

Porovnanie asociácií ťažkých minerálov z albských až cenomanských exotických flyšov klapskej jednotky, tatrika, fatrika a niektorých priľahlých jednotiek - čiastočné výsledky.

Simona Bellová¹, Roman Aubrecht^{1,2}, Tomáš Mikuš³

¹Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra geológie a paleontológie, Ilkovičova 6, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovenská republika, simona.bellova@gmail.com

²Slovenská Akadémia Vied, Ústav vied o Zemi, Dúbravská cesta 9, SK-845 28 Bratislava, Slovenská republika

³Slovenská Akadémia Vied, Ústav vied o Zemi, Dumbierska 1, SK-974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika

Abstract

Comparison of the heavy mineral assemblages from the Albian to Cenomanian exotic flysches of the Klape Unit, Tatricum, Fatricum and some adjacent units – preliminary results.

The first massive input of exotics occurred in the Albian in Klape Unit and Poruba Formation. 28 samples were analyzed for the heavy-minerals in the mentioned units. Units are dominated by Cr-spl, Zr, Tu, Ap and Ru in various ratios. Ti, Ky, Mo, Ep, Si, St occur only rarely. There are local excursions of B.Am, Px, Gr and Ky. A higher Zr and lower Cr-spl amount in Tatric unit and a higher Cr-spl and lower Zr amount in Klape unit were observed. The majority of Spl match harzburgites and the supra-subduction zone peridotites. Al-depleted and higher-Ti Spl match the volcanic arc. The B.Am (glaucofane, ferroglaucophane) came from HP/UHP rocks in a subduction zone. Most of Px are enstatite, derived from some nearly coeval calc-alkaline volcanics. Tu were derived from metasediments. Tu from Havranský vrch Hill locality belong to Li-poor granitoid rocks. The spectra point to large input of minerals of ophiolitic provenance, such as Cr-spinels, B. Am, Zr, and rest of the Tu and Ru were derived from older sediments. Gr, St, Ky, Si were derived from metamorphic rocks.

Keywords: heavy minerals; the Cretaceous; Klape Unit; Poruba Formation.

Úvod a formulácia cieľa

V albe dochádzalo k výrazným paleogeografickým a tektonickým zmenám v celej Tetyde. Prejavom týchto zmien v Západných Karpatoch (ZK) bol nástup sedimentácie exotického flyšu. Exotiká sú chápané ako detritický materiál neznámeho pôvodu a to buď psefitickej, alebo psamitickej frakcie. Vedcov vždy skôr fascinovala psefitická zložka a tak sa zanedbali systematické analýzy psamitickej frakcie. Preto prinášame prvé, čiastočné poznatky systematického provenienčného výskumu ťažkých minerálov (ŤM) v albsko-cenomanských exotických sedimentoch ZK.

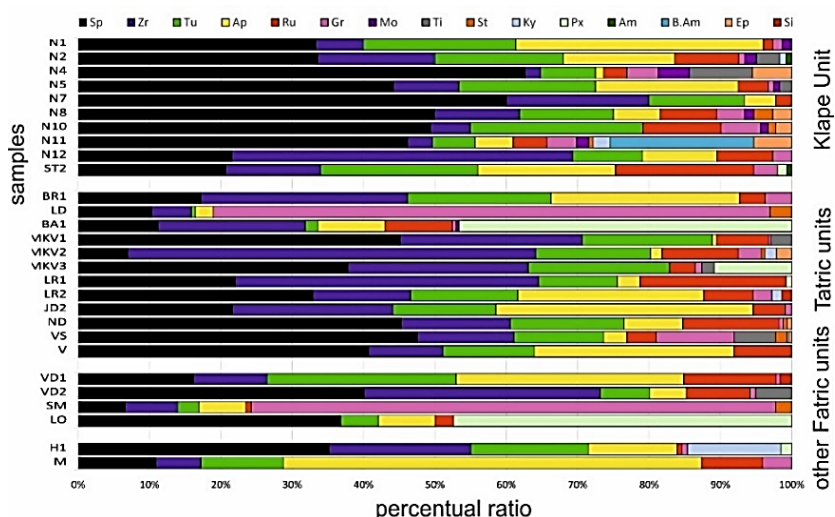
Materiál a metódy

Zo sedimentov klapskej jednotky a porubského súvrstvia bolo odobratých 28 vzoriek. Vzorky boli podrvené, preplavené, presitované na veľkosť zrna 0,08 - 1 mm a pomocou ťažkého činidla (hustota cca 2,8) sa z nich vyseparovala ťažká frakcia. Z frakcie 0,08 - 0,25 mm boli v prechádzajúcom svetle stanovené percentuálne pomery priehľadných ŤM. **Cr-spl**

boli prerátané v tých istých preparátoch aj v odrazenom svetle. **Tu, Spl, Gr, Px** a **B.Amf** boli ručne vyseparované a chemicky analyzované pomocou elektrónovej mikrosondy JEOL JXA-8530F na SAV v Banskej Bystrici.

Výsledky a diskusia

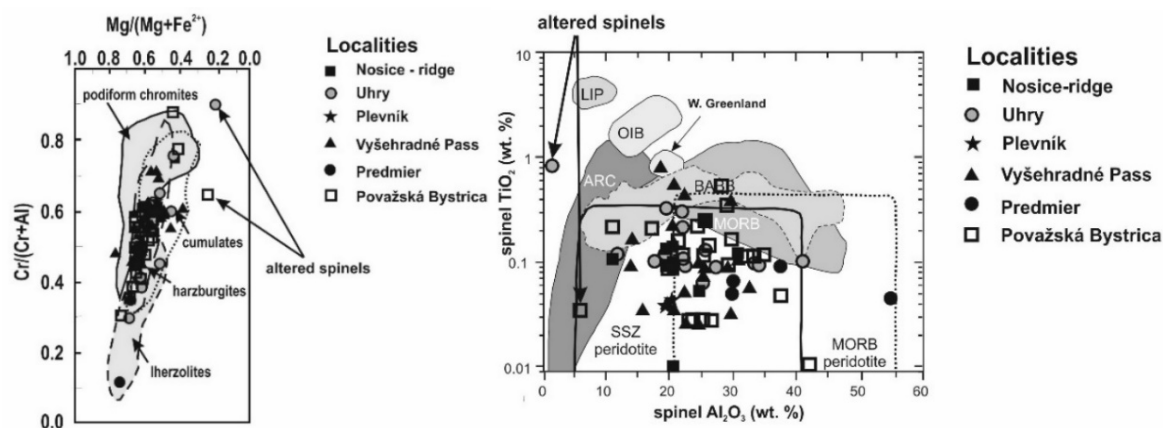
Vo väčšine jednotiek dominujú v rôznych pomeroch **Cr-spl, Zr, Tu, Ap** a **Ru** (Obr. 1.). **Gr** tvorí vo viacerých vzorkách malé množstvá ale vo vzorkách LD a SM výrazne stúpol. **Ti, Ky, Mo** a **Ep** sa objavujú len v určitých vzorkách a v relatívne nízkom množstve, no objem **Ky** vo vzorke H1 stúpol aj na 13,1%. **St** a **Si** sú ojedinelé. **B. Am** (N11) a **Px** (BA1, LO, MKV3) tvoria vo svojich vzorkách významné množstvo. Sumárne sme spozorovali v tatriku väčší podiel **Zr** a zároveň nižší podiel **Cr-spl** než v klapskej jednotke. Asociácie ŤM pozostávajú z dvoch rozdielnych zdrojov. Prvý zdroj pripomína zdroj jurských klastík v centrálnych ZK [1]. Druhý zdroj je exotický, s **Cr-spl, Px** i **B. Am**, ktoré tvoria nový ofiolitový vstup.



Obr. 1. Percentuálne pomery ŤM v analyzovaných vzorkách. Legenda: Sp-spinel, Zr-zirkón, Turmalín, Ap-apatit, Ru-rutil, Gr-granát, Mo-monazit, Ti-titanit, St-staurolit, Ky-kyanit, Px-pyroxén, Am-amfibol, B.Am-modrý amfibol, Ep-epidot, Si-silimanit.

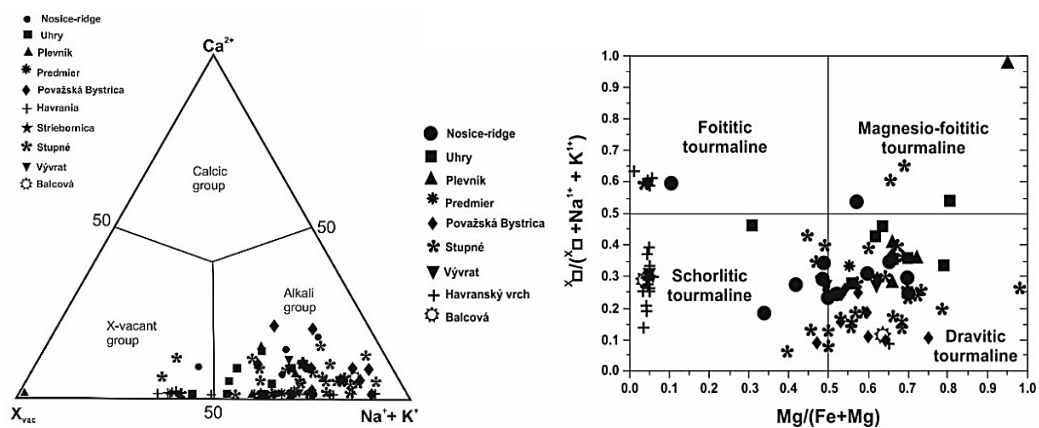
Pôvod **Spl** určujú dva typy provenienčných diagramov: (1) **Spl** pochádzajú z harzburgitov ale časť sa zhoduje i s podiformnými chromitmi a kumulátmi (Obr. 2a., [2]). **Spl** mimo polí obsahujú viac Cr i Fe a boli buď alterované, alebo metamorfované. Tri zrná patria lherzolitom. (2) Väčšina **Spl** pochádza z peridotitov supra-subdukčných zón, zatiaľ čo nízko-Al a vysoko-Ti **Spl** vznikli vo vulkanickom oblúku (Obr. 2b., [3] [4]). Tri zrná z lherzolitov predstavujú prostredie MORB bazaltov (Obr. 2b.). Deficit **Spl** s $Cr\# < 0,3$ a $Al_2O_3 > 40$ wt.% sa dá vysvetliť primárne ako dominancia harzburgitov v zmiešaných ofiolitových pásoch [5], alebo sekundárne ako jav, keď dnešné odkryvy v primárnych ofiolitových horninách

meliatského a peninického pôvodu vykazujú poväčšine lherzolitickú a MORB provenienciu [6], no pritom chemizmus ich **Spl** je mimo rozsahu vzoriek. Existuje totiž prípad, z ktorého vyplýva, že nízko-Cr a vysoko-Al **Spl** by mohli byť menej odolné na zvetrávanie/transport [7]. Platnosť diagramov by mohla byť tak značne sporná. Tento problém vyžaduje ďalší výskum.

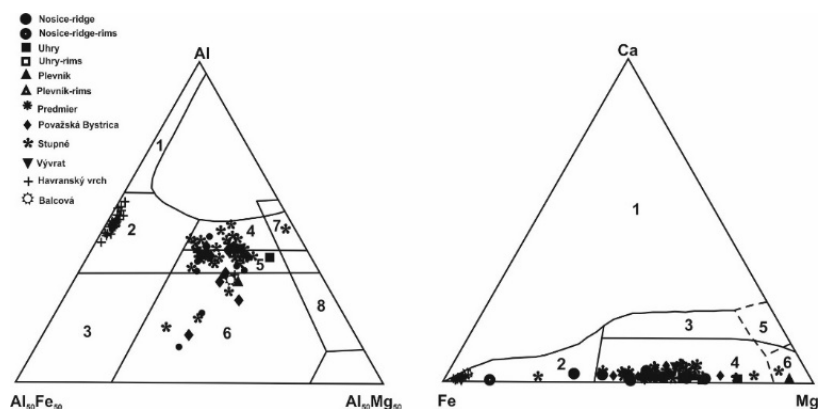


Obr. 2. Diagram spinelov: a) $Mg/(Mg + Fe^{2+})$ vs. $Cr/(Cr + Al)$ [2]; b) TiO_2 vs. Al_2O_3 [3] [4].

Väčšina **Tu** je alkalická aj X-vakantná a patrí skoryl-dravitovej skupine (Obr. 3., [8]). Pochádzajú hlavne z metapelitov a metapsamitov koexistujúcich s Al saturačnou fázou a zvyšné z vysoko- Fe^{3+} turmalinitov, vápenato-silikátových hornín a metapelitov (Obr. 4., [9]). Ich metasedimentárny zdroj bol chudobný na Ca (Obr. 4.). Takmer celá vzorka H1 spadla do poľa nízko-Li granitoidných hornín. **Tu** je v ZK bežný len v neskorých až postvariských permských granitoidoch gemerika a metamorfne **Tu** sú bežné tiež len v jeho metamorfitoch. Primárne **Tu** sú v kryštaliniku tatrika a veporika zriedkavé. Jeho pôvod zatiaľ nie je jasný.

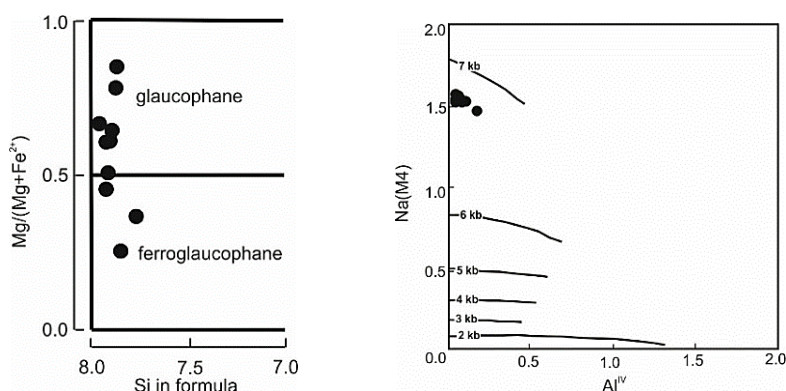


Obr. 3. Diagram turmalínov: a) X_{vac} vs. $Na^{+}+K^{+}$ vs. Ca^{2+} [8]; b) $Mg/(Fe+Mg)$ vs. $X_{\square}/(X_{\square}+Na^{1+}+K^{1+})$ [8].



Obr. 4. Ternárne diagramy zobrazujúce Al, Fe, Mg a Ca molekulárne pomery [9]. Legenda: 1. granitoidné pegmatity a aplity bohaté na Li; 2. granitoidy a s nimi asociované pegmatity a aplity chudobné na Li; 3. kremenno-turmalinické horniny bohaté na Fe^{3+} (hydrotermálne alterované granity); 4. metapelity a metapsamity koexistujúce s Al-saturačnou fázou; 5. metapelity a metapsamity nekoexistujúce s Al-saturačnou fázou; 6. kremenno-turmalinické horniny bohaté na Fe^{3+} , vápenato-silikátové horniny a metapelity; 7. nízko vápenaté metaultramafity a metasedimenty bohaté na Cr a V; 8. metakarbonáty a metapyroxenity

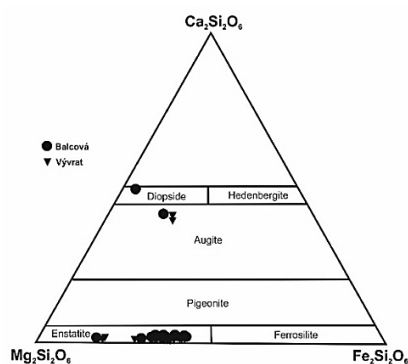
Vo vzorke N11 boli **B.Amf** klasifikované na základe $1.5 < \text{NaB} < 2$, $(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mn}^{2+}) > 2.5$; Al^{VI} alebo $\text{Fe}^{3+} > \text{Mn}^{3+}$, Mg alebo $\text{Fe}^{2+} > \text{Mn}^{2+}$ a $(\text{Na} + \text{K})A < 0.50$ [10]. Podľa $\text{Al}^{\text{VI}} \geq \text{Fe}^{3+}$ prevaha **Amf** sú glaukofány a niektoré tvorí ferroglaukofán (Obr. 5a.). Na základe odhadu tlaku podľa obsahu Na a Al zložiek [11] pochádzajú z tlakov medzi 6 až 7 kb, bližšie k 7 (Obr. 5b.). Glaukofanity z exotických valúnov boli kvôli rozdielom v lawsonite [13] a protolite metamorfózy [14] považované za iné od podobných hornín príkrovu Bôrky (meliatikum s.l.). Avšak radiometrické datovania [15] preukázali nielen jurské veky metamorfizmu ale i to, že rozdiely sú minimálne a takisto, že zdrojová oblasť bola odvodená zo sutúrnej zóny po zatvárajúcom sa triasovom oceáne [12]. Spolu s **Cr-spl** by mohli pochádzať z rovnakého ofiolitového pásu.



Obr. 5. Diagram modrých amfibolov: a) Si vs. $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$ [10]; b) $\text{Na}(\text{M4})$ vs. Al^{IV} ($\text{Na}(\text{M4}) = \text{Na}(\text{B})$) zobrazujúci odhadované tlakové podmienky pri ktorých minerál vzniká [11].

Z diagramu (Obr. 6., [36]) sa zistilo, že väčšinu **Px** tvoria ortopyroxény – enstatity; zvyšné štyri zná tvorí klinopyroxén – augit a diopsid [16]. Ortopyroxény by mohli pochádzať z rovnakého

ofiolitového zdroja ako **Cr-spl** a **B. Amf**. Ich veľmi zachovalý a nealterovaný habitus je skôr výsledkom proximálneho, vulkanického (vzdušného) zdroja než hlbinného – magmatického. Lenže môžeme ich nájsť i vo vápenato-alkalických horninách a bežne koexistujú i s augitmi či diopsidmi. Tým pádom by nemuseli byť derivované z rovnakého zdroja ale skôr zo synsedimentárnych vulkanitov a vtedy asistujúcich exotických flyšov. Otázka pôvodu **Px** ešte ostáva otvorená.



Obr. 6. Klasifikačný diagram skúmaných pyroxénov [36].

Zatiaľ bolo analyzovaných len 5 zrn **Gr** z troch lokalít. Ich pôvod nemôže byť zistený z tak malého množstva analýz (ďalšie analýzy sú v príprave). Získanie ďalších informácií z ŤM (Strážovské vrchy, Považský Inovec) a porovnaní s alpsko-karpatsko-dinaridnou oblasťou ako aj s mladšími ZK exotickými formáciami bude predmetom ďalšieho výskumu a publikácií.

Záver

Vo väčšine jednotiek dominuje **Cr-spl**, **Zr**, **Tu**, **Ap** a **Ru** v rôznych pomeroch. **Gr** len v určitých vzorkách dosahuje 78%. **Ti**, **Ky** (v H1 je značný výkyv), **Mo** a **Ep** sa objavuje len zriedka; **Si** a **St** sú veľmi zriedkavé. Zistená bola prítomnosť **B. Am** a **Px**. **Spl** sa zhodujú predovšetkým s harzburgitmi. Pochádzajú z peridotitov suprasubdukčných zón. Nízko-Al a vysoko-Ti **Spl** vznikli vo vulkanickom oblúku. **B. Am** (N11) tvorí glaukofán i feroglaukofán a pochádzajú z UP/UHP metamorfovaných bazických hornín zo subdukčnej zóny. **Px** (BA1; MKV3) reprezentuje enstatit, menej augit, diopsid. Pochádzajú skôr z prilahlých a blízko asociovaných vulkanitov vápenato-alkalického pôvodu. **Tu** pochádzajú z metasedimentov ne/koexistujúcich s Al saturačnou fázou; ale i z Fe³⁺-bohatých turmalinitov, vápenato-silikátových hornín či metapelitov. **Tu** (H1) pochádzajú z Li-chudobných granitoidov. **Gr** (almandíny) mohli byť derivované zo širokého spektra hornín. Zhrnutie spektier poukazuje na veľký vstup ofiolitových minerálov ako **Cr-spl**, **B. Am**, **Zr**, zvyšok **Tu** a **Ru** pochádzajú zo starších sedimentov. **Gr**, **St**, **Ky**, **Si** boli derivované z metamorfných hornín. Spozorovaný bol len markantný rozdiel v proporcií **Zr** a **Cr-spl** medzi klapskou jednotkou a tatrikom .

Pod'akovanie

Patrí projektom APVV-0212-12, APVV 14-0118, APVV 16-0121, VEGA 2/0028/17 a UK/239/2017.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Aubrecht R. (2001) *Mineralia Slovaca*, p. 33
- [2] Pober E., Faupl P. (1988) *Geologische Rundschau*, p. 77
- [3] Lenaz D., Kamenetsky V.S., Crawford A.J., et al. (2000) *Contribut. to Min.&Petr.* p. 139
- [4] Kamenetsky V.S., Crawford A.J., Meffre S. (2001) *Journal of Petrology*, p. 42
- [5] Gawlick H.-J., Aubrecht R., Schlagintweit F., et al. (2015) *Geologica Carpathica*, p. 66
- [6] Mikuš T., Spišiak J. (2007) *Geological Quarterly*, p. 51
- [7] Power M.R., Pirrie D., Andersen J.C., et al. (2000) *Geology*, p. 28
- [8] Henry D.J., Novák M., Hawthorne F.C., et al. (2011) *American Mineralogist*, p. 96
- [9] Henry D.J., Guidotti Ch.W. (1985) *American Mineralogist*, p. 70
- [10] Leake B.E., Wooley A.R., Arps C.E.S., et al. (1997) *Mineralogical Magazine*, p. 61
- [11] Brown E.H. (1977) *Journal of Petrology*, p. 18
- [12] Ivan P., Sýkora M., Demko R. (2006) *Geologia*, p. 32
- [13] Šimová M. (1985^c) *ZK, sér. Mineralógia, petrografia, geochémia, metalogenéza*, p. 10
- [14] Faryad S.W. (1998) *Mineralia Slovaca*, p. 30
- [15] Dal Piaz G. V., Martin S., Villa I., et al. (1995) *Tectonics*, p. 14
- [16] Morimoto N., Fabries J., Ferguson A. K., et al. (1988) *American Mineralogist*, p. 73