

# Vauquelinit z ložiska polymetalických rud Suchovršice u Trutnova (Česká republika)

## Vauquelinite from the base-metal deposit Suchovršice near Trutnov (Czech Republic)

PETR PAULIŠ<sup>1,3)</sup>, STANISLAV KOPECKÝ, SEN.<sup>2)</sup>, STANISLAV KOPECKÝ, JUN.<sup>2)</sup>, JIŘÍ SEJKORA<sup>3)</sup>  
A RADANA MALÍKOVÁ<sup>3,4)</sup>

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

<sup>2)</sup>Žižkov II/1294, 588 01 Havlíčkův Brod

<sup>3)</sup>Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

<sup>4)</sup>Ústav geologických věd, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno

PAULIŠ P., KOPECKÝ S., KOPECKÝ S., SEJKORA J., MALÍKOVÁ R. (2014) Vauquelinit z ložiska polymetalických rud Suchovršice u Trutnova (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 22, 1, 82-86. ISSN 1211-0329.*

### Abstract

Vauquelinite, a rare phosphate and chromate of Cu and Pb, was found at the mine dump in base-metal deposit Suchovršice near Trutnov (Czech Republic). It occurs there as green-yellowish powder aggregates on the area up to 1 × 1 cm on the siliceous sandstone. Vauquelinite forms rosette aggregates composed by very thin platy crystals with a length of 10 - 20 μm and thickness about 1 μm only. The unit cell parameters of vauquelinite refined from powder X-ray data are: *a* 13.758(4) Å, *b* 5.806(2), *c* 9.558(5) Å, β 94.58(4)° and *V* 761.0(5) Å<sup>3</sup>. Chemical analyses of vauquelinite (mean of 4 points) correspond to the empirical formula  $(\text{Pb}_{1.94}\text{Ca}_{0.02})_{\Sigma 1.96}(\text{Cu}_{1.02}\text{Al}_{0.03}\text{Fe}_{0.02})_{\Sigma 1.07}[(\text{PO}_4)_{4.084}(\text{AsO}_4)_{0.13}(\text{VO}_4)_{0.01}]_{\Sigma 0.98}[(\text{CrO}_4)_{0.79}(\text{SiO}_4)_{0.21}]_{\Sigma 1.00}(\text{OH})_{0.73}$ .

**Key words:** vauquelinite, X-ray powder data, unit-cell parameters, chemical composition, Suchovršice near Trutnov, Czech Republic

Obdrženo: 7. 5. 2014; přijato: 30. 6. 2014

### Úvod

Vauquelinit, monoklinický  $\text{Pb}_2\text{Cu}(\text{PO}_4)(\text{CrO}_4)(\text{OH})$ , patří ke vzácným minerálům. Byl popsán Berzeliiem (1818) z Berezovsku na Urale (Rusko), kde se vyskytoval v podobě olivově zelených práškovitých agregátů, krust a sloupečkovitých krystalů v asociaci s krokoitem, fornicitem, pyromorfitem, mimetitem a dalšími minerály. Pojmenován byl na počest Luise Vauquelina (1763 - 1829), francouzského chemika a objevitele chromu. Jedná se o vzácný supergenní produkt přeměny galenitu za přítomnosti ultrabazických hornin. Z dalších jeho lokalit uvedme např. Broken Hill v Austrálii, Kolwezi a Kipushi v Zairu, Schneeberg a Callenberg v Sasku (Anthony et al. 2000). V České republice nebyl dosud jeho výskyt zjištěn.

### Charakteristika výskytu

První lokalitou vauquelinitu v České republice je opuštěné ložisko polymetalických rud, které bylo v minulosti těžené na několika místech ve východním a severním okolí obce Suchovršice (něm. Saugwitz), cca 6 km jv. od Trutnova (obr. 1).

Nejstarší dobývání zdejších rud spadá pravděpodobně již do 11. až 13. století. Charakter starých důlních prací (Zlatá a Sirná jáma) dokazuje, že pocházejí z předhusitského období. Rozsah prací v tomto revíru je značný, zvláště u Zlaté jámy, kde jsou četné dobývky, které sahají až na úroveň řeky Úpy. Podle Nováka (1973) zde mohl být těžen zlatonosný křemen, který tvoří tektonicky drcenou žilovinu. Po úpadku dolování během husitských válek zdejší činnost ožila v 16. století. Jihovýchodně od Zlaté

jámy byla založena nová jáma, která též dosáhla úrovně Úpy. Ve starých pramenech se uvádí, že se tu vedle mědi těžilo i stříbro, které mohlo být vázáno na galenit (Novák 1973). Zajímavý byl i výskyt „zemní černě“, oxidu manganu, které tvoří zemité agregáty a mazlavé pecky v pískovcích, po jehož těžbě se dochovala mělká prohlubeň „Manganového dolu“. Tuto surovinu používali trutnovští hrnčíři k barvení keramiky (Jirásek 2003). K většímu rozkvětu dolů tu asi nedošlo, neboť následkem třicetileté války došlo opět k úpadku dolování. Kutací práce byly ještě prováděny krátce na konci 19. století, kdy byly vyraženy dvě krátké štoly v celkové délce 48 m. Nový geologický průzkum bez větších pozitivních výsledků byl prováděn v letech 1949 - 1951 (Novák 1973).

Bližší popis důlních děl u Suchovršic podávají Malec (2001) a Jirásek (2003). Na levém břehu je nejzajímavějším důlním dílem štola a šachtice Karbanka (50°31'51.2"N; 16°00'23.1"E; 378 m n. m.) nacházející se v lese v údolí stejnojmenného potoka 160 m jv. od podjezdu železniční tratě u zastávky Suchovršice. K haldě pod zazděnou štolou vede žlutě značená naučná stezka (Malec 2001). Důlní komplex pochází pravděpodobně z roku 1556, kdy náhodská vrchnost rozprodávala v Suchovršicích část panských pozemků, přičemž byl zřejmě proveden i montánní průzkum. K poslednímu přefárání došlo v letech 1949 a 1950 (Jirásek 2003). Na odvalu a v jeho okolí se v červenohnědých vápnitých pískovcích objevují především tmavošedý chalkozin a zelené povlaky malachitu. Na levém svahu Úpy, mezi silnicí a železniční tratí se nachází Sirný důl (50°32'04.2"N; 16°00'04.3"E; 380 m n. m.), jehož odval je však bez rud-



Obr. 1 Plánek důlních děl v okolí Suchovršic podle Jiráska (2003).

ní mineralizace (Malec 2001). Největší rozsah dolování dokládají zbytky důlních děl na pravém břehu Úpy na lokalitě Zlatý důl ( $50^{\circ}32'05.4''\text{N}$ ;  $15^{\circ}59'49.2''\text{E}$ ; 411 m. n. m.), který se nachází asi 450 m ssz. od bývalého dřevěného mostu. Na odvalu se v permských pískovcích až slepencích vyskytují práškovité manganové oxidy, ve kterých byly rentgenometricky zjištěny linie bixbytu, psilomelanu a hausmannitu (Malec 2001). Jedná se o hypotetické místo legendárního kutiska nad Manganovým dolem nejasného původu a stáří, tradované jako Golden Schacht či Golden Bergwerk, spíše však jde o šachtici k Manganovému dolu (Malec 2001). Pod tímto dolem se nachází Manganový důl ( $50^{\circ}32'04.8''\text{N}$ ;  $15^{\circ}59'45.9''\text{E}$ ; 380 m n. m.), který získal jméno od lokálního výskytu manganového zrudnění. Dílo vzniklo patrně ve 12. až 14. století pro potřebu středověkých hrnčičů města Trutnova. V letech 1949 - 1950 bylo jeho ústí využíváno jako sklad tržavin pro rudný výzkum Měděného a Stříbrného dolu (Jirásek 2003). Cu-mineralizace se vyskytovala na dnes rekultivovaném odvalu Měděného dolu ( $50^{\circ}32'03.4''\text{N}$ ;  $15^{\circ}59'40.3''\text{E}$ ; 361 m n. m.), který se nachází asi 500 sz. od bývalého dřevěného mostu přes Úpu (obr. 2 a 3). Na odvalu se vedle povlaků malachitu a zrn chalkozínu objevovaly v menším množství i modré povlaky azuritu. Právě

z tohoto místa pochází i nález vauquelinitu.

Z geologického hlediska náleží popisované území permokarbonu podkrkonošské pánve. Výskyt měděných rud je vázán na trutnovské souvrství spodnopermského stáří, které tvoří 150 - 300 m mocný sedimentární komplex, ve kterém převládají červené jemnozrnné pískovce, často s křemičitým tmelem s vložkami jílovců. Při bázi souvrství se vyskytují slepence se značně proměnlivým valounovým spektrem. Jejich mocnosti se pohybují mezi několika metry až desítky metrů. Do prostoru ložiska zasahují i mladší bohuslavické vrstvy (thuring), tvořené 30 až 120 m mocnými růžovými arkózovitými pískovci s dolomitickým tmelem, ve vyšších polohách pak šedorůžovými pískovci a rudohnědými jílovcí. Vrstvy jsou uloženy zhruba horizontálně, jen místy jsou mírně skloněny  $10$  až  $20^{\circ}$  k SV (Novák 1973; Pešek, Sivek 2012).

Suchovršické ložisko má polymetalický (Cu a Pb) charakter. Poválečným průzkumem zde byla ověřena nejméně 4 zrudnělá pásma, jejichž mocnost kolísá a maximálně dosahuje 2 m. Délka byla ověřena jen v maximální délce 100 m, s přihlednutím na stará důlní díla (např. Stříbrná jáma); lze předpokládat podstatně větší směrnou délku (min. 600 m). Zrudnění, které tvoří drobné žilky v pískovcích, sahá minimálně do hloubky 40 m. Zrudnění sleduje



Obr. 2 Odvaly Měděného dolu u Suchovršic. Foto S. Kopecký, 2013.



Obr. 3 Odvaly Měděného dolu u Suchovršic. Foto S. Kopecký, 2013.



patrně tektonické linie směru SZ - JV. Důlní práce zastihly jen oxidační a cementační pásmo, ruda z primárního pásma (galenit) byla zjištěna jen na odvalu Stříbrné jámy (Novák 1973).

Mineralogicky není ložisko příliš rozmanité. Starší prameny odtud udávají pouze v červeném pískovci vtroušený chalkopyrit a chalkozín, nejistý galenit a povlaky malachitu (Kratochvíl 1963). Vejnar (1950) zmiňuje výskyt cerusitu. Nověji jsou uváděny chryzokol a azurit (Tuček 1970). Galenit zčásti přeměněný v anglesit ze Zlaté jámy, tvořící až 2 cm mocnou žilku, studoval Bradna (1983).

### Metodika výzkumu

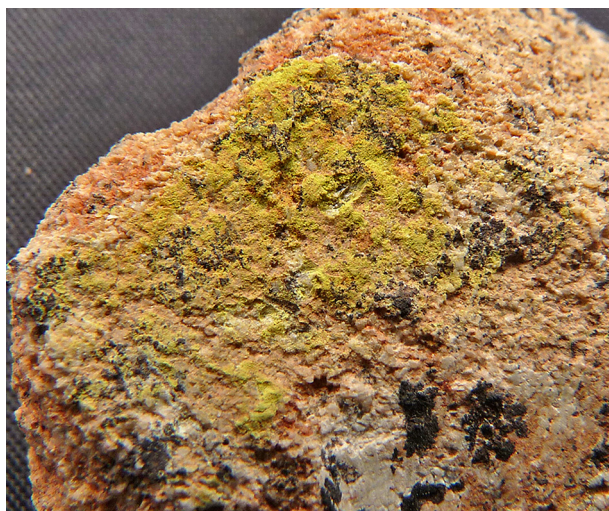
Rentgenová difrakční data vauquelinitu byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití  $\text{CuK}\alpha$  záření (40 kV, 40 mA). Práškový preparát byl nanesen v acetonové suspenzi na nosič zhotovený 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 popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly vypřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení vauquelinitu bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno, analytik J. Sejkora, R. Škoda), vlnově disperzní analýza, za následujících podmínek: napětí 15 kV, proud 10 nA, průměr svazku 5  $\mu\text{m}$ ; standardy a použité vlnové délky: sanidin ( $\text{AlK}\alpha$ ,  $\text{SiK}\alpha$ ), spessartin ( $\text{MnK}\alpha$ ), fluorapatit ( $\text{PK}\alpha$ ,  $\text{CaK}\alpha$ ), almandin ( $\text{FeK}\alpha$ ), gahnit ( $\text{ZnK}\alpha$ ), lammerit ( $\text{CuK}\alpha$ ,  $\text{AsL}\alpha$ ), vanadinit ( $\text{PbM}\alpha$ ), chromit (Cr),  $\text{ScVO}_4$  ( $\text{VK}\alpha$ ) a  $\text{SrSO}_4$  ( $\text{SK}\alpha$ ). Obsahy měřených prvků, které nejsou uvedeny v tabulce, byly pod mezí detekce přístroje (cca 0.03 - 0.05 hm. %). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985). Nižší sumy chemických analýz jsou vyvolány tenčí tabulkovitým charakterem studovaného minerálu.



Obr. 4 Vauquelinit ze Suchovršic. Foto P. Pauliš, velikost vzorku 5 × 3 cm.



Obr. 5 Vauquelinit ze Suchovršic. Foto P. Pauliš, velikost vzorku 5 × 3 cm.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data vauquelinitu ze Suchovršic

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> <sub>obs.</sub>	<i>I</i> <sub>obs.</sub>	<i>d</i> <sub>calc.</sub>
-1	0	1	8.106	15	8.135
-1	1	1	4.730	69	4.726
2	1	0	4.435	11	4.431
-3	0	1	4.251	17	4.256
-2	0	2	4.057	20	4.067
4	0	0	3.426	11	3.428
3	1	1	3.283	93	3.293
4	1	0	2.951	19	2.952
-4	0	2	2.896	50	2.894
1	2	1	2.707	9	2.709
2	2	0	2.676	19	2.673
-2	2	1	2.593	4	2.595
-3	1	3	2.4547	6	2.4568
-5	1	1	2.4464	4	2.4434
-2	2	2	2.3665	2	2.3628
-3	2	2	2.2186	2	2.2181
6	1	0	2.1261	5	2.1267
2	1	4	2.0539	9	2.0541
-3	2	3	1.9804	6	1.9815
-5	2	2	1.8798	8	1.8783
-7	1	1	1.8499	8	1.8485
5	2	2	1.8012	6	1.8021
6	2	1	1.7450	4	1.7449
-6	0	4	1.7187	6	1.7191
6	1	3	1.7086	<1	1.7093
-4	3	1	1.6705	2	1.6708
-7	1	3	1.6584	2	1.6582
3	1	5	1.6428	3	1.6410
6	0	4	1.5867	<1	1.5870
8	0	2	1.5739	2	1.5734
5	3	2	1.4805	3	1.4805
0	4	0	1.4513	1	1.4514
-8	2	3	1.3751	3	1.3752
10	0	0	1.3712	2	1.3714

**Tabulka 2** Parametry základní cely vauquelinitu (pro monoklinickou prostorovou grupu  $P2_1/n$ )

	tato práce	Fanfani, Zanazzi (1968)
$a$ [Å]	13.758(4)	13.754(5)
$b$ [Å]	5.806(2)	5.806(6)
$c$ [Å]	9.558(5)	9.563(3)
$\beta$ [°]	94.58(4)	94.57(3)
$V$ [Å <sup>3</sup> ]	761.0(5)	761.23

**Tabulka 3** Chemické složení vauquelinitu ze Suchovršic (hm. %)

	mean	1	2	3	4	ideal
CaO	0.13	0.13	0.18	0.06	0.15	0.00
FeO	0.18	0.09	0.26	0.15	0.20	0.00
PbO	59.12	58.67	59.71	58.19	59.90	63.24
CuO	11.04	10.90	10.99	10.57	11.69	11.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.19	0.18	0.21	0.18	0.20	0.00
SiO <sub>2</sub>	1.68	1.69	1.68	1.59	1.76	0.00
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.10	1.99	2.14	2.21	2.04	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8.09	8.27	7.86	7.86	8.38	10.05
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13	0.08	0.20	0.09	0.15	0.00
CrO <sub>3</sub>	10.75	10.36	11.01	10.55	11.06	14.16
H <sub>2</sub> O*	0.90	0.85	1.00	0.85	0.93	1.28
total	94.29	93.20	95.24	92.30	96.47	100.00
Ca	0.017	0.017	0.023	0.008	0.019	0.000
Fe	0.018	0.009	0.026	0.016	0.020	0.000
Pb	1.944	1.952	1.949	1.965	1.911	2.000
Cu	1.018	1.018	1.007	1.001	1.046	1.000
Al	0.028	0.026	0.030	0.026	0.028	0.000
$\Sigma$ M	3.025	3.022	3.036	3.017	3.025	3.001
As	0.134	0.129	0.135	0.145	0.126	0.000
P	0.837	0.865	0.807	0.834	0.841	1.000
V	0.010	0.006	0.016	0.008	0.012	0.000
As+P+V	0.981	1.000	0.959	0.987	0.979	1.000
Cr	0.789	0.770	0.802	0.796	0.788	1.000
Si	0.205	0.208	0.203	0.200	0.208	0.000
Cr+Si	0.994	0.978	1.005	0.995	0.996	1.000
OH	0.733	0.701	0.809	0.711	0.735	1.003

H<sub>2</sub>O\* - obsah vypočtený na základě vyrovnání náboje; koeficienty empirických vzorců počítány na bázi 5 *apfu*.

### Charakteristika vauquelinitu

Popisovaný minerál byl nalezen druhým a třetím z autorů na zčásti rekultivovaném odvalu Měděného dolu koncem roku 2013. Studovaný minerál tvoří zelenožluté práškovité agregáty nevelkého rozsahu (na ploše cca 1 × 1 cm) na úlomku načervenalého křemitého pískovce (obr. 4 a 5). Hornina je tvořena 0.2 - 0.4 mm velkými subangulárními zrny křemene s jílovito-křemitým tmelem. V nábrusu se tvoří vauquelinit růžicovité agregáty složené z tenké tabulkovitých krystalů o délce do 10 - 20  $\mu$ m a síle jen kolem 1  $\mu$ m. Ty narůstají na nepravidelné agregáty Mn-Fe oxidů s podstatným obsahem Pb a Cu, které chemicky neodpovídají žádné známé fázi.

Makroskopicky obsahuje vzorek s vauquelinitem na povrchu, ale zčásti i uvnitř 0.5 - 3 mm velké černohně-

dé rentgenamorfní impregnace tvořené především oxidy Mn (26 hm. %), Pb (20 hm. %), Cu (12 hm. %), Fe (1 hm. %); z dalších složek jsou přítomny SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO a CaO (průměr 3 EDS analýz).

Prášková rentgenová data studovaného vauquelinitu (tab. 1) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tuto minerální fázi i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (Fanfani, Zanazzi 1968). Zpřesněné parametry základní cely vauquelinitu ze Suchovršic jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji.

Chemické složení vauquelinitu lze vyjádřit idealizovaným vzorcem Pb<sub>2</sub>Cu(PO<sub>4</sub>)(CrO<sub>4</sub>)(OH) (Anthony et al. 2000), P může být zastupován As (fornacit), Cr pak i Mo (molybdofornacit). Při studiu chemického složení vauquelinitu z lokality Suchovršice (tab. 3) byly zjištěny obsahy farnacitové (As) komponenty až do 0.15 *apfu* a v aniontu se významněji uplatňuje i Si, který zastupuje Cr v rozsahu až do 0.21 *apfu*. V kationtu byly vedle dominantního Pb a Cu zjištěny i minoritní obsahy Al, Ca a Fe (do 0.02 - 0.03 *apfu*). Empirický vzorec studovaného vauquelinitu (průměr 4 bodových analýz) lze na bázi 5 *apfu* vyjádřit jako (Pb<sub>1.94</sub>Ca<sub>0.02</sub>) $\Sigma$ 1.98 (Cu<sub>1.02</sub>Al<sub>0.03</sub>Fe<sub>0.02</sub>) $\Sigma$ 1.07[(PO<sub>4</sub>)<sub>0.84</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>0.13</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>0.01</sub>] $\Sigma$ 0.98 [(CrO<sub>4</sub>)<sub>0.79</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>0.21</sub>] $\Sigma$ 1.00(OH)<sub>0.73</sub>.

### Diskuse vzniku vauquelinitu

Vauquelinit vznikl na ložisku v supergenních podmínkách při přeměně galenitu. Zatímco zdroj olova je zřejmý, podstatně větší problém nastává u chromu. Tento výrazně oxyfilní prvek se váže v první řadě na ultrabazické horniny (peridotity, dunity) a jejich metamorfika (serpentinity), v menší míře pak na bazika (hlavně bazaltoidy). Chrom, který v těchto horninách vystupuje v podobě Cr<sup>3+</sup>, je vázán především v oxidických (chromit, Cr-spinelidy) a silikátových sloučeninách, ve kterých zastupuje železo Fe<sup>3+</sup> a někdy i Al<sup>3+</sup>. Přechod chromu z Cr<sup>3+</sup> na Cr<sup>6+</sup> může probíhat pouze v prostředí s vysokým oxidačně-redukčním potenciálem. Tvoří se při tom chromanový anion [CrO<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>. Sloučeniny šestmocného chromu vznikají v některých chromem bohatých půdách při zvětrávání v tropickém klimatu, velmi zřídka pak při zvětrávání sulfidů (Polanski, Smulikowski 1978). Vzhledem k absenci ultrabazických hornin jsou obsahy chromu v permokarbonu podkrkonošské pánve nízké (Čadková 1967, 1981). Maximální obsahy jsou tu vázány na bazické a intermedialní vulkanity (andezitoidy a bazalty, označované jako melafyry), které obsahují až 220 ppm Cr. Podstatně nižší koncentrace chromu byla zjištěna v permských a karbonských sedimentech. U slepenců se obsahy pohybují kolem 30 (29 - 32), u pískovců 25 - 53 ppm (Schovánek et al. 2012). Vyšší koncentrace byly zaznamenány u pelitických sedimentů (až 110 ppm Cr) (Čadková 1981). Přes tato zjištěná data je možné, že v období permu, kdy vlivem aridního klimatu docházelo k intenzivnímu uvolňování kovů z permských vulkanitů, tufů do roztoků, a k následnému vzniku jejich synsedimentárních akumulací, došlo u Suchovršic k lokálnímu nakoncentrování chromu, umožňující vznik ojedinělé mineralizace se vzácným vauquelinitem. Možnost antropogenního původu vauquelinitu se na základě podrobného studia odebraného mineralogického i petrologického materiálu jeví jako nepravděpodobná.

## Závěr

Nález poměrně vzácného vauquelinitu na odvalech polymetalického ložiska Suchovršice u Trutnova je prvním výskytem tohoto minerálu v České republice. Vznikl zde v rámci supergenních procesů. Zdrojem olova byl galenit, otevřenou otázkou je původ chromu, který je v okolních sedimentech obsažen jen v poměrně nízkých koncentracích.

## Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za spolupráci při laboratorním studiu R. Škodovi z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity (Brno). Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2014/02, 00023272).

## Literatura

- Anthony J. W., Bideaux R. A., Bladh K. W., Nichols M. C. (2000) Handbook of Mineralogy. Volume IV, Arsenates, Phosphates, Vanadates. *Mineral Data Publishing, Tucson*, 680 s.
- Berzelius J. (1818) Undersökning af ett hittills obemärkt Fossil, som stundom följer den Siberiska kromsyra blyoxiden. *Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi* 6, 246-254.
- Bradna J. (1983) Galenit ze Suchovršic u Trutnova. *Acta Mus. reginaehradec., Sér. A* 18, 31-34.
- Čadková Z. (1967) Geochemie kovových prvků v permických sedimentech vnitrosudetské pánve. *MS, Geofond Praha*.
- Čadková Z. (1981) Sedimenty permokarbonu (geochemická studie). *MS, Geofond Praha*.
- Fanfani L., Zanazzi P. F. (1968) The crystal structure of vauquelinite and the relationships to fornacite. *Z. Krist.* 126, 433-443.
- Jirásek V. (2003) Ve znamení mlátka a želízka 1 (O horách a hornících). *Nákl. Bor, Liberec*.
- Kratochvíl J. (1963) Topografická mineralogie Čech VI. *NČSAV*, 439 s.
- 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.
- Malec J. (2001) Klasifikace a možnosti využití starých odvalů na Trutnovsku. *MS, ÚNS-Výzkum Kutná Hora*.
- Novák J. (1973) Ložisko měděných rud u Suchovršic v Podkrkonoší. *Acta Mus. Reginaehradec., ser. A* 14, 5-12.
- Pešek J., Sivek M. (2012) Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky. *Česká geologická služba Praha*.
- Polanski A., Smulikowski K. (1978): *Geochemia. SPN, Bratislava*.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) "PAP" (φρZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.)*. San Francisco Press, San Francisco, 104-106.
- Schovánek P., Prouza V., Spudil J., Burda J., Čech S., Drábková J., Dvořák I., Konopásek J., Malík J., Martínek K., Mlčoch B., Pecina V., Rambousek P., Skácelová Z., Šimůnek Z., Tasáryová Z., Vrána S., Žáčková E., Janderková J., Kachlík V., Zajíc J. (2012) Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR list 03-424 Trutnov. *MS, Archiv ČGS Praha*.
- Tuček K. (1970) Naleziště českých nerostů a jejich literatura 1951 - 1965. *Academia, nakl. Českosl. akademie věd Praha*, 882 s.
- Vejnar Z. (1950) Výsledky měděných rud u Suchovršic severně od Úpice. *MS, Geofond Praha*.