https://doi.org/10.46861/bmp.33.204 PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Výskyt Al-Fe fosfátů ve slepencích v Kamenném Újezdu u Rokycan (Česká republika)

Occurrence of Al-Fe phosphates in conglomerates at Kamenný Újezd near Rokycany (Czech Republic)

Luboš Vrtiška[1)]*, Pavel Černý[2)], Radana Vrtišková[1)] a Zdeněk Dolníček[1)]

[1)]*Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice;*
**e-mail: lubos.vrtiska@nm.cz*
[2)]*Gorkého 257, 261 02 Příbram IV*

Vrtiška L, Černý P, Vrtišková R, Dolníček Z (2025) Výskyt Al-Fe fosfátů ve slepencích v Kamenném Újezdu u Rokycan (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 33(2): 204-211. ISSN 2570-7337

Abstract

An interesting occurrence of secondary phosphates fluorwavellite, variscite and strengite in the Barrandian area has been newly discovered in Kamenný Újezd near Rokycany (Czech Republic). Phosphates crystallize on cracks of hornfels pebbles in weathered conglomerates and in cavities of quartz veins that penetrate them. Fluorwavellite forms white, needle-like, radially rayed aggregates with a diameter of up to 3 cm on the cracks and white to slightly yellowish spherical aggregates up to 1 cm in size in cavities. Variscite occurs in fissures in the form of flat radial aggregates of white colour and pearly lustre up to 0.8 mm in size. In the cavities of quartz veins, variscite forms spherical aggregates up to 0.8 mm in diameter and reniform layers of white, light beige, light gray, and light pink colours. Variscite is covered with a layer of strengite approximately 0.06 to 0.08 mm thick. The WDS quantitative analyses, X-ray powder patterns, and refined unit cell parameters are given for all described mineral phases.

Key words: *fluorwavellite, variscite, strengite, phosphate occurrence, unit-cell parameters, chemical composition, Kamenný Újezd, Rokycany, Czech Republic*

Obdrženo 21. 10. 2025; přijato 4. 12. 2025

Úvod

Výskyty sekundárních fosfátů na puklinách sedimentárních hornin, zejména ordovických drob, křemenců a železných rud, jsou v oblasti Barrandienu historicky známé, jejich souhrn přinášejí například práce Vrtišky (2023a,b). Nejvíce proslavená naleziště především wavellitu/fluorwavellitu, strengitu, kakoxenu a dalších vzácnějších fosfátů jsou v širším okolí Hořovic. Patří k nim lomy v Jivině, Třenicích, Cerhovicích, na Milině u Olešné a historické železnorudné doly v okolí Zaječova, odkud byly z dolu na Hrbku poprvé popsány minerály kakoxen (Steinmann 1825) a beraunit (Breithaupt 1840). V nedávné době byl zjištěn výskyt fluorwavellitu, variscitu a strengitu u Kamenného Újezdu u Rokycan. Zdejší fosfáty jsou zajímavé především tím, že se vyskytují na puklinách rohovců, které byly původně součástí valounového materiálu slepenců. Jejich bližší charakteristika je předmětem této studie.

Charakteristika výskytu

Studované fosfáty byly nalezeny ve výkopu při stavbě stožáru pro elektrické vedení a následně i na poli v jeho okolí na západním okraji Kamenného Újezdu (GPS: 49.7246786°N, 13.6287794°E; obr. 1). Úlomky hornin s fosfáty jsou součástí kvartérních deluviálních nezpevněných sedimentů. Jedná se především o černé a červené rohovce, které se zde mísí s úlomky drob. Vzhledem k ohlazení horninových fragmentů a jejich vzájemnému lokálnímu stmelení lze předpokládat, že pocházejí původně ze slepenců. Nejbližší vrstvy slepenců vystupují na povrch asi 1 km východně od naleziště. Tyto horniny patří do pavlovského souvrství a jsou řazeny do svrchního kambria (např. Chlupáč et al. 2002). Přesnější zařazení studovaných hornin s fosfáty je však vzhledem k jejich výskytu v nezpevněných sedimentech zvětralinového pláště obtížné.

Metodika výzkumu

Barevné mikrofotografie byly pořízeny pomocí mikroskopu Keyence VHX-X1 s digitální kamerou Keyence VHX-7100 a funkcí skládání obrazu (Národní muzeum, Praha).

Rentgenová prášková difrakční data studovaných fází byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití Cu*K*α 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 4 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca sedm hod.). Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a zpřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí pro-

gramu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení fosfátů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum Praha). Podmínky měření: WD analýza 15 kV, 5 nA, průměr svazku elektronů 5 μm. Použité standardy: Al_2O_3 (AlKα), apatit (PKα, CaKα), sanidin (Kα), hematit (FeKα) a LiF (FKα). Kvantitativně analyzovány byly také obsahy dalších prvků (Na, Si, Mg, As, Cu, S, Sr, Pb, V, Mn, Ti, Cl, Zn, Ba, N a Cr), zjištěné hodnoty však byly pod detekčním limitem (cca 0.01 - 0.05 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití algoritmu PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Charakteristika studované mineralizace s fosfáty

Studované fosfáty byly zjištěny na puklinách i na povrchu černých, tmavě šedých a vzácněji červených rohovců. Tyto rohovce jsou prostoupené žilkami bílého, místy drobně krystalického křemene. Vzácně bylo pozorováno pokračování těchto žilek do drob, které jsou místy k rohovcům přitmelené. Povrch rohovcových až několik dm velkých valounů je silně ohlazený. Fosfáty narůstají v puklinách přímo na rohovec (obr. 2) nebo vzácněji tvoří agregáty do prostoru v dutinách křemenných žilek (obr. 3). Byly pozorovány i na povrchu ohlazených rohovců a drob. V následujícím textu jsou jednotlivé fosfáty blíže charakterizovány v pořadí od geneticky nejstaršího po nejmladší.

Fluorwavellit

Fluorwavellit z Kamenného Újezdu tvoří na puklinách rohovců bílé, jehlicovité, radiálně paprsčité agregáty o průměru až 3 cm (obr. 2), v dutinách křemenných žil je bílý až slabě nažloutlý a tvoří prostorové kulovité agregáty do 1 cm (obr. 3, 4).

Rentgenová prášková data fluorwavellitu z Kamenného Újezdu (tab. 1) odpovídají publikovaným údajům (Kampf et al. 2015, 2017). Zpřesně-



Obr. 1 *Naleziště fosfátů u Kamenného Újezdu; pohled k jihovýchodu; stav duben 2025; foto L. Vrtiška.*



Obr. 2 *Radiálně paprsčité agregáty fluorwavellitu na puklině černého rohovce z naleziště Kamenný Újezd; rozměry vzorku 10 × 8 cm; foto L. Vrtiška.*



Obr. 3 *Radiálně paprsčité agregáty fluorwavellitu s kuličkovitými agregáty variscitu a strengitu v dutině křemenné žíly pronikající červeným rohovcem; Kamenný Újezd; rozměry vzorku 6.5 × 6 cm; foto L. Vrtiška.*

Tabulka 1 *Rentgenová prášková data fluorwavellitu z Kamenného Újezdu*

h	*k*	*l*	d_{obs}	*1*	d_{calc}	*h*	*k*	*l*	d_{obs}	*1*	d_{calc}	*h*	*k*	*l*	d_{obs}	*1*	d_{calc}
0	2	0	8.677	54	8.683	2	5	1	2.608	1	2.613	1	7	3	1.6725	1	1.6730
1	1	0	8.406	100	8.421	3	3	1	2.600	3	2.605	3	5	3	1.6583	<1	1.6575
1	0	1	5.653	14	5.658	1	6	1	2.5743	8	2.5769	3	9	0	1.6533	<1	1.6538
1	1	1	5.375	4	5.380	2	3	2	2.5406	1	2.5418	1	3	4	1.6484	<1	1.6489
1	3	0	4.953	11	4.961	2	6	0	2.4780	1	2.4807	2	0	4	1.6424	<1	1.6433
2	0	0	4.803	32	4.815	3	4	1	2.4174	2	2.4213	4	3	3	1.6090	1	1.6086
1	2	1	4.735	2	4.741	1	7	0	2.4036	1	2.4025	2	7	3	1.6025	1	1.6020
0	4	0	4.336	2	4.342	3	0	2	2.3632	2	2.3645	2	10	1	1.5921	1	1.5908
1	3	1	4.041	2	4.046	2	6	1	2.3346	<1	2.3379	6	2	0	1.5794	1	1.5781
2	0	1	3.959	3	3.966	1	7	1	2.2734	5	2.2721	4	8	1	1.5704	<1	1.5709
2	1	1	3.859	2	3.866	1	2	3	2.1923	1	2.1922	1	8	3	1.5691	1	1.5674
2	2	1	3.601	<1	3.607	2	7	1	2.1020	25	2.1032	0	10	2	1.5558	1	1.5554
1	4	1	3.435	4	3.445	2	1	3	2.0811	1	2.0829	1	10	2	1.5362	<1	1.5355
0	1	2	3.425	10	3.428	3	6	1	2.0525	1	2.0546	3	0	4	1.5351	<1	1.5353
1	0	2	3.285	<1	3.287	2	2	3	2.0392	1	2.0394	5	5	2	1.5186	1	1.5174
1	5	0	3.266	2	3.267	0	7	2	2.0239	<1	2.0234	3	7	3	1.5028	<1	1.5015
2	4	0	3.218	42	3.224	2	3	3	1.9762	4	1.9725	3	3	4	1.4837	<1	1.4840
3	1	0	3.149	10	3.156	3	7	0	1.9608	4	1.9629	1	9	3	1.4698	<1	1.4690
1	2	2	3.071	2	3.074	1	5	3	1.9003	1	1.8976	6	1	2	1.4554	2	1.4534
0	3	2	2.990	1	2.993	3	7	1	1.8901	1	1.8899	4	6	3	1.4513	1	1.4495
1	5	1	2.956	2	2.960	4	6	0	1.8535	1	1.8508	5	8	1	1.4120	<1	1.4110
2	4	1	2.923	2	2.928	3	6	2	1.8300	1	1.8312	4	10	0	1.4090	<1	1.4084
0	6	0	2.890	2	2.894	2	8	2	1.8122	2	1.8114	3	10	2	1.3997	<1	1.3997
3	1	1	2.871	1	2.877	0	0	4	1.7480	1	1.7483	4	10	1	1.3807	<1	1.3807
2	0	2	2.825	<1	2.829	1	1	4	1.7118	1	1.7118	1	1	5	1.3799	<1	1.3797
3	3	0	2.801	17	2.807	5	4	1	1.7065	1	1.7071	1	8	4	1.3474	<1	1.3482
0	4	2	2.720	<1	2.723												

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

	Kamenný Újezd (tato práce)	Wood Mine, USA (Kampf et al. 2015)	Krušná hora (Vrtiška et al. 2019)	Milina (Vrtiška et al. 2020)
a [Å]	9.6291(19)	9.6311(4)	9.625(2)	9.622(7)
b [Å]	17.367(3)	17.3731(12)	17.367(4)	17.330(10)
c [Å]	6.9931(14)	6.9946(3)	6.998(3)	6.993(8)
V [Å^3]	1169.4(3)	1170.35(11)	1169.7(6)	1167.1(8)

Tabulka 3 *Chemické složení fluorwavellitu z Kamenného Újezdu (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8
K_2O	0.15	0.06	0.05	0.12	0.16	0.20	0.16	0.20	0.23
Al_2O_3	35.02	34.02	34.47	36.37	34.64	35.16	35.53	34.60	35.33
P_2O_5	32.70	32.40	31.25	33.44	32.69	32.10	33.13	33.12	33.47
F	3.13	3.25	3.24	2.89	3.30	3.55	3.02	3.13	2.62
O=-F	-1.32	-1.37	-1.36	-1.22	-1.39	-1.49	-1.27	-1.32	-1.10
H_2O*	25.41	24.73	24.68	26.42	25.13	25.14	25.84	25.30	26.03
total	95.08	93.09	92.32	98.02	94.53	94.66	96.41	95.03	96.57
K	0.014	0.006	0.005	0.011	0.015	0.019	0.015	0.018	0.021
Al	2.981	2.923	3.071	3.028	2.950	3.050	2.986	2.909	2.939
Σ	2.995	2.929	3.076	3.039	2.965	3.068	3.001	2.927	2.960
P	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
F	0.714	0.749	0.775	0.646	0.754	0.826	0.681	0.706	0.585
OH	2.244	2.027	2.444	2.450	2.112	2.342	2.291	2.038	2.253
F+OH	2.958	2.776	3.218	3.096	2.866	3.168	2.972	2.744	2.838
H_2O	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000

Mean - průměr osmi bodových analýz; koeficienty empirických vzorců byly vypočteny na bázi P = 2 *apfu;* H_2O* počítáno na bázi vyrovnání nábojové bilance a teoretického obsahu pěti molekul H_2O ve fluorwavellitu.

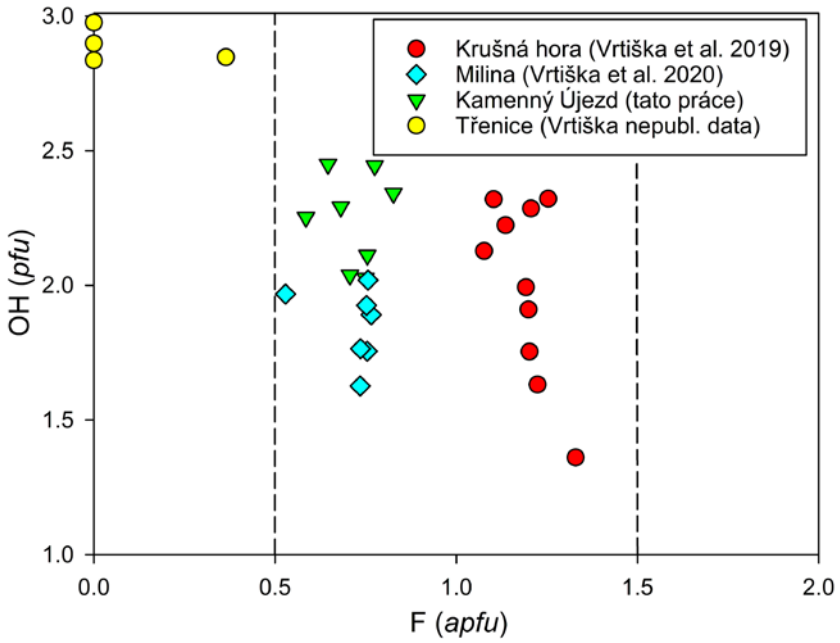
né parametry základní cely se dobře shodují s údaji uváděnými pro tento minerální druh. V tabulce 2 jsou porovnány s daty z kotypové lokality Wood Mine v USA a s daty pro fluorwavellit z dalších nalezišť v oblasti Barrandienu - Miliny a Krušné hory u Berouna (Vrtiška et al. 2019, 2020).

Při kvantitativním studiu chemického složení fluorwavellitu z Kamenného Újezdu (tab. 3) byly v kationtové pozici zjištěny vedle dominantního Al (2.91 - 3.07 *apfu*) také minoritní obsahy K (do 0.02 *apfu*); obsahy F se pohybují v rozmezí 0.59 - 0.83 *apfu*. Na grafu obsahů F (*apfu*) vs. OH (*pfu*) při bázi přepočtů na 2 *apfu* P (obr. 5) je zřejmé, že všechny studované vzorky z Kamenného Újezdu splňují podmínky definované pro fluorwavellit. Empirický vzorec fluorwavellitu z Kamenného Újezdu lze na bázi P = 2 *apfu* (průměr osmi bodových analýz) vyjádřit jako $(Al_{2.98}K_{0.01})_{\Sigma 2.99}(PO_4)_{2.00}F_{0.71}(OH)_{2.24}\cdot 5H_2O$.

Variscit

Variscit se na lokalitě Kamenný Újezd vyskytuje na puklinách rohovců a na povrchu drob v podobě plochých radiálních koncentrických agregátů bílé barvy s perleťovým leskem. Tyto agregáty mají v průměru do 0.8 mm a jsou zakončeny 0.06 mm tlustým lemem strengitu (obr. 6). V dutinách křemenných žilek pak variscit tvoří kulovité agregáty o průměru do 0.8 mm a z nich složené







Obr. 4 *Radiálně paprsčité agregáty fluorwavellitu s kuličkovitými agregáty variscitu a strengitu v dutině křemenné žíly; Kamenný Újezd; šířka záběru 15 mm; foto L. Vrtiška.*

Obr. 5 *Graf obsahů F (apfu) vs. OH (pfu) při bázi přepočtů na 2 apfu P pro fluorwavellit z Kamenného Újezdu (tato práce), Krušné hory (Vrtiška et al. 2019), Miliny (Vrtiška et al. 2020) a Třenic (Vrtiška nepubl. data); čárkovanou linií vyznačeny formální hranice pro wavellit/fluorwavellit.*

Obr. 6 *Koncentrické agregáty bílého perleťově lesklého variscitu se strengitovým lemem na puklině rohovce; Kamenný Újezd; šířka záběru 1.5 mm; foto L. Vrtiška.*

souvislé ledvinité vrstvy bílé, světle béžové, světle šedé a světle růžové barvy (obr. 7, 8). Povrch těchto agregátů a vrstev je pokrytý cca 0.08 mm silnou vrstvou strengitu. Kulovité agregáty variscitu se strengitem vzácně narůstají na krystaly fluorwavellitu.

Rentgenometrickým studiem variscitu z Kamenného Újezdu bylo zjištěno, že odpovídá typu Messbach (Salvador, Fayos 1972), respektive variscitu*2O* (ortorombická prostorová grupa *Pbca*; Ardit et al. 2022). Rentgenová prášková data jsou uvedena v tabulce 4. Experimentální rentgenometrická data byla indexována na základě práce Salvadora, Fayose (1972). Vypočtené parametry základ-

Tabulka 4 *Rentgenová prášková data variscitu z Kamenného Újezdu*

h	*k*	*l*	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	*h*	*k*	*l*	d_{obs}	*1*	d_{calc}	*h*	*k*	*l*	d_{obs}	*1*	d_{calc}
0	1	2	6.425	2	6.419	1	3	4	2.4982	8	2.4934	2	3	7	1.8185	2	1.8158
1	1	1	6.409	2	6.415	2	0	6	2.4773	5	2.4783	1	5	3	1.8004	1	1.8003
1	1	2	5.383	24	5.386	4	0	0	2.4745	3	2.4754	3	3	6	1.7961	1	1.7954
0	2	0	4.822	8	4.831	2	2	5	2.4375	9	2.4370	2	0	9	1.7810	1	1.7808
2	0	1	4.752	3	4.757	2	1	6	2.4003	2	2.4006	1	3	8	1.7573	1	1.7581
1	1	3	4.412	17	4.410	1	4	0	2.3461	1	2.3465	3	2	8	1.6872	1	1.6866
2	0	2	4.281	100	4.289	1	4	1	2.3244	1	2.3249	6	0	0	1.6507	1	1.6503
2	1	2	3.920	18	3.920	3	1	5	2.3107	2	2.3110	6	0	1	1.6464	1	1.6427
1	1	4	3.646	10	3.648	3	3	1	2.2820	1	2.2845	6	0	2	1.6205	2	1.6207
1	2	3	3.459	8	3.459	4	1	3	2.2101	1	2.2118	1	2	10	1.5975	1	1.5972
2	2	2	3.206	4	3.207	2	0	7	2.1992	1	2.1986	3	2	9	1.5631	1	1.5633
1	1	5	3.077	18	3.077	0	0	8	2.1464	5	2.1471	2	5	6	1.5238	1	1.5238
1	2	4	3.052	3	3.053	2	3	5	2.1260	2	2.1226	2	5	7	1.4515	2	1.4514
3	1	2	2.934	9	2.935	1	3	6	2.0902	1	2.0914	4	3	8	1.4484	1	1.4486
1	3	2	2.883	6	2.885	1	1	8	2.0509	1	2.0506	5	1	8	1.4387	1	1.4395
3	1	3	2.740	10	2.742	2	4	3	2.0298	1	2.0298	4	5	4	1.4353	1	1.4355
1	3	3	2.699	10	2.700	4	0	5	2.0074	2	2.0084	0	0	12	1.4314	1	1.4314
2	2	4	2.693	9	2.693	4	2	4	1.9585	3	1.9601	0	1	12	1.4164	1	1.4160
1	1	6	2.642	3	2.645	4	3	1	1.9498	2	1.9499	2	0	12	1.3754	1	1.3751
3	2	2	2.5957	2	2.5976	3	4	2	1.9033	2	1.9008	0	2	12	1.3725	1	1.3724
2	3	2	2.5740	3	2.5753	2	2	8	1.8245	1	1.8240	4	2	10	1.3545	1	1.3546

Tabulka 5 *Parametry základní cely variscitu z Kamenného Újezdu ve srovnání s publikovanými daty pro variscit typu Messbach (pro ortorombickou prostorovou grupu Pbca)*

	Kamenný Újezd (tato práce)	Palazuelo de las Cuevas, Španělsko (Salvador, Fayos 1972)	Krušná hora (Vrtiška et al. 2019)
a [Å]	9.9018(19)	9.902	9.894(2)
b [Å]	9.661(2)	9.659	9.668(3)
c [Å]	17.177(3)	17.18	17.176(6)
V [Å^3]	1643.2(5)	1643.2	1643.1(7)

Tabulka 6 *Chemické složení variscitu z Kamenného Újezdu (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7
K_2O	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
CaO	0.06	0.04	0.04	0.00	0.19	0.00	0.13	0.05
Al_2O_3	29.56	29.21	29.25	29.52	29.81	30.28	29.90	28.96
Fe_2O_3	0.52	0.57	0.71	0.52	0.66	0.17	0.86	0.17
P_2O_5	42.24	40.73	40.51	41.45	42.73	42.36	46.25	41.67
H_2O*	21.45	20.68	20.57	21.04	21.69	21.51	23.48	21.15
total	93.85	91.27	91.08	92.53	95.08	94.32	100.62	92.04
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Ca	0.001	0.001	0.001	0.000	0.003	0.000	0.002	0.001
Al	0.974	0.998	1.005	0.991	0.971	0.995	0.900	0.968
Fe	0.007	0.007	0.009	0.007	0.008	0.002	0.011	0.002
Σ	0.982	1.008	1.015	0.998	0.983	0.997	0.913	0.972
P	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
H_2O	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Mean - průměr sedmi bodových analýz; obsahy H_2O* byly vypočteny na základě teoretického obsahu H_2O = 2; koeficienty empirických vzorců byly vypočteny na bázi P = 1 *apfu.*

ní cely jsou v tabulce 5 porovnány s publikovanými údaji pro variscit*2O* (typ Messbach).

Při studiu chemického složení variscitu z Kamenného Újezdu (tab. 6) byly vedle dominantního Al v kationtové pozici vzorce (0.90 - 1.01 *apfu*) zjištěny minoritní obsahy Fe (do 0.01 *apfu*; obr. 9), Ca a K (do 0.003 *apfu*). Empirický vzorce studovaného variscitu je možno na bázi P = 1 apfu (průměr sedmi bodových analýz) vyjádřit jako $(Al_{0.97}Fe_{0.01})_{\Sigma 0.98}(PO_4)_{1.00}\cdot 2H_2O$.

Strengit

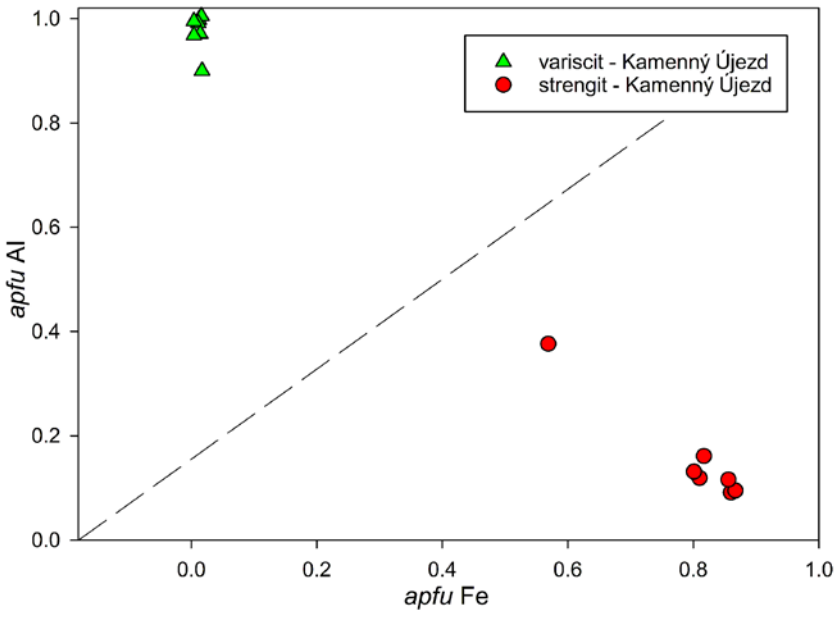
Strengitové lemy agregátů variscitu jsou průhledné a mají bílou, světle béžovou a vzácněji světle růžovou barvu. Přechod mezi variscitem a strengitem je relativně ostrý (obr. 6, 7).

Rentgenová prášková data strengitu z Kamenného Újezdu (tab. 7) odpovídají údajům publikovaným Taxerem, Bartlem (2004). Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 8 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerální druh.

Při studiu chemického složení strengitu (tab. 9) byly v kationtové pozici zjištěny vedle dominantního zastoupení Fe (0.57 - 0.87 *apfu*), také zvýšené obsahy Al (variscitové komponenty; obr. 9) v rozsahu 0.09 - 0.38 *apfu* a minoritní obsahy K a Ca (do 0.006 *apfu*). V tetraedrické pozici je přítomen pouze P. Empirický vzorec strengitu je možno na bázi P = 1 *apfu* (průměr sedmi bodových analýz) vyjádřit jako: $Fe_{0.80}Al_{0.16}Ca_{0.01}(PO_4)_{1.00}\cdot 2H_2O$.







Obr. 7 *Kulovité agregáty variscitu se strengitovým povrchem v asociaci s paprsčitým fluorwavellitem v dutině křemene; Kamenný Újezd; šířka záběru 3 mm; foto L. Vrtiška.*

Obr. 8 *Ledvinitá kůra světle růžového variscitu přecházejícího do strengitu v dutině křemene; Kamenný Újezd; šířka záběru 7.5 mm; foto L. Vrtiška.*

Obr. 9 *Graf obsahů Al (apfu) vs. Fe (apfu) při bázi přepočtů na 1 apfu P pro variscit a strengit z Kamenného Újezdu (tato práce); čárkovanou linií vyznačena formální hranice pro variscit/strengit.*

Tabulka 7 *Rentgenová prášková data strengitu z Kamenného Újezdu*

h	*k*	*l*	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	*h*	*k*	*l*	d_{obs}	*1*	d_{calc}	*h*	*k*	*l*	d_{obs}	*1*	d_{calc}
1	1	1	5.476	17	5.490	2	2	3	2.3534	1	2.3467	3	4	2	1.7592	1	1.7636
0	0	2	5.040	4	5.057	2	3	2	2.3244	1	2.3312	2	2	5	1.7286	1	1.7200
0	2	0	4.925	5	4.936	1	4	1	2.3114	2	2.3118	0	0	6	1.6866	1	1.6856
1	0	2	4.362	100	4.375	1	3	3	2.2776	1	2.2734	1	5	3	1.6728	1	1.6721
2	0	0	4.328	70	4.363	0	4	2	2.2098	1	2.2178	4	0	4	1.6514	1	1.6516
2	1	0	3.981	18	3.990	4	0	0	2.1759	1	2.1813	0	6	0	1.6463	2	1.6452
1	2	1	3.962	9	3.954	2	4	0	2.1458	5	2.1480	5	2	1	1.6253	1	1.6239
2	1	1	3.701	9	3.712	4	1	0	2.1262	1	2.1299	4	4	1	1.6197	1	1.6134
2	0	2	3.295	3	3.303	2	4	1	2.0901	1	2.1011	3	5	1	1.6088	1	1.6126
2	2	0	3.267	3	3.269	2	3	3	2.0808	<1	2.0722	4	3	3	1.5988	2	1.6002
2	2	1	3.095	12	3.110	4	0	2	2.0073	1	2.0029	5	2	2	1.5628	1	1.5645
1	1	3	2.960	5	2.996	2	2	4	1.9978	2	1.9999	1	6	2	1.5421	1	1.5399
1	3	1	2.934	6	2.945	4	2	0	1.9954	2	1.9952	1	4	5	1.5375	1	1.5398
2	2	2	2.740	3	2.745	4	2	1	1.9580	2	1.9574	2	6	1	1.5228	1	1.5219
1	2	3	2.646	1	2.652	1	3	4	1.9525	4	1.9539	5	3	2	1.4751	2	1.4747
2	1	3	2.5774	1	2.5752	1	4	3	1.9423	1	1.9414	3	5	3	1.4714	1	1.4700
2	3	1	2.5383	2	2.5426	3	0	4	1.9027	1	1.9082	6	0	0	1.4514	1	1.4542
0	0	4	2.5231	10	2.5284	1	5	1	1.8874	1	1.8916	3	1	6	1.4482	1	1.4427
3	0	2	2.5150	11	2.5212	3	1	4	1.8626	1	1.8735	6	1	0	1.4395	1	1.4387
0	4	0	2.4749	3	2.4678	4	3	0	1.8181	2	1.8181	5	0	4	1.4348	1	1.4362
3	1	2	2.4584	2	2.4428	2	1	5	1.8039	1	1.8042	5	4	1	1.4160	1	1.4109
3	2	1	2.4374	3	2.4322	2	5	0	1.7996	1	1.7987	0	4	6	1.3908	1	1.3919
0	4	1	2.4002	2	2.3975	4	3	1	1.7958	1	1.7894	1	4	6	1.3750	1	1.3745
1	1	4	2.3640	1	2.3582	3	2	4	1.7810	1	1.7798	3	5	4	1.3719	1	1.3720

Tabulka 8 *Parametry základní cely strengitu z Kamenného Újezdu ve srovnání s publikovanými daty (pro ortorombickou prostorovou grupu Pbca)*

	Kamenný Újezd (tato práce)	Pleystein, Německo (Taxer, Bartl 2004)	Krušná hora (Vrtiška et al. 2019)
a [Å]	8.725(3)	8.722(3)	8.715(5)
b [Å]	9.871(4)	9.878(2)	9.873(6)
c [Å]	10.1135(8)	10.1187(14)	10.127(7)
V [Å^3]	871.1(5)	871.79	871.4(5)

Tabulka 9 *Chemické složení strengitu z Kamenného Újezdu (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7
K_2O	0.07	0.05	0.11	0.10	0.00	0.00	0.07	0.13
CaO	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.09	0.17
Fe_2O_3	33.60	35.51	35.89	35.89	34.81	24.59	34.46	34.03
Al_2O_3	4.22	2.41	2.51	3.10	3.27	10.38	3.59	4.28
P_2O_5	37.52	36.70	36.81	37.25	38.19	38.41	38.25	37.04
H_2O*	19.05	18.63	18.69	18.91	19.39	19.50	19.42	18.80
total	94.51	93.30	94.01	95.25	95.66	93.02	95.88	94.45
K	0.003	0.002	0.005	0.004	0.000	0.000	0.003	0.005
Ca	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.003	0.006
Al	0.157	0.091	0.095	0.116	0.119	0.376	0.131	0.161
Fe	0.796	0.860	0.867	0.856	0.810	0.569	0.801	0.817
Σ	0.957	0.954	0.966	0.976	0.929	0.950	0.937	0.989
P	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
H_2O	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Mean - průměr sedmi bodových analýz; obsahy H_2O* byly vypočteny na základě teoretického obsahu H_2O = 2; koeficienty empirických vzorců byly vypočteny na bázi P = 1 *apfu.*

Diskuse a závěr

Sekundární fosfátová mineralizace na puklinách i povrchu valounů rohovců, které byly původně součástí slepenců, vznikala patrně nejdříve během diageneze těchto slepenců, spíše však ještě později. Stejně tak křemenné žilky v rohovcích, ve kterých se fosfáty vzácně nacházejí, vznikaly až po sedimentaci slepenců. Důkazem je prostoupení těchto žilek i do reliktů drob přitmelených k rohovcům. Zároveň jsou tyto žilky geneticky starší než fosfáty. Jelikož rohovce jsou téměř monominerální křemité horniny, lze předpokládat přínos prvků, především fosforu pro vznik sekundárních fosfátů, z okolních hornin. Je pravděpodobné, že potřebné prvky pocházejí z jiných sedimentárních hornin, především drob, které jsou na nalezišti přítomny a ve kterých se fosfáty v oblasti Barrandienu vyskytují. Původ fosforu pro vznik fosfátů v drobách vysvětluje Ulrich (1929) v organických zbytcích především brachiopodů, jejichž schránky byly často tvořeny apatitem. Stratigrafické zařazení slepenců je vzhledem k jejich úlomkovému výskytu nejasné. Pravděpodobně náleží k pavlovskému souvrství, které je na základě superpozice řazeno do svrchního kambria (Chlupáč et al. 2002).

Krystalizace jednotlivých fosfátů na nalezišti dle studovaných vzorků probíhala v pořadí fluorwavellit → variscit → strengit. Jedná se o další prokázaný výskyt fluorwavellitu od jeho definování Kampfem et al. (2015). V České republice byl poprvé popsán z Líštěnce u Votic (Vrtiška et al. 2016). V oblasti Barrandienu byl minerál s obdobným obsahem F jako zde popsaný fluorwavellit zjištěn na Milině (Vrtiška et al. 2020), nejvyšší obsahy fluoru v rámci České republiky byly zjištěny na Krušné hoře u Berouna, a to v rozsahu 1.08 - 1.33 *apfu* (Vrtiška et al. 2019). Další výskyty wavellitu/fluorwavellitu v Barrandienu nebyly doposud moderně zkoumány. Změřením menší sady dat ze dvou vzorků s crandallitem z Třenic byla zjištěna přítomnost pouze wavellitu s malým (do 0.35 *apfu*) či nulovým obsahem fluoru (Vrtiška *nepubl. data*; obr. 5).

Tato práce rozšiřuje poznatky o výskytu sekundárních fosfátů v Barrandienu. Naleziště Kamenný Újezd je spolu s Čilinou (Vrtiška 2025) dosud nejzápadnějším publikovaným výskytem fosfátů v sedimentárních horninách v této oblasti. Dokladový materiál je uložen ve sbírce Pavla Černého a v mineralogické sbírce Národního muzea v Praze.

Poděkování

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2024-2028/1.II.b, 00023272).

Literatura

Ardit M, Phillips BL, Bish DL. (2022) Crystal structure determination of orthorhombic variscite*2O* and its derivative $AlPO_4$ structure at high temperature. Am Mineral 107(7): 1385-1395

Breithaupt A (1840) Beraunit, ein neues Glied der Phyllit - Ordnung. J Prakt Chem 20: 66-67

Chlupáč I, Brzobohatý R, Kovanda J, Stráník (2002) Geologická minulost České republiky. 1-436, Academia, Praha

Kampf AR, Adams PM, Barwood H, Nash BP (2015) Fluorwavellite, IMA 2015-077. CNMNC Newsletter 28, 1862; Mineral Mag 79: 1859-1864

Kampf AR, Adams PM, Barwood H, Nash BP (2017) Fluorwavellite, $Al_3(PO_4)_2(OH)_2F{\cdot}5H_2O$, the fluorine analogue of wavellite. Am Mineral 102: 909-915

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

Pouchou JL, Pichoir F (1985) "PAP" (φρZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Armstrong JT (ed.) Microbeam Analysis: 104-106, San Francisco Press, San Francisco

Salvador PS, Fayos J (1972) Some aspects of the structural relationship between "Messbach-type" and "Lucin-type" variscites. Am Mineral 57: 36-44

Steinmann J (1825) Vorträge d öffentl Sitz d k böhm Gesselsch d Wissensch

Taxer K, Bartl H (2004) On the dimorphy between the variscite and clinovariscite group: refined finestructural relationship of strengite and clinostrengite, $Fe(PO_4){\cdot}2H_2O$. Crystal Res Technol 39: 1080-1088

Ulrich F (1929) Variscit a barrandit z Třenic u Zbiroha. Rozpr II. Tř Čes Akad Věd a Umění 39(17): 1-13

Vrtiška L (2023a) Minerální asociace sekundárních puklinových fosfátů v závislosti na typu hostitelské horniny Českého masivu. Dizertační práce. Masarykova Univerzita, Brno. 1-109

Vrtiška L (2023b) Naleziště sekundárních puklinových fosfátů v Českém masivu a jejich členění a porovnání v závislosti na typu hostitelské horniny. Bull Mineral Petrolog 31(2): 123-166

Vrtiška L (2025) Historické naleziště fosfátů na vrchu Čilina u Rokycan. Minerál 33(5): 412-417

Vrtiška L, Malíková R, Sejkora J (2016) Zajímavý výskyt fosfátů v okolí Líštěnce u Votic (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 24(1): 114-131

Vrtiška L, Sejkora J, Malíková R (2019) Studium sekundárních fosfátů s allanpringitem a tvrdýitem z opuštěného ložiska železných rud Krušná hora u Berouna (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 27(2): 231-246

Vrtiška L, Zemek V, Malíková R (2020) Vzácný allanpringit - produkt alterace fluorwavellitu z lomu Milina u Zaječova (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 28(1): 126-131