

VÝSKYT MIKROGRANITU S GRANOFYRICKOU STRUKTUROU NA HRANICI DIORITOVÉ A METABAZITOVÉ ZÓNY BRNĚNSKÉHO MASIVU VÝCHODNĚ OD JINAČOVIC

Occurrence of microgranite with granophyric texture on a boundary of the Diorite and Metabazite zones of the Brno Massif east of Jinačovice

Pavel Hanžl, Kristýna Hrdličková

Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; e-mail: pavel.hanzl@geology.cz

(24-32 Brno)

Key words: Brno Massif, granophyre, geochemistry, geotectonic position

Abstract

Tectonic slices of microgranites are exposed in the Metabazite Zone along its boundary with the Diorite Zone of the Cadomian Brno Massif. Rock with granophyric texture was found SW of the Velká Baba Hill. Granophyre is composed of irregular intergrowths of quartz and feldspars arranged around albite lath. Rounded quartz is also presented. The granophyre has a chemical composition of trondhjemite, trace elements geochemistry can be well correlated with composition of rhyolites forming layers in metabasalts. Both rocks have character of within-plate to ocean-ridge granites and granophyres are interpreted as subvolcanic equivalent of rhyolites.

Úvod

Granofyry jsou horniny žilného charakteru s četnými granofyrickými texturami kolem plagioklasů a v prostorech mezi minerálními zrny (Johannsen 1962, Zapletal 1928). Granofyrická textura je speciální formou nepravidelného prorůstání křemene a alkalických živců, které je obvykle důsledkem krystalizace z eutektika (Barker 1970, Cox et al. 1979). Granit s granofyrickými texturami byl nalezen během základního geologického mapování listu 34-324 Brno-sever v měřítku 1 : 25 000 na hranici dioritové a metabazitové zóny brněnského masivu v oblasti Velké Baby s. od Brna. Hornina je v příspěvku petrograficky a geochemicky charakterizována a je provedeno srovnání s výskyty kyselých magmatických hornin v blízkém okolí. Magnetická susceptibilita a obsahy radioaktivních prvků (% K, ekvivalenty U a Th v ppm) byly měřeny přímo v terénu kapametrem KT-5 a gamaspektrometrem GRM-260. Chemické analýzy byly provedeny metodou ICP-ES (silikátová analýza) a ICP-MS (stopové prvky) v laboratořích ACME, Vancouver, Kanada. Analýzy minerálů proběhly na elektronové mikrosondě Cameca Camebax SX-100, (Laborař elektronové mikroskopie a mikroanalýzy, Společné pracoviště Ústavu geologických věd PŘF MU a České geologické služby).

Geologická pozice

Centrální bazická zóna (Zapletal 1928) brněnského masivu se dělí ve smyslu Dudka – Weisse (1963) na dioritovou (plutonická část) a metabazitovou zónu (vulkanická část) a jsou interpretovány jako části ofiolitového komplexu (pro přehled např. Hanžl – Melichar 1997, Finger et al. 2000a, Leichmann – Höck 2008). Obě zóny jsou doprovázeny řadou kyselých vulkanických a subvulkanických hornin, jejichž geneze a vztahy k okolním horninám nejsou plně známy. Jediný radimetrický údaj z ryolitu v metabazi-

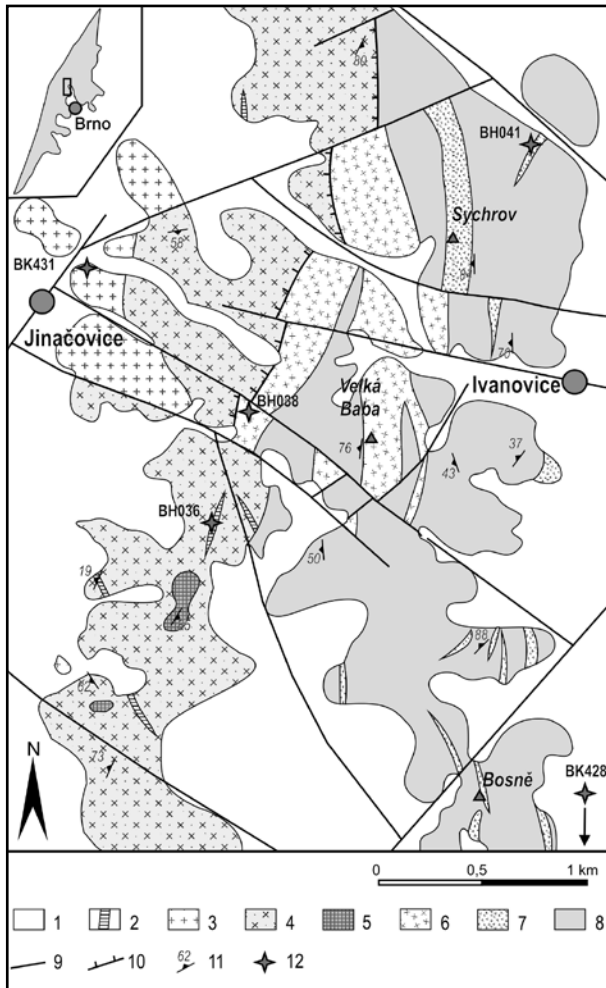
tové zóně udává Finger et al. (2000b), který datoval polohu ryolitů v metabazaltech z lomu Opálenka sv. od Kuřimi na 725 ± 15 Ma (evaporace zirkonů).

Styk mezi dioritovou a metabazitovou zónou v. od Jinačovic probíhá zhruba podél hřbetu Velké Baby (obr. 1), je přibližně s.-j. a jak ukazují gravimetrická data, strmě se uklání k Z (Sedlák 1993). To potvrzují i orientace foliací v metabazitové zóně, které jsou přibližně s.-j. a sklání se k Z (Hanžl 1997). Dioritová zóna je v okolí Jinačovic budována různě zrnitými diority, masivní stavba je přetištěna metamorfní foliací, jejíž intezita roste směrem k Z. V dioritech na dílčím hřbetu cca 1 km jz. od Velké Baby vystupuje těleso serpentinitů, které podrobně popsali Malý – Weiss (1987). V dioritech jsou hojné žíly granitových porfyrů (vzorek BH036). Na západě u Jinačovic do dioritů intrudují leukokratin až biotitické granity (vzorek BK431) tetčické suity ve smyslu Leichmanna – Höcka (2008).

Dominantní horninou metabazitové zóny jsou slabě metamorfované bazické vulkanity, které obsahují polohy a čocky ryolitů a jejich tufů. Na studovaném území se kyselé metavulkanity (vzorky BH041 a BK428) objevují především při v. patě hřbetu (obr. 1). V oblasti Velké Baby budují metabazaly především v. svahy hřbetu. V úseku mezi Malou Babou a Sychrovem vystupují podél styku obou zón tělesa světle šedých, obvykle kataklazovaných granitoidních hornin. Granofyrický mikrogranit (granofyr, vzorek BH038), který je součástí těchto těles, byl nalezen asi 600 m z. od Velké Baby ve starém lůmku na samé hranici s dioritovou zónou. Primární kontakty s okolními horninami nejsou pozorovatelné a jsou tektonicky přepracované.

Petrografická charakteristika studovaných vzorků

Jemně až drobně zrnité granity až mikrogranity místy s granofyrickými texturami tvoří deskovitá, přibližně s.-j. orientovaná tělesa, která vystupují na hranici



Obr. 1: Geologická situace v okolí Velké Baby s vyznačenou pozicí odebraných vzorků. Legenda: 1 – kenozoikum, 2 – serpentinit, 3 – mikrogranit, 4 – metaryolit, 5 – metabazalt, 6 – granit, 7 – granitový porfyr, 8 – diorit, 9 – zlom, 10 – přesmyk, 11 – foliace, 12 – vzorek.

Fig. 1: Geological plan of the Velká Baba Hill with marked position of samples. Legend: 1 – Cenozoic, 2 – serpentinite, 3 – microgranite, 4 – metarhyolite, 5 – metabasalt, 6 – granite, 7 – granite porphyry, 8 – diorite, 9 – fault, 10 – reverse fault, 11 – foliation, 12 – sample.

dioritů a metabazaltů i uvnitř vlastních metabazaltů v okolí Velké Baby z. od Ivanovic. Mocnost těles se dá odhadnout na první desítky až stovky metrů. Primární vztahy k metabazitům byly přetištěny mladšími tektonickými pochody. Granofyrické granity jsou proráženy žilami dioritových porfyrů (mikrodioritů). Horniny jsou šedé, jemně až drobně zrnité, hypautomorfně zrnité, obvykle různě intenzivně kataklazované. Typický je kostičkový rozpad. Jsou složeny z plagioklasů, K-živců a křemene, přičemž plagioklasy převažují. Tvoří tabulkovitá až protáhlá zrna maximální délky do dvou mm, charakteristické je polysyntetické lamelování. Některá zrna jsou slabě saussuritizována. K-živce jsou tabulkovité až protažené, dvojčatné, slabě zakalené sekundárními minerály. Křemen je oválný, po krajích rekrystalizovaný. Tmavé minerály jsou podřízené, vzácný biotit je zcela přeměněný na směs epidotu, sericitu a hydroxidů Fe, popřípadě je chloritizovaný.



Obr. 2: Příklad granofyrické struktury ve vzorku BH038, zkřížené nikoly.

Fig. 2: Example of granophyric texture in sample BH038, crossed nicols.

Ve starém lůmku u turistické cesty asi 600 m z. od Velké Baby jsou odkryty mikrogranity s granofyrickou texturou (BH038). Zrna tabulkovitého až lištovitěho plagioklasu a vzácně i křemene jsou obrůstána K-živci a křemenem v granofyrických srůstech křemene a alkalického živce (obr. 2). Ojedinelá jsou suboválná zrna křemene. Plagioklasy mírně převažují nad draselnými živci a odpovídají albitu o složení An_{3-4} , ale objevuje se, byť sporadicky, i oligoklas o An_{18} . Draselné živce obsahují albitovou komponentu do Ab_1 . Slídy jsou reprezentovány biotitem, který tvoří hypautomorfní až automorfní lupínky zelené barvy o velikosti do 0,5 mm, chemicky (Guidotti 1984) odpovídá annitu o chemismu s $X_{Fe} = 0,70-0,74$; $Al^{IV} = 2,46-2,26$ apfu, $Ti = 0,03$ apfu. Biotit je často nahrazován chloritem o $X_{Fe} = 0,72-0,77$. Sporadicky je přítomen muskovit. Akcesorický je zirkon, oxidy a sulfidy železa (pyrit, hematit) a také velmi sporadický muskovit.

Horniny mají obvykle vyšší susceptibilitu ($1,0-4,4 \times 10^{-3}$ SI). Průměrné obsahy radioaktivních prvků v mikrogranitech jsou: K = 1,6 %; eU = 1,6 ppm; eTh = 7,2.

Metaryolit, kyselý až intermediální metatuf tvoří tenké polohy uložené obvykle subparalelně s foliací uvnitř metabazaltů. Hranice s metabazalty jsou ostré. Mocnost poloh nepřesahuje obvykle první desítky metrů. Metaryolity jsou bělošedé až světle hnědošedé masivní až páskované horniny. Jsou afanitické až jemnozrné, s felsitickou základní hmotou, ve které dominují křemenné pásy různé zrnitosti. Některé části mohou být interpretovány jako devitrifikované a rekrystalizované sklo. Makroskopicky některé horninové agregáty připomínají svým tvarem deformované a rekrystalizované fiammé. Tmavé minerály schází nebo jsou zcela podružné a přeměněné na uralit či chlorit. Dalšími produkty přeměn jsou epidot, opakní minerál a sericit. Metatufy jsou obvykle páskované, často zbřidličnatělé horniny. Lištovité a tabulkovité K-živce a plagioklasy jsou zachovány pouze v reliktech, tvořící glomeroblasty do 2 mm v průměru. Matrix představuje směs křemene, albitu, sericitu a podružně chloritu a epidotu.

Charakteristický je film tvořený hydroxidy Fe, který tvoří tenké průsvitné rezavohnědé pásy podél foliace. Vzorky pro chemickou analýzu byly odebrány ze starého lomu s garážemi na sz. okraji Medlánek (BK428) a ze starého lomu (BH041) mezi Sychrovem a Českou.

Susceptibilita ryolitů je v rozmezí $0,11-0,88 \times 10^{-3}$ SI. Průměrné obsahy radioaktivních prvků v metaryolitech jsou: K = 3,3 %; eU = 2,3 ppm; eTh = 8,9.

Granitový porfyr byl odebrán ze žíly (BH036), která proráží diority a je odkryta v lesní cestě asi 600 m jz. od Velké Baby. Žíla je přibližně s.-j. orientována, mocnost je v prvních metrech. Textura je zřetelně porfyrická, postmagmaticky usměrněná. Vyrůstlice jsou tvořeny bipyramidálními křemeny, které jsou laločnatě korodovány matrixem. Zrna jsou nehomogenně deformována a rekrystalizována, celkově však zachovávají původní tvar. Živce ve vyrůstlicích jsou tlustě lištovité až tabulkovité, obvykle sericitizované, v plagioklasech se objevují minerály epidotové skupiny. Poměr K-živců a plagioklasů je přibližně stejný. Základní hmota je tvořena pásy různě zrnitého rekrystalizovaného křemene s příměsí sericitu a minerálů epidotové skupiny.

Susceptibilita je v rozmezí $0,13-0,69 \times 10^{-3}$ SI. Obsahy radioaktivních prvků v porfyrech jsou velmi variabilní.

Biotitický granit místy s granátem byl odebrán ze starého lomu v Jinačovicích (BK431). Jde o šedé, charakteristicky načervenalé středně až hrubě zrnité horniny. Plagioklasy jsou hypautomorfní o velikosti zrna až 6 mm, zřetelně zonální, obvykle zakalené produkty přeměn, sericitem a jílovými minerály. Bazicitu plagioklasů odpovídá albitu o obsahu anortitové složky An_{3-8} , plagioklasy na kontaktu s granátem mají bazicitu o něco vyšší, odpovídají oligoklasu o An_{10-11} . Draselné živce tvoří hypautomorfní až xenomorfní zrna, velikost zrn je stejná jako u plagioklasů a pohybuje se okolo 5 mm, v K-živcích se objevují drobné perthitické odmíšeniny, zrna jsou jen lehce kaolinizovaná. Lupínky biotitu, obvyklé velikosti okolo 1 mm, jsou hypautomorfní, často zprohýbané a kompletně přeměněné na chlorit a směs opakních minerálů a oxidů železa. X_{Fe} takto vzniklého chloritu = 0,97–0,99. Granáty tvoří drobná zrna o velikosti od 0,2 do 0,4 mm, jsou automorfní, dobře omezená, jejich složení je homogenní a odpovídá $Alm_{51-57}Prp_{0-0,1}Sp_{31-35}Grs_{11-13}$.

Susceptibilita hornin je velmi nízká $\sim 0,08 \times 10^{-3}$ SI. Průměrné obsahy radioaktivních prvků v granitu jsou: K = 4,5 %; eU = 3,7 ppm; eTh = 14,9 ppm.

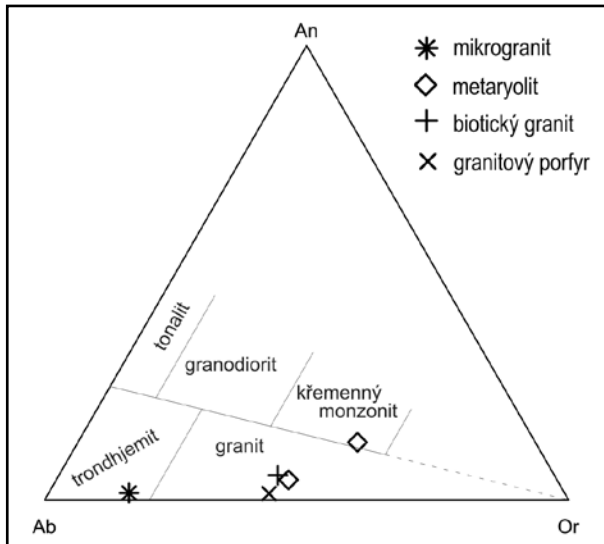
Geochemie

Chemické složení hornin je uvedeno v tabulce 1. Všechny studované horniny jsou kyselé s obsahem SiO_2 v rozmezí 71,0–76,5 hmot. %. Chemicky odpovídají v TAS klasifikaci ryolitu resp. granitu, v klasifikaci Ab-An-Or (O'Connor 1965) odpovídá granofyr trondhjemitu (obr. 3), ostatní vzorky granitu resp. ryolitu. Horniny jsou alkalicko-vápenaté, granofyr odpovídá nízkodraselné sérii, ostatní vzorky jsou vysokodraselné ve smyslu klasifikace (Pecce-rillo – Taylor (1976). Poměry K_2O/Na_2O jsou u granofyru malé (0,26), u ostatních hornin větší než 1. Kromě jednoho

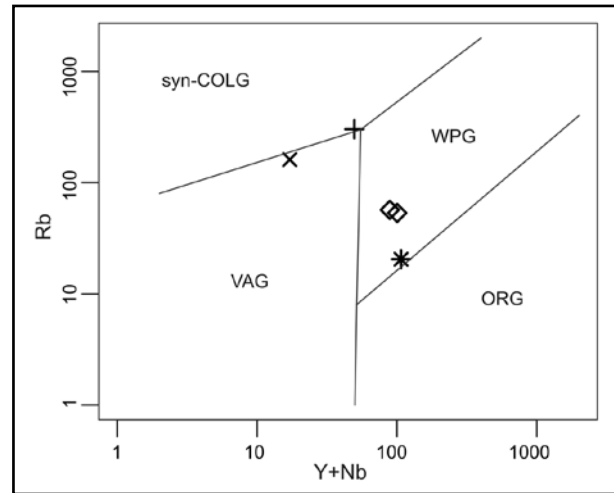
vzorek	BH036B	BH038A	BH041B	BK428	BK431
lokalita	V. Baba	Baba	Česká	Medlánky	Jinačovice
X	-602555	-602129	-600617	-600545	-602870
Y	-1153632	-1152661	-1151526	-1155302	-1151917
hornina	porfyr	granofyr	ryolit	ryolit	granit
SiO ₂	74,58	76,52	71,02	75,39	75,34
TiO ₂	<0,01	0,16	0,21	0,2	<0,01
Al ₂ O ₃	13,88	12,7	12,79	12,3	13,62
Fe ₂ O ₃	1,74	2,43	2,97	2,18	0,84
MnO	0,07	0,06	0,11	0,07	0,09
Cr ₂ O ₃	0,006	0,002	0,003	<0,002	0,002
MgO	0,07	0,15	0,41	0,27	0,02
CaO	0,22	0,2	2,22	0,56	0,72
Na ₂ O	4,14	5,38	2,44	3,52	4,06
K ₂ O	4,42	1,42	5,49	4,36	4,6
P ₂ O ₅	0,03	0,02	0,02	0,03	<0,01
C	<0,02	0,02	0,35	<0,02	0,02
S	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
LOI	0,8	0,9	2,2	1	0,7
suma	99,94	99,91	99,84	99,88	100,03
Be	3	2	3	2	4
Ba	479	384	792	681	11
Co	1,3	3,2	2,7	1,3	<0,2
Cu	7,9	27,2	11,4	6,3	2,1
Ni	20,2	7,9	18,5	2,7	1
Rb	161,1	20,5	53,4	56,9	301,9
Sr	153,8	61,2	72,4	61	13,2
V	<8	<8	22	8	10
Sn	4	3	5	4	5
Zn	12	6	16	34	7
As	<0,5	1	0,6	0,5	0,6
U	2	1,8	2	1,8	3,2
Nb	13,1	19,3	21,9	21,3	14,4
Mo	0,3	1	0,6	0,2	<0,1
Y	4	87,6	78,4	67,5	35,1
Zr	73,5	373,6	394,3	319,5	69,2
Pb	4,6	2,8	1,7	3,1	8,8
Cd	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cs	1,4	0,4	0,8	0,2	3,8
Th	10,8	7,4	8	8,8	12,7
Ta	1,4	1,4	1,5	1,4	4
Hf	3,3	12,8	12,9	10,5	5,1
Sc	<1	4	6	5	2
Sb	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,2
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,09
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bi	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
W	<0,5	1	<0,5	<0,5	<0,5
Ga	18,8	21,2	23,2	14,3	23,4
Se	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	<0,5
La	14,6	25,8	38,2	32,1	2,8
Ce	28,9	79,9	86,7	83,5	6,8
Pr	3,36	8,64	11,5	9,32	1,07
Nd	12,1	35,3	47,7	37,4	5,3
Sm	2,41	8,73	10,75	8,57	2,96
Eu	0,54	1,15	1,68	1,15	0,05
Gd	1,52	10,27	11,33	9,31	4,49
Tb	0,19	2,16	2,11	1,75	0,96
Dy	0,76	13,89	13,09	11,3	5,73
Ho	0,11	2,99	2,75	2,41	0,97
Er	0,26	9,11	8,42	7,75	2,13
Tm	0,05	1,51	1,38	1,2	0,24
Yb	0,26	9,59	8,79	8,06	1,3
Lu	0,04	1,44	1,35	1,21	0,14

Tab. 1: Výsledky chemických analýz daných vzorků.

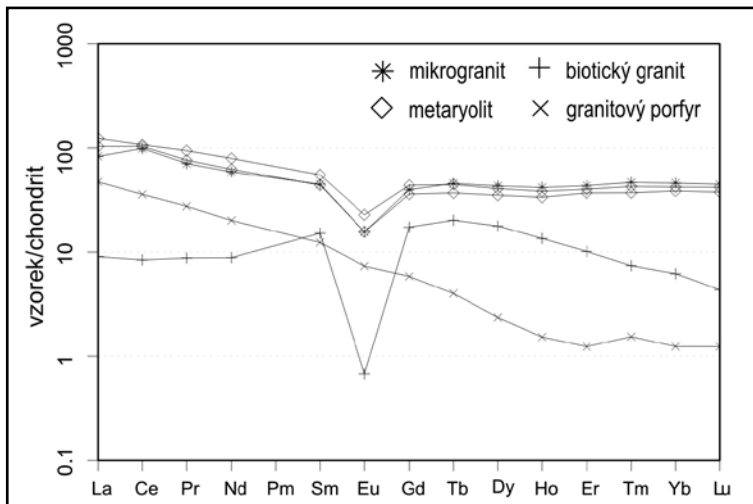
Tab. 1: Chemical composition of studied samples.



Obr. 3: Klasifikace studovaných hornin v diagramu Ab-An-Or (O'Connor 1965).
 Fig. 3: Classification of studied rocks in Ab-An-Or diagram (O'Connor 1965).



Obr. 5: Pozice vzorků v geotektonickém diskriminačním diagramu Rb vs. Y + Nb podle Pearce et al. (1984). Symboly viz obr. 3.
 Fig. 5: Geotectonic discrimination diagram Rb vs. Y + Nb of Pearce et al. (1984). Symbols as in Fig. 3.



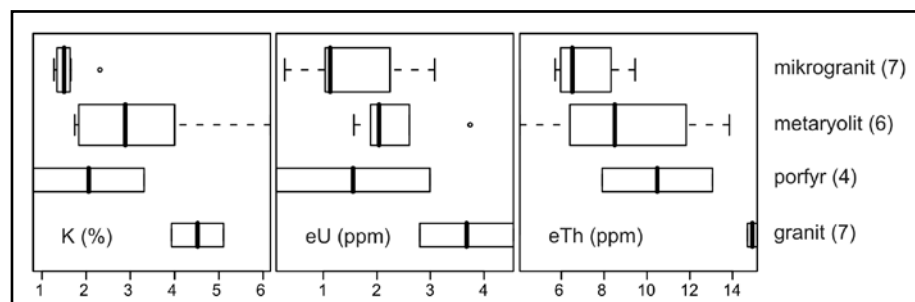
Obr. 4: Trendy na chondrit normalizovaného (Boynton 1984) obsahu REE ve studovaných vzorcích.
 Fig. 4: Chondrite-normalized (Boynton 1984) REE patterns for studied samples.

vzorku rylitu ($A/CNK = 0,91$) jsou ostatní horniny nevýrazně peraluminické. Charakteristické jsou nízké obsahy Zr u porfyru a granitu (~70 ppm) a vysoké u granofyru a rylitů (320–390 ppm). Podobný charakter ukazují i obsahy vzácných zemin, které jsou u porfyru a granitu velmi nízké ($\Sigma REE = 65$ resp. 35 ppm) zatímco u granofyru dosahují hodnot 210–245 ppm. Ve srovnání s obsahy v granitech oceánské hřbetu (ORG, Pearce et al. 1984) jsou porfyr a granit obohaceny o litofilní prvky (LILE) s výrazně navýšenými obsahy Rb, prvky „HFSE“ (high field strength elements) jsou v těchto horninách výrazně

ochuzeny. Rylity a granofyr mají velmi podobné trendy se slabě nabohacenými LILE, zatímco HFSE odpovídají hodnotám v ORG. Normalizované hodnoty obsahu REE (obr. 4) ukazují téměř totožné trendy granofyru a rylitů, kdy REE jsou jen slabě frakcionovány ($La_N/Yb_N = 1,8-2,9$) s negativní Eu anomálií ($Eu/Eu^* = 0,37-0,47$). Vzorek porfyru má dobře frakcionované REE ($La_N/Yb_N = 37,8$) bez zřetelné Eu anomálie. Vzorek granitu ukazuje zajímavý trend s ochuzením o lehké i těžké REE s výraznou negativní Eu anomálií ($Eu/Eu^* = 0,04$).

Diskuze a závěr

Většina granitů vzniká pomalým samostatným růstem krystalů křemene a dvou živců za podmínek blízkých equilibriu a za dostatečného tlaku vody (Tuttle – Bowen 1958). Při vmístění blízko povrchu dochází často k rychlému úniku fluid, které vede k snížení tlaku a rychlému podchlazení taveniny. Za těchto podmínek místo jednotlivých krystalů dochází k paralelnímu růstu křemene a alkalických živců vedoucímu ke vzniku granofy-



Obr. 6: Srovnání obsahu radioaktivních prvků v krabicovém diagramu pro studované horniny. Počet vzorků je v závorce.
 Fig. 6: Correlation of radioactive elements for studied rocks in box plots. Number of samples in brackets.

rických srůstů, které často krystalizují kolem již existujících fenokrystů (Shelley 1992). Lowenstern et al. (1997) dává vývoj granofyrických textur v pleistocenním vulkanickém centru Alid v sv. Africe do hloubky 1,4–3,4 km.

Geotektonická klasifikace ukazuje na rozdílnou pozici hornin. Granofyr padá spolu s ryolity v diagramu Pearce et al. (1984) na hranici pole vnitrodeskových hornin s granity oceánských hřbetů a liší se tak od vzorku porfyru a granitu, které padají na hranici synkolizních granitů a granitů vulkanických oblouků (obr. 5). Poměr Th/Ta je v granofyru (5,39) a je podobný jako v ryolitech (5,33 a 6,29) a uvedené horniny tvoří v diagramu Ta/Yb vs. Th/Ta (Schandl – Gorton 2002) opět shluk na hranici polí vnitrodeskových vulkanitů a aktivního kontinentálního okraje. V granitech je poměr Th/Ta zřetelně nižší (3,18) u porfyru naopak vyšší (7,71).

Pro korelaci hornin je velmi instruktivní trend normalizovaných obsahů REE (obr. 4). Zatímco porfyr má velmi frakcionovanou křivku bez zřetelných anomálií, granit s granátem mají neobvyklý trend s nabohacením o středně těžké vzácné zeminy, ochuzením o LREE a vý-

raznou negativní anomálií. Tato křivka je pravděpodobně ovlivněna přítomností granátu a hydrotermální alterací horniny. Podobné trendy popsali Leichmann – Höck (2008) z granitu typu Hlína. Granofyr zcela kopíruje trendy v ryolitech, plochý trend ukazuje na malou frakcionaci REE. Přestože existují rozdíly v chemismu hlavních prvků, na základě obsahu stopových prvků lze hledat paralelu mezi granofyrickými granity a prekambričovými ryolity metabazitové zóny. Nevýrazný posun v obsahu radioaktivních prvků (obr. 6) může být způsoben pozdějšími alteracemi. Granofyry tak mohou reprezentovat subvulkanický ekvivalent ryolitů metabazitové zóny brněnského masivu. Výskyty granofyrů ve vazbě na bazické horniny nebo i ofiolity popisují například (Al-Shanti et al. 1984) nebo (Shortland et al. 1996)

Poděkování

Prezentovaná data byla získána v rámci interního úkolu ČGS Základní geologické mapování území České republiky 1 : 25 000 – oblast Brněnsko. Recenzentu děkujeme za připomínky, které vedly ke zkvalitnění rukopisu.

Literatura

- Al-Shanti, A. M. S. – Abdel-Monem, A. A. – Marzouki, F. H. (1984), Geochemistry, petrology and Rb-Sr dating of trondhjemite and granophyre associated with Jabal Tays Ophiolite, Idsas area, Saudi Arabia. – *Precambrian Research*, 24 (3–4), 321–334.
- Barker, D. S. (1970): Compositions of Granophyre, Myrmekite, and Graphic Granite. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 81, 3339–3350.
- Boynnton, W. V. (1984), Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. – In: P. E. Henderson (ed), *Rare Earth Element Geochemistry*. – Elsevier, Amsterdam, 63–114.
- Cox, K. G. – Bell, J. D. – Pankhurst, R. J. (1979): The Interpretation of Igneous Rocks. – George Allen & Unwin., London, pp. 450.
- Dudek, A. – Weiss, J. (1963): Západo-moravské krystalinikum. – Sbor. XIV. sjezdu Spol. pro min. a geol., 5–18.
- Finger, F. – Hanžl, P. – Pin, C. – Von, Q. A. – Steyrer, H. P. (2000a): The Brunovistulian, Avalonian Precambrian sequence at the eastern end of the Central European Variscides? In: Franke, W., Haak, V., Oncken, O., Tanner, D. (eds): *Orogenic Processes, Quantification and modelling in the Variscan Belt*. – Geological Society, London, Special Publication, 179, 103–112.
- Finger, F. – Tichomirowa, M. – Pin, C. – Hanžl, P. (2000b): Relics of an early-Panafrican metabasite-metarhyolite formation in the Brno Massif, Moravia, Czech Republic. – *Int. J. Earth Sci.*, 89, 328–335.
- Guidotti, C. V. (1984): Micas in metamorphic rocks. – *Reviews in Mineralogy*, 357–467.
- Hanžl, P. (1997): Structural profil through the Brno Massif. – EGSRE, IV, 1.
- Hanžl, P. – Melichar, R. (1997): The Brno Massif: A section through the active continental margin or a composed terrane? – *Krystalinikum*, 23, 33–58.
- Johannsen, V. (1962): A descriptive petrography of the igneous rocks. – Chicago Univ. Press, Chicago. 468 s.
- Leichmann, J. – Höck, V. (2008): The Brno Batholith: An insight into the magmatic and metamorphic evolution of the Cadomian Brunovistulian unit, eastern margin of the Bohemian Massif. – *Journal of Geosciences*, 53 (3–4), 281–305.
- Lowenstern, J. B. – Clyne, M. A. – Bullen, T. D. (1997): Comagmatic A-type granophyre and rhyolite from the Alid volcanic center, Eritrea, northeast Africa. – *Journal of Petrology*, 38 (12), 1707–1721.
- Malý, J. – Weiss, J. (1987): Nově zjištěná ultrabazitová tělesa u Jinačovic v metabazitové zóně brněnského masívu. – *Časopis pro mineralogii a geologii*, 32, 2.
- O'Connor, J. T. (1965): A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. – In: US Geological Survey Professional Paper B525. – USGS, 79–84.
- Pearce, J. A. – Harris, N. B. W. – Tindle, A. G. (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. – *J. Petrology*, 25, 956–983.
- Peccerillo, A. – Taylor, S. R. (1976): Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey – *Contrib Mineral Petrol* 68, 61–81.
- Sedlák, J. (1993): Severní část brněnské aglomerace. Tíhové měření 1 : 25 000. – MS, Geofyzika Brno.
- Shelley, D. (1992): *Igneous and metamorphic rocks under the microscope*. – Chapman & Hall, 445 str.
- Shortland, R. A. – Salmon, S. – Rowthorn, G. – Regan, P. F. (1996): Coexisting acid and basic magmas of the Elizabeth Castle igneous complex, Jersey, Channel islands. – *Geoscience in South-West England*, 9 (1), 121–126.
- Schandl, E. S. – Gorton, M. P. (2002): Application of high field strength elements to discriminate tectonic settings in VMS environments. – *Economic Geology*, 97 (3), 629–642.
- Tuttle, O. F. – Bowen, N. L. (1958): Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - KAlSi_3O_8 - SiO_2 - H_2O . – *Geol. Soc. Am. Mem.*, 74, 1–151.
- Zapletal, K. (1928): Geologie a petrografie okolí brněnského. – *Čas. Mor. Zem. Muz.*, 25, 67–111.