

Zeolitová mineralizace ze Svoru u Nového Boru (Česká republika)

Zeolite mineralization from Svor near Nový Bor (Czech Republic)

PETR PAULIŠ^{1,2)*}, LIBOR HRŮZEK³⁾, OLDŘICH JANEČEK⁴⁾, JIŘÍ SEJKORA²⁾, RADANA MALÍKOVÁ²⁾,
ONDŘEJ POUR⁵⁾ A FERRY FEDIUK⁶⁾

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⁾Albrechtická 613, 434 01 Most,

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

⁶⁾Na Petřínách 1897, 162 00 Praha 6

PAULIŠ P., HRŮZEK L., JANEČEK O., SEJKORA J., MALÍKOVÁ R., POUR O., FEDIUK F. (2016) Zeolitová mineralizace ze Svoru u Nového Boru (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 24, 2, 194-204. ISSN 1211-0329.*

Abstract

An interesting zeolite association has been found at an unnamed hill (altitude 455 m) near the Svor village, 7 km NE of Nový Bor (Czech Republic). Zeolites were found in the cavities located at the contact of basalt, vulcanite tuffs and breccia. The most abundant zeolite, offretite, occurs as acicular crystals up to 1 mm in length, rarely also forms sheaf-like and hemispheric clusters. It is monoclinic, space group $P-6m2$ with unit-cell parameters: a 13.283(9), c 7.6115(3) Å and V 1163.0(8) Å³. Chemical analyses of offretite correspond to the empirical formula $(K_{1.10}Na_{0.03}Ca_{1.01}Mg_{0.48})_{\Sigma 2.62}(Si_{12.87}Al_{5.21}Fe_{0.15})O_{36} \cdot 15 H_2O$. Heulandite-Ca, forms twins of hemispheric shapes or fan-like twins up to 2 mm across. It is monoclinic, space group $C2/m$ with unit-cell parameters: a 17.726(4), b 17.829(4), c 7.428(2) Å, β 116.32(1)° and V 2104.2(9) Å³. On the basis of chemical composition, two varieties of heulandite-Ca were determined, the Mg-rich one with empirical formula $(Ca_{1.87}Mg_{1.25}Sr_{0.05}Ba_{0.01}K_{0.84}Na_{0.20})_{\Sigma 4.22}(Si_{28.56}Al_{7.46})O_{72} \cdot 26 H_2O$ and Ba-rich one with empirical formula $(Ca_{1.99}K_{1.51}Ba_{1.35}Na_{0.31})_{\Sigma 5.16}(Si_{26.99}Al_{9.18})O_{72} \cdot 26 H_2O$. Two other zeolite species, chabazite-Ca and phillipsite-K were also found in the observed association.

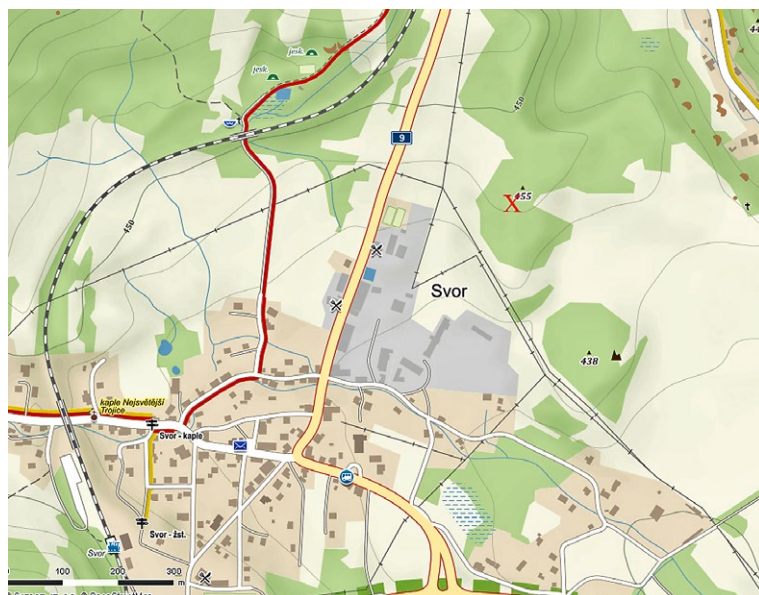
Key words: offretite, heulandite-Ca, chabazite-Ca, phillipsite-K, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Svor near Nový Bor, Czech Republic

Obdrženo: 7. 11. 2016; přijato 2. 12. 2016

Úvod

Lokalitou je bezejmenný nevýrazný vrch (kóta 455 m n. m.), který se nachází cca 600 metrů sv. od středu obce Svor (původní název uváděný k roku 1555 Rykrstorf, německy Röhrsdorf), 7 km sv. od Nového Boru (obr. 1) v Lužických horách. Tato kóta je jedním ze tří nevýrazných zalesněných vrchů mezi pastvinami na severovýchodním okraji Svoru (obr. 2). Vedle ní je další bezejmenná kóta 438 a výraznější Bartelův vrch (442 m n. m.). Všechny leží téměř na stejné linii v jihovýchodním směru od kóty 455. Jsou tvořeny především vulkanickými horninami a vystupují z plošiny tvořené křídovými pískovci, která je na severovýchodě strmě ohraničená kaňonovitým údolím Rousínovského potoka.

V mineralogicko-topografické literatuře je o Svoru jen drobná zmínka. Weise (1890) in Kratochvíl (1963) odtud uvádí hojné krystaly augitu a pěkné drúzy jehlicovitých zeolitů, které objevil ve středním ze tří čedičových kup u nádraží na cestě z Rousínova ke Svoru.



Obr. 1 Plánek výskytu zeolitové mineralizace u obce Svor (podle www.mapy.cz).

Popis a petrologie výskytu

Každý ze jmenovaných vrchů byl v minulosti narušen nevelkou těžbou kamene pro stavební účely. Díky těmto drobným zásahům je možné alespoň zčásti charakterizovat geologickou stavbu těchto útvarů, včetně jejich zeolitové mineralizace. Asociace zjištěných minerálů je v jednotlivých lůmcích velmi podobná. Z hlediska výskytu některých zeolitových druhů je však nejzajímavější právě kóta 455, které je věnován tento příspěvek.

Vlastní lokalita na kótě 455 (GPS: 50°47'46.624"N; 14°36'10.875"E) je tvořena dvěma jámovými lůmkami, severním a jižním (obr. 3 a 4). Rozměry obou dosahují 12 až 15 metrů o hloubkách 2 až 4 metry s pozvolnými vstupy od západu, ostatní stěny jsou příkré až kolmé. Oba byly založeny v pevné čedičové hornině, která tvoří stěny obou lůmků. Tyto terciérní bazalty pronikají svrchnokřídovými křemennými pískovci březenského souvrství. Jen z malé části se ve výchozech objevuje mineralogicky zajímavá vulkanická bazaltoidní brekcie. Zajímavostí jsou drobně sloupcovitě odlučné pískovce, které se objevují v okolní suti. Dokonale omezené sloupečky pískovce jsou čtyřboké, pětiboké i šestiboké. Na průřezu dosahují rozměrů od 5 do 10 cm. Jejich primární zdroj nebyl zjištěn, jejich vznik však souvisí s průnikem vulkanických hornin do okolních křídových pískovců. K podobné sloupcovitě odlučnosti pískovce došlo například na blízké lokalitě Milíř u Rousinova, či na vzdálenější významné lokalitě Dutý Kámen u Cvikova.

V jižním, méně zajímavém lomu, obsahuje bazaltoidní hornina minimální množství drobných dutin se zeolity. K významnějším nálezům zde nedošlo. Pouze na rozdíl od severního lomu tu byly zjištěny drobné krystaly morfoloogicky odpovídající lévynu, ale vzhledem k nepatrným rozměrům nemohl být tento minerál analyticky potvrzen. Mineralogicky zajímavější je severně položený lom, ve kterém dominuje bazaltová stěna, tvořená nevýraznými, svislými sloupci. Pevná bazaltová hornina obsahuje malé množství dutin do maximální velikosti 40 mm. V nich se vyskytují především chabazit a phillipsit. Dutiny často zcela zaplňuje mladší kalcit. Vzácně se v až 5 mm velkých dutinách vyskytuje drobný čirý offretit. Pevný bazalt obklopuje nepravidelně z několika stran brekcie. Nejvýraznější styk obou hornin je patrný v horní části stěny. Zde masivní bazalt náhle přechází v silně proplyněnou horninu a posléze v brekciu, ve které velké množství většinou drobných pravidelných dutin o rozměrech do 1 cm doplňují nepravidelné až třicentimetrové dutiny a členité trhliny chaotické orientace o plochách až decimetrů čtverečních. V této kontaktní zóně se často objevují křídové xenolity a přepálené jíly. V brekciu se výrazně uplatňuje i černé lesklé sopečné sklo. Tyto partie jsou bohaté na zeolity. Vedle zcela dominujícího offretitu



Obr. 2 Typická krajina Lužických hor, drobné vrchy mezi pastvinami (vlevo kóta 438, vpravo popisovaná lokalita kóta 455), nápadný kuželovitý kopec v levé části snímku je fonolitová kupa Klíč (759.4 m), pohled od východu, foto L. Hružek, 2016.



Obr. 3 Drobný severní lůmek na kótě 455 s výskytem zeolitů, foto P. Pauliš, 2016.



Obr. 4 Drobný jižní lůmek na kótě 455 s výskytem zeolitů, foto P. Pauliš, 2016.



se vzácně objevují drobné krystaly heulanditu, chabazitu a phillipsitu. Nenápadné a velmi jemné krystaly offretitu nasedají na stěny dutinek a souvisle pokrývají členité trhliny až desítky čtverečních centimetrů velké.

Z kontaktní zóny byl odebrán horninový vzorek, který byl podroben mikroskopickému pozorování. Z makroskopického hlediska zastihuje přímý styk dvou zcela odlišných litologií: slabě nažloutle bělavého klastického sedimentu a tmavě hnědošedého vulkanitu bazaltové povahy. Styk obou hornin je zcela ostrý, rovný, bez jakýchkoliv přechodů, nikoliv však bez projevu vzájemné interakce. Ta se projevuje zřetelněji v sedimentu vznikem asi 2 až 3 mm mocné, byť směrem do sedimentu neostře omezené polohy reakční zóny, tvořené zřetelněji zrnitými jedinci nazelenale světlé šedého minerálu, který se v mikroskopu ukázal jako klinopyroxen. Sediment vně této reakční zóny má povahu jemnozrnného pískovce s náznavou afinitou k odvápněné opuce. Na jeho puklinách se objevují oranžově rezavé železité a černé manganové dendrity. Čedičový vulkanit má slabě naznačenou mandlovcovitou texturu a nevýrazně porfyrickou strukturu s drobnými vyrostlicemi pyroxenu o rozměrech obvykle nepřesahujících 1 mm. I v této hornině lze v náznaku nevyřizovat závislost na kontaktu nevýrazným zjemňováním zrnitosti, která však i dále od kontaktu zůstává téměř neměnně značně jemnozrnná. Z mikroskopického pozorování je zřejmé, že se v minerálním složení sedimentární horniny jako zcela dominantní minerál uplatňuje klastický křemen o rozměrech kolem 0.0X mm. Převážně se vyznačuje subangulární opracovaností. V malém až zanedbatelném

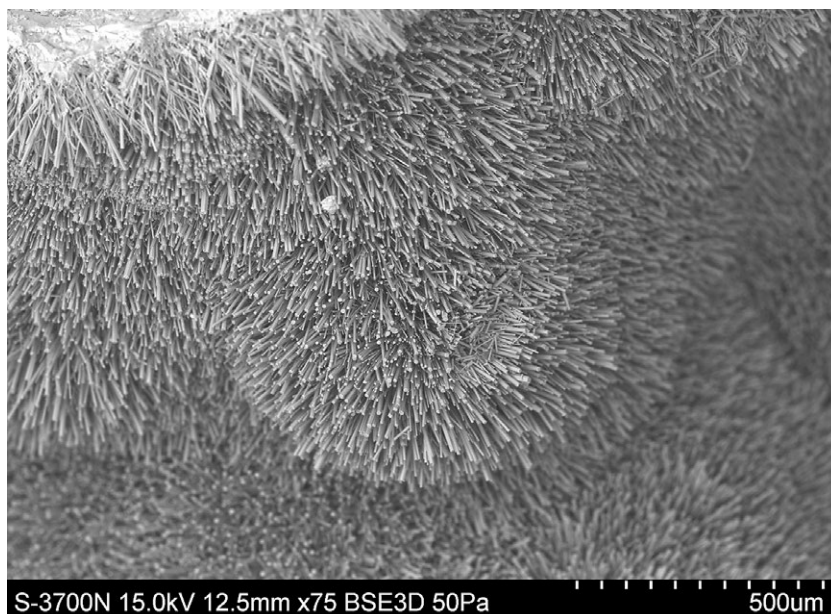
Obr. 5 Drobně jehličkovitý offretit ze Svoru. Šířka záběru 10 mm, foto P. Fuchs.

Obr. 6 Dutina vyplněná drobně jehličkovitým offretitem ze Svoru. Šířka záběru 5 mm, foto P. Fuchs.

Obr. 7 Plochá dutina s offretitem ze Svoru. Šířka záběru 5 mm, foto P. Fuchs.

množství je doprovázen kalnými zrnky živců, které mají s křemennými klasty v podstatě shodnou velikost, ale o poznání ještě sníženější stupeň opracovanosti. Převládá mezi nimi draselný živec nad kyselým plagioklasem. Tmelotvornou složkou je jílová hmota kaolinitové povahy. Směrem ke kontaktu vznikla tepelným účinkem zmíněná, asi 0.3 cm mocná reakční zóna, v níž jsou prakticky jediným minerálem hypautomorfně až xenomorfně omezená zrna, v mikroskopu téměř bezbarvého klinopyroxenu povahy vysokohořečnatého diopsidu.

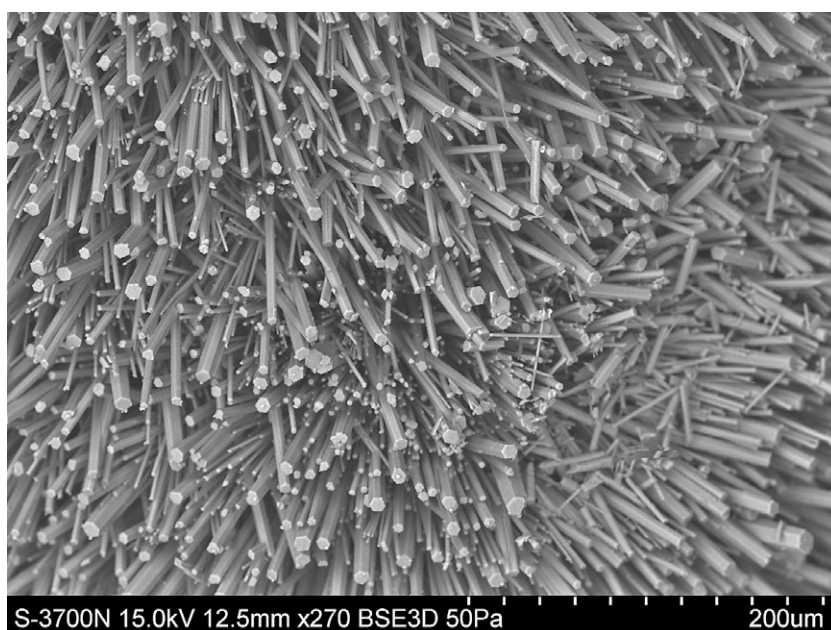
Vulkanit se skládá z nahnědlého až fialovohnědého klinopyroxenu vystupujícího ve dvou nepříliš výrazně oddělených populacích: podružnější vyrostlicové a četnějších zrn základní hmoty. Vyrostlice o rozměrech vesměs pod 1 mm bývají omezeny hypautomorfně, pyroxeny základní hmoty jsou obvykle xenomorfní. V pořadí četnosti následuje za pyroxenem plagioklas labradoritového složení. Vystupuje v podobě tenkých lišt o délce místy přesahující až 0.5 mm. Na třetím místě v kvantitativním ohledu (cca 10 % celkového objemu horniny) je ruda tvořící hypautomorfně omezená izometrická zrnka o velikosti 0.0X mm. Patří zřejmě magnetitu. Tuto část vulkanické horniny, vyvinutou zhruba 0.5 cm a dále od kontaktu, lze klasifikovat jako normální (bezolivinický) bazalt. Blíže ke kontaktu se v této hornině začíná více objevovat hnědé vulkanické sklo, při poklesu obsahu plagioklasů až do jejich úplného vymizení, čímž vulkanit získává povahu sklovitého bezolivinického bazaltoidu – augititu. V této facii se též výrazněji uplatňují prázdné, nebo jen dílčím způsobem zeolity zaplněné dutiny.



Obr. 8 Drúza drobně jehličkovitých krystalů offretitu ze Svoru. BSE foto L. Váchová.

Obr. 9 Drúza drobně jehličkovitých krystalů offretitu ze Svoru. BSE foto L. Váchová.

Obr. 10 Drobné jehličkovité krystaly offretitu ze Svoru. BSE foto L. Váchová.



Tabulka 1 Rentgenová prášková data offretitu ze Svoru

<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	1	0	11.465	81	11.503	3	3	2	1.9101	<1	1.9136
0	0	1	7.545	4	7.612	3	4	0	1.8948	2	1.8912
1	1	0	6.632	33	6.642	2	4	2	1.8901	3	1.8877
0	1	1	6.304	3	6.348	2	5	0	1.8408	5	1.8420
0	2	0	5.745	44	5.752	1	5	2	1.8181	1	1.8158
0	2	1	4.574	18	4.589	0	2	4	1.8109	1	1.8066
1	2	0	4.345	100	4.348	1	6	0	1.7538	3	1.7543
0	3	0	3.833	58	3.834	0	3	4	1.7042	8	1.7046
1	2	1	3.764	74	3.775	2	5	2	1.6587	30	1.6580
0	3	1	3.430	4	3.425	3	5	0	1.6422	1	1.6434
2	2	0	3.317	7	3.321	4	4	1	1.6201	1	1.6222
1	3	0	3.187	14	3.190	1	6	2	1.5951	6	1.5932
1	3	1	2.936	14	2.942	2	6	1	1.5607	3	1.5613
0	4	0	2.873	90	2.876	2	3	4	1.5424	1	1.5435
1	2	2	2.850	39	2.864	1	7	0	1.5251	2	1.5237
0	4	1	2.685	20	2.690	4	4	2	1.5221	3	1.5219
2	3	0	2.636	1	2.639	3	5	2	1.5093	2	1.5087
1	4	0	2.510	42	2.510	2	6	2	1.4720	4	1.4712
2	3	1	2.4909	15	2.4935	1	6	3	1.4439	<1	1.4429
1	4	1	2.3812	1	2.3840	1	2	5	1.4377	3	1.4368
0	5	0	2.2994	4	2.3007	0	8	1	1.4122	3	1.4129
3	3	0	2.2136	24	2.2138	2	7	1	1.3824	2	1.3820
0	5	1	2.1993	3	2.2023	4	5	2	1.3755	1	1.3736
2	3	2	2.1709	1	2.1687	3	4	4	1.3434	3	1.3414
3	3	1	2.1241	9	2.1258	2	3	5	1.3170	1	1.3187
2	4	1	2.0884	8	2.0904	3	7	0	1.2940	1	1.2942
2	2	3	2.0146	<1	2.0161	0	9	0	1.2778	7	1.2782
1	5	1	1.9922	8	1.9939	4	5	3	1.2752	1	1.2738
0	5	2	1.9645	4	1.9689	0	0	6	1.2684	2	1.2686

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

	<i>a</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
offretit (tato práce)	13.283(9)	7.6115(3)	1163.0(8)
Oldřichov (Pauliš et al. 2016)	13.295(6)	7.6133(4)	1165.4(6)
Gualtieri et al. (1998)	13.293(2)	7.608(1)	1164.25
Vrbička (Pauliš et al. 2013)	13.261(7)	7.559(1)	1151.5(1)

Tabulka 3 Chemické složení offretitu ze Svoru (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO ₂	58.66	60.13	58.80	59.53	58.15	56.67
Al ₂ O ₃	16.58	16.99	16.67	16.93	16.43	15.89
Fe ₂ O ₃	0.29	0.25	0.42	0.62	0.07	0.10
CaO	4.07	4.29	4.18	4.08	3.89	3.92
MgO	1.40	1.20	1.47	1.54	1.39	1.41
Na ₂ O	0.07	0.03	0.09	0.07	0.05	0.11
K ₂ O	3.72	3.77	3.69	3.66	3.70	3.76
H ₂ O	19.47	19.91	19.53	19.83	19.25	18.77
total	104.29	106.57	104.85	106.26	102.93	100.63
Si ⁴⁺	13.551	13.579	13.537	13.499	13.588	13.575
Al ³⁺	4.514	4.521	4.523	4.523	4.524	4.485
Fe ³⁺	0.150	0.130	0.216	0.319	0.034	0.052
Ca ²⁺	1.008	1.038	1.031	0.992	0.974	1.008
Mg ²⁺	0.482	0.407	0.505	0.521	0.484	0.504
Na ⁺	0.031	0.014	0.039	0.030	0.023	0.052
K ⁺	1.097	1.086	1.085	1.060	1.104	1.149
ΣCa+Mg+Na+K	2.618	2.545	2.660	2.603	2.585	2.713
H ₂ O	15	15	15	15	15	15
Si/Al	3.00	3.00	2.99	2.98	3.00	3.03
T _{Si}	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

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

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 CuKα 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 většiny zeolitů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno, analytik J. Sejkora) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 5 nA, průměr svazku 10 μm, standardy: baryt (BaLα), albit (NaKα), sanidin (SiKα), AlKα, KKα), spessartin (MnKα), pyrop (MgKα), fluorapatit (PKα, CaKα), almadin (FeKα), gahnit (ZnKα), SrSO₄ (SrLα), titanit (TiKα), polucit (CsKα), vanadinit (ClKα), wollastonit (CaKα) a topaz (FKα). Obsahy prvků Mn, Ti, Cs, Zn, Cl, P a F byly pod mezí detekce přístroje (cca 0.03 - 0.05 hm. %). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985). Chemické složení chabazitu bylo sledováno energiově disperzním spektrometrem Oxford Instruments XMAX 80 spojeným se skenovacím elektronovým mikroskopem Tescan Mira3 (Česká geologická služba, Praha), operujícím při urychlovacím napětí 15 kV na dvou zalitých naleštěných vzorcích tohoto minerálu. Výsledky analýz byly po dopočtu teoretického obsahu H₂O přepočteny na 100 hm. %.

Charakteristika zjištěné zeolito- vém mineralizace

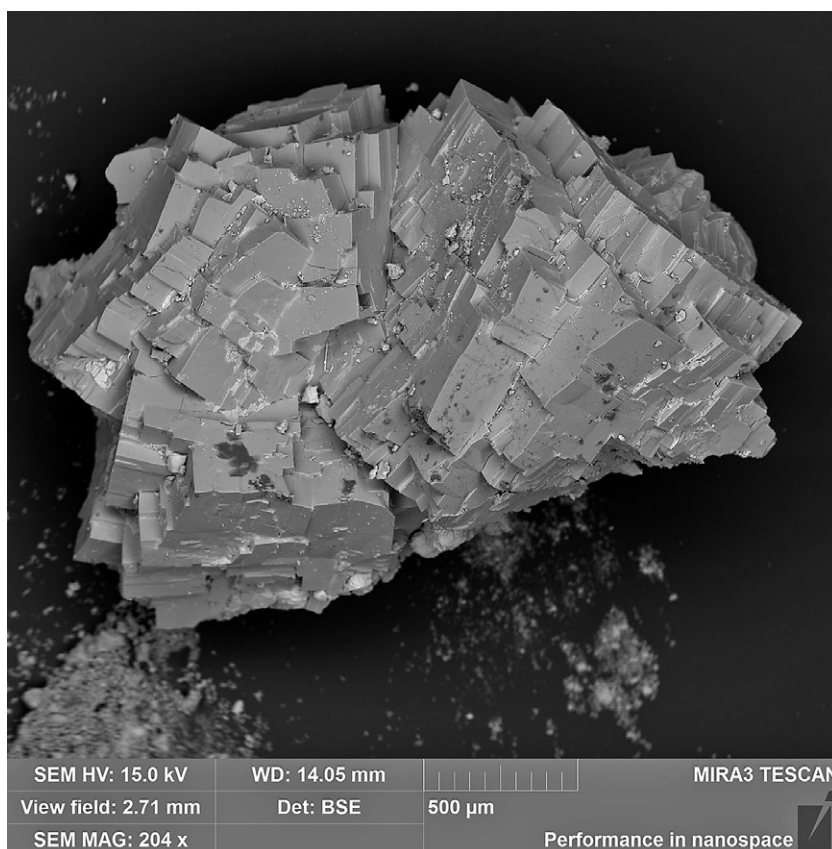
Offretit je zcela nejhojnějším zeolitem studované lokality, jeho nejvýraznější koncentrace byly zjištěny v kontaktní zóně a ve vulkanické brekcii. Offretit zde pokrývá členité plochy trhlin o rozloze někdy i větší než 1 dm². Jeho krystaly a méně časté agregáty jsou velice jemné až vláknité. Souvisle pokrývá dutiny a

trhliny (obr. 5 - 7). Ve větších dutinách a trhlinách je nenápadný, především pro svůj nádech do hněda až rezavohněda, kdy je pokryt hydroxidy železa uvolněnými při zvětrávání okolní horniny. V menších dutinách (do 3 cm) bývá čistý a tvoří sněhobílé vláknité povlaky. V některých drobných dutinách došlo jen k částečnému znečištění hydroxidy železa. Část offretitové výplně tak zůstává sněhobílá a zbylá část je zbarvena žlutě, oranžově, narůžověle či černě. Díky tomuto kontrastu dochází v některých případech ke vzniku esteticky poměrně zajímavých vzorků. Drobné jehličkovité krystaly s hexagonálním omezením dosahují délky do 1 mm (obr. 8 - 10). Výjimečně se v těchto partiích vyskytují i jeho drobné snopečkovité a řídkce hemisferické agregáty. Zajímavý je výskyt velmi čistých offretitových krystalů a jeho hemisferických agregátů v přepáleném jílovém xenolitu bílošedé barvy, který dosahoval velikosti 40 cm. Vzácně byl zaznamenán výskyt offretitu v pevné bazaltové hornině v dutinách o velikosti do 5 mm. Tento typ offretitu, tvořící číré hexagonální sloupečky klasického vzhledu jaké známe například z Nového Oldřichova (Pauliš et al. 2016) či Vrbičky (Pauliš et al. 2013), je vzhledově značně odlišný od offretitu převládajícího na studované lokalitě. Další výskyt offretitu byl zaznamenán v jižním lůmku. Zde tvoří většinou velmi drobné paralelně srostlé agregáty v drobně dutinovitém bazaltu, které jsou vzhledově blízké offretitu z Lísky u České Kamenice (Pauliš et al. 2015a). Offretity ze Svoru se odlišují od offretitů z jiných českých lokalit; vytvářejí především velmi jemné akumulace jehličkovitých krystalů, které se ve značném množství koncentrují ve vybraných partiích lokality a ve značném rozsahu porůstají souvislé plochy puklin.

Rentgenová prášková data offretitu ze Svoru (tab. 1) dobře odpovídají datům pro tento minerální druh, jeho zpřesněné parametry 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, Fe, Ca, Mg, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec offretitu ze Svoru (průměr pěti bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $(K_{1,10}Na_{0,03}Ca_{1,01}Mg_{0,48})_{\Sigma 2,62}(Si_{12,87}Al_{5,21}Fe_{0,15})O_{36} \cdot 15 H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.75$ tohoto offretitu leží v horní části rozmezí udávaného pro offretit (Coombs et al. 1997). Malá příměs Fe, která dosahuje 0.150 *apfu*, nebývá u offretitů výjimečným jevem. Obdobné, či vyšší hodnoty Fe_2O_3 obsahují například offretity z italských lokalit Contrada Re a Fittá (Deer et al. 2004).

Druhým na lokalitě nejhojnějším zeolitem je **chabazit-Ca**. V pevném bazaltu tvoří až 5 mm velké číré klencové



Obr. 11 Srostlice krystalu chabazitu-Ca ze Svoru. BSE foto O. Pour.

Tabulka 4 Rentgenová prášková data chabazitu-Ca ze Svoru

<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	9.290	59	9.333	1	1	6	2.3509	<1	2.3538	2	3	8	1.5509	3	1.5501
1	1	0	6.874	9	6.913	3	3	0	2.3021	1	2.3044	5	4	1	1.5250	<1	1.5252
0	1	2	6.308	6	6.362	3	1	5	2.2228	<1	2.2278	5	1	7	1.5175	1	1.5190
0	2	1	5.530	27	5.562	3	0	6	2.1181	1	2.1207	6	3	0	1.5091	3	1.5086
0	0	3	4.961	30	5.007	3	3	3	2.0921	1	2.0933	1	0	10	1.4905	1	1.4903
2	0	2	4.651	3	4.681	2	1	7	1.9403	1	1.9388	5	0	8	1.4778	1	1.4776
2	1	1	4.312	100	4.333	3	4	2	1.9043	2	1.9042	8	0	2	1.4673	<1	1.4679
3	0	0	3.968	6	3.991	6	0	3	1.8544	7	1.8538	6	3	3	1.4429	<1	1.4444
2	2	0	3.438	13	3.457	1	3	7	1.8044	2	1.8023	5	4	4	1.4207	2	1.4194
1	3	1	3.251	1	3.243	5	2	3	1.7910	12	1.7906	1	5	8	1.4133	2	1.4144
0	2	4	3.175	1	3.181	6	1	2	1.7740	<1	1.7743	8	1	1	1.3955	3	1.3954
0	1	5	2.920	47	2.914	3	2	7	1.6907	<1	1.6910	1	6	7	1.3923	1	1.3906
2	1	4	2.888	12	2.890	6	2	1	1.6532	2	1.6505	5	5	0	1.3852	<1	1.3827
2	0	5	2.688	34	2.685	3	4	5	1.6497	2	1.6465	3	4	8	1.3581	1	1.3586
1	3	4	2.4825	18	2.4877	1	6	4	1.6423	1	1.6422	3	3	9	1.3530	1	1.3517

krystaly, které nasedají na phillipsit-K nebo řidce vystylají stěny až 4 cm velkých dutin. Zajímavý habitus mají jeho až 3 mm velké krystaly, které pocházejí z kontaktní zóny a z brekcie. Jsou nažloutlé a vytvářejí nezvyklé srostlice (obr. 11).

Rentgenová prášková data chabazitu-Ca ze Svoru (tab. 4) jsou blízká datům pro tento minerální druh, jeho zpřesněné parametry (tab. 5) dobře odpovídají publiko-

vaným údajům pro chabazit (Gualtieri et al. 1998; Pauliš et al. 2013). Chemické složení chabazitu bylo stanoveno na naleštěných zrnech sledovaného minerálu energiově disperzním spektrometrem. Průměrná hodnota (pět bodových stanovení) byla po dopočtu teoretického obsahu H₂O (21 hm. %) přepočtena na 100 hm. %: 50.3 SiO₂; 18.4 Al₂O₃; 1.1 MgO, 5.2 CaO a 4.0 K₂O hm. %. Jedná se tedy o vápenatý chabazit s vysokým obsahem draselné složky.

Tabulka 5 Parametry základní cely chabazitu (pro trigonální prostorovou grupu R-3m)

	a [Å]	c [Å]	V [Å ³]
chabazit-Ca (tato práce)	13.826(6)	15.0196(3)	2486(1)
chabazit-Ca (Oldřichov) (Pauliš et al. 2016)	13.820(7)	15.0364(8)	2487.1(9)
chabazit-K (Oldřichov) (Pauliš et al. 2016)	13.832(8)	15.0265(6)	2489(1)
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. 2015b)	13.820(6)	15.0226(4)	2484.9(1)

Tabulka 6 Rentgenová prášková data phillipsitu-K ze Svoru

h	k	l	d _{obs}	l _{obs}	d _{calc}	h	k	l	d _{obs}	l _{obs}	d _{calc}	h	k	l	d _{obs}	l _{obs}	d _{calc}
-1	0	0	8.153	3	8.137	-1	5	1	2.703	4	2.702	-5	2	4	1.7788	28	1.7793
0	2	0	7.158	66	7.157	1	1	2	2.701	4	2.701	0	1	4	1.7783	2	1.7780
-1	1	1	7.115	100	7.104	-2	2	3	2.699	4	2.699	0	8	1	1.7349	<1	1.7361
0	1	1	6.400	6	6.409	2	4	0	2.688	7	2.687	-2	5	4	1.7226	1	1.7232
1	2	0	5.368	8	5.374	-3	3	2	2.675	3	2.673	4	0	1	1.7169	1	1.7158
0	2	1	5.051	6	5.065	1	2	2	2.568	1	2.567	2	0	3	1.6811	2	1.6821
-2	0	1	4.961	9	4.962	0	4	2	2.531	1	2.532	-6	0	3	1.6538	1	1.6540
-2	1	1	4.678	1	4.688	-4	0	2	2.4820	1	2.4811	-5	0	5	1.6367	<1	1.6366
1	0	1	4.309	9	4.295	-4	1	2	2.4418	1	2.4446	5	1	0	1.6161	<1	1.6169
-1	3	1	4.120	10	4.122	0	6	0	2.3865	2	2.3858	4	3	1	1.6153	<1	1.6146
1	1	1	4.112	12	4.114	-3	3	3	2.3705	1	2.3680	2	6	2	1.5968	<1	1.5962
2	0	0	4.071	6	4.068	-4	1	1	2.3127	<1	2.3095	-2	3	5	1.5916	<1	1.5919
-2	1	2	3.927	1	3.934	2	4	1	2.2512	1	2.2517	-6	2	4	1.5738	1	1.5743
2	1	0	3.913	1	3.913	-4	2	1	2.2277	1	2.2243	-5	5	4	1.5439	1	1.5461
1	2	1	3.680	1	3.683	3	0	1	2.1608	2	2.1601	2	4	3	1.5233	<1	1.5224
0	4	0	3.576	1	3.579	-2	0	4	2.1580	2	2.1578	3	8	0	1.4941	<1	1.4936
-2	2	2	3.551	1	3.552	-3	2	4	2.0789	1	2.0794	3	5	2	1.4850	<1	1.4848
0	1	2	3.472	3	3.477	2	2	2	2.0548	1	2.0570	-6	2	1	1.4662	<1	1.4666
-2	3	1	3.441	<1	3.439	-2	5	3	2.0420	<1	2.0421	4	0	2	1.4482	<1	1.4485
-3	0	2	3.225	1	3.228	1	0	3	2.0024	1	2.0032	-6	3	5	1.4363	<1	1.4355
-1	3	2	3.199	15	3.201	-3	3	4	1.9772	1	1.9777	3	1	3	1.4243	1	1.4246
1	3	1	3.191	28	3.192	-2	3	4	1.9659	1	1.9661	-4	8	1	1.4219	1	1.4215
-3	1	2	3.146	36	3.149	-5	1	3	1.9477	1	1.9494	-7	0	4	1.4121	<1	1.4117
-3	1	1	3.139	12	3.141	-5	2	3	1.8960	<1	1.8973	-7	1	3	1.4034	<1	1.4032
2	3	0	3.091	2	3.096	4	3	0	1.8681	<1	1.8712	-5	2	6	1.4021	1	1.4019
-3	2	1	2.937	5	2.936	-2	7	2	1.8293	2	1.8292	-7	2	3	1.3842	<1	1.3834
2	0	1	2.898	2	2.897	-3	6	3	1.7953	2	1.7958	-1	5	5	1.3800	<1	1.3794
0	3	2	2.867	1	2.866	0	0	4	1.7921	1	1.7919	-5	3	6	1.3703	1	1.3695
-1	4	2	2.754	6	2.755	0	8	0	1.7902	6	1.7894	-5	7	4	1.3670	1	1.3666
1	4	1	2.749	9	2.749												

Tabulka 7 Parametry základní cely phillipsitu (pro monoklinickou prostorovou grupu P2₁/m)

	a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å ³]
phillipsit-K Svor tato práce	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. (2016)	9.925(1)	14.312(3)	8.740(2)	124.92(3)	1018.0(3)
phillipsit-Ca Nový Oldřichov Pauliš et al. (2016)	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. (2015b)	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)

V relativně omezeném množství byl na lokalitě zjištěn **phillipsit-K**, tvořící v brekcii drobné hemisferické agregáty, které jsou většinou pokryté vrstvou jílového minerálu. V pevném bazaltu se objevují většinou zdvojitělé krystaly a křížové srostlice až 3 mm velké. Často jsou čiré s dokonalým leskem a výrazným charakteristickým rýhováním.

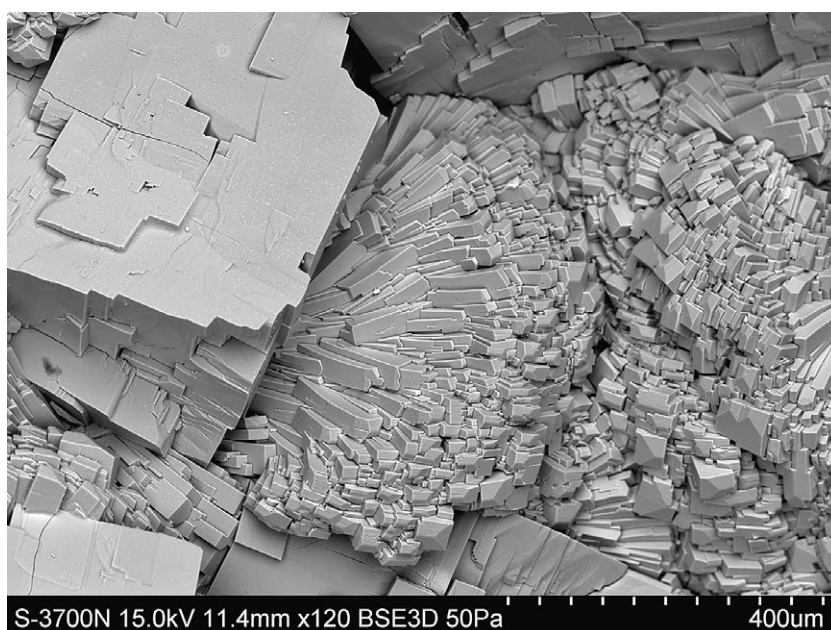
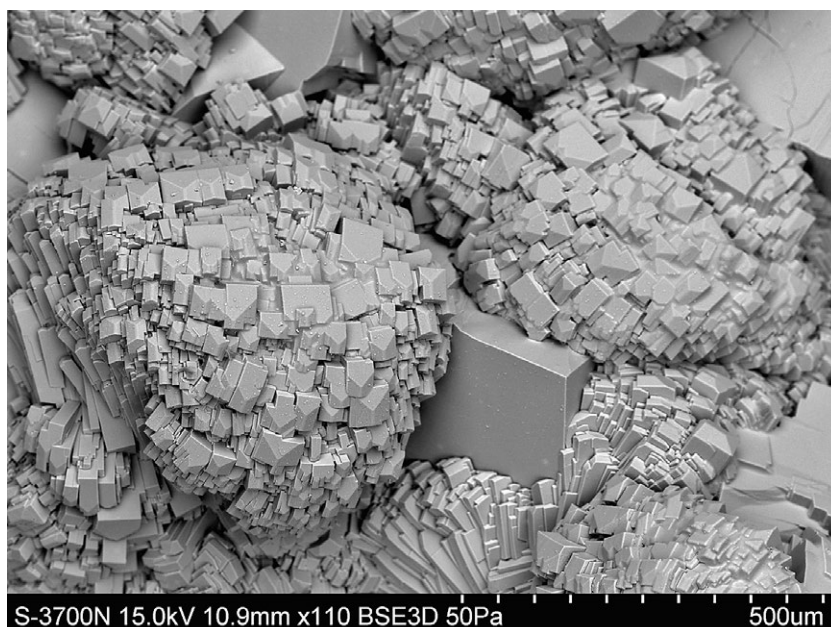
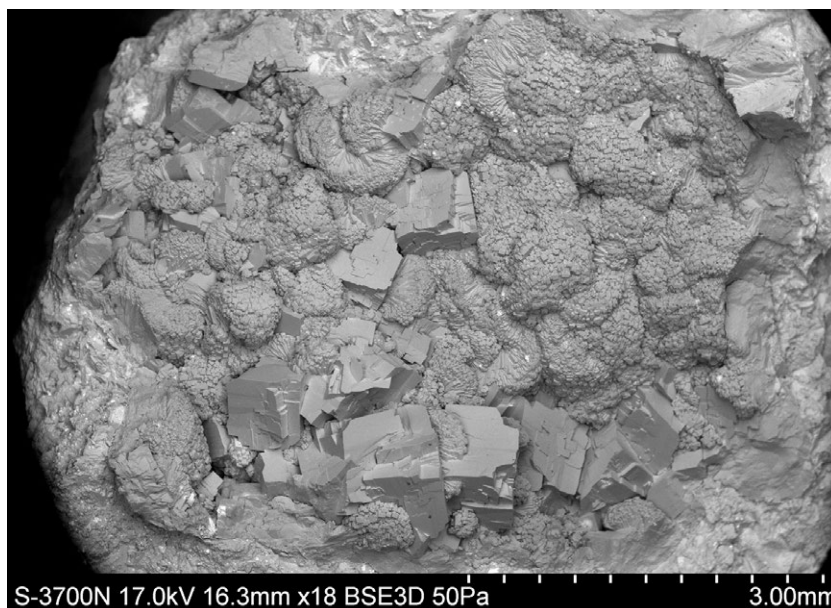
Rentgenová prášková data phillipsitu-K ze Svoru (tab. 6) jsou blízká datům pro tento minerální druh, jejichž zpřesněné parametry (tab. 7) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 8) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Ba, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec phillipsitu-K (průměr čtyř analýz) je na bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako $(K_{1.69}Na_{0.31}Ca_{1.56}Ba_{0.07})_{\Sigma 3.63}(Si_{10.76}Al_{5.23})O_{32} \cdot 12 H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.67$ phillipsitu-K se nachází ve střední části rozmezí publikovaného pro phillipsit-K (0.59 - 0.76) (Coombs et al. 1997).

Nejvzácnějším zeolitem lokality je **heulandit-Ca**. Vyskytuje se pouze v kontaktní zóně a v brekcii. Podobně jako chabazit krystalizuje v trhlinách dutinového charakteru, kde tvoří až 2 mm velké srostlice. Často se na trhlinách vyskytuje spolu s chabazitem (obr. 12 - 14). Agregáty mají většinou polokulovitý tvar nebo tvoří vějířovité srostlice. Heulandit je nažloutlý a většinou není pozorovatelný jeho výrazný perleťový lesk. Proto je poměrně nenápadný a špatně se v terénu identifikuje. V tomto území na pomezí Lužických hor a Českého středohoří je tento zeolit poměrně vzácný. Identifikován byl zatím pouze na lokalitách Jehla, Špičák a na vzdálenějším Michlově vrchu (Pauliš et al. 2012, 2015a,b).

Obr. 12 Agregát krystalů heulanditu-Ca s chabazitem-Ca ze Svoru. BSE foto L. Váchová.

Obr. 13 Chabazit-Ca s heulanditem-Ca ze Svoru. BSE foto L. Váchová.

Obr. 14 Krystal chabazitu-Ca s heulanditem-Ca ze Svoru. BSE foto L. Váchová.



Tabulka 8 Chemické složení phillipsitu-K ze Svoru (hm. %)

	mean	1	2	3	4
SiO ₂	51.91	51.01	50.85	51.59	54.20
Al ₂ O ₃	21.42	21.95	21.03	21.47	21.22
CaO	7.03	7.14	7.18	7.26	6.53
BaO	0.87	0.67	0.77	0.82	1.23
Na ₂ O	0.78	0.77	0.74	0.64	0.97
K ₂ O	6.38	6.56	6.33	6.43	6.21
H ₂ O	17.36	17.28	17.05	17.31	17.80
total	105.75	105.38	103.95	105.52	108.16
Si ⁴⁺	10.759	10.621	10.731	10.722	10.957
Al ³⁺	5.233	5.387	5.232	5.260	5.056
Ca ²⁺	1.562	1.593	1.623	1.617	1.414
Ba ²⁺	0.071	0.055	0.063	0.066	0.097
Na ⁺	0.314	0.310	0.302	0.257	0.381
K ⁺	1.686	1.751	1.704	1.706	1.601
H ₂ O	12	12	12	12	12
T _{Si}	0.67	0.66	0.67	0.67	0.68

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

Rentgenová prášková data heulanditu-Ca ze Svoru (tab. 9) jsou blízká datům pro tento minerální druh, jeho zpřesněné parametry (tab. 10) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit (Galli et al. 1983). Při studiu jeho chemického složení byly v rámci jednoho krystalového agregátu zjištěny dva chemicky odlišné typy heulanditu, které vzájemně prorůstají. V BSE tmavší dominující fáze odpovídá složením heulanditu -Ca se zvýšeným obsahem Mg. Při studiu jeho chemického složení (tab. 11) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Mg, Sr, Ba, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec (průměr pěti analýz) je na bázi 72 kyslíků možno vyjádřit jako (Ca_{1.87}Mg_{1.25}Sr_{0.05}Ba_{0.01}K_{0.84}Na_{0.20})_{Σ4.22}(Si_{28.56}Al_{7.46})₇₂O₂·26 H₂O. Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.79 tohoto heulanditu-Ca se nachází v horní části rozmezí uváděného pro heulandit-Ca (0.71 - 0.80)

Tabulka 9 Rentgenová prášková data heulanditu-Ca ze Svoru

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}
1	1	0	11.895	<1	11.862	-5	1	2	3.034	<1	3.035	2	0	3	1.9260	<1	1.9275
0	2	0	8.948	100	8.915	0	6	0	2.972	14	2.972	4	4	2	1.9204	<1	1.9209
2	0	0	7.933	4	7.944	4	0	1	2.888	1	2.893	-7	5	3	1.8269	<1	1.8266
-1	1	1	6.876	<1	6.855	5	3	0	2.803	6	2.802	1	5	3	1.7941	2	1.7938
-2	0	1	6.795	1	6.798	-5	3	2	2.733	3	2.734	2	4	3	1.7703	1	1.7692
0	0	1	6.648	1	6.658	1	3	2	2.681	<1	2.680	6	0	2	1.7318	1	1.7318
2	2	0	5.945	1	5.931	0	4	2	2.672	<1	2.667	-9	5	1	1.6986	<1	1.6986
-2	2	1	5.418	<1	5.406	-6	2	2	2.627	1	2.628	-8	2	4	1.6692	<1	1.6695
0	2	1	5.342	1	5.335	2	2	2	2.562	<1	2.563	8	6	0	1.6511	<1	1.6513
-3	1	1	5.258	3	5.256	6	2	0	2.536	1	2.539	0	2	4	1.6360	<1	1.6362
1	1	1	5.127	2	5.127	-1	5	2	2.530	2	2.531	-3	5	4	1.6334	<1	1.6338
3	1	0	5.074	1	5.077	-7	1	1	2.4890	1	2.4913	3	5	3	1.5960	<1	1.5957
-1	3	1	4.657	5	4.640	-5	1	3	2.3585	<1	2.3606	9	5	0	1.5820	<1	1.5822
0	4	0	4.488	<1	4.457	-1	1	3	2.3245	<1	2.3251	-9	3	4	1.5652	<1	1.5650
-4	0	1	4.368	1	4.368	6	4	0	2.2782	<1	2.2767	-6	6	4	1.5511	<1	1.5512
-4	0	0	3.965	20	3.972	-4	6	2	2.2384	<1	2.2372	3	9	2	1.5228	<1	1.5233
2	2	1	3.844	2	3.842	-5	3	3	2.2110	<1	2.2107	9	3	1	1.4954	<1	1.4954
-2	0	2	3.716	1	3.713	-6	2	3	2.1958	<1	2.1963	0	12	0	1.4850	<1	1.4858
4	2	0	3.630	1	3.628	-4	4	3	2.1525	<1	2.1510	-11	5	2	1.4691	<1	1.4685
-3	1	2	3.563	1	3.564	-2	4	3	2.1387	1	2.1374	-4	2	5	1.4549	<1	1.4552
-1	1	2	3.521	1	3.523	-8	2	1	2.1261	1	2.1244	-11	5	3	1.4366	<1	1.4369
-5	1	1	3.471	1	3.475	7	3	0	2.1204	1	2.1205	3	1	4	1.4143	<1	1.4138
-2	2	2	3.427	3	3.427	-6	6	1	2.0934	1	2.0938	10	0	1	1.4109	<1	1.4107
3	1	1	3.397	2	3.400	-1	7	2	2.0773	1	2.0781	-4	4	5	1.4004	<1	1.4003
0	0	2	3.326	1	3.329	-6	4	3	2.0213	<1	2.0201	-10	8	2	1.3867	<1	1.3868
-4	2	2	3.178	3	3.176	-8	0	3	1.9783	1	1.9790	-9	7	4	1.3680	<1	1.3683
5	1	0	3.128	4	3.128	-5	7	2	1.9629	1	1.9628	-12	4	1	1.3581	<1	1.3575
2	4	1	3.078	1	3.079	6	4	1	1.9403	<1	1.9397	0	12	2	1.3561	<1	1.3568

Tabulka 10 Parametry základní cely heulanditu-Ca (pro monoklinickou prostorovou grupu C2/m)

		<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	β [°]	<i>V</i> [Å ³]
Svor	tato práce	17.726(4)	17.829(4)	7.428(2)	116.32(1)	2104.2(9)
Jehla	Pauliš et al. (2015b)	17.760(2)	17.950(4)	7.435(6)	115.93(7)	2131.5(4)
	Galli et al. (1983)	17.767(7)	17.9580(70)	7.431(1)	115.93(2)	2132.25

(Coombs et al. 1997). V tomto typu heulanditu byl zjištěn minoritní obsah Sr, který dosahuje až 0.06 *apfu*. Vyšší obsahy Sr jsou u heulanditů-Ca poměrně běžné, například heulandit-Ca z Kozákova obsahoval 1.25 *apfu* Sr (Černý, Povondra 1969). Výraznější je vysoký obsah Mg (1.25 *apfu*), který lze považovat u heulanditů-Ca za výjimečný. Tomuto obsahu se blíží pouze heulandit-K z Alberto Bassi v Itálii, který obsahuje 0.90 *apfu* Mg. Běžnější jsou zvýšené obsahy Mg u clinoptilolitů. Příkladem jsou clinoptilolit-Na z Fossil Canyon v Kalifornii s 1.42 *apfu* Mg či clinoptilolit-Ca z Big Sandy Formation (USA) s 1.99 *apfu* Mg (Deer et al. 2004).

Z hlediska chemického složení (vysoký obsah Ba) je zajímavý i druhý typ heulanditů-Ca, který byl ve studovaném agregátu zastoupen v menším množství a v BSE obraze zřetelně světlejší. Při studiu jeho chemického složení (tab. 12) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Ba, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec tohoto baryem bohatého heulanditů-Ca (průměr pěti analýz) je na bázi 72 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{1.99}K_{1.51}Ba_{1.35}Na_{0.31})_{\Sigma 5.16}(Si_{26.99}Al_{9.18})O_{72} \cdot 26 H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.75$ heulanditů-Ca se nachází ve střední části rozmezí publikovaného pro heulanditů-Ca (0.71 - 0.80) (Coombs et al. 1997). Analyzovaný heulandit obsahuje enormně vysoký podíl barya, dosahující 1.35 *apfu*. (7.38 hmot. %). Heulandity s tak vysokým podílem Ba složky jsou celosvětově vzácné. V analyzovaných heulanditech z českých lokalit byl zvýšený podíl tohoto prvku zjištěn pouze na Kozákově (0.46 *apfu*; 2.44 hmot. %) (Černý, Povondra 1969). Baryem bohatý heulandit uvádí též z Chvaletic Žák (1978), exaktní obsahy tohoto prvku stanovené spektrograficky však nebyly publikovány. Obdobný obsah Ba (6.9 hmot. %) byl zjištěn v heulanditů z Alberta Foothills v Kanadě (Tschernich 1992). Samostatný nový druh heulandit-Ba byl popsán až v roce 2005 z Northern Ravnas prospect v Norsku (Larsen et al. 2005). Obsahuje 12.77 hmot. % BaO (2.49

apfu) a je celosvětově vzácný a dosud byl zjištěn pouze na několika většinou norských lokalitách.

Nejmladším minerálem popsané asociace je **kalcit**, který zcela vyplňuje drobné dutiny v bazaltu, kde obklopuje starší zeolity. Z dalších minerálů byl na lokalitě zjištěn **pyrit**, tvořící kolem 1 mm velké krystaly, které vzácně nasedají na zeolity.

Tabulka 11 Chemické složení heulanditů-Ca ze Svoru (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO ₂	64.83	65.05	64.44	66.58	63.79	64.27
Al ₂ O ₃	14.36	14.35	14.81	14.45	14.10	14.11
MgO	1.90	2.04	2.00	1.75	1.84	1.85
CaO	3.96	3.91	4.13	3.66	4.03	4.08
SrO	0.19	0.15	0.19	0.12	0.23	0.24
BaO	0.04	0	0	0.10	0.08	0.04
Na ₂ O	0.23	0.25	0.24	0.25	0.27	0.14
K ₂ O	1.50	1.62	1.25	1.78	1.46	1.40
H ₂ O	17.69	17.76	17.71	18.05	17.42	17.52
total	104.70	105.13	104.77	106.74	103.22	103.65
Si ⁴⁺	28.564	28.548	28.358	28.753	28.541	28.560
Al ³⁺	7.455	7.421	7.679	7.354	7.436	7.401
Mg ²⁺	1.247	1.334	1.312	1.126	1.226	1.227
Ca ²⁺	1.869	1.838	1.946	1.694	1.933	1.946
Sr ²⁺	0.048	0.037	0.048	0.031	0.059	0.062
Ba ²⁺	0.008	0	0	0.016	0.013	0.008
Na ⁺	0.196	0.211	0.206	0.208	0.237	0.123
K ⁺	0.842	0.907	0.703	0.981	0.833	0.797
H ₂ O	26	26	26	26	26	26
Si/Al	3.83	3.85	3.69	3.91	3.84	3.86
T _{Si}	0.79	0.79	0.79	0.80	0.79	0.79

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 72 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 26 H₂O.

Tabulka 12 Chemické složení baryem bohatého heulanditů-Ca ze Svoru (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO ₂	57.79	58.67	58.04	56.89	56.98	58.35
Al ₂ O ₃	16.68	17.33	16.88	15.95	16.68	16.57
CaO	3.98	4.21	3.83	3.83	4.06	3.96
BaO	7.38	6.95	7.45	7.83	7.37	7.32
Na ₂ O	0.35	0.41	0.27	0.28	0.49	0.29
K ₂ O	2.53	2.92	2.12	2.23	3.11	2.29
H ₂ O	16.69	17.05	17.32	17.25	16.58	16.76
total	105.40	107.54	105.91	104.26	105.27	105.54
Si ⁴⁺	26.987	26.825	27.037	27.154	26.788	27.132
Al ³⁺	9.181	9.340	9.270	8.971	9.243	9.080
Ca ²⁺	1.992	2.063	1.912	1.959	2.045	1.973
Ba ²⁺	1.350	1.244	1.360	1.466	1.359	1.333
Na ⁺	0.314	0.363	0.241	0.258	0.440	0.263
K ⁺	1.510	1.730	1.260	1.359	1.864	1.358
H ₂ O	26	26	26	26	26	26
T _{Si}	0.75	0.74	0.74	0.75	0.74	0.75

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 72 kyslíků. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 26 H₂O.

Závěr

Na nově zjištěném výskytu zeolitové mineralizace u obce Svor nedaleko Nového Boru byly zjištěny čtyři druhy zeolitů. Vedle phillipsitu-K a chabazitu-Ca se jedná především o atypicky velmi hojný offretit a dva typy heulanditů -Ca, které jsou pozoruhodné především vysokými obsahy MgO a BaO.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za spolupráci při laboratorním výzkumu R. Škodovi (Masarykova univerzita, Brno) a L. Váchové (Národní muzeum, Praha). Neméně poděkování patří i P. Fuchsovi (Teplíce) za laskavé poskytnutí kvalitních fotografií.

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2016/02, 00023272).

Literatura

- Coombs D. S., Alberti A., Armbruster T., Artioli G., Coella C., Galli E., Grice J. D., Liebau F., Mandarino J. A., Minato H., Nickel E. H., Passaglia E., Peacor D. R., Quartieri S., Rinaldi R., Ross M., Sheppard R. A., Tillmanns 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.
- Černý P., Povondra P. (1969) A polycationic strontian heulandite; comments on crystal chemistry and classification of heulandite and clinoptilolite. *N. Jb. Mineral., Mh.* 349-361.
- Deer W. A., Howie R. A., Wise W. S., Zussman J. (2004) Rock-forming Minerals, Framework Silicates: Silica Minerals, Feldspathoids and the Zeolites. Vol. 4B. *The Geological Society London.*
- Galli E., Gottardi G., Mayer H., Preisinger A., Passaglia E. (1983) The structure of potassium-exchanged heulandite at 293, 373 and 593 K. *Acta cryst. B39*, 189-197.
- Gatta G. D., Cappelletti P., Rotiroli N., Slobodnick 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 J. C. (1998) Crystal structure – crystal chemistry relationships in the zeolites erionite and offretite. *Am. Mineral.* 83, 590-606.
- Kratochvíl J. (1963) Topografická mineralogie Čech VI. NČSAV, Praha.
- Larsen A. O., Nordrum F. S., Döbelin N., Armbruster T., Petersen O. V., Erambert M. (2005) Heulandite-Ba, a new zeolite species from Norway. *Eur. J. Mineral.* 17, 143-153.
- 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.
- Pauliš P., Hrůzek L., Janeček O., Dvořák Z., Toman J., Svejkovský J., Radoň M. (2015a) Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech – zeolity a doprovodná mineralizace. *Kuttna, Kutná Hora.* 280 s.
- 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. (2016) Zeolitová mineralizace z Nového Oldřichova u Kamenického Šenova (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 23, 1, 100-113.
- Pauliš P., Hrůzek L., Janeček O., Sejkora J., Malíková R., Pour O., Fediuk F. (2015b) 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., Radoň M., Janeček O., Dvořák Z., Svejkovský J., Jebavá I., Řehoř M. (2012) Erionit-Ca z Michlova vrchu u Provodína, jv. od České Lípy (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 20, 2, 213-217.
- 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. (Praha)* 21, 2, 171-178.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) "PAP" (φρZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). *San Francisco Press, San Francisco*, 104-106.
- Tschernich R. W. (1992) Zeolites of the world. *Geoscience Press, Phoenix.*
- Yakubovich O. V., Massa W., Gavrilenko P. G., Pekov I. V. (2005) Crystal structure of chabazite. *Kristallografiya* 50, 4, 595-604.
- Žák L. (1978) Mineralogie chvaletického ložiska. *Acta Univ. Carol., Geol.* 3-4, 457-471.