

Novozistené horninotvorné minerály metamorfitov z východnej časti Slovenského rudohoria

Shah Wali Faryad¹ a František Zábranský¹

Newly found rock-forming minerals in the eastern part of the Slovak Ore Mountains, Western Carpathians, Slovakia

This work focuses on first occurrences of more than 20 silicate minerals in the study area. In addition to amphiboles group (six minerals), pyroxenes (three minerals), different varieties of garnets and schist silicates and some Mn-rich minerals are described in this paper. Several of these minerals have not been known in the Western Carpathians yet. The studied minerals come from greenschist facies sequences of the Early Paleozoic of the Gemericum and from blueschists of the Meliata unit.

Key words: amphibole, pyroxene, garnet, sheet silicates, Western Carpathians

Úvod

Pestrosť minerálov v metamorfovaných komplexoch je často závislá od charakteru metamorfózy a zloženia protolitu. Pre nízkometamorfované komplexy východnej časti Slovenského rudohoria, ktoré sú tvorené prevažne piesčitými sedimentami, kyslými a bázickými vulkanitmi, sú charakteristické jednotvárne minerálne paragenézy (Kamenický, 1957; Varga, 1973). Vďaka detailnému petrografickému štúdiu sa v poslednom období podarilo zistiť veľký počet minerálov, ktoré neboli z tejto oblasti a niektoré ani zo Západných Karpát známe (pozri Koděra et al., 1990). Minerály, prezentované v tejto práci, pochádzajú z rôznych metamorfovaných litotypov, ako aj z oblastí s akumuláciou ložísk. Väčšinou sú tieto minerály indexové a poskytujú cenné informácie o vývoji, teplotných a tlakových podmienkach vzniku hornín. Niektoré minerály s vysokými obsahmi Fe^{3+} , CO_2 , Cl príp. F, ktoré sa vyskytujú v blízkosti ložísk alebo priamo v nich, môžu slúžiť na stanovenie fluidného režimu počas ich tvorby. Časť týchto minerálov je spomenutá v nepublikovaných správach, resp. sú popísané v rôznych periodikách ako sprievodné fázy hornín. Cieľom tohto príspevku je skompletizovať zoznam, uviesť miesta výskytu, horninové prostredie a krátku charakteristiku týchto minerálov. Miesta výskytu jednotlivých minerálov sú podľa ich poradia v texte (1-19) označené na schématickej mape (obr. 1) a v rovnakom poradí (1-19) sú reprezentatívne analýzy jednotlivých minerálov uvedené v tabuľkách 1-5.

Skupina amfibolov

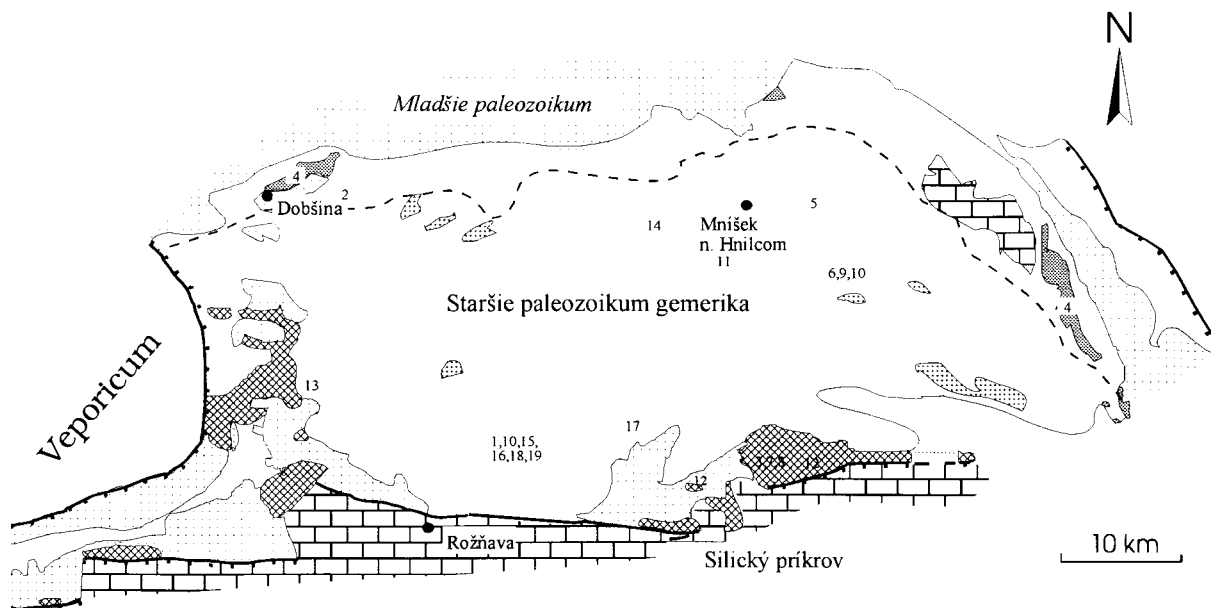
1. Tirodit. V malom množstve sa tirodit nachádza v horninách bohatých na Mn pri Čučme (Faryad, 1994). Vyskytuje sa spolu s rodonitom, pyroxmangitom, manganokalcitom, granátom a kremeňom a vytvára drobné stĺpčekovité zrná do veľkosti 1 mm. Vo výbruse je bezfarebný a v porovnaní s doteraz známymi výskytmi tiroditu (Dunn a Roy, 1938, Ghose et al, 1989, Oberti a Ghose, 1993) je zaujímavý vysokým obsahom Mn (tab. 1).

2. Grunerit. Tvorí zrná do veľkosti 1 mm a bol zistený ako hlavný minerál v železitých kvarcitoch porfyroidového komplexu pri Helcmanovciach (Faryad, 1991). Vyskytuje sa spolu s granátom, bohatým na almandín, s magnetitom, kremeňom a biotitom.

3. Kummingtonit. V akcesorickom množstve sa kummingtonit vyskytuje v horninách amfibolitovej fácie pri Klátove (Faryad, 1986) a Dobšinej (Radvanec, 1992). Vytvára dvojčatné zrasty a často je prerastený s hornblendom. Ostatné minerály, asociujúce s kummingtonitom, sú granát, biotit, plagioklas a kremeň. Paragenéza kummingtonit-hornblend bola popísaná vo viacerých amfibolitoch

¹Katedra geológie a mineralógie F BERG Technickej univerzity, 043 84 Košice, Park Komenského 15
(Doručené 16.5.1996, revidovaná verzia doručená 12.11.1996)

(napr. Klein, 1968, Yamaguchi et al, 1983, Nasir, 1990, Mottana et al, 1994; Evans & Ghiorsio, 1995), avšak spôsob vzniku kummingtonitu je predmetom diskusie. V našom prípade kummingtonit vznikol lokálnou rovnováhou na úkor hornblendu.



Obr. 1. Schématická mapa východnej časti Slovenského rudohoria. Čísla označujú miesta výskytu minerálov: 1- tirodit, 2-grunerit, 3- kummingtonit, 4- riebeckit-crossit, 5- taramit, 6- železnatý hornblend, 7- jadeit, 8- egirín, 9- hedenbergit, 10- granáty, 11- margarit, 12- paragonit, 13- pyrofylit, 14- stílpnomelán, 15- Mn-pyrosmalit, 16- caryopilít, 17- alanit, 18- pyroxmangit, 19- knebelit.

Tab. 1. Reprezentatívne analýzy amfibolov.

	1	2	3	4a	4b	5	6
	Tir	Grn	Km	Rb	Crs	Tar	Fe-Hbl
SiO ₂	53.98	49.72	53.88	53.19	52.99	39.47	40.71
TiO ₂	.03	0.01	-	0.00	.03	.39	0.32
Al ₂ O ₃	.02	0.29	1.31	3.61	4.31	15.20	9.24
Fe ₂ O ₃	-	-	-	13.39	6.20	7.06	0.00
FeO	7.75	39.37	21.10	13.47	17.81	15.89	32.21
MnO	18.14	0.95	0.45	.74	.43	.25	0.37
MgO	16.14	5.96	16.09	5.71	5.49	5.14	0.46
CaO	.97	0.27	1.79	1.22	1.92	7.60	11.30
Na ₂ O	.01	0.09	0.14	6.15	6.52	4.98	1.16
K ₂ O	.02	0.02	0.24	.03	.07	.62	-
F	.41	-	-	-	-	.15	-
Total	97.66	96.68	95.00	96.18	95.29	96.06	97.02

prepočet na 23 (O)

Si	8.006	7.998	8.025	7.863	7.990	6.097	6.677
Al ^{IV}	0.000	0.002	0.000	.136	.009	1.902	1.323
Al ^{VI}	.004	0.053	0.222	.492	.756	.8644	0.484
Ti	.003	0.001	-	0.000	.003	.0450	0.040
Fe ³⁺	-	-	-	1.489	.703	.8212	0.271
Fe ²⁺	.961	5.297	2.495	1.665	2.240	2.053	4.147
Mn	2.278	0.130	0.056	.093	.054	.0331	0.051
Mg	3.567	1.429	3.572	1.258	1.234	1.183	0.113
Ca	.154	0.047	0.285	.193	.310	1.257	1.987
Na	.002	0.028	0.020	1.761	1.906	1.490	0.371
K	.003	0.004	0.042	.005	.012	.1218	-
F	.193	-	-	-	-	.0754	-

Tit-tirodit, Grn-grunerit, km-kummingtonit, Rb-riebeckit, Crs-crossit, Hbl-hornblend

4. **Riebeckit-Crossit.** Riebeckit (tab. 1, analýza 4a) sa nachádza v modrých bridliciach meliatskej jednotky (Faryad, 1995). Asociuje s egirínom, fengitom, aktinolitom a obyčajne má zonálnu stavbu. Modrofialový riebeckit vo výbruse je lemovaný fialovomodrým crossitom (analýza 4b) s relatívne nižším obsahom Fe^{3+} ako stredná časť zrna.

5. **Taramit.** Sodno-vápenatý amfibol zloženia Na-hornblend-taramit až barroisit opísal Hovorka et al. (1988) z metabazitov oblasti Rakovca. Naše nové analýzy ukázali prítomnosť taramitu s nízkym obsahom kremíka (okolo 6.100 atómov Si vo vzorčovej jednotke), ktorý je svojim zložením veľmi vzácny (Linhout & Kieft, 1970; Ungareti et al., 1981). Študovaný taramit je drobnozrnný, ojedinele vytvára stĺpčekovité zrná dĺžky až 5 mm.

6. **Železnatý hornblend.** Hornblend s takmer nulovým obsahom horčíka sa nachádza v magnetitových skarnoch severne od Zlatej Idky (Faryad a Peterec, 1987). Vytvára kryštály tmavozelenej farby do veľkosti 5 mm. Vystupuje buď samostatne v podobe monominerálnych agregátov alebo spolu s epidotom a karbonátom.

Skupina pyroxénov

Reliktný magmatický pyroxén bol opísaný z metabazitov pri Rakovci (Hovorka et al., 1988), Grajnári, Bankove (Faryad, 1990) a Šugove (Faryad, 1995b). Vo všetkých prípadoch sa jedná o diopsid až augit. Vzhľadom na nízky stupeň metamorfozy východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria, je zaujímavá prítomnosť pyroxénov metamorfného pôvodu, ktoré v tejto práci uvádzame.

Tab. 2. Mikrosondové analýzy pyroxénov.

	7	8	9
	Jd	Aeg	Hd
SiO ₂	55.41	52.43	49.46
TiO ₂	.19	.05	0.05
Al ₂ O ₃	12.82	3.43	0.46
Fe ₂ O ₃	15.21	15.01	1.26
FeO	1.00	5.26	18.71
MnO	.08	.25	0.44
MgO	.75	4.60	5.68
CaO	1.43	10.91	22.75
Na ₂ O	13.41	7.54	0.20
Total	100.3	99.51	98.74

prepočet na 6 (O)

	7	8	9
Si	1.984	1.985	1.998
Al ^{IV}	.015	.014	0.002
Al ^{VI}	.525	.139	0.019
Ti	.005	.001	0.001
Fe ³⁺	.409	.427	0.019
Fe ²⁺	.030	.166	0.604
Mn	.002	.008	0.015
Mg	.040	.259	0.339
Ca	.054	.442	0.934
Na	.931	.553	0.15

Jd-jadeit, Aeg-egirín, Hd-hedenbergit

7. **Jadeit.** Ako hlavný minerál bol jadeit zistený v metasedimentoch a metabazitoch vysokotlakových metamorfítov meliatskej jednotky (Faryad, 1995a, b). Tvorí jemné zrná do veľkosti 1 mm a v metabazitoch vzniká premenou magmatického augitu. Jadeit je bezfarebný a v metasedimentoch tvorí jemné stĺpčeky všesmernej orientácie. Obyčajne má pomerne vysoký obsah Fe^{3+} (tab. 2) a prechádza do jadeitického egirínu.

8. **Egirín.** Svetlozelený egirín sa nachádza v modrých bridliciach meliatskej jednotky (lokalita Hačava). Vytvára samostatné zrná, príp. lemy okolo magmatického diopsidického augitu. Dalšie koexistujúce minerály egirínu sú crossit až riebeckit, aktinolit, epidot, albit, fengit, titanit a kremeň.

9. **Hedenbergit.** Bol zistený v skarnoch severne od Zlatej Idky (Gondarské lúky) a južne od Prakoviec (Troháňka). V monominerálnych, príp. bi- až triminerálnych pásikoch vystupuje spolu s hornblendom a granátom a tvorí kryštály dlhé do 5 mm. Okrem hlavnej hedenbergitovej molekuly (64 %) sa na jeho zložení podieľa diopsid (34 %).

10. **Granáty.** V oblasti Spišsko-gemerského rudohoria boli doteraz opisované granáty z rulovo-amfibolitového komplexu (Rozložník, 1965, Hovorka, Spišiak, 1981, Grecula a Dianiška, 1979, Faryad, 1986, Radvanec, 1992), z granitoidov (Faryad a Dianiška, 1989) a metabazitov meliatskej jednotky (Reichwalder, 1973). Väčšinou sa jedná o grossulár-spesartín-almandínový typ. Novozistené granáty sú zaujímavé tým, že majú anomálny obsah jednej, príp. dvoch zložiek (tab. 3):

Tab. 3. Reprezentatívne zloženie granátu.

	10a	10b	10c	10d
SiO ₂	35.21	38.72	36.00	36.48
TiO ₂	0.05	.06	.01	-
Al ₂ O ₃	1.94	19.16	19.99	20.99
Fe ₂ O ₃	26.82	5.67	1.14	-
FeO	1.51	.79	0.00	37.43
MnO	0.17	1.24	36.92	2.03
MgO	0.83	.04	.05	0.58
CaO	32.48	34.43	5.38	2.86
Total	100.0	100.40	99.70	100.37
prepočet na (12)				
Si	3.012	2.9506	2.960	2.978
Al ^{IV}	0.000	.0494	.039	0.022
Al ^{VI}	0.991	1.6713	1.898	1.997
Fe ³⁺	1.701	.3253	.070	-
Ti	0.004	.0033	.000	-
Mg	0.097	.0045	.005	0.071
Fe ²⁺	0.131	.0502	0.000	2.555
Mn	0.011	.0799	2.571	0.141
Ca	2.921	2.8114	.474	0.250
Sps	0.3	2.7	84.2	4.6
Grs	8.3	78.7	13.2	8.3
Adr	80.6	16.8	2.2	-
Alm	5.0	1.7	0.0	84.7
Prp	3.2	0.0	.1	2.3

Sps-spesartín, Grs-grossular, Adr-andradit, Alm-almandín, Prp-pyrop

a. **Grossulár-andraditový** typ s vysokým podielom až 84 % andraditovej zložky sa nachádza v skarnoch severne od Zlatej Idky (Gondarské lúky) a južne od Prakoviec (Troháňka). Granát tu tvorí mono-príp. bimineralne polohy s amfibolom.

b. **Andradit-grossulárový granát** bol zistený v metabazitoch na lokalite Rakovec, kde asociuje spolu s taramitom a epidotom. Podiel grossulárovej a andraditovej zložky sa mení od stredu k okraju zrn. Maximálny obsah grossulárovej (okolo 78 %) a andraditovej zložky (okolo 17 %) bol zistený v strednej časti granátu.

c. **Spesartín**, príp. **almandín-spesartínový** typ. Granát bohatý na Mn s 84 % podielom spesartínovej zložky bol zistený v horninách bohatých na mangán v Čučme a pri Bystrom potoku. Podiel almandínovej zložky je tu takmer nulový. Almandín-spesartínový typ granátu sa vyskytuje v modrých bridliciach meliatskej jednotky. Asociuje s modrým amfibolom, epidotom, albitom a chloritom.

d. **Almandínový granát** s 84 % almandínovej zložky sa nachádza v železitých kvarcitoch z komplexu porfyroidov pri Helcmanovciach. Okrem kremeňa, hematitu a magnetitu sa tu vyskytuje grunerit a akcesorický biotit.

Tab. 4. Chemické zloženie vrstevných silikátov.

	11	12	13	14	15	16
	Mrg	Pg	Prl	Stp	Mn-Psm	Crp
SiO ₂	30.19	47.75	66.32	47.41	34.66	37.12
TiO ₂	.20	.03	0.03	.02		
Al ₂ O ₃	51.18	40.28	27.96	6.09	.17	.08
FeO	.28	1.09	0.14	27.14	10.18	23.57
MnO	.02	0.00	0.03	1.01	42.03	28.00
MgO	.07	.28	0.04	6.99	.40	1.30
CaO	11.96	.03	0.02	.26	.05	.03
Na ₂ O	1.00	6.40	0.09	-	0.00	0.00
K ₂ O	.04	1.25	0.11	.30		
Cl	-	-	-	-	3.12	.04
F	-	.12	0.00	-	.25	0.00
Total	94.94	97.34	94.75	89.22	98.84	99.42
prepočet na		22(0)		47.4 (*)	6 Si	8(*)
Si	4.018	5.996	7.996	8.029	6.000	6.525
Al ^{IV}	3.981	2.005	0.004	.971	.000	.000
Al ^{VI}	4.046	3.957	3.969	.245	.035	.016
Ti	.020	.003	0.002	.002		
Fe ²⁺	.031	.114	0.014	3.795	1.473	3.465
Fe ³⁺	-	-	-	.049		
Mn	.002	0.000	0.003	.145	6.163	4.169
Mg	.013	.052	0.006	1.764	.102	.341
Ca	1.705	.004	0.003	.047	.009	.005
Na	.258	1.558	0.022	-		
K	.006	.200	0.017	.065		
					.137	0.000
F	-	.049		-	.915	.010

Mrg-margarit, Pg-paragonit, Prl-pyrop, Stp-stilpnomelán, Psm-pyrosmalit, Crp-caryopilít
(*) - výpočet na základe stechiometrie

Vrstevnaté silikáty

11. **Margarit**. Mikroskopické šupinky margaritu (tab. 4) boli zistené spolu s andaluzitom, kremeňom, biotitom a muskovitom vo vrte SG-1 (hĺbka 2490 m) južne od Prakoviec (Faryad a Dianiška, 1992). Hornina pôvodne pelitického zloženia je kontaktne termicky postihnutá. Margarit vzniká premenou andaluzitu.

12. **Paragonit**. Bežne sa paragonit vyskytuje v metapelitoch staropaleozoických hornín a meliatskej jednotky. Často je prerastený s fengitom príp. muskovitom. Samostatné šupinky paragonitu boli analyzované v metapelitoch a metabazitoch, metamorfovaných v podmienkach modrých bridlíc meliatskej jednotky.

13. **Pyrofylit**. Prvýkrát bol pyrofylit röntgenovým difraktometrom identifikovaný Korikovským et al., (1993) z práškoveho preparátu. Jemné šupinky pyrofylitu sme analyzovali v porfyroidoch, bohatých na chloritoid, z oblasti Nižnej Slanej (Faryad, 1995c). Vystupuje spolu s muskovitom, chloritoidom, kremeňom, albitom a rutíлом.

14. Stilpnomelán. Jemné vejárovité zrná stilpnomelánu boli zistené v metabazitoch gelnickej skupiny pri Genieri (Faryad, 1991b). Vyskytuje sa spolu s aktinolitom, albitom, epidotom a titanitom.

15. Mn-pyroxmalit. Svetlý až ružovkastý Mn-pyroxmalit z pyroxmalit-friederitovej série (Fron del & Bauer, 1953) sa vyskytuje v horninách bohatých na mangán pri Čučme. Vytvára veľmi jemné zrnká, prítomné na styku medzi rodonitom a knebelitom (Faryad, 1994). Zloženie a textúrne znaky poukazujú na to, že vznikol na základe vzájomnej reakcie medzi rodonitom a knebelitom. Prítomnosť Mn-pyroxmalitu poukazuje na účasť Cl a F vo fluidnom režime v závere metamorfózy v týchto horninách.

16. Caryopilit. Jemnošupinkový agregát caryopilitu, ktorého zaradenie do skupiny greenalitu alebo friedelitu je predmetom diskusie (Guggenheim et al, 1982, Peacor a Essene, 1980), vytvára žilky v horninách bohatých na rodonit. Makroskopicky má tmavú až čiernu farbu.

Tab. 5. Chemické analýzy allanitu, pyroxmangitu a knebelitu.

	17a	17b	18	19
	Aln	Aln	Pxm	Kn b
SiO ₂	29.90	29.70	46.44	29.35
Al ₂ O ₃	14.87	17.07	0.00	.02
Fe ₂ O ₃	14.03	11.91	-	-
Mn ₂ O ₃	6.04	0.01	-	-
FeO	-	-	4.69	15.58
MnO	-	-	44.96	54.03
MgO	.16	.07	1.84	.50
CaO	10.56	12.10	1.81	.03
(Ce,La) ₂	22.21	27.15	-	-
O ₃				
F	.32	-	-	-
Total	98.09	98.01	99.87	99.89
prepočet na	12.5 (O)		3(O)	4(O)
Si	3.000	2.820	.998	.991
Al	1.758	1.911	0.000	0.000
Fe ³⁺	1.059	0.899	-	-
Mn ³⁺	.460	0.001	-	-
Fe ²⁺	-	-	.084	.439
Mn ²⁺	-	-	.818	1.545
Mg	.024	.0072	.058	.024
Ca	1.135	1.219	.041	.001
Ce,La	.773	0.943	-	-
F	.100	-	-	-

Aln-allanit, Pxm-pyroxmangit, Knb-knebelit

Ostatné silikáty

17. Allanit. Ako akcesorický minerál je opísaný z viacerých lokalít Západných Karpát, a to hlavne z granitoidov. V akcesorickom množstve sme alanit zistili v metabazitoch pri Helcmanovciach, vo fylitoch pri Uhornej, ale zvlášť zaujímavý je Mn-alanit, prítomný vo vysokotlakových fylitoch pri Hačave (tab. 5, analýza, 17a). Ostatné minerály asociujúce s alانيتom sú: aktinolit, epidot, alebit a titanit v metabazitoch pri Helcmanovciach, kremeň, muskovit, chlorit vo fylitoch pri Uhornej (analýza, 17b), kremeň, phengit, glaukofán, jadeitický egerín a granát vo fylitoch pri Hačave.

18. Pyroxmangit. Výskyty rodonitu boli známe z niekoľkých lokalít v Spišsko-gemerskom rudohorí (Kantor, 1959), avšak pyroxmangit, ktorý vzniká pri relatívne vyšších tlakoch než rodonit (Maresch a Mottana, 1976), nebol zatiaľ v tejto oblasti opísaný. Vyskytuje sa spolu s rodonitom na lokalite Čučma a v porovnaní s rodonitom má vyšší obsah Fe.

19. Knebelit. Ako akcesorický minerál je prítomný v paragenéze s rodonitom a pyroxmangitom na lokalite Čučma (Faryad, 1994). Tvorí do 0.5 mm veľké oválne zrná a obyčajne oxiduje na červený nekryštalický agregát. Tvorí uzavreniny v rodonite.

Záver

V rámci petrologického štúdia východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria bolo zistených a analyzovaných 19 horninotvorných minerálov, ktoré neboli známe z tejto oblasti a niektoré ani z ostatných jednotiek Západných Karpát. Prevažná časť týchto minerálov je metamorfného pôvodu a poskytuje dôležité údaje o celkovom zložení a metamorfnom vývoji hornín. Jedná sa o minerály zo skupiny amfibolov (celkovo šesť druhov), pyroxénov (tri druhy), o rôzne druhy granátov a 6 minerálov z vrstevnatých silikátov. Z ostatných silikátov je opísaný allanit, knebelit a pyroxmangit.

PodĎakovanie Tento príspevok je venovaný významnému mineralógovi RNDr. Tomášovi Kruťovi, CSc. pri príležitosti jeho vzácného jubilea 90 rokov a za jeho podporu Katedry geológie a mineralógie TU v Košiciach. Za cenné pripomienky k práci ďakujeme Dr. R. Ďuďovi, CSc.

Literatúra

- Dunn, J.A. & Roy, P.C.: Tirodite, a manganese amphibole from Tirodi, Central Provinces. *Record, Geol. Survey India*, 73, 1938, 295-298.
- Evans, B.W. & Ghiorso, M.S.: Thermodynamics and petrology of cummingtonite. *American Mineralogist* 80, 1995, 649-663.
- Faryad, S.W.: Metamorphic evolution of paragneisses of Klátov region (Lower Paleozoic of Gemericum). *Geol. Zbor., Geol. carpath.*, 37, 1986, 729-746.
- Faryad, S.W.: Metamorfnná stavba a vývoj gemerika. Kand. diz. práca - manuscript. Ústredný ústav geologický Praha, 1990, 167 s.
- Faryad, S.W.: Metamorfóza staropaleozoických kyslých a intermediárnych vulkanitov gemerika. *Mineralia slovaca* 23, 1991(a), s.325-332.
- Faryad, S.W.: Metamorfóza báziických hornín gemerika. *Mineralia slov.* 23, 1991(b), s.109-122.
- Faryad, S.W.: Mineralogy of Mn-rich rocks from greenschist facies sequences of the Gemericum, West Carpathians, Slovakia. *N. Jb. Miner. Mh.*, 10, 1994, pp.464-480.
- Faryad, S.W.: Phase petrology of mafic blueschists of the Meliata Unit (West Carpathians)-Slovakia. *Journal of Metamorphic Geology*, 13, 1995(a), pp.701-714.
- Faryad, S.W.: Low-grade high-pressure metapelites and metapsammities of the Meliata Unit (West Carpathians) - Slovakia. *European Journal of Mineralogy*, 7, 1995(b), 57.
- Faryad, S.W.: Stanovenie P-T podmienok metamorfózy horninových komplexov staršieho paleozoika gemerika. *Mineralia, slovaca*, 1995(c), s.1-19.
- Faryad, S.W. & Dianiška, I.: Kyanite from Early Paleozoic rocks of the Gemericum (West Carpathians) and its implications for baric conditions of Variscan metamorphism. *Geologica Carpathica*, 43, 1992, pp.199-201.
- Faryad, S.W. & Peterec, D.: Manifestation of skarn mineralization in the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 38, 1987, pp.111-128.
- Fronde, C & Bauer, H.: Manganpyrosmalit and its polymorphic relation to friedelit and schallerite. *American Mineralogist*, 38, 1953, pp.755-760.
- Ghose, S., Forbes, W.C. & Phakey, P.P.: Mn-Mg distribution in a C2/m manganoan cummingtonite: crystal-chemical consideration. *American Mineralogist*, 74, 1973, pp.1091-1096.
- Hoinkes, G. & Mogessie, A: Coexisting cummingtonite and calcic amphibole in amphibolites from the Schneeberg Complex, Tyrol, Austria. *Mineralogy and Petrology*, 35, 1986, pp.33-45.
- Hovorka, D. & Spišiak, J.: Coexisting garnet and amphibole from Rudnany area. *Mineralia slovaca*, 13, 1981, pp.509-525.
- Kamenický, J.: Predmezozoické komplexy. In: Mahel', M. (ed.): *Regionálna geológia Československa II. Academia Praha*, 1967, s.42-59.
- Kantor, J.: O genéze manganových ložísk Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. prace*. 1, 1959, s.70-71.
- Klein, C: Coexisting amphiboles. *Journal of Petrology*, 9, 1968, pp.281-330.

- Koděra, M. et al.: Topografická mineralógia Slovenska. *Veda, Bratislava, 1990, 590 s.*
- Korikovský, S.P., Grecula, P., Boronichin, V.A. & Timofeevna-Unanova, O.: Chloroitoid-pyrophyllite-muscovite schists in the Western Gemeric: Mineral equilibria and protoliths. *Mineralia slovaca*, 24., 1992, pp. 29-37.
- Linthout, K & Kieft: Preliminary note on a mboziite of metamorphic origin. *Mineralogical magazine*, 37, 1970, pp. 629-631.
- Maresch, W.V. & Mottana, A.: The pyroxmangite-rhodonite transformation for the MnSiO_2 composition. *Contribution Mineralogy and Petrology*, 55, 1976, pp.69-79.
- Mottana, A., Bocchio, R., Crespi, R., Capitani, L.De., Liborio, G. & Della Ventura, G.: Commingtonite in the amphibolites of the South-Alpine Basement Complex (Upper Lake-Como Region, Italy) - Its Relationships with Hornblende. *Mineralogy and Petrology* 51, 1994, pp.67-84.
- Nasir, S.: Coexisting cummingtonite-hornblende pairs in metamafic rocks from the central Spessart crystalline complex, NW-Bavaria, FRG. *Chem. Erde*, 50, 1990, pp.181-188.
- Oberti, R., Hawertone, F.C., Ungaretti, L., & Cannillo, E.: The behavior of Mn in amphiboles: Mn richterite. *European Journal of Mineralogy*, 5, 1993, pp.43-51.
- Radvanec, M.: Zonálnosť nízkotlakovej polyfázovej metamorfózy v otvorenom systéme pre fluidnú fázu v rulovo-amfibolitovom komplexe gemerika. *Mineralia slovaca*, 24, 1992, s. 75-196.
- Rozložník, L.: Petrografia granitizovaných hornín rakoveckej série v okolí Dobšinej. *Západné Karpaty*, 4, 1965, s. 95-145.
- Varga, I: Mineralnye asociacii regionalnovo metamorfizma a ich zonalnosť v Spišsko-gemerskom rudohorii. *Mineralia slovaca*, 5, 1973, s. 115-134.
- Yamaguchi, Y, Shikubasa, H. & Tomita, K: Exolution of cummingtonite, actinolite and sodic amphibole in hornblende in high-pressure metamorphism. *Nature*, 304, 1983, pp. 227-259.