

Zeolitová mineralizace z Lískového vršku u Okřešic u České Lípy (Česká republika)

Zeolite mineralization from Lískový hill at Okřešice near Česká Lípa (Czech Republic)

PETR PAULIŠ^{1,2)*}, LIBOR HRŮZEK³⁾, JIŘÍ SEJKORA²⁾, MIROSLAV RADOŇ⁴⁾, LUBOŠ VRTIŠKA²⁾,
RADANA MALÍKOVÁ²⁾, FERRY FEDIUK⁵⁾ A ONDŘEJ POUR⁶⁾

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⁾Regionální muzeum v Teplicích, Zámecké náměstí 14, 415 01 Teplice

⁵⁾Na Petřínách 1897, 162 00 Praha

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

PAULIŠ P, HRŮZEK L, SEJKORA J, RADOŇ M, VRTIŠKA L, MALÍKOVÁ R, FEDIUK F, POUR O (2017) Zeolitová mineralizace z Lískového vršku u Okřešic u České Lípy (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 25(2): 170-182 ISSN 2570-7337

Abstract

Zeolite mineralization with an interesting occurrence of stilbite-Ca and offretite were discovered at the Lískový hill (280 m) 1.5 km NE from Okřešice, 4 km SE from Česká Lípa, northern Bohemia, Czech Republic. The Lískový hill is formed by Tertiary volcanites penetrating a formation of Upper Cretaceous (Coniac) sediments. Stilbite-Ca forms pearly shiny, most often yellowish striped crystals up to 5 mm in size. The refined unit-cell parameters for stilbite-Ca are: a 13.6399(18), b 18.239(3), c 11.2698(16) Å, β 128.01(3)° and V 2209.4(5) Å³. Its chemical analyses correspond to the empirical formula $\text{Ca}_{4.05}\text{Na}_{0.48}\text{K}_{0.29}(\text{Si}_{27.13}\text{Al}_{8.87})\text{O}_{72} \cdot 28 \text{H}_2\text{O}$. The relatively common zeolite of this locality is the offretite, which occurs there in five different morphological forms. The refined unit-cell parameters for offretite are: a 13.297(8), b 7.6008(4) Å and V 1163.9(8) Å³. Chemical analyses of fibrous offretite correspond to the empirical formula $\text{K}_{1.08}\text{Ca}_{1.89}\text{Mg}_{0.08}\text{Sr}_{0.05}(\text{Si}_{12.80}\text{Al}_{5.22})\text{O}_{36} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ and tabular offretite $\text{K}_{0.76}\text{Ca}_{1.85}\text{Mg}_{0.33}\text{Sr}_{0.03}\text{Ba}_{0.01}(\text{Si}_{12.44}\text{Al}_{5.65}\text{Fe}_{0.03})\text{O}_{36} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$. Chabazite-Ca forms whitish brown crystals up to 5 mm in length. Its refined unit-cell parameters are: a 13.821(2), c 15.0182(2) Å and V 2484.4(9) Å³. Chemical analyses of chabazite-Ca correspond to the empirical formula $\text{Ca}_{1.39}\text{Sr}_{0.13}\text{K}_{0.80}(\text{Si}_{8.40}\text{Al}_{3.43})\text{O}_{24} \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$. The phillipsite-Ca forms whitish cross-piece up to 2 mm across. Its refined unit-cell parameters are: a 9.9242(11), b 14.3143(17), c 8.7417(9) Å, β 124.92(7)° and V 1018.2(2) Å³. Chemical analyses of phillipsite-Ca correspond to the empirical formula $\text{K}_{1.78}\text{Na}_{0.04}\text{Ca}_{1.92}\text{Ba}_{0.01}(\text{Si}_{10.19}\text{Al}_{5.85})\text{O}_{32} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$.

Key words: stilbite-Ca, offretite, chabazite-Ca, phillipsite-Ca, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Lískový hill near Okřešice, Czech Republic

Obdrženo: 12. 10. 2017; přijato: 30. 11. 2017

Úvod

Lokalita zeolitů se nachází na Lískovém vršku (dříve Haseldamm, 280 m n. m.), cca 1.5 km sv. od Okřešic (něm Aschendorf) a cca 4 km jv. od centra České Lípy (souřadnice: 50°39'48.64"N, 14°34'37.19"E; obr. 1). Lískový vršek je součástí kenozoické čedičové žilné struktury, táhnoucí se od západu na východ v délce přibližně 3.5 km mezi Okřešicemi a Heřmaničkami (obr. 2). Tato žilná struktura byla v minulosti nazývána žílou Lískového vršku. Za její západní počáteční povrchový projev lze považovat vyvýšeninu s nadmořskou kótou 285.1 m západně od vrchu Bučina (dříve Vogelbusch; kóta 294.1 m) severně od Okřešic a za východní konec vrch Kluček (dříve Klitschken, Klütschen, Klutschken nebo Klutschkenberg; kóta 268 m) západně od Heřmaniček. Délka protáhlého vulkanického tělesa vlastního Lískového vršku dosahuje 300 m (obr. 3) a největší šířky 40 m (obr. 4). V něm bylo v minulosti založeno několik drobných lomů. Vedle hlavního lomu se na východní straně dnes nachází zahliněný

lůmek s výskytem vulkanické brekcie a další při jz. úpatí zachycuje silně zvětralou horninu s prázdnými dutinkami a její kontakt s porcelanitem. Hlavní lom (obr. 5) byl založen na západní straně vrchu při jeho nejvyšším bodě. Je otevřený směrem na sever.

Geologie a petrologie lokality

Intruze čedičových hornin žilné struktury Lískového vršku procházejí souvrstvím sedimentů březenského souvrství svrchní křídý (coniac). Jedná se o jemně a středně zrnité, převážně křemenné pískovce s ojedinělými vložkami jílovitých a prachovito-jílovitých hornin, případně o vápnité jílovce a podřízeně slínovce (Klein et al. 1963, 1991). Sedimenty coniacu jsou však ve východní části žilné struktury a zároveň východně u Lískového vršku do značné míry překryty fluvialními písčity štěrky a písky středního pleistocénu (riss). Samotný Lískový vršek je podle Kleina et al. (1963) tvořen olivinickým analcimitem, místy se zachovaným lemem vulkanické brekcie. Naproti

tomu je však čedičová hornina vršku později zařazena do kategorie nefelinitů bez olivínu (Klein et al. 1991).

Za první historický geologický popis žilné struktury Lískového vršku bylo možné považovat práci Wurma a Zimmerhackela (1882), kteří však popisují pouze čedič jejího východního zakončení, a sice čedič vrchu Kluček u Heřmaniček. První podrobný popis geologických poměrů samotného Lískového vršku pak najdeme až v pracích Grabera (1905, 1908) a Wurma (1914, 1916), kteří ho již chápali jako součást výše popsané žilné struktury, a to přibližně ve stejném rozsahu. Čedič žilné struktury byl na několika místech těžen na štěrk, což byl i případ Lískového vršku. Kromě toho byla žilná struktura odkryta tehdy, když byl zrušen někdejší okřešický rybník a obyvatelé Žízníkova prorazili hráz, aby mohli snadněji svážet seno do Žízníkova. V průlomku 3 m širokém byla obnažena čedičová žíla s mocností 1.5 m oboustranně lemovaná vrstvou jílu s okolním pískovcem. Čedičová hornina měla stejně jako na Lískovém vršku šedočernou, středně jemnozrnnou základní hmotu s hojným augitem, zrnky rudního minerálu, šupinkami biotitu a zrnky olivínu (Wurm 1916). Graber (1905, 1908) a Wurm (1914) se ve svých pracích podrobně zmiňují také o zajímavých kontaktních jevech v někdejších lůmcích na Lískovém vršku. Čedič zde byl v odkryvu na jižní straně vrchu pozorován v podobě několika menších odžilků se sloupcovitou odlučností a s kontaktní zónou tvořenou silně spečeným sklovitým konglomerátem, který se rozpadal na 10 cm dlouhé a 2 až 3 cm silné sloupečky (Graber 1905). Wurm (1914) pak popisuje kontaktní přeměny okolních pískovců, které jsou na styku s čedičem sloupcovitě odlučné, a ve stěně opuštěné štěrkovny na Lískovém vršku popisuje jíl, který byl na styku s čedičem vypálen na tzv. čedičový jaspis (porcelanit). V pozdější práci Müllera (1924) již nacházíme opět pouze popis geologic-



Obr. 1 Plánek lokality Lískový vršek (X) u Okřešic (mapový podklad www.mapy.cz).



Obr. 2 V krajině nenápadný Lískový vršek (vlevo), v pozadí výrazný vrch Ralsko a Ještěd; foto L. Hrůzek.

Obr. 3 Celkový pohled na protáhlý hřbet Lískového vršku; foto L. Hrůzek.



Obr. 4 Protáhlý hřbet Lískového vršku s jasně patrným průběhem vulkanické žíly; foto L. Hruzek.



kých poměrů vrchu Kluček na konci žilné struktury Lískového vršku, neboť zbytek této struktury již nezasahuje na list dotýčné geologické mapy.

Z charakteristického vzorku bazaltoidní horniny byl nově proveden výbrus, na kterém byl proveden petrografický popis. Jedná se o velmi tmavý, nahnědle až narudle šedý horninový vzorek, ve kterém svítivě probleskují drobné bělavé amygdaly o rozměrech 0.2 až 3 mm proměnlivých tvarů - od okrouhlých až po nepravidelně hranaté. Na oříznuté ploše vzorku je jejich zatočeným uspořádáním zafixován vířivý pohyb magmatu v době jejich vzniku. Na celkovém objemu horniny se podílejí přibližně asi deseti procenty. Kromě mandlí se v hornině podružně objevují i dutinky bez minerální výplně. Čedičová hmota, která mandle a dutinky uzavírá, je velmi jemnozrná. Obsahuje velice drobné, sice hojné ale špatně rozeznatelné rezavé fenokrysty, zjevně patřící rozloženému olivínu. Mechanickým drčením se rozpadá v nepravidelné, mírně anizometrické kusy, na nichž se sekundární alterace zřetelně projevují. Mikroskopický obraz horniny prozrazuje překvapivě vysoký podíl (přibližně jedna čtvrtina celkového objemu) drobných vyrostlic o rozměrech vesměs pod 1 mm. Patří původnímu, často špačkovitě automorfně omezenému olivínu, který je však prakticky totálně přeměněn na rezavý až oranžový *iddingsit*. Na uspořádání těchto minivrostlic je patrná určitá anizotropie. Tyto drtivě převládající vyrostlice v současném stavu rozloženého olivínu jsou doprovázeny zcela podružně zastoupenými, rovněž drobnými vyrostlicemi klinopyroxenu, který na rozdíl od olivínu žádnými rozkladnými procesy postižen není. Základní hmota je tvořena mikrozrny pyroxenu, nefelinu, menšího podílu plagioklasu a mikrozrn magnetitu. Nelze vyloučit ani malý podíl vulkanického skla. Struktura horniny je drobně porfyrická

Obr. 5 Hlavní lom na Lískovém vršku; foto P. Pauliš 2017.

Obr. 6 Paralelní srostlice stilbitu-Ca z Lískového vršku, šíře záběru 9 mm; foto P. Fuchs.

až mikroporfyrická s hemikrystalickou (patrně?) strukturou základní hmoty, textura je drobně (spíše řidce) mandlovcovitá, podružně i dutinatá, mírně zvrženě proudovitá. Tuto čedičovou horninu lze klasifikovat jako alterovaný, mírně mandlovcovitý až dutinatý nefelinický bazanit až olivinický nefelinit.

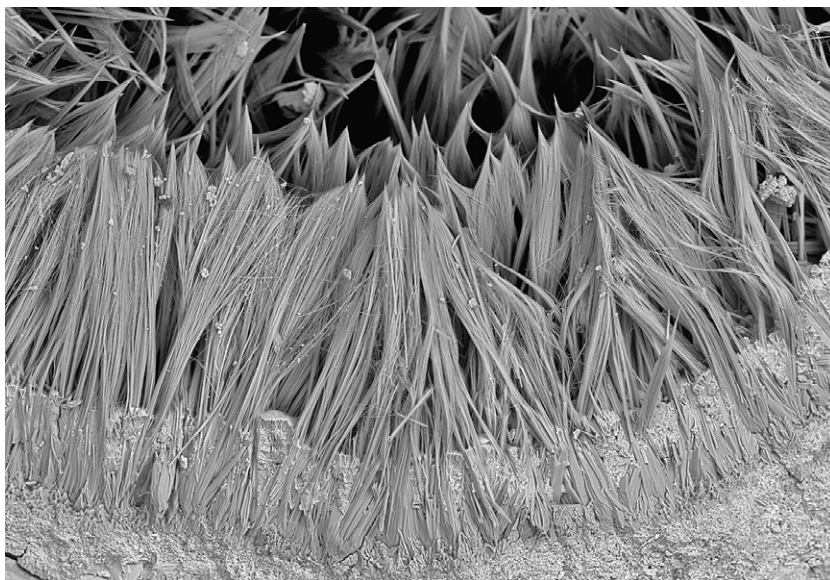
Metodika výzkumu

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 naneseny v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořízena difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly vypřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

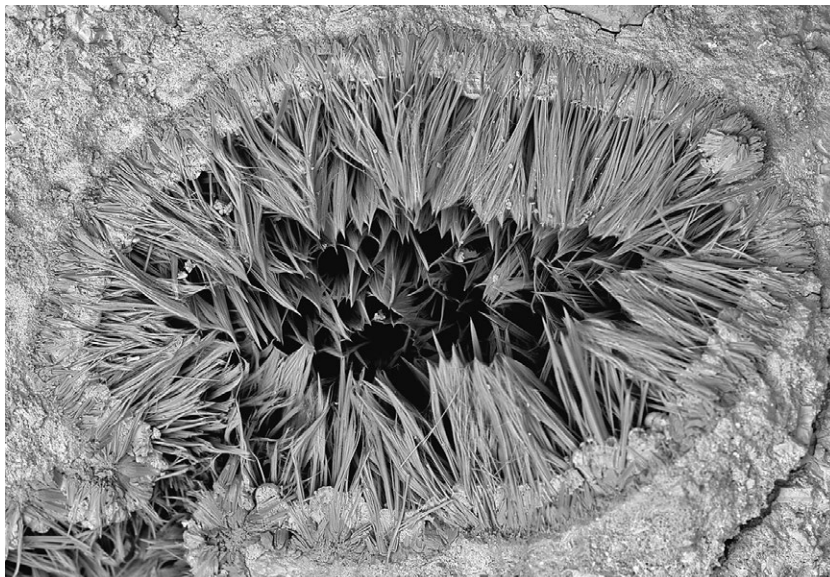
Chemické složení zeolitů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno, analytik J. Sejkora) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 5 nA, průměr svazku 10 μ m, standardy: baryt (BaL α), albit (NaK α), sanidin (SiK α AlK α , KK α), spessartin (MnK α), pyrop (MgK α), fluorapatit (PK α , CaK α), almandin (FeK α), gahnit (ZnK α), SrSO $_4$ (SrL α), wollastonit (CaK α) a topaz (FK α). Obsahy prvků Mn, 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).



Obr. 7 Stilbit-Ca z Lískového vršku, velikost vzorku 7 × 4 cm; foto L. Hrůzek.



Obr. 8 Vlákennité agregáty offretitu z Lískového vršku; šíře záběru 850 μ m, BSE foto B. Ekrť.



Obr. 9 Vlákennitý offretit v dutině vulkanitu, Lískový vršek; šíře záběru 2 mm, BSE foto B. Ekrť.

Charakteristika zjištěné mineralizace

O zeolitech v bazaltových horninách Lískového vršku se žádná starší literatura nezmiňuje. V Kratochvílově topografické mineralogii jsou pod heslem Okřešice uvedeny pouze limonit, pyrit a sádrovec v krystalech až 6 cm velkých ze slínů (Kratochvíl 1962).

Zeolitová mineralizace tu byla objevena druhým spoluautorem (LH) v roce 2015 při průzkumu výskytů minerálů bazaltoidních hornin v okolí České Lípy. Zeolity byly zjištěny v hlavním lomu, ve kterém se dochovaly pozůstatky bloků pevné bazaltoidní horniny s náznaky sloupcovité odlučnosti. V této hornině se v malém množství vyskytují drobné mandle se zeolity, které však nedosahují větších rozměrů, a které jsou navíc většinou navětralé. Hlavní lomová stěna a její západní okraj tvoří většinou

celistvá kontaktní hornina porcelanitového charakteru bez zeolitů. Východní okraj tohoto lůmku tvoří svisle probíhající kontaktní zóna tvořená vedle porcelanitu silně proplyněnou a navětralou bazaltoidní horninou. Vedle dutin dosahujících až 3cm velikosti obsahuje tato hornina poměrně časté trhliny vertikálního směru, které též zčásti vyplňuje zeolitová mineralizace. Většina dutin je prázdná či obsahuje většinou značně zvětralé zeolity nevelkých rozměrů. Kvalitnější vzorky jsou v dutinách velmi vzácné. Nejzajímavější zeolity, především stilbit-Ca s podřadně zastoupeným chabazitem-Ca, vznikly na vertikálních trhlínách. Chabazit-Ca je hojnější v nejvyšší části kontaktní zóny, kterou lze na lokalitě sledovat na ploše o rozměrech $2 \times 0,5$ m.

Mineralogicky není lokalita příliš bohatá. Převážná část zeolitové mineralizace se nachází na poměrně ma-

Tabulka 1 Rentgenová prášková data stilbitu-Ca z Lískového vršku

<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	9.063	99	9.120	-4	0	4	2.717	2	2.722	0	8	3	1.8072	2	1.8063
0	0	1	8.871	10	8.881	4	0	0	2.686	1	2.687	-7	3	5	1.7766	2	1.7770
-2	0	1	6.793	1	6.819	-2	6	2	2.655	<1	2.654	-2	10	1	1.7615	2	1.7620
0	2	1	6.353	2	6.362	-2	2	4	2.614	1	2.614	-4	4	6	1.7334	<1	1.7317
-2	0	2	5.430	2	5.444	-4	4	1	2.605	2	2.602	-7	5	3	1.7083	<1	1.7087
-1	3	1	5.293	4	5.308	-3	5	3	2.572	2	2.573	-7	1	1	1.6922	<1	1.6915
1	3	0	5.282	6	5.292	-3	3	4	2.555	4	2.556	-6	4	6	1.6858	1	1.6860
-1	1	2	5.223	1	5.228	1	7	0	2.530	1	2.532	-8	0	3	1.6695	1	1.6702
-2	2	2	4.660	15	4.674	0	6	2	2.507	3	2.508	-1	11	1	1.6391	1	1.6392
2	2	0	4.629	12	4.630	0	4	3	2.4810	3	2.4829	1	1	5	1.5946	1	1.5949
0	4	0	4.546	3	4.560	-5	3	3	2.4704	1	2.4688	5	1	2	1.5828	2	1.5829
0	0	2	4.449	3	4.440	2	6	1	2.3490	4	2.3484	-1	7	5	1.5641	1	1.5647
-3	1	1	4.273	8	4.268	-1	3	4	2.3133	1	2.3126	-7	7	3	1.5528	3	1.5530
1	3	1	4.050	100	4.039	-4	6	2	2.2692	1	2.2690	1	3	5	1.5485	2	1.5482
0	2	2	3.997	10	3.992	-4	0	5	2.2478	<1	2.2502	5	3	2	1.5372	<1	1.5373
-2	4	1	3.780	1	3.791	-3	5	4	2.2273	1	2.2298	-7	7	5	1.5133	1	1.5128
-2	0	3	3.739	4	3.744	-3	1	5	2.2119	1	2.2119	-9	1	4	1.5041	<1	1.5031
2	0	1	3.702	3	3.699	-5	5	2	2.1640	1	2.1654	-2	12	1	1.4846	<1	1.4835
-3	1	3	3.555	<1	3.559	-2	8	1	2.1609	1	2.1623	-5	5	7	1.4727	1	1.4723
2	4	0	3.476	5	3.477	-3	7	3	2.1179	3	2.1166	-8	0	1	1.4688	1	1.4689
-4	0	2	3.401	7	3.410	2	8	0	2.0990	2	2.0989	-9	1	3	1.4591	1	1.4587
1	1	2	3.373	4	3.368	-1	5	4	2.0622	2	2.0625	-4	8	6	1.4471	1	1.4468
0	4	2	3.183	13	3.181	0	8	2	2.0273	3	2.0282	4	8	2	1.4359	1	1.4362
-3	3	3	3.111	2	3.116	-6	4	2	1.9764	<1	1.9779	-6	8	6	1.4201	<1	1.4198
3	3	0	3.083	1	3.087	-2	8	3	1.9486	<1	1.9473	-5	11	2	1.4114	1	1.4116
1	5	1	3.022	44	3.024	-7	1	3	1.9244	<1	1.9232	-6	0	8	1.4089	1	1.4087
-1	3	3	3.001	12	3.000	-4	8	2	1.8960	2	1.8953	-4	12	2	1.3893	1	1.3883
-4	2	1	2.995	13	2.993	-5	5	5	1.8691	1	1.8698	5	1	3	1.3770	1	1.3775
0	0	3	2.968	2	2.960	5	5	0	1.8523	<1	1.8520	-5	9	6	1.3744	1	1.3744
2	4	1	2.871	3	2.872	-6	6	3	1.8213	6	1.8204	-1	1	7	1.3572	1	1.3575
-3	5	1	2.803	1	2.806	-6	0	6	1.8162	2	1.8146	-9	3	2	1.3524	1	1.3525
-2	6	1	2.775	12	2.777												

Tabulka 2 Parametry základní cely stilbitu (pro monoklinickou prostorovou grupu C2/m)

	tato práce	Galli (1971)	Pauliš et al. (2015)
<i>a</i> [Å]	13.6399(18)	13.64(3)	13.644(4)
<i>b</i> [Å]	18.239(3)	18.24(4)	18.229(5)
<i>c</i> [Å]	11.2698(16)	11.27(2)	11.274(2)
β [°]	128.01(3)	128.00(28)	128.0(3)
<i>V</i> [Å ³]	2209.4(5)	2209.51	2209.5(1)

lém prostoru v hlavním lomu. Kvalita mineralogických vzorků je též nepříznivě ovlivněna alterací matečné horniny. Význam lokality spočívá především ve výskytu stilbitu-Ca, který lze v kontextu Českého středohoří považovat za unikátní. Jediná srovnatelná historická ukázka tohoto minerálu z vulkanitů Českého středohoří, která je autorům známá, pochází z okolí České Kamenice. Novodobé nálezy stilbitů z dalších lokalit tohoto regionu jsou velmi vzácné a nedosahují kvality výše zmíněného historického vzorku.

Nejzajímavějším zeolitem popísanované lokality je **stilbit-Ca**. Téměř všechny jeho nálezy pocházejí z členitých trhlin v kontaktní zóně, které tento minerál vyhojuje svými agregáty. Jen několik málo vzorků pochází z až 2 cm velkých amygdul pevné bazaltoidní horniny. V místech, kde trhliny sousedí s porcelanitem a bazaltoidní hornina brekciového charakteru s množstvím trhlin přechází v silně dutinatou horninu, je stilbit-Ca dominantním zeolitem. Jen vzácně asociuje s chabazitem-Ca a to pouze v horní části této zóny. Stilbit-Ca tvoří perleťově lesklé, nejčastěji nažloutlé, méně bílé až čiré lištovité krystaly, které jsou zakončené čtyřmi plochami v podobě seseklých rohů, bez vyvinuté báze. Jedná se vždy o paralelní srůsty, které pokrývají stěny puklin či puklinu úplně prorůstají (obr. 6). Velikost srostlic, které pokrývají plochy o velikosti až 10 × 5 cm, se pohybuje okolo 2 - 3 mm, maximálně do 5 mm (obr. 7).

Rentgenová prášková data stilbitu-Ca z Lískového vršku (tab. 1) odpovídají datům uváděným pro tento minerální druh, přesněné parametry jeho základní celky jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji.

V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 3) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec stilbitu-Ca z Lískového vršku u Okřešic (průměr čtyř bodových analýz) je na bázi 72 kyslíků možno vyjádřit jako $\text{Ca}_{4.05}\text{Na}_{0.48}\text{K}_{0.29}(\text{Si}_{27.13}\text{Al}_{8.87})\text{O}_{72} \cdot 28 \text{H}_2\text{O}$. Hodnota $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.75$ se nachází ve střední části rozmezí udávaného pro stilbit-Ca (Coombs et al. 1997). Analyzovaný stilbit-Ca obsahuje v kationtové části v průměru vedle dominujícího Ca (4.05 apfu) poměrně nízké obsahy Na (0.48 apfu) a K (0.29 apfu).

V silně drobně dutinatém bazaltoidu je častým zeolitem **offretit**.

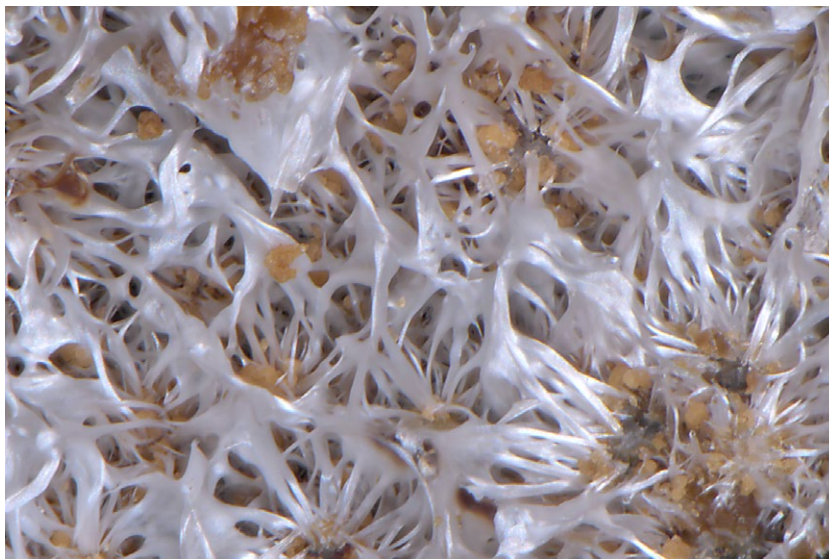
Tabulka 3 Chemické složení stilbitu-Ca z Lískového vršku u Okřešic (hm. %)

	mean	1	2	3	4
SiO ₂	59.47	60.01	60.72	57.47	59.67
Al ₂ O ₃	16.49	16.51	16.51	15.82	17.12
CaO	8.29	8.51	8.33	7.80	8.52
Na ₂ O	0.54	0.51	0.52	0.51	0.62
K ₂ O	0.49	0.47	0.58	0.38	0.57
H ₂ O	18.40	18.55	18.71	17.72	18.62
total	103.68	104.56	105.37	99.67	105.12
Si ⁴⁺	27.134	27.154	27.251	27.227	26.821
Al ³⁺	8.866	8.803	8.731	8.836	9.096
Ca ²⁺	4.052	4.127	4.004	3.959	4.115
Na ⁺	0.477	0.446	0.453	0.467	0.542
K ⁺	0.285	0.272	0.334	0.211	0.330
H ₂ O	28	28	28	28	28
T _{Si}	0.75	0.76	0.76	0.75	0.75

Empirické vzorce jsou přepočteny na bázi 72 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 28 H₂O.



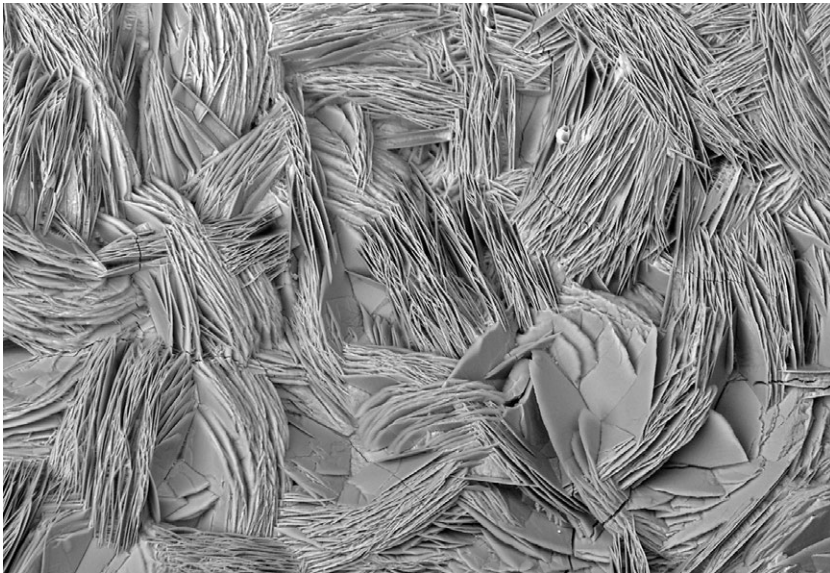
Obr. 10 Bílý vláknitý offretit v dutině bazaltoidní horniny, Lískový vršek, šíře záběru 3 mm, foto L. Vrtiška.



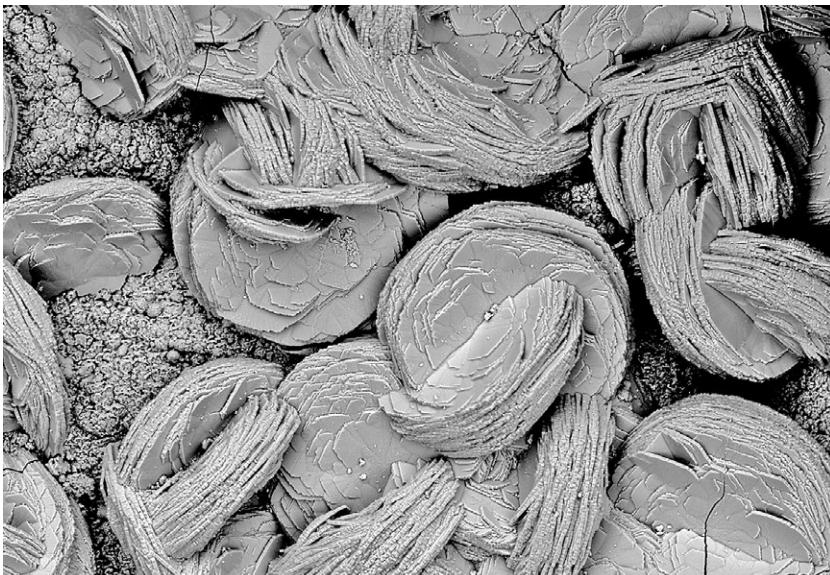
Obr. 11 Skupiny bílých vláknitých agregátů offretitu z Lískového vršku, šíře záběru 1 mm, foto L. Vrtiška.



Obr. 12 Agregát paralelně srostlých vláken offretitu z Lískového vršku, šířka záběru 4 mm, foto L. Vrtiška.



Obr. 13 Agregát tabulkovitých srostlic offretitu z Lískového vršku; širší záběr 500 μm , BSE foto B. Ekrť.



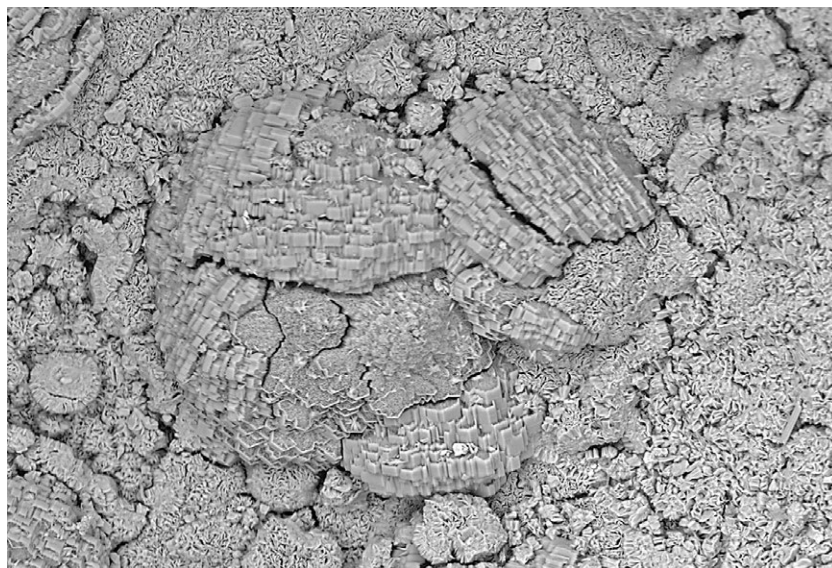
Většina jeho vzorků je však zašlá a zvětralá. Na lokalitě se vyskytuje v pěti morfologicky odlišných formách. První jsou sněhově bílé jemně jehlicovité až vláknité krystaly o délce do 2 mm. Vlákna, která bývají často pokroucená, připomínající plst (obr. 8), se vyskytují v dutinách o rozměrech od 1 do 10 mm (obr. 9). V až 25 mm velkých dutinách asociuje s dominantním chabazitem-Ca (obr. 10 a 11). Druhou formou jsou paralelní srůsty, obdobné výskytům, na kterých offretit či erionit narůstají na lévynu. Tyto agregáty bývají uprostřed přerušeny tenkým tabulkovitým krystalem lévynu. U vzorků z Lískového vrchu je také viditelná odlišná středová zóna, lévyn zde však analyticky prokázán nebyl. Tento typ výrazně bílých paralelně srostlých agregátů zcela vyplňuje až 6 mm velké dutiny (obr. 12). Třetí morfologickou formou jsou tenké tabulkovité agregáty o velikosti do 1 mm, tvořící základní výplň větší části až 1 cm velkých dutin. Bývají čiré až mléčně bílé, někdy mají perleťový lesk. Tyto agregáty připomínají tabulkovité krystaly lévynu. Vždy jde ale o složité paralelní agregáty (obr. 13). Detail stavby offretitové srostlice je patrný z obrázku 14. Pro ilustraci byla použita fotografie podobného vzorku z jiné lokality u České Lípy, neboť snímky offretitových agregátů z Lískového vrchu jeho stavbu tak dobře neobjasňují. Na nejužší straně srostlice jsou patrné krystalové plochy jednotlivých krystalů offretitu, které agregát utvářejí. Podobné agregáty jsou známy z lokality Rainrod z Vogelsbergu v Německu (ústní sdělení V. Betz). Tato morfologicky zajímavá forma, která offretit zdaleka nepřipomíná, je poměrně vzácná. Čtvrtou, také vzácnou morfologickou formou offretitu, jsou hrubší nedokonale šestihrané srostlice. Na obrázku 15 je jasně patrná jejich stavba, která je tvořena jednotlivými krystaly či vlákny offretitu. Jejich srůstem vznikají drobné, dobře omezené hexagonální srostlice. Ty se pak dále opět seskupují do složitějších agregátů, které kopírují šestiboký hranol. Poslední, pátou formou výskytu offretitu jsou vejčovitě srostlice jehlicovitých krystalů (obr. 16), které

Obr. 14 Agregáty tabulkovitých srostlic offretitu z České Lípy; šířka záběru 800 μm , BSE foto B. Ekrť.

vyplňují drobné dutiny vulkanitu.

Rentgenová prášková data offretitu z Lískového vršku (tab. 4) odpovídají datům uváděným pro tento minerální druh, zpřesněné parametry jeho základní celky jsou v tabulce 5 porovnány s publikovanými údaji pro tento zeolit.

Chemické analýzy byly provedeny ze dvou vzorků offretitu. Analyzován byl vláknitý (tab. 6) a tabulkovitý offretit (tab. 7). V BSE obraze jsou oba studované vzorky chemicky homogenní. Při studiu jejich chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Fe, Ca, Mg, Sr, Ba a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec vláknitého offretitu (průměr osmi bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $K_{1,08}Ca_{1,89}Mg_{0,08}Sr_{0,05}(Si_{12,80}Al_{5,22})O_{36} \cdot 15 H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.71$ tohoto offretitu je ve střední části rozmezí uváděného pro offretit (Coombs et al. 1997). Tento offretit obsahuje v kationtové části zvýše-



Obr. 15 Složitý srůst krystalů offretitu z Lískového vršku; šíře záběru 400 μ m, BSE foto B. Ekrť.

Obr. 16 Vějířovité srostlice jehlicovitých krystalů offretitu v dutině vulkanitu, šířka záběru 4 mm, foto L. Vrtiška.

Tabulka 4 Rentgenová prášková data offretitu z Lískového vršku

<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}
0	1	0	11.470	90	11.516	1	4	0	2.516	39	2.513	3	3	3	1.6661	30	1.6681
0	0	1	7.522	3	7.601	2	3	1	2.4963	14	2.4954	4	4	0	1.6622	5	1.6621
1	1	0	6.642	51	6.649	0	1	3	2.4804	4	2.4744	1	5	3	1.6004	4	1.6022
0	1	1	6.372	1	6.344	1	4	1	2.3861	<1	2.3859	2	6	0	1.5952	7	1.5969
0	2	0	5.757	56	5.758	0	5	0	2.3058	1	2.3031	1	6	2	1.5918	1	1.5942
1	1	1	4.988	1	5.004	3	3	0	2.2149	26	2.2162	0	6	3	1.5279	2	1.5299
0	2	1	4.577	16	4.590	3	3	1	2.1289	3	2.1276	0	0	5	1.5207	2	1.5202
1	2	0	4.354	100	4.353	1	4	2	2.0948	7	2.0961	3	5	2	1.5103	1	1.5097
0	3	0	3.840	70	3.839	1	5	1	1.9983	5	1.9957	1	7	1	1.4970	<1	1.4955
1	2	1	3.773	41	3.777	0	5	2	1.9694	2	1.9697	4	5	0	1.4745	3	1.4744
0	3	1	3.422	1	3.426	3	3	2	1.9132	<1	1.9145	3	6	0	1.4501	<1	1.4508
2	2	0	3.325	40	3.324	2	4	2	1.8877	3	1.8885	3	3	4	1.4429	3	1.4425
1	1	2	3.291	4	3.299	0	6	1	1.8628	1	1.8609	1	2	5	1.4373	2	1.4351
1	3	0	3.196	8	3.194	2	5	0	1.8476	5	1.8440	1	7	2	1.4170	2	1.4155
2	2	1	3.051	1	3.046	1	5	2	1.8156	1	1.8167	4	4	3	1.3886	2	1.3898
1	3	1	2.943	1	2.944	1	4	3	1.7798	5	1.7842	4	5	2	1.3759	3	1.3746
0	4	0	2.881	86	2.879	1	6	0	1.7591	2	1.7561	0	6	4	1.3505	1	1.3503
0	4	1	2.692	19	2.692	0	6	2	1.7139	4	1.7132	1	8	0	1.3472	1	1.3478

Tabulka 5 Parametry základní cely offretitů (pro hexagonální prostorovou grupu P-6m)

	tato práce	Gualtieri et al. (1998)	Pauliš et al. (2013)	Pauliš et al. (2016a)
a [Å]	13.297(8)	13.293(2)	13.261(7)	13.295(6)
c [Å]	7.6008(4)	7.608(1)	7.559(1)	7.6133(4)
V [Å ³]	1163.9(8)	1164.25	1151.5(1)	1165.4(6)

Tabulka 6 Chemické složení vláknitého offretitu z Lískového vršku u Okřešic (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	55.07	54.50	55.14	54.77	54.92	54.46	55.84	55.40	55.51
Al ₂ O ₃	19.07	19.23	19.24	18.64	18.85	19.39	19.24	19.01	18.99
CaO	7.58	7.39	7.63	7.54	7.44	7.93	7.74	7.63	7.37
MgO	0.24	0.27	0.31	0.21	0.28	0.17	0.22	0.26	0.23
SrO	0.34	0.38	0.35	0.38	0.30	0.48	0.38	0.36	0.26
K ₂ O	3.63	3.83	3.75	3.74	3.73	3.05	3.46	3.96	3.54
H ₂ O	19.35	19.24	19.43	19.18	19.25	19.26	19.58	19.45	19.39
total	105.30	104.84	105.85	104.46	104.77	104.74	106.46	106.07	105.29
Si ⁴⁺	12.802	12.741	12.761	12.845	12.829	12.717	12.824	12.808	12.874
Al ³⁺	5.224	5.299	5.248	5.152	5.191	5.377	5.208	5.179	5.189
Ca ²⁺	1.888	1.851	1.892	1.894	1.863	1.984	1.904	1.891	1.831
Mg ²⁺	0.084	0.094	0.107	0.073	0.097	0.059	0.076	0.090	0.079
Sr ²⁺	0.049	0.052	0.047	0.052	0.041	0.065	0.051	0.049	0.035
K ⁺	1.076	1.143	1.107	1.119	1.112	0.909	1.013	1.167	1.048
ΣCa+Mg+Sr+K	3.097	3.140	3.153	3.138	3.113	3.017	3.044	3.197	2.993
H ₂ O	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Si/Al	2.45	2.40	2.43	2.50	2.47	2.38	2.46	2.47	2.48
T _{Si}	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 15 H₂O.

Tabulka 7 Chemické složení tabulkovitého offretitu z Lískového vršku u Okřešic (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO ₂	54.28	54.07	52.24	54.15	57.12	53.81
Al ₂ O ₃	20.90	20.72	21.53	20.71	20.51	21.03
Fe ₂ O ₃	0.19	0.20	0.36	0.16	0.02	0.19
CaO	7.55	7.54	7.90	7.85	6.64	7.82
MgO	0.96	0.95	1.14	0.80	0.99	0.90
SrO	0.20	0.16	0.21	0.25	0.07	0.31
BaO	0.13	0.12	0.13	0.14	0.17	0.07
K ₂ O	2.58	2.59	1.95	2.58	3.24	2.54
H ₂ O	19.62	19.52	19.30	19.56	20.15	19.56
Total	106.41	105.88	104.76	106.20	108.91	106.23
Si ⁴⁺	12.443	12.455	12.172	12.453	12.748	12.374
Al ³⁺	5.647	5.625	5.914	5.613	5.397	5.700
Fe ³⁺	0.033	0.036	0.062	0.028	0.003	0.033
Ca ²⁺	1.854	1.860	1.973	1.935	1.588	1.926
Mg ²⁺	0.328	0.327	0.396	0.274	0.330	0.308
Sr ²⁺	0.026	0.021	0.028	0.033	0.009	0.041
Ba ²⁺	0.011	0.011	0.011	0.012	0.015	0.007
K ⁺	0.755	0.761	0.563	0.757	0.923	0.746
ΣCa+Mg+Sr+Ba+K	2.974	2.980	2.971	3.011	2.865	3.028
H ₂ O	15	15	15	15	15	15
Si/Al	2.20	2.21	2.06	2.22	2.36	2.17
T _{Si}	0.69	0.69	0.67	0.69	0.70	0.68

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 15 H₂O.

Tabulka 8 Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Lískového vršku

<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	1	9.333	84	9.360	0	4	2	2.774	2	2.780	1	2	8	1.7332	1	1.7339
1	1	0	6.890	13	6.910	2	0	5	2.683	6	2.684	3	2	7	1.6917	1	1.6906
0	1	2	6.352	5	6.361	4	1	0	2.605	13	2.612	5	3	2	1.6684	2	1.6672
0	2	1	5.546	22	5.559	0	0	6	2.4996	13	2.503	3	4	5	1.6459	3	1.6460
0	0	3	5.000	42	5.006	1	1	6	2.3522	1	2.3534	1	6	4	1.6413	3	1.6416
2	0	2	4.674	<1	4.680	3	3	0	2.3096	1	2.3035	2	4	7	1.5576	4	1.5566
2	1	1	4.318	100	4.332	3	1	5	2.2252	<1	2.2273	3	0	9	1.5384	<1	1.5395
1	1	3	4.050	2	4.054	3	0	6	2.1222	1	2.1203	7	1	3	1.5126	2	1.5114
3	0	0	3.978	5	3.990	3	3	3	2.0885	4	2.0926	1	0	10	1.4903	<1	1.4901
1	2	2	3.867	17	3.875	6	0	0	1.9971	<1	1.9949	5	3	5	1.4860	1	1.4860
1	0	4	3.581	35	3.582	3	4	2	1.9049	1	1.9035	4	3	7	1.4516	<1	1.4502
2	2	0	3.445	14	3.455	5	0	5	1.8692	4	1.8720	2	1	10	1.4249	<1	1.4253
0	2	4	3.176	8	3.180	5	1	4	1.8644	2	1.8656	5	4	4	1.4198	1	1.4189
3	0	3	3.115	<1	3.120	0	1	8	1.8548	2	1.8546	4	1	9	1.4054	3	1.4062
4	0	1	2.926	64	2.935	4	1	6	1.8061	10	1.8072	1	8	2	1.3784	<1	1.3771
0	1	5	2.912	12	2.913	1	3	7	1.8035	8	1.8019	2	7	4	1.3624	1	1.3626
2	1	4	2.887	28	2.889	4	0	7	1.7449	<1	1.7436	0	1	11	1.3578	<1	1.3565

Tabulka 9 Parametry základní cely chabazitu (pro trigonální prostorovou grupu R-3m)

	<i>a</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
Lískový vršek (tato práce)	13.821(2)	15.0182(2)	2484.4(9)
Oldřichov (Pauliš et al. 2016a)	13.820(7)	15.0364(8)	2487.1(9)
Yakubovich et al. (2005)	13.831(3)	15.023(5)	2488.83
Hackenberg (Pauliš et al. 2014)	13.837(6)	15.0073(4)	2488(1)
Jehla (Pauliš et al. 2015)	13.820(6)	15.0226(4)	2484.9(1)

ný podíl Ca na úkor obsahu Mg. Po chemické stránce je blízký offretitu z italské lokality Fitta (Passaglia et al. 1998). Empirický vzorec tabulkovitého offretitu (průměr pěti bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $K_{0.76}Ca_{1.85}Mg_{0.33}Sr_{0.03}Ba_{0.01}(Si_{12.44}Al_{5.65}Fe_{0.03})O_{36} \cdot 15 H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.69$ tohoto offretitu je na spodní hranici rozmezí udávaného pro offretit (Coombs et al. 1997). Oproti předchozímu offretitu obsahuje v kationtové části větší podíl Mg a nižší podíl K. Ostatní prvky (Sr, Ba a Fe) jsou zastoupeny ve velmi malém množství.

Chabazit-Ca zde tvoří čiré až bělavé klencové krystaly o velikosti do 5 mm. Vyskytuje se v až 3 cm velkých dutinách, ve kterých asociuje s offretitem. Vyskytuje se též vzácně na tržlinách spolu se stilbitem-Ca. Většina nalezených vzorků má pouze dokumentační kvalitu. Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Lískového vršku (tab. 8) jsou blízká datům uváděným pro tento minerální druh, zpřesněné parametry jeho základní cely (tab. 9) dobře odpovídají publikovaným údajům. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při jeho studiu jeho chemického složení (tab. 10) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Sr a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec chabazitu-Ca z Lískového vršku u Okřešic (průměr čtyř bodových analýz) je na bázi 24 kyslíků možno vyjádřit jako $Ca_{1.39}Sr_{0.13}K_{0.80}(Si_{8.40}Al_{3.43})O_{24} \cdot 11H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.71$ tohoto chabazitu je ve střední části předepsaného rozmezí chabazitu -Ca (Coombs et al. 1997). V kationtové pozici dominuje Ca (1.30 - 1.44 *apfu*), v menším množství je zastoupen K (0.66 - 0.93 *apfu*). Tento chabazit má též zvýšený obsah SrO (0.11 - 0.15 *apfu*), blízký obsahům SrO, zjištěným

Tabulka 10 Chemické složení chabazitu-Ca z Lískového vršku u Okřešic (hm. %)

	mean	1	2	3	4
SiO ₂	50.40	50.72	50.15	49.93	50.80
Al ₂ O ₃	17.47	17.63	17.26	17.19	17.80
CaO	7.80	7.82	7.75	7.55	8.08
SrO	1.34	1.52	1.25	1.37	1.20
K ₂ O	3.78	4.10	4.63	3.25	3.12
H ₂ O	19.80	19.84	21.02	19.80	19.80
total	100.59	101.63	102.06	99.09	100.80
Si ⁴⁺	8.396	8.432	7.869	8.318	8.463
Al ³⁺	3.429	3.454	3.192	3.375	3.495
Ca ²⁺	1.392	1.392	1.303	1.347	1.442
Sr ²⁺	0.129	0.147	0.114	0.132	0.116
K ⁺	0.803	0.869	0.928	0.691	0.663
H ₂ O	11	11	11	11	11
T_{Si}	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71

Empirické vzorce jsou přepočteny na bázi 24 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 11 H₂O.

v chabazitech z Řepčic (0.16 *apfu*) (Ulrych, Rychlý 1981).

Poměrně vzácným zeolitem této lokality je **phillipsit-Ca**, který byl nalezen jen v několika vzorcích nevelké kvality. V maximálně 2 cm velkých dutinách tvoří křížové srostlice bělavé barvy o velikosti do 2 mm.

Rentgenová prášková data phillipsitu-Ca z Lískového vršku (tab. 11) jsou blízká uváděným datům pro tento

Tabulka 11 Rentgenová prášková data phillipsitu-Ca z Lískového vršku

<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	8.172	4	8.182	-3	2	3	2.547	1	2.549	-3	7	1	1.7264	1	1.7261
-1	0	0	8.112	5	8.137	0	4	2	2.533	2	2.532	-4	6	2	1.7202	2	1.7197
0	2	0	7.157	100	7.157	2	3	1	2.4763	1	2.4765	2	5	2	1.7187	2	1.7181
0	1	1	6.399	15	6.409	0	0	3	2.3897	4	2.3893	-5	3	4	1.7145	2	1.7142
1	2	0	5.374	11	5.374	-3	3	3	2.3662	<1	2.3678	4	1	1	1.7047	1	1.7038
0	2	1	5.067	10	5.065	0	1	3	2.3561	<1	2.3567	-2	8	1	1.6837	1	1.6832
-2	0	1	4.951	21	4.962	2	4	1	2.2546	1	2.2518	-4	2	5	1.6789	3	1.6779
-2	1	1	4.674	3	4.688	0	5	2	2.2359	1	2.2368	-4	5	4	1.6643	<1	1.6643
-1	0	2	4.319	6	4.315	-4	2	3	2.2293	2	2.2317	1	8	1	1.6518	1	1.6517
1	0	1	4.286	6	4.296	-4	2	1	2.2246	1	2.2244	1	5	3	1.6417	1	1.6414
-1	1	2	4.130	28	4.132	-2	6	1	2.1490	2	2.1501	2	2	3	1.6375	1	1.6376
2	0	0	4.063	12	4.069	-2	1	4	2.1336	1	2.1335	-6	0	2	1.6088	1	1.6096
-2	1	2	3.929	4	3.934	-3	2	4	2.0794	1	2.0792	-5	2	5	1.5958	1	1.5952
-1	2	2	3.691	1	3.696	-2	2	4	2.0647	1	2.0658	-3	4	5	1.5678	<1	1.5691
2	2	0	3.539	1	3.537	-4	0	4	2.0469	2	2.0455	-1	9	1	1.5612	1	1.5613
0	1	2	3.473	4	3.477	-4	4	2	2.0392	2	2.0389	-5	5	4	1.5460	1	1.5460
1	4	0	3.273	10	3.276	1	0	3	2.0020	2	2.0034	1	6	3	1.5333	1	1.5342
-1	3	2	3.198	20	3.201	1	7	0	1.9820	1	1.9832	0	5	4	1.5187	<1	1.5189
-3	1	2	3.144	14	3.148	-3	3	4	1.9765	1	1.9775	-1	3	5	1.4954	<1	1.4949
-3	1	1	3.135	19	3.141	-4	4	1	1.9601	1	1.9587	1	9	1	1.4912	<1	1.4915
-2	3	2	3.102	3	3.106	-5	1	2	1.9464	1	1.9463	3	7	1	1.4850	1	1.4851
-3	2	1	2.938	7	2.936	-1	2	4	1.9328	3	1.9333	2	7	2	1.4812	1	1.4810
-2	0	3	2.915	3	2.913	1	2	3	1.9281	1	1.9292	-6	4	2	1.4680	1	1.4679
2	0	1	2.895	4	2.897	-4	3	4	1.8784	<1	1.8800	-4	0	6	1.4574	1	1.4567
-2	1	3	2.856	<1	2.855	-2	7	2	1.8295	2	1.8291	1	4	4	1.4399	1	1.4387
-1	0	3	2.762	12	2.759	2	7	0	1.8260	1	1.8271	-6	3	1	1.4296	1	1.4296
-1	4	2	2.756	10	2.755	-5	3	3	1.8194	1	1.8190	-3	9	1	1.4263	1	1.4259
-1	1	3	2.708	10	2.709	-5	1	1	1.8139	1	1.8144	-3	2	6	1.4106	<1	1.4102
-2	2	3	2.698	20	2.698	1	6	2	1.8040	1	1.8021	3	6	2	1.4043	1	1.4041
-2	4	2	2.692	23	2.693	3	6	0	1.7910	3	1.7914	-7	2	4	1.3850	<1	1.3850
2	4	0	2.688	9	2.687	0	7	2	1.7767	9	1.7761	3	8	1	1.3779	1	1.3780
-3	1	3	2.677	10	2.679	-5	2	1	1.7733	2	1.7722	3	9	0	1.3723	1	1.3720
-3	3	2	2.671	3	2.673	0	8	1	1.7358	1	1.7360	-5	7	4	1.3667	1	1.3665
0	5	1	2.658	3	2.659	-3	5	4	1.7307	1	1.7308	-7	3	3	1.3526	<1	1.3522
-1	2	3	2.573	1	2.574												

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

		<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	β [°]	<i>V</i> [Å ³]	
phillipsit-Ca	Lískový vršek	tato práce	9.924(1)	14.314(2)	8.7417(9)	124.92(7)	1018.2(2)
phillipsit-Ca	Tachovský vrch	Pauliš et al. (2017)	9.926(2)	14.303(4)	8.742(2)	124.92(5)	1017.7(4)
phillipsit-K	Svor	Pauliš et al. (2016b)	9.924(2)	14.315(3)	8.742(2)	124.93(7)	1018.2(4)
phillipsit-K	Vrbička	Pauliš et al. (2013)	9.919(3)	14.314(3)	8.740(3)	124.93(1)	1017.5(6)
phillipsit-K	Nový Oldřichov	Pauliš et al. (2016a)	9.925(1)	14.312(3)	8.740(2)	124.92(3)	1018.0(3)
phillipsit-Ca	Nový Oldřichov	Pauliš et al. (2016a)	9.922(1)	14.313(3)	8.743(2)	124.91(2)	1018.1(3)
phillipsit		Gatta et al. (2009)	9.9238(6)	14.3145(5)	8.7416(5)	124.920(9)	1018.2
phillipsit-Ca	Jehla	Pauliš et al. (2015)	9.924(2)	14.321(4)	8.737(2)	124.92(3)	1017.4(4)
phillipsit-K	Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	9.917(4)	14.314(8)	8.737(4)	124.92(0)	1016.9(9)

minerální druh, zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 12 porovnány s publikovanými údaji. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 14) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Ba, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec phillipsitu-Ca (průměr devíti analýz) je na bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako $K_{1,78}Na_{0,04}Ca_{1,92}Ba_{0,01}(Si_{10,19}Al_{5,85})O_{32} \cdot 12 H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.64$ phillipsitu-Ca se nachá-

zí ve střední části rozmezí (0.59 - 0.76) uváděného pro phillipsit-Ca (Coombs et al. 1997). Analyzovaný phillipsit obsahuje v kationtové části v průměru vedle dominujícího Ca (1.92 *apfu*) i poměrně vysoké obsahy K (1.78 *apfu*). Obsahy Ca a K jsou natolik blízké, že u několika bodových analýz převyšuje obsah K koncentraci Ca a lze tak již hovořit o phillipsitu-K. Zdejší phillipsit obsahuje velmi nízkou příměs harmotomové komponenty (0.01 *apfu* Ba) a Na (0.04 *apfu*).

Tabulka 13 Chemické složení phillipsitu-Ca z Lískového vršku u Okřešic (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	48.50	46.09	46.06	48.08	48.04	48.20	48.78	50.53	49.04	50.65
Al ₂ O ₃	23.62	24.20	24.04	23.48	25.59	25.10	25.93	21.14	22.06	21.04
CaO	8.51	8.77	8.82	8.48	9.23	9.17	9.56	7.37	8.18	7.01
BaO	0.13	0.11	0.13	0.17	0.23	0.15	0.10	0.21	0.04	0
Na ₂ O	0.09	0.01	0.06	0.05	0.04	0.08	0.07	0.11	0.14	0.20
K ₂ O	6.64	5.66	4.90	5.19	7.64	7.93	7.34	7.36	5.78	7.98
H ₂ O	17.12	16.64	16.79	16.88	17.56	17.52	17.81	17.00	17.01	17.12
total	104.61	101.48	101.80	102.33	108.33	108.15	109.59	103.72	102.07	103.89
Si ⁴⁺	10.193	9.964	10.082	10.245	9.841	9.900	9.852	10.693	10.484	10.714
Al ³⁺	5.852	6.165	6.071	5.897	6.179	6.077	6.172	5.272	5.559	5.245
Ca ²⁺	1.917	2.031	2.025	1.936	2.026	2.018	2.069	1.671	1.874	1.589
Ba ²⁺	0.010	0.009	0.010	0.014	0.018	0.012	0.008	0.018	0.004	0
Na ⁺	0.038	0.008	0.026	0.020	0.015	0.032	0.027	0.046	0.059	0.081
K ⁺	1.781	1.561	1.339	1.411	1.996	2.078	1.891	1.986	1.577	2.153
H ₂ O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0.64	0.62	0.62	0.63	0.61	0.62	0.61	0.66	0.65	0.67

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

K nejmladším minerálům, které vyplňují dutiny bazaltoidních hornin patří **kalcit**. Není zde příliš častý, pravděpodobně byl zčásti vzhledem k navětralému stavu horniny vyloučen přirozenými procesy. V čerstvém bazaltu byly též nalezeny až 1 cm velké dutiny zcela vyplněné oranžovými stébelnatými agregáty kalcitu, v tomto případě se však patrně jedná o rekrystalovaný aragonit.

Závěr

V nevelkém zašlém lomu na Lískovém vršku u Okřešic byla nově zjištěna a studována zeolitová mineralizace vázaná na kontaktní zónu terciárního vulkanitu s křídovými sedimenty. Nejzajímavějším zeolitem této lokality je stilbit-Ca, jehož zdejší výskyt lze v kontextu Českého středohoří považovat za unikátní. Zajímavý je též výskyt pěti morfologicky odlišných forem offretitu, z nichž dvě patří k obecně velmi vzácným.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za spolupráci při laboratorním studiu R. Škodovi (Přírodovědecká fakulta MU, Brno) a za poskytnutí fotografií P. Fuchsovi (Teplice) a B. Ekrtovi (Národní muzeum, Praha). Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2017/02, 00023272).

Literatura

COOMBS 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

GALLI E (1971) Refinement of the crystal structure of stilbite. *Acta Cryst B24*: 833-841

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

GRABER HV (1905) Geologisch - petrographische Mitteilungen aus dem Gebiete des Kartenblattes Böhm.-Leipa und Dauba, Zone 3, Col. XI der österr. Spezialkarte. (Mit drei Zinkotypen im Text.). *Jb K-kön geol Reichsanst* 54(3-4): 431-460

GRABER HV (1908) Eisenreiche Kernkonkretionen aus dem Quadersandstein der nordböhmisches Kreideplatte. (Mit Taf. XIX, XX). *Neu Jb Mineral Geol Paläont* 25: 467-492

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

KLEIN V a kolektiv (1963) Základní geologické mapování listu Doksy, list M-33-54-A-a (Jestřebí), 1 : 25 000. Ústřední ústav geologický, Praha (P 61)

KLEIN V a kolektiv (1991) Geologická mapa ČR, list 02 - 42 Česká Lípa, 1 : 50 000. Český geologický ústav, Praha

KRATOCHVIL J (1962) Topografická mineralogie Čech V. NČSAV, Praha

LAUGIER J, BOCHU B (2011) LMGP-Suite of Programs for the Interpretation of X-ray Experiments. <http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp>, přístup duben 2011

MÜLLER B (1924) Die geologische Sektion Reichstadt-Brenn der Spezialkarte Böhm.-Leipa Dauba in Nordböhmen. *Mitt. d. Ver. d. Naturfreunde in Reichenberg* 46: 4-40

PASSAGLIA E, ARTIOLI E, GUALTIERI A (1998) Crystal chemistry of the zeolites erionite and offretite. *Am Mineral* 83: 577-589

- 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, 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 (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, 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, JANEČEK O, HRŮZEK L, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, FEDIUK F, POUR O (2017) Nordstrandit a zeolitová mineralizace fonolitu Tachovského vrchu u Doks (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 25: 69-84
- PAULIŠ P, SVEJKOVSKÝ J, JANEČEK O, HRŮZEK L, DVOŘÁK Z, JEBAVÁ I (2013) Offretit kamenolomu Vrbička u Valče v Doupovských horách. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 21(2): 171-178
- POUCHOU JL, PICOIR F (1985) "PAP" ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106
- ULRYCH J, RYCHLÝ R (1981) Strontium-Chabasit von Řepčice, Böhmen. Chem Erde 40: 68-71
- WURM F (1914) Beiträge zur Kenntnis der Eruptivgesteine der Böhm.-Leipaer Umgebung. Verh k k geol Reichsanst 10: 248-257
- WURM F (1916) Beiträge zur Kenntnis der Eruptivgesteine der B. Leipaer Umgebung. Mitt des Nordböhmisches Vereines für Heimatforschung und Wanderpflege 39: 179-184
- WURM F, ZIMMERHACKEL P (1882) Basalt- und Phonolith-Kuppen in der Umgebung von Böhm.- Leipa. Neunzehnter Jahresbericht der Communal-Oberrealschule in Böhm. Leipa für das Schuljahr 1881/82, 1-32
- YAKUBOVICH OV, MASSA W, GAVRILENKO PG, PEKOV IV (2005) Crystal structure of chabazite. Kristallografiya 50(4): 595-604