ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXVIII (2003): 167–175, 2003

PŘÍSPĚVEK K POZNÁNÍ PROVENIENCE VALOUNŮ VE SLEPENCÍCH SVRCHNOVISÉSKÉHO STÁŘÍ NA DRAHANSKÉ VRCHOVINĚ: IV. GRANÁTICKÝ SVOR S TURMALÍNEM

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF PROVENENCE OF PEBBLES FROM THE UPPER VISÉEAN CONGLOMERATES IN THE DRAHANY UPLANDS: IV. GARNET MICA-SCHIST WITH TOURMALINE

RENATA ČOPJAKOVÁ & MILAN NOVÁK

Abstract

Čopjaková, R., Novák, M. (2003): Příspěvek k poznání provenience valounů ve slepencích svrchnovisésského stáří na Drahanské vrchovině: IV. Granátický svor s turmalínem. – Acta Musei Moraviae, Sci. Geol., 88: 167–175 (with English summary).

Contribution to the knowledge of provenance of pebbles from the Upper Viséean conglomerates in the Drahany Uplands: IV. Garnet mica-schist with tourmaline.

The pebbles of garnet mica-schist with tourmaline from Račice and Luleč Conglomerates, Drahany Upland were studied using mineralogical and petrological methods. Mineral assemblage, chemical composition of garnet and tourmaline is similar to those from the Olešnice Group of the Svratka Dome and Mica-schist Zone. The pebbles of garnet mica-schist present the evidence for input of clastic material from Svratka Dome and Mica-schist Zone into Culm sedimentary basin.

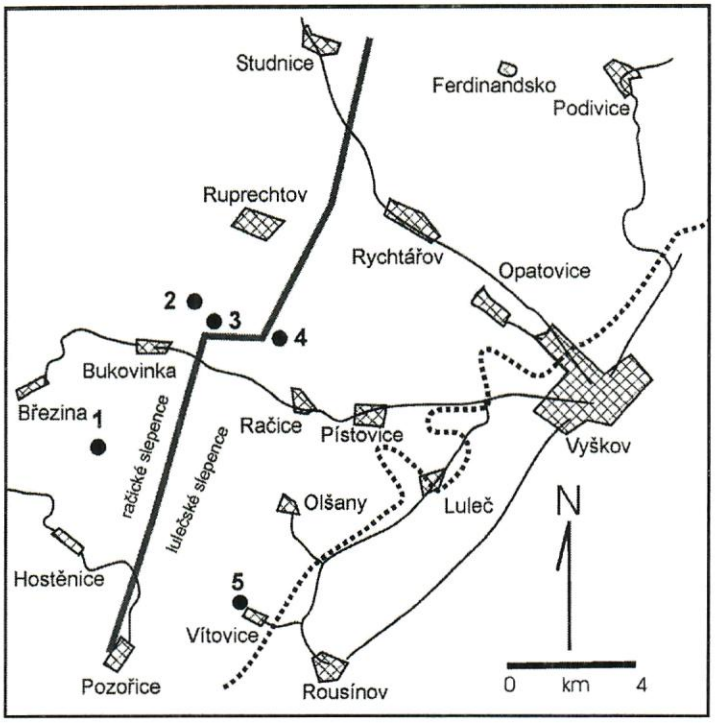
Key words: Garnet mica-schist, garnet chemistry, tourmaline chemistry, provenance, Račice and Luleč Conglomerates, Drahany Culm, Czech Republic

Renata Čopjaková, Department of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: renatkacop@seznam.cz

Milan Novák, Department of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: mnovak@sci.muni.cz

Úvod

Kulmské sedimenty Drahanské vrchoviny představují mohutný komplex drob, břidlic a slepenců. Hojný výskyt slepenců je charakteristický zejména pro nejmladší svrchnovisésské sedimenty myslejovického souvrství. Jedná se o polymiktní hrubozrnné slepence, v nichž se vyčleňují starší slepence račické a mladší lulečské. Ve valounovém materiálu těchto slepenců dominují metamorfované horniny, obzvláště různé typy leukokrátních migmatitů, dále granulity, biotitické a sillimanit-biotitické ruly, méně granátické ruly, svory, kvarcity, různé typy břidlic a mramory. Z magmatických hornin jsou zastoupeny především různé typy granitů až metagranitů, durbachity, ryolity, dacity



Obr. 1. Schematická mapa lokalit volounů granátických svorů v račických a lulečských slepencích (upraveno podle HOUZARA a NOVÁKA 2002). 1 – údolí Malé Říčky 9; 2 – Rakovecké údolí 3; 3 – Rakovecké údolí 4; 4 – Rakovecké údolí 5; 5 – Vítovice; tečkovaně = hranice paleozoických sedimentů; hranice račických a lulečských slepenců podle ŠTELCLA (1960), v severní části území upraveno podle nepublikovaných dat (MN).

Fig. 1. Sketch map of localities of garnet mica-schist in the Račice and Luleč Conglomerates (modified according to HOUZAR and NOVÁK 2002). 1 – Malá Říčka Valley 9; 2 – Rakovec Valley 3; 3 – Rakovec Valley 4; 4 – Rakovec Valley 5; 5 – Vítovice; dotted line = border of Paleozoic sediments; the border between the Račice and Luleč Conglomerates is according to ŠTELCL (1960), in the northern part modified according to unpublished data of MN.

a andezity. V malé míře k nim přistupují valouny sedimentárních hornin drob, břidlic a vápenců především v račických slepencích.

Petrografickému studiu slepenců Drahanské vrchoviny, jejich valounovému složení a možné provenienci se věnoval hlavně ŠTELCL (1960, 1962, 1965, 1969). Původ klastického materiálu vidí v oblasti krystalinika Českomoravské vrchoviny (moldanubikum, svratecké krystalinikum, moravská svorová zóna, moravikum, třebíčský masív), Železných hor, devonu Moravského krasu a sedimentárního pokryvu brněnského masívu a Moravského krasu.

V posledních letech se problematikou původu valounů ve slepencích Drahanské vrchoviny zabývá řada autorů. Základní petrografické studium výbrusů doplnili detailním studiem chemického složení hornin a jejich minerálů a jeho srovnáním s chemismem hornin v možných snosových oblastech (TOMÁŠKOVÁ a PŘICHYSTAL 1995, HOUZAR a NOVÁK 2002). Někteří se zaměřili na valouny neobvyklých hornin, jejichž výskyt je v současném erozním řezu Českým masívem ojedinělý a/nebo specifický pro určitou geologickou jednotku (VRÁNA a NOVÁK 2000, KOTKOVÁ et al. 2001, HOUZAR a NOVÁK 2001, 2002, BURIÁNEK a NOVÁK 2002).

Valouny muskovitických svorů s akcesorickým turmalínem (bez granátu) v račických a lulečských slepencích uvádí již ŠTELCL (1960). Během soustavného terénního studia bylo autory nalezeno několik valounů granátických svorů, jak v račických, tak v lulečských slepencích (obr. 1). Detailní mineralogické a petrografické studium vybraných valounů a jejich srovnání se svory z možných snosových oblastí je předmětem této práce.

Lokalizace a popis granátických svorů

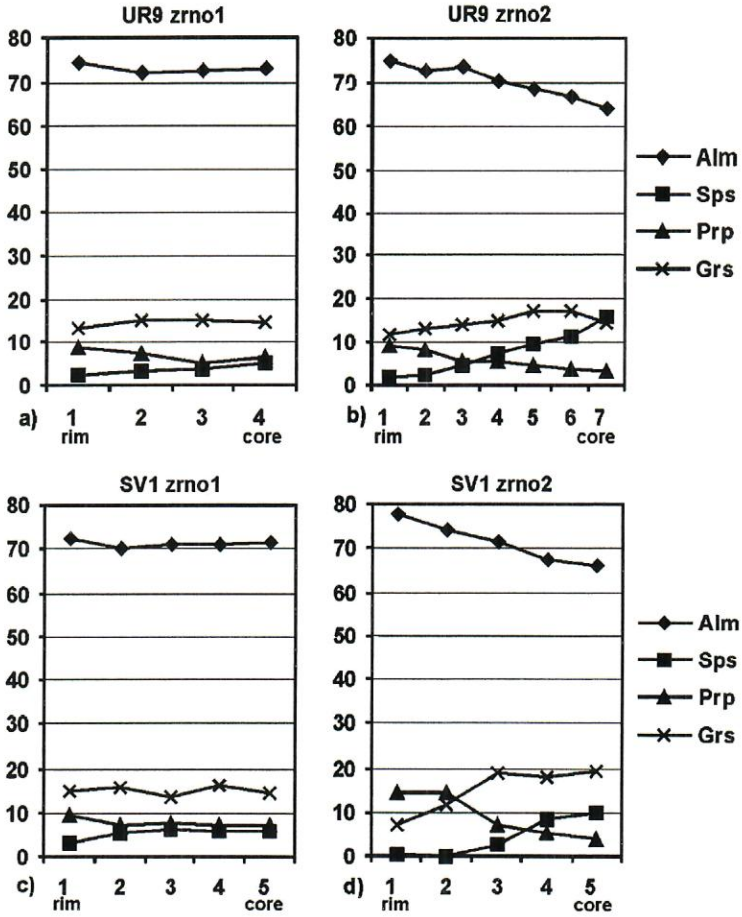
Studované vzorky valounů granátických svorů pocházejí z lokality UR9 – údolí Malé Říčky 9 (49°16,13' sš 16°47,09' vd) vzdálené 2,8 km SSV od rozcestí Hádek a z lokality RK5 – Rakovecké údolí 5 (49°17,88' sš 16°51,85' vd) ležící pod zříceninou hradu Račice asi 2,5 km SSZ od Račic. V prvém případě se jedná o mohutné skalní defilé račických slepenců, v jehož valounovém materiálu dominují biotit-muskovitické a biotitické ruly, dále jsou přítomny vulkanity, granitoidní horniny, křemen, droby, břidlice, kvarcity, vápence, svory a fylity. Druhá lokalita představuje drobné výchozy lulečského slepence, v jehož valounovém materiálu výrazně převažují leukrokrátní biotitické ruly, granitoidy, světlé granátické granulity a granát-biotitické ruly, valouny svorů jsou pouze ojedinělé.

Valouny granátických svorů jsou šedé barvy se stříbřitým leskem a výraznou foliací. Jsou středně zrnité a mají lepidoblastickou strukturu s četnými porfyroblasty granátů o velikosti 1–3 mm. Základní tkáň je tvořena převážně křemenem a muskovitem, dále je přítomen v menším množství biotit, turmalín a plagioklas. Z akcesorických minerálů se vyskytují rutil, ilmenit a zirkon. Křemenné pásky složené z drobných zrn se střídají s pásky tvořenými převážně slídami a turmalínem. Tabulky muskovitu o obvyklé délce 0,5–3 mm jsou uspořádány subparalelně s foliací, v malé míře jsou přítomny k foliaci příčně rostlé muskovity. Biotit je v malém množství zastoupen v základní tkáni a dále vytváří retrográdní lemy kolem některých porfyroblastů granátů. Sloupečkovité turmalíny (obvyklý řez kolmo na osu c) mají ve výbrusech typickou zelenohnědou (khaki) barvu v některých případech jsou v jádru namodralé.

Granátické svory s turmalínem jsou v rámci možných snosových oblastí Českého masívu poměrně hojně rozšířeny. Jejich hlavní výskyt se váže zejména na oblast svrateckého, poličského a letovického krystalinika, moravské svorové zóny a moravika. Podrobněji bylo pro srovnávací účely studováno několik vzorků granátických svorů s turmalínem z olešnické skupiny a moravské svorové zóny. Vzorek SV1 (lokalita Olešnice, olešnická skupina) obsahuje porfyroblasty granátu 1–2 mm velké, v základní tkáni dominuje křemen a muskovit výrazně nad biotitem a drobnými sloupečky turmalínu; vzorek SV4 (lokalita Bolešín, moravská svorová zóna) obsahuje porfyroblasty granátu 1–3 mm velké, v základní tkáni převažuje rovněž křemen a muskovit nad biotitem a sloupečkovitým turmalínem; vzorek SV2 (lokalita Dolní Čepí, olešnická skupina) je muskovit-biotitický svor s turmalínem, v jehož základní tkáni dominuje křemen a biotit nad muskovitem a drobnými sloupečky turmalínu.

Metodika

Analýzy chemického složení vybraných minerálů byly provedeny na skenovacím elektronovém mikroskopu CamScan 4DV s připojeným ED analyzátorem LINK AN 10 000, katedra mineralogie, petrologie a geochemie PřF MU v Brně (urychlovací napětí 20 kV, proud svazku 0,5 nA, bezstandardová analýza, ZAF korekce, analytik R. Čopja-



Obr. 2. Zastoupení jednotlivých komponent na profilech zrn granátů (okraj – střed). a) valoun UR9, zrno 1; b) valoun UR9, zrno 2; c) olešnická skupina, vzorek SV1, zrno 1; d) olešnická skupina, vzorek SV1, zrno 2.

Fig. 2. Proportions of the garnet components through the garnet grains (rim – core). a) pebble UR9, grain 1; b) pebble UR9, grain 2; c) Olešnice Group, sample SV1, grain 1; d) Olešnice Group, sample SV1, grain 2.

ková). Obsah Fe_2O_3 u granátů byl dopočítán podle valenčního vyrovnání programem Mincalc. Analýzy granátů byly přepočteny na šest koncových členů (almandin, spessartin, pyrop, grosulár, andradit, Ti grosulár) programem Mincalc. Analýzy turmalínů byly přepočteny pomocí programu Formula na 24,5 aniontů.

Chemické složení granátu a turmalínu

Granáty svorových valounů odpovídají grosulár-almandinům s proměnlivým zastoupením pyropové a spessartinové molekuly $Alm_{64-79}Grs_{12-18}Prp_{3-11}Sps_{0-16}Andr_{0-3}$. Granáty jsou chemicky homogenní, bez výraznější zonálnosti (obr. 2a; tab. 1 vzorek RK5z1, UR9z2) nebo je u nich patrná prográdní zonálnost charakterizovaná nárustem almandinové a pyropové a poklesem spessartinové a grosulárové komponenty směrem k okraji zrna (obr. 2b; tab. 1 vzorek UR9z1).

Tabulka 1. Chemické složení granátů z valounů a svorů olešnické skupiny a svorové zóny.
Table 1. Chemical composition of garnets from pebbles and mica-schist of the Olešnice Group and mica-schist Zone.

	RK5 zrno 1 okraj	RK5 zrno 1 střed	UR9 zrno 1 okraj	UR9 zrno 1 střed	UR9 zrno 2 okraj	UR9 zrno 2 střed	SV1 zrno 1 okraj	SV1 zrno 1 střed	SV1 zrno 2 okraj	SV1 zrno 2 střed	SV4 zrno 1 okraj	SV4 zrno 1 střed
SiO_2	37,15	36,64	36,44	36,41	37,31	37,64	39,36	37,44	38,24	37,17	37,79	35,72
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	21,43	21,30	20,33	20,13	21,35	21,09	22,80	21,41	21,83	20,94	21,37	20,60
FeO	32,99	32,20	33,39	27,99	33,82	32,90	32,26	30,71	34,01	28,61	32,40	27,49
MnO	0,28	0,34	0,84	6,87	1,03	2,14	0,39	2,47	0,26	4,23	0,00	5,22
MgO	2,63	2,07	2,24	0,72	2,22	1,57	2,70	1,70	3,49	1,03	3,00	0,56
CaO	5,28	6,39	4,78	5,60	5,12	5,50	5,72	5,39	2,50	6,70	5,00	7,32
Total	99,76	98,94	98,01	97,95	100,85	100,84	103,29	99,24	100,34	98,79	99,93	97,06
Alm	73,8	72,4	74,9	64,0	74,3	73,1	72,0	71,2	77,8	66,0	73,4	63,6
Spes	0,6	0,8	2,0	16,2	2,3	4,9	0,9	5,8	0,6	9,9	0,0	12,3
Pyr	10,5	8,3	9,1	3,0	8,8	6,3	10,7	7,0	14,2	4,2	12,1	2,3
Gros	15,1	18,2	11,8	14,6	13,4	14,8	16,4	16,0	7,3	19,5	14,5	21,5
Andr	0,0	0,3	2,2	1,6	1,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,3

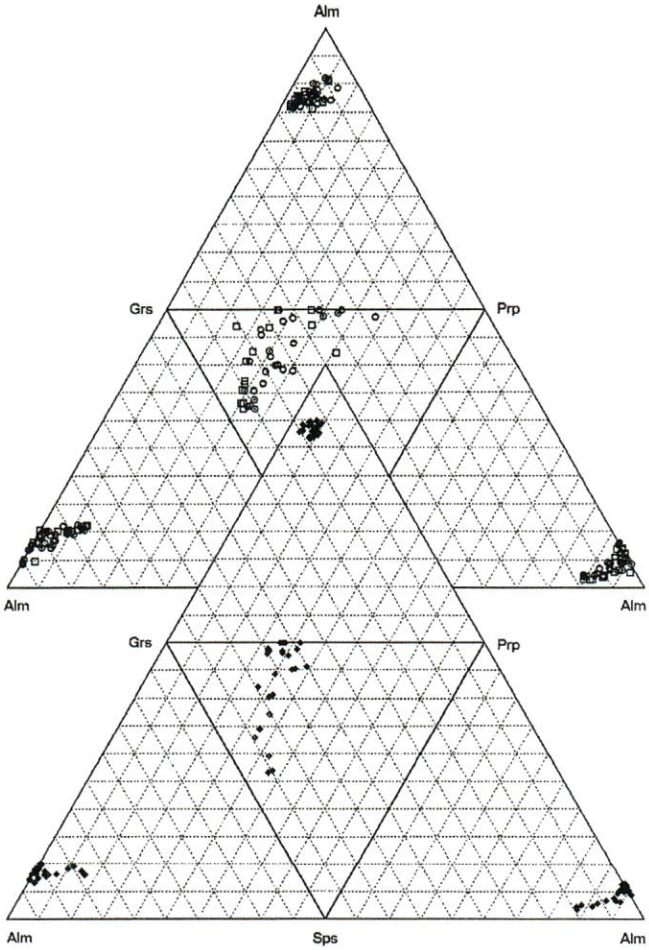
Turmalíny ze svorových valounů vykazují poměrně homogenní chemické složení, pouze u některých zrn byl zachycen při okraji lem odlišného složení (tab. 2; vzorek RK5). Z diagramu (obr. 4a) je patrné, že se jedná o dravity s úzkým rozsahem Fe/Mg. Obsah Ti kolísá od 0,03–0,17 apfu Ti. Obsahy Mn, Zn, V jsou ve všech případech pod mezí detekce. Pozice Z vykazuje mírný deficit Al, průměrně 5,9 apfu Al. Pozice X (obr. 4b) je jen slabě vakantní, do 0,12 pfu a dominujícím kationtem je Na. Obsah Ca je velmi nízký, průměrně kolem 0,05 apfu Ca. Ve srovnání s homogenním jádrem má okraj turmalínů v některých případech vyšší obsah Al, větší vakanci v pozici X a nižší obsah Fe a Na, což může ukazovat na substituci $\square Al\ Na_{-1}Fe^{2+}_{-1}$.

Diskuse provenience valounů granátických svorů

Granátické svory s turmalínem jsou v rámci možných snosových oblastí Českého masívu rozšířeny zejména v oblasti svrateckého, poličského a letovického krystalinika, moravské svorové zóny a moravika, i když jejich zrnitost poněkud kolísá, a téměř chybí v moldanubiku, resp. ve východní části moldanubika. V diskusi o provenienci byly použity vlastní analýzy granátů a turmalínů z valounů a z některých geologických jednotek doplněné o převzaté analýzy z potenciálních snosových oblastí (BATÍK a FEDIUKOVÁ 1992, TICHÝ 1992, PYTLÍKOVÁ 1994, NĚMEČKOVÁ 1997, BURIÁNEK 1999).

Minerální asociace granátických svorů z valounů Qtz + Ms + Gr + Bt + Tur + Plg je běžná i v granátických svorech všech uvedených geologických jednotek, i když množství jednotlivých minerálů kolísá v relativně širokém rozpětí, např. poměr muskovitu a biotitu. Z tohoto důvodu není dobře využitelná pro diskusi provenience,

Složení granátů svorů svrateckého, poličského krystalinika a šafovské a lukovské skupiny dyjské klenby odpovídá převážně almandinům se zvýšenými obsahy pyropové komponenty a nízkými obsahy grosuláru, typické granáty těchto jednotek mají složení $Alm_{74-88}Prp_{8-15}Sps_{1-8}Grs_{1-6}$. Granáty ze svorů letovického krystalinika odpovídají spessartin-grosulár-almandinům, ve srovnání s granáty valounů vykazují nižší obsah almandinové a grosulárové komponenty a vyšší obsah spessartinové a pyropové komponenty. Ve svorech olešnické skupiny moravika, moravské svorové zóny (obr. 3; tab. 1) a svinovsko-vranovského krystalinika, které však NĚMEČKOVÁ a BABŮREK (1999) pova-

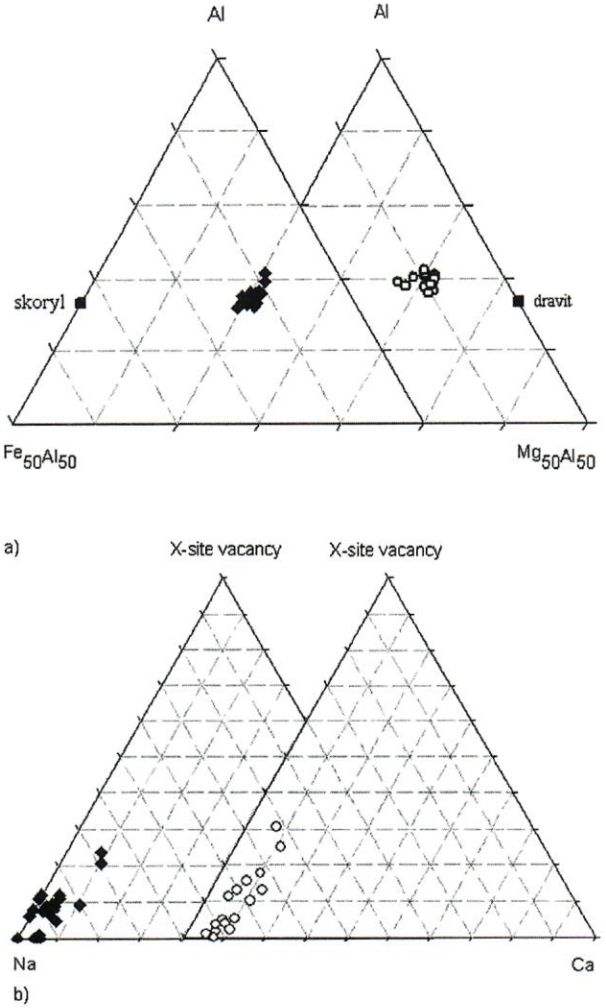


Obr. 3. Srovnání chemického složení granátů zobrazených v rozložených tetraedrech A (almandin + andradit), S (spessartin), P (pyrop) and G (grosulár). a) svory olešnické skupiny a svorové zóny; prázdné kolečko – vzorek SV1, olešnická skupina; kolečko s tečkou – olešnická skupina, TICHÝ (1992); prázdný čtverec – vzorek SV4, svorová zóna; b) valouny RK5 a UR9.

Fig. 3. Comparison of garnet compositions on A (almandine + andradite), S (spessartine), P (pyrope) and G (grossular) disassembled tetrahedron diagrams. a) mica-schists of the Olešnice Group and Mica-schist Zone; empty circle – sample SV1, Olešnice Group; circle with dot – Olešnice Group, TICHÝ (1992); empty square – sample SV4, Mica-schist Zone; b) pebbles RK5 and UR9.

žují za ekvivalent olešnické skupiny jsou přítomny grosulár-almandiny se složením $Alm_{63-79}Grs_{9-20}Prp_{2-13}Sps_{0-14}Andr_{0-3}$. V případě svorů olešnické skupiny jsou přítomna jak homogenní zrna granátů (obr. 2c), tak granáty s typicky vyvinutou prográdní zonálností, projevující se nárustem almandinové a pyropové a poklesem spessartinové a grosulárové komponenety směrem k okraji zrna (obr. 2d). V granátech ze svorových valounů bylo zjištěno složení i zonálnost velmi dobře odpovídající granátům ze svorů olešnické skupiny a moravské svorové zóny.

Chemické složení turmalínů valounů svorů je dobře srovnatelné se složením turmalínů z granátických svorů olešnické skupiny. Turmalíny z granátických svorů olešnické



Obr. 4. Srovnání chemického složení turmalínů. a) Al–Fe(tot)–Mg diagram; b) Na–Ca–vakance diagram. Plný kosočtverec – valoun RK5; prázdné kolečko – vzorek SV1, olešnická sk.

Fig. 4. Comparison of tourmaline compositions. a) Al–Fe(tot)–Mg diagram; b) Na–Ca–X-site vacancy diagram. Full rhombus – pebble RK5; empty circle – sample SV1, Olešnice Group.

skupiny (tab 2; vzorek SV1) jsou poměrně homogenní, bez výraznější zonálnosti (obr. 4a a 4b), směrem k okraji zrn je patrný slabý nárust Al a vakance a pokles Na a Fe, případně Mg. Turmalíny muskovitických svorů bez granátu z olešnické skupiny se liší poněkud vyšším obsahem Ca (v průměru 0,16 apfu Ca) (tab. 2; vzorek SV2). Nízké obsahy Ca v turmalínech z granátických svorů mohou být ovlivněny přednostním zabudováním Ca do struktury granátu, ale mohou také odrážet různý stupeň metamorfózy.

Minerální asociace, chemické složení granátů a turmalínů svorových valounů ukazuje velmi dobře na úzký vztah ke svorům olešnické skupiny a moravské svorové zóny. Z petrografického popisu granátických svorů olešnické skupiny a moravské svorové zóny a chemického složení granátů je patrná jejich nápadná podobnost a lze tedy usuzovat na obdobný protolit a metamorfní vývoj. Rozlišení svorů těchto dvou jednotek na zákla-

Tabulka 2. Chemické složení turmalínů z valounů a svorů olešnické skupiny.
Table 2. Chemical composition of tourmalines from pebbles and mica-schist of the Olešnice Group.

	RK5 zrno 1 okraj	RK5 zrno 1 střed	RK5 zrno 2 okraj	RK5 zrno 2 střed	SV1 zrno 1 okraj	SV1 zrno 1 střed	SV1 zrno 2 okraj	SV1 zrno 2 střed	SV2 zrno 1 okraj	SV2 zrno 1 střed	SV2 zrno 2 okraj	SV2 zrno 2 střed
SiO_2	34,31	36,01	35,81	35,74	34,77	36,00	34,54	36,02	35,28	34,86	35,66	34,89
TiO_2	0,25	0,51	0,71	1,22	0,85	0,88	0,70	1,07	0,53	0,45	0,47	0,62
Al_2O_3	30,48	30,02	31,91	29,23	30,41	30,24	30,72	30,72	29,43	29,19	30,20	28,77
Cr_2O_3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO_{tot}	5,79	7,31	5,65	7,68	5,69	5,91	5,57	7,89	6,83	7,11	7,54	7,52
MgO	7,26	7,16	7,25	7,21	6,80	7,78	6,70	6,47	7,58	7,72	7,22	7,60
CaO	0,46	0,13	0,57	0,27	0,52	0,28	0,60	0,36	1,14	0,81	0,83	0,95
Na_2O	2,01	2,76	2,15	2,88	2,11	2,90	1,91	2,49	2,30	2,18	2,33	1,93
K_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	80,56	83,90	84,05	84,23	81,26	83,99	81,02	85,02	83,30	82,32	84,25	82,28
Si^{4+}	5,96	6,07	5,96	6,03	5,99	6,02	5,96	6,00	6,00	6,00	6,00	6,02
Ti^{4+}	0,03	0,07	0,09	0,16	0,11	0,11	0,09	0,13	0,07	0,06	0,06	0,08
Al^{3+}	6,24	5,96	6,25	5,81	6,18	5,96	6,25	6,03	5,90	5,92	5,99	5,85
Cr^{3+}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe^{2+}	0,84	1,03	0,79	1,08	0,82	0,83	0,80	1,10	0,97	1,02	1,06	1,08
Mg^{2+}	1,88	1,80	1,80	1,81	1,75	1,94	1,72	1,61	1,92	1,98	1,81	1,95
Ca^{2+}	0,09	0,02	0,10	0,05	0,10	0,05	0,11	0,06	0,21	0,15	0,15	0,18
Na^{+}	0,68	0,90	0,69	0,94	0,71	0,94	0,64	0,81	0,76	0,73	0,76	0,65
K^{+}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vacancy	0,24	0,08	0,21	0,01	0,17	0,01	0,25	0,13	0,03	0,12	0,09	0,18

dě sledovaných charakteristik je zatím nemožné. Přítomnost hornin olešnické skupiny či moravské svorové zóny ve valounech slepenců Drahanské vrchoviny potvrzují i HOUZAR a NOVÁK (2002). Valouny kalcitických mramorů uvádějí však pouze z lulečských slepenců, v račických dosud zjištěny nebyly, zatímco svory známe z obou jednotek.

Poděkování

Práce byla vypracována s finanční podporou GAČR (grant č. 205/99/0567) a Záměru (CEZ: J07/98: 143100003). Autoři děkují S. Houzarovi za kritické pročtení rukopisu a zapůjčení vzorku muskovit-biotitického svoru z Dolního Čepí (SV2) a R. Škodovi za pomoc při terénních pracích.

SUMMARY

The mineral assemblage of mica-schist pebbles includes common muscovite, quartz, garnet, tourmaline, biotite and accessory rutile, ilmenite and zircone. Garnet composition corresponds to grossular-almandine with variable amount of spessartine and pyrope components. Tourmaline presents dravite with narrow range of Fe/Mg. The mineral assemblage, chemical composition of garnet and tourmaline are very similar to those of mica-schist in the Olešnice Group and Mica-schist Zone but distinct from mica-schist from the Polička and Svratka Crystalline Unit and Thaya Dome.

LITERATURA

BURIÁNEK, D., 1999: Metamorfní charakteristika poličského krystalinika. – *MS*, diplomová práce Přírodov. Fak. Masaryk. Univ. Brno.

HOUZAR, S., NOVÁK, M., 2001: Příspěvek k poznání provenience valounů ve slepencích svrchnoviséského stáří na Drahanské vrchovině: I Grafitický kvarcit s vanadovým muskovitem. – *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.*, 86: 103–109. Brno.

HOUZAR, S., NOVÁK, M., 2002: Příspěvek k poznání provenience valounů ve slepencích svrchnoviséského stáří na Drahanské vrchovině: II Kalcitické mramory. – *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.*, 87: 137–144. Brno.

KOTKOVÁ, J., NOVÁK, M., LEICHMANN, J., HOUZAR, S., 2001: Nature and Provenance of Exotic Rock Types from Lower Carboniferous Conglomerates (Eastern Bohemian Massif). – *Geolines,* 13: 81–82. Praha.

NĚMEČKOVÁ, M., 1997: Strukturní a metamorfní vývoj svinovsko-vranovského krystalinika a jeho vztah k okolním jednotkám. – *MS,* diplomová práce Přírodov. Fak. Masaryk. Univ. Brno.

NĚMEČKOVÁ, M., BABŮREK, J., 1999: Metamorphic development of the Svinov-Vranová Crystalline Unit, east of the Bohemian Massif. – *Krystalinikum,* 25: 127. Praha.

PYTLÍKOVÁ, K., 1994: Zdrojové horniny granátů z náplavů Křetínky u Svojanova. – *MS,* diplomová práce Přírodov. Fak. Masaryk. Univ. Brno.

ŠTELCL, J., 1960: Petrografie kulmských slepenců jižní části Drahanské vysočiny. – *Folia Univ. Purkyn brun., Geol.*, 1, 1: 1–103. Brno.

ŠTELCL, J., 1962: Přehled petrografie kulmu Drahanské vysočiny. – *Acta Musei Silesiae,* ser. A, 11: 113–125. Opava.

ŠTELCL, J., 1965: Petrografie slepence od Kořence na Drahanské vysočině. – *Folia Univ. Purkyn. brun. Geol.*: 49–72. Brno.

ŠTELCL, J., 1969: K petrografii paleozoických slepenců střední Moravy. – *Folia Univ. Purkyn. brun. Geol.*: 1–89. Brno.

TOMÁŠKOVÁ, A., PŘICHYSTAL, A., 1995: Valouny vulkanitů z kulmských slepenců: pravděpodobná geotektonická pozice a možné zdrojové oblasti vulkanitů. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994: 75–77. Brno.

TICHÝ, M., (1992): Inverzní metamorfóza v severním křídle Svratecké klenby. – *MS,* diplomová práce Přírodov. Fak. Karlovy Univ. Praha.

VRÁNA, S., NOVÁK, M., 2000: Petrology and geochemistry of granulite clasts in the Visean Luleč conglomerate, Kulm in central Moravia, Czech Republic. – *Věst. Čes. geol. Úst.*, 75, 4: 405–413. Praha.