

## VULKANOSTRATIGRAFIE A GEOCHEMIE BAZALTOIDŮ ČESKÉHO STŘEDOHOŘÍ

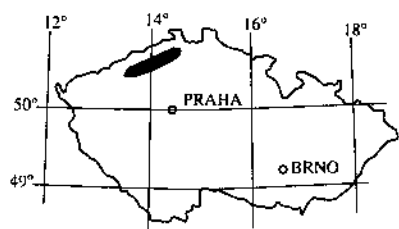
### Volcanostratigraphy and Geochemistry of the České středohoří Mts. basaltic rocks

VLADIMÍR CAJZ<sup>1</sup> - JAROMÍR ULRYCH<sup>1</sup> - KADOSA BALOGH<sup>2</sup> - MILOŠ LANG<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6

<sup>2</sup>ATOMKI, Bemtér 18/C, H-4026 Debrecen

(02-23, 02-24, 02-32, 02-33, 02-34, 02-41, 02-42, 02-43)



**Key words:** České středohoří Mts., Cenozoic basaltic volcanism, volcanostratigraphy, Age, Geochemistry, Sr and Nd isotopes

**Abstract:** The České středohoří Mts. is an erosional relict of the Cenozoic volcanosedimentary complex in the Ohře Rift. The geochemical investigation was used to test a new volcanological model. The following volcanostratigraphical formations of superficial volcanics were recognized: 1) the Lower Formation – lavas and volcanoclastics of basanitic character (36–26 Ma, 12 % norm. Ol; Mg# = 65–82, aver. 75; high contents of Cr, Ni, Co, Sc; common presence of lherzolite xenoliths; low  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.703128\text{--}0.703526$ ; high  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512738\text{--}0.512849$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}^1 = +2.8$  to  $+4.8$ ) corresponding to low-differentiated, only weakly crust-contaminated upper mantle products; 2) the Upper Formation – lavas and pyroclastics of trachybasaltic type (31–25 Ma, 2 % norm. Ol; Mg# = 60–72, aver. 65; low contents of Cr, Ni, Co, Sc; lack of lherzolite xenoliths; higher  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.704428\text{--}0.704649$ ; lower  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512679\text{--}0.512742$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}^1 = +1.5$  to  $+2.6$ ) representing differentiated and partly crust-contaminated evolved products; 3) the probable Uppermost Formation – flow(s) of basanite (24 Ma) similar in geochemical characteristics to those of the Lower Formation. The Group 4) of the Late Miocene Intrusives (13 Ma) similar to those of the Lower Formation (13 Ma, 16% norm. Ol; Mg# = 70–79, aver. 75; high contents of Cr, Ni, Co, Sc; somewhat higher  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.703651\text{--}0.703761$ ; somewhat lower  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512845\text{--}0.512847$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}^1 = +4.4$  to  $+4.3$ ) primitive magma probably associated with rejuvenation of tectonic movements in the OR or pulsation of magmatic activity, was used for comparison.

V roce 1998 byl ukončen třiletý projekt výzkumu produktů povrchového bazaltoidního vulkanismu Českého středohoří, financovaný z prostředků GA AV ČR (výzkumný projekt A 3111601). Úkolem tohoto projektu bylo za použití geochemických metod zhodnotit představu o stavbě a vývoji střední části pohoří, kde jsou povrchové produkty vulkanosedimentárního komplexu nejlépe zachovány. Z mapovacích prací uskutečněných v posledním desetiletí vyplynulo, že tyto jsou tvořeny několika nezávislými litostratigraficky odlišnými jednotkami. Za základ pro ověro-

vanou teorii byly použity již HIBSCHEM (1926) vyčleněné dvě jednotky povrchových vulkanických produktů:

1. „bazaltické tufy“ (široká skupina geneticky pestrých vulkanoklastik) s jim odpovídajícími bazanitovými výlevy.
2. „tefritické tufy“ (většinou redeponovaná pyroklastika) a „tefritové“ výlevy.

Dále byla nově definována další, stratigraficky nejvyšší jednotka. Takto konstituovaný model (CAJZ 1990a,b, 1993, 1996) byl testován pomocí nezávislých geochemických metod (celková chem. analýza, analýza stopových prvků včetně TR, studium izotopů Sr a Nd, datování K-Ar metodou). Odpovídajícímu geochemickému testu byla podrobena i skupina mladých bazaltických intruzí pronikajících sedimentární výplní mostecké pánve. Geochemicky bylo studováno 37 vzorků (CAJZ et al. 1999). Rozborů byly prováděny převážně laboratořemi ČGÚ Praha, izotopickému studiu Sr a Nd se věnoval předčasně zesnulý kolega Karel Vokurka. Pouze hodnoty některých stopových prvků byly stanoveny v Ústavu jaderné fyziky AV ČR Řež. Datování metodou K-Ar bylo uskutečněno v Jaderném ústavu Maďarské akademie věd v Debrecenu.

Výsledky geochemických rozborů potvrdily v hlavních rysech oprávněnost představy vývoje dosud zachovaných povrchových produktů vulkanosedimentárního komplexu ve třech rozdílných vývojových etapách:

1. *spodní jednotka* tvoří lávové výlevy olivinických bazaltoidů (basanity až méně často olivinické nefelinity – obr. 1) s doprovodem vulkanoklastik široké genetické škály, včetně intravulkanických sedimentárních vložek pískovců, vápenců a organogenních sedimentů (diatomity, uhlí) místy s bohatými paleontologickými doklady. Horniny této jednotky bývají postiženy fosilním zvětváním. Výlevné horniny patří k nediferenciovaným a korově minimálně kontaminovaným svrchnoplášťovým produktům primitivního chemismu (FREY et al. 1978). Jsou olivínem bohaté (12% norm.), mají vysokou hodnotu Mg# (prům. 75), vysoký obsah nekompatibilních prvků jako např. Cr (277 ppm), Ni (166), Co (54), Sc (33) a přítomnost lherzolitových xenolitů je častá. Tomu odpovídají iniciaální poměry  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0,703128–0,703526) a  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  (0,512738–0,512849). Časové rozpětí jejich vzniku je dáno intervalem 41,9–29,7 Ma, přičemž hodnoty 36,1–29,7 se jeví reprezentativnějšími (možná kontaminace xenolitickým materiálem, analýza celé horniny, ovlivnění alterací, příp. obtížně identifikovatelná pozice).
2. *střední jednotka* je pozůstatkem produktů vulkanismu převážně explozivního charakteru, který vybudoval rozsáhlý složený vulkán (CAJZ 1990a,b, 1996). Klastické

produkty mají v průměru převažující zastoupení pyroklastických komponent, avšak redepozice tohoto materiálu již do jisté míry původní charakter seřela. I zde jsou známy floristické zbytky. Objemově podřízené výlevné produkty jsou převážně trachybazalty s přechody k tefritům a bazaltickým trachyandezitům (obr.1). Jsou olivínem chudé (1,8 % norm.), hodnota Mg# je nižší (prům. 65). Nižší obsahy Cr (42 ppm), Ni (12), Co (29) a Sc (22) a absence lherzolitových xenolitů indikují vyšší diferenciální vývoj. Iničiální poměry  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0,704428–0,704649) a  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  (0,512679–0,512742) dokládají vyšší korovou kontaminaci. Datování udává hodnoty 30,8–24,7 Ma.

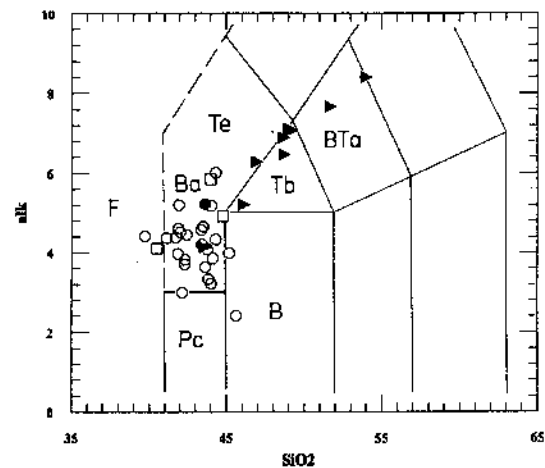
3. *svrchní jednotka* byla stanovena na základě geologické pozice lávového proudu u Dobrné, který překrývá klasické produkty střední jednotky. Je to nefelinický bazanit (11 % norm. Ol.) některými geochemickými parametry, jako jsou hodnota Mg# (70), nebo obsah vybraných nekompatibilních prvků: Cr (226 ppm), Ni (110), Co (48) a Sc (22), velmi blízký bazanitům spodní jednotky. Iničiální poměry  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0,703740) a  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  (0,512865) však vykazují jistou míru korové kontaminace a jsou již bližší následující skupině miocenních intruzí. Stáří efuze bylo určeno na 23,7 Ma. Relikt bazanitového proudu v obdobné geologické pozici byl později identifikován v masivu Matrého u Sebužína. Některé hodnoty radiometrického stáří (BELLON et al. 1998) mohou dokumentovat další rozšíření této jednotky.

Čtvrtá testovaná skupina byla použita pro srovnávací účely:

4. *skupina miocenních intruzí* je známa z proniků do sedimentární výplně mostecké pánve v bílinsko-mostecké oblasti. Velmi často jsou intruze analcimizovány, nebo jinak alterovány. Dosud nejsou známy povrchové produkty, které by k této skupině náležely. Jsou to bazanity (obr. 1) s normativním olivínem 16 %, vysokou hodnotou Mg# (kolem 75) a obsahy Cr 295 ppm, Ni 229 ppm, Co 56 ppm a Sc 26 ppm. Tyto údaje je řadí k velmi primitivnímu magmatu. Naproti tomu iničiální poměry  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0,703651–0,703761) a  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  (0,512845–0,512847) poukazují na mírnou korovou kontaminaci. Stáří bylo určeno na 13,0–13,4 Ma.

Nově získané komplexní geochemické údaje (CAJZ et al. 1999) podpořily představu o stavbě a vývoji středohorského komplexu a potvrdily možnost zavedení jeho stratigrafického členění (CAJZ, v tisku). Ač se hodnoty časových intervalů vzniku výše popsaných jednotek hlavního cyklu velmi blíží a někde dokonce mírně překrývají, přesto lze akceptovat existenci jednotlivých vulkanických epizod.

Bazanity spodní jednotky (1) lze považovat za produkty iničiální fáze riftogeneze, kdy podél tektonicky predisponovaných zón formujícího se riftu docházelo k relativně rychlému výstupu primitivního, minimálně diferenciovaného plášťového magmatu. Trachybazaltické magma (2), jehož projevem je složený vulkán střední jednotky, vzniklo ze



Obr. 1. Postavení studovaných vzorků v TAS diagramu (dle Le Maitre ed. 1989): prázdná kolečka – bazanity spodní jednotky (1), plné trojúhelníky – trachybazalty střední jednotky (2), plné kolečko – bazanit vyšší jednotky (3), čtverce – miocenní bazanitové intruze (4).

stejného zdroje diferenciací a kontaminací korovým materiálem. K tomu došlo během delšího vývoje uvnitř magmatického krbu. Tato fáze představuje následnou etapu riftogeneze a lze předpokládat nižší tektonickou aktivitu v té době.

Bazanity svrchní jednotky (3) pak patrně vznikly díky tektonické remobilizaci, kdy se k povrchu dostalo opět primitivní plášťové magma podobné spodním bazanitům. Jeho výstup však mohl být pomalejší, jak dokládá mírná korová kontaminace. Stalo se tak v době hranice mezi oligocémem a miocémem, kdy je v riftové oblasti indikována změna napětových polí (ADAMOVIČ, COUBAL 1999).

Bazanity miocenní intruzivní skupiny (4) jsou geochemicky dosti podobné oběma předchozím bazanitovým jednotkám. Nicméně vykazují významné zvýšení obsahu prvků vzácných zemí. To může být důsledkem buď původu z jiného zdroje (nižší úroveň natavení), nebo důsledkem procesů spojených s analcimizací. Též izotopové rozborů vykazovaly vyšší hodnotu korové kontaminace. To vše spolu s výrazně mladším původem (stř. miocén) je vyčleňuje jako produkty dalšího vulkanického cyklu, spíše než závěrečnou etapu cyklu hlavního.

## Literatura

- ADAMOVIČ, J. - COUBAL, M. (1999): Intrusive Geometries and Cenozoic Stress History of the Northern Part of the Bohemian Massif. – *Geolines*, 9, 5–14.
- BELLON, H. - BŮŽEK, Č. - GAUDANT, J. - KVAČEK, Z. - WALTHER, H. (1998): The České středohoří magmatic complex in northern Bohemia 40K-40Ar ages for volcanism and biostratigraphy of the Cenozoic freshwater formations. – *Newsl. Stratigr.* 36, 77–103.
- CAJZ, V. (1990a): Vulkanismus části sz. okraje Českého středohoří - strukturální model. – *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1988*, 15–16.
- (1990b): An Actual View on Volcanology of the České středohoří Mts. – *International Volcanological Congress IAVCEI. Abstracts, Mainz*.
- (1993): Divoká rokle v Ústí nad Labem – rekonstrukce sopečného vývoje. – *Ústecké muzejní sešity*, 4, 5–14.
- (1996): The Stratigraphy of the České středohoří Mts. Volcani Area. –

- Proceedings of the Workshop on Magmatism and Rift Basin Evolution: Peritethyan Region. Budapest.
- CAJZ, V. (v tisku): Proposal of lithostratigraphy for the České středohoří Mts. volcanics. – Věst. Čes. geol. Úst., 75.
- CAJZ, V. - VOKURKA, K. - BALOGH, K. - LANG, M. - ULRYCH, J. (1999): The České středohoří Mts.: Volcanostratigraphy and Geochemistry. – Geolines, 9, 21–28.
- FREY, F. - GREEN, D. H. - ROY, S. D. (1978): Intergraded models of basalt petrogenesis: a study of quartz tholeiites to olivine melilitites from southeastern Australia utilizing geochemical and experimental petrological data. – J. Petrol., 19, 463–513.
- HIBSCH, J. E. (1926): Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte des böhmischen Mittelgebirges und der unmittelbar angrenzenden Gebiete zugleich in allgemein verständlicher geologischer Führer. – Freier Lehrerverein, 143 pp. Tetschen a.d. Elbe.
- LE MAITRE, R. W. ed. (1989): A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. – Blackwell, Oxford.

## SOUČASNÝ STAV NÁZORŮ NA STÁŘÍ GRUNDSKÉHO SOUVRSTVÍ

### Contemporary state of opinion on the age of the Grund Formation

IVAN ČICHA

Český geologický ústav, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1

**Key words:** Grund Formation, Upper Karpatian, Lower Badenian, Correlation Langhian-lower Badenian, Miocene, Austrian-Moravian foredeep.

**Abstract:** The upper part of the Karpatian, known from the vicinity of Grund (in Austria) and from Znojmo-Hranice, Nesvačilka and others areas in the Austrian-Moravian part of the foredeep consists of zones with

- a) *Globorotalia div. sp.*
- b) *Globigerinoides bisphericus*

Representatives of the genus *Praeorbulina s.l.* occur in the horizons overlying the *Globigerinoides bisphericus* zone (lower Badenian–Langhian).

In the southern part of the foredeep, sedimentation between the zones with *G. bisphericus* and “*Praeorbulina*” was not interrupted. For this part of Miocene the name Grund Formation has been proposed. (R. ROETZEL et al. 1999).

V rámci řešení úkolu GA ČR 205/98/0694 (6141 ČGÚ) byla v roce 1999 věnována hlavní pozornost problematice grundského souvrství.

Základní důraz byl zaměřen na stanovení hranice mezi laaerským a grundským souvrstvím a na problém stratigrafického rozpětí grundského souvrství.

V oblasti tzv. klasické lokality u Grundu byly v tomto roce provedeny tři výkopy (přibližně do 5 m), které byly podrobně dokumentovány, včetně starých vinných sklepů na Windmühlbergu. Tyto práce navázaly na starší výkopy (1998) v oblasti Grund-Kellergasse.

Z provedených výkopů bylo odebráno celkem 35 vzorků, jejichž zpracování ukázalo, že typická lokalita obsahuje mikrofauny s velmi hojnou *Uvigerina graciliformis*, *Pappina breviformis* v asociaci s *Globorotalia bykovae*, *Globorotalie transylvanica*. Pouze v jedné vrstvě provedené v r. 1997 byl nalezen druh *Globigerinoides bisphericus*. Žádný druh řady *G. sicanus*, *Praeorbulina glomerosa s.l.* (*P. glomerosa*, *P. glomerosa circularis*, *P. glomerosa curva*) zde nebyl prokázán, včetně zástupců r. *Orbulina*. Jedná se zcela zřetelně o vrstvy odpovídající vyššímu karpátu ve smyslu jeho původní definice (zóna *G. bisphericus* představuje nejmladší část karpátu).

Také zpracování profilů ze starých vinných sklepů přineslo identické výsledky. Hodnocení vápenného nanoplanktonu (L. Švábenická) s *Helicosphaera waltrans* svědčí pro přítomnost hraničních vrstev NN4-5.

Ve smyslu původní definice badenu z hlediska mikrofauny „klasická lokalita” grundského souvrství odpovídá svrchnímu karpátu.

Grundské souvrství, které přechází až do spodního badenu – zóny *Praeorbulina* – *Orbulina suturalis* však reprezentuje i nejstarší baden, který však nebyl dosud komplexně definován. Za jeho spodní oddíl byly dosud pokládány vrstvy s *Orbulina suturalis* a „velkých lagenid” např. *Lenticulina echinata*.

Rakouská strana pokládala dosud klasickou lokalitu Grund již za spodní baden (R. ROETZEL et al. 1999). Nepřítomnost vůdčích fosilií spodního badenu se snaží vysvětlit faciálním ovlivněním. Přijetí tohoto názoru by znamenalo negaci současného mikrobiostratigrafického členění v celé oblasti centrální Paratethydy.

Grundské souvrství lze na základě foraminifer členit do těchto zón: od báze

- a) *Globorotalia bykovae*, *Globorotalia transylvanica*, *Uvigerina graciliformis*, *Pappina div. sp.*
- b) *Globigerinoides bisphericus*, *Uvigerina graciliformis*, *Pappina breviformis*, *Pappina primiformis*, *Uvigerina acuminata*
- c) *Globigerinoides cf. sicanus*, *Praeorbulina glomerosa s.l.* *Uvigerina graciliformis*, *Pappina div. sp.*, *Globigerinoides div. sp.*
- d) *Praeorbulina glomerosa s.l.*, *Orbulina suturalis*, *Uvigerina macrocarinata*

Zjištění samostatné pozice grundského souvrství vyplňující období mezi laaerským souvrstvím a zónou *Orbulina suturalis* sp. badenu má základní význam i pro členění a další mapové vyjádření této části miocénu v oblasti především j. části alpsko-karpatské předhlubně, kde bylo dosud grundské a „lagenidové” souvrství spojováno v jeden celek. Jak ukazují dosavadní revize starších vrtných prací, především Geotestu je toto souvrství značně mocné a před-