

# **Paleogeografická interpretácia asociácií ťažkých minerálov zo sedimentov albu až cenomanu klapskej jednotky, tatrika a fatrika**

Simona Bellová, Roman Aubrecht

*Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra geológie a paleontológie, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovenská republika;  
simona.bellova@gmail.com*

## **Abstract**

Paleogeographic interpretation of the heavy mineral assemblages from the Albian to Cenomanian sediments of the Klapce Unit, Tatric & Fatric units

This work provides a systematic research of clastic material in Klapce Unit and Poruba Formation as well as their paleogeographical relationship. The research showed that both units are dominated by spinel, tourmaline, zircon and garnet, however, differing in their percentages. Almandine garnets probably came from rocks, which were similar to the crystalline basement of the Western Carpathians. Pyrope-almandine garnets came from the now non-existent granulite rocks of the Oravic continental segment derived from the Moldanubic zone of the Bohemian Massif. Alkaline tourmalines probably came from metamorphosed sediments and granitoid source area, located north of the Tatric Unit. Cr-spinels were derived from ultramafic rocks of upper mantle, probably from Meliatic oceanic crust. Glaucofan and ferroglaucophane grains were derived from the blue schists most probably from the same realm and their protolith were mostly mafic rocks.

**Keywords:** heavy minerals; the Cretaceous; Klapce Unit; Poruba Formation

## **Úvod a formulácia cieľa**

V albe sa na území Západných Karpát uplatňoval flyšový vývoj, ktorý má však v dôsledku značného členenia západokarpatského priestoru v každej jednotke osobitný ráz. Najväčšie hrúbky sedimentov albu predstavujú flyšové súvrstvia v klapskej jednotke, v zóne uzatvárajúcej sa panvy pieninsko-meliatského oceánu a následnej kolízie bloku centrálnych Západných Karpát s podloží vonkajších Karpát.

Klappská sekvencia je súčasťou bradlového pásma a vyskytuje sa na Považí i Orave. Jej dominantou sú mocné albsko-cenomanské súbory „divokého flyšu“ s polohami exotických konglomerátov. Manínska jednotka je južnejšou / najvnútornejšou sekvenciou bradlového pásma aj keď jej pôvod je však preukázateľne centrálnokarpatský [1]. Kulmináciu vývoja v severných zónach centrálnych Západných Karpát odzrkadľuje albsko-cenomanský flyšový vývoj tatrika i fatrika – porubské súvrstvie. V južnejšej jednotke, v krížňanskom príkrove, podobne ako v severnom tatriku, flyšové komplexy ukončujú karbonátové sekvencie [2].

Nástup flyšového súvrstvia v albe, jeho náhrada za karbonátový sled sa viaže s prestavbou paleogeografického plánu a je tiež prejavom významných tektonických pohybov. Sedimentácia je v niektorých jednotkách pred nástupom flyšu prerušená. Toto prerušenie je najdlhšie a najvýraznejšie v manínskej jednotke [3]. Proveniencia ťažkých minerálov klapskej

jednotky a jej súvislosť so synorogénnym flyšovým vývojom tatrika a fatrika predstavuje z hľadiska paleogeografickej rekonštrukcie stále doposiaľ nevyriešený problém.

Hypotézy predpokladajú rozhranie / kordiléru (?) medzi klapskou a manínskou jednotkou [4] ale taktiež sa uvažuje aj o pozícii klapskej jednotky v rámci sedimentačného priestoru fatrika pričom autor chápe klapský flyš ako obdobu porubského flyšu tatrika a fatrika [5]. Napriek tomu doposiaľ chýbal systematický výskum, týkajúci sa proveniencie ťažkých minerálov v týchto jednotkách, o ktorom pojednáva táto práca.

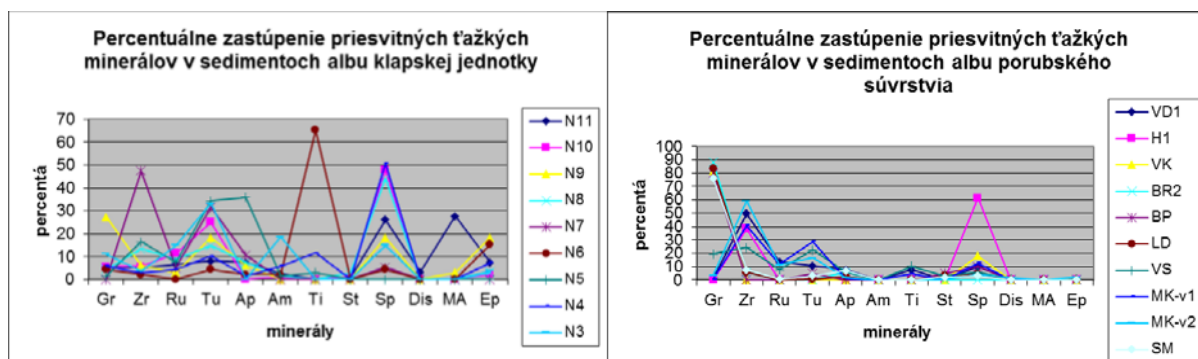
## **Materiál a metódy**

Systematickú analýzu ťažkých minerálov sedimentov klapskej jednotky a porubského súvrstvia sme začali zozbieraním celkovo 30 vzoriek o priemernej gramáži 2 kg. Vzorky sa podrviili, presitovali na veľkosť zŕn 0,08 – 1 mm a vyseparovala sa z nich ťažká frakcia pomocou bromoformu.

Časť výslednej frakcie ťažkých minerálov bola študovaná v prechádzajúcom svetle a taktiež sa optickými metódami stanovilo percentuálne zastúpenie (priehľadných) ťažkých minerálov. Zo zvyšnej frakcie sa granáty, spinely, turmalíny a modré amfiboly ručne vyseparovali, zaliali do epoxidovej živice a boli následne analyzované pomocou elektrónovej mikroanalýzy na prístoji CAMECA SX - 100 s osadeným ED detektorom KEVEX DELTA IV pri hodnotách urýchľovacieho napätia 15 kV, prúdu lúča 20 nA a priemeru lúča 2  $\mu\text{m}$  (pre granát a spinel) a 3  $\mu\text{m}$  (pre turmalíny). Pri tejto metóde bola použitá presnejšia štandardizovaná vlnová dĺžka RTG žiarenia.

## **Výsledky a diskusia**

Porovnanie asociácií ťažkých minerálov ukázalo, že v oboch jednotkách dominujú rovnaké stabilné minerály - spinel, turmalín, zirkón a granát (Obr.1.). Asociáciu minerálov sedimentov klapskej jednotky tvorí dominantne spinel, turmalín, zirkón a granát. Nápadný rozsah dosiahol modrý amfibol – glaukofán a fero-glaukofán vo vzorke N11 (Predmier). Asociáciu minerálov sedimentov porubského súvrstvia tvorí dominantne granát, zirkón, turmalín a spinel.



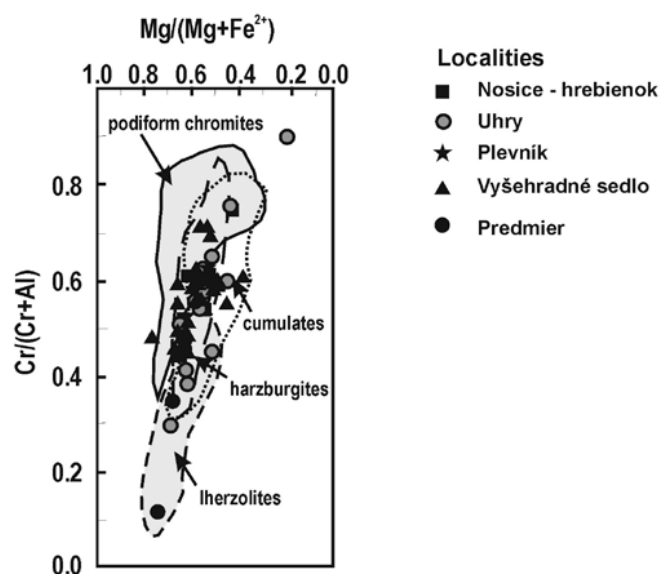
**Obr.1. Percentuálne zastúpenie priesvitných ťažkých minerálov v študovaných vzorkách**

Vysvetlivky: Grt – granát; Zr – zirkón; Ru – rutil; Tu – turmalín; Ap – apatit; Am – amfibol; Ti – titanit; St – staurolit; Sp – spinel; Dis – distén; MA – modrý amfibol; Ep – epidot; Klapská jednotka: N11 – Predmier; N10 – Plevník; N9 – Považská Teplá; N8 – Považská Bystrica; N7 – Udiča; N6 – Orlové; N5 – Uhry; N4 – Nosice, Bačova; N3 – Nosice, Hviezda; Porubské súvrstvie: VD2 – Vrátna dolina; H1 – dolina Havrania; VK – Vyšný Kubín; BR2 – Vyšný Brankov; BP – Biely potok; LD – Ľubochniarska dolina; VS – Vyšehradské sedlo; MK-v1 – Malé Karpaty; MK-v2 – Malé Karpaty; SM – sedlo Medziholie

Granáty predstavujú najmä almandíny a pyrop-almandíny. Almandínové zloženie poukazuje na pôvod granátov zo svorov, rúl a amfibolitov metamorfovaných v podmienkach amfibolitovej (nižšej) fácie alebo môžu mať takisto pôvod v modrých bridliciach, migmatitoch, peraluminóznych granitoch, skarnoch, kontaktných rohovcoch a serpentinitoch [6]. Pyrop-almandínové zloženie indikuje pôvod granátov z granit-pyroxenických amfibolitov a rúl alebo granulitov metamorfovaných v podmienkach prechodnej zóny medzi vyššou amfibolitovou až granulitovou faciou.

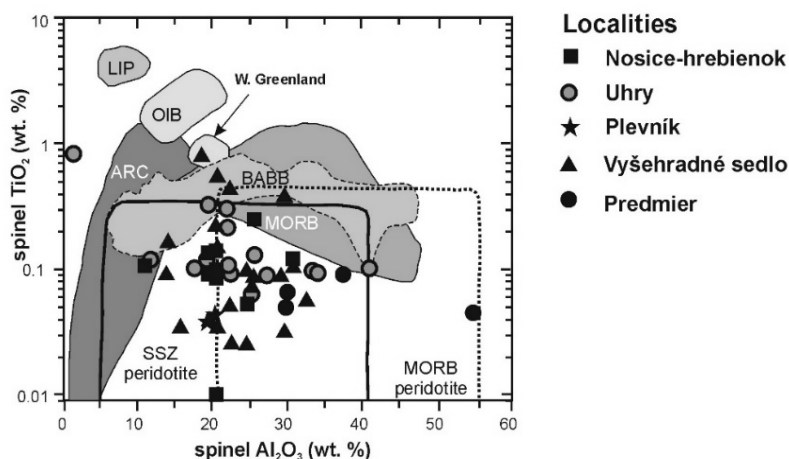
V skupine turmalínov prevládli alkalické turmalíny (Na-Fe skoryl – Na-Mg dravit). Analýza takisto potvrdila, metapelitický a metapsamitický charakter materských hornín, ktoré môžu (/nemusia) koexistovať s Al-saturačnou fázou alebo sa jedná o kremenno-turmalinické či vápenato-silikátové horniny obohatené o  $\text{Fe}^{3+}$  [7]. Materské horniny predstavovali teda alkalické nízko až stredne metamorfované horniny a v menšej miere aj o magmatické granitoidné horniny ochudobnené o lítium.

Cr-spinely sú hojnými ťažkými minerálmi v oboch skúmaných jednotkách. Sú dominantne nízkotitánové (Obr.3.) a elektrónovou mikroanalýzou sa potvrdili ako komponenty peridotitov vrchného plášťa. Analýzy chemizmu na základe peridotitových typov klasifikovali spinely ako prechodný typ a pomerom  $\text{Cr}\#$  vs  $\text{Mg}\#$  (Obr.2.) sa zaradili medzi harzburgity a magmatické kumuláty [8]. Analýzy s vyššími obsahmi titánu preukázali nielen hlbinný ale aj vulkanický pôvod spinelov (Obr.3.) z bazaltov zaoblúkových paniev (podiformné chromity) a z prostredia typu „W. Greenland“. Analýza z lokality Predmier preukázala pôvod aj v bazaltoch stredooceánskych riftov – lherzolity (Obr.2.; 3.).



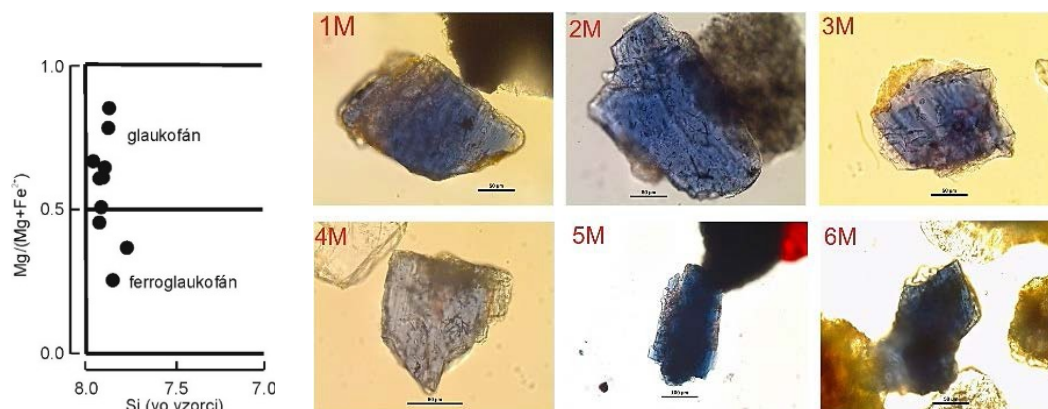
**Obr.2. Diagram vzťahu  $Mg\#$  ( $Mg/Mg+Fe^{2+}$ ) a  $Cr\#$  ( $Cr/Cr+Al$ ) analyzovaných spinelov (upravené podľa [8]).**

Chemické zloženie nami skúmaných detritických Cr-spinelov sa premietlo do širšieho rozsahu v rámci diskriminačných diagramov (Obr.3.), kde sa v niektorých častiach polia značne prekrývajú, čo nevylučuje možnosť, že obe oceánske domény (váhikum aj meliatikum) mohli dodávať ofiolitový detrit s podobným chemickým zložením (lherzolity a harzburgity).



**Obr.3. Diagram vzťahu  $Al_2O_3$  a  $TiO_2$  analyzovaných spinelov [9].** Vysvetlivky: SSZ = Supra-subduction zone (supra-subdukčné bazalty), MORB = Mid-oceanic ridge basalts (bazalty stredoocéánskych chrbtov), LIP = large igneous provinces (veľké magmatické provincie), BABB = Back-arc basins basalts (bazalty zaoblúkových paniev), OIB = ocean island basalts (bazalty oceánskych ostrovov), ARC = island arcs (bazalty ostrovných oblúkov)

Z nášho výskumu piesčitej frakcie z lokality Predmier bola zistená hojná prítomnosť zŕn modrého amfibolu - glaukofánu a ferroglaukofánu (Obr.4.). Glaukofán patrí medzi sodné amfiboly, do ktorých štruktúr vstupuje sodík pod vysokým tlakom a preto je považovaný za produkt vysokotlakovej nízкотеплотnej metamorfózy viažúcej sa iba na zóny subdukcie. Ich výskyty sú preto pri rekonštrukcii geodynamických modelov vývoja regiónov veľmi dôležité.



Obr. 4. Klasifikácia skúmaných amfibolov [18] a fotografické snímky z mikroskopu

Existujú domnienky, že chrómspinely v oraviku (vlastné jednotky bradlového pásma) a ofiolitový materiál v exotickom flyši klapskej jednotky majú ten istý zdroj [11]. Avšak proti hypotéze o pôvode z váhickej oceánskej domény svedčia nálezy takých exotických hornín ako klasty namúrskeho čierneho uhlia [12] alebo nemetamorfované devónske vápence [13], ktoré boli zjavne derivované zo severu Karpát. Rovnako boli nájdené aj horniny s afinitou k južným zónam, konkrétne vnútorným Západným Karpatom či Dinaridám. K takým horninám patria valúny z blokov typovo južných triasových platformových vápencov wettersteinského typu, ktoré sú typické pre silické jednotky; exotické valúny (tzv. Upohlavský typ) granitov typu A ako napr. Turčok alebo masív Velence [14]. Už vyššie spomínané devónske valúny vápencov môžu byť alternatívne derivované z viac južnejších zdrojov ako je napr. Transdanubického pohoria. Z albsko-cenomanských konglomerátov bradlového pásma boli rádiometricky datované ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) glaukofanitové valúny, ktoré preukázali jurské veky metamorfizmu [15]. To korešponduje s hypotézou o pôvode z meliatského oceánu nakoľko ten sa uzatváral vo vrchnojurskom období čím tieto datovania vylučujú pôvod z váhického oceánu.

## Záver

Výskum ukázal, že v turbiditných formáciách klapskej jednotky a porubského súvrstvia prevládajú rovnaké stabilné ťažké minerály - spinel, turmalín, zirkón, granát, avšak,

líšia sa svojim percentuálnym zastúpením. Almandínové granáty pochádzajú pravdepodobne z hornín, ktoré boli podobné kryštalinickému podložiu centrálnych Západných Karpát. Pyrop-almandínové granáty pochádzajú pravdepodobne z dnes už nejestvujúcich granulitických hornín z kôrového segmentu Oravika derivovaného z Moldanubickej časti Českého masívu. Turmalíny pochádzajú z metamorfovaných sedimentov i granitoidných hornín zdrojovej oblasti umiestnenej severne od tatrika. Cr-spinely boli derivované z vrchnoplášťových ultramafických hornín, pravdepodobne z meliatskej oceánskej kôry. Sodné amfiboly sú zastúpené glaukofánom a feroglaufánom. Tieto amfiboly boli derivované z modrých bridlíc, pričom ich protolitom sú najčastejšie mafické horniny. Ich výskyt potvrdzuje prítomnosť oceánskeho typu kôry, pravdepodobne meliatskej oceánskej domény.

### **Pod'akovanie**

Pod'akovanie patrí projektom APVV 0212-12 a APVV 14-0118.

### **Zoznam použitej literatúry**

- [1] Hók J., Kahan Š., Aubrecht R. (2001) Geológia Slovenska. Vydavateľstvo UK, Bratislava, p. 3 - 47
- [2] Mišík M., Jablonský J. (1991) Podklady k paleogeografickej mapke albu Západných Karpát. Západné Karpaty, Séria Geológia (15), p. 7 - 23
- [3] Borza K. (1980) Geol. Práce, Spr. (74), p. 33 - 56
- [4] Birkenmajer K. (1988) Stud. Geol. Pol. (41), 7 - 37
- [5] Plašienka D. (1995) Geol. Rdsch. (84), p. 748 - 760
- [6] Méres Š. (2008) Conference "Cambelove dni 2008 ", Abstract Book, Bratislava, p. 37 - 43
- [7] Henry D. J., Guidotti C. V. (1985) Am. Mineral. (70), 1 - 15
- [8] Dick H. J. B., Bullen T. (1984) Eur. J. Mineral. (11), p. 201 - 215
- [9] Kamenetsky V. S., Crawford A. J., Meffre S. (2001) J. Petrol (42), p. 655 - 671
- [10] Hawthorne F. C., Oberti R., Harlow G.E., et al. (2012) Am. Mineral. (97), p. 2031 - 2048
- [11] Aubrecht R., Méres Š., Sýkora M., et al. (2009) Geol. Carpath. (60), p. 463 - 483
- [12] Havlena V. (1956) Čas. Mineral. Geol. (1), p. 344 - 351
- [13] Tomáš A., Olszewska B., Golonka J., et al. (2004) Geolines (17), p. 93 - 94
- [14] Uher P., Marschalko R. (1993) Geol. Carpath. (45), p. 171 - 184
- [15] Dal Piaz G. V., Martin S., Villa I., et al. (1995) Tectonics (14), p. 874 - 885