

<https://doi.org/10.46861/bmp.28.219>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Bohseit z beryl-columbitového pegmatitu D6e v Maršíkově (silezikum, Česká republika)

Bohseite from beryl-columbite pegmatite D6e in Maršíkov (Silesicum, Czech Republic)

ZDENĚK DOLNÍČEK^{1)*}, MIROSLAV NEPEJCHAL²⁾, JIŘÍ SEJKORA¹⁾, JANA ULMANOVÁ¹⁾
A ŠTĚPÁN CHLÁDEK³⁾

¹⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9;

*e-mail: zdenek.dolnicek@nm.cz

²⁾Žižkova 8, 787 01 Šumperk

³⁾Katedra geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, VŠB - Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba

DOLNÍČEK Z, NEPEJCHAL M, SEJKORA J, ULMANOVÁ J, CHLÁDEK Š (2020) Bohseit z beryl-columbitového pegmatitu D6e v Maršíkově (silezikum, Česká republika). Bull Mineral Petrolog 28(1): 219-223 ISSN 2570-7337

Abstract

Bohseite was found in a lenticular body of D6e beryl-columbite granitic pegmatite near Maršíkov, which is hosted by amphibole gneisses of the Sobotín Amphibolite Massif (Silesicum, northeastern part of Czech Republic). Bohseite forms chalky white aggregates up to 1 cm in size, which are hosted by small vugs in the coarse-grained pegmatite. It is associated with small crystals of quartz, adularia, albite, muscovite and epidote. Bohseite is orthorhombic, space group *Cmcm* with following unit-cell parameters refined from X-ray powder diffraction data: *a* 23.210(2), *b* 4.955(2), *c* 19.428(3) Å and *V* 2234.5(1.0) Å³. The electron microprobe compositional data of bohseite are presented. Bohseite from Maršíkov contains 14.3 - 42.5 mol. % of bavenite component, up to 0.06 *apfu* Na and 0.13 - 0.36 *apfu* F. The association with other beryllium-rich phases (milarite, bertrandite) points to variable activities of Be and Al during hydrothermal stage of evolution of the pegmatite body. The likely source of Be was beryl, which is sometimes completely dissolved and vugs after its crystals are lined by small crystals of above mentioned hydrothermal phases.

Key words: bohseite, granitic pegmatites, hydrothermal alteration, Maršíkov, Silesicum, Bohemian Massif

Obdrženo 16. 5. 2020; přijato 17. 6. 2020

Úvod

Bohseit je vzácný kosočtverečný vodnatý silikát beryllia a vápníku s ideálním vzorcem $\text{Ca}_4\text{Be}_2\text{Si}_9\text{O}_{24}(\text{OH})_4$, jenž byl nedávno popsán jako nový minerál Szelegem et al. (2017). Jeho typovou lokalitou je Piława Górna v Sovích horách (Polsko), kde se vyskytuje v granitickém pegmatitu jako alterační minerál vznikající pravděpodobně přeměnou berylu. Bohseit je doposud zmiňován jen ze šesti dalších světových lokalit, mezi nimiž dominují pegmatitové výskyty bohaté na Be (pegmatit Tatjana, masiv Khaldzan Buragtag, Mongolsko; ložisko Jermakovskoe, Zabajkalí, Rusko; pegmatit Nedre Lapplægret, Drag, Norsko; pegmatity Høydalen a Heftetjern, Tørdal, Norsko) a samostatné postavení má lokalita Kangerluarsuk Fjord v alkalickém komplexu Ilímaussaq v Grónsku (www.mindat.org). V rámci České republiky nově uvádějí bohseit z NYF pegmatitů v syenitech třebečského masivu Zachař a Škoda (2019).

Bohseit je izostrukturní s bavenitem $\text{Ca}_4\text{Be}_2\text{Al}_2\text{Si}_9\text{O}_{26}(\text{OH})_2$, s nímž vytváří izomorfní řadu. Složení minerálů řady bohseit-bavenit lze obecně vyjádřit vzorcem $\text{Ca}_4\text{Be}_{4-x}\text{Al}_x\text{Si}_9\text{O}_{24+x}(\text{OH})_{4-x}$, přičemž parametr *x* může nabývat hodnot od 0 (čistý koncový člen bohseit) do 2 (čistý koncový člen bavenit).

V této práci přinášíme nové poznatky o dalším výskytu bohseitu v rámci ČR, který byl zjištěn při determinaci

nerostného materiálu nově odebraného druhým z autorů této práce z berylového pegmatitu D6e u Maršíkova. Bohseit zde byl identifikován prostřednictvím práškové rentgenové difrakce a chemických analýz z elektronové mikrosondy. Dokladový materiál k této studii je uložen ve sbírkách Národního muzea v Praze.

Geologická pozice a mineralogie pegmatitu D6e

Okolí Maršíkova je známo řadou výskytů mineralogicky zajímavých pegmatitových těles. Vedle dvou světoznámých lokalit (Scheibengraben, Schinderhübel) jsou zde i další drobnější tělesa, která většinou v minulosti nebyla předmětem podrobnějších mineralogických výzkumů. Jedním z nich je i beryl-columbitový pegmatit označovaný D6e, který se nachází na jz. svahu kóty 565 m n. m. v blízkosti rozcestí silnice Sobotín - Maršíkov. V minulosti byly z lokality známy jen volné balvany pegmatitu, z nichž byly Dostálem (1964) a Kruťou et al. (1968) ze vzácnějších minerálů popsány výskyty berylu, bavenitu, columbitu a granátu. Novodobá (2016 - 2020) aktivita sběratelů minerálů na lokalitě vedla k odкрыtí primárního výchozu pegmatitového tělesa (obr. 1 a 2). Pegmatit D6e má čočkovitý tvar a je uložen konformně s foliací okolních amfibolických rul, náležejících k sobotínskému amfibolitovému masivu. Délka pegmatitového tělesa činí asi 12 - 15 m a jeho ma-

ximální mocnost je 2.2 m. Směr tělesa je SSV - JJZ se sklonem 65° k VJV. Pegmatit je složen z několika texturně-paragenetických jednotek. Na okraji tělesa je vyvinuta málo mocná aplitická jednotka (křemen + K-živce + albit + biotit). Hlavní část objemu pegmatitu tvoří muskovitická hrubě zrnitá jednotka (křemen + K-živce + albit + muskovit ± biotit ± beryl), následovaná nevýrazně vyvinutou grafickou jednotkou (K-živce + křemen), jednotkou blokového živce (K-živce + křemen + muskovit + beryl) a křemeným jádrem. Hrubě zrnitá a bloková jednotka jsou lokálně intenzivně albitizovány. Vedle hlavních horninotvorných minerálů (křemen, albit, K-živce, muskovit, biotit) byla v nově odebraném materiálu z výchozu žíly D6e identifikována i řada dalších vzácnějších fází. Nejcharakterističtější jsou obecný beryl v krystalech až 15 × 10 × 10 cm velkých a minerály columbitové skupiny, které klasifikačně odpovídají zejména columbitu-(Mn) a méně často columbitu-(Fe). Na trhlinách columbitu byly zjištěny i mikrolit a fersmit. Dále se vykytuje granát almandin-spessartinového složení a křídově bílý bavenit o velikosti až 3 × 3 cm. Z dalších akcesorií byl zjištěn zirkon, fluorapatit a uraninit. V drobných dutinkách v hrubě zrnité či blokové jednotce pegmatitu (zčásti vzniklých vyloučením berylu) byla identifikována pestrá asociace mladších hydrotermálních minerálů - albitu, aduláru, křemene, muskovitu, epidotu a bertranditu (Chládek, Uher 2020). Běžné jsou na lokalitě také agregáty bílého až světle zelenavého milaritu o velikosti do 5 cm, pravděpodobně několika generací.

Materiál a metodika

Studované vzorky byly odebrány druhým z autorů předložené studie (MN) z výkopu na výchozu pegmatitu D6e, vyhloubeném sběrateli minerálů v posledních letech. Makrofotografie vzorků bohseitu byly pořízeny pomocí mikroskopu Nikon SMZ 25 s digitální kamerou Nikon DS-Ri2 za použití funkce skládání obrazu v programu NIS Elements AR verze 4.20.

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 a intenzity jednotlivých difrakčních maxim byly zpřesněny pomocí programu ZDS (Ondruš 1993) za užití profilové funkce Pearson VII. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Burnhama (1962), iniciální hodnoty byly použity z práce Szeleg et al. (2017).

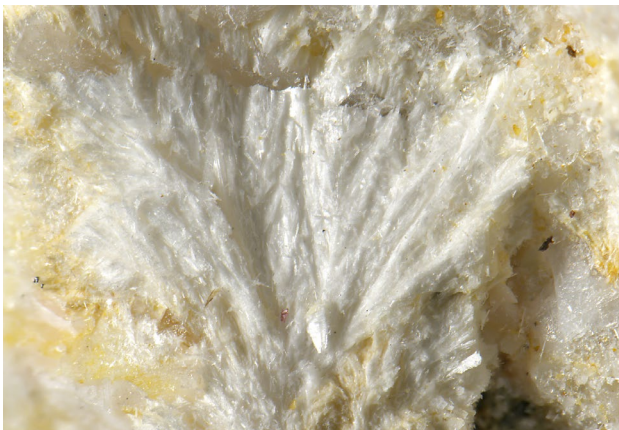
Z reprezentativních vzorků byly následně vyseparovány mineralogicky zajímavější partie a z nich byly autory zhotoveny naleštěné zalévané preparáty. Následně byly nábrusy vakuově napařeny uhlíkovou vrstvou o tloušťce 30 nm a studovány na elektronové mikroskopě Cameca



Obr. 1 Kontakt pegmatitu D6e (v pravé části snímku) s okolní rulou (v levé části), odkrytý výkopem. Stav z 15. 5. 2020, foto M. Nepejchal.



Obr. 2 Odval před výkopem na výchozu pegmatitu D6e. Stav z 15. 5. 2020, foto M. Nepejchal.



Obr. 3 Vějířovitý křídově bílý agregát bohseitu složený z jehličkovitých krystalů; šířka záběru 4 mm; foto J. Sejkora.



Obr. 4 Jemně jehličkovité křídově bílé agregáty bohseitu v dutině pegmatitu; šířka záběru 13 mm; foto J. Ulmanová.

SX-100 (Národní muzeum, Praha). Na přístroji byly pořízeny snímky ve zpětně odražených elektronech (BSE), provedena identifikace jednotlivých fází pomocí energiově disperzních (EDS) spekter a kvantitativně měřeno chemické složení bohseitu ve vlnově disperzním (WDS) modu. Při kvantitativních analýzách bohseitu byly použity následující podmínky: urychlovací napětí 15 kV, proud svazku 10 nA a průměr elektronového svazku 5 μm . Měřeny byly obsahy Al, Ba, Ca, Cl, Cs, Cu, F, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, P, Rb, S, Si a Sr. Při analýzách byly použity následující standardy a analytické čáry: albit (NaK α), apatit (PK α), baryt (BaL β), BN (NK α), celestin (SrL β , SK α), Cs-sklo (CsL α), diopsid (MgK α), halit (ClK α), hematit (FeK α), chalkopyrit (CuK α), LiF (FK α), Rb-Ge-sklo (RbL α), rodonit (MnK α), sanidin (KK α , SiK α , AlK α) a wollastonit (CaK α). Měřicí časy na píku se pohybovaly obvykle mezi 10 a 30 s (pro dusík 120 s), měřicí časy pozadí trvaly polovinu času měření na píku. Načtená data byla přepočítána na obsahy oxidů vyjádřené v hm. %, s použitím standardní PAP korekce (Pouchou, Pichoir 1985) a s automatickým dopočtem obsahu Be do 100 %. Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou uvedeny v tabulce minerálních analýz, byly ve všech případech pod mezí stanovitelnosti.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data bohseitu z pegmatitu D6e z Maršíkova

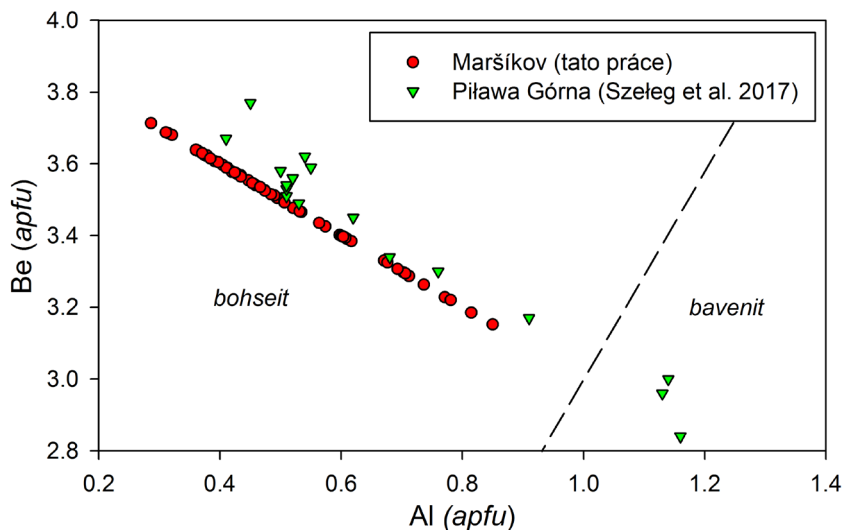
<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>I</i> _{obs.}	<i>d</i> _{calc.}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>I</i> _{obs.}	<i>d</i> _{calc.}
2	0	0	11.605	18.4	11.605	8	0	4	2.4905	0.3	2.4907
2	0	2	7.455	1.1	7.449	6	0	6	2.4833	0.3	2.4830
4	0	2	4.982	4.0	4.981	1	1	7	2.4091	0.3	2.4085
0	0	4	4.856	0.8	4.857	10	0	0	2.3208	9.3	2.3210
3	1	0	4.172	0.4	4.173	9	1	1	2.2723	0.8	2.2719
6	0	0	3.867	19.7	3.868	7	1	5	2.2488	0.3	2.2478
4	0	4	3.725	5.8	3.724	10	0	4	2.0941	0.7	2.0942
6	0	2	3.594	0.7	3.594	9	1	4	2.0698	0.4	2.0696
5	1	0	3.390	0.7	3.388	5	1	8	1.9721	0.3	1.9738
5	1	1	3.343	100.0	3.337	0	0	10	1.9424	0.4	1.9429
0	0	6	3.239	3.2	3.238	12	0	0	1.9339	3.2	1.9341
5	1	2	3.194	5.8	3.199	12	0	2	1.8966	0.4	1.8969
2	0	6	3.120	1.1	3.119	9	1	6	1.8686	0.3	1.8684
1	1	5	3.026	1.8	3.032	11	1	5	1.7367	0.6	1.7366
4	0	6	2.828	0.3	2.828	6	0	10	1.7367	0.6	1.7362
8	0	2	2.780	2.2	2.780	14	0	0	1.6577	10.7	1.6578
7	1	1	2.727	0.2	2.728	14	0	2	1.6340	0.8	1.6342
3	1	6	2.559	0.2	2.558	14	0	4	1.5690	1.3	1.5690
5	1	5	2.555	0.3	2.553	16	0	4	1.3900	0.2	1.3899
7	1	3	2.536	0.4	2.536						

Tabulka 2 Parametry základní cely bohseitu a bavenitu (pro ortorombickou prostorovou grupu Cmc₂)

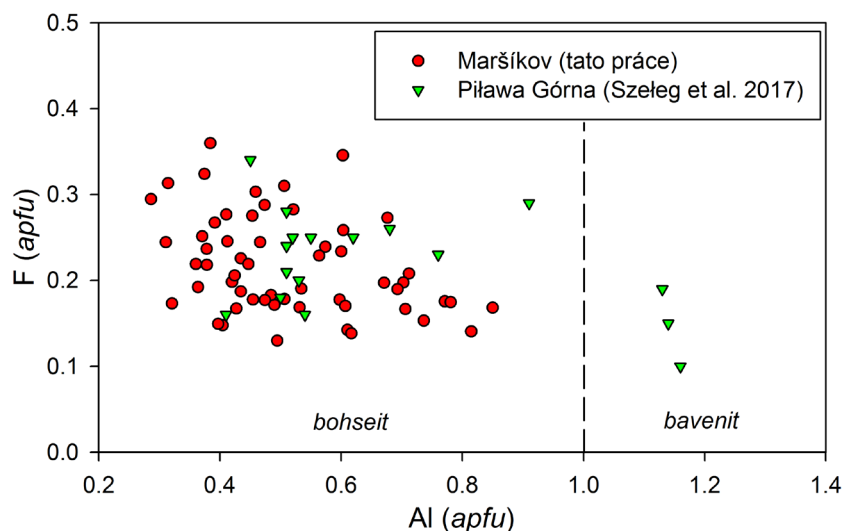
	bohseit	bohseit	bavenit
	Maršíkov	Pitawa Góna	Lilly Pad Lake
	tato práce	Szeleg et al. (2017)	Lussier, Hawthorne (2011)
<i>a</i> [Å]	23.210(2)	23.204(6)	23.2090(7)
<i>b</i> [Å]	4.955(2)	4.9442(9)	5.0129(1)
<i>c</i> [Å]	19.428(3)	19.418(6)	19.4494(6)
<i>V</i> [Å ³]	2234.5(1.0)	2227.7	2262.8(2)

Tabulka 3 Příklady chemického složení bohseitu z pegmatitu D6e z Maršíkova. Obsahy oxidů v hm. %, hodnoty apfu jsou vypočítány na základ 9 atomů křemíku, obsah bavenitové molekuly v mol. %. * - obsah dopočten ze stechiometrie substituce bohseit-bavenit.

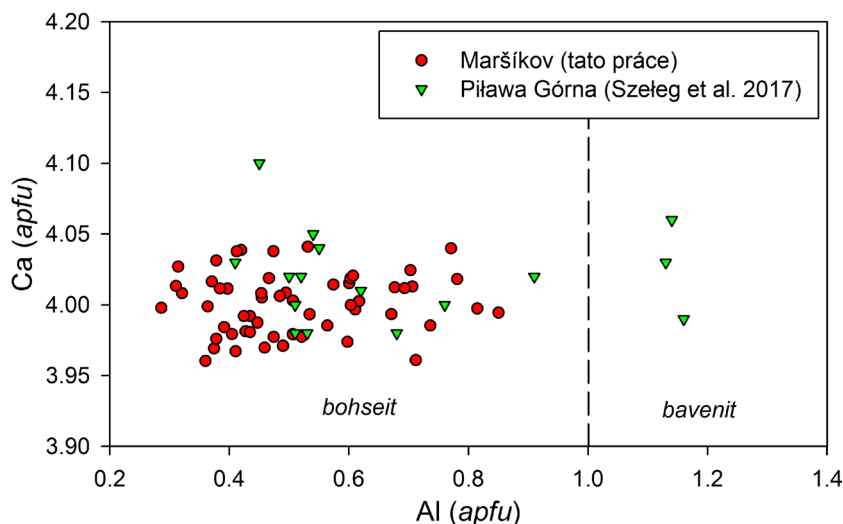
An. č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	58.93	59.40	59.21	58.56	59.50	59.50	59.23	59.77	59.73	59.14	59.02	59.50	58.34	59.27
Al ₂ O ₃	1.59	1.74	1.79	2.12	2.38	2.66	2.76	3.01	3.38	3.74	3.91	4.13	4.24	4.75
BeO*	10.12	10.13	10.08	9.79	9.84	9.70	9.60	9.58	9.39	9.11	9.00	8.98	8.71	8.64
CaO	24.43	24.72	24.61	24.36	24.63	24.54	24.62	24.75	24.87	24.49	24.63	24.59	24.44	24.55
Na ₂ O	0	0	0.06	0	0.08	0.16	0	0.07	0.06	0	0	0.07	0	0
H ₂ O*	3.36	3.41	3.46	3.17	3.34	3.32	3.33	3.26	3.15	3.08	3.04	3.08	2.97	2.94
F	0.61	0.51	0.36	0.74	0.43	0.37	0.27	0.40	0.49	0.41	0.41	0.32	0.36	0.35
O=F	-0.26	-0.21	-0.15	-0.31	-0.18	-0.16	-0.11	-0.17	-0.21	-0.17	-0.17	-0.13	-0.15	-0.15
Celkem	98.78	99.70	99.42	98.43	100.02	100.09	99.70	100.67	100.86	99.80	99.84	100.54	98.91	100.35
Si ⁴⁺	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000
Al ³⁺	0.286	0.311	0.321	0.384	0.424	0.474	0.494	0.534	0.600	0.671	0.703	0.736	0.771	0.850
Be ^{2+*}	3.713	3.687	3.681	3.615	3.576	3.525	3.504	3.466	3.399	3.331	3.297	3.263	3.228	3.152
Be+Al	3.999	3.998	4.002	3.999	4.000	3.999	3.999	4.000	3.999	4.002	4.000	4.000	3.999	4.002
Ca ²⁺	3.998	4.013	4.008	4.012	3.992	3.977	4.009	3.993	4.015	3.993	4.024	3.985	4.040	3.994
Na ⁺	0	0	0.018	0	0.023	0.047	0	0.020	0.018	0	0	0.021	0	0
Ca+Na	3.998	4.013	4.026	4.012	4.015	4.024	4.009	4.014	4.033	3.993	4.024	4.006	4.040	3.994
OH*	3.424	3.448	3.509	3.251	3.371	3.351	3.376	3.275	3.167	3.128	3.093	3.109	3.057	2.979
F ⁻	0.295	0.244	0.173	0.360	0.206	0.177	0.130	0.190	0.234	0.197	0.198	0.153	0.176	0.168
OH+F	3.719	3.692	3.682	3.611	3.577	3.528	3.506	3.466	3.401	3.325	3.291	3.262	3.233	3.147
Bav %	14.3	15.5	16.0	19.2	21.2	23.7	24.7	26.7	30.0	33.5	35.1	36.8	38.5	42.5



Obr. 5 Graf Al vs. Be (apfu) pro bohseit z Maršíkova a členy řady bohseit - bavenit z lokality Piława Górna (Szeleg et al. 2017).



Obr. 6 Graf Al vs. F (apfu) pro bohseit z Maršíkova a členy řady bohseit - bavenit z lokality Piława Górna (Szeleg et al. 2017).



Obr. 7 Graf Al vs. Ca (apfu) pro bohseit z Maršíkova a členy řady bohseit - bavenit z lokality Piława Górna (Szeleg et al. 2017).

Charakteristika bohseitu

Bohseit byl identifikován ve vzorcích odebraných z hrubě zrnité texturně-paragenetické jednotky pegmatitu. Původně byl na základě vizuálního hodnocení považován za bavenit. Vytváří až 10 mm velké, relativně málo soudržné agregáty křídově bílé barvy, složené z vějířovitě uspořádaných jehliček (obr. 3). Bohseit se charakteristicky vyskytuje v drobných (max. 2 cm velkých) dutinách pegmatitu (obr. 4) ve společnosti drobných krystalů křemene, albitu, adularu, muskovitu a epidotu. Obvykle na výše zmíněné fázi narůstá, ojediněle byly zjištěny i intimní srůsty bohseitu s tenkými šupinami muskovitu.

Rentgenová prášková data bohseitu (tab. 1) jsou v dobré shodě s publikovanými údaji pro tento minerální druh i teoretickým záznamem vypočteným z jeho krystalové struktury (Szeleg et al. 2017); významné rozdíly v intenzitách jednotlivých difrakčních maxim jsou vyvolány přednostní orientací vyvolanou dokonalou štěpností podle $\{h00\}$ a jehlicovitým charakterem vzorku. Zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji; bohseit se od bavenitu odlišuje zejména nižšími hodnotami parametrů b a c , velikost parametru a je srovnatelná.

Chemické složení bohseitu bylo studováno prostřednictvím 55 bodových WDS analýz. Výběr získaných analýz je uveden v tabulce 3. Chemické složení je poměrně jednoduché, vedle Si a Ca byly v dané fázi naměřeny jen slabě zvýšené obsahy Al, Na a F. Při přepočtu empirického vzorce na základ devíti atomů křemíku lze konstatovat obsahy Ca v intervalu 3.96 - 4.04 apfu, Al v intervalu 0.29 - 0.85 apfu, Na mezi 0 a 0.06 apfu a F mezi 0.13 a 0.36 apfu. Obsahy mikrosondou neměřitelných složek (OH a Be), dopočtené ze stechiometrie bohseit-bavenitové substituce, se pohybují v intervalu 2.98 - 3.51 apfu (OH⁻), respektive 3.15 - 3.69 apfu (Be; tab. 3). Obsah bavenitové složky se v analyzované fázi tedy pohybuje mezi 14.3 a 42.5 mol. %, takže jde klasifikačně ve všech případech o bohseit (obr. 5).

Ze srovnání chemického složení bohseitu z Maršíkova s nehojnými publikovanými údaji k chemismu této fáze vyplývá značná podobnost rozsahů chemického složení (obr. 6

a 7). Část analýz z Maršíkova (tato práce) a z třebíčského masivu (Zachař, Škoda 2019) vykazuje dokonce poněkud vyšší obsah bohseitového koncového členu než má typová lokalita Pilawa Górna (Szeleg et al. 2017), kde některé analýzy již spadají do pole bavenitu (obr. 5). Tento posun v chemismu bohseitu z českých lokalit svědčí o výraznějším uplatnění beryllia oproti hliníku během alteračních hydrotermálních procesů, během nichž dané minerální fáze vznikaly. Výrazné variabilitě v aktivitách obou prvků na námi studované lokalitě nasvědčuje i přítomnost dalších hydrotermálních fází s různým obsahem Al a Be - bertranditu a milaritu.

Závěr

Prášková rentgenová difrakční analýza a stanovení chemického složení na elektronové mikrosondě identifikovaly křídově bílý minerál z beryl-columbitového pegmatitu D6e u Maršíkova, který byl na základě dřívějšího makroskopického určení považován za bavenit, jako bohseit. Vyskytuje se nejčastěji v drobných dutinkách pegmatitu v asociaci s drobnými krystaly křemene, albitu, adularu, muskovitu a epidotu. Přítomnost a chemické složení bohseitu svědčí o výrazné frakcionaci Be a Al během postmagmatických hydrotermálních alterací pegmatitu. Zdrojem Be byl beryl, který je v pegmatitu relativně hojně přítomen a místy v důsledku alteračních procesů i zcela vyloučen.

Poděkování

Práce na článku byly finančně podpořeny Ministerstvem kultury ČR v rámci institucionálního financování výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2019-2023/1.II.b, 00023272).

Literatura

- BURNHAM CHW (1962) Lattice constant refinement. Carnegie Inst Washington Year Book 61: 132-135
- DOSTÁL J (1964) Pegmatity z okolí Maršíkova. MS, diplomová práce, UK Praha
- CHLÁDEK Š, UHER P (2020) Komplexní magmaticko-hydrotermální vývoj columbitu, mikrolitu a fersmitu: příklad z beryl-columbitového pegmatitu D6e u Maršíkova, Česká republika. Bull Mineral Petrol 28(1): 23-34
- KRUŽA T, PADĚRA K, POUBA Z, SLÁDEK R (1968) Die Mineralienparagenese in dem mittleren Teile des Altvatergebirges (Hrubý Jeseník, Hohes Gesenke, ČSSR), Fortsetzung. Acta Mus Moraviae 53: 5-80
- LUSSIER AJ, HAWTHORNE FC (2011) Short-range constraints on chemical and structural variations in bavenite. Mineral Mag 75(1): 213-239
- ONDRUŠ P (1993) ZDS - A computer program for analysis of X-ray powder diffraction patterns. Materials Science Forum, 133-136, 297-300, EPDIC-2. Enchede
- POUCHOU JL, PICOIR F (1985) "PAP" ($\varphi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. In: ARMSTRONG JT (ed.) Microbeam Analysis: 104-106. San Francisco Press, San Francisco.
- SZELEG E, ZUZENS B, HAWTHORNE FC, PIECZKA A, SZUSZKIEWICZ A, TURNIAK K, NEJBERT K, ILNICKI SS, FRIIS H, MAKOVICKY E, WELLER MT, LEMÉE-CAILLEAU M-H (2017) Bohseite, ideally $\text{Ca}_4\text{Be}_4\text{Si}_9\text{O}_{24}(\text{OH})_4$, from the Piława Górna quarry, the Góry Sowie Block, SW Poland. Mineral Mag 81: 35-46
- ZACHAŘ A, ŠKODA R (2019) Bohseite-bavenite from intragranitic NYF pegmatites of the Třebíč Pluton. In Book of abstracts of the 9th European Conference on the Mineralogy and Spectroscopy, September 11-13, Prague, nestr.