

Zeolitová mineralizace ze Zaječího vrchu a Poustevny u Nového Boru (Česká republika)

Zeolite mineralization from the Zaječí vrch and Poustevna near Nový Bor (Czech Republic)

PETR PAULIŠ^{1,2)*}, LIBOR HRŮZEK³⁾, JIŘÍ SEJKORA²⁾, ZDENĚK DOLNÍČEK²⁾, LUBOŠ VRTIŠKA²⁾, RADANA MALÍKOVÁ²⁾, BORIS EKRT⁴⁾, ONDŘEJ POUR⁵⁾, FERRY FEDIUK⁶⁾ A OLDŘICH JANEČEK⁷⁾

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

²⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice,

³⁾Pobřežní 1016, 471 14 Kamenický Šenov,

⁴⁾Paleontologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha,

⁵⁾Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5,

⁶⁾Na Petřínách 1897, 162 00 Praha 6,

⁷⁾Albrechtická 613, 434 01 Most

PAULIŠ P, HRŮZEK L, SEJKORA J, DOLNÍČEK Z, VRTIŠKA L, MALÍKOVÁ R, EKRT B, POUR O, FEDIUK F, JANEČEK O (2019) Zeolitová mineralizace ze Zaječího vrchu a Poustevny u Nového Boru (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 27(2): 346-369 ISSN 2570-7337

Abstract

Two new occurrences of zeolite mineralization have been discovered in the NE vicinity of Nový Bor, northern Bohemia (Czech Republic). It concerns the localities „U poustevny“ (500 m N from the Polevsko village) and the hill „Zaječí vrch“ (544 m a. s. l., near Arnultovice). The main significance of both localities consists in the occurrence of morphologically variable crystals and aggregates of offretite. The unit cell parameters of offretite refined from the powder X-ray data are: a 13.312(5), c 7.5907(5) Å and V 1164.9(6) Å³ (U poustevny) and a 13.304(5), c 7.5998(4) Å and V 1164.9(7) Å³ (Zaječí vrch). Their chemical analyses correspond to the empirical formula $\text{Ca}_{1.23}\text{K}_{0.94}\text{Mg}_{0.75}\text{Na}_{0.21}\text{Sr}_{0.04}\text{Ba}_{0.02}(\text{Si}_{12.50}\text{Al}_{5.58})\text{O}_{36} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ (U poustevny) and $\text{Ca}_{1.06}\text{K}_{0.91}\text{Mg}_{0.85}\text{Na}_{0.05}(\text{Si}_{12.92}\text{Al}_{5.18})\text{O}_{36} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ (Zaječí vrch). Offretite was found at both localities in association with gismondine, phillipsite, chabazite-Ca, thomsonite-Ca and calcite. At the locality U poustevny lévyne-Ca and erionite-K have been also confirmed. The X-ray powder diffraction data, refined unit-cell parameters and chemical composition for all described zeolite species are given in the paper.

Key words: *offretite, gismondine, lévyne-Ca, erionite-K, phillipsite-Ca, phillipsite-K, chabazite-Ca, chabazite-K, thomsonite-Ca, natrolite, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Cenozoic volcanics, U poustevny, Zaječí vrch, Nový Bor, Czech Republic*

Obdrženo 9. 9. 2019; přijato 8. 11. 2019

Úvod

V sv. okolí Nového Boru zjistil druhý z autorů (LH) několik nových zeolitových výskytů vázaných na terciérní vulkanity, které dosud nebyly odborně zpracovány a publikovány. V tomto příspěvku je věnována pozornost dvěma lokalitám - Poustevně (U poustevny) u Polevska a Zaječímu vrchu u Arnultovic (obr. 1), na kterých byla zjištěna poměrně pestrá zeolitová mineralizace.

První lokalita se nachází cca 500 m severně od obce Polevsko (3 km sz. od Nového Boru) nedaleko sedla mezi Polevským vrchem (627 m n. m.) a Medvědí hůrkou (643 m n. m.), v místě zvaném **Poustevna** či **U poustevny** (GPS: 50°47'34.06" N; 14°31'51.98" E; obr. 2). Podle informace na panelu, který je tu umístěn, zde v letech 1739 - 1789 žil farář Eleazar Oppitz, jehož dům byl stržen v roce 1875. Jedná se o menší skalní defilé na jižním svahu Medvědí hůrky v nadmořské výšce cca 600 m.

Druhá lokalita **Zaječí vrch** (544 m n. m.; GPS: 50°46'57.13" N; 14°32'55.65" E; obr. 3) se nachází na

severním okraji Nového Boru, v místní části Arnultovice. Tento méně nápadný vulkanický vrch doplňuje při pohledu z Nového Boru směrem na SV panorama výrazných trachytových a fonolitových vrchů Lužických hor. Nejvýraznější dominantou této oblasti je téměř dokonale kuželovitý vrchol Klíče (759 m n. m.). Zaječí vrch i lokalita Poustevna náleží do CHKO Lužické hory. Přesto blízká zeměpisná hranice Lužických hor a Českého středohoří obě lokality rozděluje. Lokalita Poustevna náleží ještě Českému středohoří a lokalita Zaječí vrch je již v Lužických horách. Obě lokality jsou od sebe vzdáleny 2 km vzdušnou cestou.

Geologie a petrologie lokalit

Za první podrobnější geologickou studii tohoto území lze považovat mapování Jokélyho (1863), který v mapě 1:144 000 rozlišil pískovce (Oberer Quader), čediče, čedičové tufy, znělce, spraše a štěrky. Z prací o křídě je nejvýznamnější dílo Anderta (1929), který popsal z tohoto území řadu fosilií. O některých zdejších terciérních vyvělinách píše Wurm, Zimmerhackel (1882), Scheumann

(1913), Wurm (1913, 1916) a Senger (1929). Geologickým a petrologickým poměrům terciérních vyvřelin v severním okolí Nového Boru se nověji věnoval Shrbený (1963). Nejstaršími a nejrozšířenějšími horninami jsou křemité pískovce řezenského souvrství (svrchní křída - svrchní coniak), které byly v neogénu prostoupeny vulkanity. Převahu tu mají petrologicky pestré masivní vyvřeliny, tvořící buď rozsáhlé příkrovy, nebo žilná tělesa. Z mladších hornin byly v okolí Nového Boru zjištěny sedimenty zastoupené písky a štěrky s vločkami jílu patrně pliocenního stáří (Shrbený 1963).

V místě zvaném **U poustevny** se nacházejí dle aktuální geologické mapy (<http://www.geologicke-mapy.cz>) dvě menší bazaltoidní tělesa. Západní těleso je situováno jižně od sedla Polevského vrchu a Medvědí hůrky, na východním svahu Polevského vrchu. Nacházejí se zde bazaltoidní výchozy převážně sloupcovitě odlučné horniny. Zde byla zjištěna pouze podružná zeolitová asociace s běžným phillipsitem a natrolitem, které se vyskytují v drobných dutinách. Východní bazaltoidní těleso, které je situováno jv. od již zmiňovaného sedla a leží na jižním svahu Medvědí hůrky, tvoří blokovitě odlučné výchozy, jen místy s náznakem deskovité a sloupcovitě odlučnosti. Právě zde byla nově objevena zeolitová mineralizace, která je námětem tohoto příspěvku. Lokalita zahrnuje ještě jižně pokračující svah s rozptýlenými bloky bazaltoidní horniny, zakončený menším zahliněným lomem. Zajímavostí této lokality je i to, že jde o dvě drobná bazaltoidní tělesa nacházející se na okrajích rozsáhlých trachytových těles, která společně s fonolitovými v Lužických horách převládají. Výskyty zeolitové mineralizace v trachytech a fonolitech Lu-



Obr. 1 Plánek obou lokalit. X 1 U poustevny; X 2 Zaječí vrch; upraveno podle www.mapy.cz.

Obr. 2 Drobný výchoz s nejbohatším výskytem offretitu na lokalitě U poustevny, foto L. Hružek, 2018.

Obr. 3 Lokalita zeolitů Zaječí vrch, foto P. Pauliš, 2018.



Obr. 4 Snopkovité agregáty offretitu porostlé jílovým minerálem - U poustevny. Šířka záběru 5 mm, foto B. Bureš.



Obr. 5 Hrotité srostlice offretitu narůstající na izometrický krystal pravděpodobného analcimu - U poustevny. Šířka záběru 4 mm, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 6 Hrotité srostlice offretitu narůstající na izometrický krystal pravděpodobného analcimu - U poustevny. Šířka záběru 5 mm, foto P. Fuchs.

žických hor jsou velmi ojedinělé. Jednou z výjimek je trachyt Polevského vrchu, který obsahuje větší množství trhlin a členitých dutinek s výskytem zeolitů. Při průzkumu lokality U poustevny byly odebrány vzorky i těchto hornin s drobnými krystaly poměrně hojného analcimu, respektive ojedinělého natrolitu a chabazitu.

Bazaltoidní hornina, ve které byly zjištěny popisované zeolity, je částečně alterována, což se projevuje výraznějším zhnědnutím barvy. Obsahuje větší zaoblené dutiny, které dosahují velikosti až 15 mm. Je také bohatěji porfyrická, olivínové xenokrysty v ní chybějí. V uspořádání minerálních součástí se projevuje zřetelně paralelita. V mikroskopickém pohledu jde o horninu porfyrickou. Porfyrické vyrostlice zaujímají více než jednu čtvrtinu celkového horninového objemu. Jsou mezi nimi zastoupeny hypautomorfní až automorfní klinopyroxeny zonální stavby, se širokým jádrem nafialovělé barvy a úzkým lemem barvy hnědorůžové. Ve srovnání s jejich množstvím však nad nimi značně převládají vyrostlice plagioklasu, které jsou rovněž hypautomorfně až automorfně omezené, bazicitou odpovídají labradoritu a jejich délka dosahuje až 3 mm. Jsou tímto svým protažením nápadně přednostně orientovány. Olivínové xenokrysty tu nebyly zjištěny. Základní hmotu tvoří jemně krystalický agregát lištovitěho, fluidálně uspořádaného plagioklasu se zrnky klinopyroxenu a nefelin-analcimické mesostaze s nadstandardně velkým množstvím (až k 15 %) drobně zrnitého magnetitu. Pro tuto bazaltickou facii lze použít klasifikační označení porfyrický nefelinicko-analcimický tefrit, magnetitem obzvlášť bohatý.

Vrchol **Zaječích vrchu** má podobu mírně protaženého hřbetu ve směru JZ - SV. Vrcholová partie je tvořena výraznějšími výchozy bazaltoidu. Odlišnost horniny je zde hrubě sloupcovitá a často drobně deskovitá. Převažuje zde bazaltoid bez výskytu dutin se zeolity. Místy je hornina bohatá na drobné dutiny. Převažují zde mandle zcela vyplněné thomsonitem a phillipsitem. Jen vzácně se objevují otevřené dutiny o velikosti do 4 cm. Zajímavostí této části lokality je pouze výskyt gismondinu. Dokumentační výskyt běžných zeolitů byl zjištěn i v dalších menších výchozech, které jsou časté po celém obvodu vrcholové partie. Nejzajímavějším místem lokality a předmětem této práce je nenápadný plochý výchoz, téměř ko-

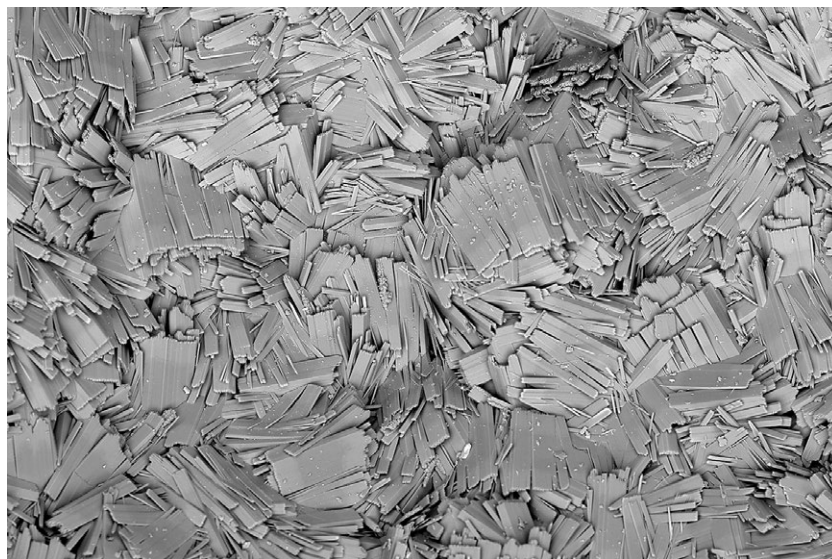
pírující terén, nacházející se na jz. okraji vrcholového hřebetu. Na ploše cca 2 m² byl objeven v blokovitě odlučné hornině výskyt drobných dutin o velikosti od 0.5 cm do 3 cm, vzácněji až do 5 cm. V těchto dutinách byla zjištěna asociace zeolitů s hojným offretitem, který tvoří krystalograficky velmi zajímavé ukázky.

Zdejší namodralé tmavošedá až černošedá bazaltická hornina obsahuje jen řídkce vtroušené vyrostlice velikosti do 1.5 mm, jinak má pouhým okem nerozlišitelnou zrnitost. Vyznačuje se kusovitým rozpadem podle rovnoplochých puklin, pokrytých filmem rezavě hnědého limonitu. Nejvýraznějším makroskopickým prvkem jsou nehojné, ale až přes 2 cm velké dutiny, vystlané tlustou kůrou modravě bílých zeolitů. Horninová hmota působí celistvým kompaktním dojmem všesměrného upořádání. Kromě limonitu na puklinách se na ní neprojevují žádné makroskopické rysy alteračních změn.

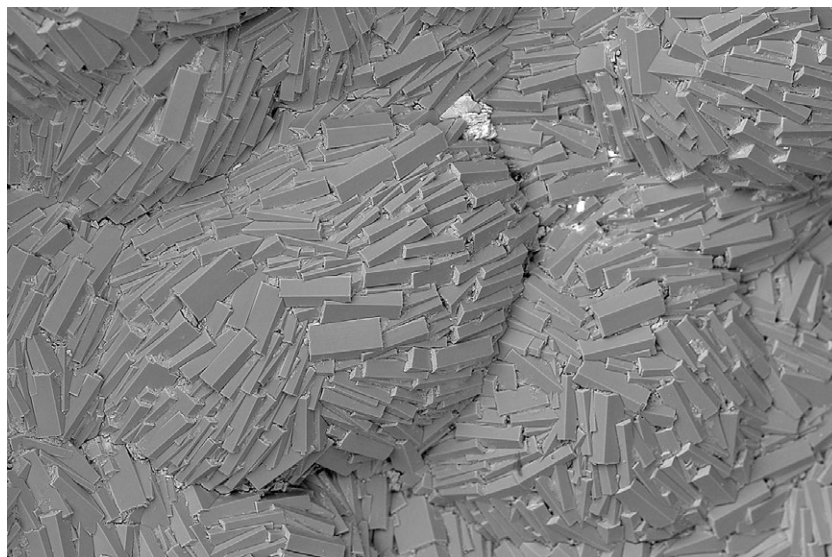
Krystalů vyrostlicové povahy je v mikroskopickém obraze horniny málo - sotva 5 %. Jde vesměs o klinopyroxeny, z nichž je navíc značná část opacitizována. Vyrostlice olivínu nebyly zjištěny žádné. Klamně jako vyrostlice světlého minerálu by mohly při letném pohledu do mikroskopu působit mírně protáhlé, až 0.5 mm velké útvary. Jde však o bývalé dutinky zcela zaplněné výrazně anizotropním druhotným minerálem lištovitěho tvaru, patrně zeolitu. Základní hmota se skládá z pyroxenu, analcimu, magnetitu a nevelkého množství drobných lišt plagioklasu. To ji, spolu s absencí olivínu, řadí do foiditické kategorie k analcimitu, blížíciho se analcimickému tefritu s řídkce porfyrickou strukturou a s řídkce dutinatou texturou.

Metodika výzkumu

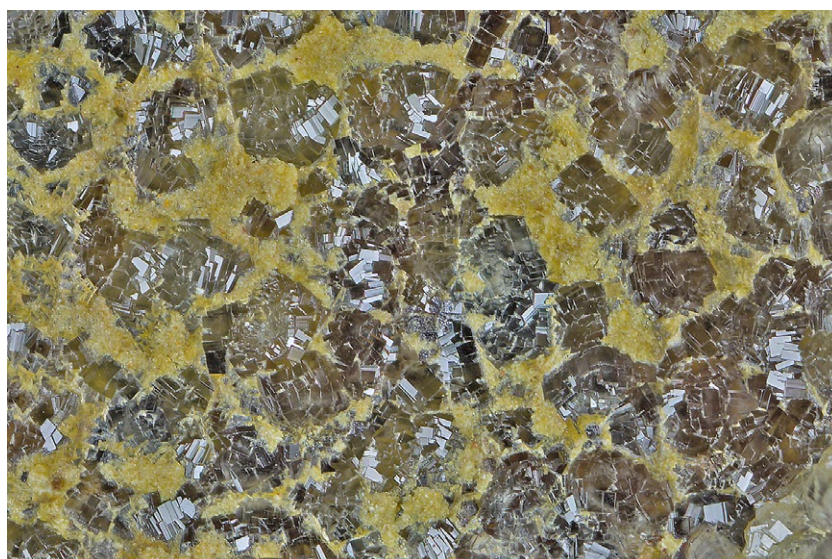
Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití CuK α záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly nanášeny v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořízena difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry



Obr. 7 Lištovité agregáty offretitu - U poustevny. Šířka záběru 3 mm, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 8 Detail polokulovitěho agregátu offretitu tvořeného jeho lištovitými krystaly - U poustevny. Šířka záběru 1 mm, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 9 Polokulovitě srostlice offretitu, kdy jednotlivé na sebe nasedající krystaly narůstají na jiný zeolit či jílový minerál - U poustevny. Šířka záběru 5 mm, foto B. Bureš.

byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení zeolitů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, analytik Z. Dolníček, J.

Sejkora) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 10 nA, průměr svazku 5 μm , standardy: baryt (BaL β), albit (NaK α), sanidin (SiK α AlK α , KK α), rodonit (MnK α), diopsid (MgK α), apatit (PK α), hematit (FeK α), ZnO (ZnK α), celestin (SK α , SrL β), Cs sklo (CsK α), wo-

Tabulka 1 Rentgenová prášková data offretitu z Poustevny

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}
0	1	0	11.518	100	11.529	1	3	1	2.947	6	2.947	0	5	2	1.9711	1	1.9706
0	0	1	7.635	12	7.591	0	4	0	2.882	60	2.882	0	6	0	1.9201	2	1.9214
1	1	0	6.656	25	6.656	1	2	2	2.862	28	2.862	2	5	0	1.8460	2	1.8460
0	1	1	6.363	2	6.340	0	3	2	2.707	5	2.700	1	4	3	1.7837	3	1.7840
0	2	0	5.761	46	5.764	0	4	1	2.695	2	2.694	1	6	0	1.7582	2	1.7581
1	1	1	5.007	3	5.005	2	3	0	2.644	2	2.645	0	6	2	1.7132	3	1.7143
0	2	1	4.589	18	4.591	1	4	0	2.5159	29	2.5157	3	4	2	1.6942	<1	1.6956
1	2	0	4.355	69	4.357	2	2	2	2.5097	2	2.5023	4	4	0	1.6653	11	1.6640
0	3	0	3.842	56	3.843	2	3	1	2.4967	2	2.4976	2	5	2	1.6591	4	1.6601
0	0	2	3.793	41	3.795	0	2	3	2.3165	1	2.3169	2	6	0	1.5959	6	1.5987
1	2	1	3.777	60	3.779	0	5	0	2.3064	1	2.3057	0	6	3	1.5287	3	1.5302
0	1	2	3.605	18	3.605	3	3	0	2.2191	15	2.2187	4	5	0	1.4758	3	1.4761
0	3	1	3.429	4	3.429	2	4	0	2.1777	1	2.1787	3	3	4	1.4416	<1	1.4421
2	2	0	3.328	17	3.328	3	3	1	2.1313	5	2.1296	1	7	2	1.4169	1	1.4166
1	1	2	3.295	1	3.297	0	3	3	2.1136	2	2.1133	4	4	3	1.3911	1	1.3903
1	3	0	3.196	11	3.197	1	4	2	2.0945	3	2.0969	3	6	2	1.3565	1	1.3565
0	2	2	3.169	4	3.170	1	5	1	1.9992	4	1.9976						

Tabulka 2 Parametry základní cely offretitu (pro hexagonální prostorovou grupu P-6m2)

		<i>a</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
Poustevna	tato práce	13.312(5)	7.5907(5)	1164.9(6)
Zaječí vrch	tato práce	13.304(5)	7.5998(4)	1164.9(7)
Mt. Semiol	Gualtieri et al. (1998)	13.293(2)	7.608(1)	1164.25
Kluček	Pauliš et al. (2018)	13.302(5)	7.5904(12)	1163.1(6)
Okřešice	Pauliš et al. (2017a)	13.297(8)	7.6008(4)	1163.9(8)
Nový Oldřichov	Pauliš et al. (2016a)	13.295(6)	7.6133(4)	1165.4(6)
Vrbička	Pauliš et al. (2013)	13.261(7)	7.559(1)	1151.5(1)

Tabulka 3 Chemické složení offretitu z Poustevny (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO ₂	50.46	50.52	51.17	49.53	50.89	50.17
Al ₂ O ₃	19.11	19.65	19.10	18.54	19.16	19.11
CaO	4.64	4.24	4.06	4.03	5.53	5.36
MgO	2.04	2.51	2.56	2.65	1.25	1.25
BaO	0.19	0.15	0.03	0.09	0.27	0.39
SrO	0.30	0.21	0.30	0	0.78	0.22
Na ₂ O	0.44	0.12	0.51	0.86	0.32	0.39
K ₂ O	2.98	2.48	2.84	2.66	3.72	3.20
H ₂ O	19.36	19.45	18.44	19.01	19.55	19.17
total	99.52	99.33	99.01	97.37	101.47	99.26
Si ⁴⁺	12.503	12.462	13.310	12.496	12.490	12.557
Al ³⁺	5.580	5.712	5.855	5.512	5.542	5.636
Ca ²⁺	1.231	1.121	1.132	1.090	1.454	1.438
Mg ²⁺	0.754	0.923	0.992	0.998	0.457	0.466
Ba ²⁺	0.018	0.016	0.003	0.009	0.027	0.038
Sr ²⁺	0.043	0.030	0.045	0	0.111	0.032
Na ⁺	0.210	0.056	0.256	0.421	0.153	0.190
K ⁺	0.941	0.780	0.941	0.855	1.165	1.023
H ₂ O	16	16	16	16	16	16
T _{Si}	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 16 H₂O.

Tabulka 4 Rentgenová prášková data gismondinu z Poustevny

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
1	0	0	10.035	2	10.011	2	3	1	2.759	5	2.756	-1	1	5	1.9121	1	1.9121
1	1	0	7.298	52	7.289	-3	2	1	2.743	16	2.743	1	1	5	1.8817	1	1.8817
0	1	1	7.209	27	7.215	-1	2	3	2.710	28	2.712	2	3	4	1.8489	3	1.8491
-1	1	1	5.936	2	5.945	3	2	1	2.690	20	2.690	4	4	0	1.8223	12	1.8223
1	1	1	5.775	4	5.766	0	4	0	2.657	10	2.659	3	2	4	1.8204	40	1.8205
0	2	0	5.318	1	5.317	3	1	2	2.623	2	2.622	0	4	4	1.8039	2	1.8038
2	0	0	5.009	7	5.005	0	4	1	2.565	1	2.566	1	2	5	1.7988	2	1.7991
0	0	2	4.912	32	4.911	-2	3	2	2.519	1	2.521	0	5	3	1.7837	1	1.7836
0	2	1	4.678	19	4.676	4	0	0	2.502	2	2.503	0	6	0	1.7723	<1	1.7724
-1	0	2	4.488	2	4.487	2	3	2	2.4663	1	2.4654	-3	3	4	1.7554	3	1.7553
0	1	2	4.461	4	4.458	0	0	4	2.4546	2	2.4555	-2	4	4	1.7143	<1	1.7147
-1	2	1	4.270	51	4.271	3	3	0	2.4310	1	2.4297	2	2	5	1.7067	2	1.7066
1	2	1	4.203	19	4.203	0	3	3	2.4047	8	2.4051	4	4	2	1.6908	<1	1.6910
-2	1	1	4.167	4	4.176	2	4	0	2.3488	1	2.3480	2	4	4	1.6797	1	1.6798
-1	1	2	4.131	3	4.134	0	4	2	2.3382	9	2.3380	6	0	0	1.6684	7	1.6685
2	1	1	4.059	12	4.052	-2	4	1	2.2928	1	2.2943	0	0	6	1.6374	6	1.6370
1	1	2	4.017	1	4.014	-4	0	2	2.2704	1	2.2705	2	3	5	1.6063	1	1.6063
2	2	0	3.646	8	3.645	4	2	0	2.2643	2	2.2644	1	1	6	1.5863	1	1.5864
0	2	2	3.606	3	3.608	-2	0	4	2.2433	1	2.2437	6	2	1	1.5607	<1	1.5612
-1	2	2	3.429	4	3.429	4	0	2	2.1920	4	2.1913	3	6	1	1.5413	2	1.5409
2	2	1	3.384	1	3.382	3	3	2	2.1514	1	2.1507	-6	3	1	1.5010	2	1.5011
1	2	2	3.361	2	3.360	-2	4	2	2.1354	3	2.1354	0	3	6	1.4863	<1	1.4862
1	3	0	3.339	9	3.341	3	2	3	2.1010	3	2.1012	-6	2	3	1.4562	1	1.4558
0	3	1	3.332	11	3.334	1	5	0	2.0808	4	2.0804	4	4	4	1.4417	<1	1.4415
2	1	2	3.265	5	3.265	-3	4	1	2.0451	3	2.0456	-1	7	2	1.4391	<1	1.4390
3	1	0	3.183	100	3.184	-1	5	1	2.0400	2	2.0391	4	5	3	1.4363	1	1.4364
0	1	3	3.129	53	3.129	-1	4	3	2.0322	2	2.0325	6	4	0	1.4129	2	1.4132
-1	1	3	3.022	<1	3.023	1	4	3	2.0103	2	2.0104	3	6	3	1.4012	1	1.4010
3	1	1	2.995	5	2.992	5	0	0	2.0022	1	2.0022	7	2	0	1.3810	<1	1.3810
0	3	2	2.873	1	2.874	5	1	0	1.9669	2	1.9676	2	5	5	1.3749	1	1.3749
-3	0	2	2.818	1	2.818	0	1	5	1.9317	2	1.9317	-4	2	6	1.3524	2	1.3523
0	2	3	2.788	1	2.788												

Tabulka 5 Parametry základní cely gismondinu (pro monoklinickou prostorovou grupu P2₁/c)

		<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	β [°]	<i>V</i> [Å ³]
Poustevna	tato práce	10.0205(7)	10.6344(9)	9.8313(7)	92.52(4)	1046.6(1)
Zaječí vrch	tato práce	10.0188(17)	10.6292(15)	9.8298(17)	92.48(2)	1045.8(3)
Schieferberg	Rinaldi, Vezzalini (1985)	10.0197(7)	10.6347(7)	9.8323(5)	92.511(7)	1046.69
Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	10.021(2)	10.630(3)	9.828(3)	92.51	1045.8(5)

Tabulka 6 Chemické složení gismondinu z Poustevny (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	36.44	35.95	38.08	35.91	38.31	36.13	34.26
Al ₂ O ₃	26.08	27.92	25.86	25.06	25.88	25.11	26.66
CaO	15.85	16.10	16.92	15.31	15.34	15.26	16.16
Na ₂ O	0.26	0.36	0.26	0.14	0.37	0.31	0.12
K ₂ O	0.16	0.06	0.18	0.25	0.26	0.14	0.05
H ₂ O	20.44	20.82	21.05	19.91	20.89	20.00	19.96
total	99.23	101.21	102.35	96.58	101.05	96.95	97.21
Si ⁴⁺	2.138	2.071	2.170	2.163	2.199	2.167	2.059
Al ³⁺	1.804	1.895	1.737	1.779	1.751	1.775	1.889
Ca ²⁺	0.997	0.994	1.033	0.988	0.943	0.980	1.041
Na ⁺	0.030	0.040	0.029	0.016	0.041	0.036	0.014
K ⁺	0.012	0.004	0.013	0.020	0.019	0.011	0.004
H ₂ O	4	4	4	4	4	4	4
T _{Si}	0.54	0.52	0.55	0.54	0.55	0.54	0.52

Empirický vzorec byl přepočten na bázi osmi kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 4 H₂O.



Obr. 10 Čiré nárůsty phillipsitu-K na bílém gismondinu - U poustevny. Šířka záběru 5 mm, foto P. Fuchs.

llastonit (CaK α) a LiF (FK α). Obsahy Cs, Fe, Mg, Mn, P, S, Zn a F byly pod mezí detekce přístroje (cca 0.03 - 0.05 hm. %). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Charakterizace zjištěné mineralizace

Výskyt zeolitové mineralizace na obou lokalitách není v historické ani moderní odborné literatuře popsán. Lokality objevil v rámci mineralogického průzkumu nalezišť v oblasti Lužických hor a přilehlé části Českého středohoří druhý z autorů (LH).

U poustevny

Samotné skalní defilé lokality U poustevny je tvořeno převážně horninou bez jakékoliv zeolitové mineralizace. Pouze při západním okraji výchozu bylo objeveno několik velmi drobných skalek vystupujících z terénu o rozloze pod 1 m² (obr. 1). Patrně šlo o kontaktní zónu se staršími horninami. Hornina těchto drobných výchozů je výrazně dutinatá. Vzniklé dutiny jsou zploštělé, pravidelně oválné o velikosti nejčastěji okolo 1 cm, vzácně až 5 cm. Každý z výchozů má svůj odlišný charakter. V jednom převládá offretit, ostatní zeolity jsou vzácné. V dalším převládá phillipsit s chabazitem a offretit je vzácný či bezezbytku překrytý ostatními zeolity. Významným zdrojem vzorků pro dokumentaci různých forem výskytu zdejších zeolitů jsou i volné bloky horniny. Byly nalezeny bloky s velmi odlišnými charakterly zeolitové mineralizace. Hornina je také zajímavá výskytem vyrostlic světlých živců,



Obr. 11 Tabulkovité krystaly lévynu-Ca s nárůsty offretitu-erionitu - U poustevny. Šířka záběru 6.5 mm, foto B. Bureš.

Tabulka 7 Rentgenová prášková data lévynu-Ca z Poustevny

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>l</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>l</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>l</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}
1	0	1	10.314	11	10.324	3	0	6	2.715	3	2.717	6	0	3	1.8663	2	1.8675
0	1	2	8.131	27	8.150	2	1	7	2.623	10	2.625	5	2	0	1.8488	4	1.8500
0	0	3	7.652	10	7.666	2	3	2	2.583	2	2.583	2	4	7	1.8184	1	1.8184
1	1	0	6.660	53	6.670	4	1	0	2.519	43	2.521	4	1	9	1.7941	7	1.7946
2	0	2	5.161	13	5.162	3	2	4	2.4068	2	2.4070	3	0	12	1.7138	1	1.7157
1	1	3	5.030	1	5.032	4	1	3	2.3953	4	2.3949	4	4	0	1.6689	12	1.6676
2	1	1	4.290	7	4.290	2	3	5	2.2962	4	2.2965	5	2	6	1.6657	18	1.6661
0	1	5	4.264	26	4.273	3	3	0	2.2238	18	2.2234	6	2	1	1.5974	3	1.5983
0	2	4	4.075	100	4.075	2	4	1	2.1739	1	2.1736	5	3	5	1.5534	2	1.5535
3	0	0	3.847	53	3.851	4	2	2	2.1444	2	2.1450	7	1	0	1.5309	1	1.5303
2	0	5	3.592	9	3.598	3	3	3	2.1363	3	2.1354	2	6	5	1.5133	1	1.5130
2	1	4	3.475	6	3.477	4	1	6	2.1054	2	2.1063	5	4	1	1.4781	2	1.4762
3	0	3	3.441	3	3.441	5	0	5	2.0642	1	2.0647	8	0	2	1.4335	1	1.4329
2	2	0	3.333	34	3.335	0	4	8	2.0392	1	2.0375	3	0	15	1.4259	<1	1.4244
1	0	7	3.161	12	3.160	4	2	5	1.9722	1	1.9724	2	3	14	1.3969	1	1.3963
3	1	2	3.086	9	3.087	2	3	8	1.9474	1	1.9486	8	0	5	1.3784	1	1.3778
4	0	1	2.866	11	2.866	0	5	7	1.8888	2	1.8900	8	1	1	1.3493	2	1.3499
0	4	2	2.801	28	2.801	3	4	2	1.8735	1	1.8739						

pyroxenu a xenolitů trachytu. Zvláště netradiční jsou až 2 cm velké vyrostlice blíže neidentifikovaného světlého až krémově zbarveného živce. Nejzajímavější partie lokality jsou však pravděpodobně překryty velkou vrstvou humusu.

Offretit je na lokalitě relativně hojným zeolitem. V jednom drobném výchozu dokonce tvoří základní výplň všech dutinek od 0.X do 4 cm. V některých případech tu na dm² horniny napočítáme až 20 plochých dutin o průměrné velikosti 5 mm. V dalším drobném výchozu je offretit převážně překrýván chabazitem a phillipsitem. Odliš-

né formy krystalizace offretitu byly nalezeny i v několika blocích horniny v sutí. V jednom z bloků byly nalezeny ploché protáhlé dutiny o rozměrech až 8 × 2 cm. V těchto dutinách tvoří tabulkovité agregáty offretitu nejstarší fázi, ovšem z větší části jej překrývá chabazit a phillipsit. Nejstý je vícegenerační vývoj offretitu, vzhled některých agregátů tomu však nasvědčuje. Různorodost výskytu krystalů a zejména agregátů offretitu na lokalitě je výjimečná. Škálu typů agregátů nejlépe vystihují SEM snímky. Zjednodušeně můžeme rozdělit tvary offretitových krystalů a agregátů následovně. Zjištěny zde byly hexagonální kry-

Tabulka 8 Parametry základní cely lévynu-Ca (pro trigonální prostorovou grupu R-3m)

	U poustevny (tato práce)	Merlino et al. (1975)	Jehla Pauliš et al. (2015)	Hackenberg Pauliš et al. (2014a)
a [Å]	13.3405(19)	13.338(4)	13.338(3)	13.330(3)
c [Å]	22.9973(2)	23.0140(90)	23.0105(1)	23.0122(3)
V [Å ³]	3544.5(5)	3545.72	3545.0(7)	3541.3(9)

Tabulka 9 Chemické složení lévynu-Ca z Poustevny (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	45.16	46.98	44.52	43.84	44.67	45.73	45.93	44.44
Al ₂ O ₃	22.13	22.78	21.22	21.71	23.03	22.92	21.31	21.94
CaO	10.60	10.54	10.60	10.66	10.45	10.74	10.72	10.52
Na ₂ O	0.51	1.11	0.55	0.72	0.57	0.15	0.41	0.05
K ₂ O	3.51	3.96	3.72	3.61	3.97	3.87	2.42	3.41
H ₂ O	22.33	21.11	19.94	19.89	20.44	20.69	20.20	19.99
total	102.30	106.48	100.55	100.43	103.13	104.10	100.99	100.35
Si ⁴⁺	11.324	11.342	11.380	11.234	11.141	11.268	11.566	11.333
Al ³⁺	6.539	6.481	6.393	6.556	6.771	6.656	6.325	6.595
Ca ²⁺	2.848	2.726	2.903	2.927	2.792	2.835	2.892	2.875
Na ⁺	0.247	0.519	0.273	0.357	0.276	0.071	0.200	0.024
K ⁺	1.142	1.218	1.213	1.179	1.268	1.217	0.778	1.109
H ₂ O	17	17	17	17	17	17	17	17
T _{Si}	0.63	0.64	0.64	0.63	0.62	0.63	0.65	0.63

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H₂O bylo dpočítáno na základě teoretického obsahu 17 H₂O.

Tabulka 10 Chemické složení erionitu-K z Poustevny (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	49.91	49.97	50.30	49.57	50.48	49.43	50.40	49.23
Al ₂ O ₃	19.34	19.97	18.42	20.05	19.48	19.20	19.29	18.97
CaO	6.57	6.55	6.75	6.77	6.77	6.30	6.51	6.34
MgO	0.58	0.61	0.63	0.92	0.38	0.70	0.24	0.56
Na ₂ O	0.19	0	0.02	0.88	0.36	0.04	0	0
K ₂ O	6.54	6.59	5.84	6.13	6.43	6.81	5.29	6.70
H ₂ O	18.27	18.41	18.12	18.65	18.45	18.11	18.15	17.98
total	101.40	102.10	100.08	104.97	102.35	100.59	99.88	99.78
Si ⁴⁺	24.567	24.412	24.962	23.911	24.613	24.548	24.973	24.632
Al ³⁺	11.222	11.501	10.777	11.398	11.198	11.239	11.267	11.184
Ca ²⁺	3.466	3.429	3.590	3.499	3.363	3.351	3.457	3.400
Mg ²⁺	0.426	0.443	0.465	0.661	0.275	0.519	0.176	0.418
Na ⁺	0.183	0	0.018	0.823	0.340	0.036	0	0
K ⁺	4.105	4.110	3.698	5.003	4.002	4.315	3.347	4.275
H ₂ O	30	30	30	30	30	30	30	30
T _{Si}	0.69	0.68	0.70	0.67	0.68	0.69	0.69	0.69

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 72 kyslíků. H₂O bylo dpočítáno na základě teoretického obsahu 30 H₂O.

Tabulka 11 Rentgenová prášková data phillipsitu-K z Poustevny

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
-1	0	1	8.162	3	8.179	1	2	2	2.570	5	2.566	-4	1	5	1.7126	2	1.7130
0	2	0	7.143	100	7.157	-3	2	3	2.542	1	2.548	-4	2	5	1.6784	1	1.6774
0	1	1	6.388	23	6.407	0	4	2	2.525	5	2.532	-2	7	3	1.6750	3	1.6736
1	2	0	5.356	14	5.373	2	3	1	2.4708	1	2.4759	2	1	3	1.6709	1	1.6702
0	2	1	5.043	18	5.064	1	5	1	2.3822	5	2.3821	-4	5	4	1.6632	1	1.6640
-2	0	1	4.937	17	4.960	2	4	1	2.2525	1	2.2513	-2	8	2	1.6390	2	1.6393
-2	1	1	4.663	3	4.687	-4	2	3	2.2284	2	2.2310	-5	0	5	1.6363	2	1.6358
1	0	1	4.303	5	4.294	3	4	0	2.1617	1	2.1612	-6	2	3	1.6119	1	1.6110
-1	3	1	4.121	19	4.121	-2	6	1	2.1517	2	2.1500	0	8	2	1.6010	1	1.6008
-2	0	2	4.096	31	4.090	-4	3	1	2.0969	<1	2.1006	-5	2	5	1.5945	1	1.5947
0	3	1	3.951	3	3.972	-3	2	4	2.0750	1	2.0785	-6	2	2	1.5698	<1	1.5698
2	1	0	3.919	3	3.912	-2	6	2	2.0630	<1	2.0607	-5	5	1	1.5413	1	1.5410
1	2	1	3.684	2	3.682	4	0	0	2.0338	<1	2.0336	-1	6	4	1.5364	1	1.5360
2	2	0	3.533	1	3.536	1	0	3	1.9993	1	2.0027	-2	9	1	1.5155	<1	1.5146
0	1	2	3.469	4	3.475	-3	5	3	1.9743	4	1.9744	-1	3	5	1.4954	1	1.4944
1	4	0	3.264	19	3.276	-5	0	2	1.9646	5	1.9638	3	7	1	1.4853	1	1.4849
-3	0	1	3.216	6	3.218	1	2	3	1.9308	<1	1.9286	-6	2	1	1.4667	1	1.4661
-1	3	2	3.197	42	3.200	-2	7	1	1.8891	<1	1.8906	-4	7	4	1.4461	<1	1.4459
1	3	1	3.185	61	3.192	-2	7	2	1.8288	2	1.8290	1	4	4	1.4389	<1	1.4383
-3	1	1	3.137	28	3.140	-5	3	2	1.8168	1	1.8160	-6	3	5	1.4351	<1	1.4350
2	3	0	3.095	<1	3.095	0	8	0	1.7899	3	1.7893	3	1	3	1.4254	<1	1.4243
-3	2	1	2.931	13	2.935	-5	2	4	1.7794	12	1.7785	3	6	2	1.4042	<1	1.4038
-2	1	3	2.851	<1	2.854	-5	2	1	1.7711	2	1.7716	-2	9	3	1.3965	1	1.3959
-1	4	2	2.755	8	2.754	0	8	1	1.7357	<1	1.7360	-7	2	4	1.3841	<1	1.3845
-1	5	1	2.704	12	2.702	-3	1	5	1.7319	1	1.7324	0	3	5	1.3727	2	1.3725
-2	4	2	2.690	19	2.693	3	5	1	1.7244	1	1.7241	2	1	4	1.3683	2	1.3683
-3	3	2	2.674	10	2.673	2	5	2	1.7178	2	1.7177	-7	1	2	1.3508	<1	1.3505

Tabulka 12 Parametry základní cely phillipsitu (pro monoklinickou prostorovou grupu P2₁/m)

			a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å ³]
K	Poustevna	tato práce	9.9206(19)	14.315(3)	8.7387(19)	124.92(6)	1017.5(4)
Ca	Zaječí vrch	tato práce	9.9226(19)	14.314(3)	8.7396(17)	124.92(5)	1017.8(4)
Ca	Heřmanice	Pauliš et al. (2018)	9.922(19)	14.314(4)	8.742(18)	124.91(3)	1018.0(4)
K	Svor	Pauliš et al. (2016b)	9.924(2)	14.315(3)	8.742(2)	124.93(7)	1018.2(4)
K	Vrbička	Pauliš et al. (2013)	9.919(3)	14.314(3)	8.740(3)	124.93(1)	1017.5(6)
K	Nový Oldřichov	Pauliš et al. (2016a)	9.925(1)	14.312(3)	8.740(2)	124.92(3)	1018.0(3)
Ca	Nový Oldřichov	Pauliš et al. (2016a)	9.922(1)	14.313(3)	8.743(2)	124.91(2)	1018.1(3)
		Gatta et al. (2009)	9.9238(6)	14.3145(5)	8.7416(5)	124.920(9)	1018.2
Ca	Jehla	Pauliš et al. (2015)	9.924(2)	14.321(4)	8.737(2)	124.92(3)	1017.4(4)
K	Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	9.917(4)	14.314(8)	8.737(4)	124.92(0)	1016.9(9)

Tabulka 13 Chemické složení phillipsitu-K z Poustevny (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	52.67	51.70	56.24	53.63	51.29	52.39	50.75
Al ₂ O ₃	23.04	23.73	20.50	22.93	23.23	23.38	24.49
CaO	6.66	7.28	5.23	6.32	6.84	7.17	7.09
BaO	0.38	0.29	0.52	0.69	0.18	0.37	0.23
Na ₂ O	0.34	0.32	0.55	0.74	0	0	0.45
K ₂ O	7.43	7.33	7.80	7.48	7.57	7.21	7.17
H ₂ O	17.69	17.79	17.43	18.03	17.53	17.83	17.51
total	108.04	108.44	108.27	109.82	106.64	108.35	106.69
Si ⁴⁺	10.717	10.454	11.611	10.705	10.528	10.574	10.428
Al ³⁺	5.485	5.655	4.989	5.394	5.619	5.561	5.689
Ca ²⁺	1.450	1.577	1.154	1.352	1.505	1.551	1.561
Ba ²⁺	0.030	0.023	0.042	0.054	0.015	0.029	0.019
Na ⁺	0.133	0.124	0.216	0.281	0	0	0.175
K ⁺	1.928	1.891	2.054	1.904	1.983	1.855	1.879
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0.66	0.65	0.69	0.66	0.65	0.65	0.65

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 32 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

Tabulka 14 Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Poustevny

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
1	0	1	9.322	100	9.356	0	4	2	2.776	2	2.776	6	1	2	1.7700	2	1.7710
1	1	0	6.878	12	6.899	2	0	5	2.687	4	2.687	1	2	8	1.7367	1	1.7356
0	1	2	6.340	3	6.364	4	1	0	2.607	10	2.607	4	4	0	1.7232	6	1.7247
0	2	1	5.543	17	5.552	2	3	2	2.5737	2	2.5755	3	3	6	1.6948	2	1.6945
0	0	3	5.007	19	5.013	0	0	6	2.5022	12	2.5066	3	2	7	1.6899	1	1.6910
2	0	2	4.668	8	4.678	1	1	6	2.3562	1	2.3559	5	3	2	1.6685	1	1.6646
2	1	1	4.319	76	4.325	4	1	3	2.3120	1	2.3133	6	2	1	1.6462	4	1.6471
1	1	3	4.044	<1	4.055	3	3	0	2.2964	5	2.2996	0	4	8	1.5886	1	1.5911
3	0	0	3.977	7	3.983	5	0	2	2.2760	1	2.2776	6	1	5	1.5582	4	1.5585
1	2	2	3.871	17	3.872	3	1	5	2.2292	<1	2.2273	5	2	6	1.5212	1	1.5209
1	0	4	3.584	17	3.586	3	0	6	2.1217	1	2.1214	5	3	5	1.4867	1	1.4846
2	2	0	3.443	13	3.449	3	3	3	2.0884	7	2.0902	2	6	5	1.4518	1	1.4514
1	3	1	3.232	4	3.236	1	5	2	2.0649	1	2.0637	4	4	6	1.4211	1	1.4208
0	2	4	3.181	7	3.182	0	5	4	2.0163	1	2.0169	5	4	4	1.4182	1	1.4171
3	0	3	3.112	<1	3.119	2	1	7	1.9390	1	1.9401	4	1	9	1.4079	1	1.4069
4	0	1	2.928	54	2.930	5	2	0	1.9126	1	1.9134	1	6	7	1.3916	<1	1.3897
2	1	4	2.889	20	2.890	5	0	5	1.8708	3	1.8711	2	7	4	1.3621	1	1.3608
2	2	3	2.839	3	2.842	4	1	6	1.8080	6	1.8070						

Tabulka 15 Parametry základní cely chabazitu (pro trigonální prostorovou grupu R-3m)

			<i>a</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
Ca	Poustevna	tato práce	13.8088(4)	15.0395(3)	2482.5(7)
	Zaječí vrch	tato práce	13.819(6)	15.0186(3)	2483.7(8)
Ca	Heřmanice	Pauliš et al. (2018)	13.814(5)	15.0449(3)	2486.3(9)
Ca		Yakubovich et al. (2005)	13.831(3)	15.023(5)	2488.83
Ca	Kluček	Pauliš et al. (2018)	13.825(5)	15.0289(2)	2487.6(8)
Ca	Tachov	Pauliš et al. (2017)	13.833(8)	15.0213(3)	2490(1)
Ca	Svor	Pauliš et al. (2016b)	13.826(6)	15.0196(3)	2486(1)
Ca	Oldřichov	Pauliš et al. (2016a)	13.820(7)	15.0364(8)	2487.1(9)
K	Oldřichov	Pauliš et al. (2016a)	13.832(8)	15.0265(6)	2489(1)
Ca	Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	13.837(6)	15.0073(4)	2488(1)
Ca	Jehla	(Pauliš et al. 2015)	13.820(6)	15.0226(4)	2484.9(1)

Tabulka 16 Chemické složení chabazitu-Ca z Poustevny (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	43.74	41.82	43.69	41.19	43.51	46.88	45.33
Al ₂ O ₃	19.68	21.13	20.24	18.64	19.84	19.27	18.98
CaO	8.92	9.04	8.98	8.81	8.99	8.97	8.72
BaO	0.06	0.08	0.06	0.12	0.01	0.09	0.01
SrO	2.69	3.18	3.05	2.89	2.89	1.96	2.15
K ₂ O	4.29	4.33	4.01	5.36	4.16	3.88	3.99
H ₂ O	20.41	20.29	20.56	19.48	20.41	20.88	20.59
total	99.79	99.87	100.59	96.49	99.81	101.93	99.77
Si ⁴⁺	7.709	7.414	7.645	7.608	7.668	8.077	7.920
Al ³⁺	4.088	4.414	4.174	4.057	4.122	3.913	3.909
Ca ²⁺	1.685	1.717	1.683	1.743	1.698	1.656	1.632
Ba ²⁺	0.004	0.005	0.004	0.009	0.001	0.006	0.001
Sr ²⁺	0.275	0.327	0.309	0.310	0.295	0.196	0.217
K ⁺	0.964	0.980	0.896	1.265	0.936	0.853	0.890
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0.65	0.63	0.65	0.65	0.65	0.67	0.67

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 24 kyslíků. H₂O bylo dpočítáno na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

staly o velikosti do 0.5 - 1 mm, krátce a dlouze prizmatické, vzácně až vláknité. Dalšími formami jsou snopkovité srostlice (obr. 4), tabulkovité, kulovité agregáty (o velikosti do 2 mm) tvořené hrotovitě srostlými krystaly (obr. 5 a 6) a lištovitě agregáty tvořené ultratenkými krystaly (obr. 7). Nejčastější formou srostlic na lokalitě jsou však polokulovité agregáty o velikosti do 1 mm, v nichž jedinci offretitu na sebe narůstají naplocho a zachovávají podobnou orientaci (obr. 8 a 9). Přesto, že je zde tato forma hojná, není autorům z jiných lokalit dosud známa. Mechanismus vzniku těchto agregátů nebyl spolehlivě objasněn. V některých případech však krystaly offretitu prokazatel-

ně nasedají na izometrický krystal jiného staršího zeolitu, morfologicky blízkého analcimu. V dalších případech je základem jiný radiálně paprscitý agregát či ledvinový jílový minerál. Častým charakteristickým znakem krystalů a agregátů jsou odlišné zóny čiré a mléčně bílé až šedé barvy. Jde pouze o optický efekt, který vylučuje spekulace o středové zóně tvořené krystalem lévynu, s výjimkou níže popsané formy epitaxiálního srůstu lévynu a zeolitu z řady offretitu-erionitu.

Rentgenová prášková data offretitu z lokality U poustevny (tab. 1) jsou blízká datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 2) dobře odpovídají pu-

Tabulka 17 Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca z Poustevny

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
0	2	0	6.523	100	6.529	1	5	0	2.5595	8	2.5611	3	7	0	1.7167	7	1.7154
1	0	2	5.890	11	5.909	1	5	1	2.5134	2	2.5145	3	5	5	1.7115	8	1.7108
2	1	1	5.367	2	5.355	3	4	2	2.4284	7	2.4319	2	3	7	1.6773	1	1.6770
2	2	0	4.620	99	4.625	2	5	1	2.3869	<1	2.3861	1	6	5	1.6681	1	1.6676
2	2	1	4.368	14	4.366	4	4	0	2.3100	3	2.3123	6	2	5	1.6319	2	1.6314
1	3	0	4.129	63	4.131	1	4	4	2.2860	1	2.2885	3	3	7	1.6124	2	1.6123
1	3	1	3.941	2	3.943	4	4	1	2.2800	1	2.2778	2	8	0	1.5831	1	1.5838
2	2	2	3.784	2	3.791	4	3	3	2.2506	5	2.2513	1	8	2	1.5734	3	1.5732
2	3	1	3.498	25	3.497	0	6	0	2.1754	54	2.1762	1	6	6	1.5388	<1	1.5388
0	4	0	3.269	12	3.264	1	2	6	2.0638	9	2.0645	2	3	8	1.5050	<1	1.5056
2	2	3	3.197	6	3.193	2	5	4	1.9555	1	1.9567	4	6	5	1.4962	<1	1.4958
2	3	2	3.174	16	3.180	3	1	6	1.9485	2	1.9476	6	3	6	1.4618	2	1.4621
1	4	1	3.079	3	3.081	3	6	2	1.8690	1	1.8686	4	7	4	1.4560	2	1.4558
4	0	2	2.935	10	2.936	6	0	4	1.8241	1	1.8229	5	7	3	1.4367	<1	1.4369
2	4	0	2.919	26	2.922	0	6	4	1.8192	10	1.8184	4	8	2	1.4259	1	1.4266
1	4	2	2.858	26	2.857	4	6	0	1.8125	1	1.8127	6	7	2	1.3871	1	1.3869
2	4	1	2.853	38	2.853	6	4	1	1.7983	1	1.7983	0	9	3	1.3789	1	1.3783
2	4	2	2.672	27	2.673	1	7	2	1.7797	1	1.7788	5	8	2	1.3558	<1	1.3561
4	1	3	2.5781	5	2.5787	2	6	4	1.7529	1	1.7522						

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

		<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
Poustevna	tato práce	13.103(4)	13.0572(17)	13.241(3)	2265.4(7)
Zaječí vrch	tato práce	13.105(3)	13.0539(18)	13.244(3)	2265.6(7)
	Stahl et al. (1990)	13.1043(14)	13.0569(18)	13.2463(30)	2266.46
Heřmanice	Pauliš et al. (2018)	13.104(2)	13.0570(19)	13.245(3)	2266.2(6)
Tachovský vrch	Pauliš et al. (2017)	13.1081(14)	13.0558(18)	13.2448(16)	2266.7(5)
Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	13.104(2)	13.056(1)	13.247(2)	2266.4(6)

Tabulka 19 Chemické složení thomsonitu-Ca z Poustevny (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	40.14	39.73	41.11	41.05	39.65	40.52	39.18	39.74
Al ₂ O ₃	29.19	29.22	28.85	29.03	28.78	29.55	29.36	29.55
CaO	12.80	12.84	12.72	12.77	12.76	12.83	12.92	12.73
Na ₂ O	3.49	3.55	3.84	3.02	3.65	3.46	3.20	3.72
H ₂ O	13.40	13.35	13.55	13.50	13.26	13.53	13.24	13.40
total	99.02	98.74	100.07	99.37	99.10	99.89	97.90	99.14
Si ⁴⁺	5.389	5.355	5.460	5.472	5.380	5.389	5.404	5.335
Al ³⁺	4.619	4.643	4.507	4.560	4.603	4.631	4.701	4.675
Ca ²⁺	1.841	1.862	1.810	1.824	1.855	1.828	1.881	1.831
Na ⁺	0.908	0.928	0.988	0.780	0.960	0.892	0.842	0.968
H ₂ O	6	6	6	6	6	6	6	6
T _{Si}	0.54	0.54	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 20 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 6 H₂O.

blikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 3) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Mg, Ba, Sr, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec offretitu (průměr pěti bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Ca}_{1.23}\text{K}_{0.94}\text{Mg}_{0.75}\text{Na}_{0.21}\text{Sr}_{0.04}\text{Ba}_{0.02}(\text{Si}_{12.50}\text{Al}_{5.58})\text{O}_{36} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$. Vedle K, Ca a Mg byl v kationtové části molekuly zdejšího offretitu zjištěn zvýšený obsah Na. Obdobný nebo větší obsah Na obsahuje například offretit z Punta del Hattaral ve Španělsku (Passaglia et al. 1998). Z dalších kationů byly v tomto zeolitu zjištěny minoritní obsahy Sr a Ba, které dosahují obdobných hodnot, jako například u vzorků z Contrada Re v Itálii či ze Sasbachu v Německu (Passaglia et al. 1998). Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.69$ tohoto offretitu je ve spodní části rozmezí uváděného pro offretit (Coombs et al. 1997). Zajímavostí analyzovaného nábrusu s offretitem jsou mikroskopické žilkovité výplně v offretitu tvořené chemicky čistým barytem o rozměrech $50 \times 3 \mu\text{m}$.

Gismondin se na lokalitě nachází v podobě pseudotetragonálních krystalů, které vždy vykazují souvislé epitaxní nárůsty phillipsitu. Gismondin zde indikuje právě orientace phillipsitových krystalů, které kopírují tvar dipyramidálních krystalů gismondinu. Na řezu těchto zákonitých srostlic je patrná ostrá hranice obou zeolitů. U drobnějších srostlic jsou vzácně phillipsitové nárůsty čiré a v průhledu jsou pak patrné mléčné krystaly gismondinu uvnitř (obr. 10). Rozměry srostlic dosahují až 5 mm. V jednom z malých výchozů byly nalezeny dutiny o rozměrech až $5 \times 3 \text{ cm}$, kde tyto srostlice nasedají na základní hmotu dutin tvořenou tabulkovými agregáty offretitu. Výskyty takovýchto srůstů jsou poměrně vzácné. Problémem gismondinu u těchto vzorků je jeho různá míra zvětrání. Gismondin je totiž obecně velmi málo odolný vůči zvětrávacím procesům. Tak i zde tato jeho vlastnost přivodila problémy s jeho analyzováním. Netradiční je i asociace gismondinu s offretitem. Nejznámější světovou lokalitou epitaxiálních nárůstů phillipsitu na gismondinu je německá lokalita Grosser Teichelberg nedaleko Markredwitz v Bavorsku (Tschernich 1992). I zde bývá gismondin často úplně vyloučen či přeměněn.

Rentgenová prášková data gismondinu z Poustevny (tab. 4) jsou



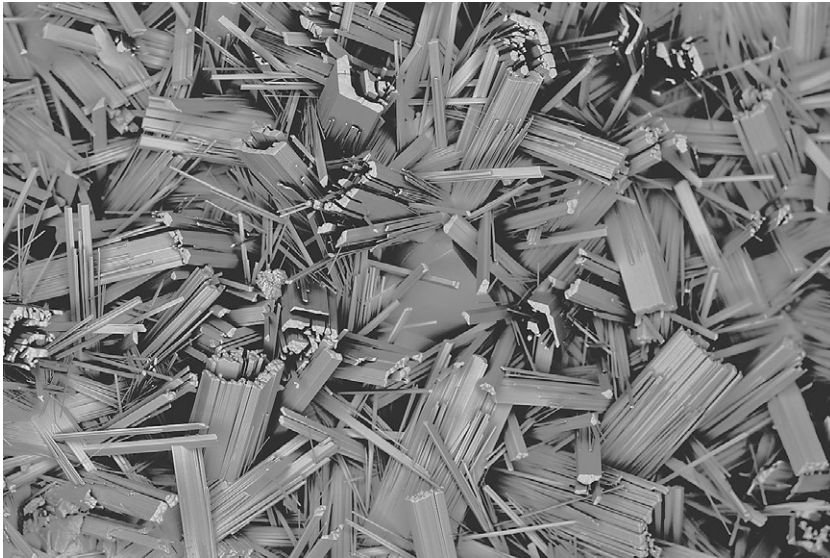
Obr. 12 Drúza phillipsitu-Ca a chabazitu-Ca - U poustevny. Šířka záběru 3 mm, foto P. Fuchs.



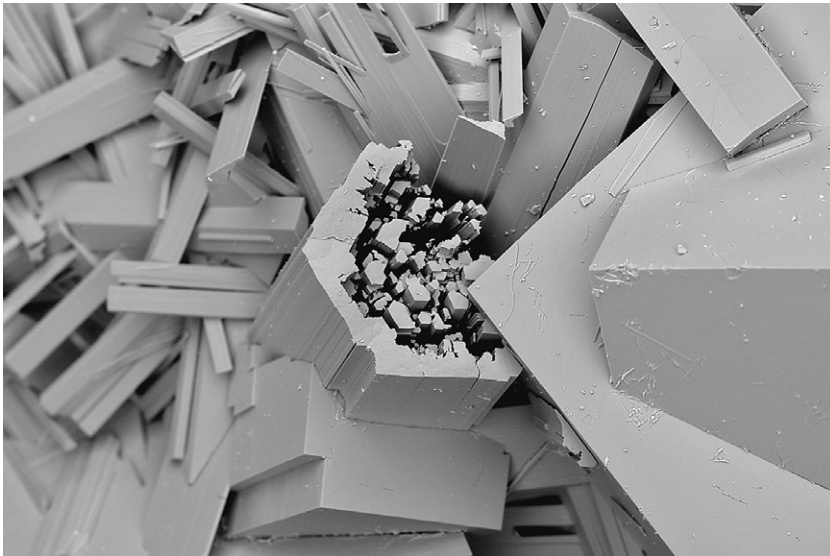
Obr. 13 Krystaly chabazitu-Ca na offretitu - U poustevny. Šířka záběru 4 mm, foto P. Fuchs.



Obr. 14 Detail agregátu offretitu ze Zaječího vrchu. Šířka záběru 3 mm, foto P. Fuchs.



Obr. 15 Charakteristická ukázka offretitových agregátů ze Zaječího vrchu. Šířka záběru 3 mm, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 16 Detail agregátu offretitu charakteristického pro lokalitu Zaječí vrch. Šířka záběru 1.2 mm, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 17 Agregáty offretitu s výrazným barevným středem srostlic ze Zaječího vrchu. Šířka záběru 4 mm, foto P. Fuchs.

blízká datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 5) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 6) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec gismondinu (průměr 6 bodových analýz) je na bázi osmi kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Ca}_{0.99}\text{Na}_{0.03}\text{K}_{0.01}(\text{Si}_{2.14}\text{Al}_{1.80})\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.54$ tohoto gismondinu je v horní části rozmezí uváděného pro gismondin (Coombs et al. 1997).

Lévyn-Ca byl nalezen v dutinách o velikosti maximálně 10×5 mm, vyplněných jeho klasickými mřížkovými agregáty. Tento typ výskytu lévynu-Ca byl nalezen pouze v jednom horninovém bloku. Tvarově jiný lévyn byl zjištěn v drobném výchozu s ojedinelými, maximálně 5 mm velkými dutinami, které vyplňují jeho dobře omezené tabulkovité krystaly o velikosti do 2 mm (obr. 11). Na lévyn tu zákonitě narůstá zeolit z řady offretitu -erionitu, který pro nepatrné množství nalezeného materiálu nebylo možno přesně analyzovat.

Rentgenová prášková data lévynu-Ca z lokality U poustevny (tab. 7) jsou blízká datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 8) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento minerální druh. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 9) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec lévynu-Ca (průměr sedmi bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Ca}_{2.85}\text{K}_{1.14}\text{Na}_{0.25}(\text{Si}_{11.32}\text{Al}_{6.54})\text{O}_{36} \cdot 17\text{H}_2\text{O}$. Zdejší lévyn-Ca obsahuje vedle dominantního Ca a nízkého podílu Na neobvykle vysoký obsah K (1.14 *apfu*), který dosud nebyl u tohoto minerálu zjištěn. Obsahy tohoto prvku uváděné například Deerem et al. (2004) či Tschernichem (1992) se pohybují v rozmezí 0.09 - 0.40 *apfu*. Zvýšená koncentrace K byla v ČR zjištěna u lévynu-Ca z Heřmanic u České Lípy (0.60 *apfu*) (Pauliš et al. 2018). Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.63$ tohoto lévynu-Ca leží ve spodní části rozmezí publikovaného pro lévyn-Ca (Coombs et al. 1997).

Při studiu chemického složení lévynu-Ca byl v ploše nábrusu zjištěn **erionit-K**, který s ním v malé míře srůstá. V BSE obraze nelze

oba tyto zeolity rozlišit. Spolu s nimi byl v malém množství zjištěn hydratovaný Mg-alumosilikát, který v této asociaci vznikl patrně při alteračních procesech. V BSE obraze je erionit-K chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 10) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Mg, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec erionitu-K (průměr sedmi bodových analýz) je na bázi 72 kyslíků možno vyjádřit jako $K_{4.11}Ca_{3.47}Mg_{0.43}Na_{0.18}(Si_{24.57}Al_{11.22})O_{72} \cdot 30H_2O$. Tento erionit obsahuje vedle dominantního K a o něco nižšího podílu Ca i poměrně vysoký obsah Mg (0.18 - 0.66 *apfu*), který je však u erionitů přítomen poměrně často. U erionitu-K z Jersey Valley v Nevadě činí obsah Mg 0.82 *apfu* (Sheppard, Gude 1969), erionit-Ca z Yaquina Head v Kretonu 0.82 *apfu* (Passaglia et al. 1998) a podobně. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.69$ tohoto erionitu-K leží ve spodní části rozmezí uváděného pro tento zeolit (Coombs et al. 1997).

Hojným zeolitem lokality je **phillipsit-K**, který kromě lévynu asociuje se všemi zdejšími zeolity ve společných dutinách. Nejzajímavější formou jsou již zmíněné epitaxie na gismondinu (obr. 10). Tvoří často čiré, samostatné prizmatické zdvojitělé krystaly a křížové srostlice do velikosti 2 mm a až 3 mm velké polokulovité agregáty.

Rentgenová prášková data phillipsitu-K z Poustevny (tab. 11) jsou blízká datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 12) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je phillipsit-K chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Ba, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec phillipsitu-K (tab. 13) (průměr šesti bodových analýz) je na bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{1.45}K_{1.93}Na_{0.13}Ba_{0.03})_{\Sigma 2.54}(Si_{10.72}Al_{5.49})O_{32} \cdot 12H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.66$ tohoto phillipsitu je ve střední části uváděného rozmezí (Coombs et al. 1997). Obsah Ba (harmotomová složka) je nízký (0.02 - 0.05 *apfu*).

Nejmłodším zeolitem je **chabazit-Ca**, který tvoří klasické pseudokubické klence o velikosti do 5 mm. Je čirý, často však zašlý. Vyskytuje se většinou ve společných dutinách s ostatními zeolity (obr. 12 a 13).

Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Poustevny (tab. 14) jsou blízká datům pro tento minerál-



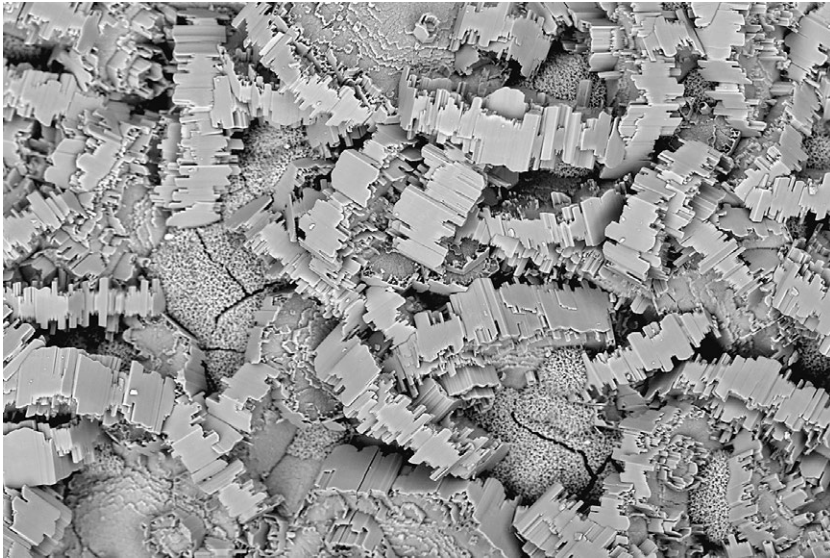
Obr. 18 Agregáty offretitu kopírující hexagonální tvar ze Zaječoho vrchu. Šířka záběru 3 mm, foto P. Fuchs.



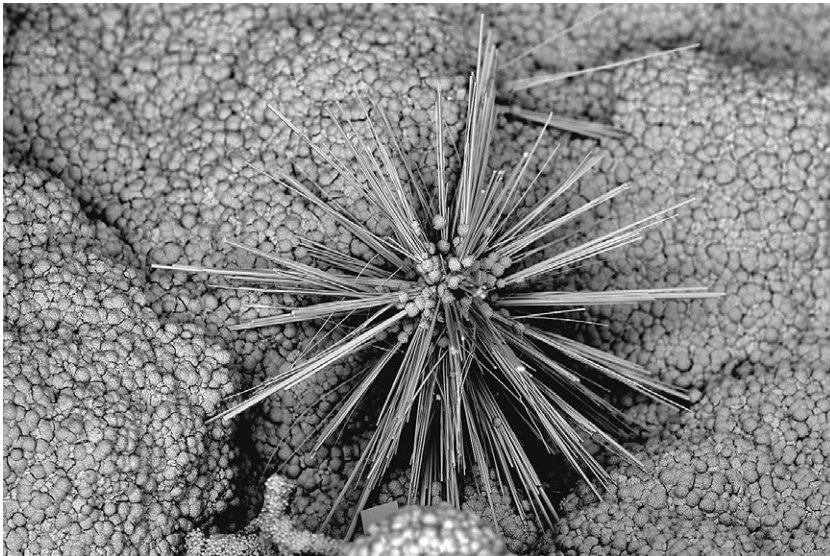
Obr. 19 Charakteristický vzorek asociace chabazitu-Ca, phillipsitu-Ca a offretitu ze Zaječoho vrchu. Šířka záběru 6.5 mm, foto B. Bureš.



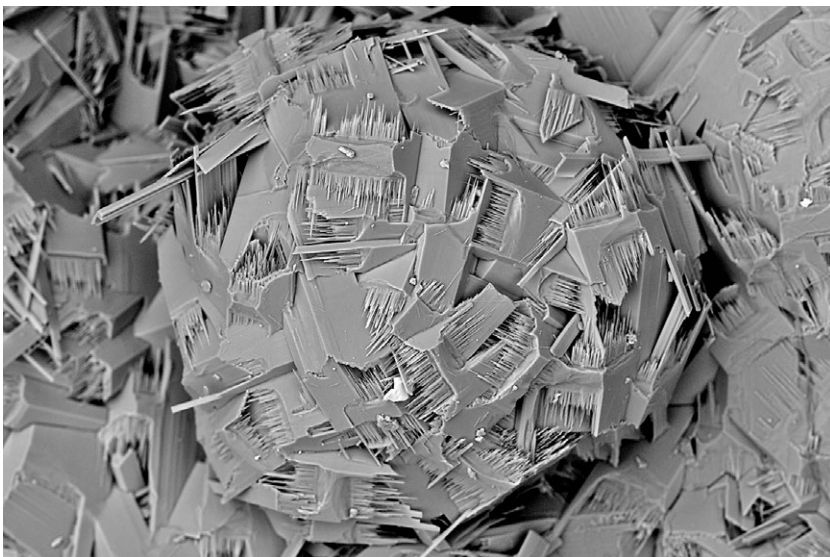
Obr. 20 Tabulkovité agregáty offretitu v asociaci s chabazitem-Ca ze Zaječoho vrchu. Šířka záběru 5.2 mm, foto B. Bureš.



Obr. 21 Ploché nedokonale hexagonální agregáty offretitu ze Zaječihů vrchu. Šířka záběru 0.7 mm, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 22 Agregáty tvořené vláknitými krystaly offretitu ze Zaječihů vrchu. Šířka záběru 1.5 mm, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 23 Hřebenovité agregáty offretitu ze Zaječihů vrchu. Šířka záběru 6 mm, BSE foto B. Ekrť.

ní druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 15) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je chabazit-Ca chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Ba, Sr a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec chabazitu-Ca (tab. 16) (průměr šesti bodových analýz) je na bázi 24 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{1.69}K_{0.96}Sr_{0.28})_{\Sigma 2.93}(Si_{7.71}Al_{4.09})O_{24} \cdot 12H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.65$ tohoto chabazitu je ve střední části rozmezí publikovaného pro chabazit-Ca (Coombs et al. 1997). Zajímavý je zvýšený obsah Sr, který v průměru dosahuje 0.28 *apfu* (0.20 - 0.31 *apfu*). Je to daleko větší hodnota než byla zjištěna u většiny našich Sr bohatých chabazitů-Ca (např. chabazit-Ca z Heřmanic u České Lípy - 0.19 *apfu*; Pauliš et al. 2018; Jehla - 0.15 *apfu*; Pauliš et al. 2015 apod.). Nejvyšší obsahy SrO v chabazitech v ČR (max. 0.62 *apfu*) však byly zjištěny v chabazitu-Ca z Tachovského vrchu (Pauliš et al. 2017). Ze světových výskytů jsou stronciem bohaté chabazity-Ca známé například z italských lokalit z okolí Říma, kde obsahy Sr dosahují až 0.57 *apfu* (Passaglia 1972).

Vzácně byl nalezen v bloku horniny, ze kterého pocházejí mandle s mřížkovými agregáty levynů, **thomsonit-Ca**. Nasedá na phillipsit-Ca v podobě téměř hladkých hemisférických agregátů s paprčitou stavbou o velikosti do 5 mm. Volné prostory větších dutin (až 2 cm) byly vždy zaplněny žlutozeleným jílovým minerálem.

Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca z Poustevny (tab. 17) jsou blízka datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 18) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál 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 sedmi bodových analýz) je na bázi 20 kyslíků možno vyjádřit jako $Ca_{1.84}Na_{0.91}(Si_{5.39}Al_{4.62})O_{20} \cdot 6H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.54$ tohoto thomsonitu je ve střední části rozmezí uvedeného pro thomsonit-Ca (Coombs et al. 1997).

Nejmladším minerálem dutinové asociace je **kalцит**, který ojediněle zcela zaplňuje dutiny se zeolity.

Zaječí vrch

Na lokalitě se většinou vyskytují běžné zeolitové druhy. Asociaci phillipsitu-Ca a thomsonitu-Ca doplňuje mísy chabazit a vzácně gismondin. S výjimkou gismondinu jde pouze o dokumentační vzorky nevýrazného vývoje. Zajímavější asociace zeolitů byla zachycena na nepatrné ploše lokality na jz. okraji vrchu. Nejčastějším zeolitem lokality je phillipsit-Ca a mladší chabazit-Ca. Oba zeolity se vyskytují ve většině dutin o velikosti od 0.X do 5 cm. Starším zeolitem dutin je offretit. Dalším, nejvýznamnějším prokázaným zeolitem těchto dutin je gismondin. Jeho výskyt je ovšem problematický. V drtivé většině případů byl přirozeně vyloučen a indikují jej pouze perimorfózy tvořené původními nárůsty phillipsitu na jeho pseudotetragonální krystaly.

Offretit byl poprvé nalezen v sutí jihozápadního svahu Zaječího vrchu, kde se vyskytoval jen velmi vzácně. Pozdějším průzkumem byl dohledán ve stejné části drobný výchoz, který jen nepatrně vystupoval z povrchu.

V jiné části lokality již nebyl zjištěn. Velmi pevná hornina zde obsahuje časté dutiny s velmi dobře zachovanými zeolity. Běžná velikost dutin s offretitem je do 10 mm, největší nalezené dutiny však dosáhly rozměru až 5 × 4 cm. Offretit se vyskytuje v cca 10 % dutin. Většinou asociuje s phillipsitem-Ca a chabazitem-Ca, méně častý je jeho výskyt s perimorfózami phillipsitu po gismondinu a se zbytky srůstů phillipsitu a gismondinu. Offretit zde tvoří převážně různé typy srostlic, jen vzácně samostatné hexagonální krystaly. Výjimečné, nejen pro tuto lokalitu, jsou jeho dlouhé paralelně uspořádané srostlice (obr. 14), které budí dojem, že jde o samostatné hexagonální krystaly. Při bližším pozorování je patrné, že jde o paralelní srůsty tenkých, dlouze prizmatických krystalů; srůst do plného tvaru většinou není dokončen. Vznikají tak například „duté“ agregáty, tvořící jen vnější plášť hexagonální srostlice (obr. 15 a 16). Tato forma bývá dokonale čirá, někdy s tmavou středovou zónou (obr. 17 a 18). Jejich délka většinou nepřesahuje 1 mm; vzácně byly nalezeny srostlice dlouhé až 2.5 mm. Dutiny do 2 cm ze Zaječího

Tabulka 20 Rentgenová prášková data offretitu ze Zaječího vrchu

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
0	1	0	11.468	100	11.521	2	3	0	2.643	2	2.643	3	4	1	1.8417	<1	1.8379
0	0	1	7.561	1	7.600	1	4	0	2.5133	35	2.5142	1	4	3	1.7833	<1	1.7845
1	1	0	6.630	15	6.652	2	2	2	2.4957	1	2.5027	1	6	0	1.7579	2	1.7570
0	1	1	6.365	1	6.344	1	3	2	2.4525	<1	2.4457	0	6	2	1.7123	1	1.7138
0	2	0	5.757	49	5.761	0	5	0	2.3047	2	2.3043	3	3	3	1.6704	1	1.6685
0	2	1	4.582	4	4.591	0	4	2	2.2997	2	2.2954	4	4	0	1.6634	16	1.6630
1	2	0	4.350	67	4.355	3	3	0	2.2169	17	2.2173	3	5	0	1.6461	<1	1.6459
0	3	0	3.839	43	3.840	2	4	0	2.1769	1	2.1773	2	6	0	1.5984	2	1.5977
1	2	1	3.773	10	3.778	3	3	1	2.1275	1	2.1285	1	6	2	1.5944	2	1.5948
0	1	2	3.599	3	3.609	0	3	3	2.1105	<1	2.1147	2	6	1	1.5641	1	1.5635
0	3	1	3.424	1	3.428	2	4	1	2.0916	1	2.0931	1	7	0	1.5267	1	1.5260
2	2	0	3.322	15	3.326	1	5	0	2.0686	<1	2.0693	2	5	3	1.4914	1	1.4913
1	3	0	3.193	6	3.195	1	5	1	1.9956	2	1.9966	4	5	0	1.4754	1	1.4752
0	2	2	3.165	1	3.172	0	5	2	1.9694	<1	1.9703	0	8	0	1.4381	1	1.4402
1	3	1	2.944	2	2.946	0	6	0	1.9210	<1	1.9202	0	3	5	1.4147	<1	1.4133
0	4	0	2.880	53	2.880	3	4	0	1.8949	1	1.8941	4	4	3	1.3900	<1	1.3902
1	2	2	2.859	6	2.863	0	1	4	1.8781	<1	1.8746	4	5	2	1.3749	1	1.3752
0	3	2	2.705	1	2.701	2	5	0	1.8450	1	1.8449	0	6	4	1.3495	1	1.3506
0	4	1	2.692	2	2.693												

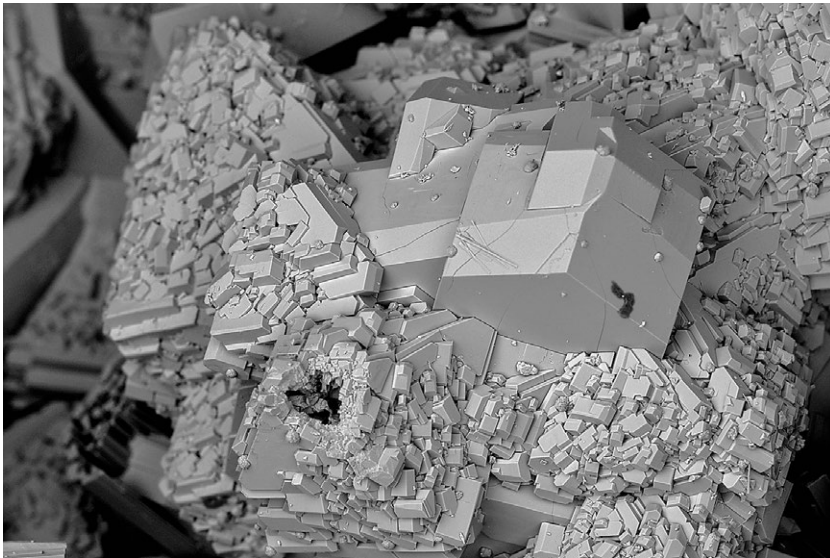
Tabulka 21 Chemické složení offretitu ze Zaječího vrchu (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	54.63	54.53	53.82	54.18	54.05	53.89	55.58	56.33
Al ₂ O ₃	18.60	19.79	19.54	18.81	17.30	16.17	19.57	18.99
CaO	4.17	4.05	4.17	4.08	4.27	4.17	4.25	4.24
MgO	2.42	2.64	2.46	2.62	2.21	1.68	2.90	2.45
Na ₂ O	0.10	0	0	0.22	0	0.28	0	0.17
K ₂ O	3.03	3.03	3.06	2.96	2.99	2.90	3.11	3.17
H ₂ O	20.29	20.56	20.32	20.17	19.68	19.38	20.87	20.87
total	103.24	104.60	103.37	103.04	100.50	98.47	106.28	106.22
Si ⁴⁺	12.917	12.725	12.703	12.885	13.177	13.336	12.775	12.948
Al ³⁺	5.183	5.443	5.435	5.273	4.972	4.716	5.301	5.143
Ca ²⁺	1.057	1.012	1.055	1.040	1.115	1.106	1.047	1.044
Mg ²⁺	0.852	0.918	0.922	0.783	0.611	0.620	0.993	0.840
Na ⁺	0.046	0	0	0.050	0	0.134	0	0.075
K ⁺	0.915	0.903	0.922	0.897	0.929	0.916	0.912	0.931
H ₂ O	16	16	16	16	16	16	16	16
T _{Si}	0.71	0.70	0.70	0.71	0.72	0.74	0.71	0.72

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 16 H₂O.



Obr. 24 Asociace offretitu s nárůsty phillipsitu-Ca na gismondinu ze Zaječího vrchu. Šířka záběru 6.2 mm, foto B. Bureš.



Obr. 25 Perimorfózy phillipsitu-Ca po gismondinu ze Zaječího vrchu. Šířka záběru 1.5 mm, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 26 Krystal phillipsitu-Ca narostlý na offretitu ze Zaječího vrchu. Šířka záběru 4 mm, foto P. Fuchs.

vrchu s dokonale zachovalou výplní, které dominují tyto srostlice offretitu, můžeme řadit k nejlépe vyvinutým výskytům tohoto zeolitu i ve světovém měřítku (obr. 19). Další morfoloické typy agregátů, které zde byly zjištěny, jsou tvořeny dokonale (obr. 20) i nedokonale vyvinutými tabulkovitými (obr. 21) krystaly, objevují se i lištovité, polokulovité, vláknité (obr. 22) či hřebenovité (obr. 23) agregáty.

Rentgenová prášková data offretitu z lokality Zaječí vrch (tab. 20) jsou blízká datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 2) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 21) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Mg, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec offretitu (průměr sedmi bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Ca}_{1.06}\text{K}_{0.91}\text{Mg}_{0.85}\text{Na}_{0.05}(\text{Si}_{12.92}\text{Al}_{5.18})\text{O}_{36} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$. Jeho chemické složení je blízké offretitu ze sousední Poustevny. Chemismus je pouze poněkud jednodušší (nižší obsah Na a absence Sr a Ba). Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.71$ tohoto minerálu je ve střední části rozmezí uváděného pro offretit (Coombs et al. 1997).

Gismondin byl vzácně nalezen v asociaci s thomsonitem a phillipsitem v sv. části lokality. Tvoří tu klasické, pseudotetragonální, zdvojitě dipyramidální krystaly. Krystaly jsou čiré až bělavé o velikosti do 1 mm, vzácně do 2 mm. Většinou se vyskytuje v dutinách o rozměrech do 5 mm; největší nalezená plochá dutina dosahovala velikosti 40 × 20 mm. Častěji se vyskytuje v asociaci s offretitem v jz. výchozu. Tvoří pseudotetragonální krystaly, které jsou vždy porostlé krystaly phillipsitu (obr. 24). V drtivé většině případů jde však o phillipsitem tvořené perimorfózy, kdy byl již málo odolný gismondin přirozeně vyloučen (obr. 25). Phillipsit pak tvoří jen tenké čiré krusty kopírující tvar pseudotetragonální dipyrmidy. Často je také gismondin nahrazen jílovým minerálem hnědavé až narůžovělé barvy. Tato barva pak čirým phillipsitem prosvítá (obr. 26). Velikost těchto srostlic dosahuje 2 mm. Nalezeny byly v dutinách s offretitem, z nichž největší měla rozměr 50 × 40 mm. Na rozdíl od lokality Poustevna jsou nárůsty phillipsitu podstatně tenčí. Zvláštností gismondinu z obou popisovaných lokalit v kontextu České republiky jeho asociace s offretitem.

Rentgenová prášková data gismondinu z lokality Zaječí vrch (tab. 22) jsou blízka datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 5) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 23) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Ba, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec gismondinu (průměr sedmi bodových analýz) je na bázi osmi kyslíků možno vyjádřit

jako $\text{Ca}_{0.96}\text{Na}_{0.01}\text{K}_{0.01}(\text{Si}_{2.06}\text{Al}_{1.94})\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.51$ tohoto gismondinu je ve spodní části rozmezí publikovaného pro gismondin (Coombs et al. 1997).

Phillipsit-Ca a -K jsou na lokalitě nejčastějšími zeolity. Nalezeny byly ve všech jejich částech, kde byly zjištěny dutiny se zeolitovou výplní. Nejčastěji vytvářejí číré až kalně mléčné polokulovité agregáty a křížové rostlice do 3 mm velikosti v dutinách o rozměrech až 7 cm. V asociaci s offretitem pak tvoří nárůsty na gismondinu a

Tabulka 22 Rentgenová prášková data gismondinu ze Zaječího vrchu

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}
1	0	0	9.991	2	10.009	2	3	1	2.754	1	2.755	1	1	5	1.8811	<1	1.8816
1	1	0	7.271	91	7.287	-3	2	1	2.740	9	2.742	-5	1	2	1.8533	1	1.8536
0	1	1	7.195	12	7.213	3	0	2	2.708	5	2.706	2	3	4	1.8502	1	1.8490
-1	1	1	5.930	3	5.942	3	2	1	2.688	23	2.690	4	4	0	1.8213	4	1.8217
1	1	1	5.762	9	5.766	0	4	0	2.657	10	2.657	4	4	1	1.7815	1	1.7812
0	2	0	5.311	1	5.315	3	1	2	2.621	2	2.622	-2	2	5	1.7527	1	1.7521
2	0	0	5.001	5	5.005	2	1	3	2.604	1	2.605	-4	4	2	1.7254	1	1.7258
0	0	2	4.907	29	4.910	0	4	1	2.5644	2	2.5650	-5	1	3	1.7192	<1	1.7188
1	2	0	4.692	2	4.694	-2	3	2	2.5163	3	2.5194	3	3	4	1.7002	1	1.7002
1	2	0	4.672	7	4.694	2	3	2	2.4625	1	2.4650	2	4	4	1.6792	1	1.6796
0	1	2	4.455	5	4.458	0	0	4	2.4537	1	2.4552	0	6	2	1.6669	3	1.6664
1	0	2	4.334	1	4.335	3	3	0	2.4274	<1	2.4290	1	6	2	1.6397	1	1.6399
-1	2	1	4.262	100	4.269	0	3	3	2.4031	4	2.4044	-6	1	1	1.6361	1	1.6368
1	2	1	4.197	20	4.202	0	4	2	2.3358	3	2.3370	1	0	6	1.6047	1	1.6043
-2	1	1	4.169	6	4.174	-2	4	1	2.2924	1	2.2932	-6	1	2	1.5845	1	1.5829
2	1	1	4.049	6	4.052	-4	0	2	2.2704	1	2.2696	0	4	5	1.5794	1	1.5795
1	1	2	4.012	1	4.014	4	2	0	2.2642	1	2.2640	3	6	1	1.5399	1	1.5403
2	2	0	3.639	5	3.643	-4	1	2	2.2184	1	2.2195	-1	7	1	1.4858	<1	1.4855
0	2	2	3.601	2	3.607	-1	2	4	2.1940	1	2.1939	2	6	3	1.4799	<1	1.4790
2	0	2	3.433	5	3.432	3	3	2	2.1500	1	2.1505	2	7	1	1.4355	1	1.4348
2	2	1	3.378	1	3.381	-2	4	2	2.1331	3	2.1344	1	5	5	1.4218	1	1.4215
3	0	0	3.337	9	3.336	3	2	3	2.1015	1	2.1014	6	4	0	1.4132	1	1.4129
3	1	0	3.180	27	3.183	1	5	0	2.0802	1	2.0795	-6	0	4	1.4091	1	1.4084
0	1	3	3.127	21	3.129	4	3	0	2.0449	2	2.0440	3	6	3	1.4011	1	1.4007
-1	1	3	3.018	1	3.022	1	5	1	2.0317	3	2.0307	0	4	6	1.3938	1	1.3936
3	1	1	2.990	7	2.992	1	4	3	2.0096	3	2.0099	2	5	5	1.3751	<1	1.3746
2	2	2	2.882	3	2.883	1	3	4	1.9663	1	1.9647	6	3	3	1.3508	<1	1.3507
-1	3	2	2.778	2	2.780	0	1	5	1.9306	1	1.9314						

Tabulka 23 Chemické složení gismondinu ze Zaječího vrchu (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	38.30	38.97	38.47	38.83	37.61	38.14	37.74	38.36
Al ₂ O ₃	30.72	30.82	31.00	31.32	30.46	30.16	30.22	31.07
CaO	16.64	17.13	16.80	16.78	16.30	16.13	16.43	16.92
BaO	0.04	0.08	0.03	0	0.04	0	0.12	0
Na ₂ O	0.07	0.11	0	0	0.05	0.33	0	0
K ₂ O	0.14	0.13	0.30	0.26	0.04	0.08	0.03	0.14
H ₂ O	22.33	22.64	22.63	22.69	21.98	22.08	21.98	22.47
total	108.24	109.88	109.23	109.88	106.48	106.92	106.52	108.96
Si ⁴⁺	2.055	2.065	2.065	2.053	2.052	2.072	2.060	2.047
Al ³⁺	1.943	1.924	1.936	1.951	1.958	1.931	1.944	1.954
Ca ²⁺	0.957	0.972	0.954	0.950	0.953	0.939	0.961	0.968
Ba ²⁺	0.001	0.002	0.001	0	0.001	0	0.003	0
Na ⁺	0.007	0.012	0	0	0.005	0.035	0	0
K ⁺	0.010	0.009	0.020	0.018	0.003	0.005	0.002	0.010
H ₂ O	4	4	4	4	4	4	4	4
T _{Si}	0.51	0.51	0.52	0.51	0.51	0.52	0.51	0.51

Empirický vzorec byl přepočten na bázi osmi kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 4 H₂O.

samostatné zdvojitělé prizmatické krystaly do 2 mm, které mají často vyvinutou plochu (100) (obr. 26). Pravděpodobný je jeho vícegenerační vývoj.

Rentgenová prášková data phillipsitu-Ca ze Zaječoho vrchu (tab. 24) jsou blízka datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 12) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky nehomogenní, v jednom agregátu se tu střídají světlejší a tmavší zóny (obr. 27). Světlejším odpovídá phillipsit-Ca s vyšším obsahem Sr, ve tmavších chybí Sr a poněkud převažuje K nad Ca.

Empirický vzorec Sr bohatého phillipsitu-Ca (tab. 25; průměr sedmi bodových analýz) je možné vyjádřit jako $(Ca_{2.10}K_{0.85}Sr_{0.52}Ba_{0.01})_{\Sigma 3.48}(Si_{10.06}Al_{5.89})O_{32} \cdot 12H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.63$ tohoto phillipsitu je ve spodní části rozmezí (Coombs et al. 1997). Vzhledem k tomu, že stroncium v phillipsitech buď chybí nebo je přítomen jen v malých koncentracích do 0.03 apfu (Deer et al. 2004; Tschernich 1992), je možné z tohoto hlediska považovat zdejší phillipsit-Ca, ve kterém bylo zjištěno 0.47 - 0.61 apfu Sr, za velmi zajímavý. Empirický vzorec phillipsitu-K bez Sr (tab. 26; průměr tří bodových analýz) je na

Tabulka 24 Rentgenová prášková data phillipsitu ze Zaječoho vrchu

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
-1	0	0	8.074	7	8.116	0	4	2	2.5274	8	2.5319	-4	2	5	1.6781	2	1.6776
0	0	1	7.142	100	7.156	-1	3	3	2.3871	8	2.3878	-2	7	3	1.6738	2	1.6736
0	1	1	6.386	26	6.408	1	5	1	2.3822	8	2.3820	1	5	3	1.6414	4	1.6411
1	2	0	5.362	21	5.374	-4	0	1	2.3393	3	2.3400	2	2	3	1.6372	2	1.6373
0	2	1	5.046	37	5.064	2	4	1	2.2543	2	2.2515	-5	0	0	1.6279	<1	1.6272
-2	0	1	4.931	31	4.961	-4	2	3	2.2309	3	2.2313	-6	1	4	1.6043	2	1.6033
-2	1	1	4.659	6	4.688	-4	2	1	2.2245	2	2.2241	-6	1	2	1.5987	1	1.5993
-1	0	2	4.307	8	4.314	-3	0	4	2.1744	1	2.1724	-2	3	5	1.5913	2	1.5915
1	0	1	4.276	10	4.295	3	4	0	2.1632	2	2.1614	-4	7	2	1.5778	<1	1.5778
-1	3	1	4.123	28	4.121	-2	6	1	2.1514	4	2.1500	-1	2	5	1.5369	1	1.5370
-2	0	2	4.095	40	4.090	1	6	1	2.0844	1	2.0855	1	6	3	1.5337	1	1.5339
-2	1	2	3.920	5	3.933	2	6	0	2.0591	1	2.0579	-5	6	3	1.5173	1	1.5178
1	2	1	3.687	2	3.683	2	5	1	2.0356	1	2.0362	-5	4	5	1.4877	2	1.4879
0	0	2	3.594	1	3.583	-1	0	4	2.0066	1	2.0075	3	7	1	1.4849	1	1.4849
2	2	0	3.536	1	3.537	0	4	3	1.9870	1	1.9867	-6	4	2	1.4684	1	1.4677
0	1	2	3.468	4	3.476	-3	3	4	1.9767	2	1.9771	-6	3	5	1.4358	1	1.4352
-2	3	1	3.421	4	3.439	4	2	0	1.9554	6	1.9565	0	10	0	1.4313	<1	1.4314
-3	0	1	3.212	13	3.219	-1	2	4	1.9341	1	1.9329	0	1	5	1.4264	1	1.4261
1	3	1	3.197	75	3.192	-4	3	4	1.8826	<1	1.8797	-1	10	1	1.4100	<1	1.4099
-2	0	3	2.918	11	2.913	3	4	1	1.8492	<1	1.8492	-5	2	6	1.4015	1	1.4015
-1	0	3	2.757	10	2.758	-5	1	1	1.8150	<1	1.8142	-7	2	3	1.3835	2	1.3832
-1	5	1	2.706	21	2.702	3	6	0	1.7912	4	1.7912	-3	8	4	1.3807	1	1.3811
-2	4	2	2.691	35	2.693	-5	2	1	1.7711	4	1.7720	-2	10	1	1.3756	4	1.3753
-3	3	2	2.674	17	2.673	4	4	0	1.7682	1	1.7683	3	9	0	1.3718	3	1.3719
-1	2	3	2.5716	3	2.5736	-3	7	2	1.7268	2	1.7272	2	1	4	1.3682	<1	1.3685
3	2	0	2.5412	3	2.5361	-4	1	5	1.7125	5	1.7132	6	1	0	1.3499	<1	1.3500

Tabulka 25 Chemické složení phillipsitu-Ca ze Zaječoho vrchu (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	44.52	45.93	44.47	42.92	44.86	42.66	44.01	46.82
Al ₂ O ₃	22.10	22.35	22.16	22.05	21.54	21.93	21.64	23.05
CaO	8.69	8.31	8.67	8.66	8.77	8.64	8.93	8.82
BaO	0.07	0.20	0	0.08	0.07	0.10	0.04	0
SrO	4.00	4.37	3.68	4.56	3.78	4.07	3.61	4.16
K ₂ O	2.96	2.73	2.53	3.51	2.93	2.88	2.98	3.17
H ₂ O	15.93	16.26	16.18	15.63	15.89	15.47	15.69	16.67
total	98.27	100.15	97.69	97.41	97.84	95.75	96.90	102.69
Si ⁴⁺	10.056	10.162	9.886	9.879	10.160	11.039	10.092	10.104
Al ³⁺	5.885	5.828	5.979	5.983	5.751	6.012	5.847	5.864
Ca ²⁺	2.104	1.970	2.065	2.136	2.128	2.153	2.123	2.040
Ba ²⁺	0.007	0.017	0	0.007	0.007	0.008	0.004	0
Sr ²⁺	0.524	0.561	0.474	0.609	0.497	0.549	0.479	0.520
K ⁺	0.852	0.771	0.719	1.032	0.846	0.885	0.874	0.874
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0.63	0.63	0.62	0.62	0.63	0.64	0.63	0.63

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 32 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako $(K_{1.77}Ca_{1.61}Na_{0.14}Ba_{0.02})_{\Sigma 3.54}(Si_{10.63}Al_{5.43})O_{32} \cdot 12H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.66$ tohoto phillipsitu se nachází ve střední části rozmezí (Coombs et al. 1997). Obsah Ba je v obou případech velmi nízký (do 0.02 *apfu*).

Chabazit byl též nalezen ve všech částech lokality. Tvoří vždy klasické pseudokubické klence a jejich prorostlice. Největší nalezené krystaly dosahovaly rozměru 7 mm. Většinou je bělavý, čirý je pak v asociaci s offretitem (obr. 28).

Rentgenová prášková data chabazitu z Poustevny (tab. 27) jsou blízká datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry (tab. 15) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. Na základě chemického složení zde byl rozlišen **chabazit-K** a **chabazit-Ca**, které se vyskytovaly na vzorcích samostatně. V BSE obraze jsou oba minerály chemicky homogenní. Při studiu chabazitu-K byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec chabazitu-K (tab. 28) (průměr pěti bodových analýz) je na bázi 24 kyslíků možno vyjádřit jako $(K_{1.79}Ca_{1.04})_{\Sigma 2.83}(Si_{8.75}Al_{3.03})O_{24} \cdot 12H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.74$ tohoto minerálu je ve střední části rozmezí publikovaného pro chabazit-K (Coombs et al. 1997). V případě chabazitu-Ca byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Mg, Sr a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec chabazitu-Ca (tab. 29) (průměr sedmi bodových analýz) je na bázi 24 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{1.32}K_{1.26}Sr_{0.11}Mg_{0.10})_{\Sigma 2.79}(Si_{8.26}Al_{3.55})O_{24} \cdot 12H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.70$ tohoto chabazitu je ve střední části uváděného rozmezí (Coombs et al. 1997). Opět se tu setkáváme se zvýšeným obsahem Sr (0.023 - 0.21 *apfu*), který však nedosahuje hodnot zjištěných u chabazitu-Ca z Poustevny. Zjištěna byla i přítomnost malého množství Mg (v průměru 0.10 *apfu*), který byl v obdobné koncentraci analyzován například v chabazitech-Ca ze Strzegomi (Striegau) v Polsku (Passaglia 1970).

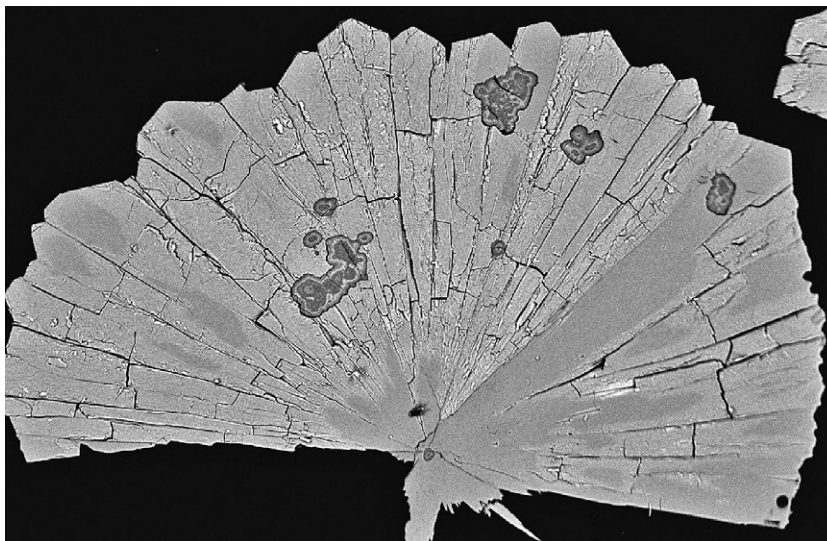
Thomsonit-Ca byl nalezen v sv. části lokality v asociaci s phillipsitem-Ca, gismondinem a chabazitem-Ca. Tvoří bělavé polokulovité agregáty až 1 cm velké. Srůstá s natrolitem, který do něho většinou zarůstá.

Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca ze Zaječoho vrchu (tab. 30) jsou blízká datům pro tento minerální druh; jejich zpřesněné parametry

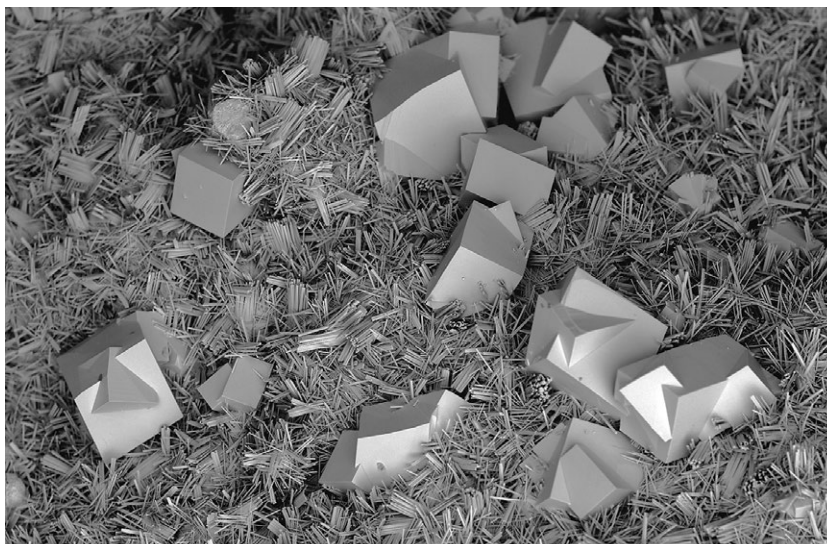
Tabulka 26 Chemické složení phillipsitu-K ze Zaječoho vrchu (hm. %)

	mean	1	2	3
SiO ₂	53.35	55.05	50.96	54.04
Al ₂ O ₃	23.12	22.55	23.59	23.21
CaO	7.55	7.38	7.81	7.46
BaO	0.22	0.21	0.32	0.13
Na ₂ O	0.37	0.68	0.32	0.12
K ₂ O	6.96	6.92	6.94	7.02
H ₂ O	18.05	18.33	17.65	18.19
total	109.62	111.12	107.47	110.17
Si ⁴⁺	10.633	10.805	10.389	10.691
Al ³⁺	5.432	5.217	5.669	5.411
Ca ²⁺	1.612	1.552	1.706	1.581
Ba ²⁺	0.017	0.017	0.026	0.010
Na ⁺	0.144	0.259	0.078	0.045
K ⁺	1.770	1.733	1.806	1.771
H ₂ O	12	12	12	12
T _{Si}	0.66	0.67	0.64	0.66

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 32 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H₂O.



Obr. 27 Agregát srůstů krystalů phillipsitu ze Zaječoho vrchu, světlejší partie odpovídají phillipsitu-Ca s vyšším obsahem Sr, tmavší je phillipsit-K bez Sr. Šířka záběru 1.5 mm, BSE foto J. Sejkora.



Obr. 28 Velmi jemně krystalický povlak offretitu s narůstajícími krystaly chabazitu-Ca ze Zaječoho vrchu. Šířka záběru 3 mm, BSE foto B. Ekrť.

Tabulka 27 Rentgenová prášková data chabazitu ze Zaječího vrchu

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>l_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
1	0	1	9.322	100	9.356	0	4	2	2.776	2	2.776	6	1	2	1.7700	2	1.7710
1	1	0	6.878	12	6.899	2	0	5	2.687	4	2.687	1	2	8	1.7367	1	1.7356
0	1	2	6.340	3	6.364	4	1	0	2.607	10	2.607	4	4	0	1.7232	6	1.7247
0	2	1	5.543	17	5.552	2	3	2	2.5737	2	2.5755	3	3	6	1.6948	2	1.6945
0	0	3	5.007	19	5.013	0	0	6	2.5022	12	2.5066	3	2	7	1.6899	1	1.6910
2	0	2	4.668	8	4.678	1	1	6	2.3562	1	2.3559	5	3	2	1.6685	1	1.6646
2	1	1	4.319	76	4.325	4	1	3	2.3120	1	2.3133	6	2	1	1.6462	4	1.6471
1	1	3	4.044	<1	4.055	3	3	0	2.2964	5	2.2996	0	4	8	1.5886	1	1.5911
3	0	0	3.977	7	3.983	5	0	2	2.2760	1	2.2776	6	1	5	1.5582	4	1.5585
1	2	2	3.871	17	3.872	3	1	5	2.2292	<1	2.2273	5	2	6	1.5212	1	1.5209
1	0	4	3.584	17	3.586	3	0	6	2.1217	1	2.1214	5	3	5	1.4867	1	1.4846
2	2	0	3.443	13	3.449	3	3	3	2.0884	7	2.0902	2	6	5	1.4518	1	1.4514
1	3	1	3.232	4	3.236	1	5	2	2.0649	1	2.0637	4	4	6	1.4211	1	1.4208
0	2	4	3.181	7	3.182	0	5	4	2.0163	1	2.0169	5	4	4	1.4182	1	1.4171
3	0	3	3.112	<1	3.119	2	1	7	1.9390	1	1.9401	4	1	9	1.4079	1	1.4069
4	0	1	2.928	54	2.930	5	2	0	1.9126	1	1.9134	1	6	7	1.3916	<1	1.3897
2	1	4	2.889	20	2.890	5	0	5	1.8708	3	1.8711	2	7	4	1.3621	1	1.3608
2	2	3	2.839	3	2.842	4	1	6	1.8080	6	1.8070						

Tabulka 28 Chemické složení chabazitu-K ze Zaječího vrchu (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO ₂	51.16	53.99	51.94	51.32	50.55	48.02
Al ₂ O ₃	15.04	17.14	15.78	14.04	13.19	15.03
CaO	5.68	5.95	5.45	5.63	5.51	5.88
K ₂ O	8.21	6.34	7.44	9.20	9.57	8.51
H ₂ O	21.02	22.29	21.35	20.89	20.45	20.14
total	101.11	105.74	101.96	101.08	99.27	97.58
Si ⁴⁺	8.754	8.714	8.752	8.837	8.893	8.579
Al ³⁺	3.034	3.260	3.135	2.900	2.736	3.164
Ca ²⁺	1.042	1.029	0.984	1.039	1.038	1.125
K ⁺	1.793	1.305	1.600	2.022	2.148	1.939
H ₂ O	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0.74	0.72	0.73	0.75	0.76	0.73

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 24 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

Tabulka 29 Chemické složení chabazitu-Ca ze Zaječího vrchu (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	49.74	48.04	48.65	49.40	50.25	49.76	51.45	50.67
Al ₂ O ₃	18.15	19.20	17.72	18.82	18.61	18.29	17.39	17.01
CaO	7.40	7.93	8.05	8.13	7.41	7.26	6.46	6.57
MgO	0.39	0.22	0.20	0.06	0.70	0.32	0.43	0.78
SrO	1.14	2.12	1.47	2.12	0.89	0.74	0.39	0.24
K ₂ O	5.96	6.23	3.65	3.34	6.47	7.05	7.33	7.63
H ₂ O	21.67	21.60	21.10	21.70	22.04	21.74	21.90	21.67
total	104.45	105.34	100.84	103.57	106.37	105.86	105.29	104.57
Si ⁴⁺	8.258	8.003	8.296	8.232	8.202	8.234	8.451	8.411
Al ³⁺	3.552	3.770	3.562	3.678	3.580	3.567	3.367	3.327
Ca ²⁺	1.316	1.415	1.470	1.445	1.296	1.288	1.137	1.169
Mg ²⁺	0.097	0.055	0.051	0.015	0.171	0.079	0.106	0.194
Sr ²⁺	0.110	0.205	0.146	0.204	0.084	0.071	0.038	0.023
K ⁺	1.263	1.323	0.793	0.707	1.347	1.487	1.536	1.616
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0.70	0.68	0.70	0.69	0.70	0.70	0.71	0.71

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 24 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H₂O.

Tabulka 30 Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca ze Zaječího vrchu

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
1	1	0	9.213	13	9.248	1	5	1	2.5123	8	2.5139	4	6	2	1.7474	1	1.7481
0	2	0	6.520	100	6.527	3	4	2	2.4282	5	2.4318	2	7	2	1.7322	1	1.7312
1	0	2	5.877	7	5.910	2	5	1	2.3861	<1	2.3857	3	7	0	1.7144	8	1.7151
2	1	1	5.358	1	5.356	0	4	4	2.3224	1	2.3243	1	7	3	1.7035	1	1.7033
0	2	2	4.646	18	4.649	4	4	0	2.3090	2	2.3121	1	6	5	1.6682	<1	1.6676
2	2	0	4.616	81	4.624	5	2	2	2.2837	1	2.2830	0	8	0	1.6320	2	1.6317
2	2	1	4.370	10	4.366	4	3	3	2.2510	4	2.2514	7	4	1	1.6123	2	1.6118
1	3	0	4.128	55	4.130	6	0	0	2.1859	6	2.1841	0	8	2	1.5847	3	1.5843
1	3	1	3.940	1	3.942	0	6	0	2.1754	38	2.1756	3	5	6	1.5730	3	1.5726
2	2	2	3.782	1	3.791	1	6	1	2.1204	2	2.1186	3	6	5	1.5694	1	1.5690
2	3	1	3.497	19	3.496	1	2	6	2.0639	7	2.0649	2	8	2	1.5398	<1	1.5400
0	4	0	3.266	12	3.263	5	4	1	2.0202	<1	2.0196	6	6	1	1.5309	<1	1.5311
2	2	3	3.194	4	3.193	2	6	2	1.9721	<1	1.9712	3	8	1	1.5192	<1	1.5185
0	3	3	3.103	<1	3.099	3	1	6	1.9482	1	1.9481	6	6	2	1.5010	<1	1.5013
1	4	1	3.077	3	3.080	3	6	2	1.8678	<1	1.8683	2	5	7	1.4917	<1	1.4918
4	0	2	2.941	7	2.936	1	7	0	1.8459	1	1.8462	6	3	6	1.4623	5	1.4623
2	4	0	2.918	22	2.921	6	0	4	1.8234	2	1.8232	7	3	5	1.4427	<1	1.4424
2	4	1	2.853	34	2.853	1	4	6	1.8114	11	1.8109	5	6	5	1.4149	<1	1.4151
3	3	2	2.788	3	2.795	6	4	1	1.7973	2	1.7983	7	6	2	1.3876	1	1.3876
2	4	2	2.671	16	2.673	1	7	2	1.7786	1	1.7784	1	3	9	1.3860	1	1.3862
1	4	3	2.5756	4	2.5732	6	4	2	1.7510	1	1.7505	3	7	6	1.3548	<1	1.3543
1	5	0	2.5588	8	2.5605												

Tabulka 31 Chemické složení thomsonitu-Ca ze Zaječího vrchu (hm. %)

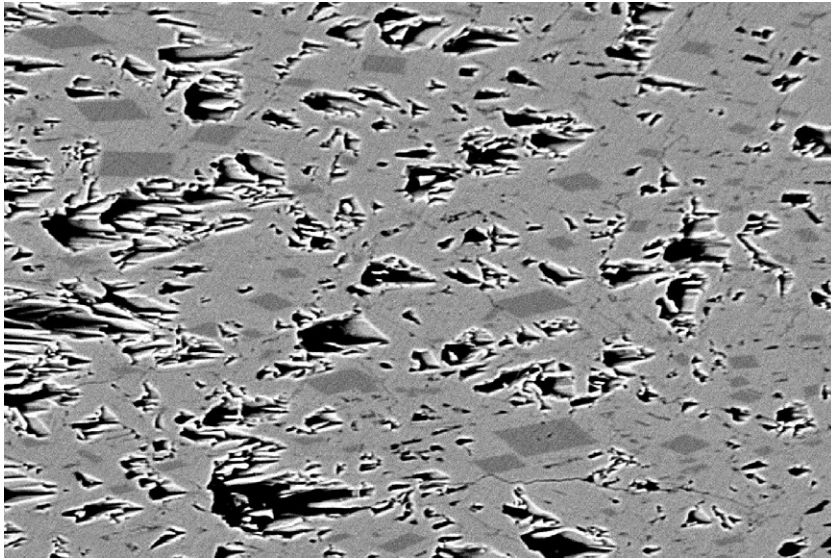
	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	40.70	41.42	41.37	41.47	42.01	39.51	40.08	39.04
Al ₂ O ₃	29.55	29.59	29.47	29.12	29.39	30.09	29.27	29.90
CaO	11.50	11.13	11.23	11.22	10.71	12.37	11.23	12.53
Na ₂ O	4.39	5.06	3.69	3.76	5.44	3.90	4.76	4.13
H ₂ O	13.51	13.67	13.54	13.50	13.70	13.43	13.36	13.35
total	99.65	100.87	99.40	99.07	101.25	99.30	98.30	98.95
Si ⁴⁺	5.419	5.451	5.496	5.528	5.501	5.294	5.396	5.262
Al ³⁺	4.556	4.589	4.614	4.575	4.536	4.752	4.645	4.749
Ca ²⁺	1.641	1.570	1.612	1.603	1.503	1.776	1.620	1.809
Na ⁺	1.133	1.290	0.950	0.972	1.381	1.013	1.243	1.0749
H ₂ O	6	6	6	6	6	6	6	6
T _{Si}	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.53	0.54	0.53

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 20 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 6 H₂O.

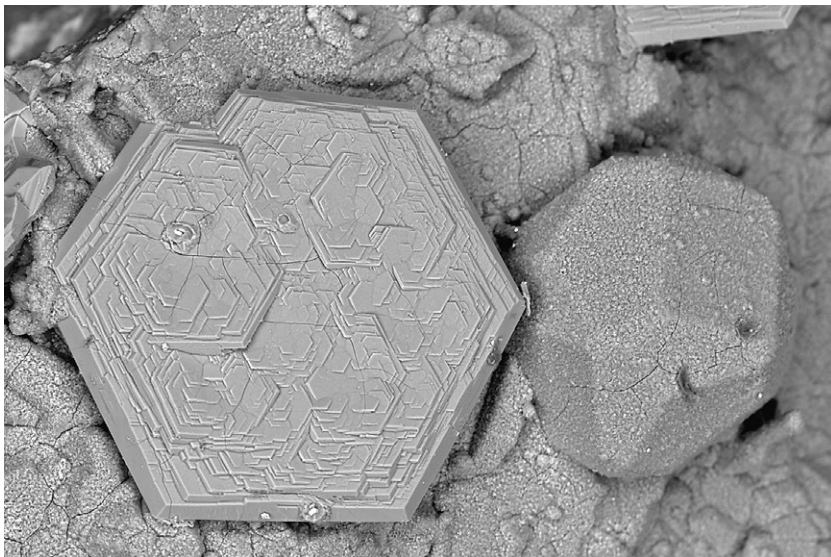
Tabulka 32 Chemické složení natrolitu ze Zaječího vrchu (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	47.71	48.87	46.78	47.82	48.56	45.88	48.40	47.66
Al ₂ O ₃	29.13	28.71	28.88	29.81	28.83	29.39	29.22	29.09
CaO	0.81	0.63	1.50	0.57	0.71	0.71	0.69	0.89
SrO	0.12	0.17	0	0	0	0.30	0.17	0.23
Na ₂ O	12.55	12.87	11.17	13.32	12.53	12.21	12.36	13.36
K ₂ O	0.07	0.05	0.06	0.05	0.11	0.09	0.08	0.07
H ₂ O	9.60	9.70	9.42	9.71	9.66	9.39	9.68	9.63
total	99.99	101.00	97.81	101.28	100.40	97.94	100.60	100.93
Si ⁴⁺	2.980	3.021	2.978	2.952	3.015	2.931	2.999	2.980
Al ³⁺	2.144	2.092	2.166	2.170	2.110	2.211	2.135	2.134
Ca ²⁺	0.054	0.042	0.102	0.038	0.047	0.049	0.046	0.059
Sr ²⁺	0.009	0.006	0	0	0	0.011	0.006	0.008
Na ⁺	1.520	1.540	1.378	1.602	1.508	1.513	1.485	1.623
K ⁺	0.005	0.004	0.005	0.004	0.009	0.008	0.006	0.005
H ₂ O	2	2	2	2	2	2	2	2
T _{Si}	0.58	0.59	0.58	0.58	0.59	0.57	0.58	0.57

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 10 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 2 H₂O.



Obr. 29 Thomsonit-Ca s tmavšími kosočtverečnými inkluzemi natrolitu ze Zaječského vrchu. Šířka záběru 0.4 mm, BSE foto J. Sejkora.



Obr. 30 Pravděpodobný lévyn a analcim ze Zaječského vrchu. Šířka záběru 0.6 mm, BSE foto B. Ekrt.

(tab. 18) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 31) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec thomsonitu-Ca (průměr sedmi bodových analýz) je na bázi 20 kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Ca}_{1.64}\text{Na}_{1.13}(\text{Si}_{5.42}\text{Al}_{4.56})\text{O}_{20}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.54$ tohoto minerálu je ve střední části publikovaného rozmezí (Coombs et al. 1997). Při podrobném studiu v BSE obraze byly v agregátech thomsonitu zjištěny tmavěji šedé kosočtverečné inkluze o velikosti do 20 μm (obr. 29), jejichž chemické složení odpovídá **natrolitu**, ve kterém (tab. 32) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Sr, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec natrolitu (průměr sedmi bodových analýz) je na bázi 10 kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Na}_{1.52}\text{Ca}_{0.05}\text{Sr}_{0.01}\text{K}_{0.01}(\text{Si}_{2.98}\text{Al}_{2.14})\text{O}_{10}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.58$ tohoto minerálu je ve spodní části publikovaného rozmezí (Coombs et al. 1997).

Nejmladším minerálem je **kalcit**, který vzácně zce-

la vyplňuje malé dutiny s offretitem. Jeho odleptáním byly získány dokonale čisté vzorky offretitu.

Problematickými zeolyty této lokality jsou analcim a lévyn (obr. 30). Pro své velmi malé rozměry a množství nebyl získán dostatek materiálu potřebného k analytickým pracem. Oba minerály by byly nejstaršími zeolyty lokality, z nichž analcim by byl starší. Podle SEM snímků morfologie krystalů „analcimu“ odpovídá spojce trapezoidu a krychle. Krystaly potenciálního lévynu tvoří dobře omezené šestiboké tabulky s dobře patrnými bočními plochami (10-11). Krystaly nemají epitaxiální nárůsty offretitu -erionitu. Vzhledem k morfologické variabilitě agregátů offretitu nelze vyloučit, že jde o agregát ultratenkých krystalů offretitu. Podobné agregáty jsou známé z lokality Gedern v Hessensku (Německo).

Závěr

Lokality U poustevny a Zaječský vrch jsou zajímavé zejména díky velké variabilitě morfologie agregátů offretitu. Podobných lokalit není mnoho. K nejznámějším patří lokality Gedern a Rainrod ve Vogelsbergu (Německo) a masiv Lake Arno-Adamello (Itálie) (Betz 2019; Betz, Hentschel 1978; Passaglia, Tagliavini 1994). Obě lokality z pomezí Lužických hor a Českého středohoří tak doplňují nejvýraznější české lokality offretitu jako jsou Vrbička, Vinařická hora, Nový Oldřichov aj. o nové formy jeho výskytu. V okolí Polevska probíhá průzkum ještě na dalších několika lokalitách, na kterých byly objeveny další morfologicky odlišné formy výskytu offretitu. Offretit z českých neovulkanitů tak můžeme právem zařadit

mezi nejzajímavější oblasti výskytu tohoto minerálu i ve světovém měřítku. Zajímavým rysem zeolitových lokalit v okolí Polevska patří výskyt srůstů phillipsitu a gismondinu v asociaci s offretitem. Obdobných výskytů není mnoho (např. Gr. Teichelberg v Německu; Pöllmann, Keck 1990). V České republice většinou gismondin asociuje s phillipsitem či thomsonitem. Pokud byly gismondin a offretit zjištěny na stejné lokalitě, nikdy se nevyskytovaly v dutinách společně. Z geochemického hlediska je zajímavým rysem místních chabazitů-Ca a phillipsitů-Ca zvýšený obsah Sr, který dosahuje u chabazitu-Ca z Poustevny až 0.28 *apfu*, u phillipsitu-Ca ze Zaječského vrchu dokonce 0.51 *apfu*.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za poskytnutí fotografií B. Burešovi z Prahy a P. Fuchsovi z Teplic. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národního muzea (DKRVO 2019-2023/1.I.a, 00023272).

Literatura

- ANDERT H (1929) Die Kreideablagerungen zwischen Elbe und Jeschken. II. Die nordböhmsche Kreide zwischen Elbsandsteingebirge und Jeschken und das Zittauer Sandsteingebirge. Abh der Preuss geol Landesanst, Neue Folge, 117. Berlin
- BETZ V (2019) Zeolithe und andere Mineralien aus den Vulkaniten des Vogelsberges (Hessen) und ihre Fundorte. Der Aufschluss-Ausbage 4: 208-260
- BETZ V, HENTSCHEL G (1978) Offretit und Erionit von Gern (Vogelsberg). Geol Jb Hessen 106: 419-241
- COOMB DS, ALBERTI A, ARMBRUSTER T, ARTIOLI G, COLELLA C, GALLI E, GRICE JD, LIEBAU F, MANDARINO JA, MINATO H, NICKEL EH, PASSAGLIA E, PEACOR DR, QUARTIERI S, RINALDI R, ROSS M, SHEPPARD RA, 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. Can Mineral 35: 1571-1606
- DEER WA, HOWIE RA, WISE WS, ZUSSMAN J (2004) Rock-forming Minerals, Framework Silicates: Silica Minerals, Feldspathoids and the Zeolites. Vol. 4B The Geological Society London
- GATTA GD, CAPPELLETTI P, ROTIROTI N, SLEBODNICK C, RINALDI R (2009) New insights into the crystal structure and crystal chemistry of the zeolite phillipsite. Am Mineral 94: 190-199
- GUALTIERI A, ARTIOLI G, PASSAGLIA E, BIGI S, VIANI A, HANSON JC (1998) Crystal structure - crystal chemistry relationships in the zeolites erionite and offretite. Am Mineral 83: 590-606
- JOKÉLY J (1863) Handkolorierte geologische Spezialkarte von Böhmen 1:144 000. N. 3 Umgebung von Reichenberg (und Böhm. Leipa). K k geol Reichsanst. Wien
- LAUGIER J, BOCHU B (2011) LMGP-Suite of Programs for the Interpretation of X-ray Experiments. <http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp>, přístup duben 2011
- MERLINO S, GALLI E, ALBERTI A (1975) The crystal structure of lévyne. Tschemm mineral petrogr Mitt 22: 117-129
- PASSAGLIA E (1970) The crystal chemistry of chabazites. Am Mineral 55: 1278-1301
- PASSAGLIA E (1972) Le zeoliti di Albergo Bassi (Vicenza). Periodico di Mineralogia V 28: 237-243
- PASSAGLIA E, ARTIOLI G, GUALTIERI A (1998) The crystal chemistry of the zeolite erionite and offretite. Am Mineral 83: 577-589
- PASSAGLIA E, TAGLIAVINI A (1994) Chabazite-offretite epitaxial overgrowth in corubianite from Passo Forcel Rosso, Adamello, Italy. Eur J Miner 6: 397-405
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, JANEČEK O, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R (2014) Cowlesit a doprovodná mineralizace z vrchu Hackenberg u České Kamenice (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 22(2): 248-260
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, JANEČEK O, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, POUR O, FEDIUK F (2015) Tschernichit, garronit-Ca a doprovodná zeolitová mineralizace z Jehly u České Kamenice (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 23(2): 147-170
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, JANEČEK O, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, FEDIUK F (2016a) Zeolitová mineralizace z Nového Oldřichova u Kamenického Šenova (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 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). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 24(2): 194-204
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, SEJKORA J, ADAMOVIČ J, RADOŇ M, VRTIŠKA L, MALÍKOVÁ R, FEDIUK F, POUR O (2018a) Zeolitová mineralizace z Klučku u Heřmaniček u České Lípy (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 26(1): 43-56
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, SEJKORA J, RADOŇ M, VRTIŠKA L, MALÍKOVÁ R, FEDIUK F, POUR O (2017a) Zeolitová mineralizace z Lískového vršku u Okřešic u České Lípy (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 25(2): 170-181
- PAULIŠ P, JANEČEK O, HRŮZEK L, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, FEDIUK F, POUR O (2017b) Nordstrandit a zeolitová mineralizace fonolitu Tachovského vrchu u Doks (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 25(1): 69-84
- PAULIŠ P, SVEJKOVSKÝ J, JANEČEK O, HRŮZEK L, DVOŘÁK Z, JEBAVÁ I (2013) Offretit z kamenolomu Vrbička u Valče v Doupovských horách. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz 21(2): 171-178
- PAULIŠ P, ZEMAN P, ZEMAN V, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, VRTIŠKA L, DOLNÍČEK Z, FEDIUK F, POUR O, RADOŇ M (2018b) Zeolitová mineralizace z Heřmanic u České Lípy (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 26(2): 123-137
- PÖLLMANN HH, KECK E (1990) Epitactic intergrowth of the zeolites phillipsite and gismondite from Gr. Teichelberg near Pechbrunn/Bavaria. N Jb Miner Mh 467-479
- POUCHOU JL, PICOIR F (1985) "PAP" (φpZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). 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
- SENGER A (1929) Rhönit-Basalt vom Bildstein bei Parchen. Firgenwald 2: 54-56, Reichenberg
- SHRBENÝ O (1963) Geologické a petrografické poměry třetihorních vyvělin severně od Nového Boru. Sbor geol Věd, Geol, 2: 121-138
- SCHÉPPARD RA, GUDE AJ (1969) Chemical composition and physical properties of the related zeolites offretite and erionite. Am Mineral 54:875-886
- SCHÉUMANN KH (1913) Petrographische Untersuchungen an Gesteinen des Polzengebietes in Nordböhmen. Abh der mat phys Kl der königl sächs Gesellschaft der Wissenschaften 32, 7. Leipzig
- STAHL K, KVICK A, SMITH JV (1990) Thomsonite, a neutron diffraction study at 13K. Acta Cryst C46: 1370-1373
- TSCHERNICH RW (1992) Zeolites of the world. Geoscience Press, Phoenix
- WURM F (1913) Rhönit in einigen Basalten der Böhm. Leipaer Umgebung. Verh der k k geol Reichsanst 58-61. Wien
- WURM F (1916) Beiträge zur Kenntnis der Eruptivgesteine der Böhm. Leipaer Umgebung. Separat-Abdruck aus den Verh der k k geol Reichsanst 305-313. Wien
- WURM F, ZIMMERHACKEL P (1882) Basalt und Phonolithkuppen in der Umgebung von Böhm. Leipa. Separat-Abdruck des Programmaufsatzes der Communal Oberrealschule zu B. Leipa, Böhm Leipa
- YAKUBOVICH OV, MASSA W, GAVRILENKO PG, PEKOV IV (2005) Crystal structure of chabazite. Kristallografiya 50(4): 595-604