

Príspevok k poznaniu ortorúl z kontaktu Kremnických vrchov, Starohorských vrchov a Veľkej Fatry

MICHAL MAJDÁN¹, JOZEF MICHÁLEK² and IGOR GALKO²

¹Východoslovenská ťažobná, s. r. o., Nám. SNP 17, 974 01 Banská Bystrica;
michal.majdan@gmail.com

²G55, s. r. o., Bakossova 8, 974 01 Banská Bystrica

Contribution to the knowledge of orthogneisses from the contact of the Kremnické vrchy Mts., Starohorské vrchy Mts. and Veľká Fatra Mts. (Western Carpathians, Slovakia)

The contact of crystalline complex of the Starohorské vrchy Mts. and Veľká Fatra Mts. with the volcanic complex of Kremnické vrchy Mts. represents potential occurrence of gold deposit. Simultaneously with the prospecting of these occurrences, petrological research of this area has been done. It was confirmed that mylonitic foliations of gneisses bodies are NE–SW to NNE–SSW trending with dipping toward NW. The orthogneisses of the crystalline complex originated in the metamorphic conditions probably of amphibolite facies, and the pre-metamorphic protolith of orthogneisses was represented by granitoid rocks. Texture, structure and composition of orthogneisses and their protoliths indicate their syn-collisional evolution. Petrologically, the orthogneisses from Starohorské vrchy Mts. point to S-type granite.

Key words: Kremnické vrchy Mts., Starohorské vrchy Mts., orthogneiss, paragneiss, Western Carpathians

Úvod

Počas realizovaného prieskumu zameraného na predpokladaný výskyt rudného uzla v študovanom území (obr. 1), ktoré tvorí v oblasti Harmanca „stykovú“ zónu neovulkanitov Kremnických vrchov a horninových komplexov Starohorských vrchov a Veľkej Fatry, sme sa venovali štúdiu vybraných typov hornín. Lokalita sa nachádza niekoľko kilometrov na S a SZ od Banskej Bystrice. V uvedenej oblasti sa overila pravdepodobnosť výskytu zlatonosného zrudnenia, resp. rudných minerálov so zlatom viazaných na hydrotermálne žily (Michálek et al., 2005).

Cieľom tejto práce je podať základnú štruktúrno-geologickú, petrografickú, mineralogickú a geochemickú charakteristiku vybraných hornín kryštalinika vystupujúcich v stykovej zóne, ako aj obraz o geologickej stavbe širšieho okolia Harmanca.

Geologická charakteristika územia

Študované územie (obr. 1) je zložené z horninových komplexov paleozoika (st. paleozoikum – rulový komplex, permský horninový komplex – starohorská skupina), mezozoických sekvencií a neovulkanitov Kremnických vrchov.

Bazálnu časť tvorí komplex rúl starohorského kryštalinika, ktorý vystupuje na povrch v dvoch častiach, a to na oboch svahoch Starohorského potoka (časť Vozná dolina, Zlatý potok, Malá Medvedia, Andrášova dolina,

Malé a Veľké Lelekovo) a v časti Harmanec-papieren, na oboch stranách potoka Bystrica. Vystupovanie komplexu rúl – pararúl, granáticko-biotitických rúl a – podľa niektorých autorov – aj ortorúl (Polák et al., 2003b; Kohút, 2004) má podobu tektonického okna, ako to pred mnohými rokmi opísal Koutek (1937). Podľa novších poznatkov ho autori Polák et al. (l. c.) priradili ku kryštaliniku veporika. Ortoruly podobného charakteru sa podrobne charakterizovali, okrem iného, aj z južnej časti Ďumbierskych Tatier, kde sa potvrdil ich magmatický pôvod (Adamija et al., 1992; Petřík a Kohút, 1997; Petřík et al., 1998).

Permské horniny budujú takmer polovicu študovaného územia. Vozárová a Vozár (1988) definovali monotónny súbor terestrických hruboklastických sedimentov pozvoľne sa zjemňujúcich smerom do vrchu, vystupujúci v superpozícii medzi kryštalinikom a sedimentmi spodného triasu ako *starohorská skupina*, v rámci ktorej vystupuje špaňodolinské súvrstvie a samostatne vyčlenené harmanecké vrstvy na základe litologických odlišností. *Špaňodolinské súvrstvie* je zložené z pestrých zlepcov, hrubozrnných pieskovcov a piesčitých bridlíc fialovej (fialovo-červenej) farby. *Harmanecké vrstvy* sú tvorené jemnobridličnatými sivými ilovitými pieskovecami s medzivložkami piesčitých bridlíc s obsahom bitúmenu.

Spodný trias je vyvinutý vo forme lúžňanského súvrstvia kremencov a kremenných pieskovcov v podobe nehojných odkryvov. Stanoviť presnú hranicu medzi ním a permským súvrstvom, zvlášť ak je budované sivými, sivozelenými pieskovecami s intenzívnou limonitizáciou, je veľmi náročné. Spôsobuje to aj fakt, že morfoštruktúrne prvky, ako je

vrstevnatost alebo lavicitost, sú vyvinuté sporadicky. Tento styk je komplikovaný aj intenzívnou, relatívne mladou (pravdepodobne poprikrkovovou) tektonikou, ktorá má vyslovene deštrukčný charakter hlavne na kremence a pieskovce.

Blízko študovaného územia sú mezozoické sekvencie okrem spomenutého triasu zastúpené aj pestrými bridlicami, telesami gutensteinského vápenca a ramsauského dolomitu. Juru, resp. kriedu zastupuje ždiarske a mraznické súvrstvie. Príkrov hronika na SZ od Harmanca tvoria vrstvy a polohy gutensteinského vápenca a dolomitu, steinalmského vápenca a wettersteinského dolomitu (Polák et al., 2003b).

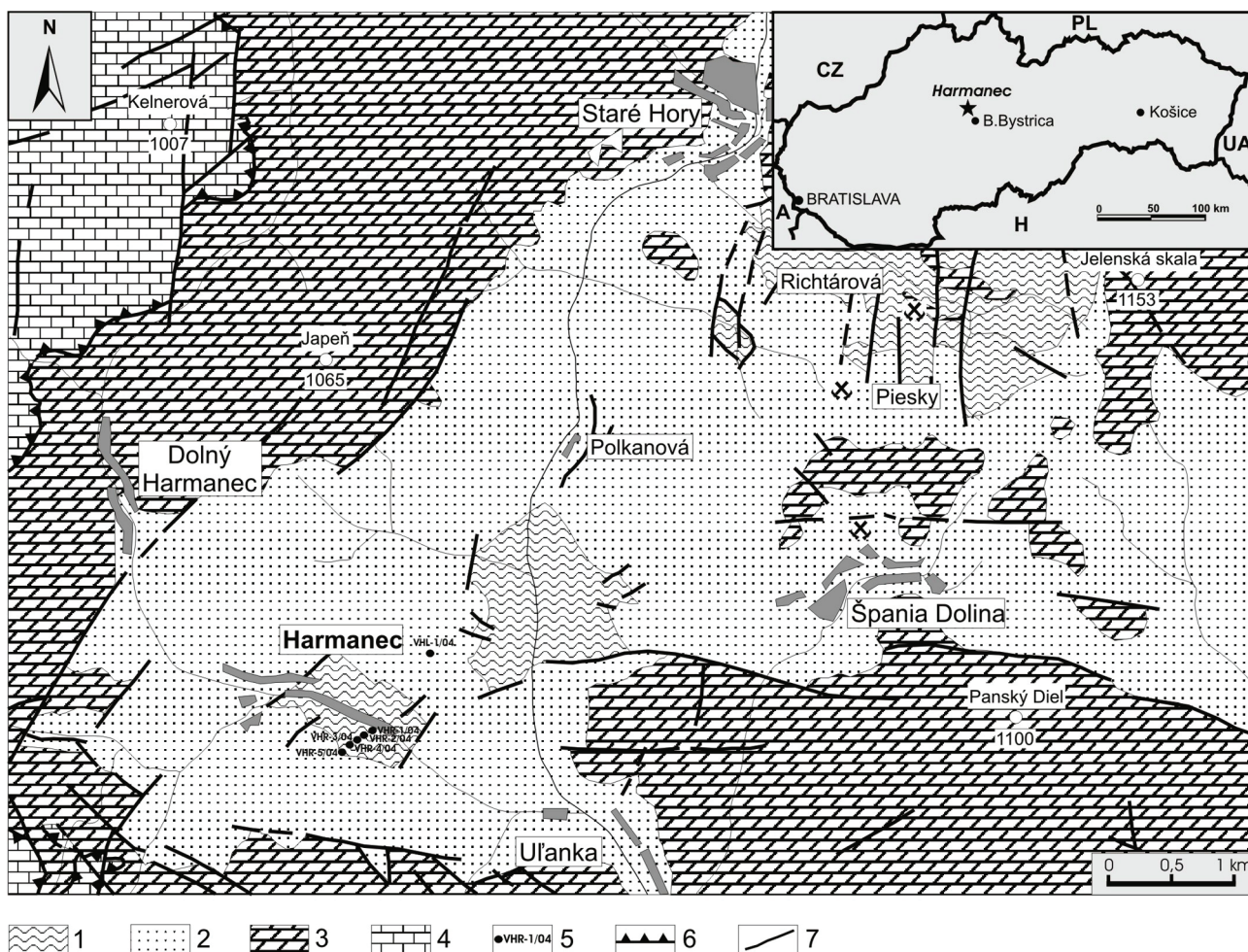
Vulkanické horniny vystupujú v západnej, severo-západnej časti študovaného územia. Vulkanické horniny patria k Turčeckej formácii, ktorá je zložená z hornín efuzívneho a explozívneho andezitového vulkanizmu.

V starohorskom regióne túto formáciu zastupuje len leukokrátny andezit v podobe lávového prúdu a niekoľko dajok pyroxenického andezitu.

Štruktúro-tektonické pomery v širšom okolí Harmanca

V prvom rade je potrebné uviesť, že dominujúcou štruktúrou územia je starohorsko-revúcky zlom ako súčasť centrálnokarpatského zlomového systému. Priamy vplyv zlomu je najlepšie sledovateľný v úseku, kde je vyvinuté kryštalinikum rulového komplexu, špaňodolinské súvrstvie permu a kremence spodného triasu bez sekvencií vyšších súvrství.

Veľmi výrazné maximum foliácie plôch S_1 rulového komplexu je vyvinuté v smere SV – JZ až SSV – JJZ ($304/60^\circ$, resp. $344/35^\circ$) so sklonom plôch $35 - 60^\circ$



Obr. 1. Geologická mapa širšieho okolia Harmanca (upravené podľa Poláka et al., 2003a). 1 – starohorské kryštalinikum nerozlíšené (budované hlavne ortorulami, pararulami a grt-bt rulami s páskovanou, príp. očkato-páskovanou textúrou); 2 – pestrý zlepenec, hrubozrnný pieskovec (špaňodolinské súvrstvie, perm); 3 – nečlenené mezozoikum križňanského príkrovu; 4 – nečlenené mezozoikum hronickej jednotky; 5 – vrty (Michálek et al., 2005); 6 – príkrovové línie; 7 – zlomové systémy.

Fig. 1. Geological map of the vicinity of Harmanec (according to Polák et al., 2003a). 1 – undivided Staré Hory crystalline rock complex (orthogneisses, paragneisses, grt-bt gneisses with banded and augen-banded structures); 2 – Permian Špania dolina Formation: variegated conglomerates, coarse-grained sandstones; 3 – undivided Mesozoic sedimentary cover of the Križna nappe; 4 – undivided Mesozoic sedimentary cover of Hronic Unit; 5 – boreholes (Michálek et al., 2005); 6 – lines of the main nappes; 7 – faults.

k SZ. Evidujeme aj ďalšie menšie maximum, podobné hodnotám foliácie S_1 . Je možné predpokladať vplyv zlomu Starohorského potoka, ktorý podmienil rotáciu čiastkových blokov, čo by vysvetľovalo vznik ďalších maxím.

Foliácia plôch S_1 ($307/46^\circ$, resp. $305/75^\circ$) v tesnej blízkosti Harmaneckých papierní (SHP) vytvára najostrejšie maximum v celom študovanom území.

Najvýraznejším štruktúrnym parametrom je foliácia S_1 plôch kryštalickej bridličnatosti rúl (ortorúl aj pararúl), ktorá je generálne vyvinutá v smere SV – JZ so sklonom 55° k SZ (obr. 2, 3). Tieto zistenia sú v priamej zhode so zisteniami z iných častí tatrického fundamentu a jeho metamorfného plášťa (napr. Putiš et al., 2003; Majdán et al., 2004).

Vzájomný styk kryštalinika a permu (špaňodolinského súvrstvia) je tektonický, čo bolo preukázané aj vrtom VHL-1 (Veľké Lelekovo – 100 m, zvislý – Michálek et al., 2005). V úseku 72 – 75 m je zachytený ultramylonit s úlomkami pieskocov permu a úlomkami biotitických rúl. Toto zistenie potvrdzuje staršie názory na tektonický vývoj v tejto oblasti postihnuté nižšieteplotnými premenami (Kravjanský, 1979)

– diskordantné uloženie permského špaňodolinského súvrstvia starohorskej skupiny na podložnom kryštaliniku.

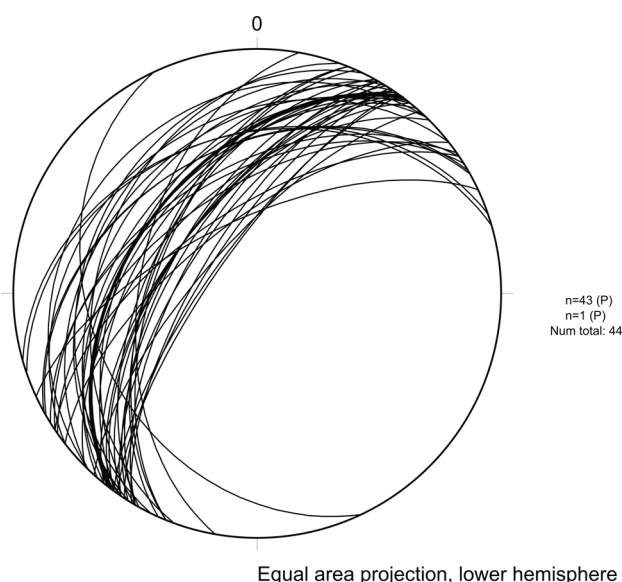
Foliácia biotitických a granáticko-biotitických rúl je cca $30 - 35^\circ$ k osi vrtu VHR-2 (Harmanec-papiereň – 100 m, zvislý) a tieto hodnoty sa až na malé výnimky udržujú v celom vrte. Vo vrte VHR-4 (Harmanec-papiereň – 67 m, zvislý) foliácia rúl je $45 - 55^\circ$ k osi vrtu, čo signalizuje prevrášnenie rulového komplexu s líniami ultramylonitu a žilami svetlosivého kremeňa, príp. s obsahom rudných minerálov. Lokalizácia realizovaných vrtov je uvedená v tab. 1.

Petrografia rulového komplexu

Horniny kryštalinika v širšom okolí Harmanca sú tvorené hlavne nezmenenými biotitickými rulami – pararulami a ortorulami (s páskovanou aj očkatoú textúrou), v menšej miere granáticko-biotitickými rulami. Výskyt všetkých typov sa potvrdil petrografickým štúdiom povrchových vzoriek, ako aj vzoriek z realizovaných vrtov (Michálek et al., 2005). V okolí hydrotermálnych žíl, na ktoré sa viaže zlatonosné zrudnenie, sú tieto ruly postihnuté nižšieteplotnými premenami.

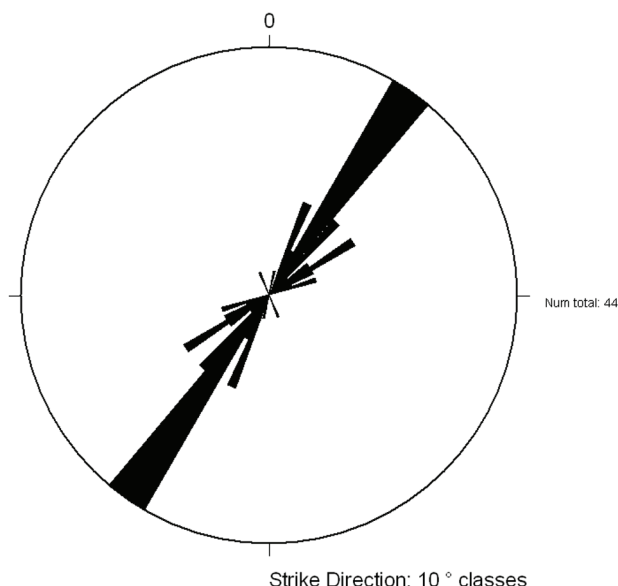
Tab. 1
Lokalizácia ložiskových vrtov z okolia Harmanca (Michálek et al., 2005)
Location of boreholes from the vicinity of Harmanec (Michálek et al., 2005)

Označenie vrtu	X	Súradnice Y	Z	Hĺbka vrtu (m)	Lokalizácia	Poznámka
VHL-1/04	1 221 221,738	421 764,586	640,87	100	Lelekovo	zvislý
VHR-1/04	1 221 830,130	421 913,250	458,50	140	Harmanec	šikmý, $278/-15^\circ$
VHR-2/04	1 221 853,160	421 972,280	457,35	100	Harmanec	zvislý
VHR-3/04	1 221 903,760	422 026,940	463,99	73	Harmanec	zvislý
VHR-4/04	1 221 878,680	422 002,600	458,71	67	Harmanec	zvislý
VHR-5/04	1 221 944,680	422 111,470	486,46	120	Harmanec	zvislý



Obr. 2. Tektonogram – oblúkový diagram s plochami foliácie S_1 rulového komplexu starohorského kryštalinika.

Fig. 2. Tectonic diagram of S_1 foliation planes of the Staré Hory crystalline complex (gneisses).



Obr. 3. Tektonogram – ružicový diagram s priebehom plôch foliácie S_1 rulového komplexu starohorského kryštalinika.

Fig. 3. Rose diagram with S_1 foliation planes of the Staré Hory crystalline complex (gneisses).

Ortoruly

Štruktúra ortorúl varíruje od relatívne homogénnej hrubozrnnej až po silne usmernenú lepidogranoblastickú, deformovanú zhlukmi biotitu a fenokrystami K-živca veľkými až niekoľko cm alebo iba deformovanými očkami plagioklasov. Ortoruly sú sivej až svetlosivej farby s usmernenou páskovanou alebo očkato-páskovanou textúrou.

V študovaných vzorkách granitických ortorúl s očkato-páskovanou textúrou (obr. 4a, 4b) sme pozorovali mylonitickú lineáciu viditeľnú v reze XZ (kolmom na foliáciu), reprezentovanú hlavne sludami (Bt, $\pm$ Ms) a kremennými ribónmi, ktoré v tomto reze viditeľne „obtekajú“ a uzatvárajú sploštené fenokrysty živcov (K-živcov i plagioklasov), prípadne porfyroblasty granátov. Okrem výrastlíc sa K-živce vyskytujú v podobe subzŕn usporiadaných paralelne s lineáciou. Ribónovité kremenné zrná dosahujú dĺžku až niekoľko cm a hrúbku niekoľko mm.

V reze YZ je viditeľná foliácia a kremenné ribóny tu majú formu veľmi sploštených elíps. Lupene slúd sa správajú podobne ako v reze XZ, kde tvoria veľmi malé lupienky iba niekoľko mm dlhé, čo sú asi desaťnásobne menšie rozmery ako v pôvodných magmatických stavbách.

Naložené tektonometamorfné procesy v tektonických zónach často viedli až k vzniku mylonitických bridlíc. Polák et al. (2003b) označil tieto typy ako drobnozrnne mylonitizované ortoruly s polohami pararúl a amfibolitov. Základné minerálne zloženie ortorúl tvorí kremeň, plagioklas, K-živce, biotit a muskovit (príbúda so stupňom premeny). Akcesoricky je zastúpený zirkón, apatit, epidot-zoisit, sericit a veľmi sporadicky granát.

Kremeň je silne undulózny, s prejavmi rekryštalizácie a tvorbou tzv. ribónovitých foriem kryštálov (hrúbka 0,5 – 3 mm a dĺžka max. do 2 cm), ktoré sú výsledkom pôsobenia migračnej rekryštalizácie (obr. 5). Ďalej môžeme pozorovať zriedka až centimetrové porfyroklasty K-živcov, menej plagioklasov, ktoré tvoria jadrá tzv. jadrovoplášťových stavieb, pričom plášť pozostáva z dynamicky rekryštalizovaného agregátu živcov. V dôsledku dynamickej deformácie sú sludy (najmä biotit, menej prítomný muskovit, prípadne sericit) akumulované v tlakových tieňoch veľkých

porfyroklastov živcov a tvoria charakteristickú očkato-páskovanú textúru. Časté sú aj variety bez výrastlíc, ktoré tvoria iba páskovanú textúru. Pozorovaným javom pri porfyroklastoch K-živcov bol výskyt karlovarského zrastu a taktiež obsah uzavretín plagioklasov a biotitu.

Pôvodné ruly (para- aj orto-) boli vplyvom tektoniky a nízkoteplotnej rekryštalizácie spôsobenej hydrotermálnymi roztokmi zmenené. To bolo spojené so zvýšeným prínosom kremeňa, karbonátov a rudných minerálov s ojedinelými výskytmi zlata v podobe kremenno-karbonátových žíl ako prejavov sekundárnej mineralizácie (chloritizácia, sericitizácia a silicifikácia). Hydrotermálne premenené biotitické ruly sivozelenej farby s veľmi jemnozrnnou textúrou a pravidelným usmernením sú miestami až mylonitového, resp. ultramylonitového charakteru.

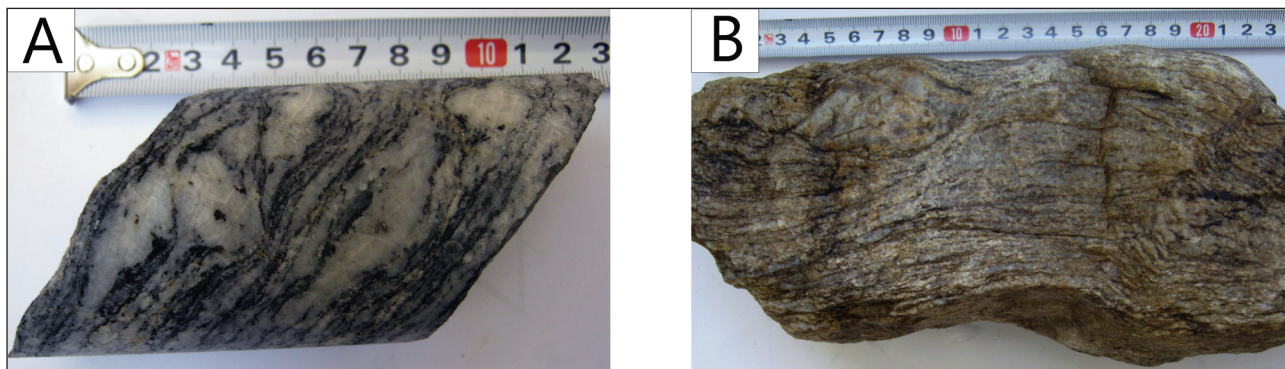
Biotitické ruly, resp. granáticko-biotitické ruly

Biotitické ruly sa vyskytujú prevažne s páskovanou, v menšej miere s očkato-páskovanou textúrou a lepidogranoblastickou štruktúrou. Pre účely tohto článku ich môžeme označiť ako pararuly.

V študovaných vzorkách biotitických pararúl, prípadne granáticko-biotitických pararúl (obr. 6 – VHR-5/6P – 44,05 m), sme často pozorovali mylonitickú lineáciu viditeľnú v reze XZ, reprezentovanú hlavne sludami (Bt, $\pm$ Ms) a kremennými ribónmi, ktoré v tomto reze viditeľne „obtekajú“ a uzatvárajú sploštené porfyroblasty živcov (K-živcov i plagioklasov), prípadne granátov podobne, ako je to pri ortorulách. Okrem výrastlíc sa K-živce a plagioklasov vyskytujú v podobe subzŕn usporiadaných paralelne s lineáciou.

Pararuly sú tvorené hlavne minerálmi kremeňa, plagioklasu, menej K-živca, biotitu a $\pm$ muskovitu. Akcesoricky je zastúpený zirkón, apatit, epidot-zoisit, sericit a granát (granátické variety majú zvýšený obsah tohto minerálu). V závislosti od obsahu kremeňa a biotitu sa mení aj charakter horniny podľa toho, či dominovala svetlá alebo tmavá zložka. Zvýšený obsah kremeňa bol zaznamenaný v kremenno-karbonátových (kalcitových) žilách so zrudnením, najmä v stykových zónach hydrotermálnych žíl a kryštalinika.

Hornina je už na prvý pohľad odlišná od predchádzajúcich vzoriek (prevyšuje obsah mafickej zložky). Štruktúra



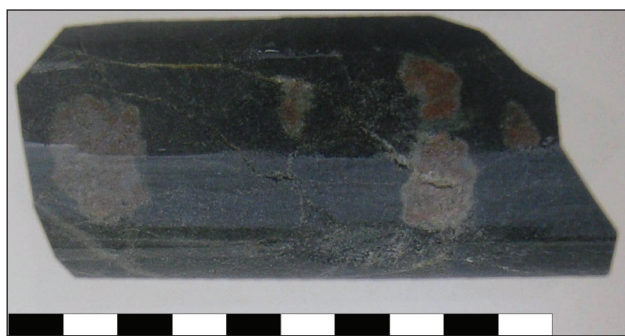
Obr. 4. Starohorské ortoruly s očkato-páskovanou textúrou: A – z vrtu VHR-2; B – z povrchu (Andrášova dolina).

Fig. 4. Mesofabrics of orthogneisses with the augen-banded structure from the Starohorské vrchy Mts.: A – from the borehole VHR-2; B – from the surface (Andrášova valley).



Obr. 5. Mikroštruktúry očkato-páskovaných ortorúl zo Starohorských vrchov (vzorka VHR-2/5P), skrížené nikoly, zv. 46x, ribón kremeňa.

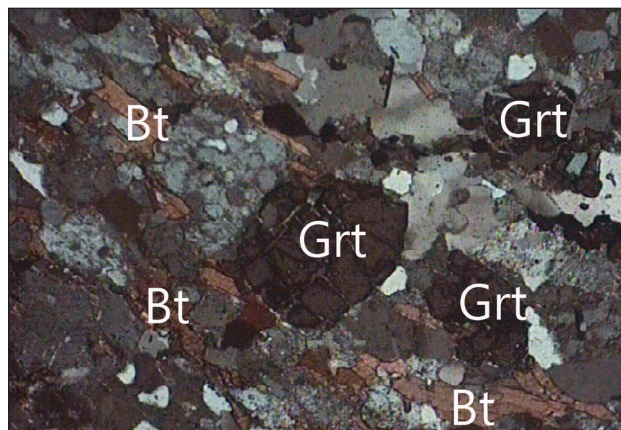
Fig. 5. Microstructure of augen-banded orthogneisses from the Starohorské vrchy Mts. (sample VHR-2/5P), crossed nicols, magn. 46x, quartz ribon.



Obr. 6. Drobnozrnná granáticko-biotitická pararula zo Starohorských vrchov (vrt VHR-5), mierka má 10 cm. Granáty tvoria bledosivé zhluky.

Fig. 6. Fine-grained garnet-biotite paragneisses from the Starohorské vrchy Mts. (borehole VHR-5), scale 10 cm. Garnets form light-grey colour clusters.

je granoblastická, pričom zrná dosahujú veľkosť prevažne okolo 0,2 mm. Vnútna štruktúra je jasne usmernená v podobe drobnozrnných biotitov pretiahnutých v líniiach (priem. 0,1 mm). V rovnakom smere sa tiahne aj drobnozrnný agregát značne sericitizovaných plagioklasov. Ten istý smer natiahnutia kopírujú granáty, ktoré sú výrazne rozložené. Kremeň, vyplňajúci voľné miesta po rozpade granátov, vytvára pri pootočení mikroskopického stolíka mozaikovitú štruktúru (obr. 7). V drobnozrnnnej mase



Obr. 7. Mikroštruktúra granáticko-biotitickej pararuly zo Starohorských vrchov (vzorka VHR-5/10P), skrížené nikoly, zv. 46x.

Fig. 7. Microstructure of garnet-biotite paragneisses from the Starohorské vrchy Mts. (sample VHR-5/10P), crossed nicols, magn. 46x.

uprostred granátov sa vyskytujú aj rozložené sericitizované živce, drobnolupeňovité biotity, no aj minerály epidotovo-zoisitovej skupiny. Horninu môžeme pre jej zvýšený obsah biotitov a granátov označiť ako granáticko-biotitickú pararulu s jemnozrnným charakterom. Usmernenie celej vnútornej štruktúry horniny aj rigidných granátov je výsledkom vyššieplotno-plastickej deformácie.

Obsah kremeňa je v niektorých vzorkách VHR1/3P (42,7 m) a VHR-1/4P (100,7 m) vyšší, pričom vytvára ribónovité kryštály (pásiky) s undulóznym zhášaním. Spolu so sludami majú rovnaký priebeh a vo výbruse v reze XZ odrážajú priebeh foliačných plôch. Toto usporiadanie (usmernenie) je charakteristické pre starohorské ruly (para- aj orto-).

Petrogenetická klasifikácia ortorúl a ich protolitov z oblasti Harmanca

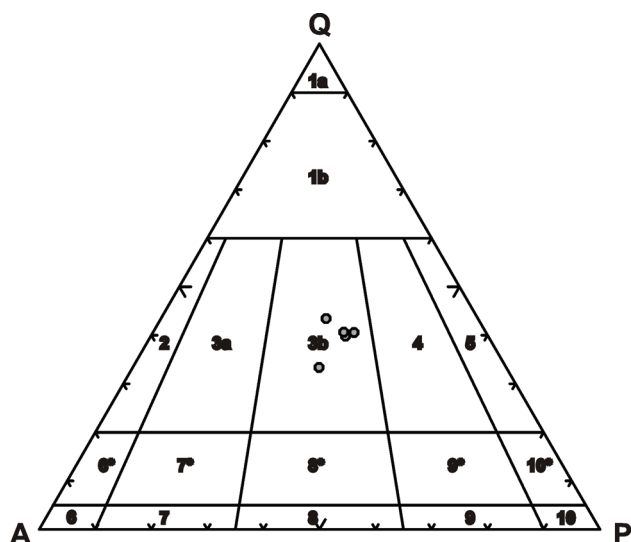
Z vybraných povrchových vzoriek, ktoré boli odobraté pri rekognoskačných mapovacích túrach v širšom okolí Harmanca, sme nechali urobiť celohorninové chemické analýzy. Tieto silikátové analýzy boli vyhotovené v Geo-Ekologických laboratóriách, s. r. o., Turčianske Teplice (tab. 2).

Petrochemický prepočet silikátových analýz vzoriek bol spracovaný v programe „NewPet“. Výsledky petrochemického prepočtu boli vynesené do základného

Tab. 2
Chemické zloženie ortorúl z oblasti Starohorských vrchov
Chemical composition of orthogneisses from the Starohorské vrchy Mts.

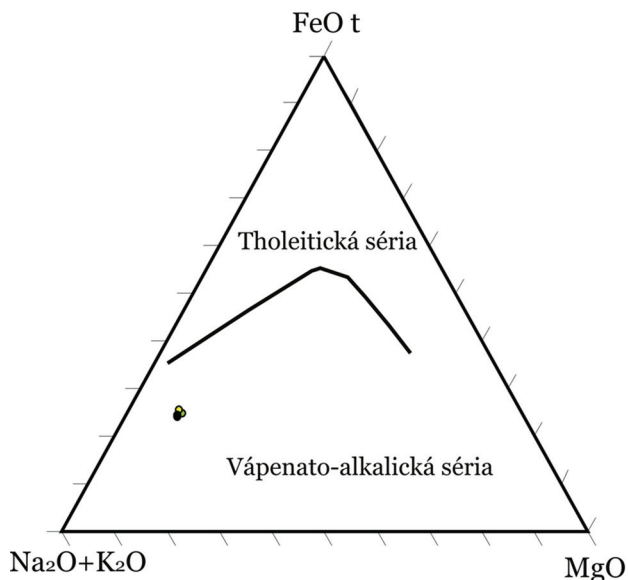
Označ. vz.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻
MH – 72	70,1	0,50	14,24	1,07	2,73	0,05	1,18	1,09	2,37	4,81	0,16	0,08	0,38
MH – 81	70,2	0,58	14,64	0,72	2,87	0,05	1,08	1,17	2,97	4,39	0,15	0,11	0,25
MH – 156	70,1	0,52	14,3	0,91	2,75	0,06	1,12	1,24	2,87	4,62	0,16	1,31	0,23
MH – 56	70,2	0,49	14,41	0,83	2,73	0,05	1,1	1,19	2,83	4,65	0,17	0,18	0,28
MH – 157	74	0,50	14,41	0,86	2,78	0,05	1,12	1,19	2,69	4,81	0,17	1,34	0,27
Priem.	70,93	0,52	14,40	0,88	2,77	0,05	1,12	1,18	2,75	4,66	0,16	0,60	0,28

klasifikačného diagramu QAP (podľa Streckeisen, 1976) a jednoznačne preukázali, že ide o ortoruly, ktorých protolitom boli monzogranity, inklinujúce svojím zložením až ku granodioritom (pozri tab. 2 a obr. 8). Ortoruly zo Starých hôr svojím chemickým zložením poukazujú, okrem spomenutých typov, aj na granodioritovú až tonalitovú



Obr. 8. Klasifikačný diagram QAP podľa Streckeisen (1976) reprezentuje mezonormatívne zloženie študovaných ortorúl. Polia: 3a-syenogranit; 3b-monzogranit, 4-granodiorit.

Fig. 8. Classification diagram QAP according to Streckeisen (1976) represents mesonormative composition of investigated orthogneisses. Fields: 3a-syenogranite; 3b-monzogranite, 4-granodiorite.



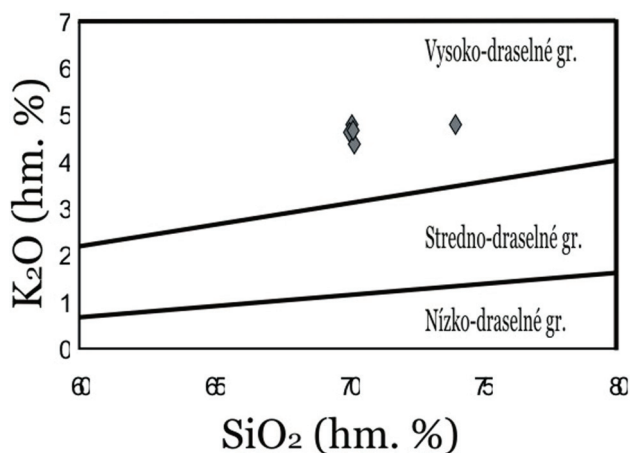
Obr. 9. Ternárny diagram pre pomer $\text{FeO} : \text{MgO} : (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$, dokumentujúci príslušnosť starohorských ortorúl k vápenato-alkalickej sérii magmatických hornín (podľa Irvine a Baragar, 1971).

Fig. 9. Ternary diagram for the ratio $\text{FeO} : \text{MgO} : (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$, illustrates that orthogneisses from the Starohorské vrchy Mts. were the pre-metamorphic calc-alkaline magmatic rocks (according to Irvine and Baragar, 1971).

povahu s peraluminóznym charakterom (Polák et al., 2003b).

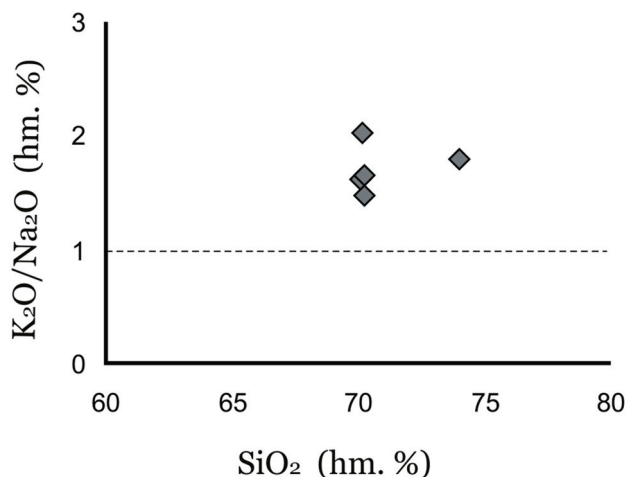
Z ternárneho diagramu (obr. 9) pre pomer $\text{FeO} : \text{MgO} : (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ – (Irvine a Baragar, 1971) – je zrejmé, že pôvodná tavenina, z ktorej vznikli protolity študovaných starohorských ortorúl, patrí do vápenato-alkalickej série magmatických hornín, čo je v súlade s ich minerálnym a petrografickým zložením.

Celkové zmeny v chemizme – okrem SiO_2 – veľmi dobre odráža aj obsah draslíka v hornine. Podľa obsahu K_2O (Peccherillo a Taylor, 1976) možno študované ortoruly zaradiť medzi vysokodraselné granitoidné horniny (pozri tab. 2 a obr. 10). Z diagramu vidieť, že SiO_2 v študovaných ortorulách sa pohybuje okolo 70 hm. % (od 70,06 do 70,24 hm. %, ojedinele 74,01 hm. %) a K_2O medzi



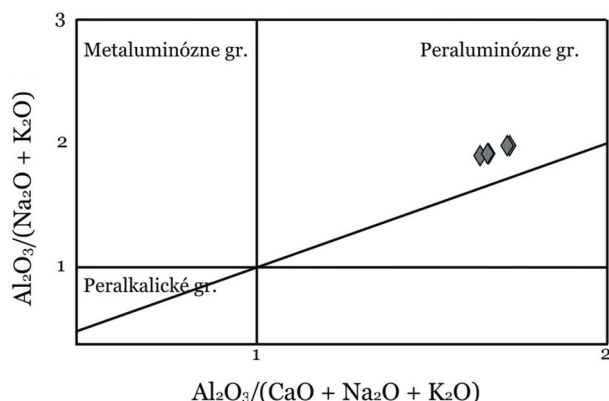
Obr. 10. Diagram K_2O vs. SiO_2 (Peccherillo a Taylor, 1976), dokumentujúci vysokodraselný charakter starohorských ortorúl.

Fig. 10. Diagram K_2O vs. SiO_2 (Peccherillo and Taylor, 1976) illustrates the high-potassium character of orthogneisses from the Starohorské vrchy Mts.



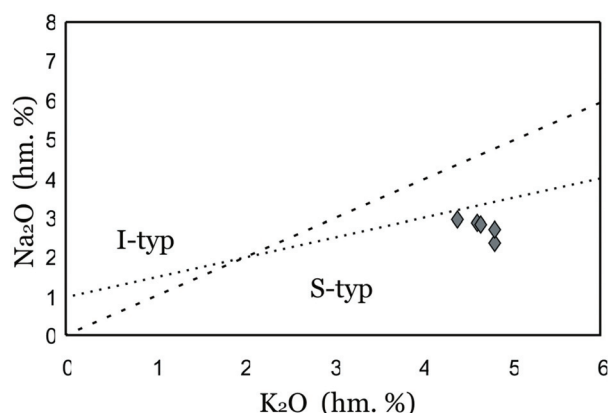
Obr. 11. Diagram $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ vs. SiO_2 , dokumentujúci dominanciu draselných typov študovaných ortorúl, ako aj ich vysokodraselný charakter.

Fig. 11. Diagram $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ vs. SiO_2 illustrates a dominance of the potassium rich orthogneisses among the studied samples, as well as their high-potassium character.



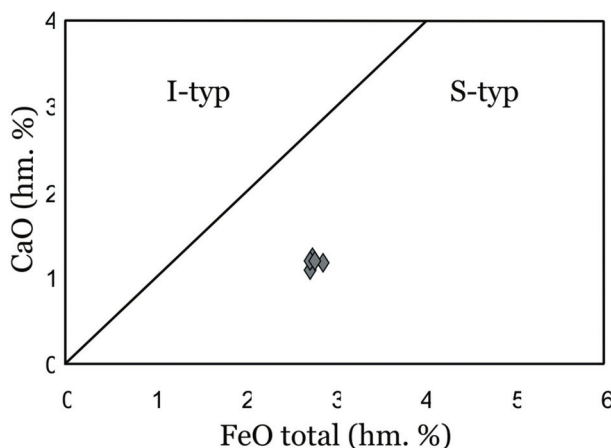
Obr. 12. Diskriminačný diagram A/NK vs. A/CNK (podľa Maniar a Piccoli, 1989) s vyznačenými poliami alkalinity.

Fig. 12. Discrimination diagram A/NK vs. A/CNK (Maniar and Piccoli, 1989) with marked fields of alkalinity.



Obr. 13. Diagram Na_2O vs. K_2O (Chappell a White, 1974), dokumentujúci S-typový charakter pôvodných granitoidných hornín študovaných ortorúl.

Fig. 13. Diagram Na_2O vs. K_2O (Chappell and White, 1974) illustrates the S-type character of granitoid protoliths of studied orthogneisses.



Obr. 14. Diagram CaO vs. FeO celk. (Chappell a White, 1974), dokumentujúci S-typový charakter pôvodných granitoidných hornín starohorských ortorúl.

Fig. 14. Diagram CaO vs. FeO total (Chappell and White, 1974) illustrates the S-type character of granitoid protoliths of orthogneisses from the Starohorské vrchy Mts..

4 – 5 hm. % (od 4,39 do 4,81 hm. %). Vysokodraselný charakter študovaných ortorúl je evidentný, majú vyšší obsah sludnatých minerálov a K-živca.

Typickým znakom tatrických ortorúl v Západných Karpatoch je prevaha K_2O nad Na_2O . Uvedené platí aj pre porfýrické granitoidy, napr. prašivský typ v Nízkych Tatrách (Kohút, 2004). Pomer $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ je pri všetkých študovaných vzorkách starohorských ortorúl >1 (s celkovým priemerom 1,71) a pohybuje sa od 1,48 do 2,03 hm. % (obr. 11).

Plagioklasy, K-živce ani sludy starohorských ortorúl sme nepodrobili špeciálnemu výskumu, no na základe analógie s inými autormi (keďže majú veľmi podobné chemické zloženie) môžeme povedať, že ide o ortoruly podľa klasifikačného diagramu (Debon a Le Fort, 1983) spadajúce do poľa granitov – II. muskoviticko-biotitických (pomer 1 : 1) alebo do poľa I. muskovitických, ojedinele do poľa III. biotitických magmatických hornín (Kohút, l. c.; Majdán, 2003). Podľa An-Ab-Or normatívneho diagramu (Barker, 1979) dokumentuje zloženie živcov zo starohorských ortorúl granitický charakter ich protolitov (Kohút, l. c.).

Na základe výpočtu indexu alkalinity A/CNK (pozri tab. 2) môžeme tvrdiť, že študované ortoruly majú peraluminóznú povahu, čo jasne dokumentuje Shandov index A/CNK s hodnotami od 1,64 do 1,72 (pozri obr. 12), a ich protolity možno priradiť k S-typovým granitom.

Uvedené sme potvrdili na základe typológie granitov (Chappell a White, 1974) pomocou pomeru Na_2O a K_2O (obr. 13), ako aj pomeru CaO a FeO (obr. 14). Z oboch diagramov je zrejmé, že protolity starohorských ortorúl boli S-typové granitické horniny kôrového typu s peraluminóznym charakterom.

Diskusia a závery

Už v minulosti bol vyslovený názor o príslušnosti rulového komplexu Starých hôr ku kryštaliniku tatrika (Kubíny, 1962, 1965) a nie k veporiku, kde by mal podľa iných autorov (Polák et al., 2003b) tvoriť spolu s permom špaňodolinského súvrstvia bazálnu časť krížňanského príkrovu. Podľa Plašienku (2003) toto kryštalinikum patrí do prechodného typu (tzv. fatrický fundament) medzi tatrickým a veporickým kryštalinikom. Pre jeho príslušnosť k tatriku sa však ukazuje niekoľko podporných skutočností:

Rudné asociácie, forma vystupovania, druh a rozsah hydrotermálnej alterácie, štruktúrny vývoj a vzťah k okoliu sú v oblasti Harmanca analógom rudným telesám v Ľumbierskom kryštaliniku (Michálek et al., 2005). Táto zhoda vychádza pravdepodobne z jednotnosti vývoja a príslušnosti kryštalinika, ktoré je podľa viacerých indícií pokračovaním rulových komplexov z južnej časti Ľumbierskych Tatier (Adamija et al., 1992; Petrik et al., 1998).

Tatrikum bolo pri alpínskej orogenéze slabo metamorfne prepracované a metamorfóza sa okrem toho väčšinou prejavila iba vznikom mineralizácie s tzv. alpskou paragenézou. Všadeprítomné a dominantné žily kremeňa metamorfneho pôvodu známe z veporika vystupujú v tatriku len sporadicky, sú odlišnej povahy a pyrotín sa

v nich vyskytuje iba ojedinele v akcesorickom množstve. Zvýšený výskyt pyrotínu je charakteristický pre sulfidické mineralizácie so zlatom vo veporiku, ako výsledok alpínskeho metamorfného prepracovania variských mineralizácií (Ferenc et al., 2004). V Harmanci a okolí obidve veporské domény úplne chýbajú a mineralizácia má typický tatrický charakter. Harmanecká Au mineralizácia by v prípade príslušnosti starohorského kryštalinika k veporiku bola jedinečná (Bakos et al., 2004b).

Tento názor je podporovaný závermi získanými porovnaním ložísk a indícií veporského a dumbierskeho kryštalinika, že rudná mineralizácia v oblasti Harmanca (papierneň) je aj v detailoch analógom rudnej mineralizácie s výskytmi a ložiskami so zlatom tatrického typu (Bakos et al., 2004a, 2004b).

Poukázali sme na štruktúrno-geologické pomery v oblasti Starohorských vrchov – foliácia S₁ plôch rulového komplexu, ktorá je generálne vyvinutá v smere SV – JZ so sklonom 55° k SZ. Tieto zistenia sú v priamej zhode s orientáciou foliačných plôch meraných v iných častiach tatrického fundamentu (Putiš et al., 2003), čo môže znamenať, že boli vyvinuté počas rovnakej orogénnej etapy, resp. vzniku a formovania metamorfného plášťa tatricka v čase umiestňovania mladších granitoidných telies.

Petrograficky sú študované starohorské ortoruly porovnateľné s ortorulami z južnej časti Dumbierskych Tatier, ako aj iných častí tatricka v Západných Karpatoch, napr. Malej Fatry (Majdán et al., 2004). Ich chemické zloženie poukazuje na granitovú – monzogranitovú až granodioritovú povahu protolitov ortorúl, pričom ich môžeme označiť ako S-typové granitické horniny kôrového typu s peraluminóznym charakterom.

Starohorské ortoruly, porovnávané s ortorulami z iných častí tatricka, sú aluminóznou asociáciou kyslých magmatických hornín a ich zdrojom boli drobové alebo drobovo-arkóзовé recyklované kôrové horniny. Na základe komplexného hodnotenia ich však možno začleniť medzi typické predkolízne, prípadne syn-kolízne kôrové kontinentálne granity, ktoré čiastočne „zdedili“ geochemický charakter zo svojich zdrojových hornín (pozri vyššie), vzniknutých na aktívnom vulkanickom oblúku pri subdukcii oceánskej kôry pod kontinentálnu (Kohút, 2004). Tieto felzické, pôvodne magmatické, granitoidné horniny boli strižne dynamicky metamorfované na ortorulové horniny.

Petrografická charakteristika potvrdila opis hornín realizovaný počas dokumentácie vrto v a počas mapovacích túr. V niekoľkých sporných prípadoch mikroskopická charakteristika upresnila petrologické zaradenie opisovaných hornín. Konkrétne ide o granáticko-biotitické ruly, ktoré boli pôvodne mylne označované ako amfibolity. Výskyt samotných amfibolitov sme v študovanej oblasti širšieho okolia Harmanca nepotvrdili.

Odhliadnuc od geografickej polohy (na základe ktorej inklinujú viac k tatrickému ako veporskému fundamentu) a vychádzajúc z vyššie uvedených poznatkov, sa domnievame, že kryštalinikum budované aj študovanými starohorskými ortorulami v oblasti Špania Dolina – Staré Hory – Harmanec jasne dokumentuje afinitu k tatrickému

typu kryštalinika a vznikalo v rovnakom režime a – pravdepodobne – aj čase ako metamorfný plášť iných jadrových pohorí tatricka v Západných Karpatoch.

Podakovanie. Tento článok vznikol na základe výskumu realizovaného počas riešenia úlohy *Rudné uzly na styku kryštalinika a stredoslovenských neovulkanitov* financovanej z prostriedkov MŽP SR. Ďakujeme za cenné rady a pripomienky recenzentovi Dr. M. Kohútovi, ktoré pomohli skvalitniť predkladaný text.

References

- ADAMIJA, S., ABESADZE, M., KEKELIA, M. & TRIMAKURIDZE, G., 1992: Tectonites in the Variscan crystalline assemblages of the Greater Caucasus and Dumbier Massif of Western Carpathians, Spec. Vol. IGCP 276 Project. *Bratislava, GÚDŠ*, 7 – 19.
- BAKOS, F., CHOVAN, M., BAČO, P., BAHNA, B., FERENC, Š., HVOŽDARA, P., JELEŇ, S., KAMHALOVÁ, M., KAŇA, R., KNĚSL, J., KRASNEC, L., KRIZÁNI, I., MAŤO, L., MIKUŠ, T., PAUDITŠ, P., SOMBATHY, L. & ŠÁLY, J., 2004a: Zlato na Slovensku – Spríevodca zlatou históriou, ťažbou a náleziskami na našom území. *Bratislava, Slovenský skauting*, 298 s.
- BAKOS, F., MIKUŠ, T., BIROŇ, A. & VAVROVÁ, J., 2004b: Hydrotermálna Au mineralizácia v Harmanci (Starohorské vrchy). *Bratislava, Miner. Slov.*, 36, 3 – 4, 291 – 302.
- BARKER, F., 1979: Trondhjemite: Definition, environment and hypotheses of origin. In: *Barker, F. (ed.): Trondhjemites, dacites and related rocks. Elsevier (Amsterdam)*, 1 – 12.
- CHAPPELL, B. W. & WHITE, A. J. R., 1974: Two contrasting granite types. *Pacif. Geol. (Tokyo)*, 8, 173 – 174.
- DEBON, F. & LE FORT, P., 1983: A chemical–mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Trans. Roy. Soc. Edinburg, Earth Sciences*, 73, 135 – 149.
- FERENC, Š., BAKOS, F. & MAŤO, L., 2004: Metalogenetický vývoj rudných mineralizácií v severnej a severozápadnej oblasti Sinca, Slovenské rudohorie – veporikum (predbežné výsledky). *Mineralógia Západných Karpát a Českého masívu. Zbor. abstraktov. Bratislava, PF UK*, 25 – 29.
- IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. A., 1971: A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canad. J. Earth Sci.*, 8, 523 – 548.
- KOHÚT, M., 2004: Ortoruly Západných Karpát – prehľad poznatkov. *Bratislava, Miner. Slov.*, 36, 3 – 4, 141 – 155.
- KOUTEK, J., 1937: O tektonickém okně starohorském u Banské Bystrice. *Sbor. Št. ban. Muz. (Banská Štiavnica)*, sv. 1.
- KRAVJANSKÝ, I., 1979: Závěrečná správa Špania Dolina – VP, jižně pokračování, Cu rudy. Stav k 31. 12. 1972. *Manuskript. Bratislava, archiv ŠGÚDŠ*.
- KUBINY, D., 1962: Geologická pozícia starohorského kryštalinika. *Geol. Práce, Zoš.*, 62 s.
- KUBINY, D., 1965: Niektoré poznatky o geológii širšieho okolia Španej Doliny. *Geol. Práce, Spr.*, 37 s.
- MAJDÁN, M., 2003: Ortoruly metamorfného komplexu Malej Fatry: štruktúrno-petrologická charakteristika. [Diplomová práca.] *Manuskript. Bratislava, archiv Katedry min. a petrol. Univ. Komen.*
- MAJDÁN, M., PUTIŠ, M. & ONDREJKA, M., 2004: Orthogneisses of the Veľká Lúka Massif in the Malá Fatra Mts. *Bratislava, Miner. Slov.*, 36, 3 – 4, 157 – 168.
- MANIAR, P. D. & PICCOLI, P. M., 1989: Tectonic discrimination of granitoids. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 101, 5, 635 – 643.
- MICHÁLEK, J., GALKO, I. & MAJDÁN, M., 2005: Rudné uzly na styku kryštalinika a stredoslovenských neovulkanitov, ZS. Regionálny geologický výskum. *Manuskript. Bratislava, archiv ŠGÚDŠ*, 88 s.
- PECCERILLO, A. & TAYLOR, S. R., 1976: Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kostamonu area, northern Turkey. *Contr. Mineral. Petrology*, 58, 63 – 81.

- PETRIK, I. & KOHÚT, M., 1997: The evolution of granitoid magmatism during the Hercynian orogen in the Western Carpathians. In: *Grecula, P., Hovorka, D. & Putiš, M. (eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Bratislava, Miner. Slov., Monograph., 235 – 252.*
- PETRIK, I., SIMAN, P. & BEZÁK, V., 1998: Granitoidný protolit ortorúl dumbierskej časti Nízkych Tatier – distribúcia bária v megakrystoch K živca. *Bratislava, Miner. Slov., 30, 4, 265 – 274.*
- PLAŠIENKA, D., 2003: Development of basement-involved fold and thrust structures exemplified by the Tatric-Fatric-Veporic nappe system of the Western Carpathians (Slovakia). *Geodinamica Acta, 16, 21 – 38.*
- POLÁK, M., FILO, I., HAVRILA, M., BEZÁK, V., KOHÚT, M., KOVÁČ, P., VOZÁR, J., MELLO, J., MAGLAY, J., ELEČKO, M., OLŠAVSKÝ, M., PRISTAŠ, J., SIMAN, P., BUČEK, S., HÓK, J., RAKÚS, M., LEXA, J. & ŠIMON, L., 2003a: Geologická mapa Starohorských vrchov, Čierťaž a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. *Bratislava, ŠGÚDŠ, Vyd. D. Štúra.*
- POLÁK, M., FILO, I., HAVRILA, M., BEZÁK, V., KOHÚT, M., KOVÁČ, P., VOZÁR, J., MELLO, J., MAGLAY, J., ELEČKO, M., VOZÁROVÁ, A., OLŠAVSKÝ, M., SIMAN, P., BUČEK, S., SIRAŇOVÁ, Z., HÓK, J., RAKÚS, M., LEXA, J., ŠIMON, L., PRISTAŠ, J., KUBEŠ, P., ZAKOVIČ, M., LIŠČÁK, P., ŽÁKOVÁ, E., BOOROVÁ, D. & VANÉKOVÁ, H., 2003b: Vysvetlivky ku geologickej mape Starohorských vrchov, Čierťaž a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. *Bratislava, ŠGÚDŠ, Vyd. D. Štúra, 218 s.*
- PUTIŠ, M., KOTOV, A. B., PETRIK, I., KORIKOVSKY, S. P., MADARÁS, J., SALNIKOVA, E. B., YAKOVLEVA, S. Z., BEREZHNYAYA, N. G., PLOTKINA, Y. V., KOVACH, V. P., LUPTÁK, B. & MAJDÁN, M., 2003: Early-vs. Late orogenic granitoids relationships in the Variscan basement of the Western Carpathians. *Geol. Carpath., 54, 3, 163 – 174.*
- STRECKEISEN, A., 1976: To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. Rev. (Amsterdam), 12, 1 – 33.*
- VOZÁROVÁ, A. & VOZÁR, J., 1988: Late Paleozoic in West Carpathians. *Bratislava, GÚDŠ, Monogr., 314 p.*

Rukopis doručený 9. 5. 2011

Revidovaná verzia doručená 7. 6. 2011

Rukopis akceptovaný red. radou 13. 9. 2011

Contribution to the knowledge of orthogneisses from the contact of the Kremnické vrchy Mts., Starohorské vrchy Mts. and Veľká Fatra Mts. (Western Carpathians, Slovakia)

The studied area is located near the city Harmanec in Slovakia (Western Carpathians), northward or northwestward from the city Banská Bystrica (Fig. 1). It represents the contact area among neovolcanites of the Kremnické vrchy Mts., crystalline complex of the Starohorské vrchy Mts. and sequences of the Veľká Fatra Mts. This paper is based on the results of prospection of potential occurrence of gold deposit and surrounded rocks in the mentioned area (Michálek et al., 2005).

Our aim is to describe the basic knowledge about tectonic, geological, petrological, mineralogical and geochemical character of gneisses from the Paleozoic crystalline complex of the Starohorské vrchy Mts..

The basement of crystalline complex of the Starohorské vrchy Mts. is built by gneiss complex (orthogneisses, paragneisses and garnet-biotite gneisses) in two parts: the first part is along the Starohorský brook (Vozná valley, Zlatý brook, Malá Medvedia valley, Andrášova valley, Malé a Veľké Lelekovo) and the second part around Harmanec.

The biggest part of the area is built by the Permian rocks the Staré Hory Group: Špania dolina Formation – variegated conglomerates, coarse-grained sandstones, violet sandy shales and of the Harmanec Member – grey argillaceous sandstones and sandy shales with bitumen (Vozárová and Vozár, 1988). The rest of the studied area is built by the Lower Triassic rocks: the Lúžna Formation – quartz sandstones, quartzites. The formations of the Kremnické vrchy Mts. are represented by volcanic rocks: Neogene Turček Formation – dykes of pyroxenic andesites and lava flows of leucocratic andesites (Polák et al., 2003b).

Structural and tectonic setting of the studied area demonstrates the mylonitic foliations of (ortho- and also para-) gneisses bodies of NE–SW to NNE–SSW trends with dipping toward NW. The main trend of foliation planes is 304/60° or 344/35° (Figs. 2 and 3). These results correspond with the results from other parts of Tatric fundament in the Western Carpathians (e.g. Putiš et al., 2003; Majdán et al., 2004).

The contact of the Starohorské vrchy crystalline complex with Permian sequences of Špania dolina Formation is tectonic. It has been confirmed in the borehole VHL-1 (Michálek et al., 2005), where the Permian of Špania dolina Formation is in discordant position on the Lower crystalline complex of the Starohorské vrchy Mts..

The texture of orthogneisses is from coarse-grained to lepidogranoblastic, deformed by bulks of biotite and phenocrysts of potassium feldspar (up to few cm). The colour of studied orthogneisses is grey or lightgrey with mylonitic banded or augen-banded structure (Figs. 4 and 5).

Petrochemical character of orthogneisses from the Starohorské vrchy Mts. is defined in classification QAP diagram (according to Streckeisen, 1976). Obviously, orthogneisses near the city Harmanec (the Starohorské vrchy Mts.) whose protoliths were monzogranites, almost granodiorites (Tab. 1 and Fig. 8) with peraluminous character have higher content of potassium (Figs. 10 and 12). Our geochemical data are in accordance with results from Kohút (2004).

The pre-metamorphic protoliths are classified as calc-alkaline magmatic rocks (Fig. 9), especially S-type granites

– crustal types with peraluminose character (Figs. 13 and 14).

The occurrence of crystalline rocks – the gneiss complex (paragneisses, garnet-biotite gneisses and orthogneisses) is in the position of tectonic window (Koutek, 1937). We support the statement presented by other authors (Polák et al., 2003b), that Starohorské vrchy crystalline complex is part of the Tatric Unit of the Western Carpathians and not the Veporic Unit – in the fundament of the Križna nappe. According to Plašienka (2003), this crystalline complex is a part of the Tatric basement, intermediate type between the Tatric and Veporic crystalline complexes.

Following arguments support that crystalline complex (with studied orthogneisses) is a part of the Tatric Unit:

Ore deposits with gold in other parts of the Tatric Unit are genetically very similar to occurrences of gold in the Starohorské vrchy Mts., especially near the city Harmanec (Bakos et al., 2004a, 2004b). Mineral composition, form,

type of hydrothermal alteration, structural genesis of ore deposits and their relationship to host rocks are analogous to the ore deposits in the Ďumbier crystalline complex (the Nízke Tatry Mts. – the Tatric Unit).

Orthogneisses from the Starohorské vrchy Mts. have very similar character like orthogneisses described from southern part of the Ďumbier massif – Nízke Tatry Mts. (Adamija et al., 1992; Petřík et al., 1998).

The attacked rocks of the Tatric Unit have been weakly changed by the low-grade metamorphism during the Alpine orogenesis. New mineral composition is typical for the Tatric ore deposits, not for the Veporic ones.

Consequently, we support the following interpretation: orthogneisses from the Starohorské vrchy Mts. illustrate the affinity to the Tatric Unit crystalline complex and have originated in the same geological regime and probably in the same time as other Tatric core-mantle structures in the Western Carpathians.