

<https://doi.org/10.46861/bmp.31.035>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Petrografie a geochemie amfibolitů strážovského moldanubika

Petrography and geochemistry of amphibolites from the Strážov Moldanubian unit

MILOŠ RENÉ

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8; email: rene@irms.cas.cz

RENÉ M (2023) Petrografie a geochemie amfibolitů strážovského moldanubika. Bull Mineral Petrolog 31(1): 35-40 ISSN 2570-7337

Abstract

The amphibolites from the Strážov Moldanubian unit in western part of the Bohemian Massif form intercalations in metasediments of this geological unit. The Strážov Moldanubian unit forms the westernmost occurrence of Variegated group of the Moldanubian Zone. These amphibolites occur as intercalations of very different size in biotite-sillimanite, partly migmatitized paragneisses. The amphibolites were sampled in two abandoned quarries near the Svatá Kateřina and Běšiny. According to their modal composition the amphibolites occurring in quarry Radošín, near the Svatá Kateřina village, are plagioclase-bearing amphibolites with very high differences in amphibole and plagioclase ratio. The garnet is significant minor component of some amphibolites. The amphibolites occurring near of the Běšiny village form very thin, relatively long lenses as part of calc-silicate-amphibolite stromatolites occurring in the central part of the Strážov Moldanubian unit. The both amphibolites are probably a metamorphic equivalent of tholeiitic volcanic rocks with tectonomagmatic features of the middle ocean ridge basalts (MORB).

Key words: amphibolite, petrography, geochemistry, Moldanubian Zone, Bohemian Massif

Obdrženo 23. 1. 2023; přijato 5. 4. 2023

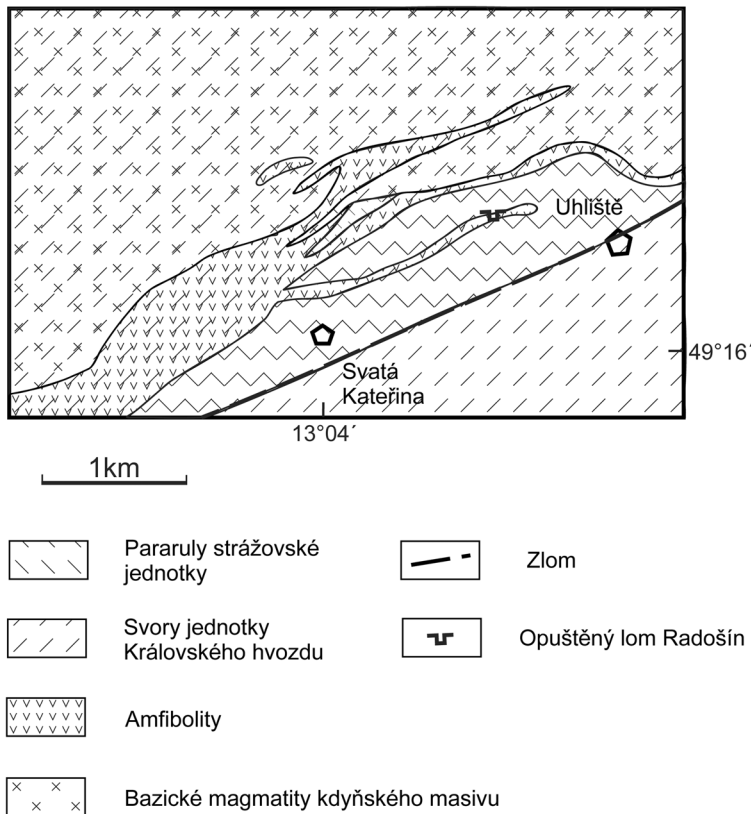
Úvod

Významnou součástí šumavského moldanubika jsou různé mocné a prostorově rozsáhlé vložky amfibolitů. Z hlediska litologického a následného metamorfního vývoje této geologické jednotky jihozápadní části Českého masivu je zdejší moldanubikum rozdělováno na jednotku Královského hvozdu a strážovskou jednotku (Kodym et al. 1961; Vejnar 1963). Hranice mezi oběma jednotkami je vymezována více méně konvenčně rozdíly ve stupni regionální metamorfózy. Rozhraním obou jednotek je izograda regionálně metamorfního sillimanitu. Strážovská jednotka je tvořena různě mocnými polohami biotitických a sillimanit-biotitických pararul, které jsou místy výrazně migmatitizované. Na styku strážovské jednotky s jednotkou Královského hvozdu se vyskytuje 1 - 2 km široká poloha muskoviticko-biotitických pararul se sillimanitem. Pararuly obsahují četné, obvykle různě mocné polohy amfibolitů, někdy provázené výskyty erlánů a erlán-amfibolitových stromatitů (Vejnar et al. 1991). Minerální a chemické složení amfibolitů odkrytých v lomech u Radošína a Běšin bylo v minulosti zkoumáno především v rámci geologického mapování v měřítku 1:25 000 (Vejnar et al. 1987, 1991). Chemickým složením amfibolitů z okolí Radošína se zabýval podrobněji Babůrek (1999), petrologii a geochemii amfibolitů a erlán-amfibolitových stromatitů z okolí Běšin detailně studovala Klímová (1979). Předmětem tohoto příspěvku je detailní petrologická a geochemická charakteristika amfibolitů strážovské jednotky, které byly v minulosti odkryté drobnými lůmkami v okolí Nýrska a Běšin. Tato charakteristika se opírá o detailní petrografické studium pěti vzorků amfibolitů a studium čtyř

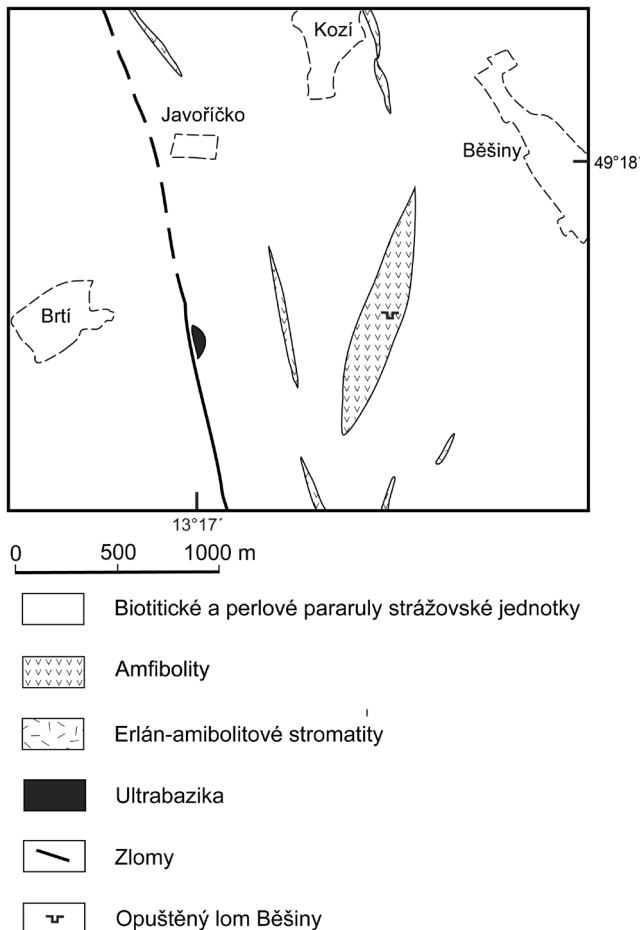
reprezentativních chemických analýz těchto amfibolitů.

Amfibolity v okolí obce Svatá Kateřina tvoří několik, ve směru SV - JZ výrazně protažených čočkovitých těles uložených v muskoviticko-biotitických pararulách se sillimanitem (Vejnar et al. 1987). Amfibolity tvoří nepravidelné polohy zejména v bezprostředním kontaktu strážovské jednotky s bazickými intruzivními horninami kdyňského masivu (obr. 1). Amfibolity jsou díky tomuto kontaktu s mladšími intruzivními horninami v některých místech výrazně kontaktně metamorfované a současně i částečně migmatitizované. Amfibolity obsahují rovněž četné vložky a různě mocné polohy zřetelně páskovaných leptynitů, které jsou, pokud jde o jejich minerální a chemické složení, podobné leptynitům popsaným Vejnar (1980) z domažlického krystalinika. Amfibolity jsou rovněž provázené drobnými, výrazně páskovanými polohami erlán-amfibolitových stromatitů.

Amfibolity, odkryté v opuštěném lomu u ovčína Radošín, zjz. od Nýrska, cca 1200 m sv. od obce Svatá Kateřina, představují jedinečný, i když dnes již značně náletovými dřevinami zarostlý odkryv páskovaných plagioklas-amfibolových amfibolitů, obsahujících někdy drobné porfyroblasty granátu. Vzhledem k tomu, že tamější amfibolity jsou vyvinuté na kontaktu strážovského moldanubika s intruzivními horninami bazického kdyňského masivu, jsou tyto amfibolity místy postižené lokální mladší migmatitizací (Vejnar et al. 1987). Opuštěný lom byl s ohledem na jedinečný odkryv páskovaných drobnozrnných amfibolitů ve strážovské jednotce šumavského moldanubika prohlášený rozhodnutím ONV Klatovy ze září 1990 za přírodní památku (Pivoňková, Sýkora 2009).



Obr. 1 Schematická geologická mapa výskytu amfibolitů v okolí Radošína u obce Svatá Kateřina (Vejnar et al. 1988).



Obr. 2 Schematická geologická mapa výskytu amfibolitů v okolí Běšiny (Klímová 1979).

Amfibolity v centrální části strážovského moldanubika a zejména na jeho východním okraji v širším okolí Hořákova, Běšiny a Kozí tvoří četné, obvykle jen několik metrů, méně často několik málo desítek metrů mocné (15 - 200 m), výrazně ve směru SSV - JJZ protažené polohy provážené erlán-amfibolitovými stromatity. Erlán-amfibolitové stromatity společně s erlány tvoří v této oblasti podobné, rovněž obvykle málo mocné polohy (Vejnar et al. 1991). Amfibolity, odkryté v opuštěném lomu cca 1200 m jihozápadně od obce Běšiny, jsou součástí centrální antiformy strážovské jednotky (obr. 2). Amfibolity, vyskytující se na východním okraji této antiformy, tvoří relativně velmi úzké, podle metamorfní foliace výrazně protažené čočkovité polohy, jejichž mocnost je obvykle pouze několik desítek až stovek metrů. Amfibolity jsou obvykle výrazně páskované a přecházejí často do erlán-amfibolitových stromatitů a erlánů (Klímová 1979; Vejnar et al. 1991). Amfibolity z okolí Radošína byly v minulosti detailně studovány Babůrkem (1999), amfibolity spolu s erlán-amfibolitovými stromatity z okolí Běšiny byly zkoumány Klímovou (1979).

Metodika výzkumu

Pro detailní petrografické a geochemické studium amfibolitů v opuštěném lomu u ovčína Radošín byly odebrány tři reprezentativní vzorky amfibolitů. Podobně i z lomu u Běšiny byly odebrány dva vzorky amfibolitů a jeden vzorek erlán-amfibolitového stromatitu. Standardní petrografické výbrusy byly zkoumány na polarizačním mikroskopu Leica DMRX, vybaveném digitální kamerou Leica MC 170 HD.

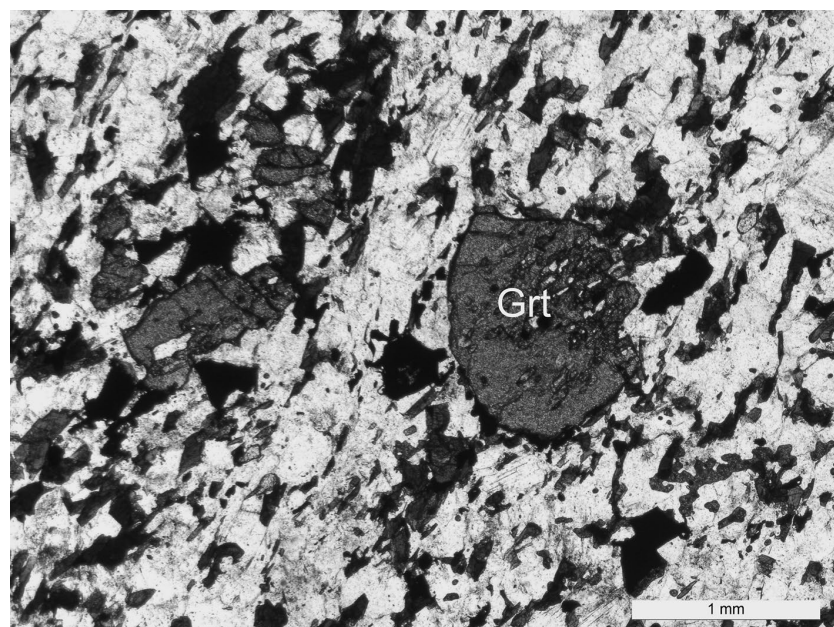
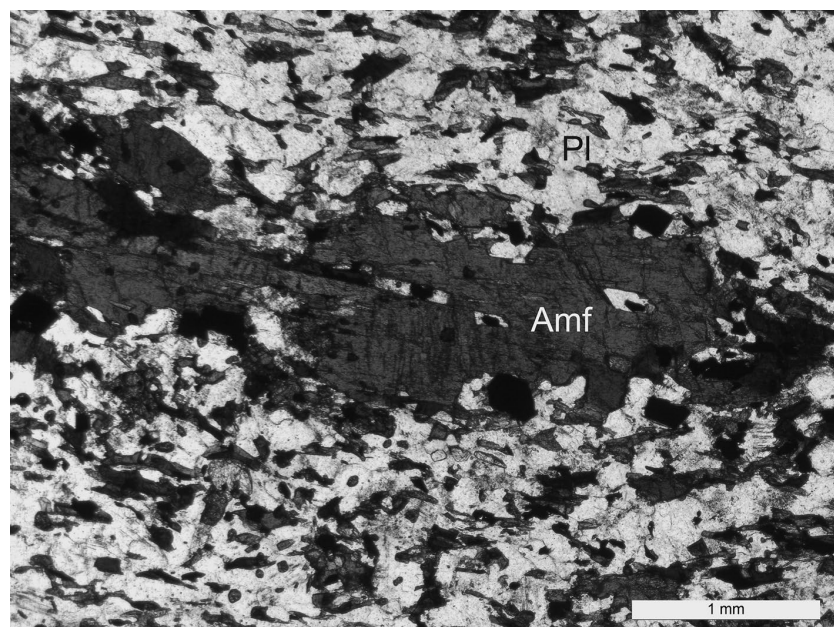
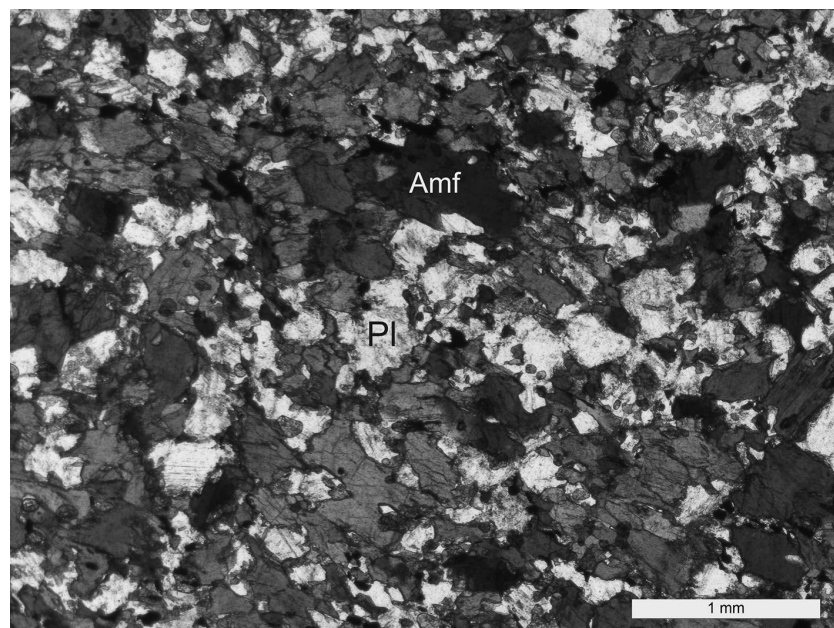
Pro detailní chemickou analýzu byly odebrány celkem čtyři reprezentativní vzorky amfibolitů o hmotnosti cca 2 kg. Vzorky byly rozdrcené v čelistovém drtiči. Následně byla odebrána reprezentativní část vzorku, která byla rozemletá na analytickou jemnost v achátovém kulovém mlýnku. Stanovení hlavních horninotvorných oxidů bylo provedené klasickými metodami na mokré cestě v chemické laboratoři ÚSMH AV ČR, v.v.i. Obsahy vybraných stopových prvků (Ba, Sr, Zr, Nb, V, Ni, Cr, Y) byly stanovené rentgen-fluorescenční metodou na spektrometru S4 Explorer (Bruker AxS) v laboratoři univerzity Salzburg v Rakousku. Pro stanovení obsahu prvků vzácných zemin a thoria byla použita metoda ICP-MS a spektrometr Perkin Elmer Sciex ELAN 6100 v laboratoři Actlabs v Kanadě.

Petrografie

Amfibolity, které se vyskytují v opuštěném lomu u Radošína, jsou převážně drobnozrné, obvykle výrazně páskované horniny černošedé barvy. Mocnost světlých, převážně plagioklasových pásků s výrazně podřízeným množstvím amfibolu (20 - 30 obj. %), střídajících se s výrazně černošedými pásků s převládajícím amfibolem je značně

proměnlivá a pohybuje se v rozmezí 1 - 10 mm. Amfibolity místy obsahují polohy a drobné pásy výrazně světlých leptynitů. Leptynity tvoří obvykle několik centimetrů, vzácně až metr mocné, bělavě šedé až bílé vložky, obsahující někdy tmavá sloupečkovitá zrna amfibolu nebo nepravidelné tabulky biotitu. Amfibolity obsahují amfibol, plagioklas (An_{40-50}), méně často pyroxen, křemen, vzácně drobná zrna granátu. Obsah amfibolu se v jednotlivých vzorcích amfibolitů pohybuje v rozmezí 20 - 80 obj. % (obr. 3). Amfibol je výrazně pleochroický, světle žlutozelený až světle hnědozelený podle X, zelenohnědý podle Y a tmavě zelenohnědý podle Z. V tmavých páscích s převládajícím amfibolem tvoří amfibol sloupečkovité porfyroblasty o délce 2 - 3 mm (obr. 4). Granát, který tvoří 1 - 2 mm veliké, okrouhlé porfyroblasty, je v analyzovaných amfibolitech přítomný v množství do 3 % (obr. 5). Porfyroblasty granátu jsou místy deformované. Akcesorické minerály jsou zastoupené apatitem, titanitem, ilmenitem a pyrhotinem. Struktura amfibolitu je granoblasticko-nematoblastická, obvykle všesměrně zrnitá.

Amfibolity z lomu u obce Běšiny jsou drobnozrnné až jemnozrnné, výrazně páskované horniny černošedé až tmavě šedozelené barvy. V tmavých páscích převládá hnědozelený amfibol (46 - 84 obj. %), provázený menším podílem plagioklasu (An_{23-65}) (16 - 44 obj. %). Amfibol odpovídá magnesio-hornblendu až tschermakitu. Chemické složení obou minerálů bylo určeno na základě jejich mikrosondových analýz (Klímová 1979). Světlé pásy obsahují především křemen a plagioklas. V podřadném



Obr. 3 Mikrofotografie drobnozrnného amfibolitu (Amf - amfibol, Pl - plagioklas), R-1642, Radošín. Foto M. René.

Obr. 4 Mikrofotografie střídání světlých a tmavých pásků výrazně páskovaného amfibolitu (Amf - amfibol, Pl - plagioklas), R-1643, Radošín. Foto M. René.

Obr. 5 Mikrofotografie porfyroblastu granátu v granátickém amfibolitu (Grt - granát), R-1643, Radošín. Foto M. René.

množství se v amfibolitech vyskytuje pyroxen (diopsid) a granát, které tvoří drobné porfyroblasty. Erlán-amfibolitové stromatity jsou rovněž výrazně páskované, jemnozrné horniny zelenošedé barvy obsahující křemen, zelený amfibol, pyroxen (diopsid) a granát (grosulár).

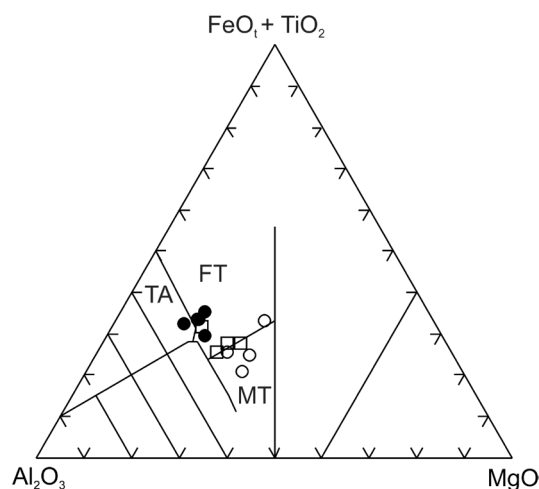
Geochemie

Analyzované amfibolity z okolí Radošína lze na základě klasifikace bazických vulkanických hornin podle Jensena (1976) přiřadit k železem bohatým tholeiitům až tholeiitickým andezitům, kdežto amfibolity z okolí Běšín

šín spadají do skupiny hořčíkem bohatých tholeiitů (obr. 6). Z hlediska klasifikace bazických vulkanických hornin podle Le Base et al. (1986) lze amfibolity z okolí Radošína přiřadit k bazaltickým andezitům, kdežto amfibolity z okolí Běšín jsou podle této klasifikace bazalty. Distribuční stopových prvků jsou obojí amfibolity blízké bazaltům středoocéánských hřbetů (obr. 7). Rovněž distribuce prvků vzácných zemin je blízká tomuto typu bazaltů. Pro amfibolity z okolí Radošína je charakteristická nevýrazná negativní europiová anomálie ($Eu/Eu^* = 0.82$ a 0.89) a zejména vyšší obsah těžkých vzácných zemin ($La_N/Yb_N = 0.60$ a 0.61), kdežto amfibolity z okolí Běšín se svým výrazně nižším obsahem těžkých vzácných zemin ($La_N/Yb_N = 0.95$ a 1.51) blíží složení bazaltů středoocéánských hřbetů (obr. 8).

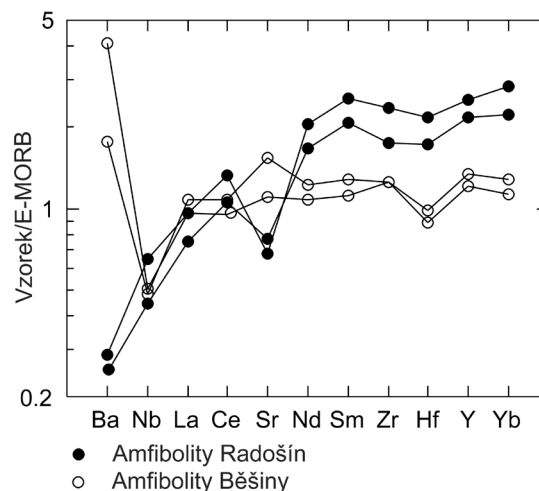
Tabulka 1 Chemické analýzy amfibolitů z Radošína a Běšín

Vzorek (hm. %)	R-1642	R-1643	R-1639	R-1640
Lokalita	Radošín	Radošín	Běšiny	Běšiny
SiO ₂	54.49	57.22	46.24	46.72
TiO ₂	1.58	1.42	1.13	1.22
Al ₂ O ₃	14.33	13.57	14.86	15.28
Fe ₂ O ₃	2.38	3.92	3.07	2.35
FeO	10.28	8.17	8.51	8.39
MnO	0.29	0.24	0.17	0.18
MgO	4.00	3.68	8.96	7.00
CaO	5.89	5.82	10.50	12.44
Na ₂ O	4.79	4.48	3.84	3.57
K ₂ O	0.10	0.06	0.31	0.34
P ₂ O ₅	0.22	0.20	0.15	0.14
H ₂ O ⁺	1.16	1.05	1.79	1.39
H ₂ O ⁻	0.08	0.08	0.18	0.08
Celkem	99.59	99.91	99.71	99.12
ppm				
Ba	14.0	16.3	234.9	101.0
Co	30.0	25.2	45.4	43.9
Cr	28.5	28.3	447.0	328.0
Cu	80.0	30.0	20.0	20.0
Ga	19.4	19.6	16.9	16.4
Hf	3.5	4.4	1.8	2.0
Nb	3.7	5.4	4.2	4.0
Ni	11.6	17.7	182.0	121.5
Sc	31.9	37.5	34.4	43.0
Sr	119.5	105.9	172.0	240.0
Th	0.3	0.3	0.8	0.8
V	281.0	259.6	289.0	308.0
Y	47.9	55.7	26.7	29.6
Zr	128.0	172.0	91.0	91.0
La	4.78	6.03	6.03	6.78
Ce	15.80	19.90	14.30	16.20
Pr	2.80	3.45	2.06	2.33
Nd	15.00	18.50	9.73	11.00
Sm	5.38	6.68	2.89	3.35
Eu	1.77	2.00	1.01	1.21
Gd	6.93	8.38	3.63	4.21
Tb	1.31	1.59	0.65	0.79
Dy	8.70	10.60	4.30	5.01
Ho	1.88	2.36	0.91	1.03
Er	5.69	7.15	2.78	3.14
Tm	0.84	1.06	0.42	0.48
Yb	5.27	6.74	2.69	3.05
Lu	0.75	0.96	0.39	0.44
La _N /Yb _N	0.61	0.60	0.95	1.50
Eu/Eu*	0.89	0.82	1.50	0.99



FT železem bohaté tholeiity
MT hořčíkem bohaté tholeiity
TA tholeiitické andezity
● Amfibolity Radošín
○ Amfibolity Běšiny
□ Amfibolity domažlické krystalinikum

Obr. 6 Klasifikace bazických vulkanických hornin podle Jensena (1976), amfibolity Radošín - vlastní vzorky, Babůrek (1999), amfibolity Běšiny - vlastní vzorky, Klímová (1979), amfibolity domažlické krystalinikum - Vejnar et al. (1984).



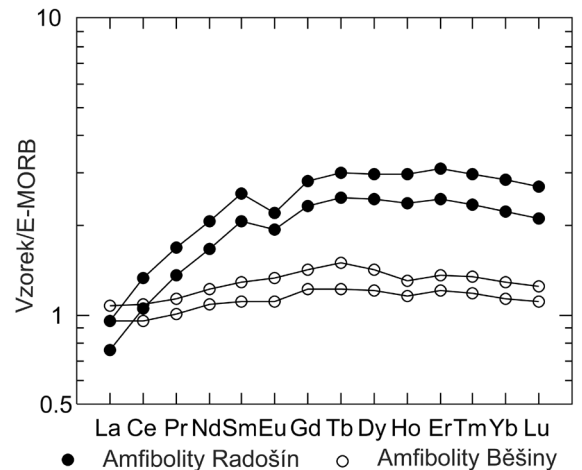
Obr. 7 Spider diagram amfibolitů. Normalizace byla provedena obsahy v bazaltech středoocéánských hřbetů (E-MORB) podle Suna a McDonougha (1989).

Diskuse

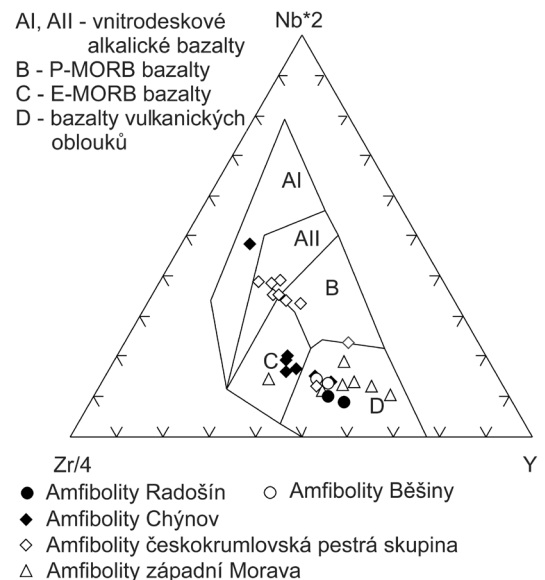
Pro srovnání jejich chemického složení s podobnými metamorfovanými bazickými vulkanity byly použity chemické analýzy západomoravských amfibolitů z náměšťského granulitového tělesa (Vícenice, Tulešice) (René 2008, 2009) a analýzy amfibolitů jihočeské pestré skupiny moldanubika z širšího okolí Chýnova a Českého Krumlova (Patočka 1991; René 2006; Janoušek et al. 2008). Pro diskusi byly zvoleny pouze publikace s reprezentativními chemickými analýzami, obsahujícími stanovení významných stopových prvků (Zr, Y, Nb). Většinu analyzovaných amfibolitů ze západomoravského a jihočeského moldanubika lze na základě jejich obsahu SiO_2 a alkálií přiřadit k bazaltům a výjimečně k bazaltickým andezitům. Klasifikace bazických vulkanických hornin založená na relacích obsahu $\text{FeO}_{\text{tot.}} + \text{TiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ podle Jensena (1976) přiřazuje většinu takto detailně zkoumaných amfibolitů k železem bohatým tholeiitům. Na druhé straně amfibolity ze západomoravského moldanubika, díky výrazně vyšším obsahům MgO, spadají do skupiny hořčíkem bohatých tholeiitických bazaltů (René 2008, 2009). Z této klasifikace vyplývají rozdíly ve složení amfibolitů z obou zkoumaných lokalit, které se odlišují zejména obsahy MgO. Pro další srovnání byly použity analýzy amfibolitů z domažlického krystalinika (Vejnar et al. 1984). Z této analýzy vyplývá, že amfibolity z domažlického krystalinika, pokud jde o jejich obsah MgO, leží na hranici železem a hořčíkem bohatých tholeiitů. Tholeiitický charakter všech analyzovaných moldanubických amfibolitů potvrzuje rovněž jejich pozice v AFM diagramu (Irvine a Baragar 1971). Poměr $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ je v moldanubických amfibolitech obvykle výrazně nízký (0.01 - 0.49), vyšší hodnoty tohoto poměru (0.62 - 0.84) byly zjištěny u některých vzorků amfibolitů z okolí Chýnova (René 2007). Pro analyzované amfibolity z okolí Radošína je ve srovnání s amfibolity z okolí Běšin významný vyšší obsah Zr, Y a těžkých vzácných zemin. Na druhé straně analyzované amfibolity z okolí Běšin jsou svým výrazným obsahem Ba (101 a 235 ppm) blízké amfibolitům z okolí Chýnova (René 2006; Janoušek et al. 2008). Pro amfibolity z okolí Radošína je významný vyšší obsah těžkých vzácných zemin, který je podobný jejich obsahu v amfibolitech z okolí Českého Krumlova (Janoušek et al. 2008).

Pro diskusi složení protolitu analyzovaných amfibolitů byly použity digramy Nb-Zr-Y (Meschede 1986) a diagramy Zr/Y-Zr (Pearce, Cann 1973). V diagramu Nb-Zr-Y (Meschede 1986) (obr. 9) jsou amfibolity z okolí Radošína a Běšin v poli bazaltů vulkanických oblouků, podobně jako většina analyzovaných amfibolitů z okolí Chýnova a ze západomoravského moldanubika (René 2006, 2008, 2009; Janoušek et al. 2008). Naproti tomu amfibolity z českokrumlovské pestré skupiny náležejí převážně k vnitrodiskovému alkalickým bazaltům nebo

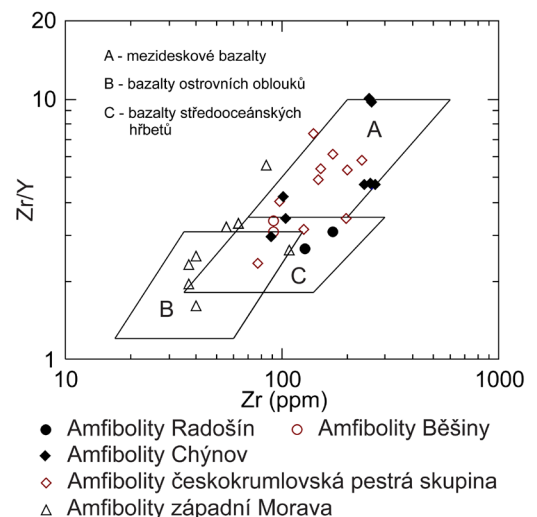
Obr. 10 Klasifikace bazických vulkanických hornin podle Pearceho a Canna (1973). Amfibolity Chýnov - René (2007), Janoušek et al. (2008), amfibolity českokrumlovská pestrá skupina - Patočka (1991), Janoušek et al. (2008), amfibolity západní Morava - René (2008, 2009).



Obr. 8 Distribuce prvků vzácných zemin. Pro normalizaci obsahem vzácných zemin v bazaltech středoocéánských hřbetů (E-MORB) byla použita data Suna a McDonougha (1989).



Obr. 9 Klasifikace bazických vulkanických hornin podle Meschedeho (1986). Amfibolity Chýnov - René (2007), Janoušek et al. (2008), amfibolity českokrumlovská pestrá skupina - Patočka (1991), Janoušek et al. (2008), amfibolity západní Morava - René (2008, 2009).



k P-MORB bazaltům (Patočka 1991; Janoušek et al. 2008). V diagramu Zr/Y-Zr (obr. 10) jsou amfibolity z okolí Radošína a Běšin v poli bazaltů středoocéánských hřbetů, kdežto amfibolity z českokrumlovské pestré skupiny a západomoravského moldanubika (Patočka 1991; René 2006, 2008, 2009; Janoušek et al. 2008) patří do pole vnitrodeskových bazaltů. Z této analýzy vyplývá, že amfibolity, které se vyskytují v různých regionálních jednotkách moldanubika Českého masivu, vznikly regionální metamorfózou bazických vyvřelin podobného složení, ale rozdílného původu (bazalty vulkanických oblouků vs. vnitrodeskové bazalty).

Závěr

Amfibolity, které tvoří protáhlá čočkovitá tělesa v parulách strážovské jednotky západočeského moldanubika při hranici s komplexem bazických magmatitů kdyňského masivu, jsou reprezentované drobnozrnnými, výrazně páskovanými horninami obsahujícími v podstatném množství amfibol a plagioklas, v podřadném množství křemen, pyroxen a granát. Akcesorické minerály analyzovaných amfibolitů jsou zastoupené apatitem, titanitem, ilmenitem a pyrotinem. Z reprezentativních chemických analýz použitých pro srovnání s amfibolity dalších pestrých jednotek moldanubika vyplývá, že amfibolity z pestré strážovské skupiny moldanubika vznikly pravděpodobně regionální metamorfózou tholeiitových bazaltů, blízkých svým složením bazaltům středoocéánských hřbetů, kdežto amfibolity z jihočeské a západomoravské pestré jednotky vznikly metamorfózou vnitrodeskových bazaltů.

Poděkování

Předložená práce vznikla díky podpoře dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace RVO: 67985891 za finanční podpory projektu KONTAKT ME845. Autor je rovněž zavázán za detailní recenze původní verze předloženého rukopisu D. Buriánkovi a M. Fišerovi, které výrazně přispěly k úpravám konečné verze rukopisu.

Literatura

- BABŮREK J (1999) Basic and ultrabasic rocks at the Bohemian/Moldanubicum boundary along the Central Bohemian Fault. *Krystalinikum* 25: 9-35
- JANOUSĚK V, VRÁNA S, ERBAN V, VOKURKA K, DRÁBEK M (2008) Metabasic rocks in the Varied Group of the Moldanubian Zone, southern Bohemia - their petrology, geochemical character and possible petrogenesis. *J Geosci* 53: 31-46
- JENSEN LS (1976) A new cation plot for classifying subalcalic volcanic rocks. *Ontario Div. Mines, M.P.* 66: 1-33
- KODYM O ML., ČECH V, DOHNAL Z, DUDEK A, KOLÁŘOVÁ M, LOMOZ M, MRÁZEK A, ODEHNAL L, POLÁK A, SEKÝRA J, STEINACHER V, SUK M, VEJNAR Z (1961) Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M-33-XXVI, Strakonice. 1-149. Ústřední ústav geologický, Praha
- KLÍMOVÁ J (1979) Petrologie a geochemie amfibolitových hornin oblasti Strážov-Běšiny na Klatovsku. Diplomová práce, 1-84. PřF UK, Praha
- MESCHÉDE M (1986) A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *J Petrol* 27: 745-750
- PATOČKA F (1991) Geochemistry and primary tectonic environment of the amphibolites from the Český Krumlov Varied group (Bohemian Massif, Moldanubicum). *Jb Geol B-A* 134: 117-133
- PEARCE JA, CANN JR (1973) Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth Planet Sci Lett* 19: 290-300
- PIVOŇKOVÁ L, SÝKORA R (2009) Maloplošná zvláště chráněná území Plzeňského kraje. 1-58. Krajský úřad Plzeňského kraje Plzeň
- RENÉ M (2007) Amfibolity chýnovské pestré skupiny. *Zpr geol Výzk v roce 2006*: 136-138
- RENÉ M (2008) Geochemie a petrografie amfibolitů z Tulešic. *Geol Výzk Mor Slez* 15: 72-74
- RENÉ M (2009) Geochemie a petrografie amfibolitů z vícenického lomu u Náměště and Oslavou. *Geol Výzk Mor Slez* 16: 114-117
- SUN SS, McDONOUGH WF (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes. *Geol Soc Spec Publ* 42: 313-345
- VEJNAR Z (1963) Svorová oblast série Královského hvozdu na Šumavě. *Sbor Ústř Úst geol, odd geol* 28: 65-74
- VEJNAR Z (1980) The leptynites of the Domažlice crystalline area. *Věst Ústř Úst geol* 55: 65-74
- VEJNAR Z, DOLEŽAL J, HAZDROVÁ M, KRÍŽ J, MRŇA F, POKORNÝ L, RUDOLSKÝ J, ŠEFRNA L, TÁSLER R, TOMÁŠEK M, VOLŠAN V (1984) Geologie domažlické oblasti. 1-234. Ústřední ústav geologický, Praha
- VEJNAR Z, HAZDROVÁ M, KLEČÁK J, MIKSA V, STRAKA J, ŠALANSKÝ K (1987) Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000. 21-421 Nýrsko. 1-69. Ústřední ústav geologický, Praha
- VEJNAR Z, HAZDROVÁ M, KLEČÁK J, MIKSA V, STRAKA J, ŠALANSKÝ K (1991) Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, 21-422 Janovice nad Úhlavou. 1-43. Ústřední ústav geologický. Praha
- VEJNAR Z, MIKSA V, OPLETAL M, ČÍCHA I (1988) Geologická mapa ČR, list 21-42, 1:50 000. Ústřední ústav geologický, Praha