

Beryl a fenakit z granitových pegmatitov tunela Sitina v Bratislave

Beryl and phenakite from granitic pegmatites of the Sitina tunnel in Bratislava (Slovak Republic)

DANIEL OZDÍN

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, Slovenská republika

OZDÍN D. (2010): Beryl a fenakit z granitových pegmatitov tunela Sitina v Bratislave. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **18/1**, 78-84. ISSN: 1211-0329.

Abstract

Granitic pegmatite vein (ca. 15 cm thick) containing Be-minerals occurs in granite from the Sitina tunnel in Bratislava, SW Slovakia. Dark grey quartz, white to dark grey microcline, milky-white albite (partially variety cleavelandite) and muscovite are main minerals of the pegmatite. Accessory minerals include garnet (almandine), chlorite and mica (biotite) and Be-bearing minerals: beryl and phenakite. Beryl shows increased concentrations of Mg (up to 0.35 *apfu*), Fe (up to 0.14 *apfu*) and Na (up to 0.48 *apfu*). Average crystallochemical formula of beryl is following (n=12): $\text{Na}_{0.46}\text{Be}_{3.00}\text{Al}_{1.52}\text{Mg}_{0.32}\text{Fe}_{0.12}\text{Si}_{6.04}\text{O}_{18}$. The Fe,Mg-rich composition and high c/a lattice ratio (0.9916) indicate a presence of octahedral beryl type. Phenakite is a part of younger generation of quartz crossing the beryl crystal.

Key words: beryl, phenakite, granitic pegmatites, Bratislava, tunnel Sitina, Malé Karpaty Mts., Slovak Republic

Úvod

Beryl a všeobecne minerály berýlia patria na Slovensku k zriedkavým minerálom. Vo svete sa tieto minerály najčastejšie vyskytujú v pegmatitoch, granitoch, rôznych metamorfovaných horninách, alebo sú súčasťou žíl alp-ského typu. Na Slovensku boli doteraz všetky známe výskyty minerálov berýlia známe len z granitových pegmatitov. Najnovší nález hingganitu-(Y) a „hingganitu-Nd“ z Bacúcha (Pršek et al. 2010) možno najpravdepodobnejšie zaradiť do štádia alpskej paragenézy vyvinutej na hydrotermálnom magnetitovom zrudnení v metamorfovaných horninách veporika. Dlho bol na Slovensku jediný známy výskyt berylu z granitových pegmatitov zo Skleného v pohorí Žiar (Fiala 1931). Neskôr boli opísané výskyty berylu aj v Nízkych Tatrách na lokalitách Prašivá (Pitoňák, Janák 1983; Uher, Broska 1995) a Sb-ložisku Dúbrava (Uher, Benko 1997) a v Považskom Inovci pri Moravonoch nad Váhom (Uher 1991, 2002; Uher, Broska 1995; Uher et al. 1994, 2010). Z Malých Karpát sa uvádza beryl z okolia Borinky (Uher 2000; Uher et al. 2010) a pri Lozorne v doline Suchého potoka (Uher 1992; Ďuďa 2007). Ďaleko najhojnejší výskyt majú však beryly a minerály berýlia na území Bratislavy, kde je pravdepodobne najväčšia koncentrácia granitových pegmatitov na Slovensku. Beryl bol opísaný z oblasti kóty Kamzík, Rösslerovho lomu, Karlovej Vsi, ako aj na lokalitách Dúbravka - Švábsky vrch a Devín - Jezuitské lesy (Gargulák, Vanek 1989; Uher 1992, 2000; Uher, Chudík 2009; Chudík, Uher 2009a,b; Uher et al. 2010). Na lokalite Jezuitské lesy bol popri beryle identifikovaný aj fenakit a bertrandit (Uher, Chudík 2009; Chudík, Uher 2009a,b). Fenakit tiež najnovšie spomínajú z Rösslerovho lomu Uher a Kohút (2009b).

Pri budovaní tunela Sitina (27. 10. 2003 - 3. 5. 2005), ktorého západná rúra meria 1440 m a východná rúra

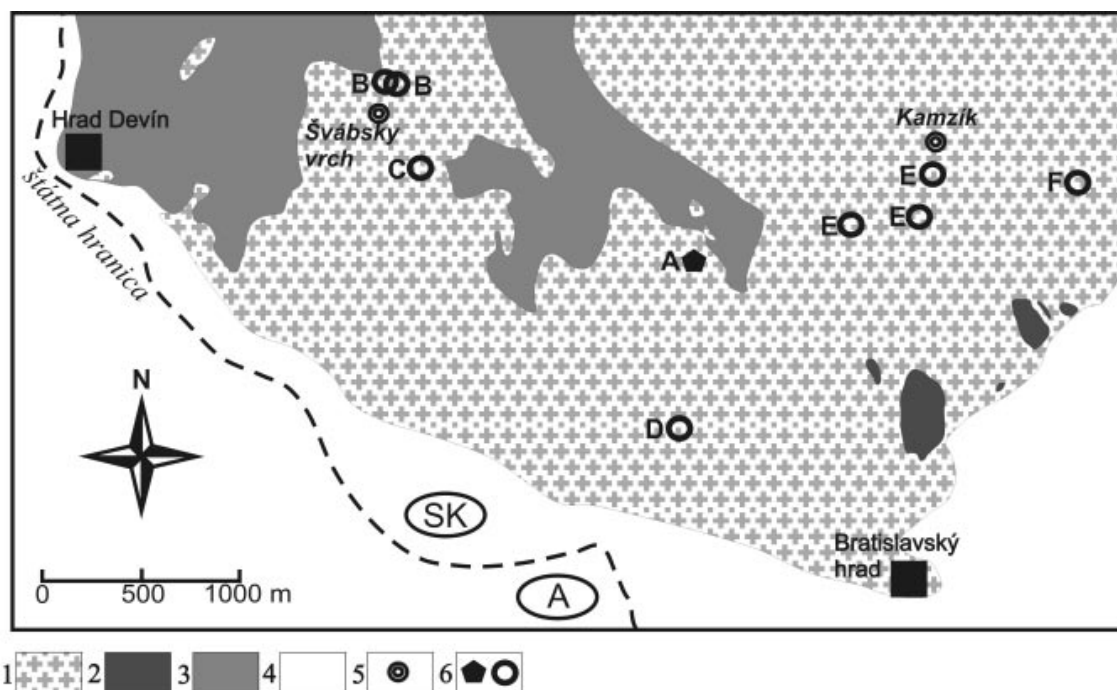
1415 m, bolo narazených množstvo žíl granitových pegmatitov, ktoré boli vyvázané na niekoľko dočasných hald v okolí stavby, ale aj inde v katastri Bratislavy. Pegmatity boli situované najmä v hrubozrnnom muskovitickom granite bratislavského masívu. V jednej zo vzoriek pegmatitov boli nájdené minerály berýlia, ktorým sa venuje tento článok.

Geologická charakteristika

Študované okolie leží na juhozápadnom okraji karpatského oblúku. Prevažná časť regiónu je budovaná granitoidnými horninami bratislavského masívu (obr. 1). Kryštalinikum je zastúpené najmä na pegmatity bohatými hrubozrnnými muskovitickými, muskoviticko-biotitickými granitmi a granodioritmi. Časté najmä v západnej časti Bratislavy sú stredozrnné leukokrátne muskovitické a dvojsludné granity a granodiority (Pristaš et al. 1992). Okrem hlavných granitoidných hornín sú súčasťou kryštalinika v Bratislave aj biotitické svorové ruly a pararuly; fylity a menšie telesá amfibolických dioritov vystupujúcich priamo v centre mesta (Pristaš et al. 1992; Uher, Kohút 2009a; Ozdín et al. 2007). Granitové pegmatity sú v Bratislave veľmi hojné a spolu s granitmi vznikli počas hlavnej fázy hercýnskeho kolízneho orogénu. Vek granitov a pegmatitov je podľa najnovších údajov spodnokarbonský okolo 350 mil. r. (Uher, Kohút 2009a,b). Pegmatity sa podľa klasifikácie Černého a Ercita (2005) zaraďujú do LCT skupiny - berylového typu a berylovo-columbitového podtypu vzácno-prvkových granitových pegmatitov (Uher, Kohút 2009a).

Metodika

Bodové vlnovodisperzné elektrónové mikroanalýzy silikátov berýlia boli vyhotovené na prístroji Cameca SX100 (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava) za



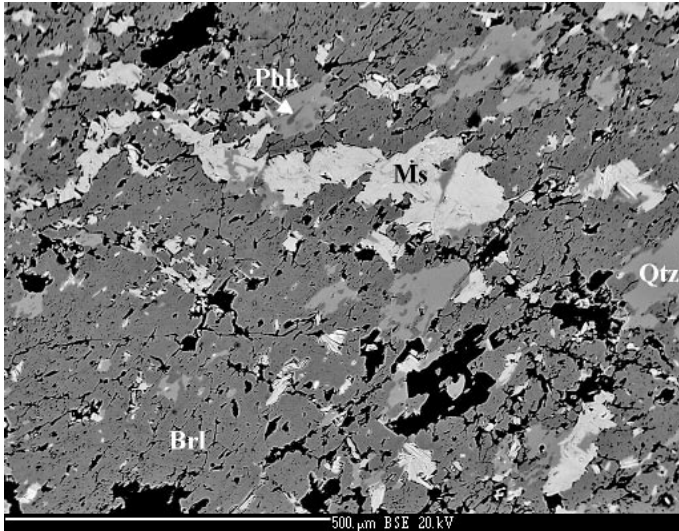
Obr. 1 Geologická mapa Bratislavy s výskytmi berylov v granitových pegmatitoch Bratislavy. Vysvetlivky: 1 - granitoidné horniny s pegmatitmi a s malým podielom metamorfítov; 2 - dioritové telesá; 3 - karbonátové a klastické horniny mezozoika až terciéru; 4 - kvartér; 5 - kóty; 6 - výskyty berylov: A - tunel Sítina, B - Švábsky vrch, C - Jezuitské lesy, D - Karlova Ves, E - Kamzík, F - Rösslerov lom.

nasledujúcich podmienok: urýchľovacie napätie 15 keV, vzorkový prúd 15 nA, priemer elektrónového lúča 1 - 3 μm . Pri meraní boli použité nasledovné štandardy a ich spektrálne čiary: albit (Na K α), ortoklas (K K α), pollucit (Cs L α), $\text{Rb}_2\text{ZnSi}_5\text{O}_{12}$ (Rb L α), wollastonit (Ca K α , Si K α), SrTiO_3 (Sr L α), barit (Ba L α), forsterit (Mg K α), fayalit (Fe K α), rodonit (Mn K α), willemit (Zn K α), Al_2O_3 (Al K α), TiO_2 (Ti K α), apatit (P K α), LiF (F K α) a NaCl (Cl K α). Na sta-

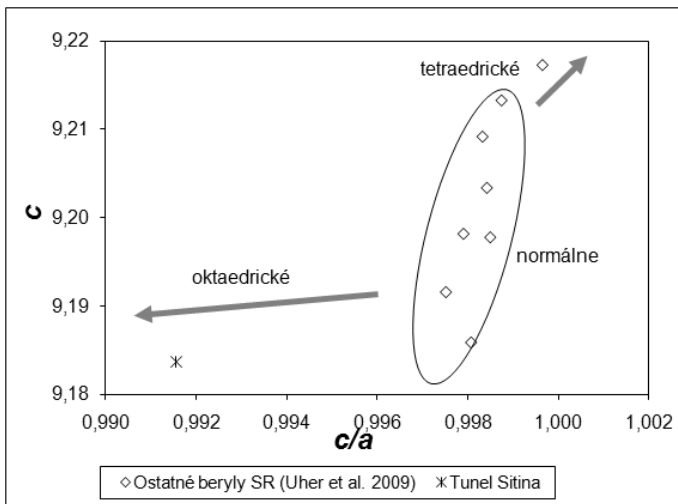
novenie správneho obsahu Rb, Ba a F v analýzach bola použité korekčné faktory. Obrázky v spätné rozptýlených elektrónoch boli vyhotovené pri urýchľovacom napätí 20 keV (obr. 4) resp. 15 keV (obr. 5) a vzorkovom prúde 20 nA na prístroji Cameca SX100. Obrázok 2 bol vyhotovený na stereomikroskope Olympus SZ61 s digitálnym fotoaparátom Olympus SP-350 za použitia softvérov Quick-PHOTO MICRO 2.2 a Deep Focus 3.1.



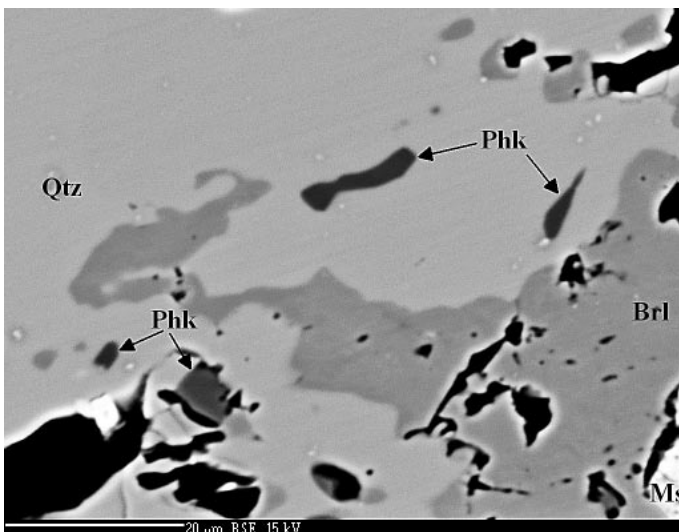
Obr. 2 Detail berylu (sivozelený) v pegmatite. Veľkosť kryštálu berylu 0.6 cm. Foto D. Ozdín.



Obr. 3 Beryl (Brl) prestúpený kremeňom (Qtz) s fenakitom (Phk) a žilkami muskovitu (Ms). Foto D. Ozdín.



Obr. 4 Porovnanie mriežkových parametrov c versus c/a . Trendy a pole jednotlivých substitúcií v beryloch sú podľa Aurisicchia et al. (1988).



Obr. 5 Idiomorfné až alotriomorfné inklúzie fenakitu (Phk) v kremeňi (Qtz) v asociácii s berylom (Brl) a muskovitom (Ms). Foto D. Ozdín.

Z toho istého kryštálu berylu, z ktorého bol robený výskum v elektrónovom mikroanalýzátore bola vyhotovená prášková röntgenová analýza. Neorientovaný práškový preparát bol analyzovaný na prístroji Bruker D8 Advance v Centre excelentnosti SOLIPHA (PriF UK v Bratislave). Podmienky merania: Cu antikatóda ($\lambda_{\alpha_1} = 1.54060 \text{ \AA}$), Ni K β filter, detektor LynxEye, urýchľovacie napätie 40 kV, prúd 40 mA, krok $0.01^\circ 2\theta$ pri čase 1 s, meraný rozsah $4 - 60^\circ 2\theta$. Difrakčné záznamy boli spracované pomocou programu DiffracPLUS EVA (Bruker 2008). Mriežkové parametre boli vypočítané pomocou programu Topas (Bruker 2008).

Luminiscencia minerálov pegmatitu bola pozorovaná pod UV svetlom (Model M-14) v krátkovlnnom žiarení.

Výsledky a interpretácia

Vzorka s minerálmi berylia tvorila fragment pegmatitovej žily hrúbky 7 cm v muskovitickom strednozrnnom (jemnozrnnom) granite. Beryly sa nachádzali 3.5 - 4 cm od styku pegmatitu s granitom. V pegmatite možno pozorovať určitú, ale slabu diferencovanú zonálnosť. Od okraja asi do vzdialenosti 1 cm je strednozrnný pegmatit reprezentovaný najmä sivým kremeňom a bielymi živcami, zriedkavejšie sú lístočky muskovitu. Ďalšia zóna je tvorená najmä jemnozrnným bielym albitom s hojnými hnedočervenými kryštálmi granátom almandínovo-spessartínového zloženia. Pravdepodobne centrálna časť pôvodne asi 15 cm hrubej pegmatitovej žily je už súčasťou blokovej zóny s až 4 cm veľkými jedincami sivobieleho až tmavosivého mikroklinu, až 5 cm veľkými tmavosivými zhlukmi kremeňa a 2 cm veľkými lupičmi muskovitu.

Beryl tvorí max. 6 mm veľké (obr. 2), sivozelené až žltozelené, väčšinou nepriehľadné, zriedkavo aj priesvitné prizmatické kryštály s charakteristickým hexagonálnym habitom. Vyskytuje sa v tmavosivom kremeňi, ale najčastejšie na jeho styku so sivým mikroklinom v asociácii s muskovitom.

V BSE je beryl takmer homogénny. Makroskopicky dobre vyvinuté hexagonálne kryštály sú na mikroúrovni veľmi deštruované a preplnené množstvom žiliek a prerastov kremeňa a geneticky najmladšieho jemnošupinkovitého muskovitu (obr. 3). V kremeňi sa nachádzajú aj drobné inklúzie fenakitu. Priamo v beryle fenakit nebol pozorovaný.

Chemické zloženie berylu je charakteristické zvýšenými koncentraciami Na, Fe a Al. Hliník je v oktaédrickej pozícii substituovaný najmä horčíkom (do 0.35 *apfu*), menej železom (do 0.14 *apfu*). Priemerný empirický vzorec z tunela Sitina je $\text{Na}_{0.46}\text{Be}_{3.00}\text{Al}_{1.52}\text{Mg}_{0.32}\text{Fe}_{0.12}\text{Si}_{6.04}\text{O}_{18}$.

Zo vzorky berylu bola vyhotovená röntgenová prášková difrakčná analýza (tab. 2). Pretože dodnes nebola publikovaná žiadna relevantná röntgenová analýza z územia Slovenska na porovnanie bola vyhotovená aj analýza agregátov berylu zložených z tenko prizmatických krémovo sfarbených kryštálov z lokality Bratislava - Dúbravka (Švábsky vrch). V tabuľke 2 sú uvedené na porovnanie aj jediné dve doteraz publikované röntgenové analýzy berylov z územia Slovenska, ktorých najmä hodnoty intenzít nemajú veľkú výpovednú hodnotu. Mriežkové parametre

berylu z tunela Sitina sú nasledujúce v [Å]: $a = 9.2619$ (4), $c = 9.1837$ (7); $V = 682.26$ (7) Å³. Pomer mriežkových parametrov c/a je 0.9916. Podľa kryštalochemického rozdelenia berylov (Auricchio et al. 1988) ide o oktaedrický typ berylu, v ktorých nastáva prevažne substitúcia Al ↔ Me²⁺. Rozmedzie pomeru mriežkových parametrov pre oktaedrické berylly je podľa Auricchia et al. (1988) 0.991 - 0.996. Na obrázku 4 je možno vidieť výnimočnú pozíciu parametra c/a v beryle z tunela Sitina oproti ostatným slovenským berylom.

Fenakit tvorí veľmi drobné väčšinou do 10 μm (max. 40 μm) veľké inklúzie v kremeň. Inklúzie sú idiomorfne až alotriomorfne tvaru. Vystupuje v paragenéze s berylom, ale vždy v kremeň (obr. 5). Je súčasťou hlavného čierosivého kremeňa ako aj veľmi krátkych žiliek

kremeňa v beryle. Genetický vzťah fenakitu k muskovitu ako aj ďalším minerálom nebol pozorovaný. Jeho chemické zloženie je charakteristické svojou sterilnosťou a z meraných stopových prvkov boli len lokálne veľmi jemne zvýšené koncentrácie Al (obsah Al₂O₃ max. 0.25 hm. % = 0.01 apfu; tab. 3). Priemerný kryštalochemický vzorec ($n = 9$) fenakitu z tunela Sitina je zhodný s teoretickým vzorcom (Be_{2.00}Si_{1.00}O₄). Fenakit bol identifikovaný na základe obsahov SiO₂, ako aj charakteristickej výraznej svetlomodrej katódoluminiscencie, typickej pre fenakit (napr. Anthony et al. 1996).

Mikroklín je jeden z najhojnejších minerálov v pegmatite. Je bielosivý až tmavosivý, hrubokryštalický, najmä v centrálnej časti pegmatitu. Zriedkavejšie nadobúda svetloželenú až krémovoželenú luminiscenciu v krátkovln-

Tabuľka 1 Elektronové mikroanalýzy (v hm. %) a kryštalochemické koeficienty berylu z tunela Sitina v Bratislave

An. č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	65.24	65.67	65.38	65.47	66.16	65.02	65.45	64.95	65.13	64.96	64.82	64.70
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
BeO*	13.49	13.61	13.53	13.57	13.72	13.46	13.54	13.44	13.47	13.38	13.41	13.38
Al ₂ O ₃	13.66	14.60	14.03	13.76	14.63	14.21	13.76	13.69	14.11	13.58	13.89	13.76
Fe ₂ O ₃	1.76	0.97	1.65	2.04	1.52	1.63	1.83	1.81	1.86	1.84	1.82	1.87
MnO	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.06	0.00
MgO	2.50	2.38	2.34	2.46	2.21	2.17	2.47	2.43	2.08	2.25	2.19	2.28
ZnO	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
CaO	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04
Na ₂ O	2.64	2.41	2.47	2.63	2.68	2.41	2.67	2.56	2.50	2.48	2.39	2.63
K ₂ O	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02
Rb ₂ O	0.02	0.03	0.00	0.03	0.04	0.02	0.00	0.02	0.04	0.02	0.00	0.00
Cs ₂ O	0.09	0.02	0.08	0.08	0.08	0.04	0.08	0.08	0.07	0.04	0.07	0.05
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
BaO	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
O=Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
total	99.48	99.77	99.57	100.16	101.13	99.05	99.88	99.10	99.35	98.64	98.73	98.75
Kryštalochemické koeficienty berylu prepočítané na 8 katiónov												
Si	6.040	6.027	6.034	6.026	6.024	6.031	6.035	6.033	6.038	6.063	6.037	6.037
P	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
Σ T	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Al	1.491	1.579	1.526	1.493	1.570	1.553	1.495	1.499	1.542	1.493	1.525	1.513
Fe ³⁺	0.123	0.067	0.115	0.142	0.104	0.114	0.127	0.127	0.130	0.129	0.127	0.131
Mn	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	0.005	0.000
Mg	0.345	0.325	0.322	0.337	0.300	0.300	0.340	0.337	0.287	0.312	0.304	0.317
Ti	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Σ O	10.999	10.999	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	10.999	11.000	10.998	10.999
Be	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Na	0.473	0.429	0.443	0.469	0.473	0.434	0.478	0.462	0.450	0.449	0.432	0.476
Ca	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004	0.002	0.004	0.003	0.003	0.002	0.004
K	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003
Rb	0.001	0.002	0.000	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000
Cs	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002
Ba	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sr	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ 2a	0.484	0.437	0.451	0.481	0.485	0.443	0.485	0.471	0.460	0.458	0.440	0.485

Tabuľka 3 Elektronové mikroanalýzy fenakitu (v hm. %) z tunela Sitina v Bratislave (BeO* - dopočítané)

An. č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	54.62	54.85	53.82	55.02	54.37	54.95	54.68	54.17	54.28
BeO*	45.49	45.69	44.83	45.82	45.29	45.78	45.67	45.39	45.20
Al ₂ O ₃	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.14	0.26	0.00
FeO	0.08	0.01	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05	0.04	0.07
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00
MgO	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
CaO	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Na ₂ O	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
K ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
Rb ₂ O	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
Cs ₂ O	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
O=Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma	100.26	100.63	98.80	100.94	99.75	100.82	100.60	100.01	99.59

Chlorit tvorí max. 0.5 mm široké a 2.5 mm dlhé žilky zložené z tmavozelených lístočkovitých kryštálov. Nachádza sa dominantne v sivom kremeňi. Jeho vzťah k biotitu nebol pozorovaný.

Biotit tvorí len veľmi zriedkavo ojedinelé lístočkovité kryštály alebo tenké žilky v pegmatite. Veľmi zriedkavo obrastá tmavočierny biotit kryštály berylu na ich styku s kremeňom.

Diskusia a záver

V tuneli Sitina v Bratislave sa nachádza množstvo pegmatitových žíl, ktoré sa vyznačovali najmä veľkou variabilitou živcov. V jednej z menších žíl boli nájdené aj minerály berylia - beryl a fenakit. Beryl podľa práce Aurisicchia et al. (1988) patrí medzi oktaedrické beryly, t. z. medzi beryly s najväčšou substitúciou v oktaédrickej pozícii. Je to prvý výskyt takéhoto berylu na Slovensku, nakoľko všetky doteraz publikované beryly z nášho územia (Uher et al. 2010) patria medzi normálne beryly v zmysle klasifikácie Aurisicchia et al. (1988). Výnimku v práci Uhera et al. (2010) tvorí beryl z Bratislavy - Jezuitských lesov I, ktorý autori zaraďujú medzi tetraedrické beryly. Vzorka z tunela Sitina je parageneticky zaujímavá tým, že vo väčšine prípadov slovenských Be-Nb-Ta pegmatitov sú beryly súčasťou kremenného jadra (Uher 1992, 2000; Gargulák, Vanek 1989; Uher, Benko 1997; Uher et al. 2010 atď.), prípadne v jemnozrnnom albite, ako je to na lokalite Bratislava - Jezuitské lesy (Uher et al. 2010), ale vyskytuje sa vždy medzi čiernosivým kremeňom a sivým mikroklínom, často v blízkosti jemnozrnného albitu s rozptýlenými granátmi.

Podakovanie

Veľká vďaka patrí Mgr. Petrovi Bačíkovi, PhD. za pomoc pri rtg. prácach a za pripomienky k práci, a doc. RNDr. Pavlovi Uherovi, CSc., ktorého pripomienky významne zlepšili kvalitu manuskriptu. Táto práca vznikla vďaka podpore grantu Ministerstva školstva Slovenskej republiky VEGA č. 1/0287/08 a grantu APVV VVCE-0033-07.

Literatúra

- Anthony J. W., Bideaux R. A., Bladh K. W., Nichols M. C. (1996): Handbook of Mineralogy. Vol. II, Silica, Silicates. Part 2. - Mineral Data Publishing, Tucson, 458 pp.
- Aurisicchio C., Fioravanti G., Grubessi O., Zanazzi P. F. (1988): Reappraisal of the crystal chemistry of beryl. - *Am. Mineral.* **73**, 826-837.
- Bruker (2008): DIFFRACplus EVA. - <http://www.bruker-axs.com/eva.html>.
- Černý P., Ercit T. S. (2005): The classification of granitic pegmatites revisited. - *Can. Mineral.* **43**, 2005-2026.
- Đuđa R. (2007): Slovenské minerály - encyklopedický prehľad. Časť - 6: VIII. Silikáty (A-L). - *Natura Carpat.* **48**, 7-64.
- Fiala F. (1931): Několik mineralogických nálezů ze Žiariského pohoří. - *Sbor. Přírodoved. Odb. Slov. vlastived. Múz.*, 24-27.
- Gargulák M., Vanek J. (1989): Beryl - prvý nález v pegmatitoch Malých Karpát. - *Min. Slov.* **21**, 426.
- Chudík P., Uher P. (2009a): Nb-Ta oxide minerals from the Jezuitské lesy granitic pegmatite, Bratislava massif, Western Carpathians, Slovakia: Compositional variations and evolution. - *Mitt. Österr. Mineral. Ges.* **155**, 40.
- Chudík P., Uher P. (2009b): Vzácno-prvkový berylo-columbitový granitový pegmatit Bratislava - Jezuitské lesy (Malé Karpaty): mineralogická charakteristika. - In: Kohút M., Šimon L.: Spoločný geologický kongres Českej a Slovenskej geologickej spoločnosti. ŠGÚDŠ, Bratislava, 83-84.
- Ozdín D., Uher P., Bačík P. (2007): Amfiboly a minerály skupiny epidotu v porfyrickom diorite na lokalite Bratislava - Okánikova ulica. - *Min. Slov.* **39**, 4, Geovestník 4.
- Pitoňák P., Janák M. (1983): Beryl - nový minerál nízkotranských pegmatitov. - *Min. Slov.* **15**, 231-232.
- Pristaš J., Horniš J., Halouzka R., Maglay J., Konečný V., Lexa J., Nagy A., Vass D., Vozár J. (1992): DANREG. - GÚDŠ, Bratislava.

- Pršek J., Ondrejka M., Bačík P., Budzyn B., Uher P. (2010): Metamorphic-hydrothermal REE minerals in the Bacúch magnetite deposit, Western Carpathians, Slovakia: (Sr,S)-rich monazite-(Ce) and Nd-dominant hingganite. - *Can. Mineral.* **48**, 81-94.
- Uher P. (1991): Be-Nb-Ta granitic pegmatites - a new type of rare-element mineralization in the Western Carpathians. - *Geol. Carpath.* **42**, 331-339.
- Uher P. (1992): Vzácno-prvková Be-Nb-Ta mineralizácia v granitových pegmatitoch Západných Karpát. - Manuskript (kandidátska dizert. práca), Archív PriF UK, Bratislava, 180 s.
- Uher P. (2000): Minerály granitových pegmatitov Slovenska - súčasný stav poznatkov. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **8**, 170-180.
- Uher P. (2002): Minerály pegmatitu Moravany nad Váhom. - *Minerál* **10**, 5, 344-348.
- Uher P., Benko P. (1997): Beryl-kolumbitový pegmatit na ložisku Dúbrava v Nízkych Tatrách. - *Natura Carpat.* **38**, 181-184.
- Uher P., Broska I. (1995): Pegmatites in two suites of variscan orogenic granitic rocks (Western Carpathians, Slovakia). - *Miner. Petrol.* **55**, 1-3, 27-36.
- Uher P., Černý P., Novák M., Šiman P. (1994): Niobium-tantalum minerals from granitic pegmatites in the Malé Karpaty, Považský Inovec and Žiar Mountains, Western Carpathians, Slovakia. - *Min. Slov.* **26**, 157-164.
- Uher P., Chudík P. (2009): Stop D5 Devín, Jezuitské lesy. Vzácno-prvkový granitový pegmatit s Be-Nb-Ta mineralizáciou. - In: Kohút M., Šimon L.: Spoločný geologický kongres Českej a Slovenskej geologickej spoločnosti. ŠGÚDŠ, Bratislava, 248-251.
- Uher P., Chudík P., Bačík P., Vaculovič T., Galiová M. (2010): Beryl composition and evolution trends: an example from granitic pegmatites of the beryl-columbite subtype, Western Carpathians, Slovakia. - *J. Geosci.* **55**, 27-38.
- Uher P., Kohút M. (2009a): STOP 1 Bratislava - Karlova Ves, Líščie údolie. - In: Kohút M., Šimon L.: Spoločný geologický kongres Českej a Slovenskej geologickej spoločnosti. ŠGÚDŠ, Bratislava, 225-226.
- Uher P., Kohút M. (2009b): STOP 2 Bratislava - Rösslerov lom. - In: Kohút M., Šimon L.: Spoločný geologický kongres Českej a Slovenskej geologickej spoločnosti. ŠGÚDŠ, Bratislava, 227-228.