

SROVNÁNÍ METASEDIMENTŮ Z HLINSKÉ ZÓNY, POLIČSKÉHO A ZÁBŘEŽSKÉHO KRYSTALINIKA NA ZÁKLADĚ CHEMICKÉHO SLOŽENÍ

Comparison of metasediments from Hlinsko Zone, Polička and Zábřeh Crystalline Complexes based on the whole rocks chemical composition

David Buriánek

Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 59 Brno; e-mail: david.burianek@geology.cz

(14–41 Šumperk, 14–43 Mohelnice, 24–11 Nové Město na Moravě, 14–33 Polička, 13–44 Hlinsko, 24–12 Letovice)

Key words: geochemistry, metasediments, Hlinsko zone, Polička and Zábřeh Crystalline Complexes

Abstract

The eastern part of the Bohemian Massif consists of many geological crystalline complexes with different evolution and origin, inclusive of several flysch-like metasedimentary sequences. The geochemical features of metasediments of the Hlinsko Zone, Polička and Zábřeh Crystalline Complexes are comparable. Major, trace, and rare-earth element data for metasediments from all studied units can be interpreted as evidence of their affinity to Bohemium. Petrography and some geochemical characteristics, such as content Ti, Al, Zr, Th, Hf confirmed predominance pelitic composition and continental island arc environment as the geotectonic setting of parental sediments.

Úvod

Na východním okraji Českého masivu je několik metamorfovaných geologických jednotek, jejichž litologická a petrografická náplň je velmi podobná. Jedná se o hlinskou zónu, poličské a zábřežské krystalinikum. Tyto jednotky bývají různými autory interpretovány odlišně. Například Mísař (1983) přiřadil hlinskou zónu a poličské krystalinikum k bohemiku, ale zábřežské krystalinikum považoval za součást lugika. Melichar (1995) se přiklonil k názoru Mísaře a Dudka (1993), že všechny tyto jednotky patří k bohemiku. Podle Chába et al. (2008) naopak náleží všechny zmíněné jednotky k lugiku. Jednoznačné regionálně geologické zařazení komplikuje metamorfóza, která částečně překryla původní petrografii sedimentů a většinou smazala případné paleontologické doklady stáří těchto jednotek. Proto je problematické litologicky tyto jednotky korelovat. Pokud byly studované horniny postiženy více méně izochemickou metamorfózou, můžeme pro korelaci využít chemického složení metamorfovaných hornin.

Metodika

Většina horninových analýz byla provedena metodou ICP-MS v laboratořích Acme Analytic Laboratories Ltd., Vancouver, Kanada. Některé prezentované vzorky z hlinské zóny jsou převzaty z práce Mrázové et al. (2008) a část analýz ze zábřežského krystalinika poskytla M. Němečková. Pro srovnání byly použity analýzy z aleuropelitů (Kundrát – Lepka 1998) a drob (Drost et al. 2004) barrandienu.

Geologická charakteristika jednotek

Všechny tři geologické jednotky jsou tvořeny vulkanosedimentárními komplexy hornin metamorfovanými v podmínkách facie zelených břidlic až amfibolitové facie. Komplexy můžeme dále členit na podcelky a skupiny (Buriánek et al. 2009, Mrázova et al. 2008, Koverdinský

– Konzalová 1986), avšak převažující litologická náplň je podobná. Z velké části jde o litologicky poměrně jednotvárné komplexy složené ze střídajících se vrstev metapsamitů a metapelitů (případně metaprachovců). Metamorfní postižení kolísá od facie zelených břidlic až po vyšší amfibolitovou facii.

Zábřežské krystalinikum vystupuje mezi Zábřehem a Štítou. Na severu hraničí se staroměstským pásmem, novoměstským a orlicko-kladským krystalinikem, na západě a východě se noří pod sedimentární pokryv mezozoického nebo paleozoického stáří. Litologicky můžeme zábřežské krystalinikum rozdělit na dvě části s různým stupněm metamorfózy. V jižní části převažují fylity různého složení s polohami kyselých metavulkanitů a metadioritů. Severní část je tvořena biotitickými rulami, které přechází do perlových rul až migmatitů. Tyto horniny obsahují polohy kvarcitů, metaryolitů, amfibolitů a biotitických až dvojslídnych rul se sillimanitem a granátem. V práci bude věnována pozornost vzorkům z intenzivněji metamorfované severní části jednotky.

Poličské krystalinikum na východě hraničí s letovickým krystalinikem, na severozápadě s hlineckou zónou, na jihozápadě sousedí se svrateckým krystalinikem a na severu až severovýchodě se poličské krystalinikum noří pod sedimenty české křídové pánve. Převážná část poličského krystalinika se litologickou náplní blíží severní části zábřežského krystalinika. V poličském krystaliniku převažují dvojslídne a biotitické ruly s polohami dvojslídnych rul se sillimanitem a granátem. V západní části krystalinika nacházíme úzké pruhy amfibolitů, které často provázejí tělesa mramorů a vápenato-silikátových hornin. Na východním okraji jsou přítomné svory a kvarcity.

Hlinská zóna tvoří úzký pás mezi svrateckým a poličským krystalinikem na východě a granitoidy železnohorského plutonu na západě. Jde o komplex slabě

Jednotka	Počet vz.	Qtz	Pl	Kfs	Ms	Bt	Grt	Al ₂ O ₃	Crd	St+Clid	Chl	Akc.
PK	14	30–68	10–31	0	0–16	12–35	0–3	0–3	0	0	0–1	1
ZK	9	35–44	19–37	0–5	2–10	15–25	0–2	0–4	0–2	0	0–1	1
HZ	7	31–49	14–35	0	1–12	8–27	0–2	0–2	0–1	0–4	0–5	1

Tab. 1: Rozsah modálního složení vybraných vzorků rul z HZ = hlinské zóny, ZK = zábřežského krystalinika, PK = poličského krystalinika (mod. %).

Tab. 1: The range of modal compositions selected samples of the gneisses from HZ = Hlinsko Zone, ZK = Zábřeh Crystalline Complex, PK = Polička Crystalline Complex (mod. %).

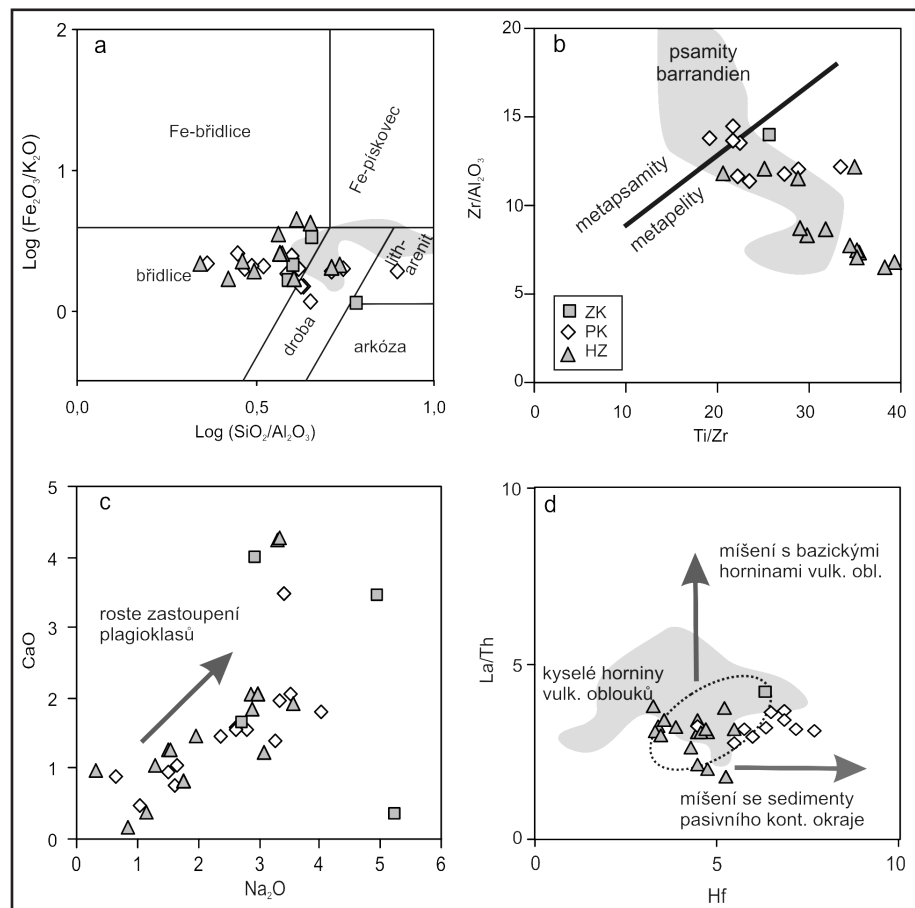
metamorfovaných paleozoických a proterozoických sedimentů a vulkanitů. V této jednotce převažují metadrobry, které se střídají s metapelitey a metaprachovci. Místy jsou přítomny polohy převážně kyselých vulkanitů.

Petrografická charakteristika studovaných hornin

Vzhledem k litologické proměnlivosti studovaných jednotek byly pro studium zvoleny vzorky hornin z petrograficky relativně jednotvárných metasedimentárních komplexů, kde se střídají metapsamity s metapelitey (případně metaprachovci). Ve výše metamorfovaných částech studovaných jednotek jde o střídání biotitických rul s muskovit-biotitickými rulami se sillimanitem a granátem.

V poličském a v severní části zábřežského krystalinika jsou převažujícím horninovým typem biotitické až muskovit-biotitické ruly. Tyto ruly mají mineralogii typickou pro horniny vzniklé metamorfózou drobového protolitu (vysoký obsah plagioklasů, nepřítomnost nebo nízký obsah minerálů bohatých hliníkem, tab. 1). Místy obsahují křemen-živcové pásy o mocnosti až několik cm. Běžně jsou přítomny partie o mocnosti několik cm až m, které se odlišují vyššími obsahy slídků. Tyto muskovit-biotitické ruly obsahují běžně sillimanit, granát, turmalín a v zábřežském krystaliniku někdy také cordierit. Přítomnost minerálů bohatých hliníkem je typická pro metapelitey (tab. 1). Oba subtypy jsou tvořeny podobnými minerály, ale jejich modální zastoupení je rozdílné. Někdy dokonce nacházíme přechody do kvarcitických nebo svorových rul. Ruly jsou tvořeny hlavně xenomorfním křemenem, hypautomorfním kyselým plagioklasem (albit až oligoklas) a slídkami. Mu-

skovit je přítomen jako drobné lupínky nebo tvoří velké porfyroblasty, které v sobě mohou uzavírat shluky jehlic sillimanitu. V některých vzorcích se setkáváme se sillimanitem, který tvoří pseudomorfozy – patrně po andalusitu. Sillimanit se vyskytuje jako fibrolitické shluky ve tvaru čoček nebo úzkých (maximálně 0,5 mm mocných) poloh. Granát tvoří až 2 mm velká izometrická zrna uzavírající drobné inkluze plagioklasu, zirkonu, monazitu, ilmenitu a lupínky biotitu. Některá zrna granátu jsou nepravidelná a korodovaná. V zábřežském krystaliniku často nachází-



Obr. 1: Geochemické diskriminační a klasifikační diagramy pro vybrané vzorky rul z hlinské zóny (HZ), zábřežského krystalinika (ZK) a poličského krystalinika (PK): (a) $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ vs. $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O})$ klasifikační diagram (Herron, 1988); (b) $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. Ti/Zr diagram (Roser – Nathan 1997); (c) CaO vs. Na_2O diagram, (d) La/Th vs. Hf diagram (Floyd and Leveridge 1987). Šedé pole ukazuje složení proterozoických a kambrických psamitů z barrandienu (Drost et al. 2004). Fig. 1: Geochemical discrimination and classification diagrams for selected samples of the gneisses from HZ = Hlinsko Zone, ZK = Crystalline Complex, PK = Polička Crystalline Complex: (a) $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ vs. $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O})$ classification diagram (Herron, 1988); (b) $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. Ti/Zr diagram (Roser and Nathan 1997); (c) CaO vs. Na_2O diagram, (d) La/Th vs. Hf diagram (Floyd – Leveridge 1987). Grey field indicates the compositions of Proterozoic and Cambrian psamites from Barrandien (Drost et al. 2004).

vzorek	HZ		ZK		PK	
počet vz.	14	s	4	s	15	s
SiO ₂	62,47	4,37	67,77	4,63	63,47	6,96
TiO ₂	0,80	0,13	0,61	0,25	0,89	0,27
Al ₂ O ₃	16,64	2,86	14,66	1,58	16,03	2,81
Fe ₂ O ₃	6,89	1,42	4,56	1,66	6,16	2,23
MnO	0,15	0,10	0,05	0,02	0,10	0,03
Cr ₂ O ₃	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00
MgO	3,27	0,80	2,44	1,26	2,77	0,74
CaO	1,70	1,12	2,36	1,44	1,63	0,85
Na ₂ O	2,21	0,99	3,97	1,13	2,53	0,99
K ₂ O	2,89	0,97	2,29	0,50	3,35	0,98
P ₂ O ₅	0,16	0,04	0,14	0,02	0,13	0,04
LOI	2,67	1,32	1,29	0,44	2,43	1,38
počet vz.	14	s	1	s	11	s
Ba	555	121	1030	–	632	99
Co	20	6	14	–	16	5
Cu	30	16	60	–	21	11
Ni	68	19	38	–	51	33
Rb	111,7	51,4	100,2	–	130,1	46,2
Sr	251,1	127,3	200,3	–	157,9	112,3
V	139	29	120	–	109	37
Zn	78	32	216	–	95	27
U	2,9	0,7	2,2	–	3,3	1,2
Nb	10,6	4,0	15,8	–	12,5	2,8
Mo	0,5	0,5	1,8	–	0,7	0,5
Y	23,7	3,8	29,6	–	32,8	4,1
Zr	152,8	27,0	214,5	–	210,9	25,2
Pb	6,7	8,0	174,0	–	6,1	5,9
Cd	0,3	0,4	5,9	–	0,5	0,3
Sc	5,2	2,5	3,1	–	6,1	3,6
Th	9,7	4,1	11,4	–	10,4	2,8
Ta	0,8	0,3	0,8	–	1,0	0,3
Hf	4,3	0,7	6,3	–	6,2	0,8
Sc	19	4	18	–	18	6
La	27,48	12,12	47,80	–	32,99	8,23
Ce	58,39	25,32	65,50	–	67,95	16,40
Pr	6,79	2,59	10,03	–	7,74	1,90
Nd	26,33	9,74	42,50	–	31,53	7,15
Sm	5,06	1,67	7,60	–	6,22	1,17
Eu	1,15	0,30	1,54	–	1,19	0,16
Gd	4,33	1,22	5,72	–	5,48	0,72
Tb	0,77	0,18	0,87	–	0,97	0,15
Dy	4,23	0,93	5,11	–	5,61	0,76
Ho	0,83	0,14	0,98	–	1,10	0,14
Er	2,48	0,43	2,80	–	3,17	0,43
Tm	0,37	0,05	0,43	–	0,48	0,07
Yb	2,42	0,39	2,89	–	3,18	0,49
Lu	0,37	0,05	0,42	–	0,48	0,07

Tab. 2: Průměr a směrodatná odchylka obsahů hlavních a stopových prvků v chemických analýzách hornin z HZ = hlinské zóny, ZK = zábřežského krystalinika, PK = poličského krystalinika (hmot. % a ppm).

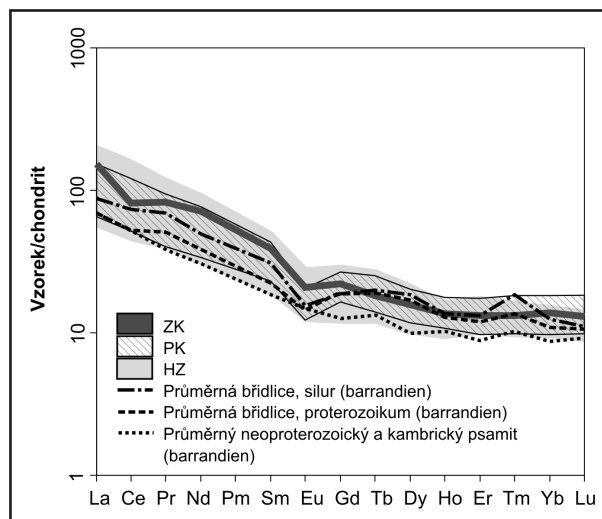
Tab. 2: Average values and standard deviations major- and trace-element whole-rock chemical analyses from HZ = Hlinsko Unit, ZK = Zábřeh Crystalline Complex, PK = Polička Crystalline Complex (wt. % and ppm, respectively).

me cordierit. Z akcesorických minerálů se běžně objevují turmalín, zirkon, monazit, xenotim, apatit, ilmenit a někdy také titanit. Jako sekundární minerál se místy vyskytuje chlorit.

V **hlinské zóně** nacházíme horniny postižené nižším stupněm metamorfózy. Převážnou část této jednotky tvoří střídání metadrob a fylitů. Tyto horniny budují hlavně rychmburské a vítanovské souvrství. Drobnozrnné fylity mohou obsahovat porfyroblasty andalusitu, cordieritu, staurolitu, granátu a vzácně také chloritoidu. Jemnozrnná základní hmota je tvořena xenomorfním křemenem, hypautomorfním kyselým plagioklasem a drobnými lupínky muskovitu a chloritu. Často obsahují příměs grafitu. S přibýváním křemene někdy přecházejí do kvarcitů. Metadroby tvoří polohy od cm do několika desítek m mocné. Jde o středně až hrubě zrnité horniny s blastopsamitickou stavbou. Větší reliktní klasty (křemen a úlomky hornin) jsou obklopeny jemnozrnnou osnovou tvořenou křemenem, kyselým plagioklasem, muskovitem, biotitem a chloritem. Někdy se objevují minerály epidotové skupiny a v drobech s vyšším stupněm metamorfózy také granát, staurolit a někdy i turmalín.

Geochemická charakteristika studovaných hornin

V klasifikačním diagramu log (SiO₂/Al₂O₃) vs. log (Fe₂O₃/K₂O) leží většina studovaných vzorků v poli břidlic (obr. 1a). Část horninových vzorků můžeme klasifikovat jako droby, arkózy nebo arenity bohaté na litický podíl. Podobné výsledky byly získány i na základě studia stopových prvků (obr. 1b). Vybraná skupina hornin zhruba reprezentuje průměrné složení metasedimentů z těchto jednotek (tab. 2). Rozsah modálního složení vzorků použitých pro chemickou analýzu totiž poměrně dobře reprezentuje rozrůzněnost petrografického složení studovaných horninových komplexů.



Obr. 2: Chondritem normalizované křivky REE pro metasedimenty z hlinské zóny (HZ), zábřežského krystalinika (ZK), poličského krystalinika (PK) a pro průměrné složení sedimentů z barrandienu (silurské a proterozoické břidlice, proterozoické a kambriické psamity; převzato od Kundrát – Lepka 1998, Drost et al. 2004). Normalizované hodnoty převzaty od Boyntona (1984). Fig. 2: Chondrite normalized REE patterns for metasediments from Hlinsko Unit (HZ), Zábřeh Unit (ZK), Polička Unit (PK) and for average sediments from Barrandien (Silurian and Proterozoic shale, Proterozoic and Cambrian psamites from Kundrát – Lepka 1998, Drost et al. 2004). Normalizing values are from Boynton (1984).

V harkerových diagramech vykazuje většina vzorů podobné trendy, s růstem obsahu SiO_2 klesá obsah TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , K_2O , FeO_{tot} a naopak roste obsah Na_2O a většinou také CaO . Obsahy NaO a CaO spolu pozitivně korelují (obr. 1c). V tomto diagramu reprezentují odlehle hodnoty s vysokým obsahem CaO vzorky s obsahem malého množství sekundárního kalcitu. Většina stopových prvků nevykazuje žádné výrazné korelace s obsahem SiO_2 .

V klasifikačních diagramech určených pro interpretaci provenience klastického materiálu sedimentů spadá většina analýz do pole sedimentů derivovaných z felzických hornin vulkanických oblouků (obr. 1d). A podle klasifikace založené na poměrech Ti, Zr, Sc, La (Bathia – Crook 1986) odpovídá většina hornin metasedimentům generovaným z oblasti kontinentálního vulkanického oblouku.

Obsahy REE v horninách ze všech tří studovaných geologických jednotek jsou podobné (95–235 ppm). Trendy chondritově normalizovaných křivek REE mají taktéž podobný charakter a jsou srovnatelné s křivkami REE pro proterozoické a kambrické psamity, proterozoické a silurské břidlice z barrandienu (obr. 2). Typický je pokles od LREE k HREE ($\text{La}_N/\text{Yb}_N = 4,5\text{--}12,3$) a mírná negativní europiová anomálie ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,43\text{--}0,87$). Oproti svrchní kontinentální kůře (Taylor – McLennan, 1995) jsou ruly ochuzeny o Nb, Ta a většinou také o Sr, naopak většina vzorků vykazuje obohacení na Ti.

Diskuze

Metamorfóza je složitý proces, který probíhá ve směs v podmínkách otevřeného systému. Nemůžeme tedy vyloučit, že během metamorfózy došlo k migraci u některých prvků. Proto je nutné obezřetně přistupovat k použití sedimentologických klasifikací a geotektonických diagramů při interpretaci chemického složení metasedimentů. Na druhou stranu někteří autoři (např. Stanton 2004) předpokládají, že změny chemického složení hornin během regionální metamorfózy jsou zanedbatelné. Běžně můžeme v metamorfovaných sedimentárních komplexech rozlišit střídání poloh s odlišným chemickým složením až do vysokého stupně metamorfózy. Rozdíly v chemickém složení takových poloh indukuje střídání pelitických a psamitických vrstev v původním sedimentárním protolitu.

V hlinské zóně najdeme řadu reliktů sedimentárních struktur. Dokonce se v některých kvarcitech nachází zbytky zkamenělin (Mrázová et al. 2008). Je tedy pravděpodobné, že si horniny zachovaly geochemické charakteristiky původního protolitu.

V poličském krystaliniku byly studovány horniny, které prošly různě intenzivní metamorfózou (Buriánek 2009). V severní části krystalinika se nacházejí metadrobry, v nichž se vyskytují reliktové sedimentární struktury (např. gradace). Chemické složení těchto hornin je podobné jako chemické složení některých rul z intenzivněji metamorfovaných částí této jednotky. Proto můžeme předpokládat, že během metamorfózy se chemické složení metasedimentů příliš nezměnilo. V některých částech poličského a zábřežského krystalinika nesou ruly známky parciálního tavení. Takové horniny byly sice ze studované skupiny dat vyřazeny, avšak nemůžeme vyloučit, že některé

intenzivněji metamorfované horniny mohly být tímto procesem modifikovány.

Chemické složení studovaných hornin odráží rozdíly v jejich minerálním složení (tab. 1). Korelace mezi obsahem Na_2O a CaO (obr. 1c) může být vysvětlena růstem zastoupení plagioklasů v hornině a poměrně dobrá korelace mezi obsahem K_2O vs. Fe_2O_3 vyjadřuje růst obsahu biotitu v hornině. Na základě petrografické charakteristiky rul proto můžeme odhadnout, zda jde o metapelit nebo metapsamit. Z terénních pozorování vyvozujeme mírnou převahu metapelitického protolitu nad metapsamity. Pouze malé množství metapelitů však patří do skupiny hliníkem bohatých (tenké polohy dvojslídnych rul se sillimanitem a granátem). Mezi metapsamity převažuje drobový protolit, zatímco pískovce nebo arkóзовé pískovce jsou vzácné. Můžeme tedy všechny tři studované jednotky interpretovat jako metamorfované komplexy flyšového charakteru.

Právě monotónní flyšový vývoj byl v minulosti hlavním argumentem pro jejich korelaci se sedimenty barrandienského proterozoika (např. Kettner 1922). Alespoň část těchto hornin je ale paleozoického stáří, jak dokazují paleontologické nálezy (Koverdynský – Konzalová 1986, Mrázová et al. 2008). Proto byly pro srovnání použity průměrné hodnoty REE pro proterozoické a silurské břidlice. Rozdíly mezi chemickým složením obou druhů břidlic jsou ale relativně malé. Metasedimenty ze všech tří studovaných geologických jednotek mají podobný tvar křivek REE a tyto křivky se příliš neliší od průměrného složení sedimentů barrandienu. Metamorfované horniny klasifikované jako metapelity mají podobný tvar křivek REE jako břidlice z barrandienu. Obsahy REE v metapsamitech jsou většinou poněkud vyšší než průměrné hodnoty pro proterozoické a kambrické psamity (droby a pískovce) z barrandienu. Také v klasifikačním diagramech se pole barrandienských psamitů jen z části překrývá s chemickým složením studovaných rul.

Závěr

Velká část metamorfovaných vulkanosedimentárních sérií hlinské zóny, poličského a zábřežského krystalinika se skládá z monotónního komplexu střídajících se poloh metapelitů a metapsamitů (hlavně metadrob). Jejich metamorfni ovlivnění může kolísat od facie zelených břidlic až po střední amfibolitovou facii. Chemické složení metamorfovaných hornin z těchto tří jednotek je velmi blízké a původní sedimentární protolit byl generován z podobného zdroje. Chemické složení hornin se blíží chemickému složení pelitických a psamitických sedimentů z barrandienu. Studované geologické jednotky tedy pravděpodobně náleží k bohemiku. Původní sedimenty byly derivovány v podmínkách geotektonického prostředí kontinentálního oblouku. Mezi metasedimenty ze studovaných jednotek však existují také určité rozdíly. Metapelity z hlinské zóny mají oproti ostatním studovaným jednotkám nižší obsahy Zr, Hf a Y (viz obr. 1b, d).

Literatura

- Bathia, M. R. – Crook, K. A. (1986): Trace elements characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. – *Contrib. Mineral. Petrol.*, 92, 181–193.
- Boynnton, W. V. (1984): Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. – In P. E. Henderson, ed.: *Rare Earth Element Geochemistry.*, 63–114. Elsevier, Amsterdam.
- Buriánek, D. – Břízová, E. – Čech, S. – Čurda, J. – Fűrých, V. – Hanžl, P. – Kirchner, K., – Lysenko, V. – Roštínský, P. – Rýda, K. – Skácelová, D. – Skácelová, Z. – Verner, K. – Vít, J. (2009): Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000 s vysvětlivkami, list 24-112 Jedlová, 1–76, ČGS Praha.
- Buriánek, D. (2009): Petrografie poličského krystalinika. – *Acta Musei Moraviae, Sci. geol.*, 94, 3–46.
- Drost, K. – Linnemann, U. – McNaughton, N. – Fatka, O. – Kraft, P. – Gehmlich, M. – Tonk, C. – Marek, J. (2004): New data on the Neoproterozoic – Cambrian geotectonic setting of the Teplá-Barrandian volcano-sedimentary successions: geochemistry, U-Pb zircon ages, and provenance (Bohemian Massif, Czech Republic). – *International Journal of Earth Sciences*, 93(5), 742–757.
- Floyd, P. A. – Leveridge, B. E. (1987) Tectonic environment of the Devonian Gramscatho basin, south Cornwall: framework mode and geochemical evidence from turbiditic sandstones. – *J. Geol. Soc.*, 144, 4, 531–542.
- Herron, M. M. (1988): Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. – *J. Sed. Res.*, 58, 820–829.
- Cháb, J. – Breiter, K. – Hladil, J. – Kalvoda, J. – Šimůnek, Z. – Štorch, P. – Vašíček, Z. – Zajíc, J. (2008): *Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu.* ČGS, 1–284, Praha.
- Kettner, R. (1922) Algonkium na Moravě. – *Čas. Vlasten. Spol. mus. (Olomouc)*, 33, 1, 1–4.
- Koverdinský, B. – Konzalová, M. (1986) Problematika stratigrafického zařazení zábřežské skupiny. – *Věstník ÚÚG*, 61, 159–167.
- Kundrát, M. – Lepka, F. (1998): Vzácné zeminy v aleuropelitech Barrandienu. – *Sborník geol. věd, Geologie*, 48, 5–17.
- Melichar, R. (1995): *Strukturní analýza vztahů poličského a svrateckého krystalinika.* – MS, disertační práce, PŘF UK Praha. 271 str.
- Mísař, Z. – Dudek, A (1993): Some critical events in the geological history of eastern margin of the Bohemian Massif. – *J. Czech. Geol. Soc.*, 38, 1–2, 9–20.
- Mrázova, Š. – Břízová, E. – Buriánek, D. – Fűrých, V. – Kadlecová, R. – Kirchner, K. – Lysenko, V. – Otava, J. – Rambousek, P. – Roštínský, P. – Skácelová, D. – Skácelová, Z. – Vít, J. – Zelenka, P. (2008): Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000 s vysvětlivkami, 13-444 Hlinsko. – *Česká geologická služba.* Praha.
- Roser, B. P. – Nathan, S. (1997): An evaluation of elemental mobility during metamorphism of a turbidite sequence (Greenland Group, New Zealand). – *Geol. Mag.*, 134, 2, 219–234.
- Stanton, R. L. (2004): Exhalative metasediments – clues to the real nature of regional metamorphic processes? *Mineralogy and Petrology*, 80(1), 111–122.
- Taylor, S. R. – McLennan, S. M. (1995): The geochemical evolution of the continental crust. – *Rev. Geophys.*, 33, 241–265.