

ZEOLITOVÁ MINERALIZACE ZE ZÁMECKÉHO VRCHU U ČESKÉ KAMENICE (ČESKÁ REPUBLIKA)

ZEOLITE MINERALIZATION FROM THE ZÁMECKÝ VRCH HILL NEAR ČESKÁ KAMENICE
(CZECH REPUBLIC)

PETR PAULIŠ, LIBOR HRŮZEK, JIŘÍ SEJKORA, OLDŘICH JANEČEK,
ZDENĚK DOLNÍČEK, PETR ZEMAN

Abstract

Pauliš, P., Hruček, L., Sejkora, J., Janeček, O., Dolníček, Z., Zeman, P., 2026: Zeolitová mineralizace ze Zámeckého vrchu u České Kamenice (Česká republika). - *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 111, 1, 61-102 (with English summary).

Zeolite mineralization from the Zámecký vrch hill near Česká Kamenice (Czech Republic)

Several occurrences of zeolite mineralization were found on the slopes of the Zámecký vrch hill (540 m a.s.l.), 1.5 km southeast of Česká Kamenice (northern Bohemia, Czech Republic). The main locality is located on the eastern slope, others on the western and southern slopes. The zeolite mineralization with fluorapophyllite-(K) is associated with hollow basaltoid rocks, or rather their tuffs and pyroclastic breccias that penetrated Upper Cretaceous claystones and marlites. A diverse spectrum of 14 zeolites species was found in the cavities (analcime, cowlesite, erionite-Ca, erionite-K, gismondine-Ca, gmelinite-Ca, gonnardite, chabazite-Ca, chabazite-K, lévyne-Ca, natrolite, offretite, phillipsite-Ca, thomsonite-Ca). The most interesting is gmelinite-Ca, this is the second confirmed occurrence of this mineral in the Czech Republic. Although a number of zeolite occurrences is known in the vicinity of Česká Kamenice, the Zámecký vrch hill is a newly discovered locality, which has not been mentioned in the literature. The descriptions, WDS quantitative analyses, X-ray powder patterns, and refined unit cell parameters are given for all described mineral phases.

Key words: analcime, cowlesite, erionite-Ca, erionite-K, fluorapophyllite-(K), gismondine-Ca, gmelinite-Ca, gonnardite, chabazite-Ca, chabazite-K, lévyne-Ca, natrolite, offretite, phillipsite-Ca, thomsonite-Ca, Cenozoic basaltic rocks, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Zámecký vrch hill near Česká Kamenice, Czech Republic

Petr Pauliš, Department of Mineralogy and Petrology, National Museum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9-Horní Počernice; Smišková 564, 284 01 Kutná Hora; e-mail: petr.paulis@post.cz

Libor Hruček, Pobřežní 1016, 471 14 Kamenický Šenov

Jiří Sejkora, Department of Mineralogy and Petrology, National Museum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9-Horní Počernice

Oldřich Janeček, Albrechtická 613, 434 01 Most

Zdeněk Dolníček, Department of Mineralogy and Petrology, National Museum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9-Horní Počernice

Petr Zeman, Nádražní 319, 407 25 Verneřice

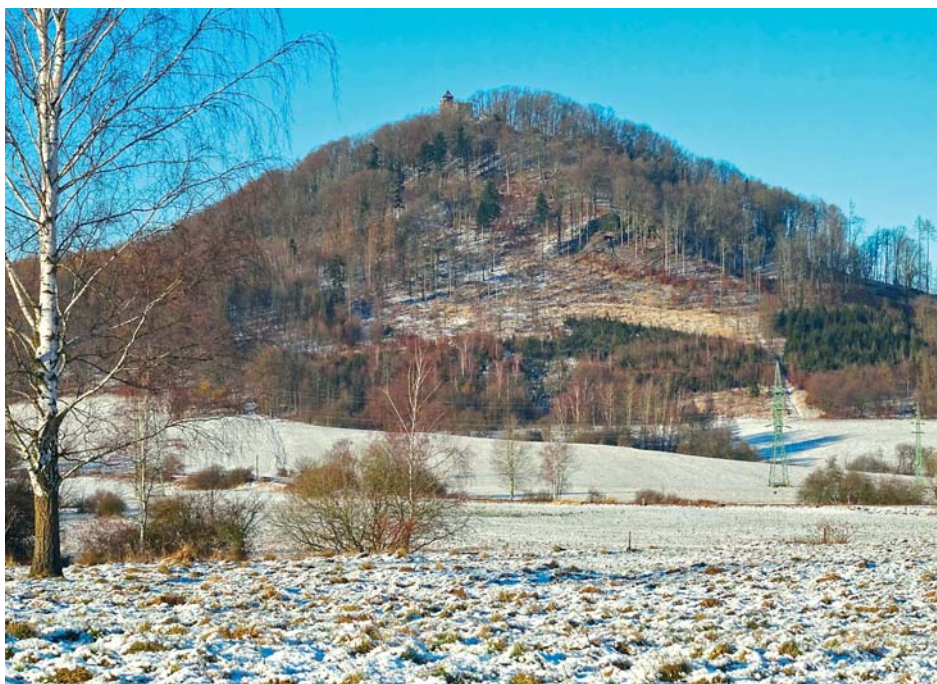
ÚVOD

Zámecký vrch (něm. Schlossberg) vzdálený 1,5 km jv. od České Kamenice (severní Čechy, Česká republika) je výrazný osamělý kopec vysoký 540 m n. m. (obr. 1) s ruinami

středověkého hradu Kamenice a obnovenou rozhlednou na vrcholu. Nachází se v nejsevernějším výběžku Českého středohoří (podcelek Verneřické středohoří) při hranici s Lužickými horami. K vrcholu vede turistická trasa. Hrad byl zřejmě založen již v 13. století, ale o jeho rozkvět a dostavby se postarali páni z Vartenberka až před rokem 1430 na ochranu zemské stezky vedoucí do Lužice. Pobořen a vypálen byl za třicetileté války Švédy. Název byl odvozen od horské říčky Kamenice plné balvanů (<https://www.ceskesvycarsko.cz/zazitky/zamecky-vrch-u-ceske-kamenice/>). Jde o vypreparovaný sopouch, který vznikl během kenozoické vulkanické činnosti. Jeho vrcholová část je tvořena alkalickým olivinickým bazaltem až bazanitem (HIBSCH (1927) ho označoval jako živcový čedič), v jehož okolí jsou přítomny subvulkanické bazaltoidní brekcie, na svazích časté kamenitohlinité osypy. Při svém vzniku pronikly vulkanity coniackými vápnitými jilovci a slínovci březenského souvrství vrchní křída české křídové tabule, které vystupují na povrch ve východním okolí vrchu. Povrch západního okolí tvoří kvartérní spraše a sprašové hlíny (<https://mapy.geology.cz/geo/>). Vrchol má podobu úzkého hřbetu, na svazích se vyskytují mrazové sruby, skály se sloupcovou odlučností horniny, úpatí tvoří soliflukční usazeniny.

Vrcholová část Zámeckého vrchu je tvořena rozsáhlými skalními výchozy. Tvoří je převážně sloupcovitě, méně často deskovitě odlučná bazaltoidní hornina. Převážná většina je bez dutin, proplyněná hornina se zeolitovou mineralizací byla zjištěna pouze v drobných výchozech, na kontaktu bazaltoidní pevné horniny s tufem nebo pyroklastickou brekcií.

Přestože je v okolí České Kamenice známa řada zeolitových výskytů (např. KRATOCHVÍL 1960; PAULÍŠ *et al.* 2014a), jde z mineralogického hlediska o nově objevenou lokalitu, o níž nejsou v odborné literatuře žádné zmínky. Lokalita byla objevena v rámci mineralogické prospekce Lužických hor a jejich okolí spoluautory této publikace (L. H. a P. Z.).



Obr. 1. Jihovýchodní svah Zámeckého vrchu s patrným výchozem zhruba uprostřed svahu (výskyt 1), foto L. Hrůzek (2024).

Fig. 1. Southeastern slope of the Zámecký vrch hill with a visible outcrop in the middle of the slope (site 1), photo L. Hrůzek (2024).

METODIKA VÝZKUMU

Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance DaVinci s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye XE-T za užití CuK α záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly nanášeny v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořízena difrakční data ve krokovém režimu (krok 0,01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Získaná experimentální data byla vyhodnocena pomocí softwaru ZDS pro DOS (ONDRUŠ 1993) za použití profilové funkce Pearson VII a indexována na základě teoretických záznamů vypočtených programem Lazy Pulverix (YVON *et al.* 1977) z publikovaných krystalových strukturálních dat, parametry základních cel jednotlivých minerálů pak byly následně zpřesněny pomocí programu BURNHAMA (1962).

Chemické složení minerálů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 5 nA, průměr svazku 5 μ m. Měřeny byly obsahy Al, Ba, Ca, Cl, Cs, Cu, F, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, P, Pb, Rb, S, Si, Sr a Zn při využití následujících standardů a analytických čar: albit (NaK α), apatit (PK α), baryt (BaL α), BN (NK α), celestin (SK α , SrL β), Cs-sklo (CsL α), diopsid (MgK α), halit (ClK α), hematit (FeK α), chalkopyrit (CuK α), LiF (FK α), Rb-Ge-sklo (RbL α), rodonit (MnK α), sanidin (KK α , SiK α , AlK α), vanadinit (PbM α), wollastonit (CaK α) a zinkit (ZnK α). Měřicí časy na piku se pohybovaly obvykle mezi 10 a 30 s (pro dusík 120 s), měřicí časy pozadí trvaly polovinu času měření na piku. Získaná data byla přepočítána na hm. % oxidů za použití algoritmu PAP (POUCHOU a PICHOR 1985). Obsahy měřených prvků, které nejsou uvedeny v níže prezentovaných tabulkách minerálních analýz, byly ve všech případech pod mezí stanovitelnosti, která se pohybovala nejčastěji mezi 0,05–0,1 hm. %. Zvýšené sumy některých analýz po dopočtu teoretického obsahu vody jsou vyvolány částečnou dehydratací minerálů v komoře elektronového mikroanalýzátoru.

CHARAKTERISTIKA ZJIŠTĚNÉ ZEOLITOVÉ MINERALIZACE

V prostoru Zámeckého vrchu byly zjištěny tři zeolitové výskyty, jejichž poloha je vyznačena na obr. 2. První, rozsáhlejší a bohatší, který objevil Libor Hružek před cca 20 lety, se nachází na východním svahu, cca 250 m v. od vrcholu v nadmořské výšce 470 m n. m. (GPS: 50°47'28,76"N, 14°26'10,49"E). Jde o cca 40 m dlouhé a cca 4 m mocné skalní defilé (obr. 3) s několika menšími skalkami v okolí a přilehlým suťovým polem v poměrně strmém zalesněném svahu, ke kterému nevede žádná cesta. Celý výchoz tvoří silně proplyněná bazaltoidní hornina, která je z velké části deskovitě, kvádrovitě až sloupkovitě odlučná. Dutiny dosahují většinou rozměrů do 1 cm, vzácněji do 5 cm. Zeolitové výplně menších dutin jsou většinou dobře zachovalé, ve větších dutinách jsou zeolity obvykle navětralé.

Druhý výskyt objevil v roce 2015 Petr Zeman cca 250 m z. od vrcholu Zámeckého vrchu v nadmořské výšce 450 m (GPS: 50°47'28,93"N, 14°25'47,41"E). Při rekonstrukci a rozšiřování lesní, zeleně značené turistické cesty vedoucí k vrcholu, byl těsně pod povrchem zachycen drobný výchoz bazaltoidní horniny (obr. 4). Jde zřejmě o kontakt mezi výše ve svahu uloženým tělesem čediče s nápadnou sloupcovitou odlučností a níže položenou polohou pyroklastik a vulkanických brekcií. Bazaltoidní hornina obsahuje až 2 cm velké dutiny, které jsou vyplněné drobně krystalovanými zeolity. Při zásahu do podloží cesty bylo též uvolněno několik menších bloků výrazně dutinaté horniny šedozeleňavé barvy, v níž byla zjištěna přítomnost vzácnějších zeolitů (lévyn, offretit-erionit).

Nahodile byly nalezeny úlomky proplyněného bazaltu také na jižním svahu vrchu v 500 m dlouhém úseku nad zeleně značenou turistickou cestou (výskyt 3; GPS: 50°47'22,9"N, 14°25'59,0"E). Rozptýlená suť představuje průřez petrologickou variabilitou zdejších hornin (proplyněná a celistvý bazalt, brekcie). Vzácně zde byly nalezeny v drobně proplyněném bazaltu lévyn, offretit-erionit a cowlesit.



Obr. 4. Výskyt zeolitů (2) na západní straně Zámeckého vrchu, foto P. Zeman (2024).

Fig. 4. Zeolite occurrence (site 2) on the western side of Zámecký vrch hill, photo P. Zeman (2024).

Nejhojnějším zeolitem Zámeckého vrchu je **phillipsit-Ca**. Většinou jeho krystaly dosahují velikosti do 1 mm, vzácněji do 3 mm. Je skelně lesklý, čirý a bělavý, ve větších dutinách našedlý. Tvoří nejčastěji křížové srostlice. Agregáty malých krystalů někdy vytvářejí až 5 mm velké kulovité srostlice. Phillipsit-Ca je nejstarším minerálem většiny dutin, na který narůstají mladší zeolity. Jde zejména o thomsonit-Ca, natrolit, gonnardit, analcim, chabazit a gismondin-Ca, vzácně asociuje s gmelinitem-Ca. Pouze na západním výskytu ojediněle narůstají krystaly phillipsitu-Ca na jehličkovitý erionit-Ca (obr. 5), nejčastěji zde ale tvoří souvislé výplně čirých krystalů o velikosti do 1 mm, na které v některých případech narůstají drobné čiré klencovité krystaly chabazitu.

Experimentální rentgenový práškový záznam studovaného minerálu (tab. 1) odpovídá publikovaným datům pro phillipsit-Ca i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (GATTA *et al.* 2009), pozorované rozdíly v intenzitách difrakčních maxim jsou vyvolány štěpností a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerální druh. V BSE obraze je phillipsit-Ca chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, K, Na a Ba; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec phillipsitu-Ca (tab. 3) (průměr 10 bodových analýz) je na bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako $(\text{Ca}_{2,33}\text{K}_{0,85}\text{Na}_{0,25}\text{Ba}_{0,02})(\text{Al}_{5,99}\text{Si}_{10,25}\text{O}_{32}) \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$. V kationtové složce převládá Ca nad K a minoritně bylo zjištěno i Na (0,15–0,35 *apfu*) a Ba (0,01–0,04 *apfu*). Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,63$ phillipsitu-Ca ze Zámeckého vrchu je ve střední části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).



Obr. 5. Krystaly phillipsitu-Ca na drobných krystalech erionitu ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 1,3 mm, foto B. Ekrt.

Fig. 5. Crystals of phillipsite-Ca on tiny erionite crystals from the Zámecký vrch hill, FOV (field of view) 1.3 mm, photo B. Ekrt.

Poměrně častým zeolitem zdejších dutin je **chabazit**. Většinou tvoří drobné klencové krystaly, které dosahují ojediněle velikosti až 5 mm. Nejčastěji nasedá na phillipsit-Ca. Častý je i ve formě komplikovaných fakolitových srostlic, včetně netypických srostlic s vynikajícím skelným leskem, které dosahují velikosti 1 až 3 mm. V menším výchozu severně od prvního výskytu byl chabazit zjištěn v asociaci s lévynem-Ca. Na druhém výskytu chabazit též vyplňuje větší dutiny, v nichž tvoří čiré, v menším množství i zakalené bělavé klencovité krystaly až 4 mm velké. Jeho malé krystaly též narůstají na gmelinit-Ca (obr. 6), který byl zjištěn na východním výskytu.

Rentgenová prášková data chabazitu (tab. 4) odpovídají publikovaným datům pro tento minerální druh i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (YAKUBOVICH *et al.* 2005), jen pozorované intenzity difrakčních maxim jsou částečně ovlivněny přednostní orientací preparátu vyvolanou štěpností minerálu podle [101]. Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 5 porovnány s publikovanými údaji pro tento zeolit. V BSE obraze je tento chabazit chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Sr, Ba, K a Na (tab. 6); ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Zjištěné obsahy K (1,25–1,73 *apfu*) a Ca (1,21–1,40 *apfu*) jsou poměrně vyrovnané, část bodových analýz tak odpovídá chabazitu-Ca, většina ale náleží chabazitu-K (červené body na obr. 7). Vedle toho jsou v kationtové složce chabazitu zastoupeny v malém množství Sr (0,00–0,09 *apfu*), Na (0,02–0,06 *apfu*) a Ba (0,00–0,02 *apfu*). Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0,70$ chabazitu ze Zámeckého vrchu je v horní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Tabulka 1. Rentgenová prášková data phillipsitu-Ca ze Zámeckého vrchu.

Table 1. X-ray powder diffraction data of phillipsite-Ca from the Zámecký vrch hill.

$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
8,093	3,3	8,102	1	0	0	3,129	31,6	3,127	-3	1	1	2,0507	1,9	2,0499	2	6	0
7,163	21,4	7,160	0	0	1	2,932	13,5	2,933	-3	2	2	2,0437	2,7	2,0426	-4	0	4
7,149	100,0	7,130	0	2	0	2,924	4,7	2,923	-3	2	1	2,0004	2,7	1,9999	1	0	3
7,102	15,9	7,089	-1	1	1	2,889	4,4	2,887	2	0	1	1,9764	3,0	1,9751	-3	3	4
6,404	28,3	6,399	0	1	1	2,758	14,3	2,758	-1	0	3			1,9610	3	5	0
5,369	17,3	5,372	-1	2	1	2,751	12,6	2,748	-1	4	2	1,9611	4,4	1,9610	-5	0	3
5,351	15,4	5,353	1	2	0	2,745	11,8	2,744	1	0	2	1,9105	1,9	1,9091	-3	6	1
5,050	31,3	5,052	0	2	1	2,741	7,7	2,740	1	4	1	1,8306	2,2	1,8304	0	5	3
4,947	29,9	4,943	-2	0	1	2,708	11,5	2,708	-1	1	3	1,7905	6,0	1,7901	0	0	4
4,318	7,4	4,314	-1	0	2			2,695	1	1	2	1,7825	5,2	1,7825	0	8	0
4,286	8,0	4,284	1	0	1	2,693	26,1	2,693	-1	5	1	1,7723	7,1	1,7723	-4	4	4
4,129	6,3	4,129	-1	1	2	2,677	19,2	2,676	2	2	1	1,7242	3,0	1,7247	-4	0	5
4,112	4,1	4,109	-1	3	1	2,648	4,4	2,650	0	5	1	1,7186	1,4	1,7186	3	1	2
4,104	38,5	4,103	1	1	1	2,562	3,8	2,561	1	2	2			1,7182	-5	4	3
4,062	22,5	4,062	-2	2	1	2,543	3,8	2,544	-3	2	3	1,7186	1,4	1,7131	-4	6	2
3,959	4,9	3,960	0	3	1	2,526	12,6	2,526	0	4	2	1,6833	2,2	1,6841	0	6	3
3,928	3,3	3,927	-2	1	2	2,3876	10,2	2,3887	-3	4	2	1,6746	1,6	1,6753	0	3	4
3,690	2,2	3,691	-1	2	2	2,3635	1,9	2,3630	-3	3	3	1,6484	1,1	1,6477	-6	0	3
3,673	2,7	3,672	1	2	1	2,3378	1,9	2,3385	-2	5	2	1,6414	2,2	1,6413	-1	5	4
3,469	9,6	3,472	0	1	2	2,3325	4,4	2,3320	2	5	0	1,6369	0,8	1,6374	1	5	3
3,426	4,1	3,426	-2	3	1	2,2974	1,6	2,2994	-4	1	1	1,6100	2,7	1,6100	5	1	0
3,265	29,1	3,268	-1	4	1	2,2555	3,3	2,2553	-2	4	3	1,6027	0,5	1,6031	-3	6	4
		3,263	1	4	0	2,2306	9,1	2,2307	0	5	2	1,5907	1,4	1,5911	2	6	2
3,218	4,7	3,218	-3	0	2	2,1761	4,7	2,1747	1	4	2	1,5690	1,6	1,5694	-6	2	4
3,204	23,9	3,205	-3	0	1	2,1632	2,7	2,1642	-3	4	3	1,5467	1,9	1,5470	0	9	1
3,200	50,0	3,200	0	2	2	2,1514	4,9	2,1527	3	4	0	1,5372	2,2	1,5373	-4	7	3
3,191	70,9	3,191	0	4	1	2,1309	2,5	2,1306	-3	5	1	1,4868	3,6	1,4861	1	9	1
3,182	13,5	3,182	1	3	1	2,0807	2,2	2,0817	-1	6	2						
3,138	41,8	3,139	-3	1	2	2,0770	1,4	2,0773	-3	2	4						

Tabulka 2. Parametry základní cely phillipsitu-Ca pro monoklinickou prostorovou grupu $P2_1/m$.

Table 2. Unit-cell parameters of phillipsite-Ca for monoclinic space group $P2_1/m$.

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	9,8866(19)	14,2601(14)	8,7377(14)	124,966(8)	1009,5(4)
Jedlika	PAULIŠ <i>et al.</i> (2025c)	9,8648(15)	14,3106(16)	8,7458(13)	124,881(7)	1012,8(3)
Richmond	GATTA <i>et al.</i> (2009)	9,9238(6)	14,3145(5)	8,7416(5)	124,920(9)	1018,2
Casal Brunori	RINALDI <i>et al.</i> (1974)	9,865(2)	14,300(4)	8,668(2)	124,20(3)	1011,3
Poustevna	PAULIŠ <i>et al.</i> (2019)	9,9206(19)	14,315(3)	8,7387(19)	124,92(6)	1017,5(4)
Zaječčí vrch	PAULIŠ <i>et al.</i> (2019)	9,9226(19)	14,314(3)	8,7396(17)	124,92(5)	1017,8(4)

Tabulka 3. Chemické analýzy phillipsitu-Ca ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 3. Chemical analyses of phillipsite-Ca from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na ₂ O	0,64	0,76	0,79	0,93	0,52	0,58	0,75	0,47	0,70	0,40	0,42
K ₂ O	3,30	4,66	2,43	1,56	2,74	2,10	1,67	3,18	3,04	5,53	6,13
CaO	10,77	10,22	11,66	11,70	11,67	12,09	12,26	11,33	10,83	7,89	8,01
BaO	0,18	0,13	0,13	0,09	0,16	0,18	0,11	0,07	0,11	0,50	0,22
Al ₂ O ₃	25,18	25,88	25,56	26,73	26,22	26,06	24,58	25,36	24,98	23,06	23,34
SiO ₂	50,83	49,99	49,79	50,98	49,62	50,98	48,24	49,62	49,85	55,03	54,20
H ₂ O*	17,83	18,04	17,95	18,40	18,03	18,32	17,38	17,86	17,73	18,37	18,29
Total	108,73	109,68	108,31	110,39	108,96	110,31	104,99	107,99	107,24	110,78	110,69
Na	0,250	0,295	0,306	0,352	0,201	0,222	0,301	0,223	0,276	0,153	0,161
K	0,848	1,186	0,621	0,390	0,698	0,526	0,440	0,818	0,788	1,381	1,539
Ca	2,328	2,183	2,504	2,450	2,495	2,544	2,719	2,445	2,355	1,655	1,688
Ba	0,015	0,010	0,010	0,007	0,010	0,014	0,009	0,006	0,008	0,039	0,016
Al	5,988	6,083	6,039	6,160	6,165	6,029	5,997	6,021	5,976	5,323	5,411
Si	10,254	9,971	9,982	9,966	9,901	10,01	9,985	9,996	10,117	10,777	10,664
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63	0,67	0,66

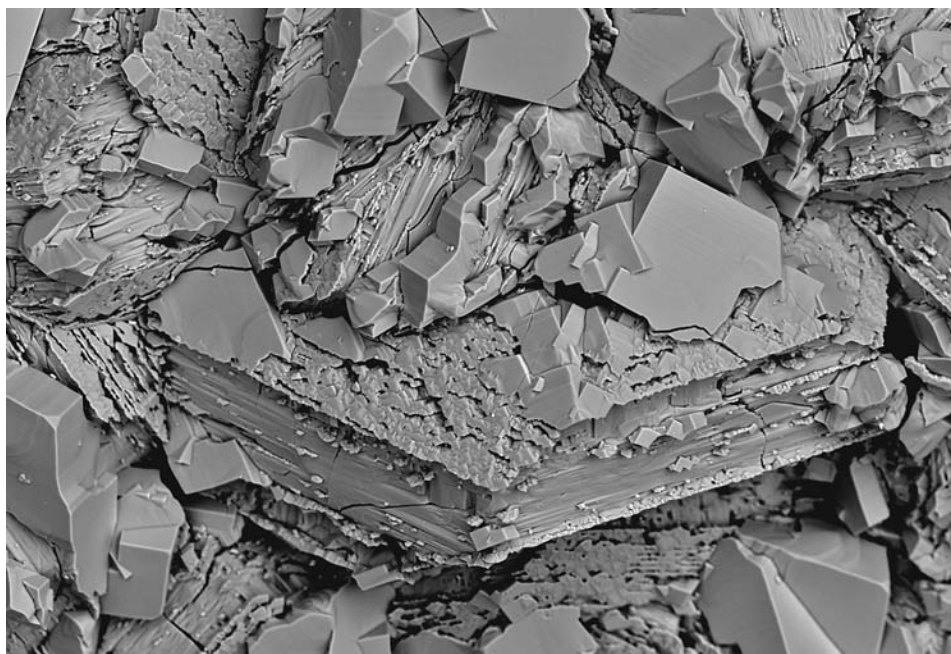
mean - průměr 10 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 32 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

mean - average of 10 point analyses; empirical formula was calculated on the base 32 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 12 H₂O.

Tabulka 4. Rentgenová prášková data chabazitu-Ca ze Zámeckého vrchu.

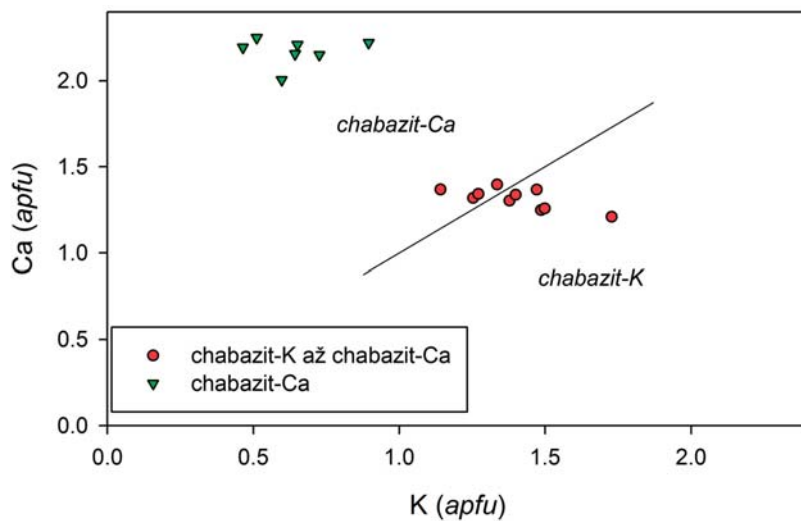
Table 4. X-ray powder diffraction data of chabazite-Ca from the Zámecký vrch hill.

<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.}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>
9,354	100,0	9,338	1	0	1	2,768	1,9	2,772	0	4	2	1,7218	5,9	1,7224	4	4	0
6,896	9,4	6,890	1	1	0	2,680	2,3	2,680	2	0	5	1,6920	1,3	1,6911	3	3	6
6,351	2,7	6,349	0	1	2	2,606	3,9	2,604	4	1	0	1,6645	2,4	1,6663	0	0	9
5,557	12,1	5,544	0	2	1	2,571	1,3	2,572	2	3	2	1,6447	4,3	1,6449	6	2	1
4,993	19,1	4,999	0	0	3	2,4958	8,4	2,4975	1	2	5	1,6375	1,5	1,6372	1	6	4
4,672	7,0	4,669	2	0	2	2,3485	1,3	2,3496	1	1	6	1,5885	0,2	1,5873	0	4	8
4,321	65,1	4,319	2	1	1	2,2954	3,6	2,2966	3	3	0	1,5572	1,7	1,5558	6	1	5
3,980	3,2	3,978	3	0	0	2,1213	0,7	2,1217	5	1	1	1,5201	1,0	1,5200	5	4	1
3,866	15,3	3,865	1	2	2	2,0876	3,3	2,0869	3	3	3	1,5152	9,6	1,5139	6	2	4
3,579	20,1	3,577	1	0	4	2,0618	0,4	2,0608	1	5	2	1,4840	1,1	1,4844	0	8	1
3,445	11,7	3,445	2	2	0	2,0224	0,2	2,0220	2	3	5	1,4491	0,4	1,4490	2	6	5
3,235	1,1	3,232	1	3	1	2,0112	0,2	2,0133	0	5	4	1,4181	0,2	1,4183	4	4	6
3,176	3,1	3,174	0	2	4	1,9368	0,3	1,9352	2	1	7	1,4140	0,4	1,4149	5	4	4
3,030	1,1	3,028	3	1	2	1,9104	1,4	1,9109	5	2	0	1,4025	3,4	1,4036	4	1	9
2,927	28,6	2,926	4	0	1	1,8687	2,7	1,8676	5	0	5	1,3252	1,7	1,3259	9	0	0
2,908	4,4	2,909	0	1	5	1,8521	0,7	1,8519	0	1	8	1,3121	0,7	1,3112	7	2	5
2,882	16,9	2,883	2	1	4	1,8052	4,2	1,8032	4	1	6	1,3077	1,5	1,3088	8	1	4
2,836	1,5	2,837	2	2	3	1,7688	1,0	1,7685	6	1	2						



Obr. 6. Krystal gmelinitu-Ca porostlý krystaly chabazitu-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 0,6 mm, foto L. Váchová.

Fig. 6. Crystal of gmelinite-Ca overgrown by crystals of chabazite-Ca from the Zámecký vrch hill, FOV 0.6 mm, photo L. Váchová.



Obr. 7. Graf obsahů K vs Ca (apfu) pro chabazit ze Zámeckého vrchu.

Fig. 7. Graph K vs Ca (apfu) contents for chabazite from the Zámecký vrch hill.

Tabulka 5. Parametry základní cely chabazitu (pro trigonální prostorovou grupu $R\bar{3}m$).

Table 5. Unit-cell parameters of chabazite (for trigonal space group $R\bar{3}m$).

		a [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	13,7795(17)	14,997(3)	2466,0(6)
Malý Semerink	PAULIŠ <i>et al.</i> (2025b)	13,7987(9)	15,1105(16)	2491,6(3)
Bernartice	SEJKORA <i>et al.</i> (2023)	13,8055(12)	14,967(2)	2470,4(5)
Soutěšky	PAULIŠ <i>et al.</i> (2021b)	13,824(6)	15,0094(4)	2483,9(8)
Poustevna	PAULIŠ <i>et al.</i> (2019)	13,8088(4)	15,0395(3)	2482,5(7)
Zaječí vrch	PAULIŠ <i>et al.</i> (2019)	13,819(6)	15,0186(3)	2483,7(8)
Tachov	PAULIŠ <i>et al.</i> (2017)	13,833(8)	15,0213(3)	2490(1)
Chibiny	YAKUBOVICH <i>et al.</i> (2005)	13,831(3)	15,023(5)	2488,83

Tabulka 6. Chemické analýzy chabazitu ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 6. Chemical analyses of chabazite from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na ₂ O	0,10	0,05	0,10	0,10	0,11	0,18	0,14	0,04	0,13	0,06
K ₂ O	6,69	7,35	8,48	5,85	5,33	5,97	6,33	6,07	6,66	6,37
CaO	7,32	7,33	7,06	7,33	7,61	7,51	7,13	7,56	7,37	7,25
BaO	0,19	0,33	0,25	0,11	0,14	0,08	0,22	0,12	0,08	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,55	0,73	0,80	0,75	0,86	0,78	0,74
Al ₂ O ₃	20,09	20,66	20,81	16,57	16,86	17,72	17,17	16,57	16,28	16,59
SiO ₂	51,28	50,28	50,11	51,23	50,72	49,98	48,96	48,63	48,57	48,86
H ₂ O*	22,60	22,45	22,51	21,56	21,44	21,56	21,08	20,85	20,78	20,89
Total	108,27	108,45	109,32	103,30	102,94	103,80	101,78	100,70	100,65	100,76
Na	0,031	0,015	0,031	0,032	0,036	0,058	0,047	0,012	0,044	0,021
K	1,486	1,498	1,728	1,253	1,141	1,271	1,378	1,335	1,471	1,399
Ca	1,248	1,258	1,209	1,319	1,368	1,343	1,303	1,397	1,367	1,338
Ba	0,011	0,021	0,015	0,007	0,009	0,005	0,014	0,008	0,005	0,000
Sr	0,000	0,000	0,000	0,053	0,071	0,070	0,074	0,086	0,078	0,073
Al	3,769	3,901	3,919	3,279	3,335	3,485	3,454	3,369	3,323	3,367
Si	8,164	8,056	8,008	8,603	8,510	8,340	8,357	8,390	8,410	8,414
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0,68	0,68	0,67	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,72	0,71

mean - průměr 10 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 24 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

mean - average of 10 point analyses; empirical formula was calculated on the base 24 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 12 H₂O.

V nárůstech na gmelinitu-Ca byl při studiu na elektronovém mikroanalyzátoru zjištěn chabazit-Ca s výrazně nižším zastoupení K (zelené body na obr. 7). Je chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Sr, Ba, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec chabazitu-Ca (tab. 7) (průměr 6 bodových analýz) je na bázi 24 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{2,16}K_{0,64}Sr_{0,10}Na_{0,10}Ba_{0,01})(Al_{4,89}Si_{7,02}O_{24}) \cdot 12 H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca (2,01–2,25 *apfu*) v kationtové složce chabazitu-Ca je zastoupen i K (0,46–0,90 *apfu*), v menší míře pak Sr (0,09–0,11 *apfu*). Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0,59$ chabazitu-Ca ze Zámeckého vrchu je ve spodní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Nejzajímavějším zeolitem zjištěným na Zámeckého vrchu je **gmelinit-Ca**. Jde obecně o řídce se vyskytující zeolit, který byl v ČR identifikován pouze v Dobraně u Dobrně; gmelinit-Na je uváděn z Břidličného vrchu u Dolních Záležel a gmelinit-K z Jedlky u Benešova nad Ploučnicí (PAULIŠ 2021). Gmelinit-Ca na Zámeckém vrchu tvoří většinou drobné bezbarvé až bělavé hexagonální, krátce sloupcovité krystaly oboustranně zakončené plochami pyramidy a malou plochou báze (obr. 8–10). Krystaly cvočkového tvaru s minimálně vyvinutými prizmatickými plochami jsou vzácnější. Prizmatické plochy jsou výrazně horizontálně rýhované, což může způsobit pravidelné střídání pyramidálních a prizmatických ploch gmelinitu. Na krystalech gmelinitu-Ca jsou patrné četné drobné nárůsty chabazitových klenců. Podle jemného rýhování ploch do tvaru širšího „V“ jde o kontaktní dvojčata. Krystaly chabazitu-Ca jsou většinou menší než gmelinit, většinou jsou posazeny na špičku ploch pyramidy (obr. 11) a často jde o zákonité nárůsty (jeden z rohů klence se kryje se špičkou pyramidy). Velice drobné nárůsty chabazitu-Ca se při prohlížení dutinek přímo na lokalitě makroskopicky projevují jako „námraza“ na povrchu gmelinitu.

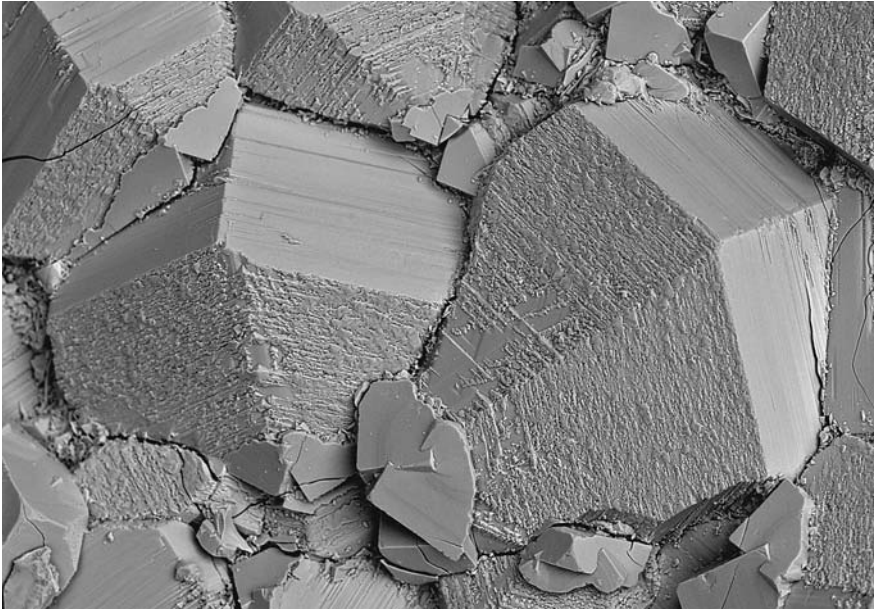
Tabulka 7. Chemické analýzy chabazitu-Ca narůstajícího na gmelinit-Ca ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 7. Chemical analyses of chabazite-Ca growing on gmelinite-Ca from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6
Na ₂ O	0,28	0,28	0,36	0,12	0,34	0,31	0,29
K ₂ O	2,86	3,84	2,00	3,34	2,91	2,79	2,25
CaO	11,44	11,35	11,23	11,34	11,76	11,16	11,78
SrO	0,95	1,00	0,84	1,15	0,90	0,97	0,83
BaO	0,12	0,00	0,15	0,16	0,15	0,15	0,09
Al ₂ O ₃	23,58	23,15	23,51	24,06	22,71	24,44	23,59
SiO ₂	39,88	37,63	37,92	41,23	40,68	42,59	39,24
H ₂ O*	20,45	19,70	19,73	21,07	20,52	21,45	20,18
total	99,56	96,95	95,74	102,47	99,97	103,86	98,25
Na	0,095	0,099	0,127	0,039	0,116	0,101	0,101
K	0,643	0,895	0,464	0,726	0,651	0,597	0,512
Ca	2,157	2,221	2,194	2,151	2,209	2,006	2,250
Sr	0,097	0,106	0,089	0,114	0,092	0,095	0,086
Ba	0,008	0,000	0,011	0,010	0,010	0,010	0,006
Al	4,891	4,982	5,053	4,842	4,692	4,832	4,957
Si	7,017	6,872	6,915	7,040	7,132	7,145	6,995
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0,59	0,58	0,58	0,59	0,60	0,60	0,59

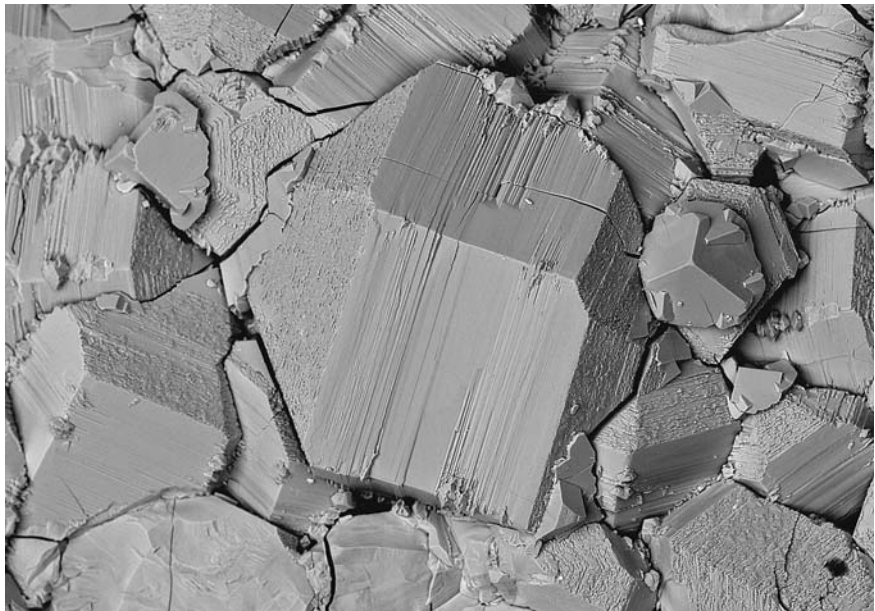
mean - průměr 6 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 24 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

mean - average of 6 point analyses; empirical formula was calculated on the base 24 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 12 H₂O.



Obr. 8. Rýhované krystaly gmelinitu-Ca s drobnými klenci chabazitu-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 0,8 mm, foto L. Váchová.

Fig. 8. Striated crystals of gmelinite-Ca with small rhombohedra of chabazite-Ca from the Zámecký vrch hill, FOV 0.8 mm, photo L. Váchová.

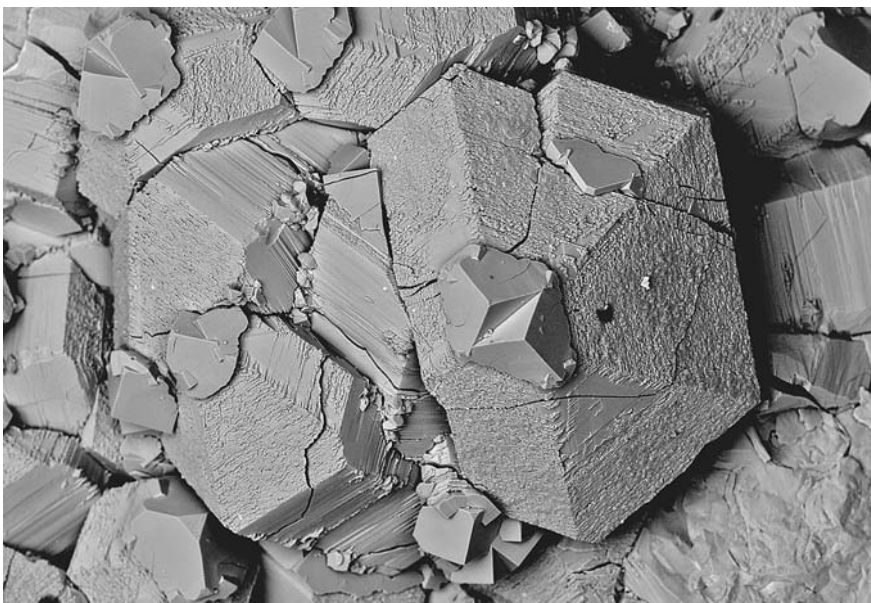


Obr. 9. Rýhované krystaly gmelinitu-Ca s drobnými klenci chabazitu-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 1,2 mm, foto L. Váchová.

Fig. 9. Striated crystals of gmelinite-Ca with small rhombohedra of chabazite-Ca from the Zámecký vrch hill, FOV 1.2 mm, photo L. Váchová.



Obr. 10. Krystal gmelinitu-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 1,2 mm, foto V. Betz.
Fig. 10. Gmelinite-Ca crystal from Zámecký vrch hill, FOV 1.2 mm, photo V. Betz.



Obr. 11. Rýhované krystaly gmelinitu-Ca s drobnými klenci chabazitu-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 1,2 mm, foto L. Váchová.
Fig. 11. Striated crystals of gmelinite-Ca with small rhombohedra of chabazite-Ca from the Zámecký vrch hill, FOV 1.2 mm, photo L. Váchová.

Gmelinit-Ca se na lokalitě nachází většinou v malých nenápadných plochých čočkovitých až mandlovitých dutinkách o velikosti do 5 mm (vzácněji do 1 cm). Obvykle v nich vytváří bohatý až souvislý povrch složený z krystalů velikosti do 0,5 mm, vzácněji až do 1 mm. Vzácnější, dobře jednotlivě vyvinuté a omezené krystaly gmelinitu-Ca, bez nápadných nárůstů chabazitu, dosahují velikosti až 1,5 mm. Kromě chabazitu-Ca se v dutinách nachází již jen phillipsit-Ca. Krystaly gmelinitu bývají často polámané a dutinky vysypané. Nalezen byl na severním okraji výchozu východního výskytu.

Rentgenová prášková data gmelinitu-Ca (tab. 8) odpovídají publikovaným údajům pro tento minerál i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (SACERDOTI *et al.* 1995). Zjištěné rozdíly v hodnotách intenzit jednotlivých difrakčních maxim jsou vyvolané minimálním množstvím materiálu dostupného pro experiment a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely studovaného gmelinitu-Ca jsou v tabulce 9 porovnané s publikovanými údaji pro Ca-, Na- a K-dominantní gmelinit. Kationtovou výměnou připravené takřka čisté krajní členy vykazují zřetelné snížení hodnot parametru *a* a zvýšení hodnot parametru *c* v řadě Ca→Na→K (SACERDOTI *et al.* 1995); hodnoty parametrů přírodních členů jsou však výrazně ovlivněny i obsahy dalších kationtů vedle dominantního prvku (tab. 9).

Tabulka 8. Rentgenová prášková data gmelinitu-Ca ze Zámeckého vrchu.

Table 8. X-ray powder diffraction data of gmelinite-Ca from the Zámecký vrch hill.

<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>
11,931	45,9	11,888	1	0	0	2,2848	7,0	2,2878	3	3	0
7,744	22,6	7,718	1	0	1	2,0861	14,4	2,0856	3	3	2
6,870	14,3	6,863	1	1	0	2,0587	1,9	2,0585	4	1	3
5,952	7,0	5,944	2	0	0	1,9460	2,4	1,9451	5	0	3
5,136	21,5	5,129	2	0	1	1,9038	3,3	1,9036	5	2	0
4,498	17,5	4,493	2	1	0	1,8733	3,1	1,8714	4	2	3
4,112	100,0	4,108	2	1	1	1,8150	5,0	1,8138	4	1	4
3,433	12,9	3,432	2	2	0	1,7845	2,8	1,7846	6	1	1
3,297	3,9	3,297	3	1	0	1,7341	1,8	1,7348	5	0	4
2,973	32,0	2,972	4	0	0	1,7156	3,7	1,7158	4	4	0
2,942	7,2	2,940	2	0	3	1,6986	1,9	1,6990	3	3	4
2,853	42,2	2,852	4	0	1	1,5981	10,1	1,5978	6	1	3
2,704	26,9	2,702	2	1	3	1,4821	2,6	1,4819	6	2	3
2,634	2,7	2,634	3	2	1	1,4705	3,1	1,4699	4	0	6
2,593	10,4	2,594	4	1	0	1,4176	1,5	1,4168	4	1	6
2,3104	4,2	2,3097	4	1	2	1,3881	3,8	1,3880	5	4	3

Tabulka 9. Parametry základní cely gmelinitu (pro hexagonální prostorovou grupu $P6_3/mmc$).

Table 9. Unit-cell parameters of gmelinite (for hexagonal space group $P6_3/mmc$).

	EC		<i>a</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
Zámecký vrch	Ca	tato práce	13,7267(17)	10,148(2)	1655,9(3)
Montecchio Maggiore	Ca	SACERDOTI <i>et al.</i> (1995)	13,805(2)	9,974(3)	1646,1(5)
Queensland	Ca*	SACERDOTI <i>et al.</i> (1995)	13,844(3)	9,811(3)	1628,4(7)
San Giorgio Perlina	Ca*	SACERDOTI <i>et al.</i> (1995)	13,833(2)	9,793(2)	1623,0(5)
Queensland	Na	SACERDOTI <i>et al.</i> (1995)	13,756(1)	10,064(1)	1649,1(2)
Montecchio Maggiore	Na*	SACERDOTI <i>et al.</i> (1995)	13,772(2)	10,080(2)	1655,8(5)
San Giorgio Perlina	Na*	SACERDOTI <i>et al.</i> (1995)	13,765(3)	10,068(3)	1652,1(7)
San Giorgio Perlina	K	SACERDOTI <i>et al.</i> (1995)	13,685(1)	10,263(1)	1664,9(2)
Jedlka	K	PAULIS <i>et al.</i> (2021a)	13,795(19)	9,811(6)	1616,8(3)
Montecchio Maggiore	K*	SACERDOTI <i>et al.</i> (1995)	13,718(2)	10,293(4)	1677,3(8)

EC - dominantní vyměnitelný kationt; *vzorky připravené kationtovou výměnou
EC - dominant extra-framework cation; *cation exchanged samples.

V BSE obraze je gmelinit-Ca chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Na, K, Sr a Ba; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec gmelinitu-Ca (tab. 10) (průměr 6 bodových analýz) je na bázi 48 kyslíků možno vyjádřit jako $(\text{Ca}_{2,41}\text{Na}_{1,50}\text{K}_{1,33}\text{Sr}_{0,05}\text{Ba}_{0,01})(\text{Al}_{7,88}\text{Si}_{16,17}\text{O}_{48}) \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$. Vedle dominantního obsahu Ca (2,33–2,54 *apfu*) byly ve gmelinitu-Ca v poměrně vysokém podílu zjištěny Na (1,12–2,09 *apfu*) a K (1,25–1,90 *apfu*). Vedle toho jsou v kationtové složce zastoupeny v malém množství Sr (0,02–0,08 *apfu*) a Ba (0,00–0,02 *apfu*). Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,67$ gmelinitu-Ca ze Zámeckého vrchu je v dolní hranici rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Poměrně hojným minerálem je také **natrolit**. Velikostí a vývojem však nedosahuje úrovně vzorků z jiných známějších lokalit Českého středohoří. Vyskytuje se v dutinách o rozměrech do 3 cm, vzácně až 5 cm. Dutiny často zcela vyplňuje. Tvoří dlouze jehlicovité krystaly až 15 mm dlouhé (obr. 12–14). Většinou jsou bělavé, čiré, nažloutlé a ve větších dutinách až hnědavé. Jehlice natrolitu narůstají v dutinách na phillipsit-Ca, častější jsou jeho zákonité srůsty s gonnarditem (obr. 15) či thomsonitem-Ca.

Tabulka 10. Chemické analýzy gmelinitu-Ca ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 10. Chemical analyses of gmelinite-Ca from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6
Na ₂ O	2,34	3,26	2,28	2,56	2,17	1,71	2,02
K ₂ O	3,17	3,20	2,99	3,00	3,35	3,15	3,36
CaO	6,79	6,72	6,90	6,49	6,92	6,99	6,74
SrO	0,25	0,30	0,21	0,22	0,44	0,23	0,11
BaO	0,07	0,18	0,04	0,05	0,00	0,13	0,00
Al ₂ O ₃	20,23	20,50	20,20	20,91	19,94	19,02	20,80
SiO ₂	48,93	48,35	49,43	47,07	50,34	48,25	50,17
H ₂ O*	19,96	20,01	20,09	19,60	20,32	19,44	20,41
total	101,74	102,52	102,14	99,90	103,48	98,92	103,60
Na	1,501	2,084	1,452	1,671	1,366	1,125	1,266
K	1,334	1,347	1,251	1,286	1,897	1,362	1,386
Ca	2,405	2,373	2,426	2,340	2,407	2,540	2,334
Sr	0,048	0,057	0,039	0,042	0,082	0,045	0,021
Ba	0,010	0,024	0,006	0,006	0,000	0,016	0,000
Al	7,880	7,966	7,815	8,296	7,631	7,604	7,923
Si	16,170	15,938	16,228	15,844	16,343	16,371	16,216
H ₂ O	22	22	22	22	22	22	22
T_{Si}	0,67	0,67	0,67	0,66	0,68	0,68	0,67

mean - průměr 8 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 48 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 22 H₂O.

mean - average of 8 point analyses; empirical formula was calculated on the base 48 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 22 H₂O.



Obr. 12. Thomsonit-Ca s jehlicovitými krystaly natrolitu ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 20 mm, foto B. Bureš.

Fig. 12. Thomsonite-Ca with acicular crystals of natrolite from the Zámecký vrch hill, FOV 20 mm, photo B. Bureš.



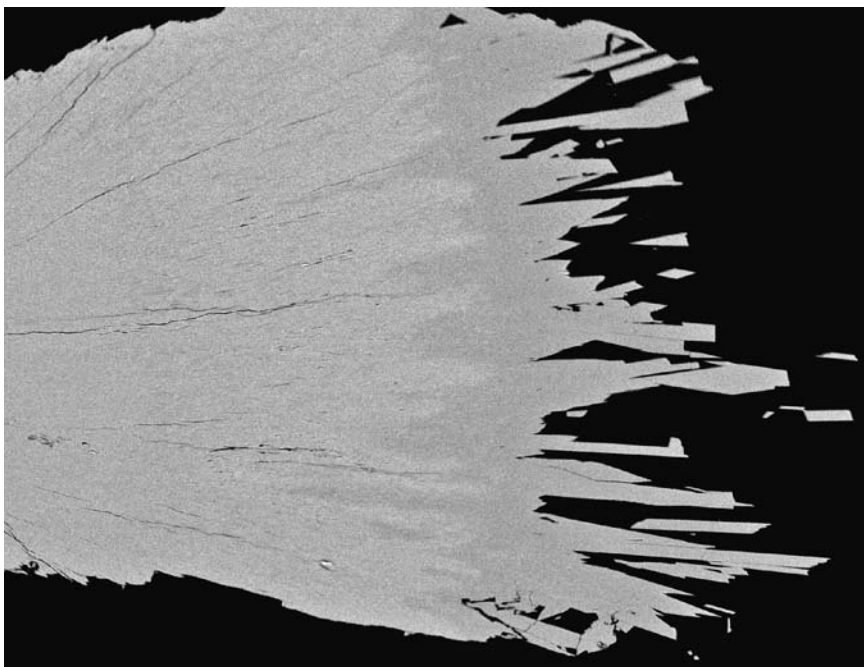
Obr. 13. Jehlicovité krystaly natrolitu narůstající na agregáty gonnarditu ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 12 mm, foto B. Bureš.

Fig. 13. Acicular crystals of natrolite growing on gonnardite aggregates from the Zámecký vrch hill, FOV 12 mm, photo B. Bureš.



Obr. 14. Dutina s jehlicovitými krystaly natrolitu narůstajícími na agregáty gonnarditu ze Zámeckého vrchu, velikost vzorku 6 × 4 cm, foto B. Bureš.

Fig. 14. Cavity with acicular crystals of natrolite growing on gonnardite aggregates from Zámecký vrch hill, sample size 6 × 4 cm, photo B. Bureš.



Obr. 15. Jehlicovité krystaly natrolitu (šedý) narůstající na gonnardit (světle šedý) ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 2,1 mm, BSE foto Z. Dolníček.

Fig. 15. Acicular crystals of natrolite (grey) growing on gonnardite (light grey) from the Zámecký vrch hill, FOV 2.1 mm, BSE photo Z. Dolníček.

Experimentální rentgenová prášková data natrolitu (tab. 11) dobře odpovídají publikovaným hodnotám pro tento minerál i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (ALBERTI *et al.* 1995), jen pozorované intenzity difrakčních maxim jsou výrazně ovlivněny přednostní orientací preparátu vyvolanou dokonalou štěpností podle [110] a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely natrolitu ze Zámeckého vrchu jsou v tabulce 12 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerál. V BSE obraze je natrolit chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec natrolitu (tab. 13) (průměr 9 bodových analýz) je na bázi 10 kyslíků možno vyjádřit $(\text{Na}_{1,96}\text{Ca}_{0,04})(\text{Al}_{2,02}\text{Si}_{3,02}\text{O}_{10}) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. Natrolit obsahuje v kationtové složce vedle dominantního obsahu Na pouze minoritní zastoupení Ca (0,01–0,06 *apfu*). Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,60$ natrolitu ze Zámeckého vrchu je ve střední části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Gonnardit byl zjištěn pouze ve srůstech s natrolitem (obr. 13–14). Tvoří paprscitě agregáty šedavé až bělavé barvy 2 až 4 mm silné, které souvisle pokrývají stěny dutin. Vždy na gonnarditu narůstají kontrastně čiré jehlicovité krystaly natrolitu. Přechod gonnarditu a natrolitu je ostře ohraničen (obr. 15). Vzorky srůstu těchto dvou minerálů jsou na lokalitě charakteristické a velmi dobře odlišitelné od samostatně se vyskytujících natrolitu či srůstů natrolitu a thomsonitu-Ca. Srůsty jsou při makroskopickém pozorování podobné cowlesitu, při mikroskopickém pozorování jsou však jasně patrné natrolitové sloupečky čtvercového průřezu ukončené nízkou pyramidou, které nelze s cowlesitem zaměnit. Poměr výšky gonnarditu a natrolitu je cca 1:1. Jen výjimečně přesahuje délka natrolitových krystalů vrstvu gonnarditu. Dutiny natrolitu s gonnarditem mají většinou rozměry do 1 cm, vzácněji do 3 cm. Poměrně časté jsou v severní části hlavního výskytu.

Tabulka 11. Rentgenová prášková data natrolitu ze Zámeckého vrchu.

Table 11. X-ray powder diffraction data of natrolite from the Zámecký vrch hill.

$d_{\text{obs.}}$	$I_{\text{obs.}}$	$d_{\text{calc.}}$	h	k	l	$d_{\text{obs.}}$	$I_{\text{obs.}}$	$d_{\text{calc.}}$	h	k	l
6,542	100,0	6,533	2	2	0	2,848	21,8	2,847	5	3	1
5,895	21,8	5,885	1	1	1	2,582	1,8	2,581	2	4	2
4,662	23,6	4,658	0	4	0	2,4459	5,3	2,4460	1	7	1
4,588	13,3	4,582	4	0	0	2,4124	4,4	2,4130	7	1	1
4,391	11,6	4,389	1	3	1	2,3291	2,7	2,3290	0	8	0
4,361	12,4	4,357	3	1	1	2,1944	2,2	2,1943	2	6	2
4,154	44,5	4,153	2	4	0	2,1773	12,9	2,1783	6	2	2
4,113	24,9	4,112	4	2	0	1,8806	2,2	1,8826	1	5	3
3,267	9,8	3,267	4	4	0	1,8087	1,8	1,8079	3	5	3
3,195	11,6	3,194	1	5	1	1,7964	2,7	1,7960	7	7	1
3,159	10,7	3,157	5	1	1	1,7256	8,0	1,7260	4	10	0
2,945	8,4	2,942	2	2	2	1,7050	2,7	1,7057	10	4	0
2,865	32,9	2,865	3	5	1	1,4632	2,2	1,4635	8	8	2

Tabulka 12. Parametry základní cely natrolitu (pro ortorombickou prostorovou grupu *Fdd2*).

Table 12. Unit-cell parameters of natrolite (for orthorhombic space group *Fdd2*).

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	18,330(4)	18,632(4)	6,5911(19)	2251,0(7)
Tvedalen	TOMAN <i>et al.</i> (2017)	18,330(6)	18,582(5)	6,584(2)	2242,6(9)
Lugar da Nave	TOMAN <i>et al.</i> (2017)	18,341(5)	18,570(4)	6,586(3)	2243,3(9)
Palagonia	ALBERTI <i>et al.</i> (1995)	18,347(7)	18,561(4)	6,587(4)	2243,1
Uzabanya NaI	KROGH ANDERSEN <i>et al.</i> (1990)	18,305(3)	18,632(3)	6,589(2)	2247,2
Uzabanya NaII	KROGH ANDERSEN <i>et al.</i> (1990)	18,372(2)	18,576(2)	6,606(3)	2254,5
Uzabanya NaIII	KROGH ANDERSEN <i>et al.</i> (1990)	18,367(2)	18,583(1)	6,599(3)	2252,3

Rentgenová prášková data gonnarditu (tab. 14) odpovídají publikovaným údajům pro tento minerál i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (ARTIOLI a GALLI 1999). Zjištěné zřetelné rozdíly v hodnotách intenzit jednotlivých difrakčních maxim jsou vyvolané minimálním množstvím materiálu dostupného pro experiment a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 15 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerál. V BSE obraze je gonnardit chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec gonnarditu (tab. 16) (průměr 8 bodových analýz) je na bázi 40 kyslíků možno vyjádřit jako $(\text{Na}_{2,87}\text{Ca}_{2,66})(\text{Al}_{8,87}\text{Si}_{11,30}\text{O}_{40}) \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$. Gonnardit obsahuje v kationtové složce pouze dominantní obsahy Na (2,44–3,58 *apfu*) a Ca (2,39–2,89 *apfu*) bez dalších prvků. Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,56$ gonnarditu ze Zámeckého vrchu je v horní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Tabulka 13. Chemické analýzy natrolitu ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 13. Chemical analyses of natrolite from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Na ₂ O	15,53	17,13	15,91	15,31	14,79	14,99	15,92	15,15	15,40	15,17
CaO	0,63	0,15	0,78	0,82	0,96	0,75	0,18	0,81	0,77	0,50
Al ₂ O ₃	29,01	29,42	29,47	28,36	28,01	29,43	28,90	29,01	29,72	28,74
SiO ₂	51,03	51,42	50,16	50,93	50,81	51,32	51,95	50,36	50,77	51,54
H ₂ O*	10,14	10,29	10,11	10,04	9,98	10,21	10,23	10,05	10,19	10,14
total	106,34	108,41	106,43	105,46	104,55	106,70	107,18	105,38	106,85	106,09
Na	1,955	1,935	1,829	1,772	1,772	1,707	1,809	1,752	1,733	1,727
Ca	0,040	0,009	0,048	0,052	0,061	0,047	0,011	0,052	0,048	0,031
Al	2,022	2,020	2,059	1,971	1,983	2,038	1,996	2,040	2,062	1,991
Si	3,018	2,996	2,973	3,040	3,052	3,015	3,044	3,005	2,989	3,030
H ₂ O	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
T _{Si}	0,60	0,60	0,59	0,61	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

mean - průměr 9 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 10 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 2 H₂O.

mean - average of 9 point analyses; empirical formula was calculated on the base 10 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 2 H₂O.

Tabulka 14. Rentgenová prášková data gonnarditu ze Zámeckého vrchu.

Table 14. X-ray powder diffraction data of gonnardite from the Zámecký vrch hill.

<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>
6,666	81,0	6,654	2	0	0	2,3192	3,7	2,3129	5	2	1
5,899	23,1	5,891	1	0	1	2,2173	14,1	2,2179	6	0	0
4,710	100,0	4,705	2	2	0	1,9818	1,1	1,9815	5	4	1
4,421	14,9	4,411	2	1	1	1,9625	0,7	1,9636	3	0	3
4,211	35,0	4,208	3	1	0	1,8985	1,1	1,8991	6	3	1
3,679	1,1	3,676	3	0	1	1,8450	10,4	1,8454	6	4	0
3,329	4,8	3,327	4	0	0	1,8250	5,2	1,8262	7	0	1
3,223	12,6	3,218	3	2	1	1,7466	10,8	1,7474	7	3	0
3,109	6,7	3,101	1	1	2	1,6469	3,3	1,6493	6	5	1
2,977	13,8	2,976	4	2	0	1,6331	3,0	1,6330	5	5	2
2,946	9,7	2,945	2	0	2	1,6133	2,6	1,6138	8	2	0
2,900	49,8	2,897	4	1	1	1,6008	2,2	1,6008	8	1	1
2,610	8,9	2,610	5	1	0	1,4859	4,8	1,4840	8	0	2
2,582	1,5	2,589	3	1	2	1,4693	2,2	1,4702	6	3	3
2,4682	8,6	2,4668	4	3	1	1,4422	1,1	1,4425	9	0	1

Tabulka 15. Parametry základní cely gonnarditu pro tetragonální prostorovou grupu *I-42d*.Table 15. Unit-cell parameters of gonnardite for tetragonal space group *I-42d*.

		<i>a</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	13,308(3)	6,570(4)	1163,4(8)
Libá u Chebu	PAULIŠ <i>et al.</i> (2020b)	13,221(8)	6,6222(6)	1157,4(8)
Lugar da Nave	TOMAN <i>et al.</i> (2017)	13,204(9)	6,6292(4)	1156(1)
Mont Saint-Hilaire	LEE <i>et al.</i> (2005)	13,1988(1)	6,6288(1)	1154,8
Puy-de-Dôme	ARTIOLI a GALLI (1999)	13,2670(4)	6,6023(6)	1162,09
Mont Saint-Hilaire	EVANS <i>et al.</i> (2000)	13,197(7)	6,630(9)	1154(1)
Tvedalen	ARTIOLI a TORRES SALVADOR (1991)	13,2163(3)	6,6233(4)	1156,9
Aci Castello	ARTIOLI a TORRES SALVADOR (1991)	13,1252(3)	6,6219(4)	1140,8
Palagonia	ARTIOLI a TORRES SALVADOR (1991)	13,1944(6)	6,6116(7)	1151,0
Maze	ARTIOLI a TORRES SALVADOR (1991)	13,2580(6)	6,6054(6)	1161,1

Tabulka 16. Chemické analýzy gonnarditu ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 16. Chemical analyses of gonnardite from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8
Na ₂ O	5,86	5,21	5,45	5,14	5,11	4,94	6,44	7,55	7,00
CaO	9,80	9,54	10,39	10,19	10,42	10,07	9,33	9,12	9,37
Al ₂ O ₃	29,75	27,68	29,99	29,09	29,49	29,75	29,33	31,09	31,59
SiO ₂	44,65	47,30	43,62	41,93	43,19	44,44	46,98	45,75	43,98
H ₂ O*	14,22	14,28	13,60	13,60	13,91	14,13	14,58	14,71	14,45
total	104,28	104,01	103,05	99,95	102,12	103,33	106,56	108,22	106,39
Na	2,874	2,545	2,697	2,635	2,561	2,439	3,082	3,580	3,378
Ca	2,658	2,574	2,842	2,888	2,888	2,748	2,468	2,389	2,500
Al	8,873	8,218	9,023	9,070	8,990	8,931	8,533	8,961	9,270
Si	11,298	11,913	11,137	11,092	11,172	11,318	11,596	11,189	10,951
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0,56	0,59	0,55	0,55	0,55	0,56	0,58	0,56	0,54

mean - průměr 8 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 40 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

mean - average of 8 point analyses; empirical formula was calculated on the base 40 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 12 H₂O.

Dalším poměrně častým zeolitem z natrolitové skupiny, který byl na lokalitě zjištěn je **thomsonit-Ca**. Vyskytuje se ve všech částech hlavního výskytu a v drobných skalkách severně od něho. Většinou netvoří výrazné ukázky, jen vzácně dosahují jeho agregáty rozměru 10 mm. Zajímavý je však variabilitou svého vzhledu. Časté jsou jeho téměř hladké kulovité agregáty o velikosti do 7 mm, vzácněji tvoří hrubší lištovité až 5 mm velké agregáty či spirálovitě stočené agregáty o velikosti do 5 mm. Zajímavou formou jsou jeho zákonitě srostlice s natrolitem (obr. 12), které vyplňují ojediněle až 4 cm velké dutiny. Byl nalezen i v asociaci s lévnyem-Ca a arionitem v drobném výchozu severně od hlavního výchozu v podobě stěbelnatých agregátů. Většinou nasedá na phillipsit-Ca. Je čirý, matně šedavý až nažloutlý, někdy bývá i pokryt hnědými (hydro)oxidy Fe. Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca (tab. 17) odpovídají publikovaným údajům pro tento minerální druh i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (STAHL *et al.* 1990); zjištěné rozdíly v intenzitách difrakčních maxim jsou vyvolány štěpností a dalšími texturními efekty. Zpřes-

něné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 18 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerál. V BSE obraze je thomsonit-Ca chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec thomsonitu-Ca (tab. 19) (průměr 10 bodových analýz) je na bázi 20 kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Ca}_{1,84}\text{Na}_{1,06}(\text{Al}_{4,83}\text{Si}_{5,19}\text{O}_{20}) \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$. Vedle dominantního podílu Ca v kationtové složce thomsonitu-Ca je zastoupen Na (0,94–1,15 *apfu*). Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,52$ thomsonitu-Ca ze Zámeckého vrchu je ve spodní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Méně častým zeolitem lokality je **analcim**. Vyskytuje se vzácně v horních partiích hlavního výskytu. V dutinách o velikosti do 2 cm tvoří charakteristické bezbarvé, až 4 mm velké izometrické deltooidové 24-stěny (obr. 16, 17). Rentgenová prášková data analcimu (tab. 20) dobře odpovídají datům uváděným pro tento minerální druh i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (GATTA *et al.* 2006). Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 21 porovnány s publikovanými údaji. V BSE obraze je analcim chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec analcimu (tab. 22) (průměr 10 bodových analýz) je na bázi 6 kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Na}_{0,98}(\text{Al}_{0,97}\text{Si}_{2,03}\text{O}_6) \cdot \text{H}_2\text{O}$. Vedle dominantního podílu Na je v kationtové složce analcimu ve velmi malém množství zastoupen K. Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,68$ analcimu ze Zámeckého vrchu je v horní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Tabulka 17. Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca ze Zámeckého vrchu.

Table 17. X-ray powder diffraction data of thomsonite-Ca from the Zámecký vrch hill.

$d_{\text{obs.}}$	$I_{\text{obs.}}$	$d_{\text{calc.}}$	h	k	l	$d_{\text{obs.}}$	$I_{\text{obs.}}$	$d_{\text{calc.}}$	h	k	l	$d_{\text{obs.}}$	$I_{\text{obs.}}$	$d_{\text{calc.}}$	h	k	l
9,240	12,1	9,242	1	1	0	2,580	5,0	2,579	1	3	4	1,8700	1,3	1,8699	6	3	2
6,606	9,8	6,605	0	0	2	2,565	6,9	2,566	5	1	0	1,8255	1,0	1,8252	0	4	6
6,544	100,0	6,542	2	0	0	2,561	8,2	2,561	1	5	0	1,8129	11,1	1,8133	6	4	0
6,527	63,4	6,528	0	2	0	2,4414	0,4	2,4417	3	2	4	1,8109	1,9	1,8088	4	1	6
5,897	8,4	5,896	1	0	2	2,4300	7,7	2,4300	3	4	2	1,7985	2,9	1,7986	7	0	2
5,372	1,7	5,374	1	1	2	2,3885	0,6	2,3877	1	5	2	1,7799	1,3	1,7801	5	5	2
4,647	15,3	4,648	2	0	2	2,3244	0,4	2,3240	4	0	4	1,7785	0,4	1,7784	1	7	2
4,621	79,4	4,621	2	2	0	2,3105	3,3	2,3106	4	4	0	1,7529	1,9	1,7529	6	2	4
4,377	13,3	4,376	1	2	2	2,2882	1,5	2,2880	4	1	4	1,7176	8,6	1,7175	7	3	0
4,131	63,9	4,130	1	3	0	2,2790	1,9	2,2797	5	2	2	1,7147	16,3	1,7150	3	7	0
3,946	1,5	3,948	3	1	1	2,2526	8,8	2,2527	3	3	4	1,6518	1,0	1,6512	0	0	8
3,787	1,5	3,786	2	2	2	2,2408	3,8	2,2405	3	5	0	1,6322	2,3	1,6321	0	8	0
3,502	25,5	3,502	1	3	2	2,1892	6,7	2,1894	4	2	4	1,6222	2,9	1,6220	5	6	2
3,272	26,5	3,271	4	0	0			2,1879	2	4	4	1,6131	3,1	1,6130	5	5	4
3,203	5,6	3,202	1	0	4	2,1811	7,9	2,1807	6	0	0	1,5896	1,3	1,5895	6	4	4
3,177	12,6	3,177	2	3	2	2,1765	63,6	2,1761	0	6	0	1,5875	2,1	1,5876	8	0	2
3,080	4,0	3,081	3	3	0	2,1219	3,1	2,1217	3	5	2	1,5841	2,3	1,5844	0	8	2
2,948		2,948	2	0	4	2,0807	1,7	2,0866	2	0	6	1,5731	5,4	1,5730	1	8	2
	10,3	2,947	0	2	4	2,0651	11,9	2,0649	2	6	0	1,4658	3,3	1,4656	8	0	4
2,932	14,9	2,931	4	0	2	2,0452	0,8	2,0452	6	1	2	1,4628	4,4	1,4632	0	8	4
2,920	32,4	2,921	2	4	0	2,0237	0,6	2,0237	1	5	4	1,4601	5,0	1,4604	4	8	0
2,861	19,2	2,860	4	1	2	1,9737	1,3	1,9739	6	2	2	1,4259	2,5	1,4260	4	8	2
2,856	40,6	2,856	1	4	2	1,9562	2,9	1,9567	5	2	4	1,4198	2,3	1,4198	9	0	2
2,792	7,3	2,792	3	3	2	1,9502	1,9	1,9507	5	4	2						
2,675	32,8	2,674	4	2	2	1,8823	1,7	1,8819	3	2	6						

Tabulka 18. Parametry základní cely thomsonitu-Ca (pro ortorombickou prostorovou grupu *Pnca*).

Table 18. Unit-cell parameters of thomsonite-Ca (for orthorhombic space group *Pnca*).

		<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	13,0844(13)	13,0568(13)	13,209(2)	2256,7(3)
Jedlka	PAULIŠ <i>et al.</i> (2025c)	13,1145(17)	13,0783(18)	13,215(2)	2266,6(4)
Bernartice	SEJKORA <i>et al.</i> (2023)	13,108(4)	13,068(3)	13,244(4)	2268,6(9)
Cvikov	PAULIŠ <i>et al.</i> (2023)	13,081(2)	13,045(2)	13,206(2)	2253,5(5)
Soutěský	PAULIŠ <i>et al.</i> (2021b)	13,105(3)	13,053(2)	13,243(3)	2265,5(6)
neznámá lokalita	STAHL <i>et al.</i> (1990)	13,1043(14)	13,0569(18)	13,2463(30)	2266,46
neznámá lokalita	PLUTH <i>et al.</i> (1985)	13,088(2)	13,052(2)	13,229(2)	2259,8

Tabulka 19. Chemické analýzy thomsonitu-Ca ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 19. Chemical analyses of thomsonite-Ca from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na ₂ O	4,09	4,43	3,77	4,26	3,85	4,40	4,52	3,67	4,07	3,79	4,16
CaO	12,87	12,61	12,86	12,85	12,50	12,87	11,80	13,30	13,25	13,35	13,29
Al ₂ O ₃	30,81	30,47	30,63	31,00	29,98	30,72	29,91	31,92	31,39	30,91	31,20
SiO ₂	39,02	39,84	38,84	38,77	38,96	37,87	41,05	38,75	38,58	38,73	38,75
H ₂ O*	14,14	13,62	13,43	13,52	12,98	13,32	13,67	13,65	13,57	13,50	13,58
Total	100,93	100,97	99,53	100,40	98,27	99,18	100,95	101,29	100,86	100,28	100,98
Na	1,056	1,135	0,979	1,099	1,034	1,152	1,153	0,938	1,047	0,978	1,068
Ca	1,835	1,785	1,846	1,832	1,856	1,808	1,663	1,878	1,883	1,906	1,887
Al	4,834	4,744	4,837	4,862	4,896	4,889	4,638	4,959	4,907	4,855	4,873
Si	5,193	5,264	5,204	5,159	5,399	5,114	5,401	5,107	5,116	5,161	5,135
H ₂ O	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
T _{Si}	0,52	0,53	0,52	0,52	0,52	0,51	0,54	0,51	0,51	0,52	0,51

mean - průměr 10 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 20 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 6 H₂O.

mean - average of 10 point analyses; empirical formula was calculated on the base 20 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 6 H₂O.

Tabulka 20. Rentgenová prášková data analcimu ze Zámeckého vrchu.

Table 20. X-ray powder diffraction data of analcime from the Zámecký vrch hill.

$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
5,601	97,2	5,603	2	1	1
4,852	9,4	4,852	2	2	0
3,667	2,2	3,668	3	2	1
3,432	100,0	3,431	4	0	0
2,925	27,0	2,926	3	3	2
2,801	10,5	2,801	4	2	2
2,691	8,2	2,691	4	3	1
2,505	4,8	2,506	5	2	1
2,4253	3,4	2,4260	4	4	0
		2,2262	6	1	1
2,2264	2,6	2,2262	5	3	2
1,9021	6,3	1,9031	6	4	0
1,8674	8,9	1,8675	6	3	3
1,7433	9,8	1,7429	7	3	2
1,7164	2,7	1,7154	8	0	0
1,6888	1,1	1,6892	7	4	1
1,6646	1,0	1,6642	8	2	0
1,6169	0,8	1,6173	6	6	0
1,5955	1,3	1,5953	8	3	1
1,4974	0,4	1,4973	8	4	2
1,4804	1,7	1,4798	9	2	1
1,4626	0,2	1,4629	6	6	4
1,4463	0,2	1,4466	7	5	4

Tabulka 21. Parametry základní cely analcimu (pro kubickou prostorovou grupu $Ia-3d$).

Table 21. Unit-cell parameters of analcime (for cubic space group $Ia-3d$).

		a [Å]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	13,7233(8)	2584,5(4)
Malý Semerink	PAULIŠ <i>et al.</i> (2025b)	13,7271(4)	2586,6(2)
Soutěšky	PAULIŠ <i>et al.</i> (2021b)	13,699(4)	2571,1(8)
Tachov	PAULIŠ <i>et al.</i> (2017)	13,709(6)	2576(1)
Su Marralzu	GATTA <i>et al.</i> (2006)	13,6999(3)	2571,3
Kyklopské ostrovy	FERRARIS <i>et al.</i> (1972)	13,72	2582,6

Tabulka 22. Chemické analýzy analcimu ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 22. Chemical analyses of analcime from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na ₂ O	14,00	13,78	13,45	13,83	14,26	13,86	14,39	13,96	14,29	13,78	14,36
K ₂ O	0,06	0,11	0,07	0,04	0,03	0,08	0,04	0,06	0,07	0,07	0,07
Al ₂ O ₃	22,77	22,70	22,81	22,73	23,03	23,05	22,42	22,45	22,92	22,74	22,90
SiO ₂	56,50	57,31	56,13	56,48	57,32	56,96	55,68	57,17	56,29	56,34	55,33
H ₂ O*	8,34	8,41	8,28	8,32	8,46	8,41	8,24	8,37	8,35	8,31	8,25
total	101,67	102,31	100,74	101,40	103,10	102,35	100,77	102,01	101,92	101,24	100,91
Na	0,976	0,953	0,944	0,966	0,980	0,958	1,015	0,969	0,995	0,964	1,012
K	0,003	0,005	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Al	0,965	0,954	0,974	0,965	0,962	0,969	0,961	0,947	0,970	0,967	0,981
Si	2,031	2,044	2,033	2,034	2,032	2,032	2,025	2,047	2,022	2,033	2,010
H ₂ O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T _{Si}	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67

mean - průměr 10 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 6 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 1 H₂O.

mean - average of 10 point analyses; empirical formula was calculated on the base 6 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 1 H₂O.



Obr. 16. Krystaly analcimu na drobných krystalech philipsitu-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 7,4 mm, foto B. Bureš.

Fig. 16. Analcime crystals on tiny crystals on philipsite-Ca from the Zámecký vrch hill, FOV 7.4 mm, photo B. Bureš.



Obr. 17. Krystaly analcimu na drobných krystalech philipsitu-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 12 mm, foto B. Bureš.

Fig. 17. Analcime crystals on tiny crystals on philipsite-Ca from the Zámecký vrch hill, FOV 12 mm, photo B. Bureš.

Vzácně byl ve vzorcích z hlavního výskytu zjištěn **gismondin-Ca**. Tvoří číré až bělavé pseudooktaedrické krystaly o velikosti do 1 mm, které nasedají na drobný philipsit-Ca. Byl zjištěn v malých (do 1 cm) dutinách na hlavním výskytu Zámeckého vrchu. Experimentální rentgenová prášková data gismondinu-Ca (tab. 23) dobře odpovídají publikovaným hodnotám pro tento minerál i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (ORI *et al.* 2008) co se týká pozice jednotlivých difrakčních maxim. Pozorované rozdíly mezi experimentálními a teoretickými hodnotami intenzit jednotlivých difrakcí jsou vyvolány přednostní orientací preparátu vyplývající ze štěpnosti minerálu a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 24 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerál. V BSE obraze je gismondin-Ca chemicky poměrně homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec gismondinu-Ca (tab. 25) (průměr 5 bodových analýz) je na bázi 8 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{0,95}Na_{0,03}K_{0,01})(Al_{1,93}Si_{2,07}O_8) \cdot 4,5 H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca jsou v kationtové složce gismondinu v malém množství zastoupeny Na (0,02–0,04 *apfu*) a K (0,00–0,02 *apfu*). Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0,52$ gismondinu-Ca ze Zámeckého vrchu je ve střední části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Dalším vzácným zeolitem je **erionit**. Byl zjištěn v dutinách o rozměrech do 1 mm v pravé spodní části hlavního výskytu. Tvoří zde bělavé, jemně vláknité agregáty. Velmi zajímavé ukázky pak byly nalezeny v materiálu ze západního výskytu. Tvoří tu v dutinách o velikosti do 7 mm povlaky tvořené jednotlivými sloupečkovými krystaly. Zajímavostí je jejich ukončení nízkou pyramidou, které je v kontextu jiných lokalit vzácné (obr. 18, 19). Zjištěny zde byly i vzorky s asociací erionitu s mladšími krystaly philipsitu-Ca. Výraznější, ale též ojedinělé, jsou jeho epitaktické nárůsty na krystalech lévynu-Ca (obr. 20), které byly nalezeny v dutinách o velikosti do 1 cm v drobném výchozu severně od hlavního výskytu, v suti jižního svahu i na západním výskytu.

Tabulka 23. Rentgenová prášková data gismondinu-Ca ze Zámeckého vrchu.

Table 23. X-ray powder diffraction data of gismondine-Ca from the Zámecký vrch hill.

$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
9,999	2,8	10,014	1	0	0	3,144	5,9	3,148	1	3	1	2,0795	3,0	2,0787	1	5	0
7,292	100,0	7,287	1	1	0	3,131	31,7	3,130	0	1	3	2,0451	3,3	2,0441	-3	4	1
7,218	16,5	7,214	0	1	1	2,995	9,7	2,995	3	1	1	2,0309	2,7	2,0311	-1	4	3
5,950	3,8	5,939	-1	1	1	2,758	5,3	2,756	2	3	1	2,0102	6,8	2,0104	1	4	3
5,771	7,0	5,771	1	1	1	2,743	40,0	2,742	-3	2	1	1,9682	2,3	1,9681	5	1	0
5,310	1,9	5,312	0	2	0	2,712	18,5	2,711	-1	2	3	1,9328	3,0	1,9326	0	1	5
4,908	59,5	4,913	0	0	2	2,692	34,2	2,691	3	2	1	1,9115	4,2	1,9120	-1	1	5
4,679	9,0	4,673	0	2	1	2,658	17,2	2,662	1	2	3	1,8535	7,0	1,8530	-5	1	2
4,483	3,0	4,485	-1	0	2	2,653	14,4	2,656	0	4	0	1,8217	17,9	1,8218	4	4	0
4,462	10,2	4,460	0	1	2	2,626	2,7	2,626	3	1	2	1,8016	5,6	1,8005	1	2	5
4,269	50,2	4,267	-1	2	1	2,608	5,9	2,609	2	1	3	1,7839	8,1	1,7827	0	5	3
4,205	19,4	4,203	1	2	1	2,563	3,6	2,564	0	4	1	1,7793	23,4	1,7789	2	1	5
4,173	10,2	4,173	-2	1	1	2,518	3,7	2,518	-2	3	2	1,7538	1,9	1,7538	-3	3	4
4,133	8,5	4,132	-1	1	2	2,4996	4,4	2,5034	4	0	0	1,7240	2,6	1,7251	-4	4	2
4,058	10,1	4,056	2	1	1	2,4666	3,1	2,4665	2	3	2	1,7175	3,7	1,7191	-1	6	1
4,019	2,1	4,019	1	1	2	2,4555	8,9	2,4567	0	0	4	1,6679	5,2	1,6690	6	0	0
3,644	9,7	3,644	2	2	0	2,4049	8,9	2,4048	0	3	3	1,6372	17,1	1,6378	0	0	6
3,609	4,9	3,607	0	2	2	2,3878	7,2	2,3875	-4	1	1	1,5796	3,3	1,5802	1	5	4
3,584	14,5	3,581	-2	0	2	2,3361	7,0	2,3366	0	4	2	1,5502	2,5	1,5495	-3	6	1
3,449	9,0	3,450	-2	2	1	2,2732	5,7	2,2724	2	4	1	1,5410	2,8	1,5403	3	6	1
3,431	22,6	3,427	-1	2	2	2,2422	3,4	2,2423	-2	0	4	1,4192	3,4	1,4188	5	4	3
3,335	27,7	3,339	1	3	0	2,1944	4,3	2,1944	4	0	2	1,4135	11,0	1,4132	6	4	0
		3,332	0	3	1	2,1520	1,9	2,1521	3	3	2	1,3942	3,7	1,3941	0	4	6
3,186	50,5	3,184	3	1	0	2,1335	3,1	2,1335	-2	4	2	1,3755	3,0	1,3754	-7	2	1

Tabulka 24. Parametry základní cely gismondinu-Ca (pro monoklinickou prostorovou grupu $P2_1/c$).

Table 24. Unit-cell parameters of gismondine-Ca (for monoclinic space group $P2_1/c$).

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	10,0222(14)	10,6249(15)	9,8352(14)	92,357(18)	1046,41(19)
Soutěšky	PAULIŠ <i>et al.</i> (2021b)	10,0212(13)	10,6298(15)	9,8279(13)	92,15(3)	1045,9(2)
Ballyclare	ORI <i>et al.</i> (2008)	10,0155(5)	10,6051(5)	9,8277(5)	92,409(3)	1042,9(1)
Montalto di Castro	RINALDI, VEZZALINI (1985)	10,0199(4)	10,6373(5)	9,8316(5)	92,561(6)	1046,85
Dolní Zálezly	RINALDI, VEZZALINI (1985)	10,0197(7)	10,6347(7)	9,8323(5)	92,511(7)	1046,69
Hohenberg	FISCHER (1963)	10,02	10,62	9,84	92,42	1046,2

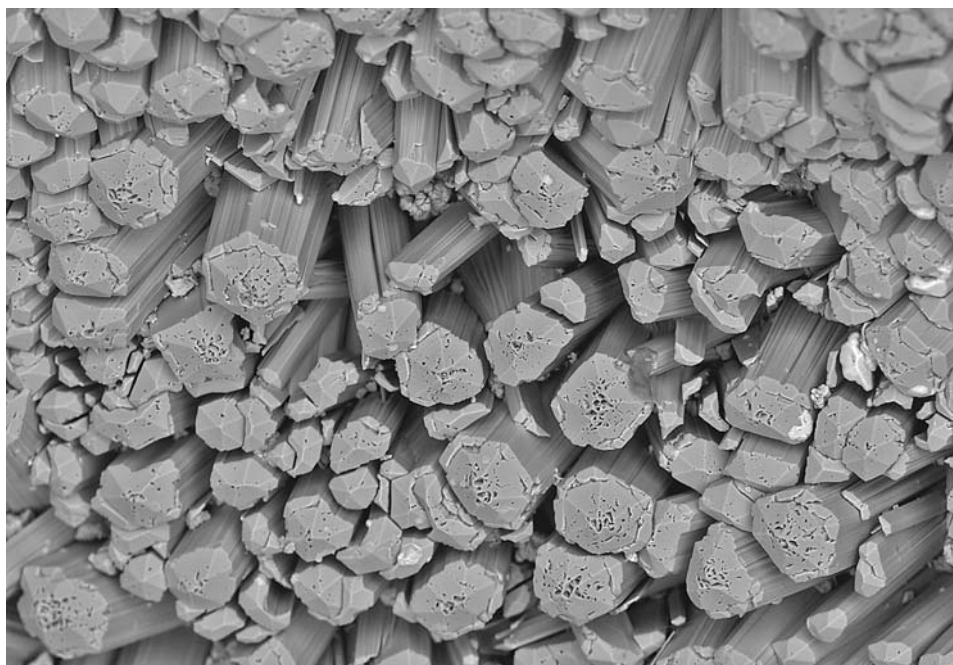
Tabulka 25. Chemické analýzy gismondinu-Ca ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 25. Chemical analyses of gismondine-Ca from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5
Na ₂ O	0,27	0,39	0,22	0,17	0,44	0,14
K ₂ O	0,13	0,09	0,31	0,14	0,05	0,04
CaO	16,70	16,64	16,40	16,58	16,66	17,22
Al ₂ O ₃	30,74	30,58	28,80	30,83	32,14	31,37
SiO ₂	38,99	39,70	38,79	38,77	38,76	38,95
H ₂ O*	25,40	25,60	24,72	25,31	25,93	25,64
total	112,23	113,00	109,24	111,80	113,98	113,36
Na	0,027	0,040	0,023	0,017	0,044	0,015
K	0,009	0,006	0,022	0,010	0,003	0,003
Ca	0,950	0,940	0,959	0,947	0,929	0,971
Al	1,925	1,900	1,853	1,937	2,009	1,946
Si	2,071	2,092	2,118	2,067	2,017	2,050
H ₂ O	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
T _{Si}	0,52	0,52	0,53	0,52	0,51	0,51

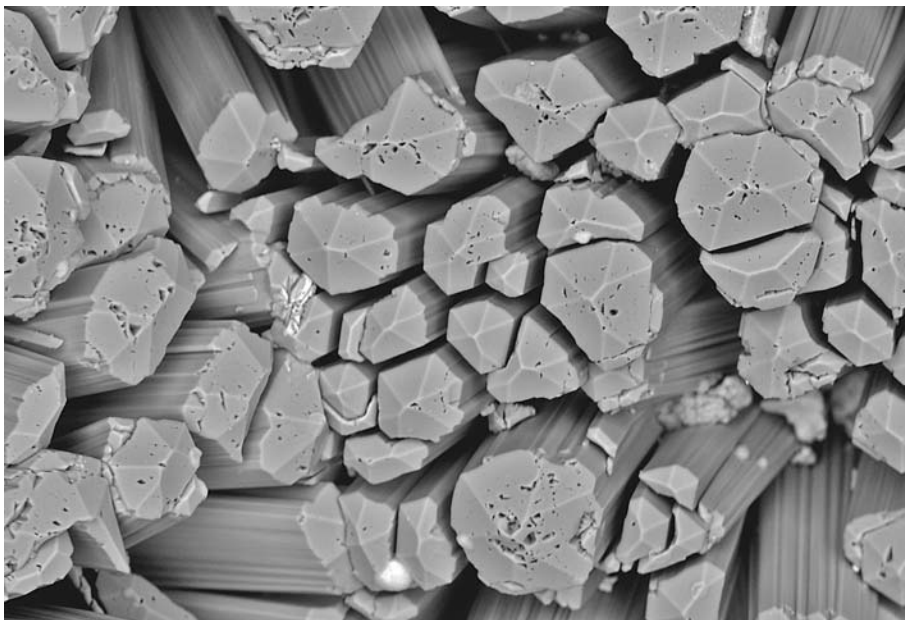
mean - průměr 5 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 8 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 4,5 H₂O.

mean - average of 5 point analyses; empirical formula was calculated on the base 8 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 4.5 H₂O.

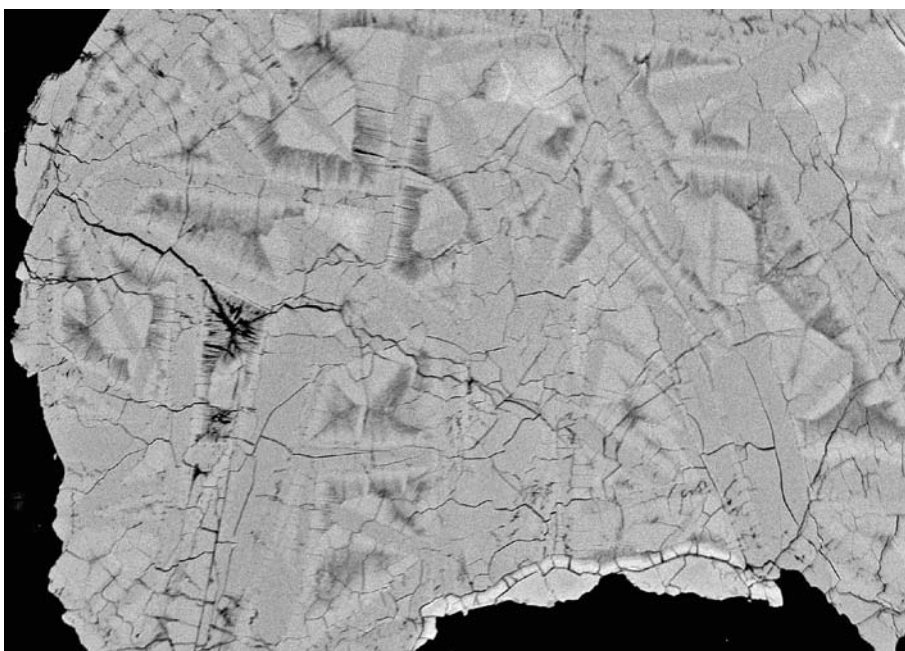


Obr. 18. Krystaly erionitu-Ca srůstajícího s offretitem ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 0,6 mm, foto B. Ekrť.

Fig. 18. Crystals of erionite-Ca growing with offretite from the Zámecký vrch hill, FOV 0.6 mm, photo B. Ekrť.



Obr. 19. Krystaly erionitu-Ca srůstajícího s offretitem ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 0,3 mm, foto B. Ekrť.
Fig. 19. Crystals of erionite-Ca growing with offretite from the Zámecký vrch hill, FOV 0.3 mm, photo B. Ekrť.



Obr. 20. Drobné jehlicovité krystaly erionitu narůstající na tabulkovité krystaly lévynu-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 1,7 mm, BSE foto Z. Dolníček.
Fig. 20. Tiny acicular crystals of erionite growing on tabular crystals of lévynu-Ca from the Zámecký vrch hill, FOV 1.7 mm, BSE photo Z. Dolníček.

Rentgenová prášková data erionitu (tab. 26) odpovídají hodnotám uváděným pro tento minerální druh i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (GUALTIERI *et al.* 1998), experimentálně zjištěné intenzity difrakčních maxim jsou velmi výrazně ovlivněny přednostní orientací preparátu a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 27 porovnány s publikovanými údaji pro tento zeolit. V BSE obraze je erionit ze srůstů s lévynem-Ca chemicky poměrně homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, K, Ca, Sr, Na a Ba; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Chemické složení erionitu je uvedeno v tab. 28. Obsahy K (2,67–4,18 *apfu*) i Ca (3,15–3,45 *apfu*) značně kolísají, v některých analýzách převažuje K, jinde Ca (obr. 21), je zde tedy zastoupen erionit-K i erionit-Ca. Vedle toho jsou v kationtové složce erionitu zastoupeny Sr (0,32–0,41 *apfu*) a malé obsahy Na (0,00–0,18 *apfu*) a Ba (0,01–0,04 *apfu*). Zvýšený obsah Sr byl v erionitu v rámci celé České republiky zjištěn pouze na Jehle u České Kamenice (0,13–0,19 *apfu*) (PAULIŠ *et al.* 2015a), ze zahraničních lokalit v erionitu-Ca z Montecchio Maggiore v Itálii (0,168 *apfu*) (PASSAGLIA *et al.* 1998). Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0,69$ erionitu ze Zámeckého vrchu je při spodní hranici rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Analýzou dalšího vzorku erionit-offretitového vzhledu, který neasociuje s lévynem-Ca, byly zjištěny srůsty erionitu-Ca s offretitem (tab. 29). Rozdíl mezi těmito minerály s téměř identickými strukturními daty a vzhledem definovali GUALTIERI *et al.* (1998) na základě obsahu Mg. Pro poměr $Mg/(Ca+Na)$ pod 0,4 jde o erionit, pro poměr nad 0,4 jde o offretit. V tabulce 29 tedy odpovídají analýzy 1–5 offretitu a analýzy 6–9 erionitu-Ca (obr. 21). **Offretit** v tomto vzorku byl tedy identifikován pouze na základě chemických dat. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0,72$ offretitu je ve střední části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).

Tabulka 26. Rentgenová prášková data erionitu ze Zámeckého vrchu.

Table 26. X-ray powder diffraction data of erionite from the Zámecký vrch hill.

$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
11,538	100,0	11,536	1	0	0	2,607	0,4	2,607	3	2	1
9,165	0,4	9,169	1	0	1	2,517	25,9	2,517	4	1	0
7,543	0,4	7,554	0	0	2	2,4974	2,3	2,4977	3	2	2
6,664	41,9	6,660	1	1	0	2,2202	16,8	2,2201	3	3	0
5,770	47,6	5,768	2	0	0	2,1302	1,2	2,1300	3	3	2
5,390	2,9	5,389	2	0	1	2,1090	0,4	2,1066	3	0	6
5,003	1,0	4,996	1	1	2	2,0945	1,4	2,0946	4	2	2
4,618	0,4	4,615	1	0	3	1,9982	0,8	1,9981	5	1	2
4,583	2,3	4,584	2	0	2	1,9684	0,2	1,9689	5	0	4
4,361	80,2	4,360	2	1	0	1,8471	3,1	1,8473	5	2	0
4,189	4,5	4,189	2	1	1	1,8357	1,4	1,8338	5	0	5
3,846	52,7	3,845	3	0	0	1,7791	0,6	1,7803	4	1	6
3,776	7,4	3,776	2	1	2	1,7593	1,8	1,7592	6	1	0
3,586	2,0	3,590	1	0	4	1,7134	1,8	1,7134	6	1	2
3,428	0,4	3,427	3	0	2	1,6651	18,1	1,6651	4	4	0
3,330	33,9	3,330	2	2	0	1,5998	1,6	1,5998	6	2	0
3,200	5,9	3,200	3	1	0	1,5957	0,8	1,5947	6	1	4
3,157	0,6	3,160	2	0	4	1,5906	0,8	1,5909	6	2	1
2,885	61,5	2,884	4	0	0	1,5640	0,8	1,5651	6	2	2
2,852	2,1	2,855	2	1	4	1,5279	1,0	1,5281	6	0	6
2,833	9,2	2,833	4	0	1	1,4771	2,0	1,4770	5	4	0
2,694	2,3	2,694	4	0	2						

Tabulka 27. Parametry základní cely erionitu (pro hexagonální prostorovou grupu $P6_3/mmc$).

Table 27. Unit-cell parameters of erionite (for hexagonal space group $P6_3/mmc$).

		a [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	13,3207(11)	15,108(4)	2321,7(6)
Malý Semerink	PAULIŠ <i>et al.</i> (2025b)	13,3284(12)	15,133(2)	2328,2(5)
Heřmanice	PAULIŠ <i>et al.</i> (2018)	13,309(8)	15,0700(5)	2312(1)
Lady Hill	GUALTIERI <i>et al.</i> (1998)	13,339(1)	15,112(2)	2328,6
Agate Beach	GUALTIERI <i>et al.</i> (1998)	13,289(1)	15,079(2)	2306,2
Tunguska	GUALTIERI <i>et al.</i> (1998)	13,304(1)	15,078(2)	2311,2

Tabulka 28. Chemické analýzy erionitu ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 28. Chemical analyses of erionite from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	1	2	3	4	5
Na ₂ O	0,21	0,00	0,00	0,15	0,15
K ₂ O	7,23	5,54	4,64	6,60	3,88
CaO	5,57	6,61	6,24	6,53	5,45
BaO	0,13	0,21	0,17	0,04	0,13
SrO	1,35	1,16	1,19	1,49	1,19
Al ₂ O ₃	20,70	20,78	18,32	19,95	16,93
SiO ₂	54,76	49,81	51,02	52,26	47,18
H ₂ O*	19,84	18,46	18,09	18,99	16,68
total	110,79	102,57	99,67	99,48	91,59
Na	0,185	0,000	0,000	0,137	0,155
K	4,184	3,444	2,945	3,990	2,670
Ca	3,193	3,452	3,324	3,312	3,149
Ba	0,022	0,041	0,033	0,008	0,026
Sr	0,354	0,328	0,343	0,410	0,373
Al	11,060	11,936	10,735	11,138	10,757
Si	24,827	24,276	25,362	24,752	25,442
H ₂ O	30	30	30	30	30
T _{Si}	0,69	0,67	0,70	0,69	0,70

empirický vzorec byl vypočten na základě 72 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 30 H₂O.

empirical formula was calculated on the base 72 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 30 H₂O.

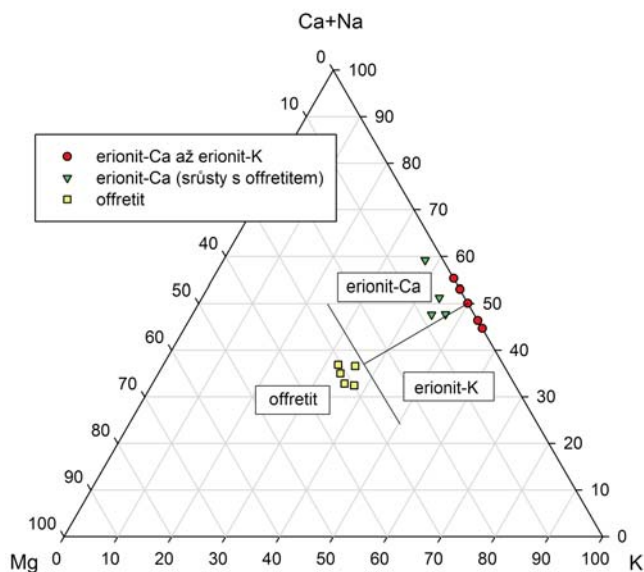
Tabulka 29. Chemické analýzy offretitu (1-5) a erionitu-Ca (6-9) ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 29. Chemical analyses of offretite (1-5) and erionite-Ca (6-9) from Zámecký vrch hill (wt. %).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K ₂ O	3,89	3,82	3,62	3,15	3,26	5,24	5,19	5,67	3,80
CaO	3,99	4,18	4,40	4,25	4,02	6,69	7,19	6,87	7,15
MgO	2,64	2,87	2,39	2,54	2,57	0,80	0,47	0,55	0,29
Al ₂ O ₃	18,73	17,70	18,13	17,46	17,49	17,77	19,96	18,03	18,54
SiO ₂	55,74	55,70	55,64	52,75	54,51	56,02	54,79	56,01	56,04
H ₂ O*	20,69	23,07	23,07	21,99	22,51	19,38	19,56	19,45	19,41
Total	105,68	107,34	107,25	102,14	104,36	105,90	107,16	106,58	105,23
K	1,150	1,012	0,959	0,875	0,886	3,100	3,045	3,346	2,244
Ca	0,990	0,931	0,981	0,993	0,918	3,326	3,542	3,404	3,550
Mg	0,912	0,893	0,741	0,826	0,817	0,552	0,323	0,378	0,200
Al	5,117	4,338	4,442	4,487	4,392	9,720	10,819	9,826	10,124
Si	12,922	11,589	11,568	11,505	11,616	25,995	25,194	25,903	25,970
H ₂ O	16	16	16	16	16	30	30	30	30
Mg/(Ca+Na)	0,92	0,96	0,76	0,83	0,89	0,17	0,09	0,11	0,06
T _{Si}	0,72	0,73	0,72	0,72	0,70	0,72	0,70	0,72	0,72

empirický vzorec offretitu byl vypočten na základě 36 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 16 H₂O; empirický vzorec erionitu-Ca byl vypočten na základě 72 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 30 H₂O.

empirical formula of offretite was calculated on the base 36 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 16 H₂O; empirical formula of erionite-Ca was calculated on the base 72 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 30 H₂O.



Obr. 21. Ternární graf K-(Ca+Na)-Mg (at. jednotky) pro erionit a offretit ze Zámeckého vrchu.

Fig. 21. Ternary graph K-(Ca+Na)-Mg (at. units) for erionite and offretite from Zámecký vrch hill.

Při severním okraji hlavního výskytu se vzácně vyskytuje **lévyn-Ca**. V drobných mandlích o rozměrech do 5 mm, vzácně do 10 mm tvoří typické mřížkovité agregáty složené z tenkých tabulek s epitaktickými nárůsty erionitu (obr. 22). Druhou, ještě vzácnější formou, jsou jeho krystaly o velikosti do 1 mm v asociaci s chabazitem. V několika případech byly zjištěny na výskytu 2 nažloutlé destičkovité krystaly lévynu-Ca, které dosahují velikosti do 2 mm a jsou porostlé minerálem z řady offretit-erionitové, jehož mikroskopická velikost neumožnila jeho přesnou determinaci. Lévyne-Ca byl též zjištěn ve volné sutě na jihozápadním svahu vrchu nedaleko výskytu 2. V úlomcích silně proplyněné horniny tu byly v až 10 mm velkých dutinách nalezeny mřížkovité agregáty lévynu-Ca s výraznými nárůsty offretit-erionitu. Vzácně byl nalezen i v sutě jižního svahu. Experimentální rentgenová prášková data lévynu-Ca (tab. 30) dobře odpovídají publikovaným hodnotám pro tento minerál i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (GATTA *et al.* 2005), pozorované intenzity difrakčních maxim jsou částečně ovlivněny přednostní orientací preparátu vyvolanou štěpností a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely lévynu-Ca ze Zámeckého vrchu jsou v tabulce 31 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerál. V BSE obraze je lévyne-Ca chemicky poměrně homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec lévynu-Ca (tab. 32) (průměr 5 bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $(\text{Ca}_{2,81}\text{K}_{1,02}\text{Na}_{0,08})(\text{Al}_{6,59}\text{Si}_{11,38}\text{O}_{36}) \cdot 17 \text{H}_2\text{O}$. Vedle dominantního podílu Ca (2,62–2,91 *apfu*) je v kationtové složce lévynu-Ca ve větším množství zastoupen K (0,93–1,14 *apfu*) a malý podíl Na (0,03–0,15 *apfu*). Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,63$ lévynu-Ca ze Zámeckého vrchu je při spodní hranici rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).



Obr. 22. Mřížkovitý agregát tabulkovitého lévynu-Ca s jehlicovitým erionitem ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 10 mm, foto B. Bureš.

Fig. 22. Lattice-like aggregate of tabular lewyne-Ca with acicular erionite from the Zámecký vrch hill, FOV 10 mm, photo B. Bureš.

Tabulka 30. Rentgenová prášková data lévyne-Ca ze Zámeckého vrchu.

Table 30. X-ray powder diffraction data of lévyne-Ca from the Zámecký vrch hill.

$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
10,319	11,5	10,322	1	0	1	3,088	19,0	3,087	3	1	2	2,1765	9,8	2,1745	2	4	1
8,143	43,9	8,140	0	1	2	2,867	8,3	2,867	4	0	1	2,1461	7,3	2,1458	4	2	2
7,659	25,1	7,645	0	0	3	2,850	11,8	2,850	0	2	7	2,1344	7,0	2,1358	3	3	3
6,668	44,9	6,673	1	1	0	2,801	62,9	2,802	0	4	2	2,1278	5,0	2,1317	0	2	10
5,606	8,5	5,604	0	2	1			2,713	0	3	6	2,1092	4,3	2,1052	4	1	6
5,162	32,3	5,161	2	0	2	2,715	4,0	2,713	3	0	6	2,0653	3,0	2,0675	5	1	1
5,018	15,5	5,027	1	1	3	2,629	11,8	2,628	3	1	5	1,9514	1,5	1,9519	5	1	4
4,270	75,9	4,263	0	1	5	2,624	34,6	2,621	2	1	7	1,9126	1,3	1,9112	0	0	12
4,082	100,0	4,082	1	2	2	2,583	3,3	2,584	2	3	2	1,8500	3,0	1,8508	5	2	0
3,852	60,9	3,853	3	0	0	2,564	5,5	2,568	2	0	8	1,8349	2,3	1,8373	1	1	12
3,594	6,3	3,593	2	0	5	2,544	10,8	2,548	0	0	9	1,7941	6,0	1,7926	1	4	9
3,478	11,0	3,475	2	1	4	2,521	36,8	2,522	4	1	0	1,6675	13,0	1,6683	4	4	0
3,442	4,8	3,441	0	3	3	2,4005	4,8	2,3968	1	2	8	1,6454	3,0	1,6453	6	1	5
3,344	21,8	3,337	2	2	0	2,3957	4,5	2,3953	4	1	3	1,5865	1,3	1,5874	2	6	2
3,162	19,0	3,163	1	2	5	2,2971	3,3	2,2957	2	3	5	1,5525	1,3	1,5523	1	6	7
3,159	11,8	3,152	1	0	7	2,2239	13,8	2,2244	3	3	0						

Tabulka 31. Parametry základní cely lévyne-Ca (pro trigonální prostorovou grupu $R\bar{3}m$).

Table 31. Unit-cell parameters of lévyne-Ca (for trigonal space group $R\bar{3}m$).

		a [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	13,347(2)	22,934(6)	3538(1)
Malý Semerink	PAULIŠ <i>et al.</i> (2025b)	13,355(6)	22,998(13)	3552(3)
Malý Jelení vrch	PAULIŠ <i>et al.</i> (2025a)	13,333(6)	23,02(2)	3544(3)
Poustevna	PAULIŠ <i>et al.</i> (2019)	13,3405(19)	22,9973(2)	3544,5(5)
Beech Creek	GATTA <i>et al.</i> (2005)	13,335(2)	22,823(12)	3515(2)
Nurri, Sardinie	MERLINO <i>et al.</i> (1975)	13,338(4)	23,0140(90)	3545,72

Tabulka 32. Chemické analýzy lévyne-Ca ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 32. Chemical analyses of lévyne-Ca from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5
Na ₂ O	0,18	0,11	0,33	0,29	0,07	0,11
K ₂ O	3,37	3,78	3,67	3,31	3,04	3,07
CaO	11,03	11,27	10,32	11,14	11,25	11,16
Al ₂ O ₃	23,52	24,58	21,75	23,20	23,52	24,56
SiO ₂	47,91	46,87	50,90	48,35	46,66	46,78
H ₂ O*	21,46	21,49	21,50	21,53	21,09	21,38
total	107,47	108,10	108,47	107,82	105,63	106,98
Na	0,083	0,051	0,151	0,142	0,032	0,052
K	1,022	1,143	1,111	0,999	0,938	0,934
Ca	2,807	2,864	2,621	2,825	2,913	2,850
Al	6,585	6,872	6,076	6,473	6,700	9,901
Si	11,381	11,116	12,065	11,448	11,277	11,153
H ₂ O	17	17	17	17	17	17
T _{Si}	0,63	0,62	0,66	0,64	0,63	0,62

mean - průměr 5 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 36 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 17 H₂O.

mean - average of 5 point analyses; empirical formula was calculated on the base 36 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 17 H₂O.

Velmi vzácným je na lokalitě **cowlesit**, který byl zjištěn především na západní straně (výskyt 2) a ojediněle v sutí jižního svahu. Na výskytu 1 zjištěn nebyl. Vyskytuje se ve velmi drobných dutinách do velikosti 2 mm, vzácně až 5 mm. Některé z nich cowlesit zcela zaplňuje až 1 mm velkými perletově lesklými polokulovitými agregáty (obr. 23). V jiných souvisle pokrývají stěny jeho drobné agregáty modrošedé barvy s charakteristickým ukončením. Vzácně v dutinách asociuje s mladšími zeolity lévynem-Ca, erionitem a phillipsitem-Ca. Rentgenová prášková data cowlesitu (tab. 33) odpovídají publikovaným datům pro tento minerální druh; při porovnání s teoretickým záznamem vypočteným z krystalové struktury (MUGNAIOLI *et al.* 2020) je zřejmé, že intenzity experimentálního záznamu jsou velmi výrazně ovlivněny přednostní orientací vzorku a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 34 porovnány s publikovanými údaji transformovanými do cely navržené při studiu jeho krystalové struktury (MUGNAIOLI *et al.* 2020). V BSE obraze je cowlesit chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec cowlesitu (tab. 35) (průměr 9 bodových analýz) je na bázi 10 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{0,86}Na_{0,10}K_{0,02})(Al_{1,89}Si_{3,13}O_{10}) \cdot 5,3 H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca (0,82–0,88 *apfu*) v kationtové složce cowlesitu jsou zastoupeny Na (0,07–0,12 *apfu*) a K (0,02 *apfu*). Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0,62$ cowlesitu ze Zámeckého vrchu je v horní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (COOMBS *et al.* 1997).



Obr. 23. Drobně krystalické polokulovité agregáty cowlesitu s jehlicovitým erionitem a prizmatickým phillipsitem-Ca ze Zámeckého vrchu, šířka záběru 1,2 mm, foto L. Váchová.

Fig. 23. Microcrystalline hemispherical aggregates of cowlesite with acicular erionite and prismatic phillipsite-Ca from the Zámecký vrch hill, FOV 1.2 mm, photo L. Váchová.

Tabulka 33. Rentgenová prášková data cowlesitu ze Zámeckého vrchu.

Table 33. X-ray powder diffraction data of cowlesite from the Zámecký vrch hill.

$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
15,345	100,0	15,279	0	0	2	3,269	4,9	3,272	6	4	0
12,473	0,6	12,470	0	2	0	3,221	3,2	3,220	0	6	6
11,560	9,8	11,533	2	0	0	3,191	1,2	3,195	7	1	2
8,492	3,7	8,467	2	2	0	3,119	1,4	3,117	0	8	0
7,650	8,3	7,640	0	0	4	3,056	7,5	3,056	0	0	10
7,150	0,9	7,144	3	1	1	2,967	8,9	2,968	0	2	10
5,772	4,3	5,773	0	4	2	2,932	5,5	2,926	4	0	9
5,096	7,5	5,093	0	0	6	2,898	1,4	2,896	1	7	6
4,714	2,3	4,715	0	2	6	2,884	4,4	2,885	6	0	7
4,525	4,3	4,540	3	3	4	2,828	7,2	2,822	6	6	0
4,361	4,9	4,364	2	2	6	2,545	3,2	2,547	0	0	12
3,846	6,9	3,844	6	0	0	2,519	2,6	2,518	1	1	12
3,821	9,2	3,820	0	0	8	2,2209	1,2	2,2206	5	1	12
3,777	2,0	3,788	2	6	2	1,9353	1,7	1,9353	6	10	6
3,649	1,2	3,652	0	2	8	1,9090	0,9	1,9099	0	0	16
3,456	1,4	3,453	3	3	7	1,8361	1,2	1,8357	4	4	15

Tabulka 34. Parametry základní cely cowlesitu (pro ortorombickou prostorovou grupu *Ccmb*).

Table 34. Unit-cell parameters of cowlesite (for orthorhombic space group *Ccmb*).

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	23,067(13)	24,940(13)	30,558(8)	17579(11)
Malý Semerink	PAULIŠ <i>et al.</i> (2025b)	22,917(16)	24,528(14)	30,615(8)	17209(12)
Montresta ¹	MUGNAIOLI <i>et al.</i> (2020)	23,0(5)	24,8(5)	30,1(6)	17169(613)
Montresta ²	MUGNAIOLI <i>et al.</i> (2020)	23,116(8)	24,891(7)	30,468(2)	17532(8)
Jehla ³	PAULIŠ <i>et al.</i> (2015a)	22,84	25,24	30,40	17525
severní Amerika ³	WISE a TSCHERNICH (1975)	22,54	25,22	30,50	17338

¹ data zpřesněná z 3D ED měření při -173 °C; ² data zpřesněná z rentgenových práškových dat měřených při pokojové teplotě; ³ hodnoty transformované z publikovaných údajů pomocí vztahu $a = 2a$, $b = 2c$, $c = 2b$.

¹ data refined from 3D ED measurements at -173 °C; ² data refined from X-ray powder data measured at room temperature; ³ values transformed from published data using the relationships $a = 2a$, $b = 2c$, $c = 2b$.

Tabulka 35. Chemické analýzy cowlesitu ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 35. Chemical analyses of cowlesite from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Na ₂ O	0,78	0,79	1,02	0,83	0,89	0,62	0,68	0,78	0,93	0,58
K ₂ O	0,22	0,16	0,15	0,26	0,17	0,22	0,23	0,23	0,26	0,28
CaO	12,66	12,59	13,35	12,16	12,58	12,49	12,57	12,76	12,82	12,59
Al ₂ O ₃	25,36	25,64	25,82	24,80	25,74	25,28	25,24	25,03	25,69	24,98
SiO ₂	49,32	50,33	49,81	50,50	50,38	48,28	49,10	48,69	48,21	48,65
H ₂ O*	25,09	25,48	25,72	25,25	25,54	24,69	24,97	24,79	24,88	24,74
total	113,43	114,99	115,87	113,80	115,30	111,58	112,79	112,22	112,79	111,82
Na	0,096	0,095	0,122	0,101	0,107	0,077	0,084	0,089	0,115	0,072
K	0,018	0,013	0,012	0,021	0,013	0,018	0,018	0,018	0,021	0,023
Ca	0,859	0,841	0,884	0,820	0,839	0,861	0,857	0,876	0,877	0,866
Al	1,892	1,885	1,880	1,840	1,887	1,917	1,892	1,891	1,933	1,891
Si	3,128	3,138	3,077	3,179	3,135	3,107	3,125	3,116	3,078	3,125
H ₂ O	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
T _{Si}	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,61	0,62

mean - průměr 9 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě 10 O; obsah H₂O byl dopočítán na základě teoretického obsahu 5,3 H₂O.

mean - average of 6 point analyses; empirical formula was calculated on the base 10 O; content H₂O was calculated on the base theoretical content 5.3 H₂O.

Nejvýznamnějším minerálem Zámeckého vrchu je **fluorapofylit-(K)**. Na východní lokalitě bylo nalezeno jen několik hranolovitých, zčásti albinizovaných krystalů o velikosti do 3 mm narostlých na phillipsitu-Ca. Jeho rentgenová prášková data (tab. 36) dobře odpovídají publikovaným hodnotám pro tento minerál i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (CHAO 1971) co se týká pozice jednotlivých difrakčních maxim. Pozorované zásadní rozdíly mezi experimentálními a teoretickými hodnotami intenzit jednotlivých difrakcí jsou vyvolány přednostní orientací preparátu vyplývající z dokonale štěpnosti minerálu podle {001} a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely fluorapofylitu-(K) ze Zámeckého vrchu jsou v tabulce 37 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerál. V BSE obraze je fluorapofylit-(K) chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, K, Na a F; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec fluorapofylitu-(K) (tab. 38) (průměr 10 bodových analýz) je na bázi Si+Al = 8 *apfu* možno vyjádřit jako K_{0,76}Na_{0,10}Ca_{3,86}(Si_{7,68}Al_{0,32}O₂₀)F_{1,12}·8 H₂O.

Poměrně málo rozšířeným minerálem všech zdejších výskytů je **kalcit**, který tvoří čiré a bělavé krystaly o velikosti do 5 mm narůstající na zeolity.

PŘEHLED ZEOLITOVÝCH LOKALIT LUŽICKÝCH HOR

Klasickou oblastí výskytu zeolitů v České republice je zejména České středohoří (např. PAULIS *et al.* 2014a; DVORÁK *et al.* 2017), blízké Lužické hory v minulosti z nejrůznějších důvodů za tímto pohořím z hlediska četnosti i významu zeolitových nalezišť poněkud pokulhávaly. V posledních patnácti letech však zejména díky několika místním sběratelům došlo k řadě objevů zcela nových zeolitových lokalit či znovuobjevení starších, dříve pozapomenutých míst. V rámci těchto výzkumů došlo k popisu řady zeolitů, o kterých se dříve soudilo, že patří na našem území k vzácným (gismondin, offretit, erionit, cowlesit). Vzhledem k enormnímu nárůstu počtu lokalit i nálezů zeolitů je v závěru této publikace uveden jejich přehled. Vybrány byly pouze ty, které regionálně spadají do území CHKO Lužické hory (na obr. 24 je vyznačené červenou čarou) a jeho nejbližšího okolí do vzdálenosti několika kilometrů. Přehled 22 lokalit včetně zjištěné mineralizace je uveden v tabulce

39. Většina zeolitových výskytů je vázána na drobnější tělesa vulkanitů či jejich pyroklastik a jejich poloha je vyznačena na obrázku 24. Výskyty se koncentrují především v jz. části CHKO Lužické hory či v jeho nejbližším okolí. Největší zastoupení zeolitových druhů (14) bylo zjištěno na Zámeckém vrchu, srovnatelné množství (13) pochází z České Kamenice – Jehly, dalšími lokalitami jsou s devíti druhy Kunratice (Eschlers Bergel), Kunratice (Malá hůrka) a Česká Kamenice (Hackenberg), po 8 druzích pak Česká Kamenice (Schenkenberg) a Prysk.

K běžným zeolitům patří chabazit (-Ca i -K) a phillipsit (-Ca i -K), které byly zjištěny na 21 lokalitách, v pořadí následují thomsonit-Ca (16 lokalit), gismondin (13), lévyn (12), analcim (10), natrolit (10), offretit (9), erionit (-Ca i -K) (6), nerozlišený offretit-erionit (6), cowlesit (6), mezolit (3) a heulandit-Ca (2). K vzácným zeolitům, které byly zjištěny pouze na jedné z uvedených lokalit patří dachiardit (Doubice), klinoptilolit (Doubice), skolecit (Chřibská – Malý Semerink), faujasit-Na (Klučky u Polevska), harmotom (Rousínov), garronit-Ca (Česká Kamenice – Jehla), tschernichit (Česká Kamenice – Jehla), stilbit-Ca (Česká Kamenice – Jehla), gonnardit (Zámecký vrch) a gmelinit-Ca (Zámecký vrch).

Tabulka 36. Rentgenová prášková data fluorapofylitu-(K) ze Zámeckého vrchu.

Table 36. X-ray powder diffraction data of fluoapophyllite-K from the Zámecký vrch hill.

$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$I_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
7,840	2,1	7,826	1	0	1	2,3796	0,7	2,3822	3	2	2	1,6525	0,6	1,6529	3	3	6
6,374	0,5	6,370	1	1	0	2,2049	0,6	2,2041	2	1	6	1,6231	0,4	1,6230	3	1	8
4,550	3,3	4,546	1	0	3	2,1897	2,3	2,1893	1	0	7	1,6091	0,8	1,6093	2	1	9
4,508	0,7	4,504	2	0	0	2,1788	2,8	2,1767	3	0	5	1,5801	59,4	1,5799	0	0	10
4,029	0,5	4,029	2	1	0	2,1658	1,0	2,1658	4	0	2	1,5492	2,6	1,5493	3	2	8
3,952	100,0	3,950	0	0	4	2,1159	1,1	2,1158	3	1	5	1,5333	0,7	1,5334	1	1	10
3,903	1,1	3,904	2	1	1	2,1116	2,6	2,1115	3	2	4	1,5146	0,5	1,5155	3	0	9
3,589	5,2	3,589	2	1	2	2,0510	0,2	2,0505	3	3	2	1,5025	0,3	1,5014	6	0	0
3,358	2,7	3,357	1	1	4	2,0295	0,3	2,0294	2	2	6	1,4946	0,7	1,4945	3	1	9
3,186	2,6	3,185	2	2	0	2,0146	3,1	2,0144	4	2	0	1,4823	0,3	1,4825	5	3	3
2,983	20,0	2,982	1	0	5	1,9990	0,2	1,9982	4	2	1	1,4785	0,3	1,4784	5	2	5
2,949	2,1	2,950	3	0	1	1,9516	0,7	1,9519	4	2	2	1,4747	1,0	1,4745	6	1	1
2,821	0,5	2,820	2	1	4	1,7950	0,2	1,7945	4	2	4	1,4237	0,4	1,4244	6	2	0
2,803	0,5	2,804	3	1	1	1,7734	1,2	1,7733	2	1	8	1,4185	1,7	1,4184	1	0	11
2,680	0,7	2,680	3	1	2	1,7688	2,0	1,7691	3	1	7	1,3527	0,8	1,3529	2	1	11
2,506	3,9	2,506	3	1	3	1,7233	1,5	1,7230	1	0	9	1,3167	7,6	1,3166	0	0	12
2,4850	9,3	2,4863	2	1	5	1,6786	0,4	1,6784	2	2	8	1,2853	0,6	1,2853	5	4	5
2,4337	4,6	2,4335	1	1	6	1,6629	3,9	1,6635	5	2	1	1,2822	0,7	1,2825	3	1	11

Tabulka 37. Parametry základní cely fluorapofylitu-(K) (pro tetragonální prostorovou grupu $P4/mnc$).

Table 37. Unit-cell parameters of fluoapophyllite-K (for tetragonal space group $P4/mnc$).

		a [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Zámecký vrch	tato práce	9,0085(6)	15,7990(11)	1282,14(18)
Bukovina	PAULIŠ <i>et al.</i> (2024)	9,001(2)	15,795(3)	1279,71
Cvikov	PAULIŠ <i>et al.</i> (2023)	9,0157(13)	15,7889(19)	1283,4(3)
Great Notch	MARRINER <i>et al.</i> (1990)	8,969(1)	15,796(2)	1270,7
Mt. St. Hilaire	CHAO (1971)	8,965(3)	15,767(7)	1267,2

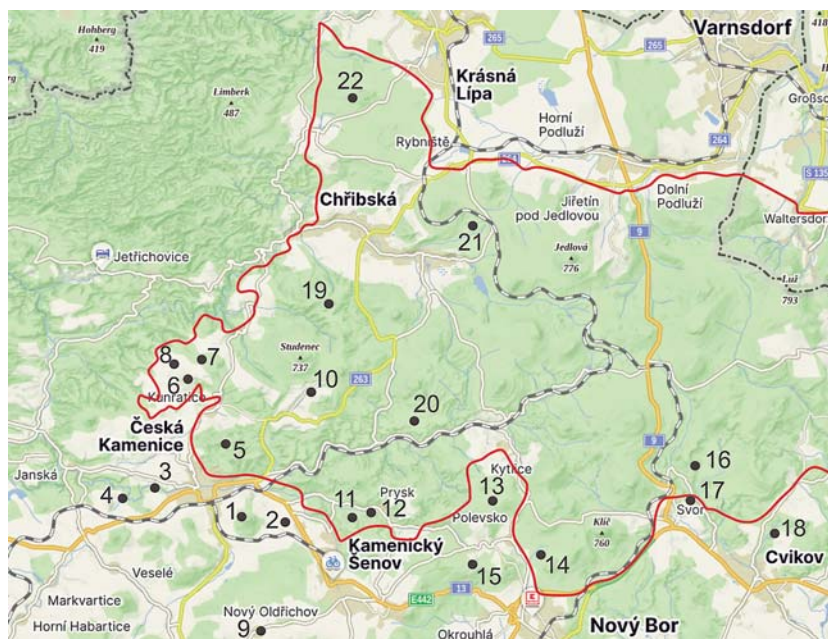
Tabulka 38. Chemické analýzy fluorapofylitu-(K) ze Zámeckého vrchu (hm. %).

Table 38. Chemical analyses of fluorapophyllite-(K) from the Zámecký vrch hill (wt. %).

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na ₂ O	0,33	0,30	0,14	0,54	0,34	0,59	0,36	0,12	0,10	0,41	0,38
K ₂ O	3,95	3,83	4,01	3,92	3,95	3,92	3,99	3,87	4,03	4,03	3,96
CaO	23,91	24,26	24,13	23,72	23,51	23,27	24,12	24,01	24,21	23,88	24,02
Al ₂ O ₃	2,84	1,90	1,76	1,94	1,54	1,61	1,94	1,52	1,57	1,65	1,37
SiO ₂	50,92	51,44	50,59	51,04	52,11	50,16	50,95	50,91	50,72	50,89	50,41
F	2,36	2,33	2,51	2,26	2,32	2,36	2,32	2,34	2,41	2,42	2,29
H ₂ O*	15,91	16,43	15,84	15,93	16,31	15,58	15,85	15,95	15,74	15,81	15,70
-O=F	-1,00	-0,98	-1,06	-0,95	-0,98	-0,99	-0,98	-0,99	-1,01	-1,02	-0,96
total	98,21	100,45	98,06	98,21	99,50	96,43	98,22	98,15	97,72	97,99	97,44
Na	0,096	0,085	0,041	0,158	0,097	0,176	0,106	0,035	0,030	0,121	0,113
K	0,760	0,713	0,775	0,753	0,741	0,770	0,771	0,742	0,783	0,780	0,772
Ca	3,862	3,796	3,915	3,828	3,705	3,838	3,912	3,869	3,952	3,881	3,933
Al	0,325	0,489	0,339	0,312	0,336	0,279	0,287	0,344	0,273	0,281	0,297
Si	7,675	7,511	7,661	7,688	7,664	7,721	7,713	7,656	7,727	7,719	7,703
F	1,123	1,076	1,202	1,077	1,079	1,149	1,111	1,113	1,161	1,161	1,107
H ₂ O	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

mean - průměr 10 bodových analýz; empirický vzorec byl vypočten na základě Si+Al=8 *apfu*; obsah H₂O* byl dopočítán na základě teoretického obsahu 8 H₂O.

mean - average of 10 point analyses; empirical formula was calculated on the base Si+Al=8 *apfu*; content H₂O was calculated on the base theoretical content 8 H₂O.



Obr. 24. Plánek západní části Lužických hor s vyznačením známých lokalit zeolitů (tab. 39); upraveno podle www.mapy.com.

Fig. 24. Map of the western part of the Lužické hory Mts. with known localities of zeolites (Table 39); modified according to www.mapy.com.

Tabulka 39. Přehled zeolitových nalezišť v CHKO Lužické hory a v její těsné blízkosti se zjištěnými zeolity.

Table 39. Overview of zeolite deposits in the CHKO Lužické hory Mts. and in its close vicinity with detected zeolites.

1	Česká Kamenice – Zámecký vrch: analcim, cowlesit, erionit-Ca, erionit-K, gismondin, gmelinit-Ca, gomardit, chabazit-Ca, chabazit-K, lévyn-Ca, natrolit, offretit, phillipsit-Ca, thomsonit-Ca; v asociaci fluorapofylit-(K), kalcit (tato publikace).
2	Česká Kamenice – Schenkenberg: gismondin, chabazit, lévyn, mezolit, natrolit, offretit-erionit, phillipsit, thomsonit; v asociaci fluorapofylit-(K), kalcit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
3	Česká Kamenice – Hackenberg: analcim, cowlesit, erionit-Ca, gismondin, chabazit-Ca, lévyn-Ca, natrolit, phillipsit-K, thomsonit-Ca; v asociaci kalcit (JANEČEK a HRÚZEK 2008; PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
4	Česká Kamenice – Ptáčník (Vogelsberg): analcim, gismondin, chabazit, mezolit, natrolit, phillipsit, thomsonit; v asociaci kalcit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
5	Česká Kamenice – Jehla: analcim, cowlesit, erionit-K, garronit-Ca, gismondin, heulandit-Ca, chabazit-Ca, lévyn-Ca, natrolit, phillipsit-Ca, stilbit-Ca, thomsonit-Ca, tschernichit; v asociaci kalcit, křemen (PAULIŠ <i>et al.</i> 2015a).
6	Kunratice – Malá hůrka: analcim, cowlesit, gismondin, chabazit, lévyn, natrolit, offretit, phillipsit, thomsonit-Ca; v asociaci kalcit, pyrit (JANEČEK a HRÚZEK 2009; PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
7	Kunratice – Rollberg: analcim, cowlesit, chabazit-Ca, lévyn-Ca, offretit-erionit, phillipsit-Ca, thomsonit-Ca; v asociaci fluorapofylit-(K), kalcit (HRÚZEK a JANEČEK 2013; PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
8	Kunratice – Eschlers Bergel: analcim, cowlesit, gismondin, chabazit, mezolit, natrolit, offretit-erionit, phillipsit, thomsonit; v asociaci aragonit, kalcit, pyrit, sádrovec (HRÚZEK <i>et al.</i> 2013b).
9	Nový Oldřichov: chabazit-Ca, chabazit-K, offretit, phillipsit-Ca, phillipsit-K; v asociaci kalcit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2016a).
10	Líska – Zlatý a Stříbrný vrch: analcim, gismondin-Ca, chabazit, lévyn, offretit, phillipsit, thomsonit; v asociaci kalcit, pyrit (HRÚZEK <i>et al.</i> 2013a; PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
11	Kamenický Šenov: gismondin, chabazit, lévyn, natrolit, offretit-erionit, phillipsit; v asociaci kalcit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
12	Prysk (Břidličný vrch, Lipka): analcim, gismondin, chabazit, lévyn, natrolit, offretit-erionit, phillipsit, thomsonit; v asociaci fluorapofylit-(K), kalcit, pyrit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
13	Nový Bor – Poustevna: erionit-K, gismondin, chabazit-Ca, lévyn-Ca, offretit, phillipsit-K, thomsonit-Ca; v asociaci kalcit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2019).
14	Nový Bor – Zaječí vrch: gismondin, chabazit-Ca, chabazit-K, offretit, phillipsit-Ca, phillipsit-K, thomsonit-Ca; v asociaci kalcit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2019).
15	Klučky u Polevska: faujasit-Na, chabazit-K, offretit, phillipsit-Ca, phillipsit-K; v asociaci kalcit, opál (PAULIŠ <i>et al.</i> 2020a).
16	Rousínov: harmotom, offretit; v asociaci aragonit, baryt, kalcit, pyrit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2015b).
17	Svor: heulandit-Ca, chabazit-Ca, offretit, phillipsit-K; v asociaci kalcit, pyrit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2016b).
18	Cvikov – Křížový vrch: chabazit-Ca, phillipsit-Ca, phillipsit-K, thomsonit-Ca; v asociaci fluorapofylit-(K), kalcit, kenotobermorit, pyrit, tobermorit, zeofylit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2023).
19	Chřibská – Bukovina: chabazit-K, phillipsit-Ca, phillipsit-K, v asociaci fluorapofylit-(K) (PAULIŠ <i>et al.</i> 2024).
20	Mlýny: gismondin, chabazit, lévyn, offretit-erionit, phillipsit, thomsonit; v asociaci kalcit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2014a).
21	Chřibská – Malý Semerink: analcim, erionit-Ca, chabazit-Ca, lévyn-Ca, phillipsit-K, skolecit, thomsonit-Ca (PAULIŠ <i>et al.</i> 2025b).
22	Doubice – Vápenka: dachiardit-Ca, erionit-K, chabazit-Ca, klinoptilolit-Ca, natrolit, phillipsit-Ca, thomsonit-Ca; v asociaci kalcit, pyrit (PAULIŠ <i>et al.</i> 2014b).

ZÁVĚR

Zeolitová mineralizace byla zjištěna na několika výskytech na svazích Zámeckého vrchu (540 m n. m.), 1,5 km jv. od České Kamenice. Hlavní výskyt se nachází na východním svahu, další na západním a jižním úbočí. Zeolitová mineralizace s fluorapofylitem-(K) je vázána na proplyněné bazaltoidní horniny, resp. na jejich tufy a pyroklastické brekcie, které pronikly svrchnokřídovými jílovci a slínovci. V dutinách bylo zjištěno druhově pestré spektrum 14 zeolitů (analcim, cowlesit, erionit-Ca, erionit-K, gismondin, gmelinit-Ca, gonnardit, chabazit-Ca, chabazit-K, lévyn-Ca, natrolit, offretit, phillipsit-Ca, thomsonit-Ca). Přestože je v okolí České Kamenice známa řada zeolitových výskytů, jde z mineralogického hlediska o nově objevenou lokalitu, o níž nejsou v odborné literatuře žádné zmínky. Mineralogicky nejzajímavější je gmelinit-Ca, jehož výskyt je druhým potvrzeným v ČR. Možnosti sběru zeolitů na hlavním, prvním výskytu jsou poměrně dobré, na druhém výskytu na západní straně vrchu již není k dispozici žádný materiál se vzácnějšími zeolity, v omezené míře tu lze sbírat pouze phillipsit a chabazit.

PODĚKOVÁNÍ

Za poskytnutí fotografií minerálů děkuji autoři B. Burešovi z Prahy a V. Betzovi z Taunussteinu (Německo), za fotografie z elektronového scanovacího mikroskopu L. Váchové a B. Ekrtovi z Národního muzea v Praze a za přípravu plánu lokalit K. Babkovi z Prahy. Tato práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2024-2028/1.I.c, 00023272). Recenzentům M. Radoňovi (Teplice) a J. Tomanovi (Brno) děkujeme za připomínky, které přispěly ke zvýšení kvality rukopisu.

LITERATURA

- ALBERTI, A., CRUCIANI, G., DAURU, I., 1995: Order-disorder in natrolite-group minerals. – *European Journal of Mineralogy*, 7, 501–508.
- ARTIOLI, G., TORRES SALVADOR, M. R., 1991: Characterization of the natural zeolite gonnardite. Structure analysis of natural and cation exchanged species by the Rietveld method. – *Materials Science Forum*, 1156.1.
- ARTIOLI, G., GALLI, E., 1999: Gonnardite: re-examination of holotype material and discreditation of tetranatrolite. – *American Mineralogist*, 84, 1445–1450.
- BURNHAM, Ch. W., 1962: Lattice constant refinement. – *Carnegie Institut Washington Year Book*, 61, 132–135.
- COOMBS, D. S., ALBERTI, A., ARMBRUSTER, T., ARTIOLI, G., COLELLA, C., GALLI, E., GRICE, J. D., LIEBAU, F., MANDARINO, J. A., MINATO, H., NICKEL, E. H., PASSAGLIA, E., PEACOR, D. R., QUARTIERI, S., RINALDI, R., ROSS, M., SHEPPARD, R. A., TILLMANN, E., VEZZALINI, G., 1997: Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of the subcommittee on zeolites of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names. – *Canadian Mineralogist*, 35, 1571–1606.
- DVOŘÁK, Z., RADOŇ, M., SVEJKOVSKÝ, J., JANEČEK, O., DVOŘÁK, P., FUCHS, P., 2017: Minerály Českého středohoří. – Muzeum města Ústí nad Labem.
- EVANS, H. T., KONNERT, J. A., ROSS, M., 2000: The crystal structure of tetranatrolite from Mont Saint-Hilaire, Quebec, and its chemical and structural relationship to paranatrolite and gonnardite. – *American Mineralogist*, 85, 1808–1815.
- FERRARIS, G., JONES, D. W., TERKES, J., 1972: A neutron-diffraction study of the crystal structure of analcime, $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$. – *Zeitschrift für Kristallographie*, 135(1–6), 240–483.
- FISCHER, K., 1963: The crystal structure determination of the zeolite gismondite, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. – *American Mineralogist*, 48, 664–672.
- GATTA, G. D., COMODI, P., ZANAZZI, P. F., BALLARAN, T. B., 2005: Anomalous elastic behavior and high-pressure structural evolution of zeolite levynite. – *American Mineralogist*, 90(4), 645–652.
- GATTA, G. D., NESTOLA, F., BALLARAN, T. B., 2006: Elastic behavior, phase transition, and pressure induced structural evolution of analcime. – *American Mineralogist*, 91, 568–578.

- GATTA, G. D., CAPPELLETTI, P., ROTIROTI, N., SLEBODNICK, C., RINALDI, R., 2009: New insights into the crystal structure and crystal chemistry of the zeolite phillipsite. – *American Mineralogist*, 94, 190–199.
- GUALTIERI, A., ARTIOLI, G., PASSAGLIA, E., BIGI, S., VIANI, A., HANSON, J. C., 1998: Crystal structure – crystal chemistry relationships in the zeolites erionite and offretite. – *American Mineralogist*, 83, 590–606.
- HIBSCH, J., 1927: Geologická mapa okolí České Kamenice. – Knihovna Státního geologického ústavu Československé republiky. Svazek 10, Státní geologický ústav ČSR. Praha.
- HRŮZEK, L., JANEČEK, O., 2013: Nová lokalita zeolitů Rollberg u Kunratic u České Kamenice. – *Minerál*, 21, 6, 523–527.
- HRŮZEK, L., JANEČEK, O., EKRT, B., 2013a: Nové nálezy zeolitů na Zlatém a Stříbrném vrchu u Lisky u České Kamenice. – *Minerál*, 21, 6, 528–534.
- HRŮZEK, L., JANEČEK, O., FUCHS, P., 2013b: Zapomenutá zeolitová lokalita Eschlers Bergel u Kunratic u České Kamenice. – *Minerál*, 21, 6, 510–517.
- CHAO, G. Y., 1971: The refinement of the crystal structure of apophyllite II. Determination of the hydrogen positions by X-ray diffraction. – *American Mineralogist*, 56, 1234–1242.
- JANEČEK, O., HRŮZEK, L., 2008: Levyn a další zeolity z Hackenbergu u České Kamenice. – *Minerál*, 16, 1, 15–19.
- JANEČEK, O., HRŮZEK, L., 2009: Zapomenutá lokalita Malá Hůrka u České Kamenice. – *Minerál*, 17, 3, 200–204.
- KRATOCHVÍL, J., 1960: Topografická mineralogie Čech III (I-K). – Nakladatelství ČSAV, Praha.
- KROGH ANDERSEN, E., KROGH ANDERSEN, I. G., PLOUG-SORENSEN, G., 1990: Disorder in natrolites: structure determinations of three disordered natrolites and one lithium-exchanged disordered natrolite. – *European Journal of Mineralogy*, 2, 799–807.
- LEE, Y., HRILJAC, J. A., VOGT, T., 2005: Variable-temperature structural studies of tetranatrolite from Mt. Saint-Hilaire: synchrotron X-ray powder diffraction and Rietveld analysis. – *American Mineralogist*, 90, 247–251.
- MARRINER, G. F., TARNEY, J., LANGFORD, J. I., 1990: Apophyllite group: effects of chemical substitutions on dehydration behavior, recrystallization products and cell parameters. – *Mineralogical Magazine*, 54, 567–577.
- MERLINO, S., GALLI, E., ALBERTI, A., 1975: The crystal structure of levynite. – *Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen*, 22(2), 117–129.
- MUGNAIOLI, E., LANZA, A. E., BORTOLOZZI, G., RIGHI, L., MERLINI, M., CAPPELLO, V., MARINI, L., ATHANASSIOU, A., GEMMI, M., 2020: Electron diffraction on flash-frozen cowlesite reveals the structure of the first two-dimensional natural zeolite. – *ACS Central Science* 6(9), 1578–1586.
- ONDRUŠ, P., 1993: ZDS – A computer program for analysis of X-ray powder diffraction patterns. – *Materials Science Forum*, 133–136, 297–300, EPDIC-2. Enschede.
- ORI, S., QUARTIERI, S., VEZZALINI, G., DMITRIEV, V., 2008: Pressure-induced over-hydration and water ordering in gismondine: a synchrotron powder diffraction study. – *American Mineralogist*, 93, 1393–1403.
- PASSAGLIA, E., ARTIOLI, G., GUALTIERI, A., 1998: Crystal chemistry of the zeolites erionite and offretite. – *American Mineralogist*, 83, 577–589.
- PAULIŠ, P., 2021: Nový přehled minerálů České republiky a jejich lokalit 1., 2., 3. díl. – Kuttna, Kutná Hora.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., DVOŘÁK, Z., TOMAN, J., SVEJKOVSKÝ, J., RADOŇ, M., 2014a: Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech – zeolity a doprovodná mineralizace. – Kuttna, Kutná Hora.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., SEJKORA, J., MALÍKOVÁ, R., FEDIUK, F., 2014b: Dachardit-Ca a doprovodná mineralizace z Doubice – Vápenky u Krásné Lípy (Česká republika). – *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze*, 22, 1, 3–14.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., SEJKORA, J., MALÍKOVÁ, R., POUR, O., FEDIUK, F., 2015a: Tschernichit, garronit-Ca a doprovodná zeolitová mineralizace z Jehly u České Kamenice (Česká republika). – *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze*, 23(2), 147–170.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., SEJKORA, J., MALÍKOVÁ, R., POUR, O., FEDIUK, F., 2015b: Zeolitová mineralizace s barytem z Rousínova u Cvíkova v Lužických horách (Česká republika). – *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze*, 23, 2, 221–228.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., SEJKORA, J., MALÍKOVÁ, R., FEDIUK, F., 2016a: Zeolitová mineralizace z Nového Oldřichova u Kamenického Šenova (Česká republika). – *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze*, 24, 1, 100–113.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., SEJKORA, J., MALÍKOVÁ, R., POUR, O., FEDIUK, F., 2016b: Zeolitová mineralizace ze Svoru u Nového Boru (Česká republika). – *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze*, 24, 2, 194–204.
- PAULIŠ, P., JANEČEK, O., HRŮZEK, L., SEJKORA, J., MALÍKOVÁ, R., FEDIUK, F., POUR, O., 2017: Nordstrandit a zeolitová mineralizace fonolitu Tachovského vrchu u Doks (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 25(1), 69–84.

- PAULIŠ, P., ZEMAN, P., ZEMAN, V., SEJKORA, J., MALÍKOVÁ, R., VRTIŠKA, L., DOLNÍČEK, Z., FEDIUK, F., POUR, O., RADOŇ, M., 2018: Zeolitová mineralizace z Heřmanic u České Lípy (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 26(2), 123–137.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., SEJKORA, J., DOLNÍČEK, Z., VRTIŠKA, L., MALÍKOVÁ, R., EKRT, B., POUR, O., FEDIUK, F., JANEČEK, O., 2019: Zeolitová mineralizace ze Zaječoho vrchu a Poustevny u Nového Boru (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 27, 2, 346–370.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., SEJKORA, J., DOLNÍČEK, Z., VRTIŠKA, L., MALÍKOVÁ, R., POUR, O., FEDIUK, F., 2020a: Faujasit-Na a doprovodná zeolitová mineralizace z lokality Klučky u Polevska v Lužických horách (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 28, 2, 417–436.
- PAULIŠ, P., SVEJKOVSKÝ, J., DOLNÍČEK, Z., MATYS, P., VRTIŠKA, L., MALÍKOVÁ, R., POUR, O., 2020b: Zeolitová mineralizace z Libé u Chebu (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 28(1), 152–160.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., DOLNÍČEK, Z., BETZ, V., VRTIŠKA, L., MALÍKOVÁ, R., POUR, O., FEDIUK, F., 2021a: Zeolitová mineralizace s gmelinitem-K z Jedlky u Benešova nad Ploučnicí (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 29(2), 213–229.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., DOLNÍČEK, Z., VRTIŠKA, L., MALÍKOVÁ, R., POUR, O., FEDIUK, F., 2021b: Böhmit a doprovodná zeolitová mineralizace ze Soutěšek u Děčína (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 29(1), 164–177.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., SEJKORA, J., JANEČEK, O., POUR, O., BUREŠ, B., ŠREINOVÁ, B., 2023: Zeofylit, tobermorit, fluorapofylit-(K) a doprovodná zeolitová mineralizace z Křížového vrchu u Cvikova v Lužických horách (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 31(1), 65–81.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., JANEČEK, O., DOLNÍČEK, Z., POUR, O., ČURDA, M., 2024: Fluorapofylit-(K) a doprovodná zeolitová mineralizace z vrchu Bukovina u Chřibské v Lužických horách (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 32(1), 1–7.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., SEJKORA, J., 2025a: Zeolitová mineralizace se stelleritem z Malého Jeleního vrchu u Stráže pod Ralskem (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 33(1), 103–113.
- PAULIŠ, P., HRŮZEK, L., SEJKORA, J., JANEČEK, O., DOLNÍČEK, Z., 2025b: Zeolitová mineralizace z Malého Semerinku u Chřibské v Lužických horách (Česká republika). – *Bulletin Mineralogie Petrologie*, 33(2), 166–180.
- PAULIŠ, P., SEJKORA, J., DOLNÍČEK, Z., FUCHS, P., POUR, O., BUREŠ, B., 2025c: Nordstrandit a zeolitová mineralizace z Jedlky u Benešova nad Ploučnicí (Česka republika). – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 110, 2, 351–372.
- PLUTH, J. J., SMITH, J. V., KVICK, Ā., 1985: Neutron diffraction study of the zeolite thomsonite. – *Zeolites*, 5(2), 74–80.
- POUCHOU, J. L., PICOIR, F., 1985: “PAP” ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. – In: ARMSTRONG, J. T., (ed): *Microbeam Analysis*. San Francisco Press, San Francisco: 104–106.
- RINALDI, R., VEZZALINI, G., 1985: Gismondine; the detailed X-Ray structure refinement of two natural samples. – *Studies in Surface Science and Catalysis*, 24, 481–492.
- RINALDI, R., PLUTH, J. J., SMITH, J. V., 1974: Zeolites of the phillipsite family. Refinement of the crystal structures of phillipsite and harmotome. – *Acta Crystallographica*, B30, 2426–2433.
- SACERDOTI, M., PASSAGLIA, E., CARNEVALI, R., 1995: Structural refinements of Na-, K-, and Ca-exchanged gmelinites. – *Zeolites*, 15(3), 276–281.
- SEJKORA, J., PAULIŠ, P., DOLNÍČEK, Z., PLÁŠIL, J., ŠKODA, R., 2023: Zeolity z lomu Bernartice u Zruče nad Sázavou (Česká republika). – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 108(2), 171–193.
- Stahl, K., KVICK, A., SMITH, J. V., 1990: Thomsonite, a neutron diffraction study at 13K. – *Acta Crystallographica*, C46, 1370–1373.
- TOMAN, J., HRAZDIL, V., MALÍKOVÁ, R., SEJKORA, J., MAGDÍK, P., 2017: Nové nálezy natrolitu a gonnarditu v alkalických pegmatitech – Tvedalen (Norsko) a Lugar da Nave (Portugalsko). – *Bulletin Mineralogie Petrologie* 25(2), 149–157.
- WISE, W. S., TSCHERNICH, R. W., 1975: Cowlesite, a new Ca-zeolite. – *American Mineralogist*, 60, 951–956.
- YAKUBOVICH, O. V., MASSA, W., GAVRILENKO, P. G., PEKOV, I. V., 2005: Crystal structure of chabazite. – *Kristallografiya* 50(4), 595–604.
- YVON, K., JEITSCHKO, W., PARTHÉ, E., 1977: Lazy Pulverix, a computer program for calculation X-ray and neutron diffraction powder patterns. – *Journal of Applied Crystallography*, 10, 73–74.

INTERNETOVÉ ZDROJE

Geologická mapa ČR 1:50 000. Přístup 15. 1. 2026 na adrese <https://mapy.geology.cz/geo/>

Zámecký vrch u České Kamenice. Přístup 15. 1. 2026 na adrese <https://www.ceskesvycarsko.cz/zazitky/zamecky-vrch-u-ceske-kamenice/>