

Fluorwavellit a variscit z Počepic u Sedlčan (Česká republika)

Fluorwavellite and variscite from Počepice near Sedlčany (Czech Republic)

LUBOŠ VRTIŠKA^{1)*}, JAN LOUN²⁾, RADANA MALÍKOVÁ¹⁾ A JIŘÍ SEJKORA¹⁾

¹⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice;
*e-mail lubos_vrtiska@nm.cz

²⁾Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno

VRTIŠKA L., LOUN J., MALÍKOVÁ R., SEJKORA J. (2016) Fluorwavellit a variscit z Počepic u Sedlčan (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 24, 2, 285-297. ISSN 1211-0329.*

Abstract

An interesting mineral occurrence of phosphates was found close to the Počepice village near Sedlčany (central Bohemia, Czech Republic). Recently defined fluorwavellite forms white spherical aggregates up to 14 mm across in fissures and cavities of contact metamorphic rocks (quartzite, chert, metagreywacke). It is orthorhombic, space group *Pcnm* with following unit-cell parameters refined from the X-ray powder diffraction data: *a* 9.614(1), *b* 17.360(2), *c* 6.9916(9) Å, *V* 1166.9(3) Å³. Empirical formula of fluorwavellite is possible to express as $(Al_{2.91}Fe_{0.03})_{\Sigma 2.94}(PO_4)_{4/2.00}(F_{0.84}(OH)_{0.16})_{\Sigma 1.00}(OH)_{1.83} \cdot 5H_2O$. Variscite occurs as light blue to light pink, red, white and colorless transparent crusts, spherical aggregates and columnar and dipyrmidal crystals. All studied types belong to variscite of Messbach type with following orthorhombic unit-cell parameters: *a* 9.901(1), *b* 9.6584(9), *c* 17.178(2) Å, *V* 1642.6(4) Å³ (light pink sample); *a* 9.902(1), *b* 9.660(2), *c* 17.177(2) Å, *V* 1643.1(5) Å³ (light blue sample); *a* 9.901(2), *b* 9.659(2), *c* 17.179(3) Å, *V* 1642.8(6) Å³ (red sample) and *a* 9.903(2), *b* 9.657(3), *c* 17.181(4) Å, *V* 1642.9(7) Å³ (white to colorless sample). Their empirical formulae are: $Al_{0.98}(PO_4)_{1.00}F_{0.05} \cdot 2H_2O$ (light pink and red sample); $Al_{0.97}(PO_4)_{1.00}F_{0.04} \cdot 2H_2O$ (light blue sample); $Al_{1.00}(PO_4)_{1.00}F_{0.05} \cdot 2H_2O$ (white to colorless). Phosphates was found in association with *Mn-oxides* (hollandite, cryptomelane, asbolane, lithiophorite and undescribed Co-Mn-Mn dominant member of coronadite group).

Key words: fluorwavellite, variscite, phosphate occurrence, Mn-oxides, unit-cell parameters, chemical composition, Počepice, Sedlčany, Czech Republic

Obdrženo: 1. 11. 2016; přijato 22. 12. 2016

Úvod

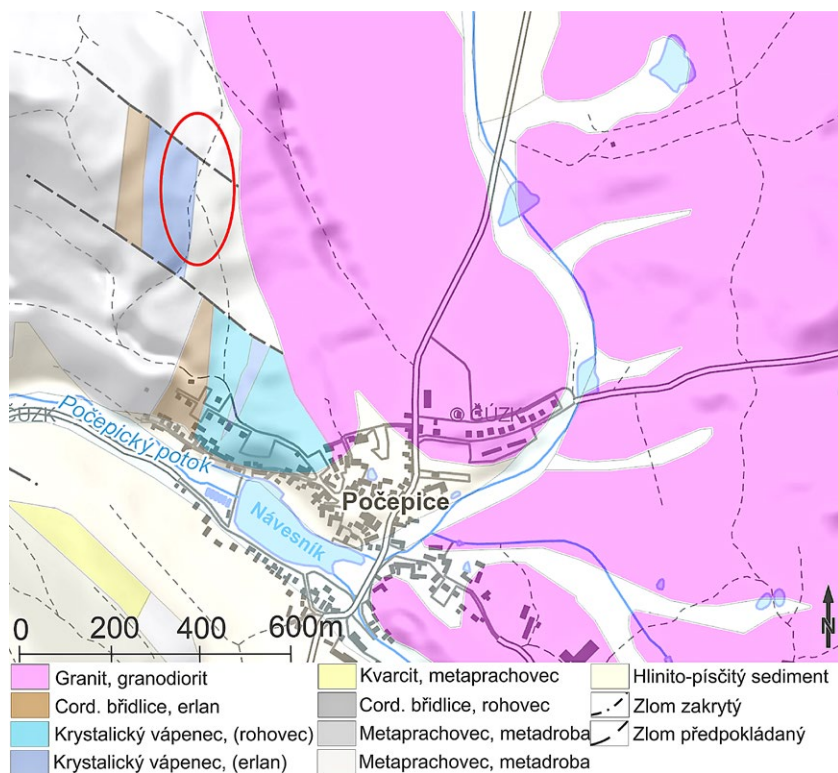
V březnu roku 2015 provedl druhý z autorů terénní revizi výskytu wavellitu v okolí Počepic na základě stručné historické zprávy podané Slačikem a Blümlm (1977). Autoři v této práci popisují na lokalitě Počepice výskyt až 1 cm velkých polokulovitých paprscitých agregátů bílého wavellitu v dutinách hnědého kvarcitu a v textu publikují jeho charakteristická maxima získaná práškovou rentgenovou diffrakcí a výsledky kvalitativní spektrální analýzy. Během terénních prací došlo k ověření zmiňovaného výskytu bílého radiálně paprscitého minerálu, který byl na základě studia chemického složení přesněji definován jako fluorwavellit. V asociaci s fluorwavelitem byl na této lokalitě nově zjištěn také hojný výskyt několika barevně i morfologicky odlišných forem variscitu a bohaté asociace *Mn-oxidů*. Výsledky podrobného terénního i laboratorního výzkumu minerální asociace fosfátů z Počepic jsou shrnuty v této práci.

Geologická situace a charakteristika výskytu

Vzorky nově nalezených Al-fosfátů pocházejí z v. až jv. úbočí elevace s kótou 546 m n. m. - Radešín (obr. 1), nacházející se cca 1 km sz. od středu obce Počepice (cca



Obr. 1 Pohled na jv. úbočí kóty 546 - Radešín směrem od Počepic, stav duben 2015. Foto J. Loun.



7 km jiz. od Sedlčan) ve středních Čechách (Česká republika). Z geologického hlediska se tato oblast nachází v ostrovní zóně středoevropského plutonického komplexu, konkrétně v oblasti sedlčansko-krásohorského ostrova (Kodym et al. 2000). Oblast ostrovní zóny je zde litologicky reprezentována kontaktně metamorfovanými horninami, zastoupenými převážně metadrobami, metaprachovci, cordieritickými břidlicemi, rohovci a kvarcity s vložkami erlanů a krystalických vápenců (obr. 2). Horniny středoevropského plutonického komplexu, nacházejícího se ve východní části studované oblasti, jsou reprezentovány převážně granity až granodiority sedlčanského typu (Kodym et al. 2000).

Studované ukázky fosfátů byly nalezeny převážně na polích a na dřevinami zarostlých nízkých mezích v okolí cest směřujících od Počepic zhruba severním směrem. Všechny nově nalezené vzorky s fosfáty pocházejí z povrchových sběrů; primární výchoz s výskytem této mineralizace nebyl dosud nalezen a nebylo tedy možné studovat pozici jejich výskytu *in-situ*. Výskyt fosfátů je zde vázán na hojné pukliny a dutiny uvnitř kompaktních rezavě hnědých až tmavě hnědých kontaktně metamorfovaných hornin (kvarcitů, rohovců, metadrob apod.) a brekciovitých hornin s úlomky kvarcitu tmelených *Mn-oxidy* a fluorwvellitem. Tyto pukliny a dutiny jsou často pokryty drobně krystalickým křemenem a tenkými kůrami modrošedého ledvinitého chalcedonu.

Obr. 2 Zjednodušená geologická mapa s vyznačenou oblastí zjištěných výskytů fosfátové mineralizace v okolí Počepic u Sedlčan; upraveno podle mapového serveru České geologické služby www.geology.cz.

Obr. 3 Radiálně paprscité agregáty fluorwvellitu na modrošedém chalcedonu. Šířka záběru 40 mm. Foto L. Vrtiška.

Obr. 4 Radiálně paprscité agregáty fluorwvellitu na drobně krystalickém křemeni. Šířka záběru 8 mm. Foto L. Vrtiška.

Metodika výzkumu

Povrchová morfologie vzorků byla sledována v dopadajícím světle pomocí optického mikroskopu Nikon SMZ 1000 (Národní muzeum Praha); tento mikroskop byl použit také pro separaci jednotlivých fází pro další výzkum. Barevné mikrofotografie 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 prášková difrakční data studovaných fází byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozicičně citlivým detektorem LynxEye za užití $\text{CuK}\alpha$ záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly naneseny 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 profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

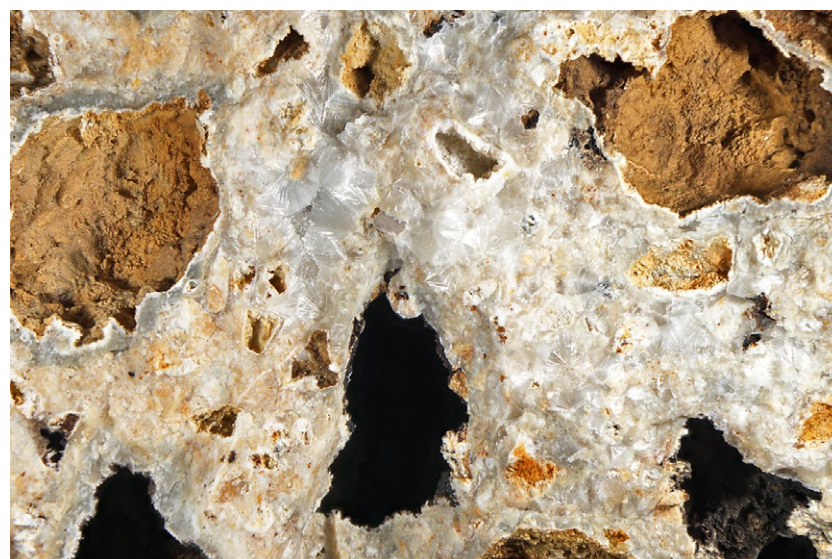
Chemické složení jednotlivých minerálních fází bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno, analytik R. Škoda a J. Sejkora). Podmínky měření pro fosfáty: WD analýza, 15 kV, 10 nA, průměr svazku elektronů 5 μm , použité standardy: almandin ($\text{FeK}\alpha$), baryt ($\text{BaL}\beta$), albit ($\text{NaK}\alpha$), sanidin ($\text{AlK}\alpha$, $\text{SiK}\alpha$, $\text{KK}\alpha$), MgAl_2O_4 ($\text{MgK}\alpha$), spessartin ($\text{MnK}\alpha$), fluorapatit ($\text{PK}\alpha$, $\text{CaK}\alpha$), topaz ($\text{FK}\alpha$), SrSO_4 ($\text{SK}\alpha$), gahnit ($\text{ZnK}\alpha$), vanadinit ($\text{ClK}\alpha$, $\text{PbM}\alpha$), lammerit ($\text{AsL}\alpha$, $\text{CuK}\alpha$), ScVO_4 ($\text{VK}\alpha$), Ni_2SiO_4 ($\text{NiK}\alpha$), Co ($\text{CoK}\alpha$). Podmínky měření pro Mn-oxidy: WD analýza, 15 kV, 10 nA, průměr svazku elektronů 5 μm , použité standardy: almandin ($\text{FeK}\alpha$), baryt ($\text{BaL}\beta$), albit ($\text{NaK}\alpha$), sanidin ($\text{AlK}\alpha$, $\text{SiK}\alpha$, $\text{KK}\alpha$), Mg_2SiO_4 ($\text{MgK}\alpha$), spessartin ($\text{MnK}\alpha$), fluorapatit ($\text{PK}\alpha$, $\text{CaK}\alpha$), topaz ($\text{FK}\alpha$), SrSO_4 ($\text{SrL}\alpha$), titanit ($\text{TiK}\alpha$), gahnit ($\text{ZnK}\alpha$), vanadinit ($\text{ClK}\alpha$, $\text{PbM}\alpha$), lammerit ($\text{AsL}\alpha$, $\text{CuK}\alpha$), ScVO_4 ($\text{VK}\alpha$), chromit ($\text{CrK}\alpha$), Ni_2SiO_4 ($\text{NiK}\alpha$), Sb ($\text{SbL}\beta$), Bi ($\text{BiM}\beta$), Co ($\text{CoK}\alpha$), uranofán ($\text{UM}\alpha$). Nižší sumy chemických analýz u Mn-oxi-



Obr. 5 Čiré kulovité agregáty variscitu s bílým koncentrickým středem spolu s bílým paprscitým fluoravellitem na černých Mn-oxidech. Šířka záběru 4.1 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 6 Čirý kulovitý agregát variscitu. Šířka záběru 1.9 mm. Foto L. Vrtiška.



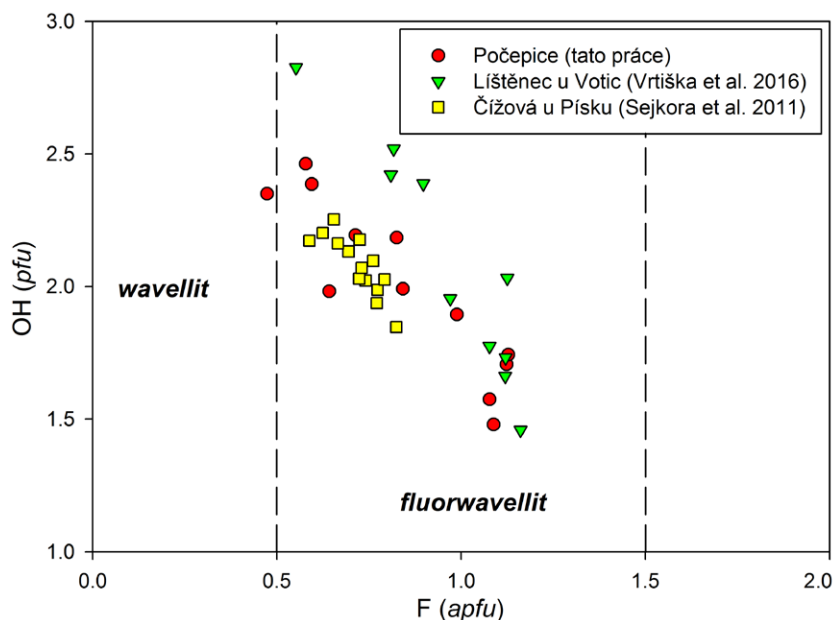
Obr. 7 Radiálně paprscité agregáty fluoravellitu tvořící dominantní podíl tmelů kavernózní brekcie. Šířka záběru 23 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 8 Paprscité agregáty fluorwaverillitu porůstajícího stěny dutin brekcie. Šířka záběru 10 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 9 Paprscité agregáty bílého fluorwaverillitu nasedajícího na kůry drobně krystalického červeného variscitu a černých Mn-oxidů. Šířka záběru 10 mm. Foto L. Vrtiška.



dů mohou být vyvolány pórovitostí studovaných agregátů nebo mohou odrážet přítomnost zeolitově vázané vody (Biagioni et al. 2013). Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.01 - 0.05 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Charakteristika studované mineralizace s fosfáty

Fluorwaverillit

Fluorwaverillit z lokality Počepice byl zjištěn vždy v bílé barvě, avšak v několika rozdílných minerálních asociacích a v různých morfologicky odlišných typech. V dutinách šedého rohovce tvoří fluorwaverillit kulovité agregáty do průměru 14 mm nasedající na tenké povlaky ledvinitého modrofialového až čirého chalcedonu (obr. 3). V rezavě hnědém rohovci byl pozorován fluorwaverillit v podobě kulovitých agregátů tvořených protáhlými plochými krystaly o délce do 4.5 mm (obr. 4) a v podobě snopkovitých shluků jehlicovitých krystalů o délce do 5 mm v asociaci spolu se sloupcovitými bílými až světle okrovými krystaly variscitu o velikosti do 0.5 mm. V brekcii tvořené převážně ostrohrannými úlomky kvarcitu a tmelené Mn-oxidy (převážně hollanditem a kryptomelánem) se fluorwaverillit vyskytuje v dutinách v podobě radiálně paprscitých agregátů tvořených protáhlými plochými krystaly o délce do 2 mm v asociaci s čírymi kulovitými agregáty variscitu a průměru do 1.5 mm (obr. 5 a 6). Fluorwaverillit byl také zjištěn jako dominantní podíl tmelu kavernózní brekcie tvořené ostrohrannými úlomky kvarcitu. Radiálně paprscité agregáty fluorwaverillitu tvoří v těchto brekcích žíly a výplně dutin spolu s Mn-oxidy (obr. 7) a dále pokrývá dutiny v těchto brekcích v podobě drobně krystalických kůr tvořených jehlicemi o délce do 1.5 mm a jejich paprscitými shluky (obr. 8). Až 6 mm velké vejřivité

Obr. 10 Graf obsahů F (apfu) vs. OH (pfu) při bázi přepočtů na 2 apfu P+ Si pro fluorwaverillit z Počepic, Líštěnce u Votic (Vrtiška et al. 2016) a Čížové u Písku (Sejkora et al. 2011); čárkovanou linií vyznačeny formální hranice pro waverillit/fluorwaverillit.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data fluorwavellitu z Počepic

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
0	2	0	8.678	50	8.680	2	6	0	2.4774	1	2.4790	0	0	4	1.7464	1	1.7479
1	1	0	8.408	100	8.410	3	4	1	2.4178	<1	2.4188	2	9	1	1.7354	<1	1.7342
1	0	1	5.654	9	5.654	1	7	0	2.4034	6	2.4014	1	0	4	1.7204	1	1.7197
1	1	1	5.377	3	5.376	3	0	2	2.3606	2	2.3623	5	4	1	1.7048	<1	1.7049
1	3	0	4.954	8	4.958	2	6	1	2.3346	<1	2.3364	4	7	1	1.6768	<1	1.6757
2	0	0	4.804	34	4.807	4	2	0	2.3163	1	2.3163	3	5	3	1.6578	<1	1.6565
1	2	1	4.735	1	4.738	3	2	2	2.2819	<1	2.2794	3	9	0	1.6541	<1	1.6526
0	4	0	4.337	2	4.340	1	7	1	2.2721	2	2.2712	2	10	0	1.6322	<1	1.6328
1	3	1	4.042	2	4.044	1	1	3	2.2440	<1	2.2459	4	8	0	1.6101	2	1.6107
2	0	1	3.959	2	3.961	0	6	2	2.2310	1	2.2290	4	3	3	1.6072	1	1.6073
2	1	1	3.860	1	3.862	4	2	1	2.1980	<1	2.1988	2	7	3	1.6015	2	1.6013
2	2	1	3.602	<1	3.604	0	8	0	2.1693	1	2.1700	1	4	4	1.5989	1	1.5988
1	4	1	3.442	2	3.443	4	4	0	2.1039	1	2.1026	2	9	2	1.5922	1	1.5934
0	1	2	3.422	6	3.427	2	7	1	2.1018	16	2.1020	3	6	3	1.5783	<1	1.5793
2	3	1	3.267	1	3.269	3	6	1	2.0520	1	2.0529	5	4	2	1.5710	1	1.5706
2	4	0	3.220	56	3.221	1	8	1	2.0254	<1	2.0260	1	8	3	1.5669	1	1.5669
3	1	0	3.150	12	3.151	1	4	3	2.0082	<1	2.0080	1	11	0	1.5575	1	1.5574
1	2	2	3.070	2	3.073	2	8	0	1.9773	3	1.9778	6	1	1	1.5560	1	1.5555
0	3	2	2.990	1	2.992	3	7	0	1.9612	6	1.9613	1	5	4	1.5423	<1	1.5410
1	5	1	2.957	1	2.959	3	7	1	1.8900	1	1.8884	3	0	4	1.5347	<1	1.534
0	6	0	2.892	3	2.893	3	0	3	1.8874	1	1.8848	5	7	0	1.5198	2	1.5196
3	1	1	2.872	1	2.873	4	3	2	1.8728	<1	1.8738	5	5	2	1.5163	<1	1.5157
3	3	0	2.802	22	2.803	2	7	2	1.8642	<1	1.8644	6	4	0	1.5025	<1	1.5032
3	2	1	2.761	1	2.762	5	0	1	1.8528	<1	1.8540	3	10	1	1.4910	<1	1.4913
0	4	2	2.720	<1	2.722	3	2	3	1.8414	<1	1.8419	1	6	4	1.4783	<1	1.4783
1	4	2	2.617	<1	2.619	3	6	2	1.8287	1	1.8299	1	9	3	1.4697	<1	1.4685
2	5	1	2.610	1	2.611	5	2	1	1.8134	1	1.8131	5	6	2	1.4563	<1	1.4559
3	3	1	2.602	2	2.602	3	3	3	1.7912	<1	1.7922	6	1	2	1.4524	1	1.4515
1	6	1	2.575	4	2.576	5	3	1	1.7647	<1	1.7656	0	12	0	1.4469	1	1.4467
2	3	2	2.539	1	2.540												

Tabulka 2 Parametry základní cely fluorwavellitu pro ortorombickou prostorovou grupu *Pcnm*

	<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
Počepice - tato práce	9.614(1)	17.360(2)	6.9916(9)	1166.9(3)
Líštěnec - Vrtiška et al. (2016)	9.635(3)	17.366(5)	6.993(2)	1169.9(6)
Kampf et al. (2015)	9.6311(4)	17.3731(12)	6.9946(3)	1170.35

agregáty pak fluorwavelilit vytváří na vzorcích hnědého kvarcitu v asociaci s ledvinitými kůrami černých *Mn-oxidů* a kůrami drobně krystalického červeného variscitu (obr. 9).

Rentgenová prášková data fluorwavellitu z Počepic (tab. 1) odpovídají publikovaným údajům pro tento minerální druh (Kampf et al. 2015). Jeho zpřesněné parametry se dobře shodují s publikovanými údaji pro tuto minerální fázi (tab. 2).

Při kvantitativním studiu chemického složení fluorwavellitu z Počepic (tab. 3) byly zjištěny minoritní obsahy Fe (do 0.035 *apfu*); obsahy F se pohybují v rozmezí 0.47 - 1.13 *apfu*. Na grafu obsahů F (*apfu*) vs. OH (*pfu*) při bázi přepočtů na 2 *apfu* P+Si (obr. 10) je zřejmé, že studované vzorky z Počepic splňují s výjimkou jedné bodové analýzy podmínky



Obr. 11 Polokulovitě celistvé agregáty světle modrého variscitu tvořící kůru v dutině kvarcitu. Šířka záběru 23 mm. Foto L. Vrtiška.

Tabulka 3 Chemické složení fluorwavellitu z Počepic (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K ₂ O	0.04	0.05	0.07	0.05	0.04	0.04	0.07	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00
CaO	0.08	0.00	0.00	0.06	0.00	0.31	0.00	0.38	0.00	0.08	0.10	0.00
MgO	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.06	0.03	0.04	0.00	0.02	0.02
Fe ₂ O ₃	0.57	0.58	0.21	0.12	0.27	0.19	3.75	0.74	0.40	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	38.55	38.98	38.40	38.76	39.16	39.29	36.87	39.64	40.10	37.92	37.38	37.57
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00
SiO ₂	0.04	0.00	0.00	0.05	0.00	0.15	0.00	0.04	0.03	0.09	0.05	0.00
P ₂ O ₅	36.84	37.25	37.59	37.48	37.05	37.05	37.01	38.25	37.48	34.97	34.78	36.40
F	4.16	5.60	5.47	5.41	5.59	4.93	3.54	2.43	4.14	2.71	2.77	3.13
O=F	-1.75	-2.36	-2.30	-2.28	-2.36	-2.07	-1.49	-1.02	-1.74	-1.14	-1.17	-1.32
H ₂ O*	28.07	27.67	27.39	27.58	27.61	28.10	28.64	30.02	29.00	27.74	27.38	27.68
total	106.65	107.77	106.82	107.25	107.35	107.99	108.60	110.65	109.54	102.41	101.30	103.48
K	0.003	0.004	0.005	0.004	0.003	0.003	0.006	0.004	0.000	0.004	0.000	0.000
Ca	0.006	0.000	0.000	0.004	0.000	0.021	0.000	0.025	0.000	0.006	0.008	0.000
Mg	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.006	0.002	0.004	0.000	0.002	0.002
Fe	0.027	0.028	0.010	0.006	0.013	0.009	0.180	0.035	0.019	0.000	0.000	0.000
Al	2.910	2.914	2.844	2.874	2.943	2.939	2.773	2.882	2.977	3.010	2.988	2.873
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000
Ti	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000
Σ	2.949	2.946	2.860	2.890	2.959	2.974	2.972	2.953	3.004	3.020	2.998	2.876
Si	0.002	0.000	0.000	0.003	0.000	0.009	0.000	0.003	0.002	0.006	0.003	0.000
P	1.998	2.000	2.000	1.997	2.000	1.991	2.000	1.997	1.998	1.994	1.997	2.000
Σ	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
F	0.842	1.123	1.088	1.077	1.128	0.989	0.714	0.473	0.825	0.578	0.595	0.642
OH	1.992	1.707	1.480	1.575	1.743	1.894	2.193	2.350	2.184	2.463	2.386	1.982
Σ	2.833	2.830	2.568	2.652	2.871	2.883	2.907	2.823	3.009	3.041	2.981	2.624
H ₂ O	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Mean - průměr 11 bodových analýz; koeficienty empirických vzorců jsou počítané na bázi 2 apfu (P+Si); H₂O* počítáno na bázi teoretického obsahu 5 molekul H₂O a obsahu OH na základě vyrovnání nábojů.



Obr. 12 Kulovité celistvé koncentrické agregáty světle růžového variscitu s drobně krystalickým povrchem. Šířka záběru 16 mm. Foto L. Vrtiška.

pro fluorwavellit. Minerální fáze z bodové analýzy č. 7 (tab. 3) již formálně spadá do pole wavellitu. Empirický vzorec fluorwavellitu z Počepic (průměr 11 bodových analýz) lze na bázi P+Si = 2 apfu vyjádřit jako $(Al_{2.91}Fe_{0.03})_{\Sigma 2.94}(PO_4)_{2.00}(F_{0.84}(OH)_{0.16})_{\Sigma 1.00}(OH)_{1.83} \cdot 5H_2O$.

Variscit

Variscit byl na lokalitě Počepice zjištěn v několika barevně i morfologicky odlišných typech. **Světle modrý a světle růžový variscit** tvoří v rezavě hnědém rohovci v dutinách o velikosti do 4 × 3 cm celistvé až 3 mm tlusté průsvitné kůry s ledvinitým voskově lesklým povrchem (obr. 11) a celistvé koncentrické kulovité agregáty o průměru do 5 mm s povrchem tvořeným tenkou vrstvou drobně krystalického variscitu (obr. 12).

Tabulka 4 Rentgenová prášková data variscitu z Počepic (světle růžový)

<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}
1	1	1	6.403	7	6.414	1	3	6	2.0913	3	2.0912	4	1	8	1.5997	5	1.5996
1	1	2	5.383	63	5.386	1	4	4	2.0594	2	2.0588	1	6	0	1.5877	5	1.5889
0	2	0	4.818	28	4.829	1	1	8	2.0507	3	2.0507	0	6	2	1.5825	1	1.5822
2	0	1	4.738	3	4.757	2	4	3	2.0280	3	2.0294	3	2	9	1.5635	4	1.5633
1	1	3	4.409	31	4.410	4	0	5	2.0066	2	2.0083	2	3	9	1.5594	4	1.5584
2	0	2	4.284	100	4.289	0	2	8	1.9614	1	1.9621	6	2	1	1.5564	<1	1.5551
2	1	1	4.256	72	4.267	4	2	4	1.9601	10	1.9600	6	2	2	1.5360	1	1.5363
2	1	2	3.907	34	3.920	3	4	0	1.9476	4	1.9488	5	4	0	1.5315	1	1.5312
1	2	2	3.854	2	3.874	5	1	1	1.9271	1	1.9276	2	5	6	1.5242	4	1.5236
2	0	3	3.739	8	3.745	1	3	7	1.9165	6	1.9149	6	1	4	1.5204	3	1.5211
1	1	4	3.645	10	3.648	3	3	5	1.9136	1	1.9139	4	5	1	1.5174	5	1.5169
2	2	0	3.456	12	3.457	3	4	2	1.9013	1	1.9004	5	3	5	1.5137	1	1.5141
1	2	4	3.052	26	3.053	0	5	2	1.8854	<1	1.8847	3	1	10	1.5048	1	1.5051
3	1	2	2.928	10	2.935	4	0	6	1.8710	<1	1.8725	3	5	5	1.5001	2	1.4999
1	3	2	2.881	10	2.884	4	3	3	1.8575	1	1.8563	1	3	10	1.4981	<1	1.4981
0	0	6	2.870	21	2.863	3	4	3	1.8444	2	1.8448	1	6	4	1.4913	1	1.4902
3	1	3	2.739	16	2.742	1	1	9	1.8400	1	1.8399	4	4	6	1.4797	<1	1.4797
1	3	3	2.696	20	2.700	5	2	0	1.8328	1	1.8321	6	2	4	1.4673	1	1.4675
1	1	6	2.645	7	2.645	1	5	3	1.8017	<1	1.7999	2	5	7	1.4521	1	1.4512
2	3	2	2.574	7	2.575	0	3	8	1.7858	2	1.7864	3	6	0	1.4472	4	1.4468
1	3	4	2.4931	4	2.4930	2	0	9	1.7793	2	1.7809	3	4	8	1.4435	1	1.4431
2	0	6	2.4822	14	2.4784	1	3	8	1.7600	1	1.7580	0	5	8	1.4364	1	1.4361
4	0	0	2.4760	15	2.4752	2	1	9	1.7513	6	1.7514	0	0	12	1.4312	3	1.4315
0	2	6	2.4640	10	2.4628	1	5	4	1.7339	<1	1.7345	6	0	6	1.4297	1	1.4297
4	0	1	2.4493	7	2.4499	4	4	0	1.7272	2	1.7284	3	6	2	1.4267	1	1.4267
2	1	6	2.3978	8	2.4006	0	0	10	1.7187	2	1.7178	6	3	3	1.4229	1	1.4225
4	0	2	2.3794	3	2.3784	2	5	3	1.7174	2	1.7168	0	1	12	1.4163	2	1.4161
1	4	0	2.3426	1	2.3459	1	4	7	1.6959	1	1.6957	4	0	10	1.4120	2	1.4113
0	4	2	2.3225	3	2.3245	3	2	8	1.6861	4	1.6865	1	1	12	1.4011	2	1.4018
4	1	2	2.3077	3	2.3094	5	3	1	1.6788	2	1.6786	4	1	10	1.3962	1	1.3964
4	0	3	2.2733	2	2.2720	6	0	0	1.6520	1	1.6501	4	5	5	1.3926	1	1.3922
4	2	0	2.2040	3	2.2027	6	0	1	1.6433	1	1.6426	1	4	10	1.3854	1	1.3860
4	0	4	2.1457	13	2.1445	3	5	2	1.6360	<1	1.6366	6	2	6	1.3710	1	1.3709
4	2	2	2.1336	7	2.1337	5	2	5	1.6163	3	1.6166	4	2	10	1.3544	1	1.3546
2	4	2	2.1032	2	2.1041	0	4	8	1.6042	1	1.6046	1	5	9	1.3449	1	1.3451
0	1	8	2.0959	3	2.0961	4	4	4	1.6032	6	1.6034						

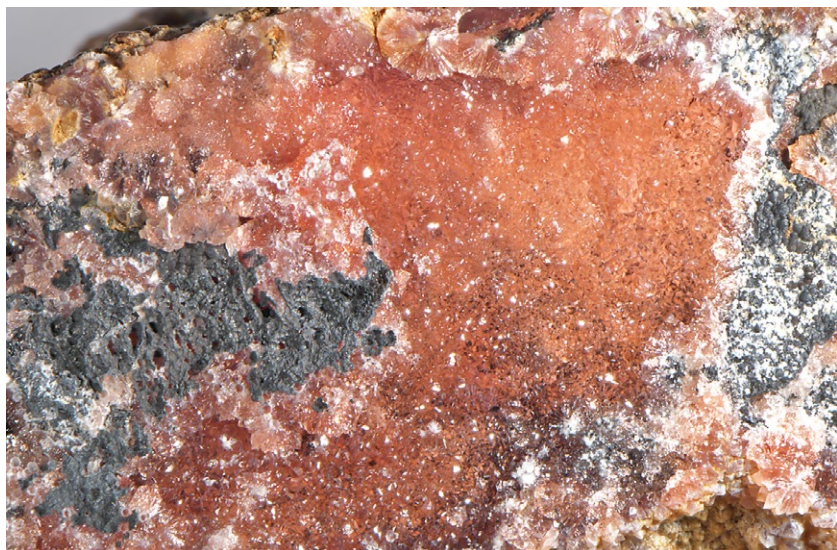
Tabulka 5 Parametry základní cely všech typů variscitů z Počepic ve srovnání s publikovanými daty pro variscit typu Messbach (pro ortorombickou prostorovou grupu *Pcab*)

	<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
tato práce (světle růžový)	9.901(1)	9.6584(9)	17.178(2)	1642.6(4)
tato práce (světle modrý)	9.902(1)	9.660(2)	17.177(2)	1643.1(5)
tato práce (červený)	9.901(2)	9.659(2)	17.179(3)	1642.8(6)
tato práce (čirý - bílý)	9.903(2)	9.657(3)	17.181(4)	1642.9(7)
Salvador, Fayos (1972)	9.902	9.659	17.18	1643.2
Sejkora et al. (2011)	9.894(1)	9.6586(7)	17.175(2)	1641.2(3)
Vrtiška et al. (2016)	9.902(3)	9.654(2)	17.179(4)	1642.1(7)

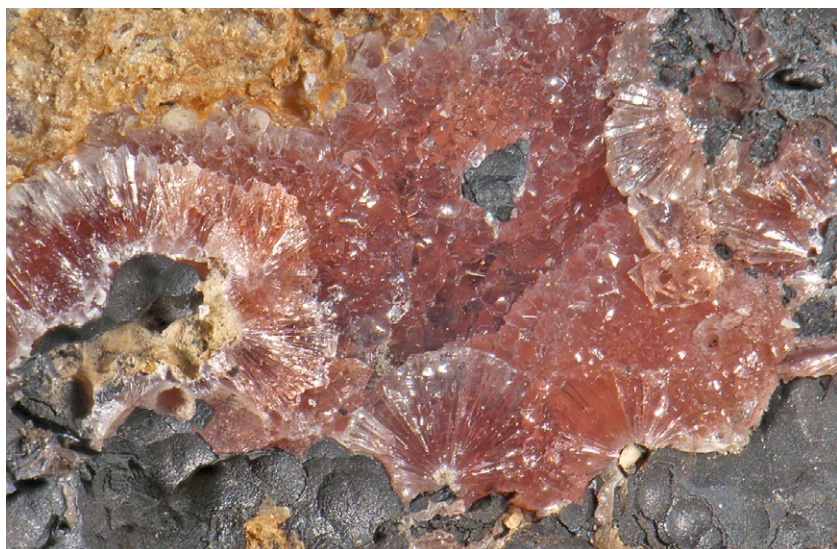
Čirý variscit tvoří až 2 mm velké kulovité agregáty s bílou koncentrickou centrální částí v asociaci s bílým snopkovitým fluorwavelitem a černými hroznovitými a práškovitými kůrami hollanditu a kryptomelánu (obr. 5 a 6).

Nejméně hojný je na lokalitě **variscit červené** barvy, pozorovaný vždy v asociaci s ledvinitými agregáty a drobně krystalickými kůrami černých *Mn-oxidů*. Toto zbarvení

patří u variscitu obecně k relativně vzácnému. Červený variscit tvoří v Počepicích skelné lesklé transparentní drobně krystalické kůry o tloušťce do 1 mm (obr. 13) často tvořené polokulovitými radiálně paprskovitými agregáty (obr. 14) a až 3.5 mm velké kulovité radiálně paprskovité agregáty obvykle se světle růžovou až bílou centrální částí (obr. 15 a 16). Červený variscit vzácně tvoří drobné dipyramidální jednotlivé průhledné krystaly o velikosti do



Obr. 13 Kůra drobně krystalického červeného variscitu spolu s černými Mn-oxidy. Šířka záběru 11.5 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 14 Kůra tvořená radiálně paprscitými agregáty červeného variscitu spolu s černými ledvinitými agregáty Mn-oxidů. Šířka záběru 5 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 15 Radiálně paprscité agregáty červeného variscitu. Šířka záběru 3 mm. Foto L. Vrtiška.

0.3 mm (obr. 17). Vzácně byly pozorovány až 0.5 mm dlouhé bílé až okrové neprůsvitné samostatné sloupcovité krystaly variscitu a jejich srostlice (obr. 18); tvary těchto krystalů makroskopicky připomínají stilbit.

V současné době jsou známy tři polymorfní modifikace látky $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; nejobvyklejší variscit typu Lucin (ortorombická prostorová grupa $Pbca$, Kniep et al. 1977), vzácnější variscit typu Messbach (ortorombická prostorová grupa $Pcab?$; Salvador, Fayos 1972) a monoklinický metavariscit (prostorová grupa $P2_1/n$; Kniep, Mootz 1973). Podrobným rentgenometrickým studiem čtyř barevně odlišných typů variscitů z Počepic bylo zjištěno, že veškerý studovaný materiál odpovídá variscitu typu Messbach; variscit typu Lucin ani metavariscit nebyly ve studovaných vzorcích zjištěny ani ve formě minoritních příměsí.

Rentgenová prášková data všech studovaných variscitů jsou prakticky shodná, uvedena jsou tedy pouze data pro světle růžový typ (tab. 4). Vzhledem k tomu, že krystalová struktura variscitu typu Messbach dosud není známa, byla experimentální rentgenometrická data indexována na základě práce Salvador, Fayos (1972). Vypočtené parametry základní cely všech studovaných variscitů jsou v tabulce 5 porovnány s publikovanými údaji pro variscit typu Messbach.

Při studiu chemického složení čtyř barevně odlišných typů variscitu nebyly zjištěny výrazné odlišnosti ve složení mezi jednotlivými barevnými typy, ani zvýšené obsahy prvků, které by mohly způsobovat odlišné zbarvení jednotlivých typů variscitu (tab. 6 a 7). Zajímavé jsou zjištěné obsahy F (do 0.06 *apfu*); obdobné obsahy byly u minerálů skupiny variscitu zjištěny také v Čížové u Písku (Sejkora et al. 2011) a nově v Líštěnci u Votic (Vrtiška et al. 2016). Empirické vzorce studovaných variscitů je možno na bázi $\text{P}+\text{Si} = 1$ *apfu* vyjádřit jako $\text{Al}_{0.98}(\text{PO}_4)_{1.00}\text{F}_{0.05} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (světle růžový a červený); $\text{Al}_{0.97}(\text{PO}_4)_{1.00}\text{F}_{0.04} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (světle modrý); $\text{Al}_{1.00}(\text{PO}_4)_{1.00}\text{F}_{0.05} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (bílý - čirý).

Hollandit - kryptomelán

Minerály řady hollandit - kryptomelán vytváří koncentricky uspořádané agregáty o velikosti do 1 mm někdy s partiiemi Co-bohatého asbolánu a lithioforitu (obr. 19).

Chemické složení minerálů skupiny coronaditu (část superskupiny hollanditu) lze podle platné nomen-

Tabulka 6 Chemické složení variscitu z Počepic (hm. %)

	světle růžový									světle modrý					
	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	mean	1	2	3	4	5
K ₂ O	0.02	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.03	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04
CaO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.04	0.04	0.00	0.03	0.00	0.04	0.03	0.04	0.05
MgO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
MnO	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃	0.05	0.07	0.00	0.00	0.08	0.00	0.16	0.00	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
Al ₂ O ₃	32.64	32.44	33.67	32.92	32.60	33.09	31.47	32.08	32.88	31.88	32.38	31.78	31.78	30.76	32.71
SiO ₂	0.01	0.00	0.03	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
P ₂ O ₅	46.28	47.00	45.63	46.80	46.68	46.06	45.27	46.63	46.17	45.79	45.79	46.34	45.99	44.92	45.92
F	0.58	0.57	0.61	0.66	0.62	0.64	0.69	0.58	0.29	0.54	0.52	0.52	0.50	0.47	0.66
H ₂ O*	23.50	23.86	23.18	23.78	23.72	23.38	22.98	23.67	23.44	23.25	23.25	23.54	23.35	22.81	23.31
F=O	-0.24	-0.24	-0.26	-0.28	-0.26	-0.27	-0.29	-0.24	-0.12	-0.23	-0.22	-0.22	-0.21	-0.20	-0.28
total	102.87	103.78	102.86	103.95	103.55	102.95	100.35	102.75	102.77	101.36	101.75	102.07	101.44	98.87	102.67
K	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
Fe	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
Ca	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
Mg	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.982	0.961	1.026	0.979	0.971	1.000	0.968	0.958	0.991	0.969	0.984	0.954	0.962	0.953	0.992
Σ	0.984	0.964	1.026	0.980	0.975	1.002	0.973	0.959	0.993	0.972	0.986	0.956	0.963	0.957	0.999
Si	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
P	1.000	1.000	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000
Σ	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	1.000	1.000
F	0.047	0.045	0.050	0.053	0.050	0.052	0.057	0.046	0.023	0.044	0.043	0.042	0.041	0.039	0.054
H ₂ O	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Mean - průměr uvedených bodových analýz, koeficienty empirických vzorců počítány na bázi aniontů (P+Si) = 1 apfu, obsah H₂O* dopočítán na základě ideálního obsahu 2 H₂O.

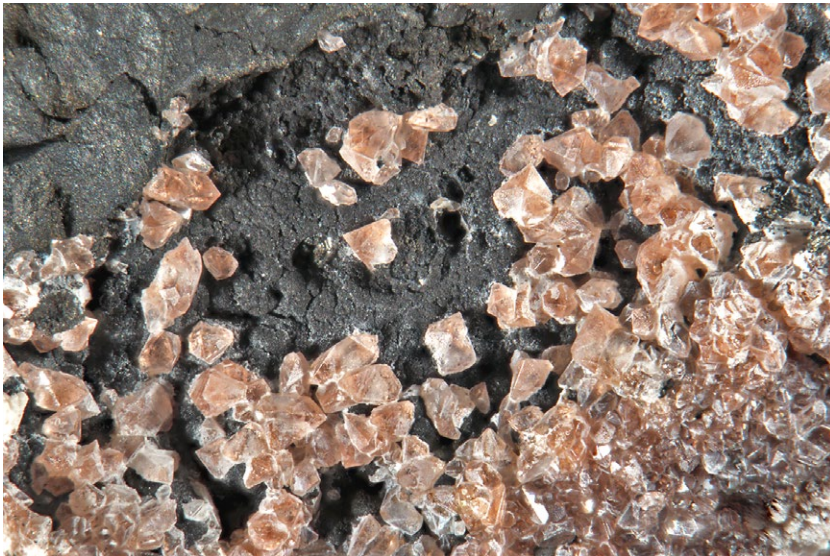
Tabulka 7 Chemické složení variscitu z Počepic (hm. %)

	červený				bílý - čirý			
	mean	1	2	3	mean	1	2	3
K ₂ O	0.02	0.00	0.00	0.06	0.03	0.04	0.00	0.06
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.07	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃	0.07	0.00	0.07	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	32.04	30.47	32.72	32.92	33.35	33.90	33.29	32.87
SiO ₂	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.03	0.00
P ₂ O ₅	45.53	45.36	45.62	45.61	46.41	46.69	46.10	46.44
F	0.57	0.76	0.51	0.44	0.58	0.58	0.55	0.61
H ₂ O*	23.12	23.03	23.17	23.15	23.57	23.72	23.42	23.58
F=O	-0.24	-0.32	-0.22	-0.19	-0.24	-0.25	-0.23	-0.26
total	101.18	99.31	101.89	102.35	103.73	104.70	103.16	103.33
K	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000	0.002
Fe	0.001	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.002	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.979	0.935	0.998	1.005	1.000	1.010	1.004	0.986
Σ	0.983	0.935	0.999	1.014	1.001	1.012	1.004	0.988
Si	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
P	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	0.999	0.999	1.000
Σ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
F	0.047	0.063	0.042	0.036	0.047	0.047	0.044	0.049
H ₂ O	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Mean - průměr uvedených bodových analýz, koeficienty empirických vzorců počítány na bázi aniontů (P+Si) = 1 apfu, obsah H₂O* dopočítán na základě ideálního obsahu 2 H₂O.



Obr. 16 Kulovité agregáty červeného variscitu s bílým koncentrickým centrem. Šířka záběru 5.7 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 17 Dipyramidální krystaly variscitu na kůře černých Mn-oxidů. Šířka záběru 5.4 mm. Foto L. Vrtiška.



Obr. 18 Sloupcovité krystaly variscitu na krystalickém křemenu. Šířka záběru 2.3 mm. Foto L. Vrtiška.

klatury (Biagioni et al. 2013) vyjádřit obecným vzorcem $A(M1_6M2_2)O_{16}$; kde v pozici A vystupují především K, Na, Pb, Ba, Sr; v pozici M1 převážně Mn^{4+} a v pozici M2 Mn^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} a V^{3+} . Při studiu nehomogenních, koncentricky radiálně uspořádaných agregátů minerálů coronaditové skupiny z Počepic byly identifikovány tři minerální druhy. Pro převládající **kryptomelán** (tab. 8) je charakteristická v pozici A převaha K (0.42 - 0.44 *apfu*) nad Ba s obsahy 0.28 - 0.34 *apfu*, lokálně zde byly zjištěny i zvýšené obsahy Co (do 0.17 *apfu*) a Cu (do 0.19 *apfu*). Zajímavé jsou i zvýšené obsahy Al v M2 pozici, které dosahují až 0.75 *apfu*. Jeho chemické složení (průměr čtyř bodových analýz) lze vyjádřit empirickým vzorcem $(K_{0.43}Ba_{0.31}Cu_{0.14}Co_{0.11}Ni_{0.03}Ca_{0.03}Zn_{0.03}Na_{0.02})_{\Sigma 1.10}(Mn^{4+}_{5.92}P_{0.16}Si_{0.02})_{\Sigma 6.10}(Mn^{3+}_{1.44}Al_{0.41}Fe_{0.04}V_{0.02})_{\Sigma 1.91}O_{16}$. U méně zastoupeného **hollanditu** (tab. 8) převládá v A pozici Ba (0.32 - 0.42 *apfu*) nad K (0.15 - 0.29 *apfu*); lokálně byly zjištěny i vyšší obsahy Co (do 0.30 *apfu*), Cu (do 0.16 *apfu*) a Ni (do 0.11 *apfu*). V M2 pozici vedle převládajícího Mn^{3+} výrazněji vystupuje i Al (do 0.75 *apfu*) a Fe^{3+} (do 0.48 *apfu*). Empirický vzorec hollanditu (průměr tří bodových analýz) je možno vyjádřit jako $(Ba_{0.36}K_{0.20}Co_{0.20}Cu_{0.14}Ni_{0.07}Ca_{0.05}Zn_{0.04}Na_{0.01})_{\Sigma 1.07}(Mn^{4+}_{5.63}P_{0.21}Si_{0.03})_{\Sigma 5.87}(Mn^{3+}_{1.04}Al_{0.67}Fe_{0.38}V_{0.04})_{\Sigma 2.13}O_{16}$. V případě jedné bodové analýzy (č. 1 v tabulce 8) byla zjištěna i přítomnost dosud nepopsaného Co-Mn-Mn dominantního členu skupiny coronaditu (pravděpodobný **Co-analog hollanditu**), jehož chemické složení je možno vyjádřit empirickým vzorcem $(Co_{0.36}Ba_{0.35}K_{0.16}Ni_{0.14}Cu_{0.13}Zn_{0.04}Ca_{0.04})_{\Sigma 1.22}(Mn^{4+}_{5.28}P_{0.17}Si_{0.11})_{\Sigma 5.56}(Mn^{3+}_{1.15}Al_{0.80}Fe_{0.45}V_{0.04})_{\Sigma 2.44}O_{16}$.

Asbolán

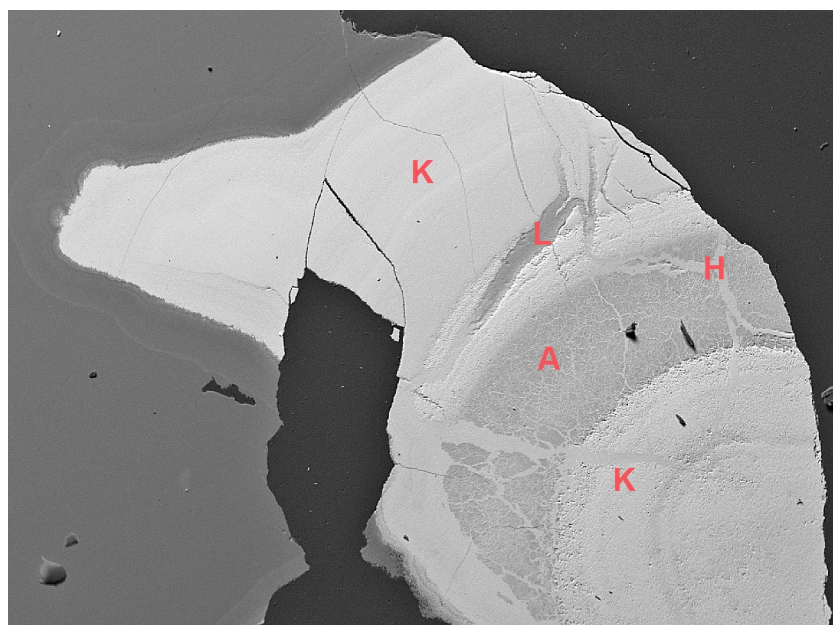
Asbolán byl pozorován jako až 200 μm silné zóny v koncentrických agregátech hollanditu (obr. 19); agregáty asbolánu jsou po kontrakčních trhlinách zřetelně zatlačovány hollanditem. Pro chemické složení asbolánu je uváděn idealizovaný vzorec $(Ni,Co)_x Mn^{4+}(O,OH)_4 \cdot nH_2O$ (Anthony et al. 1997); pro minerály blízké této stechiometrii však dosud nebyla zpracována platná klasifikace a je velmi pravděpodobné, že pod tímto skupinovým jménem je zahrnut větší počet dosud jednoznačně nedefinovaných minerálních druhů. Co-dominantní asbolány (15 - 20 hm. % Co) byly popsány například z Konga (Vanbrabant et al. 2013). Někteří autoři (Roqué-Rosell

Tabulka 8 Chemické složení minerálů řady hollandit - kryptomelán z Počepic (hm. %)

	hollandit						kryptomelán			
	1	mean	2	3	4	mean	1	2	3	4
Na ₂ O	0.00	0.05	0.06	0.08	0.00	0.07	0.05	0.13	0.06	0.05
K ₂ O	0.86	1.12	0.91	1.62	0.82	2.50	2.46	2.55	2.45	2.53
CaO	0.23	0.35	0.31	0.46	0.27	0.24	0.39	0.13	0.24	0.20
BaO	6.07	6.55	7.59	6.31	5.75	5.85	5.59	6.39	5.32	6.11
CuO	1.22	1.29	1.41	1.55	0.91	1.38	1.69	1.03	1.91	0.91
CoO	3.08	1.80	1.01	1.74	2.65	1.03	0.42	0.80	1.34	1.56
NiO	1.18	0.59	0.42	0.45	0.92	0.32	0.10	0.58	0.09	0.50
ZnO	0.42	0.35	0.40	0.25	0.42	0.25	0.27	0.27	0.20	0.28
V ₂ O ₃	0.36	0.38	0.50	0.29	0.35	0.14	0.21	0.03	0.21	0.10
Fe ₂ O ₃	4.15	3.58	4.45	1.88	4.43	0.36	0.11	0.14	0.74	0.45
Al ₂ O ₃	4.66	4.06	3.98	3.78	4.44	2.63	3.74	0.65	4.71	1.42
Mn ₂ O ₃ [*]	10.41	9.70	7.98	12.98	8.15	14.15	12.34	16.30	12.23	15.73
MnO ₂ [*]	52.73	58.10	59.44	58.23	56.62	64.09	64.32	66.54	60.11	65.39
SiO ₂	0.74	0.23	0.13	0.12	0.45	0.12	0.07	0.09	0.26	0.05
P ₂ O ₅	1.42	1.74	1.91	1.90	1.42	1.42	2.15	0.42	2.57	0.52
total	87.53	89.89	90.47	91.62	87.59	94.54	93.88	96.05	92.45	95.79
Na	0.000	0.013	0.017	0.022	0.000	0.019	0.012	0.035	0.017	0.014
K	0.159	0.200	0.163	0.285	0.150	0.426	0.415	0.435	0.420	0.432
Ca	0.036	0.052	0.047	0.068	0.041	0.034	0.056	0.018	0.035	0.029
Ba	0.345	0.360	0.415	0.341	0.323	0.306	0.290	0.335	0.280	0.320
Cu	0.133	0.137	0.148	0.161	0.099	0.140	0.169	0.104	0.194	0.092
Co	0.358	0.202	0.113	0.192	0.304	0.110	0.044	0.086	0.145	0.167
Ni	0.137	0.067	0.047	0.050	0.106	0.034	0.011	0.063	0.010	0.054
Zn	0.045	0.037	0.041	0.025	0.045	0.025	0.027	0.027	0.020	0.027
Σ A	1.212	1.067	0.989	1.145	1.067	1.095	1.023	1.102	1.119	1.135
Mn ⁴⁺	5.281	5.632	5.732	5.557	5.607	5.920	5.890	6.158	5.579	6.051
Si	0.107	0.033	0.018	0.017	0.064	0.015	0.009	0.012	0.035	0.006
P	0.174	0.207	0.225	0.222	0.172	0.160	0.241	0.048	0.293	0.059
Σ M1	5.561	5.871	5.975	5.795	5.844	6.095	6.139	6.218	5.907	6.116
Mn ³⁺	1.148	1.036	0.848	1.364	0.889	1.439	1.244	1.662	1.250	1.603
Fe	0.453	0.378	0.467	0.195	0.477	0.036	0.011	0.014	0.075	0.045
Al	0.796	0.672	0.654	0.614	0.750	0.414	0.584	0.103	0.745	0.225
V	0.041	0.042	0.056	0.032	0.040	0.015	0.022	0.003	0.023	0.011
Σ M2	2.439	2.129	2.025	2.205	2.156	1.905	1.861	1.782	2.093	1.884

1 - pravděpodobný Co-analog hollanditu; mean - průměr tří bodových analýz hollanditu (2 - 4); mean - průměr čtyř bodových analýz kryptomelánu. Koeficienty empirických vzorců počítány na bázi (Mn+Fe+Al+V+Si+P) = 8 apfu; obsahy Mn₂O₃^{*} a MnO₂^{*} rozpočteny na bázi vyrovnání nábojů.

Obr. 19 Koncentrický agregát tvořený kryptomelánem (K) a asbolánem (A); hollandit (H) vytváří prožilky v asbolánu; lithioforit (L) vystupuje jako zřetelně vymezená zóna v kryptomelánu; v levé části obrázku je tmavě šedý variscit; šířka obrázku je 1.5 mm, BSE foto J. Sejkora.



Tabulka 9 Chemické složení asbolánu a lithioforitu z Počepic (hm. %)

	asbolán			lithioforit				
	mean	1	2	3	mean	4	5	6
Na ₂ O	0.05	0.07	0.08	0.00	0.04	0.07	0.05	0.00
K ₂ O	0.52	0.66	0.48	0.41	0.08	0.09	0.06	0.10
CaO	1.58	1.62	1.65	1.46	0.99	0.99	0.99	0.99
FeO	0.23	0.19	0.22	0.27	0.20	0.22	0.20	0.19
BaO	1.71	2.17	1.73	1.24	0.33	0.26	0.36	0.36
MgO	0.14	0.16	0.15	0.12	0.14	0.15	0.16	0.11
CuO	0.98	1.44	1.05	0.44	0.60	0.42	0.49	0.89
CoO	12.47	11.27	12.83	13.33	15.52	15.03	15.54	16.00
NiO	3.95	3.69	3.73	4.44	2.25	2.32	2.12	2.30
ZnO	0.67	0.57	0.63	0.80	0.32	0.30	0.37	0.30
Al ₂ O ₃	8.42	7.28	8.18	9.81	16.31	16.24	16.26	16.43
MnO ₂	53.48	56.38	53.63	50.41	44.03	44.49	43.03	44.56
P ₂ O ₅	0.13	0.13	0.16	0.10	0.16	0.15	0.17	0.16
total	84.32	85.63	84.50	82.83	80.97	80.72	79.80	82.38
Na	0.003	0.004	0.004	0.000	0.002	0.004	0.003	0.000
K	0.018	0.022	0.017	0.015	0.003	0.004	0.003	0.004
Ca	0.046	0.044	0.048	0.045	0.035	0.035	0.036	0.034
Fe	0.005	0.004	0.005	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005
Ba	0.018	0.022	0.018	0.014	0.004	0.003	0.005	0.005
Mg	0.006	0.006	0.006	0.005	0.007	0.007	0.008	0.005
Cu	0.020	0.028	0.021	0.010	0.015	0.010	0.012	0.022
Co	0.272	0.232	0.277	0.307	0.409	0.392	0.419	0.417
Ni	0.086	0.076	0.081	0.102	0.059	0.061	0.057	0.060
Zn	0.013	0.011	0.013	0.017	0.008	0.007	0.009	0.007
P	0.003	0.003	0.004	0.002	0.004	0.004	0.005	0.004
Σ	0.489	0.451	0.493	0.523	0.553	0.533	0.563	0.563
Al	0.271	0.220	0.260	0.332	0.632	0.622	0.644	0.629
M site	0.760	0.671	0.753	0.855	1.185	1.155	1.207	1.192
Mn	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Mean - průměr tří bodových analýz asbolánu (1 - 3) a lithioforitu (4 - 6), koeficienty empirických vzorců počítány na bázi 1 Mn *apfu*.

et al. 2010; Buret, Vanbrabant 2015) uvádějí i přechodné členy mezi asbolánem a lithioforitem. Pro chemické složení asbolánu z Počepic (tab. 9) jsou charakteristické dominantní obsahy Co v rozmezí 0.23 - 0.31 *apfu* doprovázené obsahy Al (do 0.33 *apfu*) a Ni (do 0.10 *apfu*). Empirický vzorec asbolánu (průměr tří bodových analýz) je možno vyjádřit jako $(\text{Co}_{0.27}\text{Al}_{0.27}\text{Ni}_{0.09}\text{Ca}_{0.05}\text{Cu}_{0.02}\text{K}_{0.02}\text{Ba}_{0.02}\text{Zn}_{0.01}\text{Fe}_{0.01}\text{Mg}_{0.01})_{\Sigma 1.17}\text{Mn}^{4+}(\text{O},\text{OH})_4\text{nH}_2\text{O}$.

Lithioforit

Lithioforit byl ve studovaném materiálu zjištěn jen vzácně jako nepravidelné zóny o síle do 40 - 80 μm v koncentricky uspořádaných agregátech hollanditu (obr. 19). Pro chemické složení lithioforitu je uváděn idealizovaný vzorec $(\text{Al},\text{Li})\text{Mn}^{4+}\text{O}_2(\text{OH})_2$ (Anthony et al. 1997); popisovány jsou ale i přechodné členy mezi lithioforitem a asbolánem (Roqué-Rosell et al. 2010; Buret, Vanbrabant 2015), stejně jako lithiofority s významnými obsahy Co, Ni a Cu (Ostwald 1988; Post, Appleman 1994; Anthony et al. 1997; Vrtiška et al. 2013). Při studiu lithioforitu z Počepic (tab. 9) byly zjištěny vedle dominantního Al (0.62 - 0.64 *apfu*) i významné obsahy Co v rozmezí 0.39 - 0.42 *apfu*; možné obsahy Li nebylo vzhledem k minimálním rozměrům studované fáze možno kvantitativně ověřit metodou LA-ICP-MS. Chemické složení studovaného lithioforitu (průměr 3 bodových analýz) je možno vyjádřit empirickým vzorcem $(\text{Al}_{0.63}\text{Co}_{0.41}\text{Ni}_{0.06}\text{Ca}_{0.03}\text{Fe}_{0.01}\text{Mg}_{0.01}\text{Cu}_{0.01}\text{Zn}_{0.01})_{\Sigma 1.17}\text{MnO}_2(\text{OH})_2$.

Závěr

Na lokalitě Počepice u Sedlčan byl zjištěn výskyt *Al-fosfátů* variscitu a recentně definovaného minerálního druhu fluorwavellitu v asociaci s *Mn-oxidy* hollanditem, kryptomelánem, asbolánem a lithioforitem. Jejich výskyt je vázán na kontaktně metamorfované horniny sedlčansko-krásnohorského ostrova náležícího ostrovní zóně středočeského plutonického komplexu. Dříve neznámý výskyt variscitu na lokalitě Počepice je unikátní barevnou i morfoloickou rozmanitostí nalezených ukázek.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat Mgr. Radku Škodovi PhD. z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity (Brno) za spolupráci při laboratorním studiu. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národního muzea (00023272 - cíl DKRVO 2016/02) pro JS a interního grantu NM pro RM a LV.

Literatura

- Anthony J. W., Bideaux R. A., Bladh K. W., Nichols M. C. (1997) Handbook of Mineralogy. Volume III Halides, hydroxides, oxides. 1-628, Mineral Data Publishing, Tucson, Arizona.
- Biagoni C., Capalbo C., Pasero M. (2013) Nomenclature tunings in the hollandite supergroup. *Eur. J. Mineral* 25, 85-90.
- Buret C., Vanbrabant Y. (2015) Study of the spectro-chemical signatures of cobalt-manganese layered oxides (asbolane-lithiophorite and their intermediates) by Raman spectroscopy. *J. Raman Spectrosc.* 46, 941-952.
- Kampf A. R., Adams P. M., Barwood H., Nash B. P. (2015) Fluorwavellite, IMA 2015-077. *CNMNC Newsletter* 28, 1862; *Mineral. Mag.* 79, 1859-1864.
- Kniep R., Mootz D. (1973) Metavariscite - a redetermination of its crystal structure. *Acta Cryst.* B29, 2292-2294.
- Kniep R., Mootz D., Vegas A. (1977) Variscite. *Acta Cryst.* B33, 263-265.
- Kodym O., Straka J., Štěpánek P. (2000) Geologická mapa 22-22 Sedlčany. *Soubor geol. a ekol. účel. map přír. zdrojů. 1 s., Český geologický ústav, Praha.*

- 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.
- Ostwald J. (1988) Mineralogy of the Groote Eylandt manganese oxides: A review. *Ore Geology Reviews* 4, 3-45.
- Post J. E., Appleman D. E. (1994) Crystal structure refinement of lithiophorite. *Am. Mineral.* 79, 370-374.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) "PAP" ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis* (J. T. Armstrong, ed.). 104-106, San Francisco Press, San Francisco.
- Roqué-Rosell J., Mosselmans J. F. W., Proenza J. A., Labrador M., Galí S., Atkinson K. D., Quinn P. D. (2010) Sorption of Ni by "lithiophorite-asbolane" intermediates in Moa Bay lateritic deposits, eastern Cuba. *Chem. Geol.* 275, 9-18.
- Salvador P. S., Fayos J. (1972) Some aspects of the structural relationship between "Messbach-type" and "Lucin-type" variscites. *Am. Mineral.* 57, 36-44.
- Sejkora J., Cícha J., Jebavá I. (2011) Minerální asociace fosfátů z Čížové u Písku (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 19, 1, 1-26.
- Slačík J., Blüml A. (1977) Wavellit z Počepic na Sedlčansku. *Čas. Mineral. Geol.* 22, 4, 428.
- Vanbrabant Y., Burllet C., Louis P. (2013) Mineralogical Characterization of Cobaltic Oxides from the Democratic Republic of Congo. In: *Battle T., Moats M., Cocalia V., Oosterhof H., Alam S., Allanore A., Jones R., Stubina N., Anderson C., Wang S. (editors) Ni-Co 2013, 241-254. The Minerals, Metals & Materials Society.*
- Vrtiška L., Malíková R., Sejkora J., (2016) Zajímavý výskyt fosfátů v okolí Lištěnce u Votic (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 23, 1, 114-131.
- Vrtiška L., Sejkora J., Nováková H., Vašinová Galiová M. (2013) Metatorbernit a lithioforit z uranového ložiska Předbořice (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 21, 2, 240-248.
- www.geology.cz - mapový server České geologické služby; přístup říjen 2016.