

Identifikácia zdrojových hornín detritických granátov na základe ich chemického zloženia (Západné Karpaty, Slovensko)

KATARÍNA ŠARINOVÁ

Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského,
Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava; sarinova@fns.uniba.sk

Identification of the source rocks of detrital garnets by their chemical composition (Western Carpathians, Slovakia)

The aim of the work was to collect garnet chemical analyses from rocks of the Slovakia: except garnets from the 142 analyses of igneous and volcanic rocks; 435 analyses of acid metamorphic rocks; 435 analyses of basic metamorphic rocks and 53 garnets analyses from calc-silicate metamorphic rocks, 17 analyses of detrital pyrope-almandine garnets that primary sources have not been positively identified in Slovakia yet, were integrated into the diagrams as well. Prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams of garnets with selected fields of their pattern rocks are the results of this process. Diagrams of the garnets distribution according to their pattern rocks can be used for identification of the source rocks of detrital garnets from sediments.

Key words: garnet, chemical composition, source rocks, Slovakia, Western Carpathians

Úvod

Práca vznikla pri hľadaní zdrojových hornín detritických granátov z pliocénnych – pleistocénnych sedimentov bohatých na pyropovú molekulu a jej cieľom bolo zhromaždiť publikované, ako aj doteraz nepublikované analýzy granátov z rozličných druhov hornín Slovenska, a tak vytvoriť podklad na určovanie zdrojových hornín detritických granátov na základe ich chemického zloženia.

Získané údaje sú prevažne z analýz granátov z metamorfovaných hornín kyslého protolitu. Ide o 384 analýz granátov z rúl, 46 z migmatitov, 93 zo svorov a fylitov, 5 z glaukofanitizovaných rúl a 32 z metagranitov. Menej je analýz metamorfítov bázičského protolitu – 112 granátov z amfibolitov, 11 zo serpentinitov, 7 z glaukofanitov (pôvodne amfibolitov) a 2 z bázičských metamorfítov fácie zelených bridlíc. Zdrojom údajov z metamorfovaných hornín bohatých na Ca je 32 analýz granátov z erlánov, 18 zo skarnov a 3 z rodingitov. Magmatické horniny zastupuje 29 analýz granátov z granitov, 16 z alterovaných granitoidov, 77 z pegmatitov, 13 z aplitov a vulkanické horniny 17 analýz granátov z andezitov. Súbor dopĺňa 74 analýz granátov bohatých na Cr a V pochádzajúcich z metamorfovaných vulkanickosedimentárnych hornín. Zo sedimentov sa použili len analýzy detritických granátov s vysokým obsahom pyropovej molekuly, ktorých primárne zdrojové horniny sa ešte na Slovensku pozitívne neidentifikovali.

Pri spracúvaní analýz sa bral ohľad na zdrojové horniny, ale nie na ich vek a polyfázový vývoj. Týka sa to najmä granátov z rúl zachovávajúcich v centrách podmienky z nižšieho stupňa metamorfózy.

Metodika

Práca je súborom analýz granátov uverejnených v publikáciách, v postupových prácach, ako aj nepublikovaných analýz. Použili sa analýzy vykonané elektrónovou mikroanalýzou aj klasickou chemickou analýzou. Pri analýzach sa pomerne často nestanovoval obsah Cr_2O_3 a TiO_2 . Obsah V sa zisťoval len pri Cr-V granátoch z metamorfovaných vulkanickosedimentárnych hornín. Iba v jednom prípade granátov z alterovaných granitoidov (Faryad a Dianiška, 2003) sa stanovil F a jeho vystupovanie v štruktúre.

Analýzy sa rovnakým spôsobom prepočítali na 12 aniónov. Výnimkou boli len analýzy, v ktorých autori stanovili obsah FeO a Fe_2O_3 . V týchto prípadoch bol na výpočet Fe^{3+} použitý obsah Fe_2O_3 stanovený autormi prác. Výsledkom bolo percentuálne zastúpenie základných molekúl (alm – almandín, sps – spessartín, prp – pyrop, grs – grosulár, and – andradit, uvr – uvarovit, gld – goldmanit) a bolo vynesené do trojuholníkových diagramov: 1. alm – sps – prp a 2. alm – grs – prp. Do týchto diagramov sa vynesli všetky gt bez ohľadu na zloženie. Gt zo skarnov, erlánov, serpentinitov a gt bohaté na Cr a V boli vynesené aj do ďalších trojuholníkových diagramov v závislosti od dominujúcej molekuly: 1. uvr – and – grs, 2. uvr – gld – grs a 3. and – alm – grs. Diagramy sa robili osobitne podľa typov zdrojových hornín – bázičké metamorfity, kyslé metamorfity, metamorfity bohaté na Ca, granitoidné horniny a andezity. Osobitne sa vynesli granáty bohaté na pyropovú molekulu a Cr-V granáty. Na sprehľadnenie sa metagranity vynášali v diagramoch granitoidných hornín.

Na záver sa v spoločných diagramoch vyčlenili polia výskytu gt z jednotlivých typov hornín. Granáty s vysokým obsahom and, uvr a gld molekuly sa zo spoločného diagramu pre ich nepresný priemet pri vynášaní do diagramov, kde súčet alm, prp a sps/grs molekuly = 100 (obr. 1), vyradili.

Granáty z magmatických, postmagmaticky alterovaných hornín a z metagranitoidov

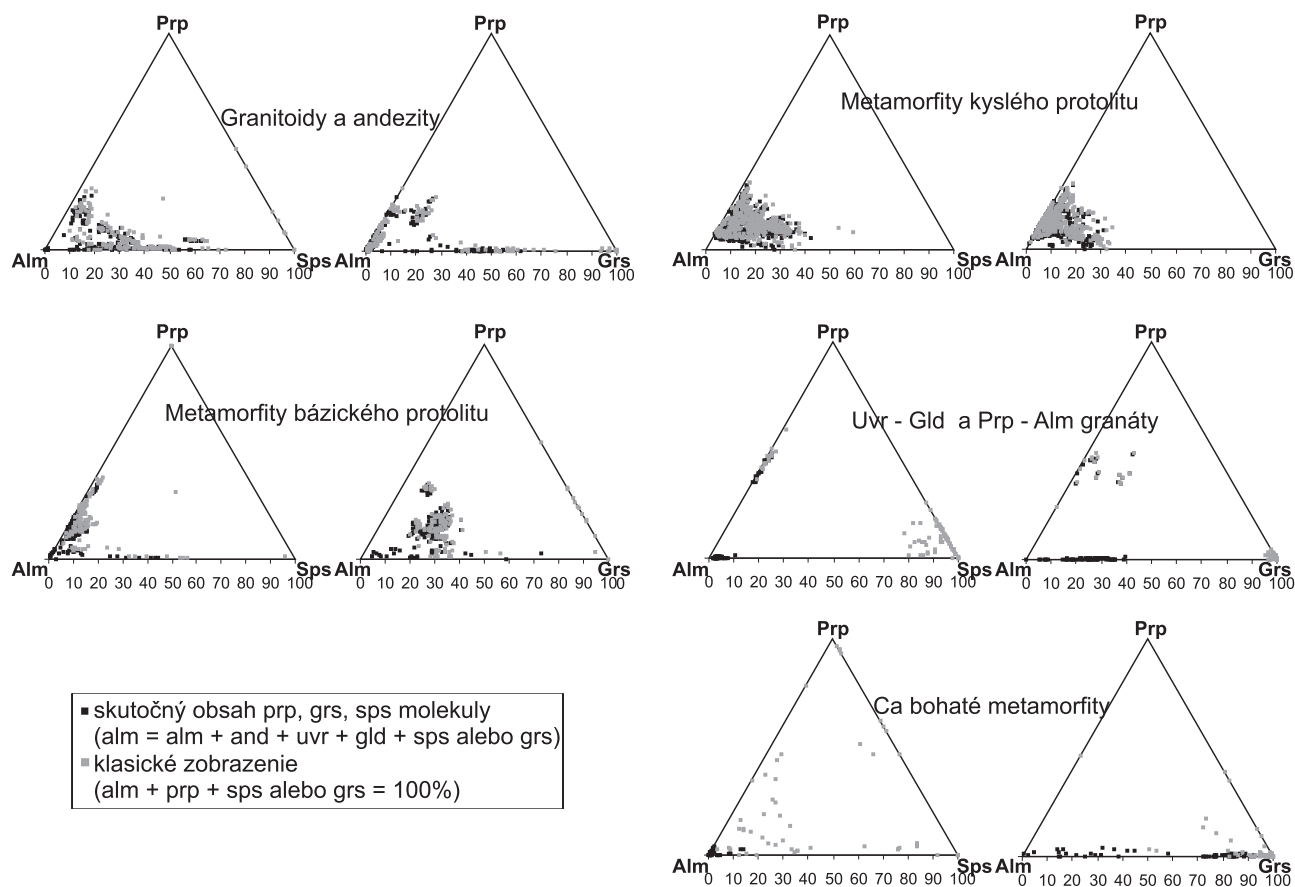
Najviac analýz je z granitoidných pegmatitov. Analýzy gt z granitoidov, alterovaných granitoidov, metagranitoidov, aplítov a andezitov sú zastúpené pomerne slabou a to ovplyvňuje ich používanie v úlohe podkladu na určovanie zdrojových hornín detritických gt.

Gt z hlbinných hornín (obr. 2) tatrika sú v prípade Strážovských vrchov zastúpené troma analýzami gt z peraluminóznymi granitoidmi Suchého a štyrmi z Malej Magury (Hovorka a Fejdi, 1983). Považský Inovec zastupujú 4 analýzy gt z dvojsludných leukogranodioritov (Bojná) a 3 z leukokratických muskovitických granitoidov (Duchonka; Broska a Uher, 1988). Veporské granity sú zastúpené troma analýzami gt hrončockého granitu (Krist et al., 1992; Petřík et al., 1995). Gemerické granitoidy sú reprezentované troma

analýzami gt z porfyrických biotitických granitoidov zo Zlatej Idky a deviatimi z hrubozrnných leukokratických granitoidov, pri ktorých Faryad a Dianiška (1989) dávajú do súvislosti vznik gt s primiešavaním anatektických sedimentov. Gt z porfyrických biotitických granitoidov vyznačujúcich sa vysokým obsahom prp molekuly (18 %) autori (l. c.) označujú ako granáty primárnych restitov alebo ako granáty tvoriace sa v prvých fázach kryštalizácie granitoidnej magmy. Zo získaných údajov vyplýva, že gt granitoidov sa najčastejšie tvoria z 8–20 % prp, 5–25 % sps a 60–74 % alm molekuly.

Gt z postmagmaticky hydrotermálne alterovaných granitoidov zastupuje 13 analýz gt z tatrika, a to granodioritu až tonalitu Malej Fatry (Faryad a Dianiška, 2003; Hrdlička, 2006). Faryad a Dianiška (2003) opisujú zdrojovú horninu ako granodiorit až tonalit bohatý na Ti a Hrdlička (2006) hovorí o tonalite typu I. Zvyšné 3 analýzy gt sú z gemerických (Medzev) hydrotermálne alterovaných granitoidov. Gt z nich obsahujú vysoké percento and molekuly (obr. 2C, D), ktoré je príčinou ich nepresného zobrazenia v diagrame prp – alm – sps/grs (obr. 2A, B). Obsah and a grs molekuly je najčastejšie 40–60 %.

Analýzy gt z granitoidných pegmatitov sú z hornín tatrika. Gt z pegmatitov bratislavskej časti Malých Karpát (Železná studnička, Svätý Jur) zastupuje 42 analýz



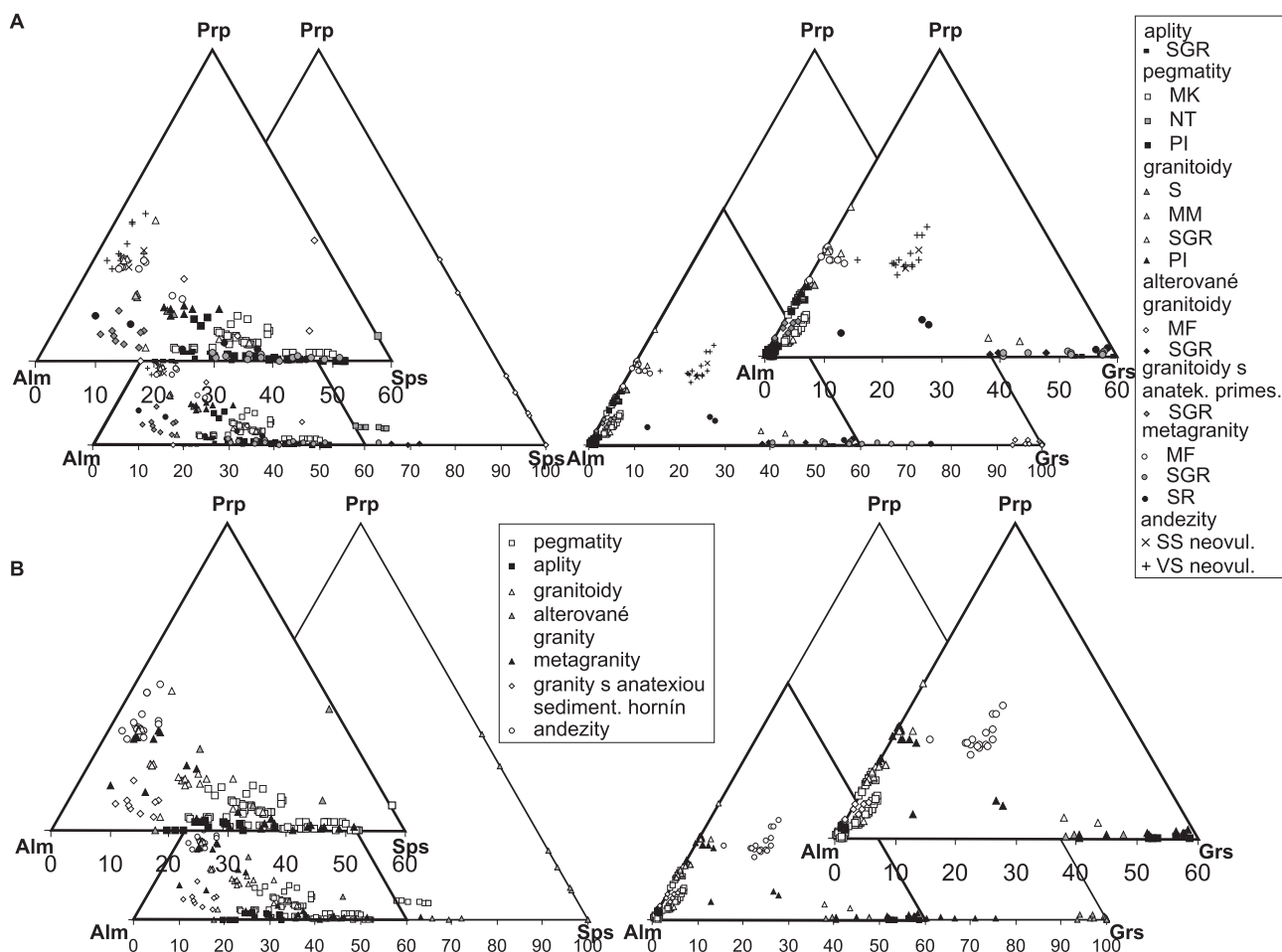
Obr. 1. Znázornenie rozdielov medzi vypočítaným obsahom prp, sps a grs molekuly a ich priemetom v klasických diagramoch, kde prp + alm + sps/grs = 100. Pôvod a autori analýz sú uvedení v texte. (Pre veľké množstvo údajov nie sú citácie uvedené pod obrázkami.)

Fig. 1. Discrepancy between computed content of prp, sps and grs molecules, and their projection in diagrams, where sum of prp, alm and sps (alternatively grs) is equal to 100%.

(Dávidová, 1968; Gbelský, 1980), pegmatity Považského Inovca 3 analýzy gt z okolia Duchonky (Broska a Uher, 1988) a 24 z okolia Moravian nad Váhom (Uher, 1991, 1992; Uher a Broska, 1995). Uher a Broska (1995) pegmatity z tejto lokality opisujú ako vzácno-prvkové MOG pegmatity (orogénne granitoidy obsahujúce monazit) ochudobnené o Ti a Mg. Poslednú skupinu tvoria analýzy gt z pegmatitov Nízkych Tatier – Prašivej (Uher, 1992; Uher a Broska, 1995). Uher a Broska (l. c.) ich opisujú ako AOG pegmatity (orogénne granitoidy obsahujúce allanit) s miernym obohatením o Ti a Mg. Obohatenie AOG pegmatitov o Mg sa prejavuje vyšším obsahom prp molekuly (4–5 %) oproti gt z MOG pegmatitov, v ktorých obsah prp molekuly dosahuje maximálne 1,5 %. Gt z AOG pegmatitov majú aj vyššie percento sps molekuly. Gt pegmatitov sú zložené najmä z 0–8 % prp, 20–50 % sps a 50–65 % alm molekuly.

Gt aplítov sú zastúpené piatimi analýzami z veporika – Hrončoka (Petřík et al., 1995), ôsmimi z gemerika – Poproča (Faryad a Dianiška, 1989) a vyznačujú sa nízkym obsahom prp molekuly (do 2 %). Veľký rozdiel je v obsahu grs molekuly, ktorá pri veporických gt tvorí 50–60 %, kým v gt gemerických aplítov najviac 2 %. Ale analýz je veľmi málo a neumožňujú robiť všeobecné závery.

Gt z metagranitoidov sa do tejto skupiny zaradili pre veľmi príbuzné chemické zloženie z gt granitoidných hornín (obr. 2). Z tatríka je 12 analýz gt z malokarpatských metagranitoidov typu S (Hrdlička, 2006), z gemerika 14 z metamorfovaných leukokratických granitoidov (Faryad a Dianiška, 1989) a z veporika 6 (Vrána, 1980, in Méres a Hovorka, 1991; Plašienka et al., 1999). Tieto gt sú rozdielne zložením. Gemerické a časť veporických sú bohatšie na grs a chudobné na prp molekulu (zloženie: 0–1 % prp, 15–30 % sps, 35–50 % grs, 20–40 % alm), tatrické majú vyšší obsah



Obr. 2. A – Priemety analýz gt z granitoidných hornín, metagranitoidov, hydrotermálne alterovaných granitoidov, pegmatitov, aplítov a andezitov rozdelených podľa oblastí pôvodu v diagrame prp – alm – sps a prp – alm – grs. Vysvetlivky skratiek sú uvedené samostatne v indexe. **B** – Priemety analýz gt z granitoidných hornín, metagranitoidov, hydrotermálne alterovaných granitoidov a andezitov rozdelených podľa typu horniny v diagrame prp – alm – sps a prp – alm – grs. Garnety boli rozdelené podľa typu horniny v diagrame prp – alm – sps a prp – alm – grs. Garnety boli rozdelené podľa ich hostiacej horniny.

Fig. 2. A – Projection of garnets from granitoids, metagranitoids, hydrothermal altered granitoids, pegmatites, aplites and andesites in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams. Garnets were divided on the basis of their location (shortcuts – see index in Fig. 2C). **B** – Projection of garnets from granitoids, metagranitoids, hydrothermal altered granitoids, pegmatites, aplites and andesites in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams. Garnets were divided according to their hosting rock type.

prp a nižší grs molekuly (zloženie: 5–20 % prp, 4–10 % sps, 0–22 % grs, 60–70 % alm).

Výlevné horniny sú zastúpené iba andezitmi neogénneho veku (obr. 2a, b). Gt z andezitov stredoslovenských neovulkanitov (Breziny) reprezentujú 2 analýzy (Harangi et al., 2001), východoslovenské neovulkanity 13 zo Slanských vrchov – Malíniak (Bónová, 2005) a 2 z andezitov Šarišského hradu (Zorkovský, 1956, in Kaličiak et al., 1988). Gt andezitov obsahujú 15–25 % prp a 60–65 % alm molekuly. Obsah sps (2–6 %) a grs molekuly (8–15 %) je pomerne nízky.

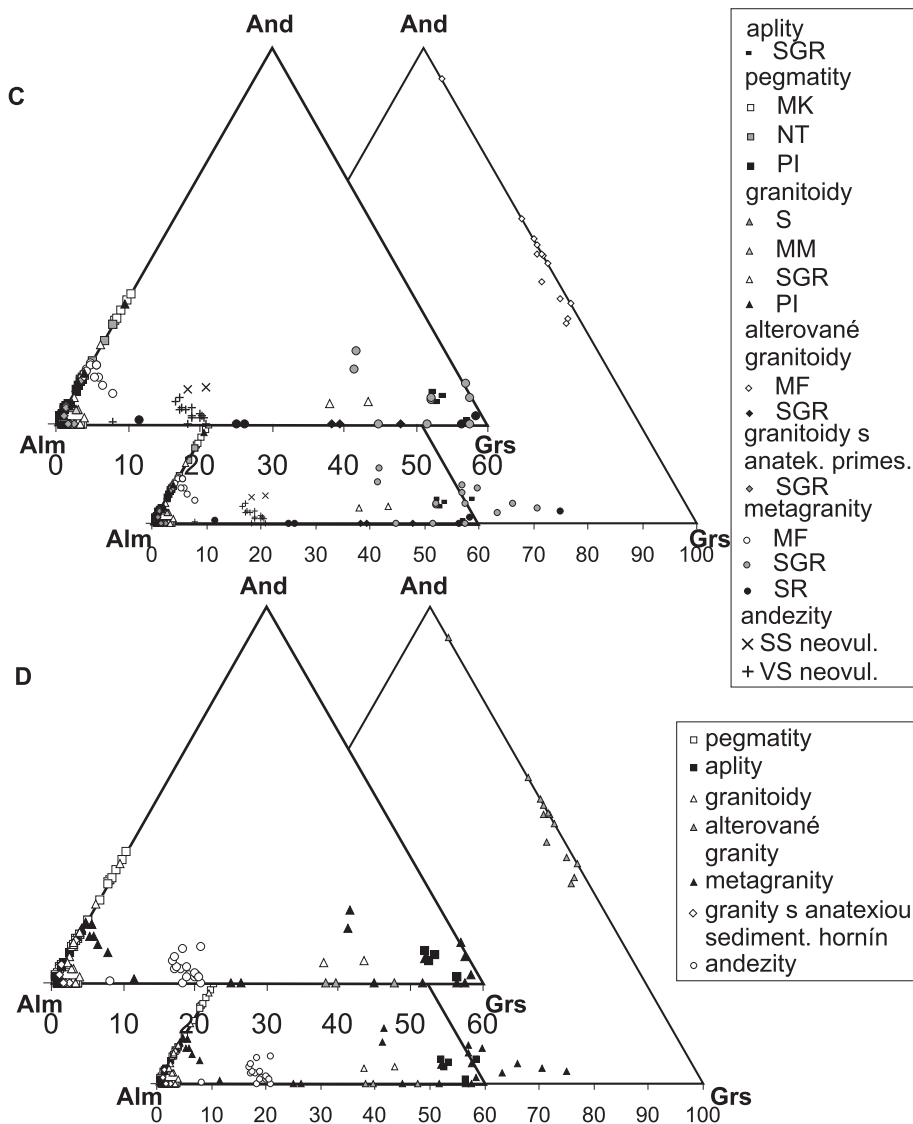
Granáty z metamorfovaných hornín acidného protolitu (migmatity, ruly, svory, fylity)

Najviac analýz je z metamorfitov kyslého protolitu rozličného stupňa. Protolit väčšinou tvoria pelitické horniny. Faryad (1990) iba v jednom prípade ako protolit určil andezity. Všeobecne platí, že časť granátov môže zachovávať aj zloženie z nižších metamorfných podmienok.

Ruly a migmatity tatrika (obr. 3a, b) sú takmer zo všetkých jadrových pohorí. Malé Karpaty reprezentuje 28 analýz

Index (skratky použité v diagramoch/
abbreviations used in diagrams)

MK	– Malé Karpaty Mts.
PI	– Považský Inovec Mts.
T	– Tribeč Mts.
MF	– Malá Fatra Mts.
VF	– Veľká Fatra Mts.
S	– Suchý, Strážovské vrchy Mts.
MM	– Malá Magura Mts., Strážovské vrchy Mts.
NT	– Nízke Tatry Mts.
ZT	– Západné Tatry Mts.
MK	– Malé Karpaty Mts.
VT	– Vysoké Tatry Mts.
B	– Branisko Mts.
ČH	– Čierna hora Mts.
SR	– Slovenské rudohorie Mts. veporikum/veporicum)
SGR	– Spišsko-gemerské rudohorie Mts.
ŠV	– Štiavnické vrchy Mts.
SV	– Slanské vrchy Mts.
SS neovol.	– stredoslovenské neovulkanity/Central Slovakian Neogene volcanics
VS neovol.	– východoslovenské neovulkanity/East Slovakian Neogene volcanics



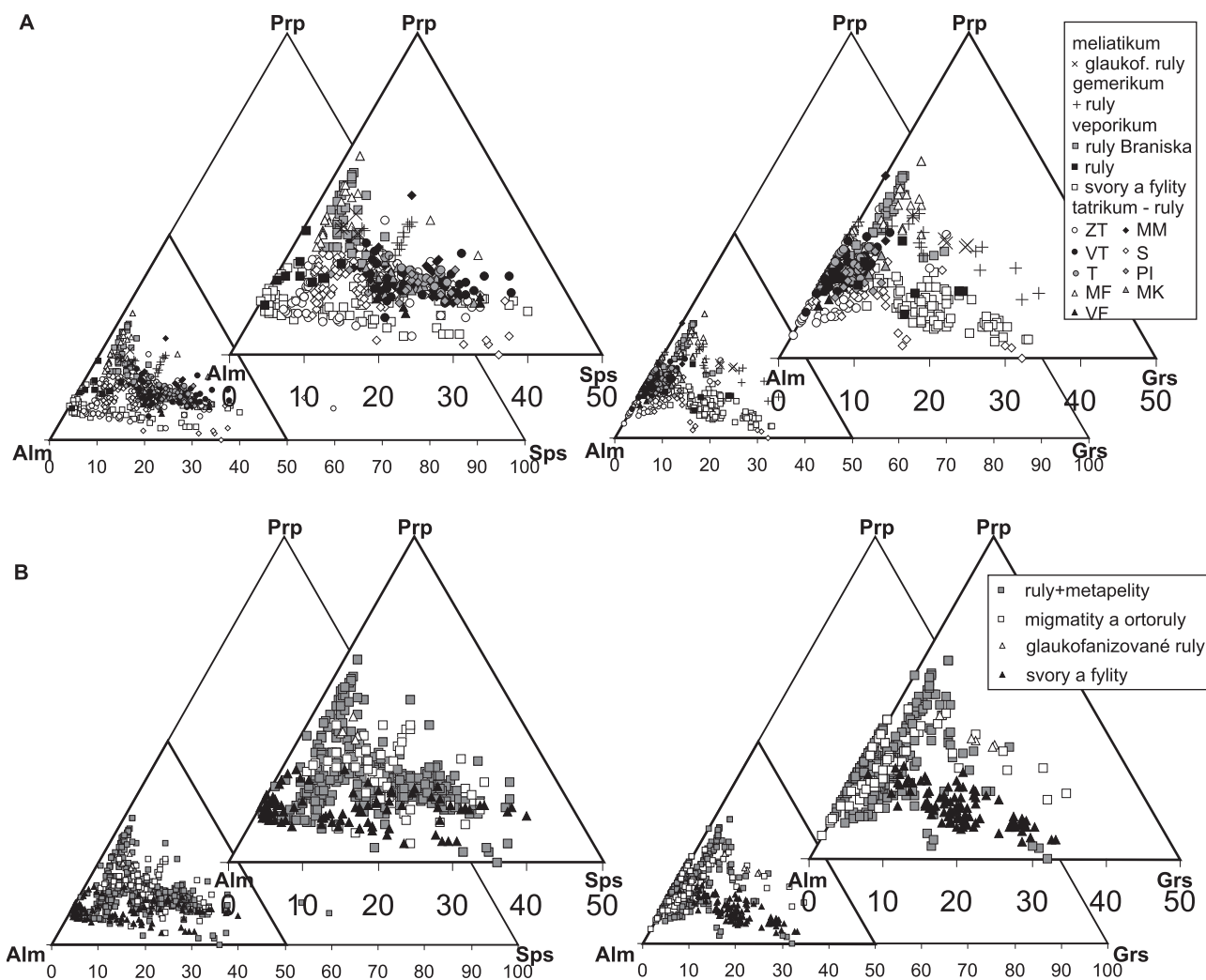
Obr. 2. C – Priemety analýz gt z granitoidných hornín, metagranitoidov, hydrotermálne alterovaných granitoidov a andezitov rozdelených podľa oblastí pôvodu v diagrame alm – and – grs. Vysvetlivky skratiek sa uvádzajú samostatne v indexe. **D** – Priemety analýz gt z granitoidných hornín, metagranitoidov, hydrotermálne alterovaných granitoidov a andezitov rozdelených podľa typu horniny v diagrame alm – and – grs.

Fig. 2. C – Projection of garnets from granitoids, metagranitoids, hydrothermal altered granitoids, pegmatites, aplites and andesites in alm – and – grs diagram. Garnets were divided on the basis of their location. (shortcuts – see index). **D** – Projection of garnets from granitoids, metagranitoids, hydrothermal altered granitoids, pegmatites, aplites and andesites in alm – and – grs diagram. Garnets were divided according to their hosting rock type.

gt z pararúl (Dyda, 1981, 1994 a 2002), Považský Inovec 14 z bt-gt rúl (Vozárová, nepublikované). Gt Strážovských vrchov predstavuje 82 analýz gt-bt, sill a st rúl Suchého (Hovorka et al., 1987; Méres a Hovorka, 1989; Dyda, 1990; Vilinovičová, 1990) a 43 Malej Magury (Hovorka et al., 1987; Méres a Hovorka, 1989; Dyda, 1990; Vilinovičová, 1990). Suchý a Malá Magura sú oddelené aj na obr. 3a, a to pre ich trocha odlišný geologický vývoj. Ruly Malej Fatry patria medzi vysokostupňové metamorfity. Gt z tohto pohoria zastupuje 24 analýz (Hovorka et al., 1987; Méres a Hovorka, 1989; Lupták, 1996; Janák a Lupták, 1997), Západné Tatry zastupuje 84 analýz zo st – ky – sill a sill rúl (Janák et al., 1988; Janák, 1991) a 34 z migmatitov (Janák, 1991; Janák et al., 1999; Ludhová et al., 1999). 8 analýz (z celkového počtu 34) predstavujú migmatity obsahujúce cordierit z Ježovej (Ludhová et al., 1999). Gt Vysokých Tatier

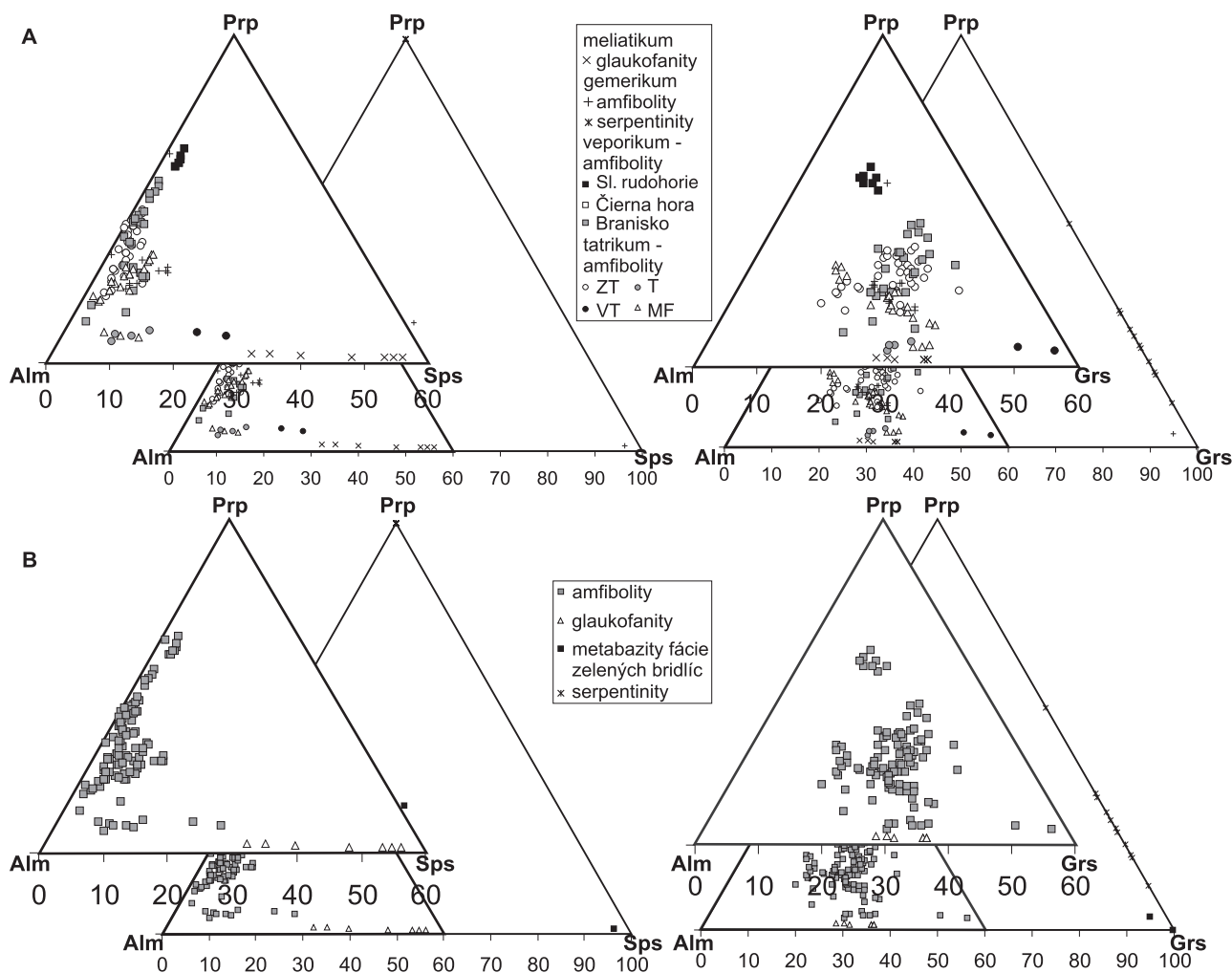
zastupuje 26 analýz z rúl (Dyda, 1994; Janák, 1991) a 6 z migmatitov a rúl (Janák et al., 1999), Veľkú Fatru 6 analýz z migmatitov obsahujúcich cordierit, ktoré sa vyskytujú ako xenolity v granitoch (Janák a Kohút, 1996), Tribeč 20 analýz z bt pararúl tribečsko-zoborského kryštalinika (Zafko a Broska, 1996; Vozárová, nepublikované).

Analýzy gt z Braniska sú z masívu Patria – ten zaraďujú rôzni autori odlišne, buď do tatrika, alebo do veporika, a preto sú zobrazené oddelene od ostatných analýz veporika (obr. 3A). Spolu ide o 35 analýz gt z gt-bt a ky/sill-gt-bt rúl (Vozárová, 1993; Faryad, 1996; Vozárová a Faryad, 1997). Z rúl kohútskej zóny veporika je 6 analýz gt (Méres a Hovorka, 1991, in Méres a Hovorka, 1991) a z gt-st-ky rúl veporického jadrového komplexu 4 (Plašienka et al., 1999). Svory a fylity z okolia Mútnika a Hačavy (veporikum) zastupuje 93 analýz (Vozárová, nepublikované).



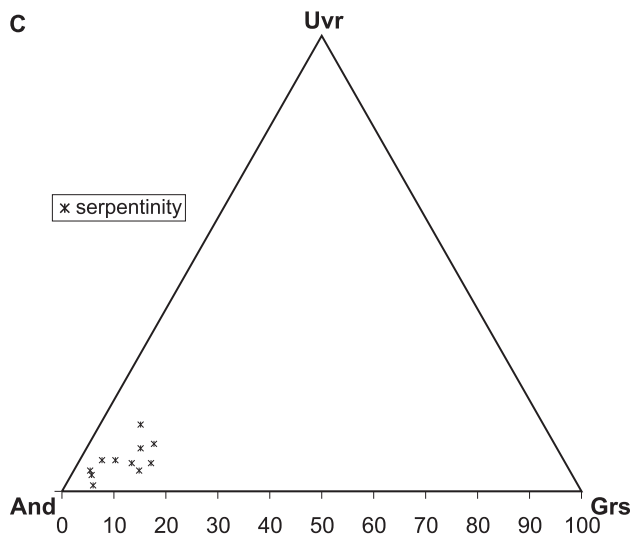
Obr. 3. A – Priemety analýz gt z metamorfovaných hornín kyslého protolitu rozdelených podľa oblastí pôvodu (lokality) v diagrame prp – alm – sps a prp – alm – grs. Vysvetlivky skratiek sú súčasťou obr. 2C. **B** – Priemety analýz gt z metamorfovaných hornín kyslého protolitu rozdelených podľa typu horniny v diagrame prp – alm – sps a prp – alm – grs.

Fig. 3. A – Projection of garnets from acid metamorphic rocks in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams. Garnets were divided according to their location (shortcuts – see index in Fig. 2C). **B** – Projection of garnets from acid metamorphic rocks in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams. Garnets were divided according to their hosting rock type.



Obr. 4. A – Priemety analýz gt z metamorfovaných hornín bazického protolitu rozdelených podľa oblastí pôvodu v diagrame prp – alm – sps a prp – alm – grs. Vysvetlivky skratiek sa uvádzajú samostatne. **B** – Priemety analýz gt z metamorfovaných hornín bazického protolitu rozdelených podľa typu horniny v diagrame prp – alm – sps a prp – alm – grs.

Fig. 4. A – Projection of garnets from basic metamorphic rocks in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams. Garnets were divided according to their location (shortcuts – see index in Fig. 2C). **B** – Projection of garnets from basic metamorphic rocks in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams. Garnets were divided according to their hosting rock type.



Obr. 4. C – Priemety analýz gt zo serpentinitov v diagrame uvr – and – grs. V analýzách gt z amfibolitov, glaukofanitov a metamorfitov fácie zelených bridlíc sa obsah Cr nestanovil.

Fig. 4. C – Projection of garnets from serpentinites in uvr – and – grs diagram. Cr content was not measured in garnets from amphibolites, glaucophanites and green schists.

Gemerické ruly reprezentuje 14 analýz gt z ortorúl rulovo-amfibolitového komplexu (Faryad, 1990) a 4 z rúl rovnakého komplexu rakoveckej jednotky (Faryad, 1995). Meliatikum zastupuje 5 analýz z glaukofanitizovaných rúl rulovo-amfibolitového komplexu (Faryad, 1988).

Gt nižšieho stupňa metamorfozy (svory, fylity) majú pomerne široké rozpätie obsahu sps (0–30 %) a grs molekuly (0–25 %). Obsah prp molekuly je v nich 2–10 %. Ruly prevažne obsahujú 8–15 % prp molekuly, iba z Braniska a Malej Fatry, ktoré patria medzi metamorfity vysokého stupňa, majú vyššie hodnoty prp molekuly (15–30 %). Najbežnejší obsah grs molekuly v rulách je 0–5 % a sps 5–20 %. Najčastejšie je zastúpená alm molekula, ktorá tvorí 50–80 % gt, a jej bežný rozsah je 60–75 %. Gt z migmatitov majú prakticky rovnaké zloženie ako v rulách (8–15 % prp, 15–28 % sps, 60–75 % alm). Výnimkou sú iba ortoruly, ktorých protolit Faryad (1990) stanovil ako andezit. Gt z nich sa zložením podobajú gt z andezitov, čo sa prejavuje hlavne vyšším obsahom prp (10–20 %) a grs (5–25 %) molekuly.

Granáty z metamorfovaných hornín bazického a ultrabazického protolitu (amfibolity, serpentinity)

Gt z metamorfítov bazického protolitu (obr. 4) sú zastúpené slabšie ako z metamorfítov kyslého protolitu. Zastúpená je vysokotlaková fácia zelených bridlíc a amfibolitová fácia. Metamorfované horniny ultrabazického zloženia sú reprezentované serpentinitmi. V-Cr gt z metamorfovaných bazických pyroklastických hornín postihnutých vulkanickoexhalačnými procesmi (Uher et al., 1994, in press) sú pre veľmi rozdielne zloženie vynesené oddelene na obr. 5.

Amfibolity tatrika zastupuje 23 analýz gt z amfibolizovaných eklogitov (Hovorka et al., 1992) a gt-cpx amfibolitov (Lupták, 1996; Janák a Lupták, 1997) Malej Fatry. Západné Tatry zastupuje 38 analýz z amfibolitov, ktorých protolit sa stanovil ako horniny vápenato-alkalickej a tholeitické série (Janák, 1991). Východné Tatry zastupujú iba dve analýzy gt amfibolitov (Janák, 1991) a z rázdielskej časti Tribeča štyri analýzy z cpx-gt amfibolitov, ktoré Hovorka a Méres (1990) označujú ako LAC (leptinitovo-amfibolitový komplex).

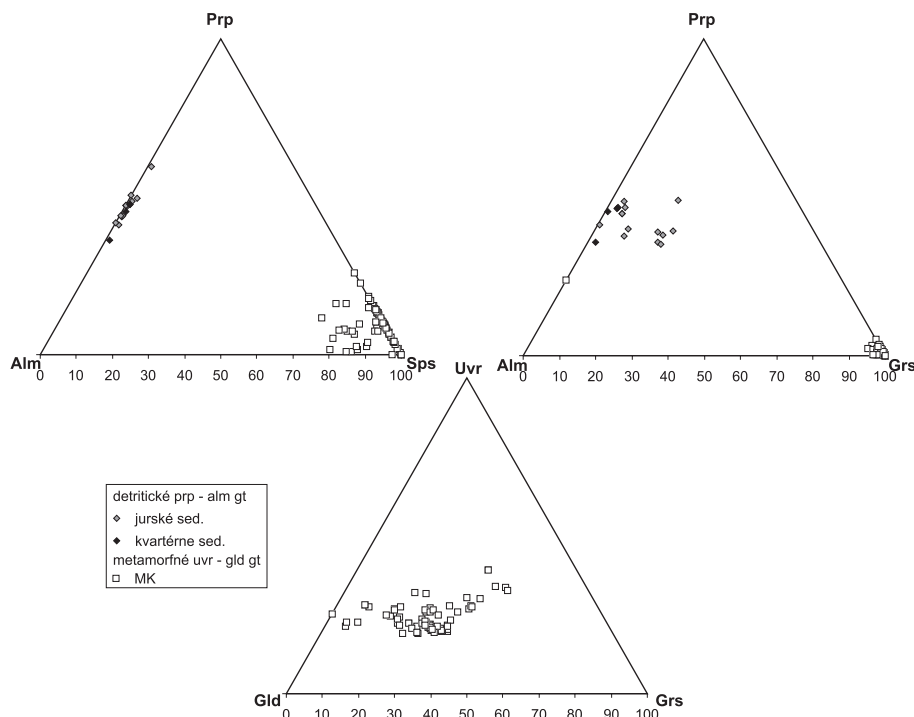
Gt z Braniska reprezentuje 23 analýz z amfibolitov a gt-cpx amfibolitov (Faryad, 1996; Vozárová a Faryad, 1997; Méres et al., 2000; Faryad et al., 2005). Méres et al. (2000) predpokladajú, že pravdepodobne ide o amfibolizované eklogity. Faryad et al. (2005) určil protolit amfibolitov ako tholeitické bazalty až bazaltové andezity. Čiernu horu zastupujú 4 analýzy gt z amfibolitov bujanovského a lodinského komplexu (Faryad et al., 2005) a jz. časť veporika (Uderiná – Lovinobaňa) 7 analýz z gt amfibolitov (Hovorka a Méres, 1996).

Gemerikum zastupuje 11 analýz gt z amfibolitov rulovo-amfibolitového komplexu rakoveckej jednotky (Faryad, 1995) a z dvoch typov gt amfibolitov klátovskej skupiny (Spišiak a Hovorka, 1985), ktoré sa odlišujú zložením protolitu. Spišiak a Hovorka (1985) ich určili ako bazický tuf a bazalty. Dve analýzy sú metabazaltov obsahujúcich tamarit metamorfovaných v podmienkach fácie zelených bridlíc pri vysokom tlaku – rakovecká skupina (Faryad a Bernhardt, 1996). Z Dobšinej je 11 analýz zo serpentinitov (Fediuková et al., 1976; Hovorka, 1985) a z meliatika 7 analýz z glaukofanitov, pôvodne amfibolitov (Faryad, 1988).

Gt nižšieho stupňa metamorfozy (fácie zelených bridlíc) sú zastúpené tak slabšie, že na ich základe nemožno robiť

Obr. 5. Priemety analýz gt z metamorfovaných bazických pyroklastík obohatených o Cr, V a organický C v diagrame prp – alm – sps, prp – alm – grs a uvr – gld – grs, a analýzy detritických gt bohatých na prp molekulu v diagrame prp – alm – sps a prp – alm – grs. Vysvetlivky skratiek sú súčasťou obr. 2C.

Fig. 5. Projection of garnets from metamorphosed mafic pyroclastic rocks, enriched in V, Cr and organic carbonaceous matter in prp – alm – sps, prp – alm – grs and uvr – gld – grs diagrams; and projection of detrital prp-rich garnet-bearing rocks in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams (shortcuts – see index in Fig. 2C).



akékoľvek závery (obr. 4A, B, C). V tomto prípade ide o and (20–30 %) a grs (58–71 %) gt s obsahom prp, sps a alm molekuly (do 3 %). Serpentinity obsahujú gt zloženie uvr – grs – and (obr. 4C). Uvr molekula dosahuje 14 % s maximálnym výskytom 4–7 %. Obsah grs molekuly je 3–13 % a and 73–91 %. Prp molekula tvorí 1–5 %. Gt amfibolitov majú odlišné zloženie prp – grs – alm (obr. 4A, B). Prp molekula sa vyskytuje v rozsahu od 3 do 30 % s maximálnym výskytom 10–20 %. Grs molekula tvorí 10–30 %, pričom najbežnejšie sú gt s obsahom grs molekuly okolo 20 %. Alm molekula tvorí 50–66 %. Obsah sps a and molekuly neprekračuje 6 %. Gt z glaukofanitov majú takéto zloženie molekúl: 19–22 % grs, 24–44 % sps, 35–50 % alm.

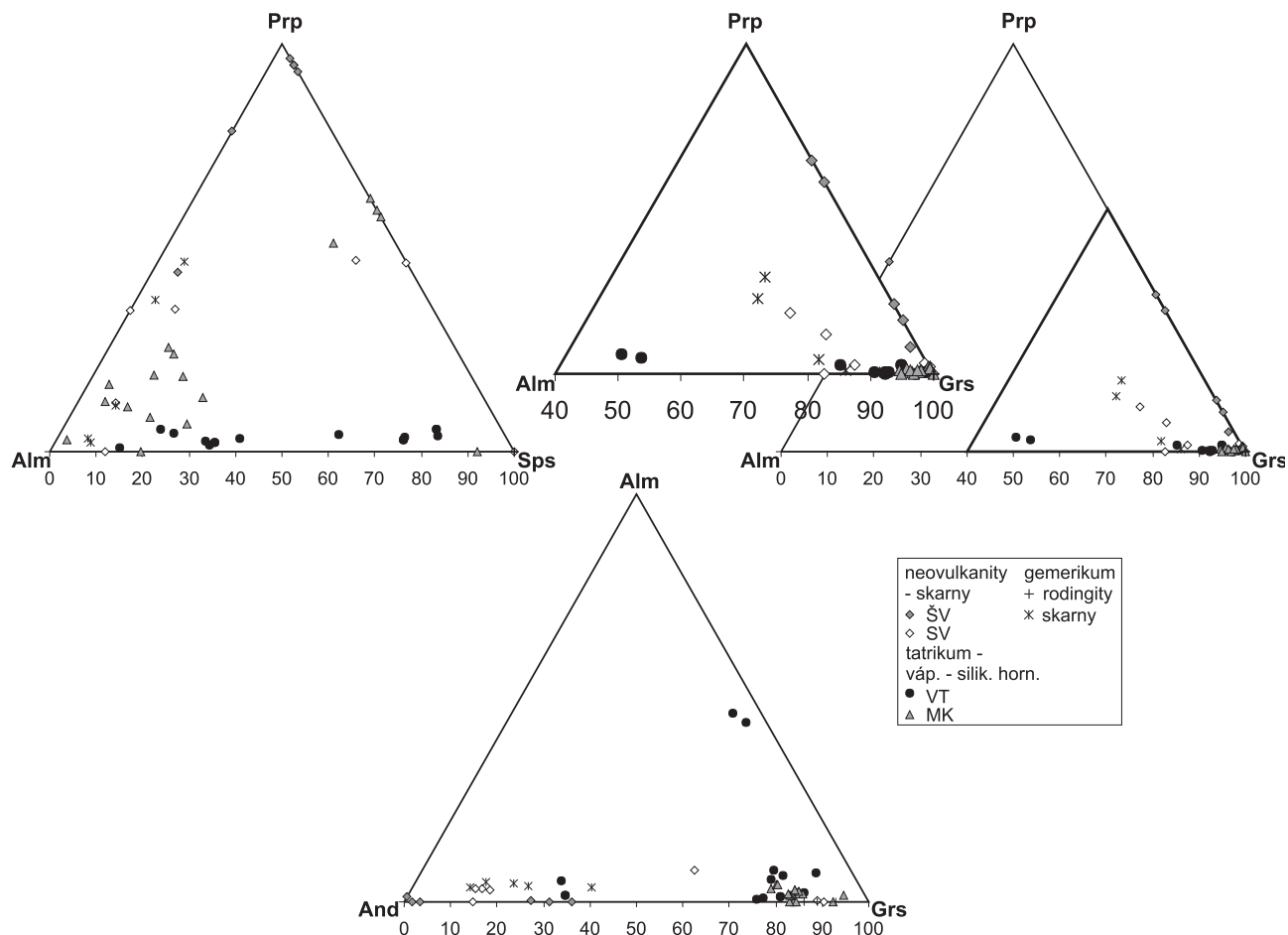
Grs-uvr-gld gt z metamorfovaných pyroklastických hornín a detritické prp-alm gt

Gt z metamorfovaných bázických pyroklastických hornín postihnutých vulkanickoexhalačnými procesmi (Uher et al., 1994; Uher et al., in press; Uher, nepublikované) a detritické gt s obsahom prp molekuly nad 35 % (Aubrecht a Méres, 2000; Šarinová, 2006) sa do diagramov zakreslili

osobitne. Pri grs – uvr – gld gt to spôsobilo ich výrazne odlišné zloženie. V nijakých iných analýzach sa nemeral obsah V. Detritické prp-alm gt sú oddelene zobrazené preto, lebo nespádajú do žiadnej inej vyčlenenej skupiny.

V-Cr gt zastupuje 74 analýz (Uher et al., 1994; Uher et al., in press; Uher, nepublikované). Gt sú z už spomenutých metamorfovaných bázických pyroklastických hornín postihnutých vulkanickoexhalačnými procesmi (Uher et al., 1994, in press), a to zo spodnopaleozoických amfibolitických bridlíc pezinsko-perneckého kryštálického komplexu Malých Karpát bohatých na C (Uher et al., 1994; Uher et al., in press). Sú na obr. 5. Ich zobrazenie v diagramoch prp – alm – sps/grs nezodpovedá skutočnosti, pretože obsah prp a alm molekuly v nich nedosahuje viac ako 1 %. Skutočnosti zodpovedá iba ich zobrazenie v diagrame uvr – gld – grs (obr. 5). Obsah grs molekuly v nich sa pohybuje od 0 do 35 %, s max. výskytom na úrovni 25–30 %. Uvr molekula tvorí 17–35 %, s max. výskytom okolo 20 %, gld molekula 20–60 %, najčastejšie 40–50 %.

Detritické gt s vysokým obsahom prp molekuly pochádzajú v trinástich prípadoch z karbonátov jurského veku tatrika a bradlového pásma (Aubrecht a Méres,



Obr. 6. Priemety analýz gt z metamorfovaných hornín bohatých na Ca rozdelených podľa oblastí pôvodu v diagrame prp – alm – sps, prp – alm – grs a and – alm – grs. Vysvetlivky skratiek sú súčasťou obr. 2C.

Fig. 6. Projection of garnets from Ca-rich metamorphic rocks in prp – alm – sps, prp – alm – grs and and – alm – grs diagrams (shortcuts – see index in Fig. 2C).

2000) a 4 analýzy sú z aluviálnych sedimentov pliocénu – pleistocénu Nitrianskej pahorkatiny (Šarinová, 2006; Šarinová, nepublikované). Granáty podobného zloženia boli opísané aj z flyšových sedimentov račianskej jednotky (Otava et al., 1997, 1998, in Aubrecht a Méres, 2000). Za ich protolit sa považujú bližšie nelokalizované horniny vysokého stupňa metamorfozy, a to pre granáty s nízkym obsahom grosulárovej molekuly granulity a s vyšším (17–21 %) eklogity. Na obr. 5 vidieť, že prp-alm gt sa odlišujú práve obsahom grs molekuly, ktorý je od 0 do 9 % alebo od 18 do 22 % (iba detritické gt z karbonátov). Najvyšší obsah prp molekuly je 48 %. Alm molekula tvorí 32–66 %, s max. výskytom 43–50 %.

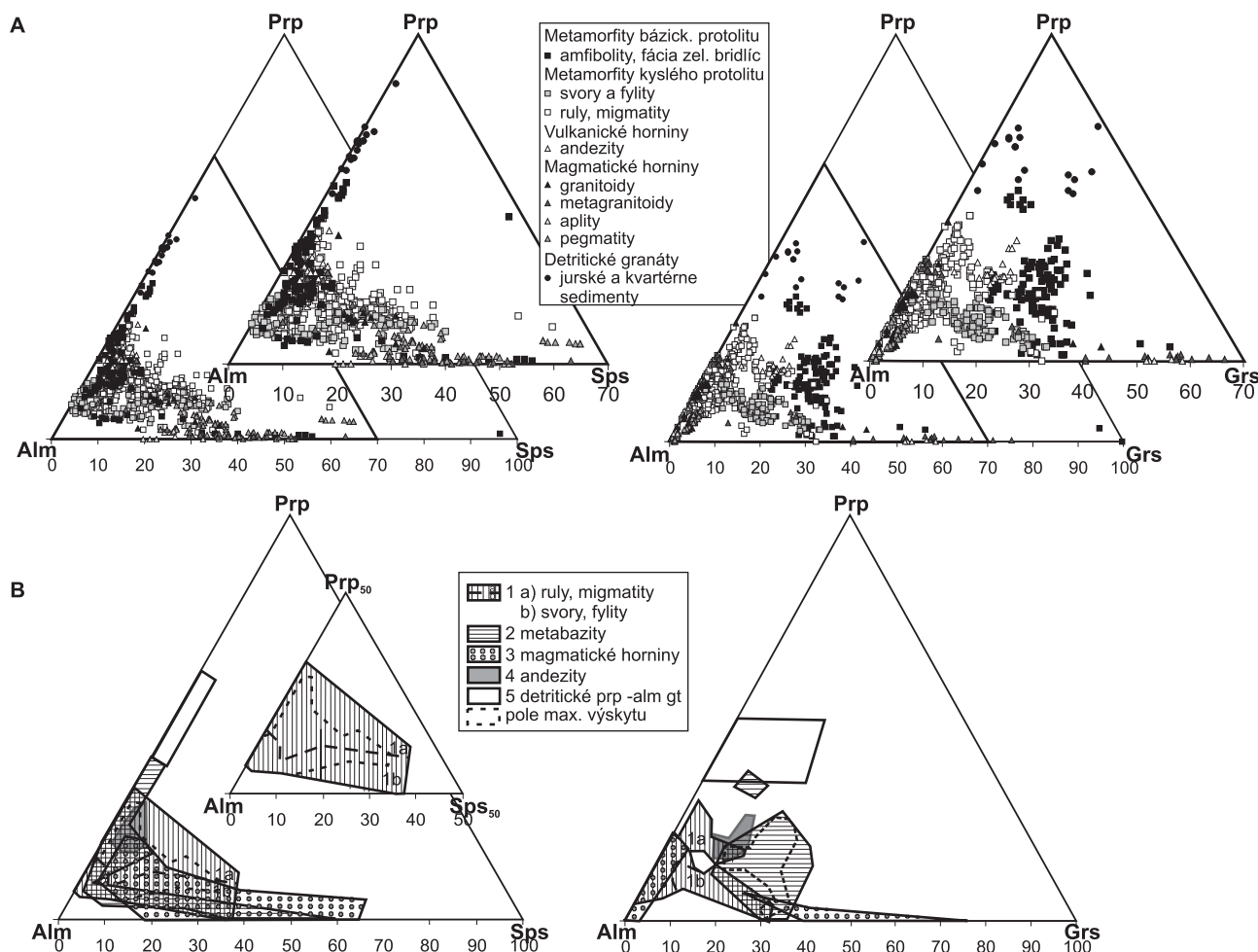
Granáty z metamorfovaných hornín bohatých na Ca (skarny, erlány, rodingity)

Gt z tejto skupiny hornín sú analýzami zastúpené najslabšie. Ich vynášanie do diagramu prp – alm – sps/grs,

kde $\text{prp} + \text{alm} + \text{sps/grs} = 100$, je veľmi nepresné, nezodpovedá skutočnosti (obr. 6), a preto sa vyniesli aj do diagramu alm – and – grs, ktorý odráža skutočný stav (obr. 6).

Gt zo skarnov zastupuje 5 analýz zo skarnu z kontaktnej aureoly humeleckého granitu – Trochánky (Faryad a Peterec, 1987), 6 zo skarnu z lokality Vyhne (Koděra a Chovan, 1994) a 7 zo skarnových xenolitov Maglovca (Košuth, 2002). Aj keď malý počet analýz neumožňuje robiť závery, orientačne sa dá konštatovať, že gt zo skarnov majú zloženie grs – and, pričom obsah sps, prp a alm molekuly je veľmi malý (do 5 %). Vo väčšine gt zo skarnov bol obsah grs molekuly 0–38 %, najčastejšie v rozsahu 15–38 % a and molekuly 57–97 %, najviac 70–97 %. Výnimkou je len časť gt zo skarnových xenolitov, kde bol obsah grs a and molekuly otočený (85–90 % grs, 9–10 % and).

Metamorfované vápenato-silikátové horniny zastupuje 15 analýz gt Vysokých Tatier, kde sa vyskytujú v podobe xenolitov a malých telies v granitoidoch (Janák, 1991, 1993). Janák (1993) uvádza ich protolit ako metapelitické



Obr. 7. **A** – Priemety analýz gt z metamorfovaných hornín kyslého a bázičského protolitu, magmatických hornín a analýz detritických gt rozdelených podľa typu horniny v diagrame prp – alm – sps, prp – alm – grs a and – alm – grs. **B** – Polia výskytu gt z jednotlivých typov hornín v diagrame prp – alm – sps, prp – alm – grs a and – alm – grs.

Fig. 7. A – Projection of garnets from metamorphic and magmatic rocks and detrital garnets in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams. Garnets were divided according to their hosting rock type (shortcuts – see index in Fig. 2C). **B** – Fields of garnet occurrence from various rock types were compiled using their projection in prp – alm – sps and prp – alm – grs diagrams.

horniny bohaté na karbonát (4 analýzy) a horniny pravdepodobne zmiešaného vulkanickosedimentárneho pôvodu (2 analýzy). 17 analýz gt je z erlánov kontaktnej aureoly bratislavského a modranského masívu v harmónskej formácii Malých Karpát (Cambel et al., 1989). Gt z metamorfovaných vápenato-silikátových hornín majú spravidla opačné zloženie ako gt skarnov. Ide prevažne o and-grs gt, pričom obsah and molekuly sa najčastejšie pohybuje od 12 do 17 % a grs molekuly od 72 do 92 %. Obsah prp, sps a alm molekuly zriedka prekračuje 4–6 %. Výnimkou sú len 2 analýzy gt Vysokých Tatier, ktorých protolit sa uvádza ako horniny pravdepodobne zmiešaného vulkanickosedimentárneho pôvodu (Janák, 1993). Obsahujú až 37–40 % alm molekuly.

Analýzy gt z hornín bohatých na Ca (obr. 6) dopĺňajú 3 analýzy z rodingitov – lokalita Danková (Hovorka, 1985). Rodingity sú na Ca bohaté a Si nedosýtené metasomatické horniny geneticky sa viažu na serpentizačné procesy (Hovorka a Spišiak, 2005). Obsahujú and-grs gt s obsahom and molekuly 6–14 % a grs molekuly od 85 do 92 %. Obsah zvyšných molekúl neprekračuje 1 %.

Súhrn

Všetky analýzy gt so zodpovedajúcim obsahom prp, alm, grs a sps molekuly sa vyniesli do spoločného diagramu (obr. 7a) a tam sa potom zakreslili polia ich výskytu v závislosti od materských hornín (obr. 7B). Kým v diagrame prp – alm – sps sa polia výskytu prekrývajú, v diagrame prp – alm – grs sa na základe obsahu grs molekuly dajú pomerne dobre odlíšiť gt pochádzajúce z metamorfítov kyslého a bazického protolitu. Gt z rúl obsahujú väčšinou do 5 % grs molekuly, a to na rozdiel gt z amfibolitov, ktoré majú obsah grs molekuly 10–30 %. V obidvoch prípadoch smerom

k nižšej teplote metamorfózy (fácia zelených bridlíc) rastie obsah grs molekuly. Gt z andezitov sa nachádzajú na styku polí vyčlenených pre gt z metamorfovaných kyslých a metamorfovaných bazických hornín, čo je vzhľadom na chemické zloženie ich protolitu logické. Všeobecne sa dá konštatovať, že ruly produkujú gt zložené z prp_{8–30} – sps_{5–20} – alm_{60–75} a amfibolity prp_{3–30} – grs_{10–30} – alm_{50–66}. Gt z pegmatitov sa dajú odlíšiť na diagrame prp – alm – sps podľa nízkeho obsahu prp a vysokého obsahu sps molekuly. V diagrame prp – alm – grs (obr. 7) potom vidno minimálny obsah grs molekuly v týchto gt. Všeobecne možno tvrdiť, že pegmatity produkujú sps_{20–50} – alm_{50–65} gt. Gt z granitov majú prakticky rovnaké chemické zloženie ako z metamorfovaných hornín kyslého zloženia, a preto sa polia ich výskytu v obidvoch diagramoch prekrývajú.

Gt bohaté na and a grs molekulu zastupuje iba málo analýz. Na ich základe nie je možné zovšeobecnenie. Na lepšie porovnanie boli na obr. 8 zakreslené spolu. Z dostupných analýz vyplýva, že gt z hydrotermálne alterovaných granitov majú približne rovnaké zastúpenie and a grs molekuly (40–60 %), rodingity a erlány produkujú hlavne and_{12–17} – grs_{72–92} gt a skarny aj serpentinity grs – and_{57–97} gt. V prípade gt zo serpentinitov je zastúpená aj uvr_{4–14} molekula (obr. 4C).

Okrem týchto pomerne bežných gt sa na Slovensku identifikovali aj uvr-gld gt z metamorfovaných bazických pyroklastických hornín postihnutých vulkanickoexhalačnými procesmi (Uher et al., 1994; Uher et al., in press) a v detritických zrnách gt bohaté na prp molekulu. Primárne horniny, ktoré mohli produkovať naposledy spomenuté gt, sa na Slovensku ešte nenašli.

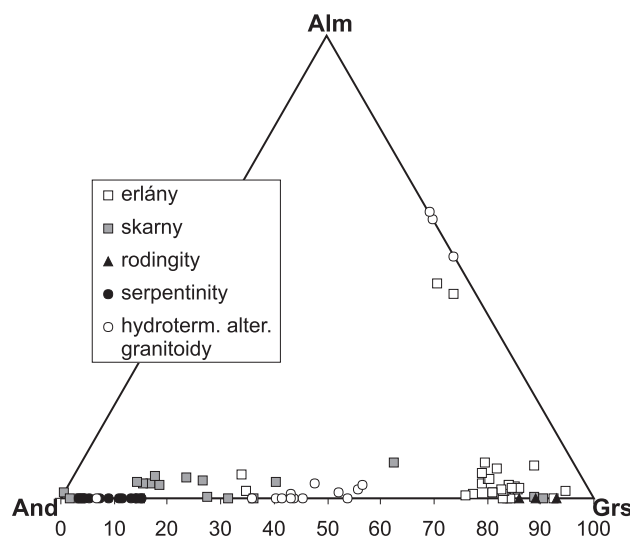
Záver

Ťažkosti pri určovaní zdrojových hornín detritických gt vyplývajú z ich polyfázového vývoja a pomerne malých odchýlok v chemickom zložení gt jednotlivých typov metamorfovaných hornín. Polyfázový vývoj bude pri určovaní zdrojových hornín robiť problémy, ak okraje gt zachovávali informácie o poslednom štádiu metamorfózy odstránení transport a zvetrávanie. Pri meraniach stred – okraj môžu naopak poskytnúť informácie využiteľné pri stanovovaní zdrojovej horniny.

Aj keď sa chemická skladba gt mení v závislosti od stupňa metamorfózy, v oveľa väčšej miere závisí od zloženia protolitu. Zo získaných údajov vyplýva, že podľa chemického zloženia gt možno rozlíšiť gt pochádzajúce:

- z rúl, metagranitov a granitov (prp – sps – alm gt)
- z amfibolitov (prp – grs – alm gt)
- z pegmatitov (sps – alm gt)
- zo skarnov, erlánov, rodingitov, serpentinitov a hydrotermálne alterovaných granitov (and – grs až grs – and gt)
- z vulkanickoexhalačne obohatených aktinolitických bridlíc (uvr – grs – gld gt)

Okrem týchto základných skupín sa na Slovensku identifikovali aj spomínané detritické gt bohaté na prp molekulu (prp do 48 %), doteraz na Slovensku zistené iba v jurských až kvartérnych sedimentárnych horninách a sedimentoch (Otava et al., 1997, 1998, in Aubrecht a Méres, 2000; Aubrecht a Méres, 2000; Šarinová, 2006).



Obr. 8. Priemety analýz gt z metamorfovaných hornín bohatých na Ca, serpentinitov a hydrotermálne alterovaných granitoidov v diagrame and – alm – grs.

Fig. 8. Projection of garnets from Ca-rich metamorphic rocks, serpentinites and hydrothermal altered granitoid rocks in and – alm – grs diagrams.

Podakovanie. Ďakujem doc. M. Dydovi za poskytnuté články, prof. A. Vozárovej za nepublikované analýzy granátov zo svorov a fylitov veporika a rúl Považského Inovca a Tribeča a doc. P. Uherovi za články a nepublikované analýzy granátov pezinsko-perneckého kryštalinika. Príspevok vznikol s podporou grantu VEGA 1/3071/06.

Literatúra

- AUBRECHT, R. & MÉRES, Š., 2000: Exotic detrital pyrope-almandine garnets in the Jurassic sediments of the Pieniny Klippen Belt and Tatric Zone: Where did they come from? *Mineralia Slov.*, 32, 1, 17–28.
- BÓNOVÁ, K., 2005: Mineralógia, petrológia a P-T podmienky krýštalizácie andezitového telesa Malíniak a Lysá stráž formácie Lysá stráž – Oblík, východné Slovensko. *Mineralia Slov.*, 37, 4, 503–512.
- BROSKA, I. & UHER, P., 1988: Accessory minerals of granitoid rocks of Bojná and Hlohovec blocks, the Považský Inovec Mts. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 4, 505–520.
- CAMBEL, B., KORIKOVSKÝ, S. P., MIKŠ, J. & BORONIKHIN, V. A., 1989: Calc-silicate hornfelses (erlans and Ca skarns) in the Malé Karpaty Mts. region. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 40, 3, 281–304.
- DÁVIDOVÁ, Š., 1968: Granáty z pegmatitov Malých Karpát. *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, 13, 117–127.
- DYDA, M., 1981: Metamorphic grade and packing index of coexisting biotites and garnets from the Malé Karpaty Mts. metapelitic rocks. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 1, 32, 269–286.
- DYDA, M., 1990: Metamorphic processes in paragneisses from the Suchý and Malá Magura Mts. (Western Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 4, 41, 315–334.
- DYDA, M., 1994: Geothermobarometric characteristics of some Tatric crystalline basement units (Western Carpathians). *Mitt. Österr. Geol. Gesell.*, 86, (1993), 45–59.
- DYDA, M., 2002: Cooling and uplift trajectories of the Malé Karpaty Variscan basement (Western Carpathians). *Slov. geol. mag.*, 8, 1, 49–63.
- FARYAD, S. W. & PETEREC, D., 1987: Manifestation of skarn mineralization in the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 38, 1, 111–128.
- FARYAD, S. W., 1988: Glaucophanized amphibolites and gneisses near Rudník (Slovenské rudohorie Mts). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 6, 747–763.
- FARYAD, S. W. & DIANIŠKA, I., 1989: Garnets from granitoids of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 40, 6, 713–734.
- FARYAD, S. W., 1990: Rulovo-amfibolitový komplex gemerika. *Mineralia Slov.*, 22, 4, 303–318.
- FARYAD, S. W., 1995: Stanovenie P-T podmienok metamorfózy horninových komplexov Spišsko-gemerského rudohoria. *Mineralia Slov.*, 27, 1, 9–19.
- FARYAD, S. W., 1996: Petrológia amfibolitov a rúl masívu Braniska. *Mineralia Slov.*, 28, 4, 265–272.
- FARYAD, S. W. & BERNHARDT, H. J., 1996: Taramite-bearing metabasites from Rakovec (Gemer unit, the Western Carpathians). *Geol. Carpath.*, 47, 6, 349–359.
- FARYAD, S. W. & DIANIŠKA, I., 2003: Ti-bearing andradite-prehnite-epidote assemblage from the Malá Fatra granodiorite and tonalite (Western Carpathians). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.*, 87, 47–59.
- FARYAD, S. W., IVAN, P. & JACKO, S., 2005: Metamorphic petrology of metabasites from the Branisko and Čierna hora Mountains (Western Carpathians, Slovakia). *Geol. Carpath.*, 56, 1, 3–17.
- FEDIUKOVÁ, E., HOVORKA, D. & GREGUŠ, J., 1976: Compositional zoning of andradite from serpentinite at Dobšiná (West Carpathians). *Věst. Ústř. Úst. geol.*, Praha, 51, 6, 339–345.
- GBELSKÝ, J., 1980: Composition of the main morphological types of garnets from pegmatites of the Malé Karpaty Mts. (Western Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 31, 1–2, 185–199.
- HARANGI, S., DOWNES, H., KÓSA, L., SZABÓ, S., HIRLWALL, M. F., MASON, P. R. D. & MATTEY, D., 2001: Almandine garnet in calc-alkaline volcanic rocks of the Northern Pannonian Basin (Eastern-Central Europe): Geochemistry, petrogenesis and geodynamic implications. *J. Petrology*, 10, 42, 1813–1843.
- HOVORKA, D. & FEJDI, P., 1983: Garnets of peraluminous granites of Suchý and the Malá Magura Mts. (Western Carpathians): Their origin and petrological significance. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 34, 1, 103–115.
- HOVORKA, D., 1985: Ultramafic rocks of the Western Carpathians, Czechoslovakia. *GÚDŠ Bratislava*, 1–258.
- HOVORKA, D., MÉRES, Š. & KRISTÍN, J., 1987: Granáty pararúl centrálnej zóny Západných Karpát. *Mineralia Slov.*, 19, 4, 289–309.
- HOVORKA, D. & MÉRES, Š., 1990: Klinopyroxenicko-granatické metabazity Tribeča. *Mineralia Slov.*, 22, 6, 533–538.
- HOVORKA, D., MÉRES, Š. & CAÑO, F., 1992: Petrológia granaticko-klinopyroxenických metabazitov Malej Fatry. *Mineralia Slov.*, 24, 1–2, 45–52.
- HOVORKA, D. & MÉRES, Š., 1996: Dva genetické typy metabazitov v juhozápadnej časti veporika. *Mineralia Slov.*, 28, 4, 273–280.
- HOVORKA, D. & SPIŠIAK, J., 2005: Škola genetickej petrografie: Rodingity – zriedkavé horniny. Ako vznikli? *Mineralia Slov.*, 37, 4, 579–582.
- HRDLÍČKA, M., 2006: Granite petrology of Malá Fatra Mts.: Implication to tectonogenesis of collisional West-Carpathians I-type granitic suite. [Dizertačná práca.] *Manuskript – archív Kat. mineralógie a petrológie PF UK Bratislava*, 1–147.
- JANÁK, M., KAHAN, Š. & JANČULA, D., 1988: Metamorphism of pelitic rocks and metamorphic zones in SW part of Western Tatra Mts. Crystalline complexes. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 39, 4, 455–488.
- JANÁK, M., 1991: Petrológia metamorfných hornín kryštalinika Západných a Vysokých Tatier. [Dizertačná práca.] *Manuskript – archív Kat. mineralógie a petrológie PF UK Bratislava*, 244.
- JANÁK, M., 1993: Vápenato-silikátové metamorfované horniny kryštalinika Vysokých Tatier. *Mineralia Slov.*, 25, 3, 177–182.
- JANÁK, M. & KOHÚT, M., 1996: Cordierite-bearing migmatites from the Veľká Fatra Mts., Western Carpathians: Geothermobarometry and implications for Variscan decompression. *Geol. Carpath.*, 47, 6, 359–367.
- JANÁK, M. & LUPTÁK, B., 1997: Pressure-temperature condition of high-grade metamorphism and migmatitization in the Malá Fatra crystalline complex, the Western Carpathians. *Geol. Carpath.*, 48, 5, 287–302.
- JANÁK, M., HURAI, V., O'BRIEN, P. J. & HORN, E. E., 1999: Dehydration melting and devolatilization during exhumation of high-grade metapelites: The Tatra Mountains, Western Carpathians. *J. metamorphic Geol.*, 17, 379–395.
- KALIČIAK, M., KAROLI, S., MOLNÁR, J. & ŽEC, B., 1988: Pozícia a stavba neovulkanitov v terciérnych sedimentoch severne od Prešova. *Mineralia Slov.*, 20, 5, 435–453.
- KODÉRA, P. & CHOVAN, M., 1994: Mineralogicko-paragenetické pomery skarnového ložiska Vyhne-Klokoč. *Mineralia Slov.*, 26, 1, 38–50.
- KOŠUTH, M., 2002: Ca-skarnová mineralizácia z lomu Maglovec, Slanské vrchy. In: *Zbor. Mineralogie Českého masívu a Západných Karpát*, 45–52.
- KRIST, E., KORIKOVSKIJ, S. P., PUTIŠ, M., JANÁK, M. & FARYAD, S. W., 1992: Geology and petrology of metamorphic rocks of the Western Carpathian crystalline complexes. *Comenius University*, 324.
- LUDHOVÁ, L. & JANÁK, M., 1999: Phase relations and PT path of cordierite-bearing migmatites, Western Tatra Mountains, Western Carpathians. *Geol. Carpath.*, 50, 4, 283–295.
- LUPTÁK, B., 1996: Petrologické a petrotektonické štúdium metamorfítov kryštalinika Lúčanskej Malej Fatry. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Kat. mineralógie a petrológie PFUK Bratislava*, 81.
- MÉRES, Š. & HOVORKA, D., 1989: Metamorfny vývoj rúl Suchého, Malej Magury a Malej Fatry. *Mineralia Slov.*, 21, 3, 203–216.
- MÉRES, Š. & HOVORKA, D., 1991: Alpine metamorphic recrystallization of the pre-Carboniferous metapelites of the Kohút crystalline complex (the Western Carpathians). *Mineralia Slov.*, 23, 5–6, 435–442.
- MÉRES, Š., IVAN, P. & HOVORKA, D., 2000: Granaticko-pyroxenické metabazity a antigoritické serpentinity – dôkaz prítomnosti leptynitovo-amfibolitového komplexu v Branisku. *Mineralia Slov.*, 32, 5, 479–486.

- PETRÍK, I., BROSKA, I., BEZÁK, V. & UHER, P., 1995: Granit typu Hrončok – hercýnsky granit A typu v strižnej zóne. *Mineralia Slov.*, 27, 5, 351–364.
- PLAŠIENKA, D., JANÁK, M., LUPTÁK, B., MILOVSKÝ, R. & FREY, M., 1999: Kinematics and metamorphism of Cretaceous core complex: Veporic Unit of the Western Carpathians. *Phys. Ceh. Earth (A)*, 24, 8, 651–658.
- SPIŠIAK, J. & HOVORKA, D., 1985: Dva typy granatických amfibolitov klátovskej skupiny. *Mineralia Slov.*, 17, 2, 167–174.
- ŠARINOVÁ, K., 2006: Exotic pyrope-almandine garnets in the Lukáčovce Mb. (Quaternary). *Slov. geol. mag.*, 12, 1, 47–57.
- UHER, P., 1991: Be-Nb-Ta granitic pegmatites: A new type of rare-element mineralization in the Western Carpathians. *Geol. Carpath.*, 42, 6, 331–339.
- UHER, P., 1992: Vzácnoprvková Be-Nb-Ta mineralizácia v granitových pegmatitoch Západných Karpát. [Dizertačná práca.] *Manuskript – archív Kat. mineralógie a petrológie PF UK Bratislava*, 180.
- UHER, P., CHOVAN, M. & MAJZLAN, J., 1994: Vanadian-chromian garnet in mafic pyroclastic rocks of the Malé Karpaty Mountains, Western Carpathians, Slovakia. *Canad. Mineralogist*, 32, 319–326.
- UHER, P. & BROSKA, I., 1995: Pegmatites in two suites of Variscan orogenic granitic rocks (Western Carpathians, Slovakia). *Mineralogy and Petrology*, 55, 27–36.
- UHER, P., KOVÁČIK, M., KUBIŠ, M., SHTUKENBERG, A. & OZDÍN, D. (in press): Metamorphic vanadian-chromian silicate mineralization in carbon-rich amphibole schists from Malé Karpaty Mountains Western Carpathians, Slovakia. *Amer. Mineralogist*.
- VILINOVIČOVÁ, L., 1990: Petrogenesis of gneisses and granitoids from the Strážovské vrchy Mts. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41, 4, 335–376.
- VOZÁROVÁ, A., 1993: Pressure-temperature condition of metamorphism in the northern part of the Branisko Crystalline Complex. *Geol. Carpath.*, 44, 4, 219–232.
- VOZÁROVÁ, A. & FARYAD, S. W., 1997: Petrology of Branisko crystalline rock complex. *Mineralia Slov. – Monogr.*, 343–350.
- ZAŤKO, P. & BROSKA, I., 1996: Metamorfné podmienky vzniku bridlíc tribečsko-zoborského kryštalinika. *Mineralia Slov.*, 28, 4, 281–287.

Rukopis doručený 26. 2. 2007
Rukopis akceptovaný 29. 1. 2008
Revidovaná verzia doručená 5. 3. 2008