

ZMĚNY PROVENIENCE DROB DRAHANSKÉHO KULMU: STATISTICKÉ POSOUZENÍ

Provenance changes of the Drahaný Culm greywackes: statistical evaluation

Jiří Otava ¹, Petr Sulovský ², Renata Čopjaková ²

¹ Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno, otava@cgu.cz

²Katedra mineralogie, petrologie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, sulovsky@sci.muni.cz

(24-21 Jevíčko, 24-23 Protivanov, 24-41 Vyškov aj.)

Key words: *Culm, heavy minerals, garnets, multivariate statistics*

Abstract:

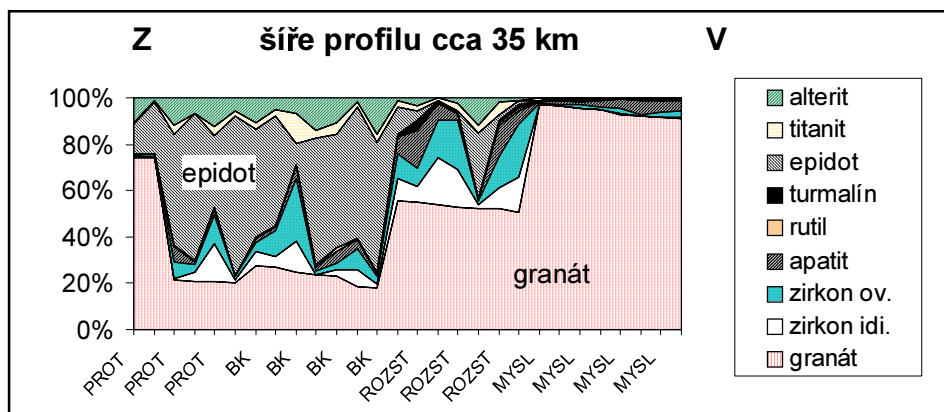
New analytical data obtained during the project named "Exhumation of the Variscan lower crust: constraints from Viséan siliciclastics (Eastern Bohemian Massif)" were statistically evaluated. The paper presents more detailed knowledge on the spatial changes of the detritus deposited within axial turbidity system: translucent heavy mineral assemblages reflect changes of geodynamic conditions (rate of exhumation, erosion, transport, deposition) rather than provenance changes. Chemistry of detrital garnets reflects rather changes of source. For details see descriptions of Figs.

Úvod

Práce navazuje na studium klastických granátů (Otava 1995) a asociací průsvitných těžkých minerálů (Otava 1998). Hlavním přínosem je zmnohonásobení souboru analýz detritických granátů a multivariační statistické zpracování asociací TM a souborů analýz granátů. Vzorkování se podařilo zahustit ve stratigrafickém profilu a v ploše natolik, že jsme získali věrohodný a poměrně podrobný obraz o změnách složení materiálu, který byl přinášěn do pánve. Získané údaje indikují vývojové trendy během sedimentace celého stratigrafického profilu kulmu Drahané vrchoviny.

Konfrontace výsledků studia asociací těžkých minerálů a detritických granátů

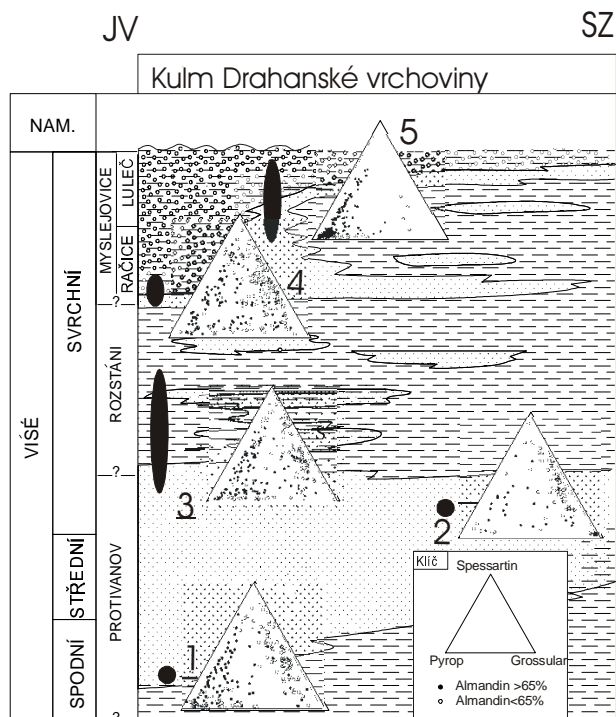
Jeden z nejdůležitějších poznatků, který se definitivně potvrdil porovnáním asociací TM a asociací detritických granátů lze formulovat tak, že změny asociací těžkých minerálů nemusejí být doprovázeny změnami chemismu detritických granátů a naopak. Na základě asociací průsvitných TM v profilu drahanýkulmem od podloží do nadloží rozeznáváme granátickou zónu protivanovského souvrství, epidotem bohatou polymiktní zónu protivanovského souvrství, střídání epidotem a granátem bohatých asociací v rámci rozstáňského souvrství a konečně granátem velmi bohaté asociace myslejovického souvrství jako celku (viz schematické znázornění na obr. 1).



Obr. 1 - Schematický profil asociacemi průsvitných těžkých minerálů drobných drahanýkulmu od západu k východu (od podloží do nadloží). PROT=protivanovské souvrství, BK=bouzovský kulm, ROZST=rozstáňské souvrství, MYSL=myslejovické souvrství.

Fig. 1 - Horizontal distribution plot of translucent heavy minerals from greywackes of the Drahaný Culm (W-E, total length 35 km) illustrating stratigraphic evolution of assemblages.

From bottom to top: PROT=Protivanov Formation, BK=Bouzov culm, ROZST=Rozstání Formation, MYSL=Myslejovice Formation.

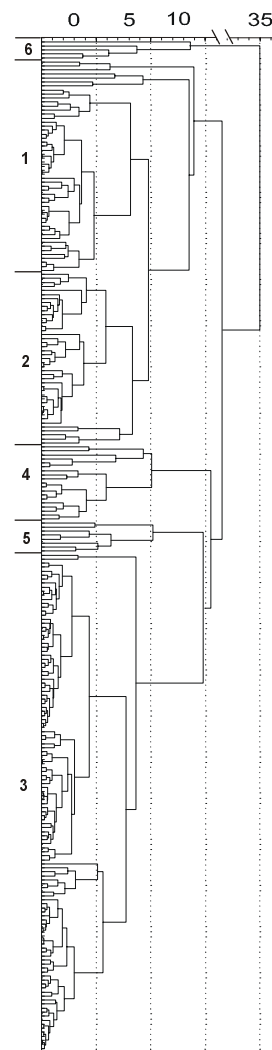


Obr. 2 - Chemismus detritických granátů drobných jednotlivých stratigrafických úrovní: 1- „granatická zóna“ při bázi protivanovského souvrství (lokality Klemov, Pilský dvůr, Pohora, Duran, Šubířov), 2 - bouzovský kulm (lokality Třebůvka-Balatkův mlýn a Bouzov), 3 - protivanovské a rozstánské souvrství (lokality CEMO, Bousín, Protivanov), 4 - báze mysejovického souvrství (lokality Ochoz, Nový dvůr, Březina, Jedovnice, Drahaný), 5 - střední a svrchní část mysejovického souvrství (lokality Santon, Olšany, Luleč, Opatovice, Koberžice).

Fig. 2 - Chemistry of detrital garnets from greywackes of individual stratigraphic levels, 1 - „garnetic zone“ at the base of the Protivanov Formation (localities Klemov, Pilský dvůr, Pohora, Duran and Šubířov), 2 - Bouzov Culm (localities Třebůvka, Balatkův mlýn, Bouzov), 3 - Protivanov and Rozstání Fm. (loc. CEMO, Bousín, Protivanov), 4 - Bottom of the Myseljovice Formation (localities Ochoz, Nový dvůr, Březina, Jedovnice, Drahaný), 5 - middle and upper part of the Myseljovice Formation (localities Santon, Olšany, Luleč, Opatovice, Koberžice).

Změny ve složení asociací detritických granátů mají jiný průběh. Celkem byly vzorkovány a analyzovány detritické granáty z 22 lokalit všech souvrství. Počet analyzovaných zrn značně přesáhl tisíc; z praktických důvodů byly analyzovány pouze středy zrn. Pro jasnější znázornění byly vzorky sdruženy podle jejich stratigrafického zařazení do pěti celků, které jsou podrobně popsány ve vysvětlivkách k obr. 2.

Z ternárních diagramů je zřejmé, že asociace detritických granátů od báze protivanovského souvrství (včetně izolovaných výskytů kulmu) přes rozstánské souvrství až po spodní část mysejovického souvrství jsou silně polymiktní a nejsou mezi nimi podstatné rozdíly. Zásadní změna ve složení asociací nastává uprostřed mysejovického souvrství. Jak ukázala analýza granátů drobné matrix polymiktních račických slepenců z lokality

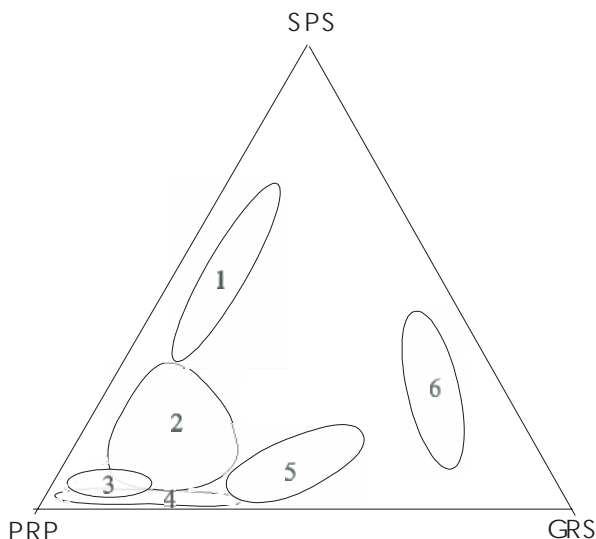


Obr. 3 - Dendrogram pro chemismus detritických granátů drobných svrchní části mysejovického souvrství s vymezeními skupinami. Hodnoty na ose Y vyjadřují euklidovské vzdálenosti.

Fig. 3 - Dendrogram for the chemistry of detrital garnets from greywackes of the upper part of the Myseljovice formation with defined groups. Values on the Y axis express Euclidean distances.

Santon, přínos detritických granátů granulitové proveniencie nastal s mírným předstihem před výrazným přínosem granulitových valounů charakteristických pro lulečské slepence.

Na příkladu svrchní části mysejovického souvrství můžeme prezentovat použití multivariačních statistických metod, sloužících k vyčlenění několika skupin granátů, které je možno v další fázi přiřazovat k potenciálním zdrojovým horninám. Pro první rozpoznání struktury souboru granátů svrchní části mysejovického souvrství byla použita hierarchická sdružovací analýza (strategie nevážená pár-skupinová, na základě matice euklidovských vzdáleností pro jednotlivé analýzy granátů). Výsledky této analýzy jsou zobrazeny pomocí dendrogramu (viz obr. 3) a umožňují vyčlenit konkrétní počet možných skupin granátů na zvolené hladině podobnosti.



Obr. 4 - Šest skupin detritických granátů drobné svrchní části myslejovického souvrství, vyčleněných na základě nehierarchické sružovací analýzy.

Fig. 4 - Six groups of detrital garnets from greywackes of the upper part of the Myslejovice Formation derived by non-hierarchical cluster analysis.

Zařazení jednotlivých vzorků granátů svrchní části myslejovického souvrství do šesti zvolených skupin bylo provedeno nehierarchickou sružovací analýzou, jejíž výsledky jsou graficky znázorněny na obr. 4. Některé z nich mají chemismus velmi dobře korelovatelný s potenciálními zdrojovými horninami. Lze je stručně charakterizovat takto:

- typ almandin - spessartin - pyropový s obsahy almandinu nad 80% (skupina č. 1)
- typ almandin - pyropový s obsahy almandinu 70 - 80% (skupina č. 2) je složením blízký granátům z drobných granulitových těles na kontaktu pestré a monotónní skupiny dolnorakouského Waldviertelu a z granulitů u Horních Borů (viz obr. 5C a 5F)
- typ almandin - pyropový s obsahy almandinu 65 - 70% (skupina č. 3) je velmi podobný granátu z granulitu u Biskoupek (viz obr. 5F)
- typ almandin - pyrop - grosulárový s 50 - 60% almandinu (skupina č. 4); vykazuje vysokou shodu s granulity miroslavské hráště (viz obr. 5F)
- typ almandin - pyrop - grosulárový s obsahy almandinu 60 - 70% (skupina č. 5)
- typ almandin - grosulár - spessartinový s obsahy almandinu pod 65 % (skupina č. 6).

Diverzita složení detritických granátů protivanovského, rozstáňského a spodní části myslejovického souvrství (srv. diagramy 1-4 na obr. 2) ukazuje, že byly dotovány z více různých zdrojů. V populaci granátů výše uvedených litostratigrafických jednotek lze v současné době vyčlenit několik typů granátů:

- almandin - spessartin - grosulárový typ s obsahem almandinové složky pod 65%, ke kterému dosud nebyl nalezen odpovídající zdrojový materiál. Je nejčetnějším typem granátu v tzv. bouzovském kulmu (srv. diagram 2 na obr. 2) a silně je zastoupen v granátické zóně protivanovského souvrství a ve spodní části souvrství myslejovického; ve svrchní části myslejovického souvrství je naopak výrazně ubylo (skupina 6 na obr. 4). V rámci tohoto typu je možné vyčlenit další podskupiny, lišící se především obsahem almandinové složky. Jedna z těchto podskupin patrně odpovídá granátům granitů a leukogranitů (obr. 5A).

- almandin - pyrop - grosulárový typ s obsahem almandinové složky pod 65% a převahou pyropové složky nad grosulárovou (odpovídá víceméně typu 4 z obr. 4). Tento typ je výrazně zastoupen zejména v granátické zóně protivanovského souvrství a v obou částech souvrství myslejovického (obr. 2, diagram 1).

- typ s obsahem almandinu mezi 65 a 80% s převahou pyropu nad spessartinem, který odpovídá skupině 2 na obr. 4. Je přítomen v populacích detritických granátů všech sledovaných litostratigrafických jednotek, jen v tzv. bouzovském kulmu je jeho zastoupení nižší.

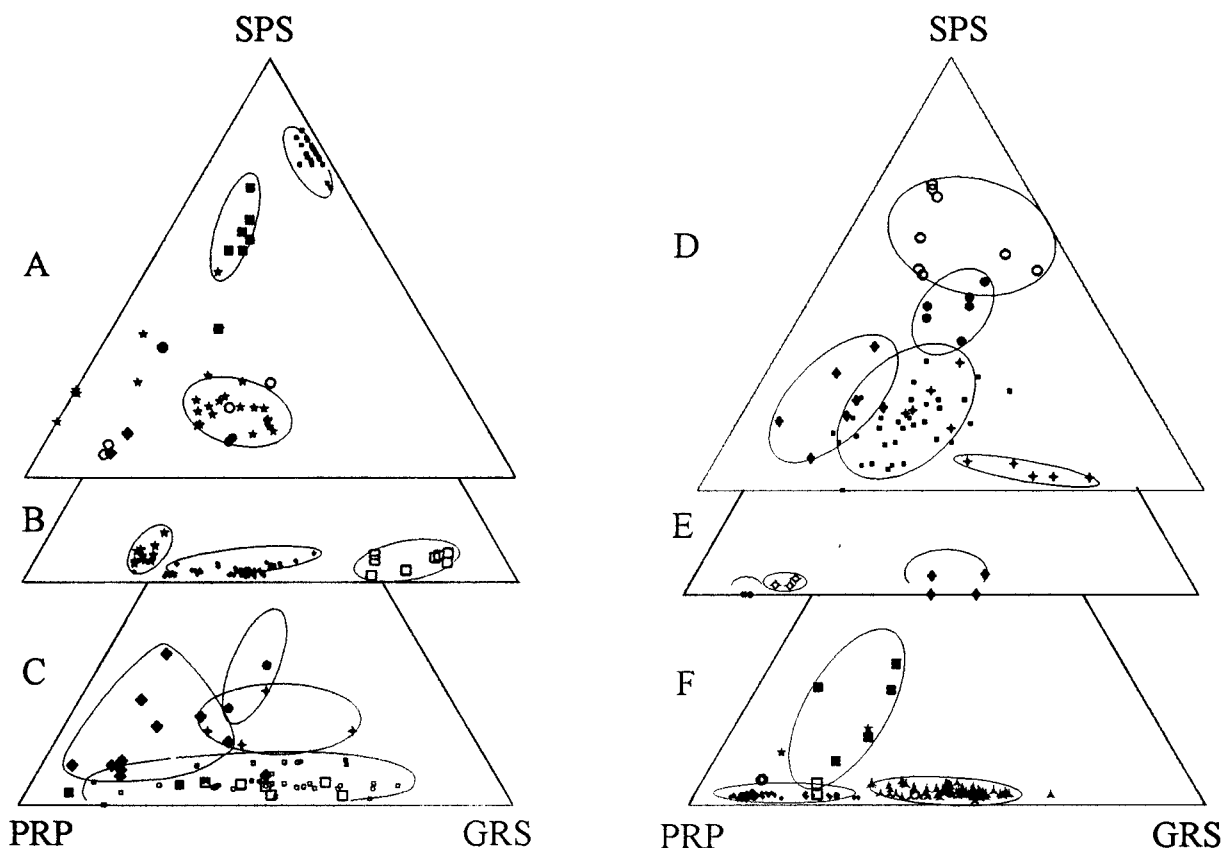
- typ almandinový (s obsahy almandinu mezi 77 a 90%)
 - typ grosulár-almandinový (s cca 65% grosulárové složky), který se vyskytuje v bouzovském kulmu, svrchní části protivanovského a v rozstáňském souvrství (obr. 2, diagramy 2 a 3).

Závěry

Změny asociací průsvitných těžkých minerálů v drahanském kulmu nekorrespondují se změnami asociací detritických granátů a naopak (srovnej obr. 1 a obr. 2). Příčinou je to, že změna asociace průsvitné těžké frakce může být způsobena změnami geodynamického režimu během sedimentace (např. zvýšení rychlosti denudace, eroze a sedimentace) a nemusí být vždy odrazem změny proveniencie. Naopak takovou změnu asociace detritických granátů, se kterou se setkáváme uvnitř myslejovického souvrství, nelze vysvětlit jinak než zásadní změnou charakteru zdroje.

Při interpretaci proveniencie střední a svrchní části myslejovického souvrství drahanského kulmu je situace stále jasnější (ve zdroji převažovala širší škála granulitů a granátických rul).

Protivanovské, rozstáňské a spodní část myslejovického souvrství byly dotovány ze značně diverzifikované zdrojové oblasti, což se v asociaci detritických granátů odráží více samostatnými typy granátů. Definitivní vymezení jednotlivých typů a určení jejich proveniencie vyžaduje další rozšíření jak souboru analýz detritických granátů, tak granátů potenciálních zdrojových hornin.



Obr. 5 - Srovnání granátů (obsahy pyropu, spessartinu a grosuláru) širší škály hornin krystalinika východního okraje Českého masivu.

Použito vlastních analýz doplněných o publikované údaje Batíka, Fediukové, Fuchse, Kurata, Leichmanna, Němce, Matějovské, Scharberta, Urbana.

(a) - granáty s obsahem almandinu pod 65%, (b) - granáty s obsahem almandinu nad 65%

A: ■ granity a leukogranity brněnského masivu (Krumlovský les) (a), ⊙ ortorula Peklo u Habrů (b), ○ pararula Peklo u Habrů (a), ● pararula Peklo u Habrů (b), ◆ pararula Želivka (b), ■ rula vrt Krhová u Val, Meziříčí (b), ★ ruly a migmatity Polná (b)

B: Moldanubikum (strážecký oblouk) □ skarny (a), ◆ amfibolity (a), ★ hornblendity (a)

C: Granulity Waldviertelu ● granulity ve gřohlských rulách (b), □ Dunkelsteinerwald (a), ■ Dunkelsteinerwald (b), □ granulity v pararulách (a), ■ granulity v pararulách (b), † granulity ve svorech

D: Moravikum ○ sp. lukovská j. (a), ● sp. lukovská j. (b), ○ sv. lukovská j. (b), ◆ šafovská j. (b), † vranovská j. (b)

E: Moldanubikum ◆ eklogity (a), u peridotity (a), † pyroxenity (a)

F: Moravské moldanubikum ◆ Hostěradice u Miroslavi (a), ○ Biskoupky (a), □ Horní Bory (a), ■ Horní Bory (b), ★ Náměšť nad Oslavou, Rybník Rathan (b), ▲ Drahonín (a).

Fig. 5 - Comparison of garnets (pyrope, spessartine and grossular contents) from various rocks at the eastern margin of the Bohemian Massif.

Based on own analyses and published data of Batík, Fediuková, Fuchs, Kurat, Leichmann, Němec, Matějovská, Scharbert, Urban. (see the references on the next page)

(a) - garnets with almandine content under 65%, (b) garnets with almandine content over 65%

A: ■ Granites and leukogranites of the Brno massif (Krumlovský les) (a), ⊙ orthogneiss, locality Peklo u Habrů (b), ○ paragneiss, locality Peklo u Habrů (a), ● paragneiss, locality Peklo u Habrů (b), ◆ paragneiss, locality Želivka (b), ■ gneiss from the borehole Krhová u Val, Meziříčí (b), ★ gneisses and migmatites from Polná (b)

B: Moldanubicum (Strážek arch) □ skarns (a), ◆ amphibolites (a), ★ hornblendites (a)

C: Granulites of Waldviertel ● granulites in the Gföhl gneiss (b), □ Dunkelsteinerwald (a), ■ Dunkelsteinerwald (b), □ granulites in paragneisses (a), ■ granulites in paragneisses (b), † granulites in mica-schists

D: Moravicum ○ Lower Lukov Unit (a), ● Lower Lukov Unit (b), ○ Upper Lukov Unit (b), ◆ Šafov Unit (b), † Vranov Unit (b)

E: Moldanubicum ◆ eklogites (a), ◆ peridotites (a), † pyroxenites (a)

F: Moravian Moldanubicum, localities: ◆ Hostěradice u Miroslavi (a), ○ Biskoupky (a), □ Horní Bory (a), ■ Horní Bory (b), ★ Náměšť nad Oslavou, Rybník Rathan (b), ▲ Drahonín (a).

Litatura:

- Batík, P. - Fediuková, E. (1992): Garnet chemistry as an indicator of metamorphic development and deformations of the Moravicum in the Dyje dome.- Věst. Čes. geol. Úst., 67, 1, 75-79, Praha.
- Fediuková, E. (1973): Zoning of garnets in the rocks from Moldanubicum. Zonárnost granátů v horninách Moldanubika. - Sbor. geol. Věd, Geol. 24, 7-72. Praha.
- Fuchs, G. - Scharbert, H.G. (1979): Kleinere Granulitvorkommen im niederösterreichischen Moldanubikum und ihre Bedeutung für die Granulitgenese.- Verh. Geol. B-A. 2, 29-49, Wien.
- Kurat, G. - Scharbert, H.G. (1972): Compositional zoning in garnets from Granulite Facies Rocks of the Moldanubian Zone, Bohemian Massif of Lower Austria. - Earth Planet.Sci. Letters, 16, 379-387, Amsterdam.
- Leichmann, J. (1996): Geologie und Petrologie des Brünner Massivs.- MS, Universität Salzburg
- Matějovská, O. (1970): Composition of coexisting garnet and biotite from some granulites of Moldanubicum, Czechoslovakia. - Neu. Jb. Mineral. Mh., 249-263. Stuttgart.
- Němec, D. (1977): The granulite from Drahonín (western Moravia, Czechoslovakia). - Neu. Jb. Mineral. Mh., 2, 69-84. Stuttgart.
- Němec, D. (1980): Granulity miroslavské hráště. - Čas. Mineral. Geol., 25, 2, 165-175, něm. res. Praha.
- Otava J. (1995): Klastické granáty a chromity spodního karbonu jižní Moravy a jejich provenience. - Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1994, II, 69-71, Brno.
- Otava, J. (1998): Trendy změn ve složení siliciklastik drahanského kulmu a jejich geotektonická interpretace. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 62-64. Brno.
- Scharbert, H.G. (1964): Die Granulite des südlichen niederösterreichischen Moldanubikums, II. Teil. - N. Jb. Min. Abh., 101, 27-66, Stuttgart.
- Scharbert, H.G. - Kurat, G. (1974): Distribution of Some Elements Between Coexisting Ferromagnesian Minerals in Moldanubian Granulite Facies Rocks, Lower Austria, Austria.- Tschermaks Miner. Petr. Mitt., 21, 110-134, Wien.
- Urban, M. (1998): Strain and metamorphic manifestation of small ductile shear zones in the Náměšť granulite (SW Moravia, Czechoslovakia).- Věst. Ústř. Úst. Geol., 63, 4, 209-219, Praha.

CHEMISMUS GRAFITICKÝCH FYLITŮ DEVONSKÝCH SÉRIÍ V HRUBÉM JESENÍKU

Chemical compositions of graphitic phyllites of the Devonian series in the Hrubý Jeseník Mts.

Miloš René

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, 182 09 Praha 8, V Holešovičkách 41, e-mail: rene@irms.cas.cz

(14-22 Jeseník 14-24 Bělá pod Pradědem, 15-11 Zlaté Hory, 15-13 Vrbno pod Pradědem)

Key words: Graphite, phyllite, Moravosilesian zone, Devonian

Abstract:

Graphitic phyllites of the Devonian series in the Hrubý Jeseník Mts. are important stratigraphic members of the Devonian epizonally metamorphosed series of the Hrubý Jeseník Mts. The most abundant rock types are graphite-muscovite and graphite-plagioclase-muscovite phyllites. Graphitic phyllites occur in chlorite, biotite, garnet zone, partly also part of staurolite metamorphic zone. Their chemical composition suggested origin by regional metamorphism of mature clayed sediments of illite-kaolinite composition. Source of original sediments were at least partly calc-alkaline island arc volcanics and sedimentation passed in area of active margin of continents.

Úvod

Grafitické fylity představují významný stratigrafický člen devonských epizonálně metamorfovaných sérií Hrubého Jeseníku. V devonském vrstevním sledu se vyskytují zejména při bázi souvrství, kde jsou často součástí

tzv. bazálních fylitů. Jako bazální fylity je obvykle označováno fylitové souvrství, které se vyskytuje nad předdevonskými rulovými sériemi pod spodním souvrstvím devonských kvarcitů. V některých oblastech výskytu devonských sérií se však fylity s různým podílem grafitické substance objevují i ve vyšších stratigrafických úrovních,