

Zeolitová mineralizace s barytem z Rousínova u Cvikova v Lužických horách (Česká republika)

Zeolite mineralization with barite from Rousínov near Cvikov in Lužické hory Mts. (Czech Republic)

PETR PAULIŠ^{1,2)*}, LIBOR HRŮZEK³⁾, JIŘÍ SEJKORA²⁾, RADANA MALÍKOVÁ²⁾, ONDŘEJ POUR⁴⁾
A FERRY FEDIUK⁵⁾

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

⁵⁾Na Petřínách 1897, 162 00 Praha 6

PAULIŠ P., HRŮZEK L., SEJKORA J., MALÍKOVÁ R., POUR O., FEDIUK F. (2015) Zeolitová mineralizace s barytem z Rousínova u Cvikova v Lužických horách (Česká republika). *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 23, 2, 221-228. ISSN 1211-0329.

Abstract

A new occurrence of offretite and harmotome in association with baryte was detected in basalts at Rousínovský hrádek near Rousínov, Lužické hory Mountains (Czech Republic). Offretite forms colorless hexagonal acicular crystals up to 0.8 mm in length and radial or hemispherical aggregates up to 2 mm across. It is hexagonal, space group $P-6m$; unit-cell parameters of offretite, refined from the powder X-ray data, are: a 13.301(4), c 7.621(2) and V 1167.6(3) Å³. Chemical analyses of offretite correspond to the empirical formula $K_{1.02}Ca_{1.02}Mg_{0.76}Ba_{0.04}Na_{0.01}Si_{13.22}(Al_{4.81}Fe_{0.02})O_{36} \cdot 15H_2O$. Harmotome was found as colorless to whitish crystals and characteristic twins up to 2 mm in size. It is monoclinic, space group $P2_1/m$, the unit-cell parameters, refined from the powder X-ray data, are: a 9.887(3), b 14.116(6), c 8.657(3) Å, β 124.58(2)° and V 994.7(6) Å³. Chemical composition of harmotome correspond to the empirical formula $(Ba_{1.96}K_{0.05}Na_{0.04}Ca_{0.03})_{\Sigma 2.07}(Si_{11.75}Ti_{0.07})_{\Sigma 11.82}O_{32} \cdot 12H_2O$. Baryte forms colorless to white tabular crystals and their groups up to 2 mm in size, it has an increased content of SrO and its empirical formula is possible to express as $(Ba_{0.93}Sr_{0.06}Ca_{0.01})_{\Sigma 1.00}SO_4$. Described locality is interesting by anomalous increased concentrations of barium (occurrence near to end-member harmotome and baryte) which had not been found at similar types of zeolite mineralizations in the Czech Republic.

Key words: harmotome, offretite, baryte, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Rousínov near Cvikov, Lužické hory Mts., Czech Republic

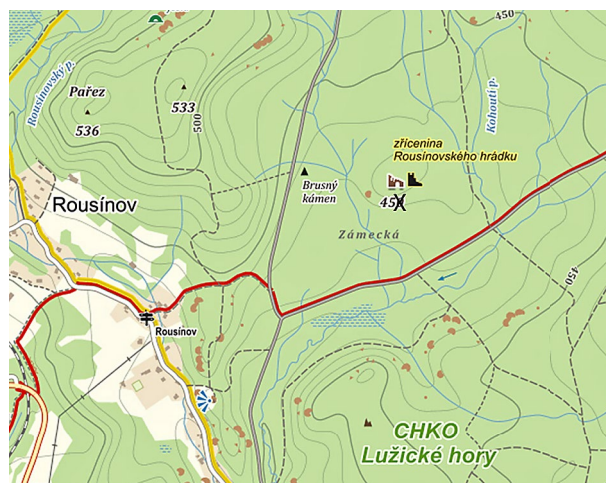
Obdrženo: 9. 10. 2015; přijato: 18. 12. 2015

Úvod

Při systematickém mineralogickém průzkumu okolí Rousínova a Svoru v Lužických horách byla v listopadu 2014 nalezena (LH) zeolitová mineralizace s harmotomem a offretitem v asociaci s barytem, která dosud nebyla z této oblasti popsána. Výsledky jejího podrobného mineralogického studia jsou námětem tohoto příspěvku.

Charakteristika lokality

Lokalita se nachází asi 1 km na VSV od obce Rousínov (německy *Morgentau* či *Morgenthau*), 3.5 km ssz. od Cvikova (Lužické hory, Česká republika), nedaleko dnes již téměř neznatelných pozůstatků Rousínovského hrádku, který stával na nevelkém návrší, ukrytém v lese severně od lesní silničky (červeně značená turistická cesta) vedoucí k Milštejnu (obr. 1). Z plochého okolí tu vyčnívá nevelká protáhlá čedičová kupa (450 m n. m.), které se v 19. století říkalo Zámecký vršek. O vzniku ani původu hrádku není nic známo. Písemné zprávy se o něm ne-



Obr. 1 Situační plánec lokality Rousínovský hrádek u Rousínova (lokality označena X), upraveno podle www.mapy.cz.



Obr. 2 Celkový pohled na lokalitu Rousínov; foto P. Pauliš, 2015.



Obr. 3 Celkový pohled na lokalitu Rousínov; foto P. Pauliš, 2015.



Obr. 4 Aragonit z Rousínova, šifka aragonitového agregátu 5 mm; foto P. Pauliš.

dochovaly, neznáme ani jeho jméno a v literatuře se objevuje pod různými názvy. V 18. století zde byly patrné základy obytné budovy, ale již v polovině 19. století byl vršek zarostlý lesem a nic již nenasvědčovalo tomu, že na něm byla nějaká stavba. Jihozápadní část návrší je asi o 4 metry vyšší a její mírnější severozápadní svah obíhá úzká zarovnaná terasa, která je zřejmě pozůstatkem starého opevnění. Na plochém temeni vršku jsou dnes patrné jen nepravidelné a částečně zasypané prohlubně nejasného původu. Mohly to být sklepy původních hradních staveb, jámy vykopané hledači pokladů nebo pokusné dobývky na železnou rudu. Ze staveb hrádku se dnes již nedochovalo vůbec nic, šlo patrně jen o malé dřevěné sruby se zahluženými sklípky.

Vlastní lokalitou je nevelký výchoz bazaltu (obr. 2 - 3), která se nachází asi 100 m jz. od vrcholu s „pozůstatky“ Rousínovského hrádku. Její GPS souřadnice jsou: 50°48'19.617"N, 14°36'57.569"E. Výchoz je na jz. okraji ukončen nevelkým lůmkem.

Skalní výchoz je tvořen pevnou bazaltoidní horninou s hrubou a nepravidelnou sloupcovitou odlučností, která je na geologické mapě označena jako olivinický bazalt (Lorenz, Kopecký et al. 1964). Na základě petrologického studia výbrusu odebraného horninového vzorku lze konstatovat, že skalní výchoz tvoří slabě sklovitý olivinický melanefelinit s analcimem. Barva horniny je tmavošedá až černošedá, v čerstvých partiích vzorku se slabě modravým nádechem, v okrajových částech vzorku mírně nahnědlá. Obsahuje poměrně hojně, ale velmi drobné (většinou o rozměrech do 1 mm) vyrostlice olivínu, zčásti rezavě hnědé barvy. Základní hmota je velmi jemnozrná.

Ve výbruse byly v této hornině zjištěny olivín (18), pyroxen (52), nefelin (15), analcím (5), ruda (8) a sklo (2 hm. %). Olivín se vyskytuje výhradně ve formě vyrostlic, které jsou ve výrazné převaze omezeny automorfně, nezřídka je však jejich tvar porušen magmatickou korozí. Běžné jsou špačkovité, bipyramidálně zakončené tvary. Většina je čerstvá a jen sporadicky a dílčím způsobem jsou vyrostlice postiženy oranžovou iddingsitizací. Slabě, ale nepřehlédnutelně se na nich projevuje přednostní subparalelní fluidální uspořádání, které základní hmotě chybí. Pyroxen je zastoupen monoklinickou odrůdou povahy blízké augitu. Jen ojediněle se uplatňuje ve vyrostlicové populaci (zde vždy menších rozměrů než má většina olivínových vyrostlic), zato v základní hmotě je výrazně dominantní složkou. Vystupuje zde jednak v podobě hypautomorfně lištovitě prizmatické, jednak jako izometrická xenomorfní zrnka. V obou případech kolísá jeho velikost v horních tisícinách až dolních setinách mm. Světlé minerály jsou tvořeny většinou nefelínem, menšinou analcimem. Oba tyto minerály o rozměrech analogických pyroxenu jsou součástí základní hmoty a jejich omezení je xenomorfní. Velmi malým

podílem se k nim připojuje kalně hnědé vulkanické sklo. Opakní (rudní) fáze, tvořená magnetitem, je vyvinuta v podobě izometrických mikrozm, zčásti omezených xenomorfně, zčásti automorfně. Jsou rozmístěna víceméně rovnoměrně, bez shlukovacích tendencí. Struktura horniny je drobně porfyrická s holokrystalickou až slabě hemikrystalickou strukturou základní hmoty, textura je nevýrazně dutinato-mandlovcovitá, slabě fluidální.

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 $\text{CuK}\alpha$ 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 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 R. Škoda) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 5 nA, průměr svazku 10 μm , standardy: baryt (BaLa), albit (NaKa), sanidin (SiKa AlKa , KKa), spessartin (MnKa), pyrop (MgKa), fluorapatit (PKa , CaKa), almandin (FeKa), gahnit (ZnKa), SrSO_4 (SrLa), titanit (TiKa), polucit (CsKa), vanadinit (ClKa), wollastonit (CaKa) a topaz (FKa). Obsahy prvků Ba, Na, Al, Si, Mn, Mg, Ca, 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).

Chemické složení aragonitu bylo sledováno na energiově disperzním (EDS) mikroanalýzátoru Bruker Quantax (elektronová mikrosonda Cameca SX 100, Národní muzeum) operujícím při urychlovacím napětí 15 kV.

Charakteristika zeolitové mineralizace s barytem

V bazaltovém materiálu byly nalezeny mandle s kalcitovou výplní, které se v širším okolí lokality na jiných místech nevyskytovaly. Po odleptání kalcitové výplně kyselinou citrónovou byla většina z dutin prázdná. Pouze v jedné drobné dutině byly objeveny typické hexagonální sloupečky offretitu. V rámci dalších průzkumných prací byly objeveny i větší dutiny se zeolity a barytem. Dutiny s popisovanou mineralizací se objevovaly pouze



Obr. 5 Paprscitě srůsty offretitu z Rousínova, šířka záběru 6 mm; foto P. Fuchs.



Obr. 6 Krystalovaný offretit vyplňující dutinu v bazaltu z Rousínova, šířka záběru 8 mm; foto P. Fuchs.



Obr. 7 Drúza drobných krystalů harmotomu z Rousínova, šířka záběru 15 mm; foto P. Fuchs.

v malé okrajové části skalního výchozu, pravděpodobně při kontaktu s vulkanickou brekcií. Dutiny bez kalcitové výplně byly většinou navětralé a bez zeolitové mineralizace. Čisté vzorky byly získány až zdoluhavým leptáním v kyselině citrónové. Pouze v některých drobnějších dutinách čerstvější horniny byla zjištěna přítomnost zeolitů a barytu bez kalcitové výplně. Drobné dutiny v centrální části bazaltového skalního výchozu bývají po odleptání kalcitu prázdné nebo obsahují jílové perimorfózy patrně po starší generaci kalcitu.

Nejhojnějším minerálem lokality je **kalcit**, který většinou zcela vyplňuje až 4 cm velké dutiny. Méně hojně jsou

jeho až 5 mm velké skalenoedrické krystaly, které jsou čiré či mléčně bíle zbarvené. Jedná se patrně o dvě generace, vzájemně oddělené jílovým minerálem šedé, zelené či hnědé barvy. Vzácnějším Ca-karbonátem je **aragonit**, který tvoří nažloutlé, hrubě stébelnaté výplně drobnějších dutin (obr. 4). EDS analýzou byla v aragonitu zjištěna zvýšená koncentrace SrO (průměr tří bodových analýz 0.8 hm. %). Dalším minerálem, zjištěným na lokalitě, je **pyrit**, tvořící krystaly krychlového habitu o velikosti do 0.5 mm, narůstající na stěny drobných dutin v bazaltu, které jsou většinou kryty mladším kalcitem.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data offretitu z Rousínova

<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	11.436	100	11.520	0	2	2	3.185	6	3.178	1	5	0	2.0865	1	2.0690
0	0	1	7.532	1	7.621	1	3	1	2.936	1	2.946	1	3	3	1.9922	1	1.9884
1	1	0	6.622	19	6.651	1	2	2	2.872	32	2.867	2	4	2	1.8908	<1	1.8902
0	2	0	5.736	26	5.760	2	3	0	2.636	1	2.643	3	4	1	1.8400	2	1.8379
0	2	1	4.570	1	4.595	2	2	2	2.507	11	2.505	1	5	2	1.8160	1	1.8182
1	2	0	4.340	44	4.354	0	1	3	2.4746	2	2.4806	0	5	3	1.7078	1	1.7066
0	3	0	3.827	33	3.840	0	4	2	2.2985	1	2.2975	2	5	2	1.6594	8	1.6603
1	2	1	3.763	5	3.780	0	5	1	2.2114	8	2.2053	1	6	2	1.5938	1	1.5953
0	1	2	3.587	1	3.618	2	3	2	2.1719	<1	2.1716	0	4	4	1.5914	1	1.5890
0	3	1	3.415	1	3.429	0	3	3	2.1225	1	2.1186	2	6	1	1.5603	<1	1.5635
2	2	0	3.337	2	3.325												

Tabulka 2 Mřížkové parametry offretitu (pro hexagonální prostorovou grupu *P-6m*)

	tato práce	Pauliš et al. (2013)	Alberti et al. (1996)
<i>a</i> [Å]	13.301(4)	13.261(7)	13.331(2)
<i>c</i> [Å]	7.621(2)	7.559(1)	7.593(1)
<i>V</i> [Å ³]	1167.6(3)	1151.5(1)	1168.61

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

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	55.61	54.99	55.10	56.22	57.07	56.76	56.20	54.73	53.79
Al ₂ O ₃	17.18	17.59	17.81	17.36	17.56	18.02	16.22	16.46	16.45
Fe ₂ O ₃	0.10	0.15	0.15	0.11	0.05	0.00	0.11	0.12	0.10
CaO	3.99	3.96	3.98	3.99	4.23	3.77	4.54	3.66	3.83
MgO	2.14	2.26	2.29	2.33	2.12	2.46	1.22	2.24	2.19
BaO	0.39	0.45	0.41	0.33	0.43	0.34	0.43	0.36	0.33
K ₂ O	3.36	3.20	3.19	3.19	3.49	3.40	3.77	3.12	3.49
Na ₂ O	0.03	0.04	0.00	0.00	0.06	0.05	0.09	0.01	0.00
H ₂ O*	18.92	18.87	18.95	19.13	19.41	19.42	18.80	18.54	18.30
total	101.72	101.51	101.88	102.66	104.42	104.22	101.38	99.24	98.48
Si ⁴⁺	13.217	13.104	13.076	13.217	13.223	13.147	13.441	13.279	13.220
Al ³⁺	4.813	4.940	4.982	4.811	4.795	4.918	4.573	4.706	4.764
Fe ³⁺	0.018	0.027	0.027	0.019	0.004	0.000	0.020	0.022	0.018
Ca ²⁺	1.015	1.011	1.012	1.004	1.050	0.935	1.164	0.952	1.009
Mg ²⁺	0.758	0.803	0.810	0.816	0.732	0.849	0.435	0.811	0.802
Ba ²⁺	0.036	0.042	0.039	0.031	0.039	0.031	0.040	0.034	0.033
K ⁺	1.020	0.974	0.967	0.958	1.030	1.005	1.150	0.965	1.093
Na ⁺	0.014	0.017	0.000	0.0000	0.028	0.022	0.043	0.006	0.0000
H ₂ O*	15	15	15	15	15	15	15	15	15
T _{Si}	0.73	0.73	0.72	0.73	0.73	0.73	0.74	0.74	0.74

Empirické vzorce jsou přepočteny na bázi 36 kyslíků. H₂O* bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 15 H₂O.

Offretit

Lokálně velmi hojný je na lokalitě offretit, který se vyskytuje v často členitých dutinách o rozměrech do 15 mm, vzácně až do 40 × 20 mm. Vytváří drobné hexagonálně omezené jehličkovité krystaly, jejichž délka nepřekračuje 0.8 mm. Krystaly offretitu někdy narůstají na stěny dutin samostatně, jindy srůstají do až 2 mm velkých polokulovitých agregátů, které tvoří v některých případech souvislé ledvinité povlaky či radiálně paprscité útvary. Offretit někdy narůstá na perimorfózy z jílových minerálů po kalcitu (obr. 5 - 6). Offretit je čirý nebo je podle podkladu nažloutlý, světle oranžový či nazelenalý. Často zarůstá do mladšího kalcitu druhé generace, který často zcela vyplňuje dutiny v čediči. Po odleptání kalcitu kyselinou citrónovou lze získat dokonale čisté vzorky offretitu. Vzácněji tvoří offretit podklad mladších krystalů harmotomu. Obdobné výskyty tohoto zeolitu vázané na bazaltoidní horniny jsou známé nejen z Českého středohoří (Prackovice nad Labem, Dobkovičky u Lovosic, Žežice), ale i z Lužických hor (Malá hůrka u Kunratic, Nový Oldřichov), Doupovských hor (Vrbička u Valče), Vinařické hory u Kladna, Stupné u Nové Paky apod. (Pauliš et al. 2015).

Rentgenová prášková data offretitu z Rousínova (tab. 1) odpovídají publikovaným údajům. Zpřesněné parametry základní cely studovaného offretitu jsou v tabulce 2 porovnány s daty uváděnými pro tuto minerální fázi. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 3) byly zjištěny obsahy pouze Si, Al, Fe, Ca, Mg, Ba, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec offretitu z Rousínova (průměr osmi bodových analýz) je na

bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $K_{1.02}Ca_{1.02}Mg_{0.76}Ba_{0.04}Na_{0.01}Si_{13.22}(Al_{4.81}Fe_{0.02})_{\Sigma 4.83}O_{36} \cdot 15H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.73$ se nachází při horní hranici rozmezí uváděného pro offretit (0.69 - 0.74) (Coombs et al. 1997). V offretitu z Rousínova byly zjištěny minoritní obsahy Ba (0.03 - 0.04 *apfu*), Fe (0 - 0.03 *apfu*) a Na (0 - 0.04 *apfu*), které bývají v těchto koncentracích v offretitu obvyklé (Deer et al. 2004).

Harmotom

Nejvzácnějším minerálem lokality je harmotom, který tvoří čiré a bělavé, skelně lesklé až 2 mm velké sloupcovité krystaly či charakteristická čtverčata s křížovým průřezem (obr. 7). Harmotom narůstá na stěny až 3 cm velkých dutin v samostatných krystalech v asociaci s offretitem či vytváří souvislé povlaky na stěnách dutin a výjimečně i na trhlinách v jejich okolí.

Rentgenová prášková data harmotomu z Rousínova (tab. 4) odpovídají publikovaným údajům. Zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 5 porovnány s daty uváděnými pro tuto minerální fázi. V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 6) byly zjištěny obsahy pouze Si, Ti, Al, Ca, Ba, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec harmotomu z Rousínova (průměr devíti bodových analýz) je na bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ba_{1.96}K_{0.05}Na_{0.04}Ca_{0.03})_{\Sigma 2.07}(Si_{11.75}Ti_{0.07})_{\Sigma 11.82}O_{32} \cdot 12H_2O$. Hodnota $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.73$ se nachází na horní hranici rozmezí uváděného pro tuto minerální fázi (Coombs et al. 1997). Jedná se o harmotom velmi blízký ideálnímu členu, obsahy K, Na a Ca jsou velmi

Tabulka 4 Rentgenová prášková data harmotomu z Rousínova

<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	8.071	44	8.139	-3	2	2	2.909	14	2.921	-4	1	4	2.0045	<1	2.0065
0	0	1	7.123	100	7.126	-2	0	3	2.887	4	2.885	1	0	3	1.9989	9	1.9959
-1	1	1	7.003	9	7.031	0	3	2	2.847	11	2.841	0	4	3	1.9700	2	1.9707
0	1	1	6.362	65	6.362	1	0	2	2.743	16	2.742	-4	2	4	1.9470	15	1.9483
0	2	1	5.017	53	5.015	1	4	1	2.728	30	2.725	-3	6	1	1.8991	3	1.8985
-1	0	2	4.279	33	4.275	1	1	2	2.693	47	2.692	4	3	0	1.8702	<1	1.8677
-1	1	2	4.095	34	4.092	-2	2	3	2.672	55	2.671	2	4	2	1.8330	4	1.8327
1	3	0	4.072	38	4.074	1	2	2	2.557	8	2.556	-5	0	4	1.8226	7	1.8229
-2	1	2	3.887	24	3.897	-3	2	3	2.522	20	2.524	-5	2	1	1.7698	15	1.7698
1	2	1	3.661	8	3.665	-3	4	2	2.3710	10	2.3739	3	5	1	1.7147	8	1.7157
0	0	2	3.566	2	3.563	-1	6	1	2.2572	3	2.2597	2	0	3	1.6771	15	1.6783
0	4	0	3.537	7	3.529	2	4	1	2.2380	11	2.2389	0	6	3	1.6720	8	1.6717
0	1	2	3.460	14	3.455	-3	4	3	2.1464	11	2.1458	-6	1	3	1.6380	5	1.6367
1	4	0	3.241	60	3.238	-3	1	4	2.1258	2	2.1271	-2	2	5	1.6282	2	1.6287
0	2	2	3.188	26	3.181	3	2	1	2.0673	10	2.0657	-6	1	4	1.5940	2	1.5937
1	3	1	3.170	48	3.170	2	2	2	2.0513	14	2.0519	-2	6	4	1.5818	3	1.5822
-2	3	2	3.070	17	3.071												

Tabulka 5 Parametry základní cely harmotomu (pro monoklinickou prostorovou grupu *P2₁/m*)

	tato práce	Pauliš et al. (2014b)	Stuckenschmidt et al. (1990)
<i>a</i> [Å]	9.887(3)	9.882(2)	9.884(6)
<i>b</i> [Å]	14.116(6)	14.104(3)	14.100(5)
<i>c</i> [Å]	8.657(3)	8.657(2)	8.655(4)
β [°]	124.58(2)	124.59	124.59(4)
<i>V</i> [Å ³]	994.7(6)	993.3(3)	992.99

Tabulka 6 Chemické složení harmotomu z Rousínova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	50.93	50.67	50.58	50.34	50.78	51.90	50.76	51.40	51.18	50.77
TiO ₂	0.16	0.13	0.15	0.17	0.17	0.14	0.18	0.11	0.15	0.22
Al ₂ O ₃	15.76	15.80	15.40	15.72	15.67	15.63	16.11	15.96	15.79	15.77
CaO	0.12	0.14	0.11	0.11	0.11	0.06	0.17	0.21	0.13	0.08
BaO	21.73	21.81	21.47	21.98	21.31	22.13	21.92	21.64	51.80	21.53
K ₂ O	0.16	0.28	0.26	0.18	0.11	0.06	0.17	0.21	0.13	0.08
Na ₂ O	0.08	0.03	0.07	0.07	0.10	0.08	0.09	0.13	0.09	0.05
H ₂ O*	15.60	15.57	15.47	15.49	15.48	15.79	15.66	15.76	15.68	15.57
total	104.54	104.43	103.51	104.06	103.73	105.79	105.06	105.42	104.95	104.07
Si ⁴⁺	11.747	11.710	11.764	11.696	11.805	11.829	11.662	11.731	11.747	11.735
Ti ⁴⁺	0.069	0.028	0.032	0.032	0.032	0.012	0.037	0.023	0.032	0.069
Al ³⁺	4.285	4.305	4.310	4.305	4.294	4.199	4.362	4.293	4.273	4.297
Ca ²⁺	0.029	0.035	0.028	0.028	0.028	0.015	0.041	0.051	0.032	0.029
Ba ²⁺	1.964	1.975	1.957	2.001	1.942	1.976	1.973	1.935	1.961	1.950
K ⁺	0.047	0.083	0.078	0.053	0.034	0.016	0.050	0.060	0.039	0.026
Na ⁺	0.036	0.014	0.031	0.031	0.045	0.036	0.041	0.058	0.041	0.026
H ₂ O*	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
T _{Si}	0.73	0.73	0.73	0.72	0.73	0.74	0.72	0.73	0.73	0.73
Si/Al	2.74	2.72	2.66	2.72	2.75	2.81	2.67	2.73	2.75	2.73

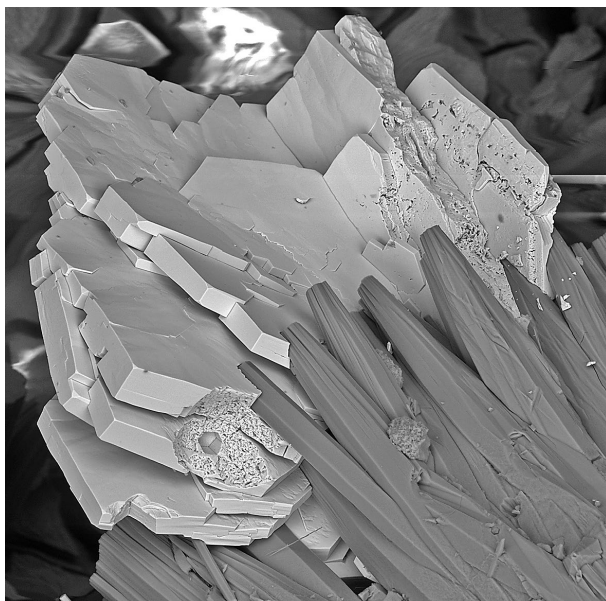
Empirické vzorce jsou přepočteny na bázi 32 kyslíků. H₂O* bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H₂O.



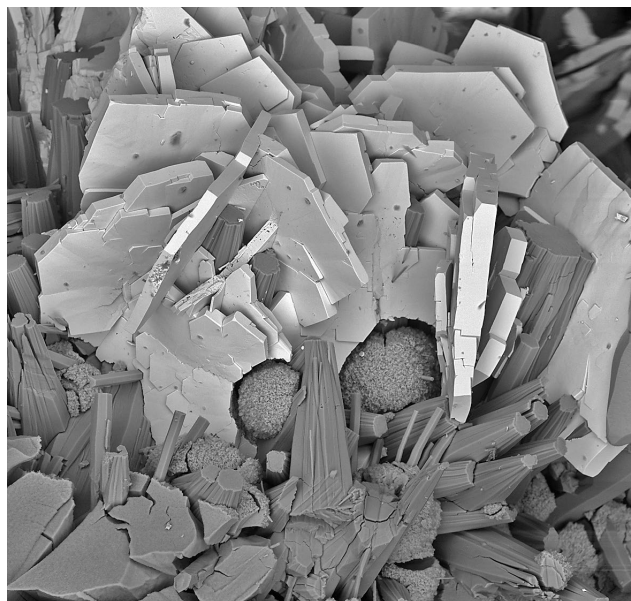
Obr. 8 Tabulkovité krystaly barytu s offretitem z Rousínova, šířka záběru 6 mm; foto P. Fuchs.



Obr. 9 Tabulkovité krystaly barytu s offretitem z Rousínova, šířka záběru 5 mm; foto P. Fuchs.



Obr. 10 Tabulkovité krystaly barytu s offretitem z Rousínova, šířka záběru 320 µm, BSE foto O. Pour.



Obr. 11 Tabulkovité krystaly barytu s offretitem z Rousínova, šířka záběru 470 µm, BSE foto O. Pour.

nízké (0.03 - 0.05 *apfu*); studovaný harmotom z Rousínova patří z hlediska nízkého obsahu minoritních prvků k nečistším harmotomům ve světovém měřítku (Deer et al. 2004; Tschernich 1992). Zajímavá je přítomnost nevelkého obsahu TiO_2 (0.02 - 0.07 *apfu*), který nebývá v zeolitech běžně přítomen (Deer et al. 2004).

Přestože je harmotom obecně v bazických efuzivech poměrně častý, v mladých alkalických vulkanitech (neovulkanitech) Českého středohoří či Lužických hor se vyskytl pouze ojediněle. Nově byl poměrně čistý harmotom zjištěn pouze v Brně u Ústí nad Labem (Pauliš et al. 2014a). Zeolit z phillipsit-harmotomové skupiny uvádí Radoň (2006) z Libochovan, kde spolu s kalcitem tmelí úlomky fosilizovaných dřev. Několik ojedinělých výskytů harmotomu v neovulkanických horninách je známo z dalších regionů ČR (Mikulovický vrch u Kadaně, Supí hůrka u Stupně, Vinařická hora u Kladna, Vlčí hora u Černošína a nově Přísečnice v Krušných horách (Pauliš et al. 2015).

Baryt

Zajímavým minerálem lokality je baryt, který v podstatě nebyl dosud nikdy v asociaci se zeolity v českých

neovulkanitech zjištěn. Jedinou výjimkou je výskyt barytu na vrchu Kočičí hlava u Velkého Března, odkud ho v asociaci s fluoritem a pektolitem uvádějí Novák et al. (2001). V Rousínově byly zjištěny čiré, někdy bělavé, až 2 mm velké tabulkovité krystaly barytu a jejich nepravidelné srostlice narůstající na jílovém minerálu nebo offretitu v dutinkách o rozměrech do 1 cm (obr. 8 - 11).

Při studiu chemického složení barytu (tab. 7) byly vedle nevelké příměsi Ca (0 - 0.03 *apfu*) zjištěny zvýšené obsahy Sr (do 0.11 *apfu*). Empirický vzorec barytu z Rousínova (průměr šesti bodových analýz) je na bázi čtyř kyslíků možno vyjádřit jako $(\text{Ba}_{0.93}\text{Sr}_{0.06}\text{Ca}_{0.01})_{\Sigma 1.00}\text{SO}_4$.

Závěr

Nově zjištěná minerální asociace v bazaltech u Rousínovského hrádku je zajímavá především z hlediska zvýšené koncentrace barya, které se uplatňovalo nejen při tvorbě barnatého zeolitu harmotomu, ale dokonce při vzniku barytu, který dosud nebyl na obdobném typu lokalit v ČR zjištěn. Zdrojem tohoto prvku mohly být hydrotermální rudní roztoky obohacené Ba, které pronikaly bazaltovými horninami v blízkém okolí lokality.

Tabulka 7 Chemické složení barytu z Rousínova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
BaO	61.65	58.53	58.22	63.57	63.34	62.79	63.47
SrO	2.78	4.63	5.25	1.69	1.47	1.98	1.65
CaO	0.28	0.78	0.57	0.10	0.08	0.00	0.15
SO ₃	34.48	35.41	35.38	33.88	34.13	33.70	34.35
total	99.19	99.35	99.42	99.24	99.02	99.27	99.62
Ba ²⁺	0.932	0.864	0.860	0.974	0.978	0.969	0.963
Sr ²⁺	0.062	0.101	0.115	0.038	0.033	0.045	0.037
Ca ²⁺	0.012	0.032	0.023	0.004	0.003	0.000	0.006
S ⁶⁺	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Empirické vzorce jsou přepočteny na bázi 4 kyslíků.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkování R. Škodovi (Masarykova univerzita, Brno) za spolupráci při laboratorním výzkumu a P. Fuchsovi za poskytnutí fotografií. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národního muzea (DKRVO 2015/02, 00023272).

Literatura

- Alberti A., Cruciani G., Galli E., Vezzalini G. (1996) A re-examination of the crystal structure of the zeolite offretite. *Zeolites* 17, 457-461.
- Coombs D. S., Alberti A., Armbruster T., Artioli G., Collella 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.
- Deer A. W., Howie A. R., Wise S. W., Zussman J. (2004) Rock-forming minerals. Framework Silicates: Silica Minerals, Feldspathoids and the Zeolites. 1-982, *The Geological Society, London*.
- 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.
- Lorenz W., Kopecký L. a kolektiv (1964) Geologická mapa ČSSR, mapa předčtvrtohorních útvarů 1:200 000, M-33-IX, Děčín-Görlitz. *Ústř. úst. geol. Praha*.
- Novák J. K., Chvátal M., Ulrych J., Wiesner T., Radoň M. (2001) Amygdale mineral paragenesis of trachybasalt from Kočičí hlava hill (Katzenkoppe) near Velké Březno, České Středohoří Mts. *Sbor. Prací Univ. Palackého, Geol.* 37, 1-26.
- Pauliš P., Dvořák Z., Radoň M., Pour O., Malíková R. (2014a) Harmotom a doprovodné minerály z Brné u Ústí nad Labem. *Minerál* 22, 6, 516-520.
- Pauliš P., Hrůzek L., Janeček O., Dvořák Z., Toman J., Svejkovský J., Radoň M. (2015) Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech - zeolity a doprovodná mineralizace. 1-280, *Kuttna, Kutná Hora*.
- Pauliš P., Sejkora J., Novák F., Malíková R. (2014b) Harmotom a stilbit-Ca z ložiska polymetalických rud Křižanovice v Železných horách (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 22, 1, 68-73.
- 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" (φρΖ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.)*. San Francisco Press, San Francisco, 104-106.
- Radoň M. (2006) Nové paleontologické nálezy v terciérních intravulkanických sedimentech Českého středohoří. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2005*, 94-97.
- Stuckenschmidt E., Fuess H., Kvick A. (1990) Investigation of the structure of harmotome by X-ray (293 K, 100 K) and neutron diffraction (15 K). *Eur. J. Mineral.* 2, 861-874.
- Tschernich R. W. (1992) Zeolites of the world. 1-563, *Geoscience Press, Phoenix*.