

VÝSKYT MINERALOGICKY POZORUHODNÉHO LAMPROITU V TŘEBÍČSKÉM PLUTONU VE STŘÍTEŽI U TŘEBÍČE

MINERALOGICALLY REMARKABLE LAMPROITE OCCURRENCE IN THE TŘEBÍČ PLUTON
AT STŘÍTEŽ NEAR TŘEBÍČ

LUKÁŠ KRMÍČEK & STANISLAV HOUZAR

Abstract

Krmíček, L., Houzar, S. (2012): Výskyt mineralogicky pozoruhodného lamproitu v třebíčském plutonu ve Stříteži u Třebíče. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 97, 1, 71–88.

Mineralogically remarkable lamproite occurrence in the Třebíč Pluton at Střítež near Třebíč

A new occurrence of a mafic dyke was recognised along the eastern termination of the Moldanubian zone at Střítež near Třebíč (western Moravia, Czech Republic), where crosscuts melanocratic amphibole-biotite granosyenite (durbachite) of the Třebíč Pluton. The studied rock is significant for both its exotic mineralogy and geochemistry, which allows us to classify it as a lamproite with a distinct affinity to a new high-silica lamproite variety (variety Šebkovice). It contains up to 20 vol. % of phenocrysts of Al-poor phlogopite together with minor Al-, Na-poor diopside and an Al-rich phyllosilicate of the biotite-type with unusual atomic ratios of its major cations K : (Fe, Mg) : Al : Si ~ 1 : 2.5 : 2 : 2.5. The dyke matrix consists of anomalously Ti-rich (up to 5.13 wt. % TiO₂) potassic equivalents of sodic-calcic to sodic amphiboles (up to 25 vol. %), Fe-bearing microclines (~50 vol. %), minor fluorapatite (± cheralite?) and (K)-Ba-Ti accessory minerals replacing interstitial baotite in addition. Among (K)-Ba-Ti accessories, rare henrymeyerite, priderite (first occurrence in a Variscan Europe), benitoite and presumed bazirite were identified. The dyke has relatively high SiO₂ (58.5 wt. %) and MgO (6.0 wt. %) contents, along with very high contents of K₂O (9.7 wt. %), Ba (5 296 ppm), Zr (854 ppm) and extraordinary high LILE/HFSE ratios (Ba/Nb = 155; Rb/Nb = 8.6; Th/Nb = 2.2) and only low concentrations of total Fe (as Fe₂O₃) and CaO (both < 6 wt. %). Despite the fact that the rock contains priderite, a typomorphic mineral for several diamondiferous lamproites of an anorogenic-type confined to the stable continental settings, the Střítež lamproite belongs to the Variscan orogenic lamprophyre-cocite-lamproite association recently recognised in the eastern part of the Bohemian Massif.

Key words: orogenic lamproite, mineral assemblage, baotite, benitoite, henrymeyerite, priderite, Třebíč Pluton, Bohemian Massif

Lukáš Krmíček, Brno University of Technology, Veveří 95, 602 00 Brno, Czech Republic, l.krmicek@gmail.com
Stanislav Houzar, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic

1. ÚVOD

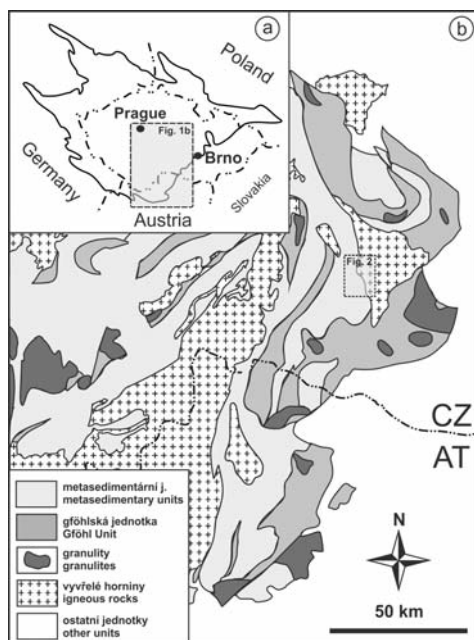
Výskyty tmavých žilných hornin v blízkém okolí Třebíče jsou známy již od druhé poloviny 19. století, kdy FOULLON (1883) zdokumentoval žilu kersantitu prorážející čočkou mramoru u Sokolí. Později našel F. Dvorský makroskopicky podobnou žilnou horninu, pronikající cordieritickými migmatity u obce Kracovice, jenž byla pod odlišnou lokalizací Stařeč popsána počátkem dvacátého století F. E. Suessem jako mineta, a u které byl později L. Waldmannem opticky rozpoznán výskyt „alkalického“ amfibolu (HACKL a WALDMANN

1935). NĚMEC (1973) klasifikoval zmíněný amfibol jako richterit. Žilné horniny v okolí Třebíče jako celek byly charakterizovány až v pracích NĚMCE (1978 a 1993). Autor zde vylénil čtyři odlišné petrografické typy – pyroxenické granodioritové porfyryty, xenolitické dioritové porfyryty, amfibolické spessartity a tzv. alkalické žíly, do nichž autor zařadil alkalické minety a alkalické mikrosyenity. U alkalických žil byl následně popsán výskyt vzácného titanosilikátu s bariem – baotitu (NĚMEC 1987). Moderní petrografické, mineralogické a geochemické zhodnocení pomohlo odhalit, že „alkalické žíly“ lze nejlépe klasifikovat jako SiO₂-bohaté lamproity orogenního typu (KRMÍČEK 2010a, 2010b, 2011). Rovněž se podařilo nejvíce peralkalickou lamproitní žílu s unikátní Ba-Ti-Zr mineralizací, která vystupuje jz. od Třebíče na lokalitě Šebkovice, popsat jakou novou varietu lamproitu (KRMÍČEK *et al.* 2011).

Předmětem předkládané práce je petrografická a mineralogická charakteristika tmavé (mafické) žilné horniny lamprofyrového vzhledu (obsahuje makroskopicky nápadné vyrůstlice tmavých slíd), která byla nalezena v podobě úlomků na poli počátkem roku 2011 M. Vokáčem (Muzeum Vysočiny, Jihlava) a jedním z autorů této práce (S. H.). Výskyt v půdním skeletu se nachází asi 400 m od jižního okraje Stříteže a přibližně 350 m v. od silnice Třebíč-Jaroměřice nad Rokytnou. Je zčásti zakryt deluviálními hlinami s relikty terciérních jilovito-písčitých vltávinonosných sedimentů a byl později ověřen L. K. menší sondáží.

2. GEOLOGICKÁ SITUACE

Studovaná žíla, která vykazuje generelně orientaci ve směru SV-JZ, vystupuje v rámci jihovýchodní části Českého masivu, a to nedaleko západního okraje trebičského plutonu (obr. 1 a 2). Žílu se podařilo v celé její metrové mocnosti zachytit asi 1,5 m hlubokým vý-

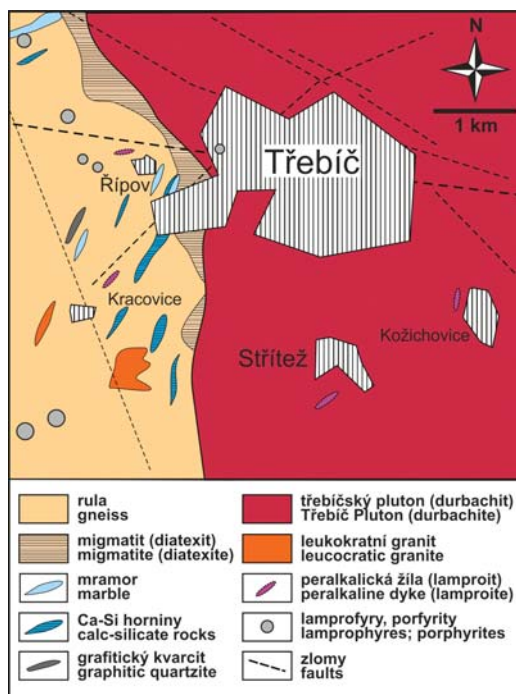


Obr. 1. Zjednodušené geologické vymezení rozsahu Českého masivu (a) společně s geologickou skicou jeho jihovýchodního okraje (b). Obrázek modifikován podle FIALY *et al.* 1995 a KRMÍČKA *et al.* 2011.

Fig. 1. Simplified geological delimitation of the Bohemian Massif (a) along with geological sketch of its southeastern border (b). Figure modified from FIALA *et al.* 1995 and KRMÍČEK *et al.* 2011.

kopem. Díky tomu byly odebrány vzorky jak z jejího středu, tak z jejího velmi jemnozrnného („zchlazeného“) okraje. Okolní horninou je tmavý, středně zrnitý porfyrický amfibolico-biotitický melanokratický granit/syenit (durbachit). Jde o ultradraselnou horninu mlado-paleozoického stáří (~335 Ma; KOTKOVÁ *et al.* 2010). Kontakt žíly s okolními durbachity je ostrý. V blízkém okolí popisovaného výskytu se v durbachitu objevuje menší roj křemenných žil a ojediněle i drobné žíly turmalinických mikrogranitů a pegmatitů.

Další lokality, na kterých by tmavé žilné horniny prorážely přímo durbachity třebíčského plutonu, jsou velmi vzácné. Jednu z mála ověřených výjimek představuje asi 50 cm mocná žíla „lamprofyru“ vymapovaná BUBENÍČKEM (1968) v třebíčském plutonu při západním okraji obce Kožichovice, asi 2 km na SV od námi popisované lokality. Tato žíla je makroskopicky shodná s odebranými vzorky střítežské žíly.



Obr. 2. Geologické schéma okolí Třebíče s vyznačením pozice výskytů peralkalických žil.

Fig. 2. Geological scheme of the Třebíč surroundings with marked occurrences of peralkaline dykes.

3. METODIKA STUDIA

Z vybraných vzorků žilné horniny byly zhotoveny leštěné výbrusy, které byly následně studovány: (1) pomocí polarizačního mikroskopu, (2) pomocí katodové luminiscence, (3) na elektronové mikrosondě.

Chemické složení jednotlivých minerálů bylo studováno v Laboratoři elektronové mikroskopie a mikroanalýzy na PřF MU s využitím elektronové mikrosondy CAMECA SX100. Analytické podmínky byly následující: vlnově-disperzní spektrum (WDS), urychlovací napětí 15 kV, proud 10 až 20 nA, šířka svazku 3–8 μm, načítací časy 10 až 40 sekund. Pro kalibraci analyzovaných prvků byly využity tyto standardy: As – lammerit (InAs u „cheralitu“); Ba, S – baryt (benitoit u amfibolů); Ca – grosulár; Cl – NaCl; Cr – chromit;

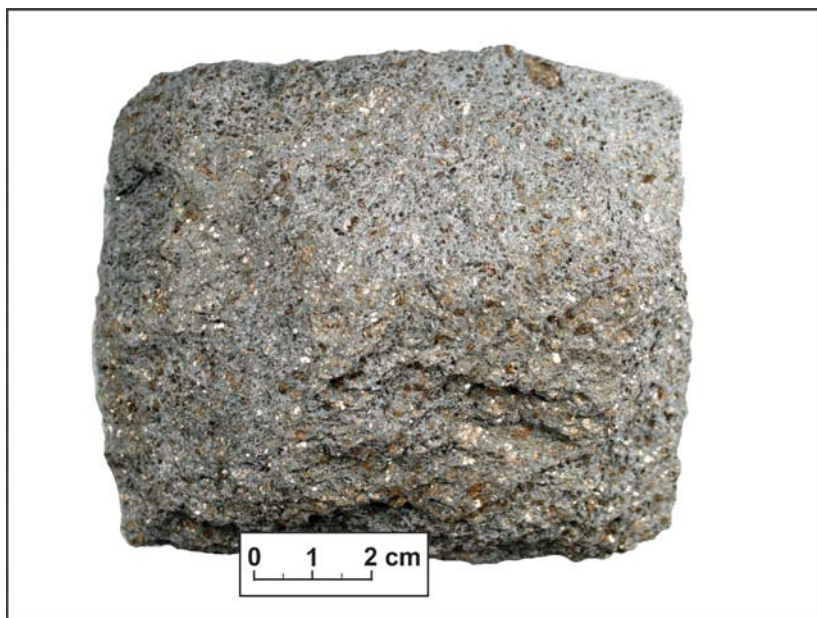
Cu - měď; F - topaz; Fe - almandin (andradit u živců a akcesorických minerálů); Mg - $MgAl_2O_4$; Mn - Mn_2SiO_4 ; Mn - rhodonit; Nb - Ivigtut-columbit; Pb - PbS; Na - albit; P - fluorapatit; Sc - $ScVO_4$; Si, Al, K - sanidin, (Si, Ti, Ca - titanit u akcesorických minerálů); Sr - $SrSO_4$; Ni - Ni; Ta - $GrTa_2O_6$; Th - brabantit; Ti - titanit; U - U; V - vanadinit; Zn - $ZnAl_2O_4$; Y - YAG (yttrito-hlinitý granát); Zr - zirkon. U prvků vzácných zemin byly využity následující standardy: La - $LaPO_4$, Ce - $CePO_4$ ($CeAl_2$ v případě Ba-Ti-fázi), Pr - PrF_3 , Nd - $NdPO_4$, Sm - $SmPO_4$, Eu - $EuPO_4$, Gd - $GdPO_4$, Dy - $DyPO_4$, Er - ErYAG. Obsahy jednotlivých prvků byly přepočteny automatickou PAP korekcí (POUCHOU a PICHOR 1985). Z analyzovaných výbrusů byly zhotoveny BSE (back-scattered electron) snímky. Chemické složení jednotlivých minerálů bylo z hmot. % přepočteno na hodnoty *apfu* (atoms per formula unit = počet atomů ve vzorcové jednotce).

Stanovení chemického složení studované horniny bylo provedeno v laboratořích AcmeLabs v Kanadě, a to pomocí metody ICP-ES (hlavní oxidy, Ba, Ni, Cu, Pb, Zn) a ICP-MS (Co, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Ta, Th, U, V, Zr, Y a prvky vzácných zemin).

4. KOMPLEXNÍ CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉ ŽÍLY

4.1 Petrografická charakteristika

Hornina je jemnozrná až velmi jemnozrná, šedomodré barvy (obr. 3) s nápadnými porfyrickými vyrostlicemi tmavé slídy (typicky do 5 mm; výjimečně ~ 1 cm), které se na navětralých partiích bronzově lesknou, a které jsou obklopeny panidiomorfně zrnitou základní hmotou tvořenou směsí tabulkovitého draselného živce s charakteristickým mikroklinovým „mřížkováním“ a tence jehličkovitého „alkalického“ amfibolu. Vyrostlice v centrální části žíly nevykazují přednostní orientaci, zatímco u vzorků z okrajové části můžeme poz-



Obr. 3. Ukázka makrovzorku studované žíly s patrnými vyrostlicemi tmavé slídy obklopenými jemnozrnou základní hmotou s charakteristickým šedomodrým zbarvením.

Fig. 3. An example of studied dyke with visible mica phenocrysts surrounded by fine-grained groundmass characterised by grey-blue colour in a hand specimen.

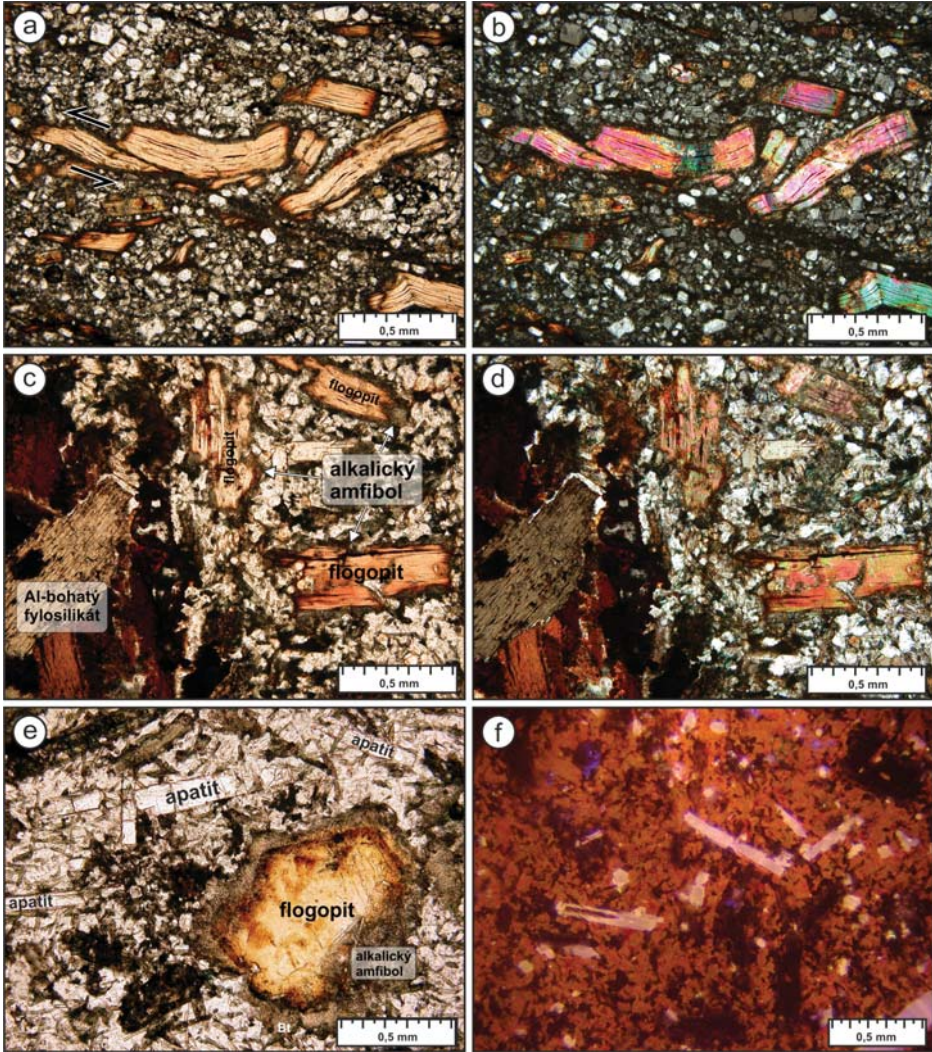
rovat tokem usměrněné tmavé slídy orientované paralelně podél kontaktu s okolní horninou. Na některých vzorcích byla zaznamenána přítomnost maximálně několik milimetrů širokých „střížných zón“, podél kterých došlo v subsolidovém stádiu vývoje žilné intruze k částečné reorientaci slídivých fenokrystů (obr. 4). Vyrůstlice tmavých slíd jsou nápadně zonální s bezbarvými až světle oranžovými středy a tmavohnědými okraji (obr. 5a, b). Slídivé fenokrysty, které se v rámci výbrusu mohou lokálně koncentrovat do nepravidelných slídnatých (glimmeritových) partií, jsou v různé míře zatlačovány mladším amfibolem s nápadným pleochroismem „alkalických“ amfibolů v zelených odstínech (obr. 5c, d). Ve výbrusech z okrajové i centrální partie žíly je možné vzácně pozorovat drobnější i větší shluky (do 5 mm) béžově až červenohnědě pleochroických lištovitých minerálů, které patří exotickému hliníkem bohatému fylosilikátu biotitového kompozičního typu (obr. 5c, d – viz chemické složení tab. 2).

V závislosti na stupni zatlačování vyrůstlic tmavé slídy mladšími amfiboly kolísá modální složení žilné horniny v rozsahu 21–25 obj. % u amfibolu a v rozsahu 15–20 obj. % u tmavé slídy. Klinopyroxen je společně se shluky hliníkem bohatého fylosilikátu zastoupen do 2 obj. %. Světlé součásti, které jsou u naší horniny dominantně zastoupeny mikroklinem a zcela podružně křemenem, dosahují 50 obj. %. Z minerálů, které bývají tradičně označovány jako akcesorické, dosahuje zastoupení apatitu v naší hornině až 4 obj. %, na ostatní akcesorie pak připadají rovněž 4 obj. %. Pro makroskopicky podobnou žílu vystupující na lokalitě Kožichovice uvádí NĚMEC (1993) následující modální složení: amfibol (21,2 obj. %), tmavá slída (19,7 obj. %), klinopyroxen (1,5 obj. %), světlé součásti (50,3 obj. %), titanit (3,8 obj. %) a apatit (3,5 obj. %). Ve výbrusech z této žíly můžeme také pozorovat obdobný charakter zatlačování starších vyrůstlic tmavé slídy mladším „alkalickým“ amfibolem (obr. 5e).



Obr. 4. Ukázka přeskenovaného celoplošného výbrusu s patrnými vyrůstlicemi zonálních tmavých slíd a vzácnými lupinky Al-bohatého fylosilikátu (v červeném kolečku). Napříč výbrusem pronikají mikroskopické střížné zóny (s). Zobrazeno při pozorování s jedním nikolem.

Fig. 4. An example of scanned thin section with visible zoned mica phenocrysts and Al-rich phyllosilicate (in a red circle). Thin section is crosscut by microscopic shear zones (s). Plane-polarised light.



Obr. 5. Reprezentativní mikrofotografie žilné horniny: a – zonální vyrostlice tmavé slídy reorientované podél diskretní střížné zóny (fotografie s jedním nikolem); b – stejná mikrofotografie se zkříženými nikoly; c – Al-bohatý fylosilikát společně s vyrostlicemi tmavé slídy, které jsou zatlačovány mladším „alkalickým“ amfibolem (fotografie s jedním nikolem); d – stejná mikrofotografie se zkříženými nikoly; e – bazální řez flogopitovou vyrostlicí výrazně zatlačovanou mladším „alkalickým“ amfibolem společně s tlustě sloupcovitými apatity v petrograficky podobném vzorku z lokality Kožichovice (fotografie s jedním nikolem); f – oranžovo-červená luminescence mikroklinů základní hmoty obsahující hojně fialově luminescentní apatity a submikroskopické Ba-Ti akcesorické minerály s modrou luminescencí (žila Střítež).

Fig. 5. Representative photomicrographs of the dyke: a – zoned mica phenocrysts reoriented along discrete shear domain (plane-polarized light); b – same photomicrograph in a cross-polarized-light; c – Al-rich phyllosilicate together with mica phenocrysts replaced by younger “alkaline” amphibole (plane-polarized light); d – same photomicrograph in a cross-polarized-light; e – basal section of phlogopite phenocryst strongly replaced by younger “alkaline” amphibole and thick apatite columns in a petrographically similar sample from Kožichovice (plane-polarized light); f – orange-red luminescent groundmass microclines along with abundant violet luminescent apatites and submicroscopic blue luminescent Ba-Ti accessories are characteristic CL features of the Střítež dyke.

Při pozorování v katodové luminiscenci jsou vzorky z lokality Strážec i Kožichovice charakterizovány nezvyklou oranžovo-červenou luminiscencí mikroklinů základní hmoty (obr. 5f). Nápadné je rovněž zastoupení fialově luminiscentních apatitů, a také modře luminiscentních akcesorických Ba-Ti minerálů.

Tabulka 1. Reprezentativní složení draselných amfibolů, aktinolitu a klinopyroxenu.

Table 1. Representative compositions of potassic amphiboles, actinolite and clinopyroxene.

minerál mineral	draselný amfibol potassic amphibole			aktinolit actinolite	diopsid diopside
analýza č.	47	58	65	48	64
SiO ₂	52,18	52,06	51,94	56,94	55,09
TiO ₂	5,12	5,13	4,08	0,08	0,36
Al ₂ O ₃	0,34	0,26	0,30	0,17	0,16
Cr ₂ O ₃	n.d.	0,02	0,02	0,02	0,02
V ₂ O ₃	0,13	0,12	0,10	0,07	0,05
FeO	19,37	21,47	17,86	12,55	4,10
MnO	0,36	0,40	0,40	0,46	0,16
MgO	8,53	7,39	10,44	16,3	17,3
CaO	1,99	1,84	2,89	10,69	23,57
BaO	0,20	0,20	0,14	0,03	0,02
SrO	0,81	0,86	0,87	0,16	0,18
K ₂ O	3,91	3,91	3,96	0,44	0,03
Na ₂ O	5,69	5,94	5,09	1,26	0,29
F	0,54	0,32	0,72	0,28	n.d.
H ₂ O*	1,73	1,84	1,65	1,99	
O=F	-0,23	-0,13	-0,3	-0,12	
Suma	100,68	101,62	100,16	101,32	101,34
Si ⁴⁺	7,858	7,848	7,826	8,052	1,989
Ti ⁴⁺	0,58	0,582	0,462	0,009	0,010
Al ³⁺	0,06	0,046	0,053	0,028	0,007
Cr ³⁺		0,002	0,002	0,002	0,001
V ³⁺	0,016	0,015	0,012	0,008	0,001
Fe ²⁺ _{tot}	2,439	2,707	2,251	1,484	0,124
Mn ²⁺	0,046	0,051	0,051	0,055	0,005
Mg ²⁺	1,915	1,661	2,345	3,436	0,931
Ca ²⁺	0,321	0,297	0,467	1,620	0,912
Ba ²⁺	0,012	0,012	0,008	0,002	
Sr ²⁺	0,071	0,075	0,076	0,013	0,004
K ⁺	0,751	0,752	0,761	0,079	0,001
Na ⁺	1,661	1,736	1,487	0,345	0,020
F ⁻	0,257	0,153	0,343	0,125	
H ⁺	1,743	1,847	1,657	1,875	
O ²⁻	23,743	23,847	23,657	23,875	5,994
CatSum	15,73	15,783	15,802	15,133	4,005
AnSum	24	24	24	24	6

Minerální složení bylo vypočteno na základě 24, respektive 6 aniontů. Celkové Fe uvedeno jako FeO; "n.d." = nedetekováno; * vypočteno ze stechiometrie

Formula was calculated on the basis of 24 or 6 anions, respectively. All Fe listed as FeO; "n.d." = not detected; * calculated by stoichiometry

4.2 Mineralogické složení

V minerální asociaci studované žilné horniny dominují tmavé slídy, amfibol, draselný živec a apatit, vzácnější je klinopyroxen a Al-bohatý fylosilikát. Mezi akcesorickými minerály byl pomocí elektronové mikrosondy navíc identifikován, mimo již dříve známého batoutu, také rutil, priderit, henrymeyerit, benitoit, bazirit(?) a minerál blízký cheralitu.

4.2.1 Hlavní a vedlejší minerály

Klinopyroxen

Tento minerál vytváří pouze ojedinělé idiomorfne až hypidiomorfne omezené vyrostlice a mirkovyrostlice (< 2 mm), které podléhají přeměně v drobně jehlicovitý aktinolitický amfibol. Chemickým složením tento minerál odpovídá Al-, Na-chudému diopsidu, který je mírně zonální, s Mg-bohatším středem [$X_{Mg} = Mg/(Mg + Fe^{2+}) = 0,88$] (tab. 1).

Slídy

Na mikrosondě byly studovány pouze nejhořečnatější centrální partie vyrostlic tmavých slíd, které odpovídají **flogopitu** s vysokými hodnotami X_{Mg} mezi 0,90 až 0,93. V chemickém složení části analyzovaných slíd se ve velmi omezené míře objevuje zastoupení **tetraferiflogopitové** komponenty, která kompenzuje deficit tetraedrického Al ($0,97 \leq [{}^{4}Al] \leq 1,02 \text{ apfu}$) (tab. 2).

Mimo zonálního flogopitu se v rámci výbrusů vzácně objevují lupinky nezonálního fylosilikátu, který je opticky podobný biotitu. Výsledky analýz tohoto minerálu ukazují na neobvyklý poměr mezi dominantními kationty K : (Fe, Mg) : Al : Si ~ 1 : 2,5 : 2 : 2,5 (tab. 2). Tento poměr odpovídá teoretickému vzorci Al-bohatého fylosilikátu biotitového typu - **K(Fe,Mg,Al)₃Al_{1,5}Si_{2,5}O₁₀(OH)₂**. Studovanou slídu rovněž charakterizují velice nízké obsahy F, což je v souladu s aktuálními výsledky výzkumu uměle syntetizovaných Al-bohatých flogopitů, které vykazují negativní korelaci mezi celkovými obsahy Al a F (LANGER 2010). Zjištěná přítomnost Al-bohaté tmavé slídy je ve zjevné nerovnováze s kompozičním charakterem studované žilné horniny, která je Al-deficitní. Z tohoto důvodu nemůžeme vyloučit xenokrystový původ této slídy.

Amfiboly

Analyzované „alkalické“ amfiboly základní hmoty, které vystupují jak ve formě samostatných tence protažených sloupečků, tak ve formě drobných jehlicovitých agregátů srůstajících s draselnými živci, se svým chemickým složením pohybují mezi skupinou sodnovápenatých až sodných amfibolů, respektive jejich vzácných draselných ekvivalentů ($\Delta K > 0,5 \text{ apfu}$) (tab. 1). Všechny amfiboly charakterizují vysoké obsahy Si ($7,83 \leq Si \leq 7,86 \text{ apfu}$). Obsahy Na ve strukturní pozici B kolísají v rozmezí 1,49 až 1,74 *apfu*. Zcela mimořádné jsou obsahy TiO₂ (do 5,13 hmot. %), které se pohybují mezi 0,46 až 0,58 *apfu* Ti. Zastoupení F dosahuje 0,15 až 0,34 *apfu*, zatímco obsahy Cl jsou pod mezí detekce. Strukturní pozice W je pak u analyzovaných amfibolů dominantně obsazena anionty OH- nebo O-. Podle platné klasifikace (HAWTHORNE a OBERTI 2007) odpovídají studované amfiboly **draselnému richteritu** až **draselnému (ferro)-obertiitu**.

Mimo draselných amfibolů jsou v rámci pyroxenových pseudomorfóz zastoupeny také sekundární amfiboly, které svým složením odpovídají aktinolitu (tab. 1).

Draselný živec

Tento minerál vytváří idiomorfni až hypidiomorfni zrna v základní hmotě. Jedná se o mikrostrukturní typ 2 podle dělení KRMÍČKA (2011). Vyznačuje se vysokým obsahem Fe (do 1,1 hmot. % Fe₂O₃; 0,04 *apfu*) (tab. 3). Vzácnější je mladší žilkovitý **hyalofán** s 21,25 hmot. % BaO (0,44 *apfu* Ba) a 0,45 hmot. % Fe₂O₃ (0,02 *apfu*). Oba živce jsou chudé Sr (Sr $\leq 0,001 \text{ apfu}$).

Tabulka 2. Reprezentativní složení flogopitu a Al-bohatého fylosilikátu biotitového typu.

Table 2. Representative compositions of phlogopite and Al-rich phyllosilicate of the biotite-type.

minerál mineral	flogopit phlogopite				Al-bohatý fylosilikát Al-rich phyllosilicate	
	analýza č.	53	54	61	62	66
SiO ₂	41,77	42,08	41,56	42,11	32,35	33,48
TiO ₂	2,74	1,72	2,02	1,66	3,02	3,20
Al ₂ O ₃	11,92	11,69	12,25	11,63	20,09	20,04
Cr ₂ O ₃	0,20	0,56	0,38	0,46	0,03	0,05
V ₂ O ₃	0,05	0,02	0,04	0,03	0,07	0,05
FeO	4,57	4,15	3,78	3,43	23,05	22,60
MnO	0,04	0,04	0,04	0,03	0,15	0,12
MgO	23,32	24,27	24,99	25,32	6,99	7,29
CaO	0,25	0,08	0,10	0,01	0,05	0,08
NiO	0,17	0,19	0,23	0,21	n.d.	0,01
BaO	0,63	0,25	0,21	0,30	0,65	0,22
K ₂ O	9,75	10,14	10,3	10,21	9,33	9,53
Na ₂ O	0,07	0,07	0,04	n.d.	0,13	0,05
F	1,63	1,71	1,80	1,89	0,16	0,15
H ₂ O*	3,44	3,40	3,39	3,34	3,77	3,84
O=F	-0,69	-0,72	-0,76	-0,8	-0,07	-0,06
Suma	99,86	99,65	100,37	99,83	99,77	100,65
Si ⁴⁺	2,972	2,993	2,935	2,983	2,522	2,566
Ti ⁴⁺	0,147	0,092	0,107	0,088	0,177	0,184
Al ³⁺	1,000	0,980	1,020	0,971	1,846	1,811
Cr ³⁺	0,011	0,031	0,021	0,026	0,002	0,003
V ³⁺	0,003	0,001	0,002	0,002	0,004	0,003
Fe ²⁺ _{tot}	0,272	0,247	0,223	0,203	1,503	1,449
Mn ²⁺	0,002	0,002	0,002	0,002	0,010	0,008
Mg ²⁺	2,474	2,573	2,631	2,673	0,812	0,833
Ca ²⁺	0,019	0,006	0,008	0,001	0,004	0,007
Ni ²⁺	0,010	0,011	0,013	0,012		0,001
Ba ²⁺	0,018	0,007	0,006	0,008	0,020	0,007
K ⁺	0,885	0,92	0,928	0,923	0,928	0,932
Na ⁺	0,010	0,010	0,005		0,020	0,007
F ⁻	0,367	0,385	0,402	0,423	0,039	0,036
H ⁺	1,633	1,615	1,598	1,577	1,961	1,964
O ²⁻	11,633	11,615	11,598	11,577	11,961	11,964
CATSUM	7,822	7,874	7,903	7,891	7,848	7,810
AN SUM	12	12	12	12	12	12

Minerální složení bylo vypočteno na základě 12 aniontů. Celkové Fe uvedeno jako FeO; * vypočteno ze stechiometrie

Formula was calculated on the basis of 12 anions. All Fe listed as FeO; * calculated by stoichiometry

Tabulka 3. Reprezentativní složení draselného živce a hyalofánu.

Table 3. Representative compositions of potassium feldspar and hyalophane.

minerál mineral	draselný živec potassium feldspar		hyalofán hyalophane
analýza č.	46	52	68
SiO ₂	64,7	63,78	48,93
Fe ₂ O ₃	1,13	0,83	0,45
Al ₂ O ₃	17,47	17,87	22,86
CaO	n.d.	n.d.	n.d.
BaO	0,68	1,17	21,25
SrO	0,05	0,03	0,02
K ₂ O	16,13	16,06	7,94
Na ₂ O	0,33	0,41	0,35
Suma	100,49	100,15	101,80
Si ⁴⁺	3,001	2,980	2,566
Fe ³⁺ _{tot}	0,039	0,029	0,018
Al ³⁺	0,955	0,984	1,413
Ca ²⁺			
Ba ²⁺	0,012	0,021	0,437
Sr ²⁺	0,001	0,001	0,001
K ⁺	0,955	0,957	0,531
Na ⁺	0,030	0,037	0,036
CatSum	4,994	5,010	5,002
AnSum	8	8	8

Minerální složení bylo vypočteno na základě 8 aniontů. Celkové Fe uvedeno jako Fe₂O₃; "n.d." = nedetekováno. Formula was calculated on the basis of 8 anions. All Fe listed as Fe₂O₃; "n.d." = not detected.

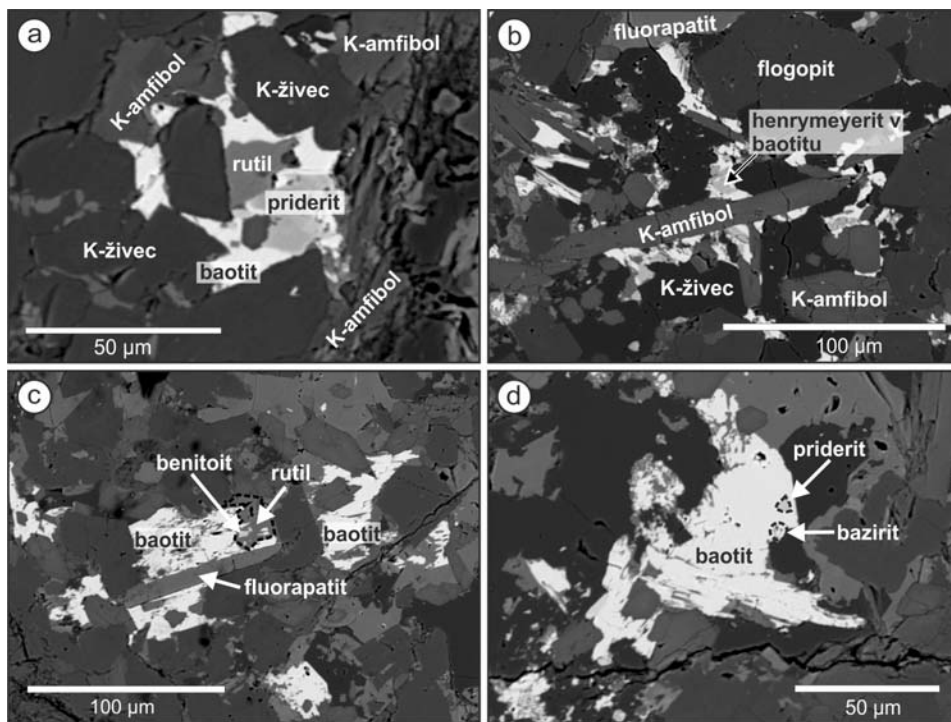
Apatit

Vytváří idiomorfnní krystaly sloupcovitých a hexagonálních průřezů. Vyznačuje se jednoduchým chemickým složením. Mimo hlavní kationty obsahuje pouze ~1,2 SrO, 0,60–0,62 MgO a 0,17–0,18 FeO (vše v hmot. %). Ostatní prvky jako Si, Mn, S, Cl a REE jsou na hranici a pod hranici stanovení. Na základě zvýšených obsahů F (~ 2 hmot. %) může být většina studovaných apatitů klasifikována jako **fluorapatit** (PASERO *et al.* 2010).

4.2.2 Akcesorické minerály

Baotit

Nejhojnějším akcesorickým minerálem je baotit, vyskytující se ve dvou formách. V prvním případě tvoří výrazně alotriomorfnní zrna velikosti až 100 μm, která jsou přítomna jako intersticiální výplň mezi draselným živcem a amfiboly základní hmoty. Na úkor baotitu vzniká mladší minerální asociace tvořená v ideálním případě rutilem, prideritem, henrymeyeritem, benitoitem a pseudomorfózami po předpokládaném baziritu (obr. 6). Vzácnějším případem jsou protáhlá zrna s náznaky srůstů tenkých lamel prideritu-henrymeyeritu s převládajícím baotitem. Chemické složení baotitu je blízké teoretickému vzorci - Ba₄Ti₈Si₄O₂₈Cl, mírně vyšší je pouze obsah Sr (0,66–1,86 hmot. % SrO; 0,10–0,28 *apfu* Sr), zatímco obsah Nb je na hranici detekce (tab. 4). Obsahy Cl jsou variabilní (0,86 ≤ Cl ≤ 0,97 *apfu*), což je pro baotit, společně s nízkými hodnotami F (pod detekčním limitem) charakteristické (např. CHAKHMOURADIAN a MITCHELL 2002, POTTER a MITCHELL 2005, KRMÍČEK *et al.* 2011).



Obr. 6. Zatlačování intersticiálního baotitu mladší (K)-Ba-Ti minerální asociací (snímky ve zpětně odražených elektronech).

Fig. 6. Younger (K)-Ba-Ti mineral associations replacing interstitial baotite (backscattered electron images).

Rutil

Tvoří alotriomorfně omezená zrna velikosti $\sim 25 \mu\text{m}$ v asociaci s dalšími Ba-fázemi v baotitu. Vyznačuje se jednoduchým chemickým složením; vedle titanu obsahuje také 0,57 hmot. % FeO, 0,25 hmot. % Nb_2O_5 , 0,23 hmot. % SiO_2 a 0,16 hmot. % V_2O_3 . Ostatní prvky jako Mg, Mn, Sr, Ta a Zr jsou již pod mezí detekce.

Priderit-henrymeyerit

V asociaci s baotitem a rutilem byla zjištěna alotriomorfni, až $25 \mu\text{m}$ velká zrna K-Ba-Fe nestechiometrických titanátů hollanditového typu (obecný vzorec $\text{A}_{1-2}\text{B}_{1-2}\text{C}_{1-2}\text{O}_{16}$), jejichž složení odpovídá **prideritu** (NORRISH 1951) až **henrymeyeritu** (MITCHELL *et al.* 2000). Vzhledem k proměnlivému obsazení strukturální pozice A kationty K a Ba [$0,01 \leq \text{K}/(\text{K}+\text{Ba}) \leq 0,54 \text{ apfu}$], proměnlivému obsazení strukturální pozice B kationty Fe [$0,56 \leq \text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}_{\text{tot}}) \leq 1,00 \text{ apfu}$], společně s variabilním zastoupením Ti ve strukturální pozici C ($6,14 \leq \text{Ti} \leq 6,58 \text{ apfu}$) se jedná o pevný roztok s variabilním podílem hexatitanátových [$\text{K}_2(\text{Fe}^{3+})_2\text{Ti}_6\text{O}_{16}$ - $\text{Ba}(\text{Fe}^{3+})_2\text{Ti}_6\text{O}_{16}$] a heptatitanátových ($\text{K}_2\text{Fe}^{2+}\text{Ti}_7\text{O}_{16}$ - $\text{BaFe}^{2+}\text{Ti}_7\text{O}_{16}$) krajních komponent (tab. 4). Přestože zjištěné složení odpovídá v literatuře uváděným analýzám prideritu a henrymeyeritu, není zřejmý důvod snížené celkové sumy analýz prvního z nich. Z elementů, jejichž množství v prideritu může dosáhnout až několika %, nebyl analyzován pouze Cr; v jiných minerálech ze Stříteže je však jeho obsah na hranici detekce. Přes intenzivní studium tohoto minerálu však zatím stále nejsou vyjasněny všechny krystalochemické vztahy ve skupině hollanditu-kryptomelanu, např. k hypotetickému Ba-prideritu, otázka vakancí apod. (srov. MITCHELL a BERGMAN 1991, MITCHELL *et al.* 2000, REGUIR *et al.* 2003, ALLIALY *et al.* 2011).

Tabulka 4. Reprezentativní složení (K)-Ba-Ti bohatých minerálů (baotit, priderit-henrymeyerit a benitoit).
Table 4. Representative compositions of (K)-Ba-Ti-rich minerals (baotite, priderite-henrymeyerite and benitoite).

minerál mineral	baotit baotite				priderit-henrymeyerit priderite-henrymeyerite			benitoit benitoite
	analýza č.	42	43	44	60	50	51	57
SiO ₂	16,43	15,42	15,96	16,02	0,02	0,05	0,19	43,63
TiO ₂	40,46	40,71	40,29	40,18	63,47	60,59	69,02	18,95
V ₂ O ₃	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	n.d.	n.d.	n.d.
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	14,82	14,22	6,99	-
Al ₂ O ₃	0,22	0,23	0,23	0,24	0,07	0,08	0,11	0,2
Nb ₂ O ₅	0,07	0,06	0,04	0,59	0,00	0,00	0,20	0,38
FeO	0,3	0,67	0,27	0,58	0,00	0,72	4,23	0,19
MnO	0,02	0,02	0,02	n.d.	0,04	0,02	0,15	n.d.
BaO	37,85	37,65	38,81	38,84	12,01	15,36	16,01	35,69
SrO	1,86	1,47	1,57	0,66	0,01	0,00	0,08	0,15
K ₂ O	0,15	0,10	0,06	0,04	4,30	2,65	0,04	0,14
Na ₂ O	0,06	0,09	0,11	0,05	n.d.	n.d.	n.d.	0,10
Cl	1,95	2,17	2,07	2,07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
O=CL	-0,44	-0,49	-0,47	-0,47				
Suma	98,93	98,1	98,96	98,80	94,86	93,71	97,04	99,43
Si ⁴⁺	4,261	4,059	4,154	4,171	0,004	0,008	0,030	2,998
Ti ⁴⁺	7,892	8,058	7,887	7,867	6,222	6,146	6,580	0,979
V ³⁺					0,015			
Fe ³⁺					1,742	1,729	0,799	
Al ³⁺	0,067	0,071	0,071	0,074	0,013	0,016	0,020	0,016
Nb ⁵⁺	0,008	0,007	0,005	0,069	0,000	0,000	0,014	0,012
Fe ²⁺	0,065	0,147	0,059	0,126	0,000	0,098	0,538	0,011
Mn ²⁺	0,004	0,004	0,004		0,005	0,003	0,019	
Ba ²⁺	3,847	3,883	3,959	3,963	0,735	0,973	0,953	0,961
Sr ²⁺	0,280	0,224	0,237	0,100	0,001	0,000	0,007	0,006
K ⁺	0,050	0,034	0,020	0,013	0,857	0,547	0,008	0,012
Na ⁺	0,030	0,046	0,056	0,025				0,013
Cl ⁻	0,857	0,968	0,913	0,913				
O ²⁻	28,235	28,174	28,040	28,110	14,98	15,14	15,60	9,000
CatSum	16,504	16,534	16,451	16,408	9,593	9,520	8,967	5,009
AnSum	29,092	29,142	28,953	29,023	16	16	16	9

Minerální složení bylo vypočteno na základě (Si+Ti+Ba) = 16 u baotitu, (Si+Ti+V+Fe+Al+Nb+Mn) = 8 u prideritu-henrymeyeritu a na základě součtu všech kationtů = 9 u benitoitu. Dopočet Fe₂O₃ u prideritu-henrymeyeritu byl proveden na základě 16 aniontů a stechiometrického elektroneutrálního vzorce. Obsahy As, Ca, Ce, Cu, F, La, Mg, Na, P, Pb a Ta jsou pod detekčními limity; "n.d." = nedetekováno.

Formula is calculated on the basis of (Si+Ti+Ba) = 16 for baotite, (Si+Ti+V+Fe+Al+Nb+Mn) = 8 for priderite-henrymeyerite and on the basis of all cations = 9 for benitoite. Calculation of Fe₂O₃ in priderite-henrymeyerite was performed assuming 16 anions and stoichiometric electroneutral formula. Contents of As, Ca, Ce, Cu, F, La, Mg, Na, P, Pb and Ta are below detection limits; "n.d." = not detected.

Benitoit

K vzácnějším minerálům náleží minerál, chemickým složením odpovídající **benitoitu** - $\text{BaTiSi}_3\text{O}_9$ (tab. 4). Jeho dobře omezené krystaly velikosti 5–10 μm uzavřené v baotitu srůstají ojediněle s rutilem.

Thoriem a zirkoniem bohaté akcesorie

U dvou akcesorických minerálních fází nemohla být provedena jejich přesná identifikace pomocí elektronové mikrosondy. Poněkud hojnější je metamiktní? (sumy analýz nepřekračují 92 hmot. %) minerál blízký **cheralitu** (*sensu* LINTHOUT 2007) s vyšším obsahem Th (30–48 hmot. %) a s podstatným podílem P, Si, Ca, Pb a LREE. Tento minerál vystupuje v asociaci s většími zrny apatitu, kdy tvoří maximálně 50 μm velká alotriomorfní zrna.

Výjimečné jsou některé Ba-minerály bohaté Zr, které bývají v podobě nepravidelných zrn velikosti jen několika μm uzavřány v baotitu. Z několika jejich analýz (nejspíše kontaminovaných okolním baotitem) vyplývá, že by se mohlo jednat o **bazirit** (srov. KRMIČEK 2011).

4. 3 Chemické složení

Podle obsahu SiO_2 (58,50 hmot. % v přepočtu na bezvodý základ) se jedná o horninu **intermediální** (tab. 5). Celkové obsahy alkálií jsou velmi vysoké s výrazným zastoupením K_2O (9,69 hmot. %) oproti Na_2O (1,45 hmot. %). Obsah Al_2O_3 dosahuje pouze 10,25 hmot. %. S ohledem na velikost vypočteného indexu peralkalinity lze studovanou intruzi klasifikovat jako **peralkalickou** [$(\text{Na} + \text{K})/\text{Al} = 1,26$], dále jako **ultradraselnou** ($\text{K}/\text{Na} = 4,40$) a **perpotasickou** ($\text{K}/\text{Al} = 1,02$). Obsahy MgO (6,02 hmot. %), hodnota *mg*-čísla [$100\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}_{\text{tot}}) = 68$], a také obsahy kompatibilních tranzitních kovů (Cr 157 ppm, Ni 96 ppm) jsou při daných obsazích SiO_2 nápadně vysoké. Nezvykle nízké jsou obsahy CaO (4,45 hmot. %), zatímco obsahy TiO_2 (1,8 hmot. %) i P_2O_5 (2,0 hmot. %) značně vysoké. Srovnatelné zastoupení hlavních oxidů můžeme pozorovat také u petrograficky obdobného vzorku žilné horniny z lokality Kožichovice, jehož reprezentativní složení připojujeme v tabulce 5. V případě kožichovického výskytu se jedná rovněž o horninu peralkalickou [$(\text{Na} + \text{K})/\text{Al} = 1,24$], ultradraselnou ($\text{K}/\text{Na} = 5,68$) i perpotasickou ($\text{K}/\text{Al} = 1,05$), s mírně vyšší hodnotou *mg*-čísla [$100\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}_{\text{tot}}) = 70$].

Na základě rozpočteného CIPW normativního složení je studovaná žilná hornina křemen normativní. Živce jsou zastoupeny výlučně normativním K-živcem. Výrazný alkalický charakter studované intruze je dokumentován rovněž zastoupením normativního akmitu a draselného metasilikátu. Vzorek z lokality Kožichovice vykazuje obdobně neobvyklé CIPW normativní složení.

Z řad nekompatibilních stopových prvků charakterizují naši horninu nezvykle vysoké obsahy prvků s velkým iontovým poloměrem (LILE; GAST 1972), jako jsou Ba (5 296 ppm), Sr (1 356 ppm), Rb (294 ppm), Th (77 ppm) a U (9,7 ppm). Z nekompatibilních prvků s velkým iontovým potenciálem (HFSE) jsou výrazné obsahy u Zr (854 ppm) a Hf (24,7 ppm). Pro studovanou horninu jsou rovněž typické extrémně vysoké poměry mezi LILE a HFSE prvky ($\text{Ba}/\text{Nb} = 155$; $\text{Rb}/\text{Nb} = 8,61$; $\text{Th}/\text{Nb} = 2,25$).

Podobnost naší žilné horniny se vzorkem z lokality Kožichovice vyplývá mj. ze sblížených průběhů chondritem normalizovaných variačních diagramů zastoupení stopových prvků (obr. 7). Obě lokality vykazují srovnatelné obohacení a ochuzení o inkompatibilní stopové prvky, včetně charakteristické „TNT“ (Ta-Nb-Ti) negativní anomálie. Vzorky z obou lokalit jsou rovněž výrazně obohaceny o Pb. Míra tohoto obohacení je však odlišná a lze ji číselně kvantifikovat pomocí pozitivní Pb anomálie [$\text{Pb}/\text{Pb}^* = \text{PbN}/\sqrt{[(\text{CeN}) \times (\text{PrN})]}$; KRMIČEK 2011]. V případě střítěžského vzorku dosahuje pozitivní Pb anomálie hodnoty 7,4. Kožichovický vzorek charakterizuje hodnota 10,1.

Celkové obsahy prvků vzácných zemin (REE) jsou u studované horniny velmi vysoké ($\Sigma\text{REE} = 599$ ppm). Výrazné je nabohacení lehkých prvků vzácných zemin ($\text{La}_{\text{N}} = 408$;

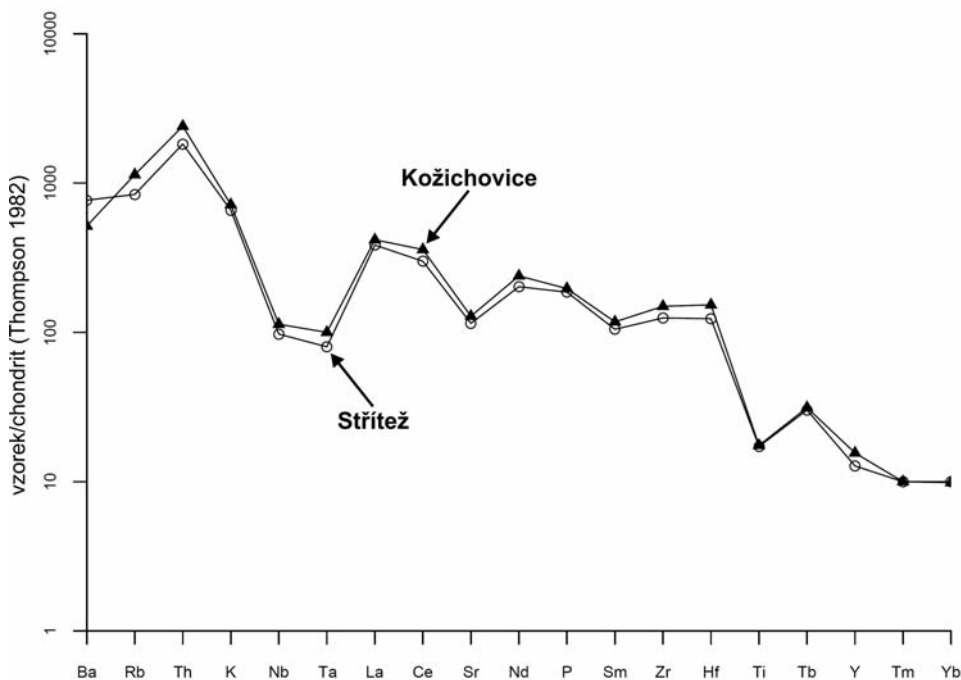
Tabulka 5. Zastoupení hlavních oxidů (hmot. %) a stopových prvků (ppm) studované horniny.

Table 5. Whole-rock major element (wt. %) and trace element (ppm) compositions of the studied rock.

lokalita	Střítež	Kožichovice
SiO ₂	57,40	56,42
TiO ₂	1,78	1,81
Al ₂ O ₃	10,05	10,63
Fe ₂ O ₃	5,57	5,08
MnO	0,12	0,08
MgO	5,90	5,93
CaO	4,36	4,08
Na ₂ O	1,42	1,20
K ₂ O	9,50	10,36
P ₂ O ₅	1,96	2,07
LOI	1,21	1,30
Suma	99,3	98,9
Sr	1356	1514
Rb	294	398
Ba	5296	3558
Cs	3,7	5,8
Th	77	101
U	9,7	21,6
Ta	1,6	2,0
Nb	34,1	39,7
Zr	854	1022
Hf	24,7	30,6
Y	25,5	31,2
Pb	69	112
Co	22,3	20,4
Ni	96	127
Cr	157	219
V	81	99,0
Zn	28	22,5
Cu	11,8	12,2
La	126	137
Ce	259	310
Pr	32	38
Nd	127	150
Sm	21	24
Eu	5,1	5,3
Gd	13,1	13,6
Tb	1,6	1,6
Dy	6,7	7,1
Ho	1,0	1,0
Er	2,6	2,5
Tm	0,3	0,3
Yb	2,2	2,2
Lu	0,3	0,3

Analýza vzorku z Kožichovic převzata z práce KRMÍČKA (2011). Všechno Fe uváděno jako Fe₂O₃.
Compositional data for Kožichovice adopted from KRMÍČEK (2011). All Fe listed as Fe₂O₃.

$Ce_N = 321$; normalizováno složením chondritu podle Boyntona 1984) oproti těžkým prvkům vzácných zemin ($Yb_N = 10,53$; $Lu_N = 8,70$; $Ce/Yb_N = 30$). Europiová anomálie je nezřetelná ($Eu/Eu^* = 0,94$). Kožichovický vzorek charakterizují vyšší hodnoty REE ($\Sigma REE = 694$ ppm) a s tím spojené výraznější nabožení lehkých prvků vzácných zemin oproti těžkým prvkům vzácných zemin ($Ce/Yb_N = 37$).



Obr. 7. Chondritem normalizovaný multiprvkový diagram. Normalizační hodnoty podle THOMPSONA (1982).
Fig. 7. Chondrite-normalized multi-element diagram. Normalisation values from THOMPSON 1982).

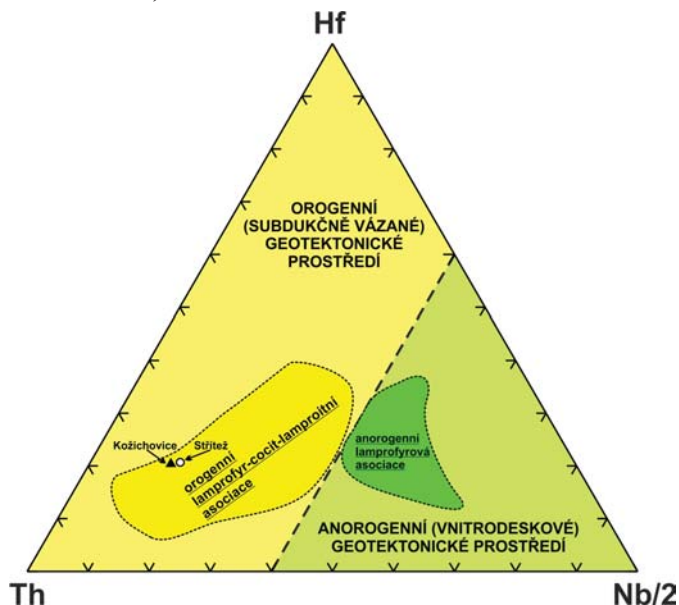
5. DISKUSE A ZÁVĚR

Studovanou žilnou horninu charakterizuje minerální asociace, ve které se dominantně uplatňují Al-deficitní tmavé slídy, anomálně Ti-bohaté draselné amfiboly a Fe-bohatý draselný živec, společně s podřadně zastoupeným Al- a Na-chudým klinopyroxenem, apatitem (\pm „cheralit“), baotitem a vzácnými akcesorickými minerály ze skupiny hollanditu a benitoitu. Z geochemického pohledu vyniká střítežská žíla kombinovanou peralkalickou, ultradraselnou a perpotasickou povahou na straně jedné i vysokou hodnotou mg -čísla při daných obsazích SiO_2 na straně druhé. Žíla je navíc výrazně obohacena o plášťově nekompatibilní stopové prvky. Všechny výše zmíněné charakteristiky nás vedly k závěru klasifikovat střítežskou žílu jako **lamproit** (LE MAITRE, *ed.* 2002). Lamproity jsou dnes ve světě intenzivně studovanou skupinou magmatických hornin, a to nejen kvůli jejich výjimečnému složení, které je pravděpodobně nejvíce extrémní ze všech známých typů plášťově derivovaných tavenin, ale i kvůli jejich možnému ekonomickému potenciálu, neboť lamproity jsou společně s kimberlity primární nositelé diamantů (srov. JAUQUES *et al.* 1986, MITCHELL a BERGMAN 1991, MITCHELL 2006, PRELEVIĆ *et al.* 2008, TOMMASINI *et al.* 2011).

Samotná střítežská žíla vykazuje zřetelnou afinitu k nové varietě SiO_2 -bohatého lamproitu orogenního typu vystupujícího v nedalekých Šebkovicích (KRMÍČEK *et al.* 2011), od

něhož se ovšem odlišuje výskytem akcesorického prideritu, v jehož případě se jedná o jeho první nález v rámci magmatické horniny zaznamenaný v prostoru evropských variscid. Priderit je všeobecně považován za typomorfní minerál diamantonosných lamproitů (např. PELL 1998, ALLIALLY *et al.* 2011). Diamantonosné lamproity jsou však svojí pozicí vázány na kratonní oblasti, ve kterých diamanty nepodlehly destrukci v důsledku mladších orogenních procesů. Naproti tomu střítežský lamproit zapadá svými charakteristikami do nově rozpoznané orogenní (variské) lamprofyr-cocit-lamproitní asociace východní části Českého masivu (Krmíček 2011). Tato skutečnost je dobře patrná z pozice v geotektonickém diagramu Th-Hf-Nb/2 (obr. 8).

Za typický geologický znak lamproitních žil vystupujících podél východního okraje moldanubické oblasti, který může souviset s jejich petrogenézou i časovým zařazením, lze považovat jejich geologickou pozici, kdy tyto žily přednostně prorážejí litologickými sekvencemi metamorfitů, jenž jsou velmi blízké tzv. raabské jednotce v Rakousku, ležící mezi pestrou (drosendorfskou) a nadložní gföhlskou jednotkou (FUCHS a MATURA 1976, FRITZ 1995). Ojedinelé výskyty lamproitu v třebíčském plutonu na lokalitě Střítež a v nedalekých Kožichovicích náleží pravděpodobně jediné intruzivní fázi. Propojení obou výskytů do jedné žily brání pouze ta skutečnost, že pro kožichovický lamproit je uváděna v terénu ověřená orientace S-J (BUBENÍČEK 1968, NĚMEC 1993), zatímco průběh střítežské žily je generálně SV-JZ. Žily lamproitů naopak nepronikají do typických hornin gföhlské jednotky (granulity, gföhlské migmatity, metabazity, ultrabazika a eklogity). Gföhlská jednotka nacházející se severně a východně od třebíčského plutonu, byla často interpretována jako nejvyšší moldanubický příkrov, přesunutý přes pestrou (drosendorfskou) jednotku (DALLMEYER *et al.* 1995). Tektonická situace styku obou jednotek je však v této oblasti patrně složitější, jak nasvědčují novější poznatky ze styku obou jednotek v rakouské části moldanubika (např. SCHULMANN *et al.* 2008).



Obr. 8. Pozice vzorků z lokality Střítež a Kožichovice v ternárním diagramu Th-Hf-Nb/2. Pole pro anorogenní a orogenní geotektonické prostředí a související variské žilné asociace Českého masivu podle KRMÍČKA (2011) a KRMÍČKA *et al.* (2011).

Fig. 8. Střítež and Šebkovic samples in the Th-Hf-Nb/2 ternary diagram. Field for anorogenic and orogenic geotectonic settings and related Variscan dyke associations of the Bohemian Massif according to KRMÍČEK (2011) and KRMÍČEK *et al.* (2011).

PODĚKOVÁNÍ

Za pečlivé recenzní posouzení textu manuskriptu autoři děkují F. Holubovi (PřF UK) a J. Ulrychovi (AVČR). Tento příspěvek byl vypracován s finanční pomocí EU „OP Výzkum a vývoj pro inovace“, projekt reg. č. CZ.1.05/2.1.00/03.0097, v rámci činnosti regionálního centra AdMaS (Advanced Building Materials, Structures and Technologies) a finančních prostředků Moravského zemského muzea, Brno – výzkumné organizace MK 000094862.

LITERATURA

- ALLIALY, M. E., CHÉRUBIN, D. S., JACQUES, M. B., YACOUBA, C., NICAISE, K. A., BERTIN, D. I., 2011: Chromite, Mg-ilmenite and priderite as indicators minerals of diamondiferous Cretaceous kimberlites and lamproites from Côte d'Ivoire (West Africa). *European Journal of Scientific Research* 48, 4, 665–693.
- BOYNTON, W. V., 1984: Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: P. Henderson (Ed.): *Rare Earth Element Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, 63–114.
- BUBENÍČEK, J., 1968: Geologie a petrografie třebíčského masivu. *Sborník geologických věd, Geologie* 13, 133–164.
- DALLMEYER, R. D., FRANKE, W., WEBER, K., 1995: *Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 604 pp.
- FIALA, J., FUCHS, G., WENDT, J. I., 1995: Moldanubian Zone–stratigraphy. In: Dallmeyer, R.D., Franke, W., Weber, K. (Eds.), *Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 417–428.
- FOULLON, A. H., 1883: Kersantit von Sokoly bei Trebitsch in Mähren. *Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt* 1883, 124–125.
- FRITZ, H., 1995: The Raabs Serie, a probable Variscan suture in the SE Bohemian Massif. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt Wien* 138, 639–653.
- FUCHS, G., MATURA, A., 1976: Zur Geologie des Kristallins der südlichen Böhmisches Masse. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt Wien* 119, 1–43.
- GAST, P. W., 1972: The chemical composition and structure of the Moon. *The Moon* 5, 121–48.
- HACKL, O., WALDMANN, L., 1935: Ganggesteine der Kalireihe aus dem niederösterreichischen Waldviertel. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt Wien* 85, 259–285.
- HAWTHORNE, F. C., OBERTI, R., 2007: Classification of the Amphiboles. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 67, 55–88.
- CHAKHMOURADIAN, A. R., MITCHELL, R. H., 2002: The mineralogy of Ba- and Zr-rich alkaline pegmatites from Gordon Butte, Crazy Mountains (Montana, USA): comparisons between potassic and sodic agpaitic pegmatites. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 143, 93–114.
- JAQUES, A. L., LEWIS, J. D., SMITH, C. B., 1986: The kimberlites and lamproites of Western Australia. *Geological Survey of Western Australia Bulletin* 132, 268 pp.
- KOTKOVÁ, J., SCHALTEGGER, U., LEICHMANN, J., 2010: Two types of ultrapotassic plutonic rocks in the Bohemian Massif – Coeval intrusions at different crustal levels. *Lithos* 115, 163–176.
- KRMÍČEK, L., 2010a: Předmezozoické lamprofyry a související žilné intruze Českého masivu (Česká Republika, Polsko, Německo, Rakousko): komentovaný přehled. *Acta Musei Moraviae – Scientiae geologicae* 95, 3–61.
- KRMÍČEK, L., 2010b: Pre-Mesozoic lamprophyres and lamproites of the Bohemian Massif (Czech Republic, Poland, Germany, Austria). *Mineralogia – Special Papers* 37, 37–46.
- KRMÍČEK, L., 2011: Předmezozoické žilné lamprofyry východní části Českého masivu. MS, disertační práce. PřF MU, Brno, 160 s.
- KRMÍČEK, L., CEMPÍREK, J., HAVLÍN, A., PŘICHYSTAL, A., HOUZAR, S., KRMÍČKOVÁ, M., GADAS, P., 2011: Mineralogy and petrogenesis of a Ba-Ti-Zr-rich peralkaline dyke from Šebkovice (Czech Republic): Recognition of the most lamproitic Variscan intrusion. *Lithos* 121, 74–86.
- LANGER, R., 2010: Cationic and anionic ordering in tetrahedral and octahedral sheets of synthetic Al-rich phlogopite investigated by solid-state NMR Spectroscopy and Monte-Carlo simulations. MS, disertační práce. Ruhr-Universität, Bochum, 193 s.
- LE MAITRE, R. W. (Ed.), 2002: *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press, Cambridge.

- LINTHOUT, K., 2007: Tripartite division of the system $2\text{REEPO}_4 - \text{CaTh}(\text{PO}_4)_2 - 2\text{ThSiO}_4$, discreditation of brabantite, and recognition of cheralite as the name for members dominated by $\text{CaTh}(\text{PO}_4)_2$. *The Canadian Mineralogist* 45, 503–508.
- MITCHELL, R. H., 2006: Potassic magmas derived from metasomatized lithospheric mantle: Nomenclature and relevance to exploration for diamond-bearing rocks. *Journal of the Geological Society of India* 67, 317–327.
- MITCHELL, R. H., BERGMAN, S. C., 1991: *Petrology of lamproites*. Plenum Press, New York.
- MITCHELL, R. H., YAKOVENCHUK, V. N., CHAKHMOURADIAN, A. R., BURNS, P. C., PAKHOMOVSKY, Y. A., 2000: Henrymeyerite, a new hollandite-group Ba-Fe titanate from the Kovdor complex, Russia. *The Canadian Mineralogist* 38, 617–626.
- NĚMEC, D., 1973: Richterit z alkalického mikrosyenitu u Starče u Třebíče. *Časopis Moravského musea, Vědy přírodní* 58, 53–56.
- NĚMEC, D., 1978: Ganggesteine auf der Störung von Třebíč (als Beispiel einer an eine Tiefenstörung gebundenen Gangschar). *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften* 6, 1 211–1 217.
- NĚMEC, D., 1987: Baotite – a rock-forming mineral of Ba-rich hyperpotassic dyke rocks. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte* 1, 31–42.
- NĚMEC, D., 1993: Žilné horniny v okolí Třebíče. *Přírodovědný sborník Západoslováckého muzea v Třebíči* 19, 13–31.
- NORRISH, L., 1951: Priderite, a new mineral from the leucite lamproites of the West Kimberley, Western Australia. *Mineralogical Magazine* 29, 496–501.
- PASERO, M., KAMPF, A. R., FERRARIS, C., PEKOV, I. V., RAKOVAN, J., WHITE, T. J., 2010: Nomenclature of the apatite supergroup minerals. *European Journal of Mineralogy* 22, 163–179.
- PELL, J., 1998: Lamproite-hosted Diamonds. In *Geological Fieldwork 1997*, British Columbia Ministry of Employment and Investment, Paper 1998-1, pages 24M-1 to 24M-4.
- POTTER, E. G., MITCHELL, R. H., 2005: Mineralogy of the deadhorse creek volcanoclastic breccia complex, northwestern Ontario, Canada. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 150, 212–229.
- POUCHOU, J. L., PICHOR, F., 1985. “PAP” f(rZ) procedure for improved quantitative microanalysis. *Microbeam Analysis* 20, 104–106.
- PRELEVIĆ, D., FOLEY, S. F., ROMER, R., CONTICELLI, S., 2008: Mediterranean Tertiary lamproites derived from multiple source components in postcollisional geodynamics. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72, 2 125–2 156.
- REGUIR, E. P., CHAKHMOURADIAN, A. R., MITCHELL, R. H., 2003: Pb-bearing hollandite-type titanates: A first natural occurrence and reconnaissance synthesis study. *Mineralogical Magazine* 67, 957–965.
- Rollinson, H. R., 1993: *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Longman Group Limited, Harlow, Essex.
- RUDNICK, R. L., GAO, S., 2003: Composition of the continental crust. In: D. H. Heinrich, K.T. Karl (Eds.): *Treatise on Geochemistry*. Pergamon, Oxford, 1–64.
- SCHULMANN, K., LEXA, O., ŠTÍPSKÁ, P., RACEK, M., TAJČMANOVÁ, L., KONOPÁSEK, J., EDEL, J.-B., PESCHLER, A., LEHMANN, J., 2008: Vertical extrusion and horizontal channel flow of orogenic lower crust: key exhumation mechanisms in large hot orogens? *Journal of Metamorphic Geology* 26, 273–297.
- THOMPSON, R. N., 1982: Magmatism of the British Tertiary Volcanic Province. *Scottish Journal of Geology* 18, 49–107.
- TOMMASINI, S., AVANZINELLI, R., CONTICELLI, S., 2011: The Th/La and Sm/La conundrum of the Tethyan realm lamproites. *Earth and Planetary Science Letters* 301, 469–478.