

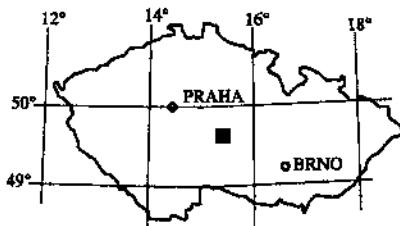
LITOLOGICKÝ VÝVOJ MOLDANUBICKÝCH PARARUL V OBLASTI MEZI ČECHTICEMI A JIHLAVOU

Litological evolution of the Moldanubian paragneisses in the area between Čechtice and Jihlava

MILÓŠ RENÉ

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8.

(23-12 Ledeč nad Sázavou, 23-21 Havlíčkův Brod, 23-23 Jihlava)



Key words: Moldanubian Zone, Paragneiss, Geochemistry, Petrology

Abstract: Biotite and sillimanite-biotite paragneisses from the area between Čechtice and Jihlava originated by regional metamorphism of claystones and greywackes. The origin by alteration of greywackes is characteristic mainly for quartzitic paragneisses. Distributions of trace elements (REE, Sr, Ti, Sc, Ni) indicate that acid calc-alkaline igneous rocks dominated in the source area of original sediments.

ÚVOD

Jedním ze základních problémů poznání vývoje moldanubika je určení zdrojového materiálu původních sedimentů, jejichž metamorfózou vznikly sillimanit-biotitické a biotitické pararuly, které jsou nejhojnější metamorfovanou horninou všech moldanubických sérií. Pararuly moldanubika jsou v souladu s jeho dnešním členěním (FIALA a PATOČKA 1994) součástí tří teránů – Ostrong (původně jednotvárná a kaplická skupina), Drosendorf (původně pestrá skupina), Gföhl (formace charakteristická přítomností vysokotlakých metamorfítů – granulitů, peridotitů, pyroxenitů, dunitů a eklogitů). Sillimanit-biotitické a biotitické pararuly jsou zastoupené ve všechny uvedených jednotkách. Vzhledem k tomu, že původní sedimenty jednotvárné a pestré skupiny jsou přizpůsobeny k proterozoickým až spodnopaleozoickým sedimentům, byly v minulosti činěny pokusy o vymezení znaků umožňujících rozlišení pararul jednotvárné a pestré skupiny (ČECH 1965, ZIKMUND 1971). Jiným, často používaným členěním moldanubických pararul je jejich dělení na břidličné a kompaktní pararuly (HEJTMÁN et al. 1964, SUK 1964).

Pokud jde o poznání charakteru zdrojových sedimentů, byly dosud používány především postupy založené na litofaciálním vývoji jednotlivých formací nebo na obsahu hlavních horninotvorných komponent (SUK 1964, 1974, PLETÁNEK a SUK 1976, ZAYDAN a SCHARBERT 1983, PETRAKAKIS 1986, LINNER 1996). PATOČKA (1991) použil

pro zjištění charakteru výchozích sedimentů pestré skupiny v širším okolí Českého Krumlova a jejich zdrojových hornin výzkum distribuce stopových prvků, včetně prvků vzácných zemin. Jeho práce však vychází pouze ze čtyř kompletních chemických analýz. Cílem předložené práce je poznání charakteru původních sedimentů moldanubických pararul na základě studia distribuce jak hlavních komponent, tak stopových prvků, včetně prvků vzácných zemin. Vzorky pararul byly odebrány ze severního křídla moldanubické zóny, z oblasti mezi Čechticemi a Jihlavou. Pararuly v této oblasti byly v minulosti již zkoumány SUKEM (1964), KRUPÍČKOU (1968) a ZIKMUNDEM (1971).

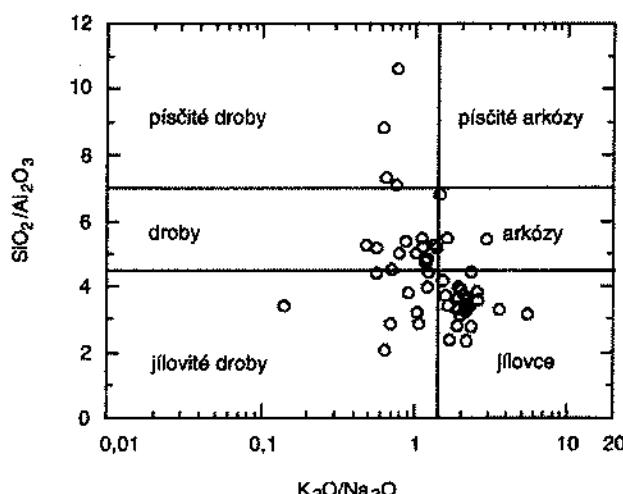
GEOLOGICKÁ POZICE PARARUL

Sillimanit-biotitické a biotitické pararuly v oblasti mezi Čechticemi a Jihlavou jsou součástí jak jednotvárné, tak pestré skupiny (SUK 1964, KRUPÍČKA 1968). Moldanubické pararuly jsou v této oblasti součástí velmi složité megaantiklinály s osou směru SSV–JJZ, do jejíž střední části se v závěru variské orogeneze vymístily dvojslídne granity moldanubického batolitu. Procesu vymístění granitů předcházela rozsáhlá HT-LP metamorfóza provázená migmatizací. V průběhu migmatizace byly původní biotitické pararuly v pruhu širokém nejméně 10 km (SUK 1964) přeměněny na cordierit-biotitické pararuly a různé texturní variety cordierit-biotitických migmatitů. Detailní analýza migmatizace původních pararul ve východním exokontaktu moldanubického batolitu se zabýval KRUPÍČKA (1968).

Starší vráslová stavba je podle SUKA et al. (1974) jen velmi obtížně dešifrovatelná. Pro tuto stavbu jsou charakteristické izoklinální vrasy směru SV–JZ až VSV–ZJJZ a častá změna směru vrássových os. Pararuly pestré skupiny tvoří v oblasti mezi Čechticemi a Humpolcem několik souvislých pruhů směru ZJJZ–VSV. Pro pestrou skupinu jsou v této oblasti charakteristické poměrně hojně vložky kvarcitů, erlánů, amfibolitů a ortorul.

PETROGRAFIE

Biotitické a sillimanit-biotitické pararuly této části moldanubika jsou drobně až středně zrnité, místy výrazně břidličnaté horniny. Jsou obvykle žlutohnědé, tmavě šedé až šedočerné a s přibývajícím množstvím křemene přecházejí do světle šedých kvarcitických rul. Pararuly obsahují křemen, plagioklas, K-živec, biotit, sillimanit, vzácně muskovit a granát. Podíl K-živce se pohybuje mezi 0–20 % a jeho množství výrazně stoupá jednak v pararulách pestré série v souladu s pozorováními ZIKMUNDA (1971), jednak v mig-



Obr. 1. Charakteristika původních sedimentů moldanubických pararur podle klasifikace WIMMENAUERA (1984).

matitizovaných pararulách v plášti moldanubického batolu. V těchto varietách se začíná rovněž objevovat cordierit, jehož množství obvykle nepřesahuje 10 %. Akcesorie jsou zastoupené zirkonem, rutilem, apatitem, monazitem, turmalinem a někdy i granátem. Vzácně byl zjištěn v biotitických pararulách staurolit.

Plagioklas obvykle mírně převládá nad K-živcem. Jeho množství se nejčastěji pohybuje mezi 15–25 %. Jeho bazi-

cita odpovídá oligoklasu až andesinu. Ve dvou vzorcích byla jeho bazitita zjištována z chemické analýzy (An_{22-39}). Plagioklas je někdy zonární, s bazičtějším jádrem (An_{35}) a kyselejším okrajem (An_3). Biotit je v pararulách obvykle v množství 20–25 %, místy je chloritizovaný. Biotit je výrazně pleochroický, světle žlutohnědý podle X, tmavě hnědý až červenohnědý podle Y a Z. Sillimanit tvoří jednak jednotlivé drobné jehličky, jednak spolu s křemenem nepravidelné okrouhlé shluky, které mohou dosáhnout velikosti až 2 cm. Granát tvoří až 0,5–0,7 mm veliké nepravidelné porfyroblasty. V analyzovaném granátu z lomu Blíž Kámen (R-1529, tab. 1) převažuje výrazně almandinová komponenta ($Alm_{64}Py_{17-18}Spess_{10-11}Gros_8$).

CHEMICKÉ SLOŽENÍ

Pro potřeby této studie bylo zhotoveny 31 kompletních chemických analýz, včetně stanovení prvků vzácných zemin. Hlavní komponenty a vybrané stopové prvky byly stanoveny standardní rentgenspektrální analýzou na spektrometu Siemens SRS-1 (analytik J. Bouška, laboratoř ČSUP Stráž p. Ralskem) (tab. 1). Prvky vzácných zemin, Sc, Ta a Hf byly stanoveny metodou INNA rovněž v laboratořích ČSUP ve Stráži p. Ralskem (analytik P. Kotás). Pro kontrolu byly dvě kompletní analýzy biotitických pararul provedeny jednak s použitím standardní rentgenspek-

Tab. 1 Chemické analýzy biotitických a sillimanit-biotitických pararul z oblasti mezi Čechticemi a Jihlavou (hmot. %).

	42006	42010	42080	42085	42096	51047	51070	51149	52020	Re-1529
SiO ₂	71,57	64,21	64,06	63,73	53,05	60,84	62,60	64,88	65,49	65,80
TiO ₂	0,64	0,80	0,77	1,34	1,04	0,89	0,90	0,80	0,71	0,76
Al ₂ O ₃	13,14	16,66	17,13	16,09	22,30	18,39	17,60	16,74	16,54	14,99
Fe ₂ O ₃ tot.	4,37	6,11	6,16	6,86	9,10	7,77	7,30	6,71	5,72	6,16
MnO	0,07	0,14	0,09	0,09	0,16	0,10	0,07	0,08	0,09	0,09
MgO	1,58	2,15	2,30	2,83	3,83	3,07	2,94	2,62	1,81	2,92
CaO	1,47	2,12	1,08	2,70	1,13	0,89	0,73	0,96	1,12	2,26
Na ₂ O	2,21	3,07	1,69	1,83	2,23	1,81	1,60	1,57	1,49	2,90
K ₂ O	2,46	2,80	3,59	2,23	3,77	3,98	3,52	3,17	2,90	2,94
P ₂ O ₅	0,16	0,20	0,16	0,22	0,14	0,19	0,13	0,16	0,19	0,15
ztr. žih.	1,80	1,20	2,50	1,60	2,80	1,60	2,10	1,80	3,40	1,38
celkem	99,47	99,46	99,53	99,52	99,55	99,53	99,49	99,49	99,46	100,35
Ba (ppm)	494	703	919	633	713	860	715	601	767	822
Sr (ppm)	176	193	126	185	152	139	123	130	137	148
Rb (ppm)	113	141	171	84	207	199	142	130	110	90
U (ppm)	3,0	2,4	2,4	2,2	4,1	5,1	2,4	4,5	5,9	1,7
Th (ppm)	11,5	12,5	12,8	10,9	14,6	13,5	13,8	10,2	11,4	6,3

42 006 – sillimanit-biotitická pararula, Koberovice, zářez dálnice, 42 010 – sillimanit-biotitická pararula, sz. Říšnic, výchoz v lese, 42 080 – sillimanit-biotitická pararula, s. Čechtic, zářez cesty, 42 085 – sillimanit-biotitická pararula, s. od Zelené Vsi, rýha, 42 096 – sillimanit-biotitická pararula, Hořepník, opuštěný lom, 51 047 – biotitická pararula, jv. od Dehtářů, zářez silnice, 51 070 – biotitická pararula, okraj obce Stará Běsídlá, zářez polní cesty, 51 149 – biotitická pararula, jjv. od Jiřic, výkop pro vodovod, 52 020 – biotitická pararula, s. od Dobronína, zářez železniční tratě, Re-1 529 – xenolit biotitické pararuly v dvojslídém granitu, Blíž Kámen, lom

trální analýzy (analytik A. I. Rittau), jednak s použitím ICP-MS (analytik D'Anna) v laboratoři Actlabs v Kanadě. Rozdíly kontrolních stanovení nepřesahly 10 %. Obsahy uranu a thoria byly stanoveny gammaspektrometricky s pomocí mnohokanálového gammaspektrometru NT-512 v Geofyzice Brno (analytik M. Škovierová). Pro diskusi výsledků byly použity chemické analýzy hlavních komponent publikované SUKEM (1964) a KRUPIČKOU (1968). Pro studium složení horninotvorných minerálů byla použita mikrosonda Camebax na univerzitě v Hannoveru (analytik M. Hahn, M. René). Získané výsledky byly korigovány pomocí procedury ZAF.

Z poměru $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ a $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ vyplývá, že zkoumané pararuly vznikly metamorfózou jílovců, jílovitých drob až drob (obr. 1). Kvarcitické pararuly mají charakter písčitých drob. Ve zkoumaném souboru jednoznačně dominují pararuly s převahou K_2O nad Na_2O . Drobový charakter naznačuje rovněž poměr Sr a Ba ve smyslu klasifikace FLOYDA et al. (1989). Poměr TiO_2 a Ni naznačuje, že zdrojem původních sedimentů byly převážně kyselé horniny, což dokládá rovněž diagram distribuce vybraných stopových prvků ve srovnání s průměrným složením svrchní kontinentální kůry (obr. 2). Pro biotitické a sillimanit-biotitické pararuly je charakteristický výšší poměr Th/U (aritmetický průměr = 4,22). Výrazná kladná korelace mezi Th a Ce naznačuje, že hlavním nositelem obou prvků je monazit. Pro distribuci prvků vzácných zemin je významný vyšší poměr LREE/HREE a negativní europiová anomálie (obr. 3). Uvedené charakteristiky, zejména pak nižší obsah Sr, Sc, Ni a Ti naznačují, že podobně jako tomu bylo v případě biotitických pararul krumlovské pestré skupiny (srovnej PATOČKA 1991), zkoumané pararuly humpolecké oblasti vznikly přeměnou sedimentů, jejichž zdrojovými horninami byly kyselé alkalicko-vápenaté vyvřeliny.

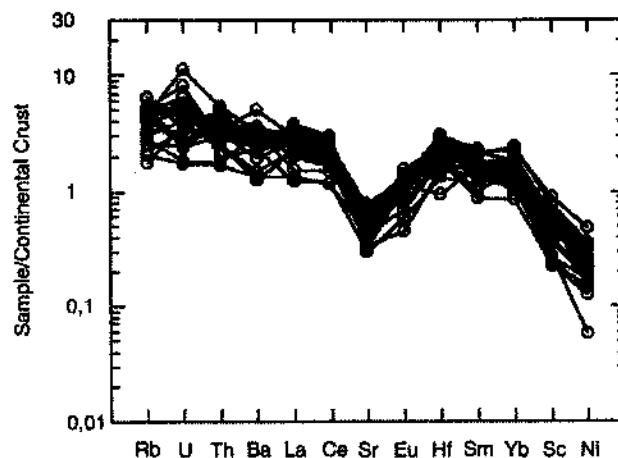
ZÁVĚR

Biotitické a sillimanit-biotitické pararuly z oblasti mezi Čechicemi a Jihlavou vznikly přeměnou jílovitých až drobových sedimentů s výrazně drobovým charakterem zejména u pararul s vyšším obsahem křemene. Distribuce stopových prvků, především distribuce prvků vzácných zemin, Sr, Ti, Sc a Ni naznačují, že zdrojovými horninami původních sedimentů byly kyselé alkalicko-vápenaté magmatické horniny.

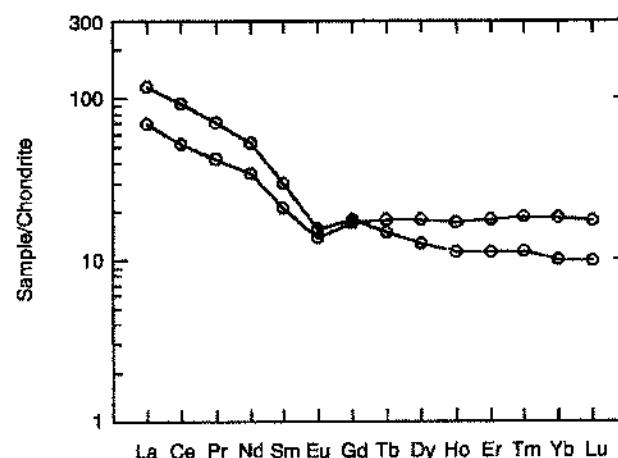
Poděkování: Tato práce vznikla za finančního přispění mezinárodního projektu programu KONTAKT (CZE-00-015).

Literatura

- ČECH, V. (1965): Geologické a petrografické poměry krystalinika v okolí Táboru. – Sbor. Nář. Muz. v Praze, Ř. B., přír. Vědy, 21, 245–270. Praha.
- FIALA, J. – PATOČKA, F. (1994): The evolution of Variscan terranes of the Moldanubian region, Bohemian massif. – KTB Report, 94–3, 1–8. Hannover.
- FLOYD, P. A. – WINCHESTER, J. A. – PARK, R. G. (1989): Geochemistry and tectonic setting of Lewisian clastic metasediments from the early
- Proterozoic Loch Maree Group of Gairloch, NW-Scotland. – Precambrian Res., 45, 203–214. Amsterdam.
- HEJTMAN, B. et al. (1964): Vysvětlivky ke geologické mapě 1 : 50 000, list Týn n. Vlt. – MS, Přír. FUK, Praha.
- KRUPIČKA, J. (1968): The contact zone in the north of the Moldanubian pluton. – Krystalinikum, 8, 7–39. Praha.
- LINNER, M. (1996): Metamorphism and partial melting of paragneisses of the monotonous group, SE Moldanubicum (Austria). – Mineral. and Petrol., 58, 215–234. Berlin.
- PATOČKA, F. (1991): Chemismus stopových prvků v pararulách českokrumlovské pestré skupiny šumavského moldanubika. – Sbor. Jihočesk. Muz. (Č. Budějovice), přír. Vědy, 31, 118–125. České Budějovice.
- PETRAKAKIS, K. (1986): Metamorphism of high grade gneisses from the Moldanubian zone, Austria, with particular reference to the garnets. – J. Metamorph. Geol., 4, 323–344. Amsterdam.
- PLETÁNEK, Z. – SUK, M. (1976): Poznámky ke stratigrafii a stavbě jihočeského moldanubika. – Výzk. Práce Úst. geol., 96, 7–28. Praha.
- SUK, M. (1964): Material characteristics of the metamorphism and migmatization of Moldanubian paragneisses in Central Bohemia. – Krystalinikum, 2, 71–105. Praha.
- SUK, M. (1974): Lithology of Moldanubian metamorphics. – Čas. Mineral. Geol., 19, 373–388. Praha.
- TAYLOR, S. R. – MCLENNAN, S. M. (1985): The continental crust: Its composition and evolution. – Blackwell, 312 s. Oxford.



Obr. 2. Distribuce stopových prvků v biotitických a sillimanit-biotitických pararulách Humpolec. Normalizováno obsahem stopových prvků ve svrchní kontinentální kůře podle TAYLORA a MCLENNANA (1985).



Obr. 3. Distribuce prvků vzácných zemin v biotitických pararulách Humpolec. Pro normalizaci byl požit obsah REE v chondritech podle TAYLORA a MCLENNANA (1985).