální asociace

Popisovaná minerální asociace představuje jednu z typických sub-recentně vznikajících supergenních asociací, vázaných na vznik v otevřeném důlním díle. Přítomnost kogenetických sulfátů (sádrovec a brochantit) naznačuje, že krystalizace fází probíhala v kyselém prostředí. Zdrojem iontů U^{6+} byla vtroušená uranová mineralizace, která je v křemenném materiálu tělesa T2 reprezentována zejména uranyl - arsenáty (metazeunerit, metanováčekit). Ty byly díky poklesu pH částečně rozpouštěny (stabilní jsou spíše v neutrálním až zásaditém prostředí) a zároveň došlo k alteraci hojněho chalkopyritu jako zdroje Cu^{2+} iontů. Vysrážením sulfátů z roztoku došlo pravděpodobně k velmi mírnému zvýšení pH, a tedy ke vzniku prostředí vhodného pro krystalizaci kuprosklodowskitu (pH 4 - 5). Výskyt kuprosklodowskitu ze Zálesí je tedy odlišný od asociace popisované Plášilem et al. (2006) z Horního Slavko-

Tabulka 1 Rentgenová prášková data kuprosklodowskitu ze Zálesí

l_{obs}	h	k	l	d_{obs}	d_{calc}	l_{obs}	h	k	l	d_{obs}	d_{calc}
91	0	1	0	8.13	8.16	1	-3	1	1	2.213	2.214
4	0	0	1	6.23	6.24	1	0	-1	3	2.206	2.207
11	0	-1	1	6.07	6.08	<1	2	2	0	2.199	2.199
6	-1	0	1	4.83	4.83	2	0	-2	3	2.185	2.186
5	0	-2	1	4.13	4.14	1	0	-4	1	2.170	2.175
26	0	2	0	4.08	4.08	<1	-2	4	0	2.110	2.108
7	-2	1	0	3.52	3.52	<1	0	0	3	2.079	2.079
1	0	-1	2	3.33	3.33	<1	0	-4	2	2.071	2.069
1	2	0	0	3.29	3.29	<1	-1	0	3	2.054	2.057
<1	-1	-2	1	3.12	3.12	1	0	4	0	2.041	2.039
<1	-1	2	1	3.11	3.11	1	-1	-2	3	2.037	2.036
<1	2	-1	1	3.10	3.09	<1	3	0	1	1.9927	1.9921
<1	-2	0	1	3.07	3.07	1	3	-2	2	1.9193	1.9198
<1	2	-2	1	3.02	3.03	100	-3	0	2	1.9085	1.9071
5	1	-1	2	2.981	2.987	<1	-3	1	2	1.9029	1.9004
5	-1	0	2	2.958	2.963	1	3	-3	2	1.8969	1.8949
2	-1	-1	2	2.943	2.948	<1	1	2	2	1.8901	1.8897
7	0	-3	1	2.886	2.889	<1	-1	4	1	1.8761	1.8760
1	0	3	0	2.716	2.719	<1	0	1	3	1.8663	1.8648
1	1	0	2	2.695	2.692	<1	-2	0	3	1.8639	1.8640
<1	-2	2	1	2.673	2.675	<1	-1	-4	2	1.8303	1.8295
1	-1	1	2	2.645	2.646	<1	2	-5	1	1.8189	1.8186
<1	0	1	2	2.625	2.623	<1	2	-1	3	1.8080	1.8061
<1	-2	3	0	2.606	2.610	<1	0	-4	3	1.8030	1.8031
<1	-2	-2	1	2.273	2.276	1	-3	2	2	1.7985	1.7993
<1	-1	2	2	2.230	2.226						

Tabulka 2 Mřížkové parametry kuprosklodowskitu pro triklinickou prostorovou grupu P-1

	tato práce	Rosenzweig a Ryan (1975)	Horní Slavkov, Plášil et al. (2006)
a [Å]	7.055(4)	7.052(5)	7.06(1)
b [Å]	9.263(5)	9.267(8)	9.19(1)
c [Å]	6.655(3)	6.655(5)	6.675(7)
α [°]	109.17(3)	190.23(5)	109.54(8)
β [°]	89.77(3)	89.84(5)	90.24(8)
γ [°]	110.08(4)	110.01(7)	108.9(1)
V [Å ³]	382.9(6)	382.9	384(1)

va. Podobně (sub)recentně vznikající kuprosklodowskit byl nalezen v rámci studia supergenní minerální asociace z Červené žíly v Jáchymově (Plášil et al. in prep.) a je popisován i z Jánské žíly v Příbrami (Ondruš, Hyršl 1989).

Poděkování

Milou povinností autorů je vyjádření poděkování Radku Procházkovi, Ph.D. (Univerzita Karlova v Praze) za provedení kvalitativní chemické analýzy zkoumaných fází. Výzkum byl finančně podpořen Ministerstvem kultury ČR v rámci projektů DE07P04OMG004 a MK00002327201.

Literatura

- Burnham Ch. W. (1962): Lattice constant refinement. - *Carnegie Inst. Washington Year Book* **61**, 132-135.
- Coelho A. A., Cheary R. W. (1997): X-ray Line Profile Fitting Program, XFIT. - Software manual.
- Dolníček Z., Fojt B., Prochaska W., Kučera J., Sulovský P. (2008): Origin of the Zálesí U–Ni–Co–As–Ag/Bi deposit, Bohemian Massif, Czech Republic: fluid inclusion and stable isotope constraints. - *Miner. Dep.* **44** (1), 81-97.
- Fojt B., Dolníček Z., Kopa D., Sulovský P., Škoda R. (2005): Paragenese hypogenní asociace z uranového ložiska Zálesí v Rychlebských horách. - *Čas. Slez. Muz., Ser. A* **54**, 223-280.
- Mrázek Z., Novák M. (1984): Sekundární minerály uranu ze Zálesí a Horních Hoštic v Rychlebských horách. - *Čas. Morav. Muz., Vědy přír.* **69**, 7-35.
- Ondruš P., Hyršl J. (1989): New finds and revision of secondary minerals from Příbram district. - *Acta Univ. Carol. (Praha), Geol.*, 521-533.
- Pauliš P., Zíma J. (1982): Sekundární minerály ložiska uranových rud Zálesí u Javorníka ve Slezsku. - *Čas. Slez. Muz., Ser. A* **31**, 129-148.
- Plášil J., Sejkora J., Ondruš P., Veselovský F., Beran P., Goliáš V. (2006): Supergene minerals in the Horní Slavkov uranium ore district. - *J. Czech Geol. Soc.* **51**, 149-158.
- Plášil J., Sejkora J., Čejka J., Škoda R., Bureš B. (in prep.): Assemblage of supergene minerals from the vein Červená (Rotter gang), Jáchymov (Czech Republic).
- Pluskal O. (1992): Československý uran. - *Uhlí, Rudy* **40**, 8, 259-267.
- Rosenzweig A., Ryan R. S. (1975): Refinement of the Crystal Structure of Cuprosklodowskite, $\text{Cu}[(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_3\text{OH})_2] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. - *Am. Mineral.* **60**, 448-453.
- Sejkora J. (1994): Uranové ložisko Zálesí v Rychlebských horách. - *Bull. mineral. - petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **2**, 105-110.
- Sejkora J., Pauliš P., Malec J. (2004): Supergenní selenová mineralizace na uranovém ložisku Zálesí v Rychlebských horách. - *Bull. mineral. - petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **12**, 174-179.
- Sejkora J., Škoda R., Pauliš P. (2006): Selenium mineralization of the uranium deposit Zálesí, the Rychlebské hory Mts., Czech Republic. - *Min. Pol., Spec. papers* **28**, 196-198.