

BAZZIT $\text{Be}_3\text{Sc}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ Z LOKALITY KOŽICHOVICE II, NOVÝ MINERÁL PRO NYF PEGMATITY TŘEBÍČSKÉHO PLUTONU

BAZZITE $\text{Be}_3\text{Sc}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ FROM THE LOCALITY KOŽICHOVICE II, NEW MINERAL
FOR NYF PEGMATITES OF THE TŘEBÍČ PLUTON, CZECH REPUBLIC

MILAN NOVÁK

Abstract

Novák, M. 2008: Bazzit $\text{Be}_3\text{Sc}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ z lokality Kožichovice II, nový minerál pro NYF pegmatity třebíčského plutonu. *Acta Musei Moraviae, Sci. Geol.*, 94, 53-59.

Bazzite $\text{Be}_3\text{Sc}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ from the locality Kožichovice II, new mineral for NYF pegmatites of the Třebíč Pluton, Czech Republic.

Bazzite was identified using electron microprobe as very rare secondary phase after primary beryl at euxenite-subtype pegmatite Kožichovice II. Small elongated euhedral crystals, up to 50 μm long, occur in thin vein (quartz ~ bavenite > beryl II ~ kaolinite(?) > bazzite) cutting and replacing euhedral crystal of primary beryl I. Bazzite is Na, Mg, Fe-enriched showing high contents of Sc (1.13-1.22 apfu; 12.79-13.80 wt.% Sc_2O_3), Mg (0.41-0.64 apfu; 2.73-4.23 wt.% MgO), Na (0.38-0.48 apfu; 1.96-2.43 wt.% Na_2O), Fe (0.09-0.33 apfu; 1.07-3.91 FeO_{tot}), Ca (0.10-0.16 apfu; 0.91-1.53 wt.% CaO), and Mn (0.02-0.03 apfu; 0.23-0.40 wt.% MnO). High concentrations of Mg, Fe and Na and negative correlation $R^+ + R^{2+}/R^{3+}$ indicate the substitution $\text{CH}\square\text{OR}^{3+} = \text{CHR}^+\text{OR}^{2+}$ in bazzite. Bazzite from Kožichovice differs from other bazzite in granitic pegmatites by Mg >> Fe and high Ca contents. It is likely the only known secondary bazzite formed after primary beryl I besides secondary bazzite after thortveitite. Bazzite (both primary and secondary) typically crystallized later than beryl in granitic pegmatites.

Key words: bazzite, beryl, bavenite, electron microprobe, NYF pegmatite, Třebíč Pluton, Czech Republic

Milan Novák - Department of Geological Sciences, Masaryk University, Brno, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, mnovak@sci.muni.cz

1. Úvod

Minerály skandia se vyskytují jen velmi vzácně v granitických pegmatitech Českého masivu. Drobné krystaly bazzitu byly zjištěny v dutinách miarolitických NYF pegmatitů v Königshain granitu v Německu poblíž Žitavy (WITZKE a GIESLER 1998), minerál blízký pretulitu ScPO_4 byl popsán jako mikroskopická zrna ve wolframioxiolitu z jednoduchého LCT pegmatitu s andalusitem v Dolních Borech (NOVÁK a ŠREIN 1989, NOVÁK *et al.* 2008) a sekundární kolbeckit $\text{ScPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ se vyskytuje ve známém fosfátovém LCT pegmatitu Hagendorf v Bavorsku (DILL *et al.* 2006). Minoritní obsahy Sc ale byly zjištěny v řadě minerálů z granitických pegmatitů, např. v minerálech skupiny columbitu, wolframitu a ixiolitu (NOVÁK a ČERNÝ 1998, ŠKODA *et al.* 2006, NOVÁK *et al.* 2008), a v berylu (ŠKODA *et al.* 2006).

Bazzit je vzácný minerál ze skupiny berylu s teoretickým vzorcem $\text{CH}\square\text{T}^2\text{Be}_3\text{O}^0\text{Sc}_2\text{T}^1\text{Si}_6\text{O}_{18} \cdot n\text{CH}_2\text{O}$ známý na světě asi z 30 lokalit (www.mindat.org).

Chemické analýzy bazzitu ale často poskytly ve srovnání s berylem relativně vysoké obsahy Na v pozici CH a Mg a Fe v pozici O (CHISTJAKOVA 1968, ARMBRUSTER *et al.* 1995, GRAMACCIOLI *et al.* 2000, RAADE *et al.* 2004). Bazzit se vyskytuje v tzv. NYF pegmatitech (např. CHISTJAKOVA 1968, JUVE A BERGSTØL 1990, WITZKE A GIESLER 1998, GRAMACCIOLI *et al.* 2000, RAADE *et al.* 2004), a právě z NYF pegmatitů na lokalitě Baveno, Lago Maggiore, severní Itálie byl popsán jako nový minerál (ARTINI 1915). Dále se nachází na tzv. alpských žilách na několika lokalitách především v Alpách (např. HÄNNI 1980, ARMBRUSTER *et al.* 1995). Zde je doprovázen křemenem, hematitem, chloritem, adulárem a někdy dalšími minerály Be – bertranditem, bavenitem a/nebo fenakitem (HÄNNI 1980, ARMBRUSTER *et al.* 1995). V granitických pegmatitech se bazzit objevuje ve třech texturních a paragenetických typech: drobné krystaly v miarolitických dutinách v asociaci s křemenem, živci a dalšími minerály jako fluorit, bertrandit nebo thortveitit (např. CHISTJAKOVA 1968, WITZKE A GIESLER 1998, GRAMACCIOLI *et al.* 2000), jako drobné sloupcovité krystaly v úzké asociaci s berylem v masivním pegmatitu (JUVE A BERGSTØL 1990) nebo spolu s oftedahlitem jako produkt zatlačování thortveititu (RAADE *et al.* 2004).

Bazzit z Kožichovic je prvním nálezem tohoto vzácného minerálu v granitických pegmatitech třebíčského plutonu a vedle miarolitických pegmatitů z Königshain granitu v Německu (WITZKE A GIESLER 1998) jde zřejmě o jeho druhý výskyt v pegmatitech Českého masívu vůbec. V článku jsou uvedeny texturní a paragenetická pozice bazzitu, minerální asociace a chemické složení bazzitu a jej doprovázejících minerálů na elektronové mikrosondě.

2. Geologická situace

Granitické pegmatity třebíčského plutonu lze rozdělit na základě jejich minerálních asociací, stupně geochemické frakcionace a vnitřní stavby do tří základních subtypů: jednoduché pegmatity allanitového subtypu, pegmatity euxenitového subtypu a vysoce frakcionovaný komplexní zinnwaldit-masutomilit-elbaitový pegmatit z Kracovic (HOUZAR 1987, NĚMEC 1988, NOVÁK 2005, ŠKODA *et al.* 2006, ŠKODA A NOVÁK 2007). Beryl se vyskytuje jako vzácný akcesorický minerál v několika euxenitových pegmatitech (Kožichovice I, II, Pozdátka) a také v komplexním pegmatitu z Kracovic. Další primární Be-minerál, F-bohatý hambergit $\text{Be}_2\text{BO}_3(\text{OH}, \text{F})$, je znám z komplexního pegmatitu u Kracovic (NOVÁK *et al.* 1998) a fenakit Be_2SiO_4 byl zjištěn jako relativně pozdní minerál v dutinách s amazonitem na dvou lokalitách v katastru Třebíče (STANĚK 1973, ŠKODA *et al.* 2006). Vedle primárních Be-minerálů byly v pegmatitech třebíčského plutonu zjištěny také převážně sekundární Be-minerály -- bavenit, bertrandit a milarit, které přímo zatlačují primární beryl (bavenit, milarit) nebo vyskytují v jeho těsné blízkosti, jejich texturní vztahy ale nejsou zcela jasné, nebo Be-minerály přímo narůstají na nealterovaný beryl (bavenit, bertrandit).

Mineralogicky nejvýznamnější žily euxenitových pegmatitů se vyskytují v. od Třebíče v okolí obcí Vladislav, Pozdátka, Kožichovice a Klučov (ŠKODA *et al.* 2006). Lokalita Kožichovice II leží v polích podél polní cesty vedoucí z Kožichovic do Dobré Vody. Pegmatitové žíly směru přibližně V-Z a VJV-ZSZ byly nalezeny nejen na poli, ale zejména v melioračních rýhách situovaných u odbočky polní cesty do Dobré Vody v místě zvaném „U Křížku“ směrem od obce otevřených v 70. letech minulého století. (ústní sdělení A. Indráčka). Z těchto míst pocházejí nedokonalé krystaly amazonitu až přes 10 cm velké, poměrně hojný beryl, titanit, pyrit, flogopit, allanit-(Ce), ilmenit, zirkon, niobový rutil, aeschynit-(Ce), nioboaeschynit-(Ce) a Y,REE-bohatý vigezzit (NOVÁK A ČECH 1996, ŠKODA *et al.* 2006, ŠKODA A NOVÁK 2007).

3. Použité metody

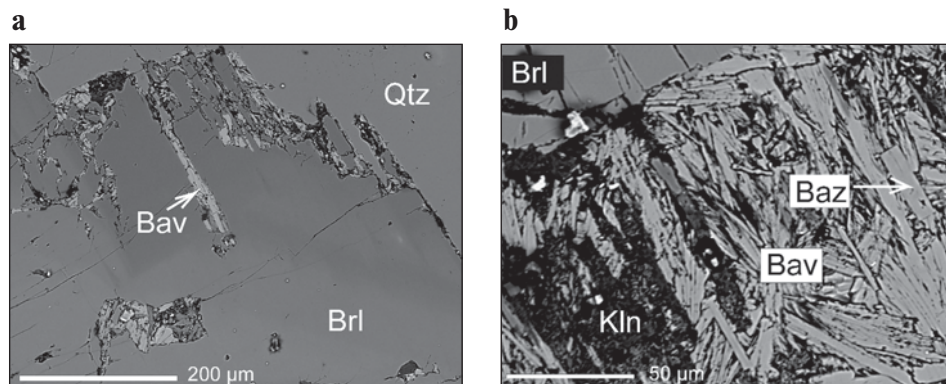
Elektronová mikroanalýza

Chemické analýzy bazzitu, berylu a dalších minerálů byly provedeny na elektronové mikrosondě CAMECA SX 100, na společném pracovišti Ústavu geologických věd, PrF MU a ČGS v Brně. Urychlovací napětí - 15 kV a proud svazku 10 nA, průměr svazku 5 μm, načítací časy 20 s pro hlavní prvky a 60 s pro minorní prvky. Syntetické materiály a dobře definované přírodní minerály byly použity jako standardy. Změřená data bylo korigována automatickou korekcí PAP (POUCHOU A PICHOR 1985). Vzorce bazzitu a berylu byly vypočítány normalizací na 18 kyslíků a stechiometrické množství Be = 3 apfu, vzorec bavenitu byl vypočten na 28 kyslíků a stechiometrické množství Be = 3 apfu a OH = 3 pfu pro idealizované složení $\text{Ca}_4\text{Be}_3\text{AlSi}_9\text{O}_{25}(\text{OH})_3$.

4. Výsledky

4.1. Minerální asociace a popis bazzitu

Bazzit byl zjištěn jako mikroskopická zrna v úzké asociaci s primárním berylem I. Beryl tvoří stébelnaté agregáty složené ze světle zelených, prizmatických krystalů až 3 cm dlouhých a 5 mm tlustých. Krystaly mají většinou dokonale idiomorfni omezení a jsou zonální v optickém mikroskopu a ještě výrazněji na BSE obrázcích (obr. 1a). Krystaly berylu I jsou zarostlé v masivním křemenu drobného křemenného jádra na kontaktu s cleavelanditem nebo perthitickým K-živcem; vzácně byla zjištěna drobná zrna alterovaného pyritu, chloritizovaného flogopitu a minerálu aeschynitové skupiny. Beryl i okolní křemen jsou někdy pokryty velmi tenkou vrstvou křídově bílého práškovitého bavenitu a rezavými povlaky Fe-minerálů v blízkosti alterovaného pyritu. Bazzit tvoří protáhlá mikroskopická zrna až 50 μm dlouhá zarostlá v lupenech bavenitu a doprovázená zrny berylu II podobné morfologie i velikosti. Zdá se, že jak beryl II tak snad i bazzit mají stejnou orientaci jako krystal primárního berylu I (obr. 1b). Všechny uvedené sekundární minerály tvoří asi 1 mm mocnou žilku v primárním berylu I a vznikly zřejmě jeho zatlačením.



Obr. 1. Minerální asociace a texturní vztahy asociace beryl I + beryl II + bavenit + bazzit + jílový minerál (BSE). a) Zonální beryl I (Brl) v křemenu (Qtz) v asociaci s bavenitem (Bav); b) agregát bavenitu (Bav) s prizmatickými zrny bazzitu (Baz), dále přítomny beryl I (BeI) a jílový minerál blízký kaolinitu (Kln).

Fig. 1. Mineral and textural relations in the assemblage beryl I + beryl II + bavenite + bazzite + clay mineral (BSE). a) Zoned beryl I (Brl) in quartz (Qtz) with bavenite (Bav); b) aggregate of bavenite (Bav) with prismatic grains of bazzite (Baz), beryl I (Brl) and clay mineral close to kaolinite (Kln).

Tabulka 1. Reprezentativní chemické analýzy minerálů.
Table 1. Representative chemical analyses of minerals.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	59,24	60,08	59,34	63,58	63,63	65,62	58,86
TiO ₂	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Al ₂ O ₃	1,21	0,25	1,06	13,67	13,37	15,25	5,24
Sc ₂ O ₃	13,30	13,73	13,50	0,06	0,68	0,10	0,00
V ₂ O ₃	0,06	0,11	0,07	0,09	0,09	0,02	0,00
FeO	1,81	1,07	1,83	1,17	1,47	0,49	0,06
MgO	3,42	4,28	3,49	2,64	2,30	1,88	0,00
MnO	0,36	0,23	0,39	0,04	0,07	0,01	0,03
CaO	1,18	1,53	0,92	0,06	0,03	0,09	23,71
Na ₂ O	2,41	1,96	2,43	1,45	1,40	1,48	0,17
K ₂ O	0,01	0,01	0,00	0,42	0,47	0,05	0,00
Rb ₂ O	0,13	0,08	0,09	0,15	0,13	0,09	0,00
Cs ₂ O	0,78	1,11	0,75	1,58	1,33	0,14	0,00
BeO*	12,39	12,49	12,39	13,20	13,21	13,59	8,27
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	2,93
Σ oxides	96,31	96,95	96,26	98,11	98,17	98,82	99,26
Si ⁴⁺	5,971	6,008	5,979	6,014	6,017	6,031	9,043
Ti ⁴⁺	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
Al ³⁺	0,144	0,029	0,126	1,524	1,490	1,652	0,949
Sc ³⁺	1,168	1,196	1,185	0,005	0,056	0,008	0,000
V ³⁺	0,005	0,009	0,006	0,007	0,007	0,001	0,000
Fe ²⁺	0,153	0,089	0,154	0,093	0,115	0,038	0,008
Mg ²⁺	0,514	0,638	0,524	0,372	0,324	0,258	0,000
Mn ²⁺	0,031	0,019	0,033	0,003	0,006	0,001	0,004
Ca ²⁺	0,127	0,164	0,099	0,006	0,003	0,009	3,903
Na ⁺	0,471	0,380	0,475	0,266	0,257	0,264	0,051
K ⁺	0,001	0,001	0,000	0,051	0,057	0,006	0,000
Rb ⁺	0,008	0,005	0,006	0,009	0,008	0,005	0,000
Cs ⁺	0,034	0,047	0,032	0,064	0,054	0,005	0,000
Be ²⁺	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
OH	-	-	-	-	-	-	3,000
Σ cat	11,627	11,590	11,619	11,413	11,394	11,278	17,008

1-3 - bazzit, 4, 5 - primární beryl I, 6 - sekundární beryl II, 7 - bavenit.

1-3 - bazzite, 4, 5 - primary beryl I, 6 - secondary beryl II, 7 - bavenite.

* - vypočteno ze stechiometrie; calculated from stoichiometry.

4.2. Chemické složení bazzitu a doprovodných minerálů

Bazzit je charakteristický vysokými obsahy Sc (1,13–1,22 apfu; 12,79–13,80 váh.% Sc₂O₃), Mg (0,41–0,64 apfu; 2,73–4,23 váh.% MgO), Na (0,38–0,48 apfu; 1,96–2,43 váh.% Na₂O), Fe (0,09–0,33 apfu; 1,07–3,91 FeO_{tot}), Mn (0,02–0,03 apfu; 0,23–0,40 váh.% MnO) a hlavně neobvykle vysokými obsahy Ca (0,10–0,16 apfu; 0,91–1,53 váh.% CaO). Koncentrace Cs (0,02–0,05 apfu; 0,38–1,11 váh.% Cs₂O) a Rb (≤0,01 apfu; 0,08–0,13 váh.% Rb₂O) jsou poněkud nižší než v primárním berylu I ale vyšší než v sekundárním berylu II. Reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tabulce 1. Zonální **beryl I** má terminální ukončení krystalů poněkud ochuzená Fe a Cs (obr. 1a), zatímco Cs se koncentruje hlavně v okrajových zónách podél prizmatických ploch. Je charakteristický poměrně vysokými a relativně stálými koncentracemi Mg (0,24–0,38 apfu; 2,22–2,82

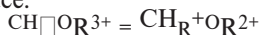
váh.% MgO) a Na (0,20–0,32 apfu; 1,08–1,75 váh.% Na₂O). Dále obsahuje zvýšené ale kolísající množství Fe (0,06–0,14 apfu; 0,71–1,76 FeO_{tot}), Sc (≤0,06 apfu; 0,05–0,68 váh.% Sc₂O₃), Cs (0,01–0,15 apfu; 0,23–3,65 váh.% Cs₂O) a K (0,02–0,07 apfu; 0,16–0,57 váh.% K₂O). Sekundární **beryl II** je spíše homogenní a obsahuje ve srovnání s berylem I poněkud vyšší obsah Na (0,24–0,34 apfu; 1,33–1,89 váh.% Na₂O) a nižší obsahy Mg (0,21–0,32 apfu; 1,54–2,30 váh.% MgO) a především Fe (0,03–0,05 apfu; 0,37–0,58 váh.% FeO), Rb (≤ 0,005 apfu; ≤ 0,11 váh.% Rb₂O). Obsahy Sc (≤ 0,02 apfu, ≤ 0,22 váh.% Sc₂O₃), K (≤ 0,02 apfu; ≤ 0,18 váh.% K₂O) a Cs (≤ 0,005 apfu; ≤ 0,14 váh.% Cs₂O) jsou ve srovnání s berylem I a bazzitem nízké. **Bavenit** je blízký vzorci Ca₄Be₃AlSi₉O₂₅(OH)₃ s obsahy Al (0,76–1,06 apfu; 4,09–5,85 váh. % Al₂O₃). Reprezentativní analýzy minerálů jsou uvedeny v tab. 1. Nízké sumy oxidů v bazzitu a berylu (tab. 1) indikují vysoký obsah H₂O typický pro minerály skupiny berylu se zvýšeným obsahem Na (ČERNÝ 2002).

5. Diskuse

5.1. Chemické složení bazzitu a možné substituce

Bazzit z Kožichovic se výrazně odlišuje od teoretického složení bazzitu Be₃Sc₂Si₆O₁₈ a i od jiných analýz bazzitu z pegmatitů (CHISTJAKOVA 1968, JUVÉ A BERGSTØL 1990, GRAMACCIOLI *et al.* 2000, RAADE *et al.* 2004) i z alpských žil (HÄNNI 1980, ARMBRUSTER *et al.* 1995). Pro bazzit je charakteristický vysoký obsah Na, který vstupuje do strukturní pozice CH, dále vysoké obsahy Mg a Fe a především velmi nízký poměr Fe/(Fe+Mg) = 0,12–0,45. Ten se výrazně liší od bazzitu popsáno z granitických pegmatitů, kde Fe >> Mg (např. GRAMACCIOLI *et al.* 2000, RAADE *et al.* 2004) ale také od většiny bazzitu z alpských žil (HÄNNI 1980, ARMBRUSTER *et al.* 1995). Pouze na lokalitě Fleisstal, Rakousko vykazuje bazzit Mg > Fe (HÄNNI 1980). Vysoké obsahy Cs a Mn jsou ale známy pouze z pegmatitů (JUVÉ A BERGSTØL 1990, GRAMACCIOLI *et al.* 2000, RAADE *et al.* 2004). Velmi neobvyklý je vysoký obsah Ca, který je v minerálech skupiny berylu zcela výjimečný (např. ČERNÝ 2002). Bohužel v řadě případů Ca nebyl analyzován (např. CHISTJAKOVA 1968, JUVÉ A BERGSTØL 1990), takže srovnání s jinými výskyty bazzitu je jen omezené. V porovnání s berylem I a berylem II obsahuje bazzit vyšší koncentrace Na, Mg, Mn, Fe a hlavně Ca, obsahy Cs bývají nejvyšší v primárním berylu I.

Vysoké obsahy Na, Mg, Fe vedle jen místy zvýšených obsahů Cs a Ca, pozitivní korelace R⁺/R²⁺ a negativní korelace R⁺+R²⁺/R³⁺ v bazzitu ukazují na výrazné uplatnění substituce:



kde R⁺ = Na, Cs, K, Rb; R²⁺ = Mg, Fe²⁺, Mn; R³⁺ = Al, Sc, Fe³⁺ (např. BARTON A YOUNG 2002, FRANZ A MORTEANI 2002). Protože v bazzitu neznáme poměr Fe²⁺/Fe³⁺, není uvedena substituce naprosto jednoznačně prokázána, i když je velmi pravděpodobná. Substituce umožňující vstup Ca do bazzitu, nejspíše do pozice CH (ARMBRUSTER *et al.* 1995), není zatím jasná.

5.2. Minerální asociace a vznik bazzitu

Bazzit z pegmatitu Kožichovice II se svojí minerální asociací viditelně liší od všech dosud známých výskytů bazzitu v granitických pegmatitech (CHISTJAKOVA 1968, JUVÉ A BERGSTØL 1990, WITZKE A GIESLER 1998, GRAMACCIOLI *et al.* 2000, RAADE *et al.* 2004). Vyskytuje se v úzké asociaci s primárním berylem I, sekundárním berylem II a sekundárním bavenitem. Podobný výskyt je pouze zmíněn z lokality Hefsetjern, Tørdal v Norsku (JUVÉ A BERGSTØL 1990), ale oba autoři bazzit v asociaci s bavenitem blíže nestudovali a věnovali se výhradně bazzitu, který narůstal na větší krystaly primárního berylu. Zdá se, že studovaný bazzit z Kožichovic II je jediným známým sekundárním bazzitem vznika-

jícím zatlačením primárního berylu (cf. GRAMACCIOLI *et al.* 2000, ČERNÝ 2002). Bazzit z lokality Heftetjern, Tørdal v Norsku ale evidentně obrůstá starší beryl, a agregát bazzit + bavenit zmíněný z této lokality (JUVE A BERGSTØL 1990), je zřejmě také sekundárního původu. Stejněho typu může být i bazzit zatlačující spolu s oftedahlitem thortveitit ze stejné lokality (RAADE *et al.* 2004). Přítomnost bazzitu v dutinách pegmatitů, jeho nárůsty na primární beryl, minerální asociace zahrnující relativně pozdní nízkoteplotní minerály jako bertrandit a jednoznačně sekundární bazzit z Kožichovic a z Heftetjern ukazují, že bazzit vzniká v granitických pegmatitech později než primární beryl. Tento proces mohl probíhat za teplot stability bavenitu a bertranditu, tedy nižších než ~250–350 °C (BARTON A YOUNG 2002), a to i přesto, že bazzit byl dosud syntetizován za teplot 450–700 °C (FRONDEL A ITO 1968). Také spodní hranice vzniku berylu ležící kolem 200–300 °C (např. ČERNÝ 2002) a relativně nízké teploty vzniku bazzitu na alpských žilách indikované jeho těsnou asociací s bertranditem a celkovou minerální asociací alpských žil potvrzují vznik bazzitu za nízkých teplot 200–300 °C.

Poděkování:

Děkuji S. Houzarovi za informace týkající se lokality Kožichovice II a za poskytnutí vzorků pro studium ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského zemského muzea v Brně. Dále děkuji prof. J. Staňkovi za kritické pročtení rukopisu.

LITERATURA

- ARMBRUSTER, TH., LIBOWITZKY, E., DIAMOND, L., AUERNHAMMER, M., BAUERHANSL, P., HOFFMANN, CH., IRRAN, E., KURKA, A., ROSENSTINGL, H. 1995: Crystal chemistry and optics of bazzite from Furkabasistunnel (Switzerland). – *Mineral. Petrol.*, 52, 113–126.
- ARTINI, E. 1915: Due minerali di Baveno contenenti terre rare: Weibyeite e Bazzite. – *Rendic. Acc. Lincei*, 24, 313–319.
- BARTON, M. D., YOUNG, S. 2002: Non-pegmatitic Deposits of Beryllium: Mineralogy, Geology, Phase Equilibria and Origin. In: Grew, E.S. (ed), Beryllium – Mineralogy, Petrology and Geochemistry, *Reviews in Mineralogy*, 50, 591–691.
- ČERNÝ, P. 2002: Mineralogy of Beryllium in Granitic Pegmatites. In: Grew, E.S. (ed), Beryllium – Mineralogy, Petrology and Geochemistry, *Reviews in Mineralogy*, 50, 405–444.
- DILL, H. G., WEBER, B. FÜSSEL, M., MELCHER, F. 2006: The origin of the hydrous scandium phosphate, kolbecite, from Hagendorf-Pleystein pegmatite province, Germany. – *Miner. Mag.*, 70, 281–290.
- FRANZ, G., MORTEANI, G. 2002: Be-Minerals: Synthesis, Stability, and Occurrence in Metamorphic rocks. In: Grew, E. S. (ed), Beryllium – Mineralogy, Petrology and Geochemistry, *Reviews in Mineralogy*, 50, 551–589.
- FRONDEL, C., ITO, J. 1968: Synthesis of the scandium analogue of beryl. – *Amer. Mineral.*, 53, 943–953.
- GRAMACCIOLI, C. M., DIELLA, V., DEMARTIN, F., ORLANDI, P., CAMPOSTRINI, I. 2000: Caesian bazzite and thortveitite from Cuasso al Monte, Varese, Italy: a comparison with the material from Baveno, and inferred origin. – *Can. Mineral.*, 38, 1409–1418.
- HANNI, H. A. 1980: Mineralogische und mineral-chemische Untersuchungen an Beryll aus alpinen Zerrklüften. – Dissertation, Universität Basel.
- HOUZAR, S. 1987: Nový lithný pegmatit z Kracovic u Třebíče. – *Acta Sci. nat. Musei Moraviae occident. Třebíč*, 1–4.
- CHISTJAKOVA, M. B. 1968: Berill i baccit iz chrustalenosnyh polostej granitnyh pegmatitov Kazachstana. – *Trudy Mineral. Muzeja Akademii nauk SSSR*, 18, 140–153.
- JUVE, G., BERGSTØL, S. 1990: Caesian bazzite in granite pegmatite in Tørdal, Telemark, Norway. – *Mineral. Petrol.*, 43, 131–136.
- NĚMEC, D. 1988: Das Be-Borat Hambergit im Pegmatit Jeclov II (West-Mähren/ČSSR) und seine Entstehung. *Z. geol. Wiss.*, 16, 245–251.
- NOVÁK, M. 2005: Granitické pegmatity Českého masivu (Česká republika); mineralogická, geochemická a regionální klasifikace a geologický význam. – *Acta. Mus. Moraviae, Sci. geol.* 90, 3–75.

- NOVÁK, M., BURNS, P. C., MORGAN, G. B. VI 1998: Fluorine variation in hambergite from granitic pegmatites. - *Canad. Miner.*, 36, 441-446.
- NOVÁK M., ČECH F. 1996: Scandian columbite and niobian rutile from pegmatites penetrating the Třebíč durbachite massif, western Moravia, Czech Republic. - *Acta Mus. Moraviae, Sci. nat.*, 80, 3-8.
- NOVÁK, M., ČERNÝ, P. 1998: Niobium-tantalum oxide minerals from complex pegmatites in the Moldanubicum, Czech Republic; Primary versus secondary compositional trends. - *Canad. Mineralogist*, 36, 659-672.
- NOVÁK, M., JOHAN, Z., ŠKODA, R., ČERNÝ, P., ŠREIN, V., VESELOVSKÝ, F. 2008: Primary oxide minerals in the system WO_3 - Nb_2O_5 - TiO_2 - Fe_2O_3 - FeO and their breakdown products from the pegmatite No. 3 at Dolní Bory-Hatě, Czech Republic. - *Eur. Journ. Mineral.*, v tisku.
- NOVÁK, M., ŠREIN, V. 1989: Chemical composition and paragenesis of wolframite from the Dolní Bory pegmatites, western Moravia, Czechoslovakia. - *Acta Univ. Carol. Geol., Čech Vol.*, 495-500.
- POUCHOU, J. L., PICOIR, F. 1985. „PAP“ procedure for improved quantitative microanalysis. - *Microbeam Analysis*, 20, 104-105.
- RAADE, G., BERNHARD, F., OTTOLINI, L. 2004: Replacement textures involving four scandium silicate minerals in the Heftetjern granitic pegmatite, Norway. - *Eur. Journ. Mineral.*, 16, 945-950.
- STANĚK, J. 1973: Phenakite from Třebíč, Czechoslovakia. - *Čas. Morav. muz.*, 58, 49-52.
- ŠKODA, R., NOVÁK, M., HOUZAR, S. 2006. Granitické NYF pegmatity třebíčského plutonu. - *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.* 91, 129-176.
- ŠKODA, R., NOVÁK, M. 2007: Y, REE, Nb, Ta, Ti-oxide (AB_2O_6) minerals from REL-REE euxenite-subtype pegmatites of the Třebíč Pluton, Czech Republic; substitutions and fractionation trends. - *Lithos*, 95, 43-57.
- WITZKE T., GIESLER T. 1998: Erster Nachweis des seltenen Scandium-Silikates Bazzit $Be_3Sc_2(Si_6O_{18})$, aus dem Königshainer Granit/Lausitz. - *Aufschluss*, 49, 293-297.

