

CHLORITY AKO INDIKÁTORY METAMORFÓZY KARBONÁTOVÝCH A PELITICKÝCH HORNÍN PRÍKROVU BÔRKY NA LOKALITE SLAVOŠKA (SLOVENSKÁ REPUBLIKA)

CHLORITES AS METAMORPHIC INDICATORS OF CARBONATE AND PELITIC ROCKS
OF THE BÔRKA NAPPE AT THE LOCALITY SLAVOŠKA (SLOVAK REPUBLIC)

PETER RUŽIČKA

Abstract

Ružička, P., 2024: Chlority ako indikátory metamorfózy karbonátových a pelitických hornín príkrovu Bôrky na lokalite Slavoška (Slovenská republika). - Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 109, 1, 83-98 (with English summary).

Chlorites as metamorphic indicators of carbonate and pelitic rocks of the Bôrka nappe at the locality Slavoška (Slovak Republic)

Based on chemical composition of chlorites in marble and in phyllite from the locality Slavoška within the Bôrka Nappe, the temperature conditions of regional metamorphism were established. The identified mineral assemblage of marble consists of calcite, muscovite, Fe-chlorites, albite and fluorapatite. The mineral assemblage of phyllite consists of quartz, muscovite, Mg-chlorites, albite and fluorapatite. Fe-chlorites (chamosite) in marble reflect metamorphic temperature in the range $T_1 = 344-392$ °C; $T_2 = 333-381 \pm 15$ °C and Mg-chlorites (clinocllore) in phyllite formed at $T_1 = 318-349$ °C; $T_2 = 311-343 \pm 10$ °C. Mg-Fe chlorites formed by recrystallization of the original volcanic-sedimentary protolith, while the probable source for the formation of chlorites was admixture of basic pyroclastic material. Marbles and phyllites were metamorphosed under greenschist facies conditions during the Alpine metamorphic event within the lithostratigraphic sequence of the Dúbrava Formation of the Bôrka Nappe in the Western Carpathians.

Key words: chlorite, muscovite, chemical composition, metamorphic temperature, crystalline limestones, phyllites, Western Carpathians, Slavoška, Slovak Republic

Peter Ružička, Department of Mineralogy, Petrology and Economic Geology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovak Republic; e-mail: peter.ruzicka@uniba.sk

ÚVOD

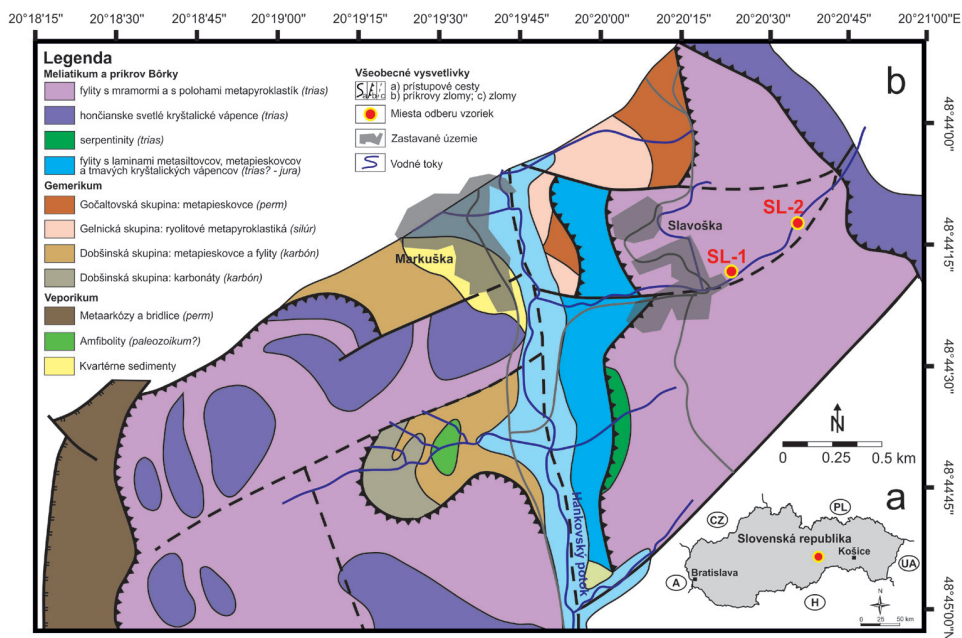
Článok je zameraný na stanovenie teplotných podmienok metamorfózy karbonátových a pelitických hornín na základe zloženia chloritov, ktoré tvoria spolu s muskovitom integrálnu súčasť ich minerálnej asociácie a majú genetický význam v rámci skúmanej lithostratigrafickej sekvencie príkrovu Bôrky Západných Karpát. Prezentované analytické údaje o chemickom zložení chloritov v skúmaných mramoroch a fylitoch predstavujú relevantný minerálny indikátor alpínskej regionálnej metamorfózy v oblasti Slavošky. V minulosti boli podobným spôsobom spracované lokality metakarbonátov v rámci gelnickej skupiny južného gemerika (MYŠLAN a RUŽIČKA 2022).

LOKALIZÁCIA A GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA

Skúmaná lokalita Slavoška (obr. 1) sa nachádza v rámci katastra obce, v okrese Rožňava, v Košickom kraji. Podľa geomorfologického členenia Slovenskej republiky (KOČICKÝ

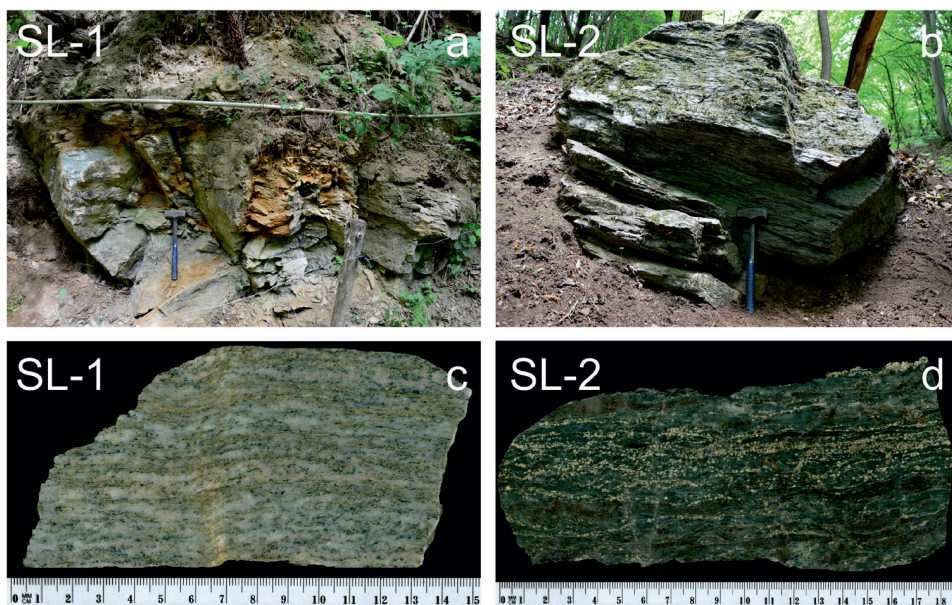
a IVANIČ 2011) skúmané územie patrí do oblasti Slovenského rudohoria, celku Revúcka vrchovina, oddielu Hrádok a časti Štítnické podolie. Odkryv mramoru sa nachádza za obecným úradom v nadmorskej výške 443 m n. m. (obr. 2a). Súradnice lokality s miestom odberu vzorky (označenie SL-1; obr. 2c) sú 48°43'40.5"N a 20°20'24.9"E. Blok fylitu situovaný v rámci výmoľovej rokliny koryta miestneho potoka sa nachádza v nadmorskej výške 536 m n. m. (obr. 2b). Súradnice lokality s miestom odberu vzorky (označenie SL-2; obr. 2d) sú 48°43'49.6"N a 20°20'41.0"E.

Lokalita Slavoška je situovaná v nižnoslanskej depresii a tvorí súčasť čiastkového príkrovu Ždiaru v rámci príkrovu Bôrky (MADARÁS *et al.* 1995). V zmysle súčasnej koncepcie, tektonická jednotka meliatica pozostáva z metamorfovaného príkrovu Bôrky a metamorfovananej meliatskej jednotky sensu stricto (PLAŠIENKA *et al.* 2019). Skúmané fylity a mramory sú litostratigrafickým členom dúbavského súvrstvia príkrovu Bôrky (MELLO *et al.* 1997, 1998). Exaktné stanovenie veku mramorov je problematické z dôvodu, že počas regionálnej metamorfózy boli zbavené akéhokoľvek biostratigraficky datovateľného materiálu. Na základe konfrontácie vzhľadom, zloženia a litostratigrafickej pozície sa odhaduje ich pravdepodobný vek na stredný trias, pričom veková korelácia vychádza napr. z prác KAMENICKÉHO (1957) a REICHWALDERA (1970, 1973).



Obr. 1. Lokalizácia skúmaného územia: a) pozícia v mape Slovenskej republiky; b) detail geologickej mapy modifikovanej podľa BAJANIKA *et al.* (1984) s vyznačeným miestom odberu vzoriek.

Fig. 1. Localization of the investigated area: a) position on the map of the Slovak Republic; b) detail of the geological map modified after BAJANIČ *et al.* (1984) with sampling locations marked.



Obr. 2. Miesto odberu vzoriek na lokalite Slavoška: a) odkryv mramoru; b) blok fylitu; c-d) prierezy skúmaných vzoriek mramoru (SL-1) a fylitu (SL-2).

Fig. 2. Sampling site at Slavoška locality: a) outcrop of marbles; b) block of phyllites; c-d) cross-sections of investigated marble (SL-1) and phyllite (SL-2) samples.

METODIKA

Terénny výskum bol zameraný na odber reprezentatívnych vzoriek mramoru (SL-1) a fylitu (SL-2) s cieľom ich mikroskopického a následne mikrosondového štúdia zameraného na identifikáciu ich minerálneho a chemického zloženia. Účelom mikroskopického pozorovania výbrusov v prechádzajúcom svetle polarizačného mikroskopu Leica DM2500P bolo zistenie štruktúrnych vzťahov medzi jednotlivými minerálmi a vyznačenie fáz pre bodové chemické analýzy pomocou elektrónového mikroanalýzátora.

Leštené výbrusy, vákuovo naparené tenkou uhlíkovou vrstvou, boli analyzované na elektrónovom mikroanalýzátore JEOL JXA-8530FE na Ústave vied o Zemi Slovenskej akadémie vied v Banskej Bystrici (analytik S. Kurylo). Vzorky boli analyzované pri urýchľovacom napätí 15 kV a prúde 20 nA (silikáty) a 15 nA (kalcit). Priemer elektrónového lúča sa pohyboval v rozsahu 5–10 μm. Použila sa ZAF korekcia. Koexistenčné vzťahy analyzovaných fáz sa pozorovali v spätne rozptýlených elektrónoch (BSE – back scattered electron). Na meranie chemického zloženia chloritov, muskovitu a albitu boli použité prírodné a syntetické štandardy a spektrálne čiary: biotit (SiKa, MgKa), rutil (TiKa), ortoklas (AlKa, KKa), hematit (FeKa), rodonit (MnKa), celestín (SrLa), diopsid (CaKa), albit (NaKa), barit (BaLa), fluorit (FKa). Na meranie chemického zloženia fluórapatitu boli použité prírodné a syntetické štandardy a spektrálne čiary: apatit (PKa, CaKa), albit (AlKa, NaKa), diopsid (SiKa, MgKa), rutil (TiKa), hematit (FeKa), rodonit (MnKa), celestín (SrLa), barit (BaLa), CePO_4 (CeLa), LaPO_4 (LaLa), PrPO_4 (PrLβ), fluorit (FKa), tugtupit (ClKa). Na meranie chemického zloženia kalcitov boli použité nasledovné štandardy a spektrálne čiary: hematit (FeKa), rodonit (MnKa), diopsid (MgKa, CaKa).

Elektrónové mikroanalýzy boli prepočítané podľa platných klasifikácií pre minerály skupiny slúď (TISCHENDORF *et al.* 2007) a apatitovej superskupiny (PASERO *et al.* 2010). Chemické bodové analýzy chloritov boli graficky klasifikované podľa práce ZANE a WEISS (1998).

Teplotné podmienky metamorfózy boli vypočítané z bodových chemických analýz chloritov aplikovaním dvoch empirických geotermometrov T1 (CATHELINÉAU 1988) a T2 (XIE *et al.* 1997). Princíp empirických kalibrácií chloritových geotermometrov je založený na lineárnych vzťahoch medzi teplotou kryštalizácie a obsahom tetraédrického Al^{IV} v chloritoch (CATHELINÉAU 1988), prípadne je teplota ovplyvnená pomerom Fe²⁺/(Fe²⁺+Mg), ktorý je korelovaný s obsahom Al^{IV} (XIE *et al.* 1997). Vypočítané teploty kryštalizácie chloritov geotermometrickou kalibráciou CATHELINÉAU (1988) boli konfrontované s výsledkami podľa kalibrácie XIE *et al.* (1997). Smerodajná odchýlka teplôt bola vypočítaná pomocou funkcie STDEVP v programe Microsoft Excel.

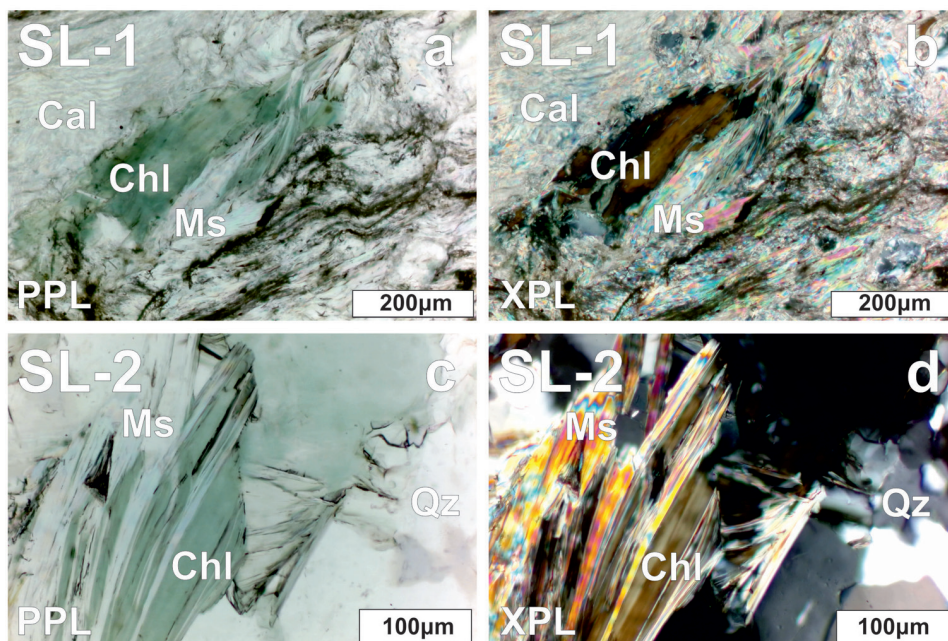
Bodové chemické analýzy chloritov namerané elektrónovým mikroanalýzátorom poskytujú hodnoty celkového Fe a pri aplikovaných geotermometroch sa do výpočtu používa obsah Fe²⁺. Používané skratky minerálov sú uvádzané podľa práce WARR (2021).

VÝSLEDKY

Petrografický opis

Masívne až bridličnaté svetlé mramory majú svetlohnedú až sivozelenú farbu. Zelenkasté zafarbenie spôsobuje prítomnosť usmernených lamín, v ktorých sa často vzájomne prerastajú chlority s muskovitom (obr. 2c; 3a, b). Vplyvom prítomnosti fylosilikátov, mramory nadobúdajú laminovanú textúru s makroskopicky viditeľnými agregátmi slúď a chloritov. Štruktúra je lepidogranoblastická. V minerálnom zložení dominuje kalcit s premenlivým zastúpením muskovitu, chloritov, albitu a akcesoricky je prítomný fluórapatit. Kalcit tvorí izometrické zrná hypidiomorfne až alotriomorfne obmedzené, predĺžené v smere bridličnatosti. Časť zrn je dvojčatne lamelovaná. Muskovit tvorí jemnozrnné šupinkové agregáty s lokálnym výskytom hrubších lupeňovitých agregátov s pestrými interferenčnými farbami. Chlority tvoria lišty a lupeňovité agregáty s výrazným svetlozeleným pleochroizmom a hnedými interferenčnými farbami. Spolu s muskovitom sú prednostne orientované v smere bridličnatosti. Albit tvorí prevažne hypidiomorfne obmedzené nerovnomerne rozmiestnené kryštály a agregáty. Fluórapatit je akcesoricky zastúpený vo forme hypidiomorfne obmedzených zrn.

Sivozelené muskoviticko-chloritické fylity sú najrozšírenejším litologickým členom v rámci skúmanej lokality. Intenzita zeleného sfarbenia fylitov je determinovaná prítomnosťou chloritov. Textúra je bridličnatá a štruktúra lepidogranoblastická. V minerálnom zložení dominuje kremeň s premenlivým zastúpením muskovitu, chloritov, albitu a akcesoricky je prítomný fluórapatit. Kryštály kremeňa sú alotriomorfne obmedzené a často vytvárajú mozaikovitité agregáty, ktoré prejavujú undulózne zhášanie. Lupeňovité agregáty muskovitu s chloritmi sa vzájomne prerastajú a sú prednostne orientované v smere bridličnatosti. Muskovit má intenzívne interferenčné farby a chlority typické hnedé interferenčné farby, pričom pri jednom nikole chlority prejavujú svetlozelený pleochroizmus. Albit tvorí prevažne hypidiomorfne obmedzené nerovnomerne rozmiestnené agregáty spolu s akcesoricky prítomným fluórapatitom.



Obr. 3. Mikroskopické detaily skúmaných vzoriek z lokality Slavoška pozorované v prechádzajúcom svetle polarizačného mikroskopu v jednom (PPL) a v skrížených nikoloch (XPL): a-b) vzájomné prerastanie muskovitu a chloritu v mramore (SL-1); c-d) vzájomné prerastanie muskovitu a chloritu vo fylite (SL-2). Význam skratiek: Ms - muskovit, Chl - chlorit, Cal - kalcit, Qz - kremeň.

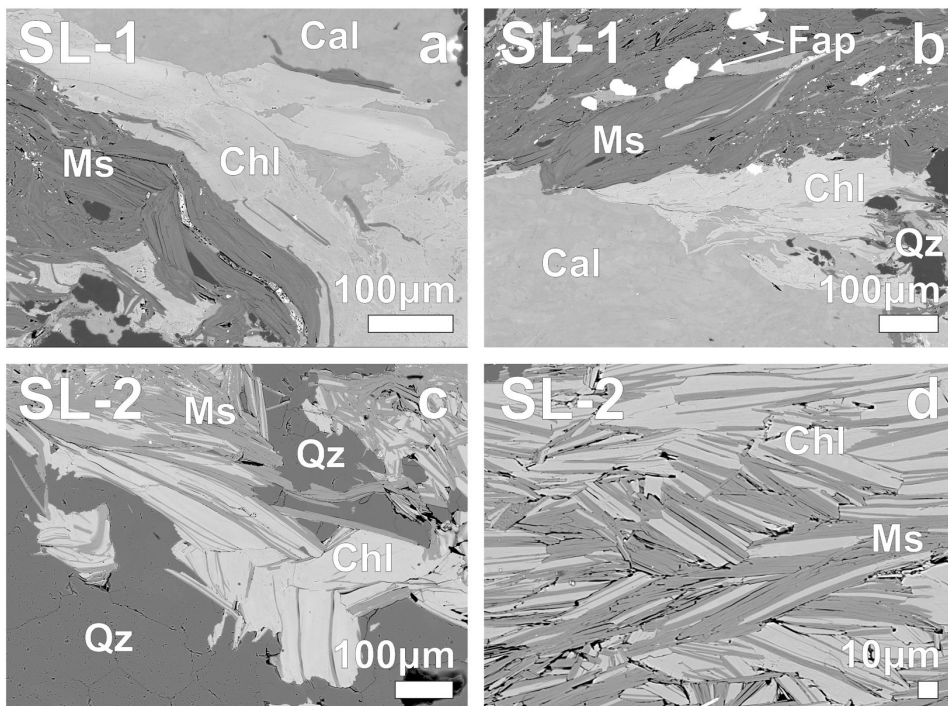
Fig. 3. Microscopic details of the investigated samples from the Slavoška locality observed in the transmitted light of a polarized microscope in plane polarized light (PPL) and crossed polarized light (XPL): a-b) intergrowth of muscovite and chlorite in marble (SL-1); c-d) intergrowth of muscovite and chlorite in phyllite (SL-2). Abbreviations: Ms - muscovite, Chl - chlorite, Cal - calcite, Qz - quartz.

Chemické zloženie minerálov

Chlority sa spolu s muskovitom v skúmaných horninách vzájomne prerastajú (obr. 4). Pre účely aplikovaných chloritových geotermometrov sú rozhodujúce obsahy ${}^{\text{IV}}\text{Al}^{3+}$, Fe^{2+} a Mg. Obsah ${}^{\text{IV}}\text{Al}^{3+}$ v chloritoch v mramore je vyšší (do 1,41 *apfu*; tab. 1) ako obsah ${}^{\text{IV}}\text{Al}^{3+}$ v chloritoch vo fylite (do 1,28 *apfu*; tab. 2). Obsahy Fe^{2+} v chloritoch v mramore sú vyššie (do 2,70 *apfu*) v porovnaní s chloritmi z fylitu (do 2,11 *apfu*). Obsahy Mg^{2+} v chloritoch v mramore sú nižšie (do 2,26 *apfu*) a vyššie v chloritoch z fylitu (do 2,56 *apfu*). Na základe hodnoty pomeru $\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$ do 0,59 sú chlority v mramore klasifikované v poli Fe-chloritov (chamosit, obr. 5a). Pomer $\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$ v chloritoch vo fylite dosahuje hodnotu 0,46, na základe ktorej sú klasifikované v poli Mg-chloritov (klinochlór; obr. 5a).

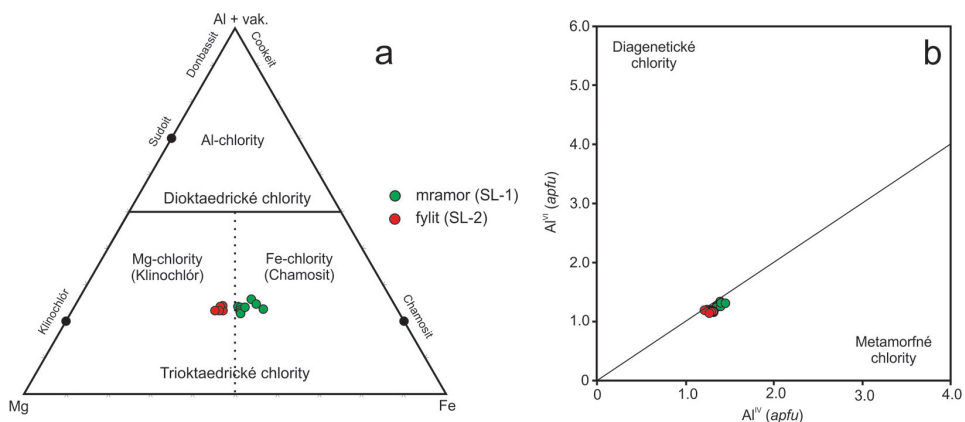
Muskovit v mramore má nižší obsah Si^{4+} (do 3,39 *apfu*; tab. 3) a vyšší obsah vo fylite (do 3,48 *apfu*; tab. 4). Vyššie obsahy Al^{3+} sú v muskovite v mramore (${}^{\text{IV}}\text{Al}^{3+}$ do 0,78 *apfu*; ${}^{\text{VI}}\text{Al}^{3+}$ do 1,74 *apfu*) a nižšie obsahy vo fylite (${}^{\text{IV}}\text{Al}^{3+}$ do 0,66 *apfu*; ${}^{\text{VI}}\text{Al}^{3+}$ do 1,58 *apfu*). Obsahy Fe^{2+} v muskovitoch dosahujú takmer identické hodnoty v mramore (do 0,27 *apfu*) aj vo fylite (do 0,25 *apfu*). Obsahy Mg^{2+} v muskovitoch v mramore sú nižšie (do 0,25 *apfu*) a vyššie vo fylite (do 0,35 *apfu*). Nižší obsah K^{+} je v muskovitoch v mramoroch (do 0,93 *apfu*;

tab. 3) a mierne vyšší v muskovitoch vo fylite (do 0,95 *apfu*; tab. 4). Nízke obsahy Na⁺ sú v muskovitoch v mramoroch (do 0,05 *apfu*) aj vo fylitoch (do 0,03 *apfu*). Hodnoty OH⁻ v muskovitoch v mramoroch sú do 1,98 *apfu* a vo fylite do 1,99 *apfu*. Obsahy F⁻ sú minimálne zastúpené v muskovitoch v mramore (do 0,06 *apfu*) aj vo fylite (do 0,05 *apfu*). V klasifikačnom diagrame spadajú všetky bodové chemické analýzy do poľa muskovitu (obr. 6a). Analyzované svetlé sľudy z mramoru (SL-1) sú dominantne umiestnené v poli „fengitického“ muskovitu, na rozdiel od sľúd z fylitu (SL-2), ktoré prechádzajú až do poľa „fengitu“ (obr. 6b).



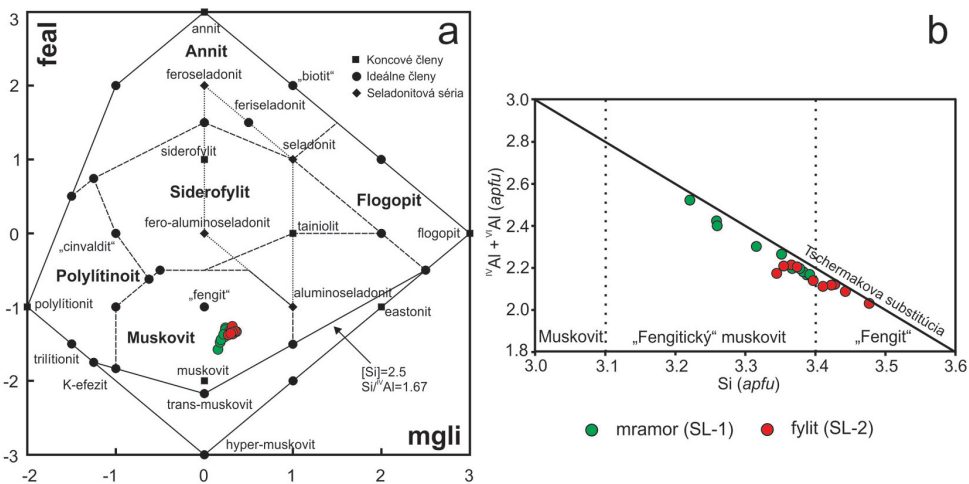
Obr. 4. BSE zobrazenie vzájomného prerastania muskovitov a chloritov: a-b) v mramore (SL-1); c-d) vo fylite (SL-2). Foto: S. Kurylo. Význam skratiek: Ms - muskovit, Chl - chlorit, Cal - kalcit, Qz - kremeň, Fap - fluórapatit.

Fig. 4. BSE images of the intergrowth of muscovites and chlorites: a-b) in marble (SL-1); c-d) in phyllite (SL-2). Photo: S. Kurylo. Abbreviations: Ms - muscovite, Chl - chlorite, Cal - calcite, Qz - quartz, Fap - fluorapatite.



Obr. 5. Zobrazenie analyzovaných chloritov v mramore (SL-1) a fylite (SL-2) z lokality Slavoška: a) v Al+vak.-Mg-Fe klasifikačnom diagrame (ZANE a WEISS 1998); b) diagram pomerného zastúpenia tetraédrického vs. oktaédrického Al (*apfu*) s definovaným rozhraním diagenetických a metamorfnych chloritov (RAMÍREZ-SÁNCHEZ *et al.* 2005).

Fig. 5. Compositional plots of the analyzed chlorites in marble (SL-1) and phyllite (SL-2) from the Slavoška locality: a) in the Al+vac.-Mg-Fe classification diagram (ZANE & WEISS 1998); b) diagram of the relative representation of tetrahedral vs. octahedral Al (*apfu*) with a defined interface of diagenetic and metamorphic chlorites (RAMÍREZ-SÁNCHEZ *et al.* 2005).



Obr. 6. Zobrazenie analyzovaných slúd v mramore (SL-1) a fylite (SL-2) z lokality Slavoška: a) v klasifikačnom diagrame (TISCHENDORF *et al.* 2007). Skratka mgli vyjadruje zastúpenie Mg-Li, a skratka feal vyjadruje zastúpenie $(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn} + \text{Ti}) - \text{VIAl}^{3+}$; b) v Si-Al diagrame s rozhraniami od muskovitu až po fengit podľa CAPERDI *et al.* (2004).

Fig. 6. Display of analyzed micas in marble (SL-1) and phyllite (SL-2) from the Slavoška locality: a) in a classification diagram (TISCHENDORF *et al.* 2007). The abbreviation mgli expresses the representation of Mg-Li, and the abbreviation feal expresses the representation of $(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn} + \text{Ti}) - \text{VIAl}^{3+}$; b) in the Si-Al diagram with interfaces from muscovite to phengite according to CAPERDI *et al.* (2004).

Tabuľka 1. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy chloritov (hm. %) v mramore (SL-1) z lokality Slavoška prepočítané na 14 kyslíkov (*apfu*). Symbol * vyjadruje dopočítanie H₂O na základe ideálnej stechiometrie, (OH⁻ + F⁻) = 8 *apfu*. Symbol T1 vyjadruje teploty vypočítané chloritovým geotermometrom podľa empirickej kalibrácie CATHELINEAU (1988) a T2 podľa kalibrácie XIE *et al.* (1997).

Table 1. Representative electron microanalyses of chlorites (wt.%) in marble (SL-1) from the Slavoška locality calculated on 14 oxygens (*apfu*). The * symbol indicates content of H₂O calculated on ideal stoichiometry, (OH⁻ + F⁻) = 8 *apfu*. The symbol T1 expresses temperatures calculated with a chlorite geothermometer according to the empirical calibration of CATHELINEAU (1988) and T2 according to the calibration of XIE *et al.* (1997).

Hornina	mramor (SL-1)									
Minerál	chamosit									
Analýza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	25,62	25,83	25,83	25,96	25,93	26,15	25,12	25,37	24,98	24,77
TiO ₂	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	0,04	0,00	0,00	0,06	0,00
Al ₂ O ₃	21,72	20,83	21,90	20,83	20,94	21,01	22,74	22,38	22,55	23,16
MgO	14,31	12,03	14,22	14,20	14,37	14,57	12,66	13,81	12,20	12,61
MnO	0,00	0,21	0,03	0,06	0,16	0,07	0,03	0,00	0,00	0,03
FeO	26,43	30,48	27,06	26,90	27,28	27,76	27,81	27,90	28,77	29,27
CaO	0,07	0,09	0,03	0,06	0,09	0,02	0,13	0,03	0,12	0,03
Na ₂ O	0,03	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,03	0,00
K ₂ O	0,02	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
H ₂ O*	11,29	11,19	11,42	11,23	11,29	11,37	11,26	11,40	11,22	11,36
F	0,26	0,29	0,22	0,29	0,30	0,35	0,23	0,23	0,25	0,22
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,03
-O=F	-0,11	-0,12	-0,09	-0,12	-0,13	-0,15	-0,10	-0,10	-0,10	-0,09
-O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,01
Suma	99,64	100,84	100,71	99,54	100,22	101,20	99,91	101,07	100,11	101,38
Si ⁴⁺	2,692	2,736	2,689	2,738	2,721	2,719	2,648	2,643	2,640	2,590
^{IV} Al ³⁺	1,308	1,264	1,311	1,262	1,279	1,281	1,352	1,357	1,360	1,410
Suma T	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ti ⁴⁺	0,000	0,000	0,002	0,004	0,000	0,003	0,000	0,000	0,004	0,000
^{VI} Al ³⁺	1,382	1,335	1,376	1,327	1,311	1,294	1,473	1,391	1,449	1,444
Fe	2,323	2,700	2,356	2,372	2,394	2,414	2,451	2,431	2,543	2,560
Mn	0,000	0,019	0,002	0,006	0,014	0,006	0,003	0,000	0,000	0,003
Mg	2,242	1,900	2,207	2,233	2,248	2,259	1,989	2,145	1,922	1,966
Ca	0,007	0,010	0,004	0,007	0,010	0,002	0,015	0,004	0,014	0,003
Na	0,007	0,000	0,007	0,003	0,000	0,002	0,000	0,005	0,007	0,000
K	0,003	0,000	0,003	0,006	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000
Suma M	5,964	5,964	5,957	5,959	5,977	5,980	5,931	5,977	5,942	5,976
F	0,088	0,098	0,072	0,098	0,099	0,114	0,076	0,077	0,083	0,074
Cl	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,003	0,005	0,005
OH	7,912	7,902	7,928	7,902	7,901	7,886	7,919	7,920	7,912	7,921
Suma	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
#Mg	0,49	0,41	0,48	0,48	0,48	0,48	0,45	0,47	0,43	0,43
#Fe	0,51	0,59	0,52	0,52	0,52	0,52	0,55	0,53	0,57	0,57
T1 (°C)	359	345	360	344	350	351	373	375	376	392
T2 (°C)	351	333	351	336	341	342	363	365	365	381

Tabuľka 2. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy chloritov (hm. %) vo fylite (SL-2) z lokality Slavoška prepočítané na 14 kyslíkov (*apfu*). Symbol * vyjadruje dopočítanie H₂O na základe ideálnej stechiometrie, (OH⁻ + F⁻) = 8 *apfu*. Symbol T1 vyjadruje teploty vypočítané chloritovým geotermometrom podľa empirickej kalibrácie CATHELINEAU (1988) a T2 podľa kalibrácie XIE *et al.* (1997).

Table 2. Representative electron microanalyses of chlorites (wt. %) in phyllite (SL-2) from the Slavoška locality calculated on 14 oxygens (*apfu*). The * symbol indicates content of H₂O calculated on ideal stoichiometry, (OH⁻ + F⁻) = 8 *apfu*. The symbol T1 expresses temperatures calculated with a chlorite geothermometer according to the empirical calibration of CATHELINEAU (1988) and T2 according to the calibration of XIE *et al.* (1997).

Hornina	fylit (SL-2)									
Minerál	klinochlór									
Analyza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	26,78	26,51	26,65	25,87	27,14	26,35	26,01	26,15	26,73	26,68
TiO ₂	0,06	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,18	0,10	0,00
Al ₂ O ₃	20,70	20,86	20,53	20,64	20,47	21,22	20,79	21,01	21,13	20,56
MgO	15,54	15,88	15,79	15,74	16,00	16,31	15,95	16,12	16,70	16,32
MnO	1,00	1,06	1,00	1,14	0,52	1,21	1,13	1,29	1,07	1,15
FeO	23,69	23,75	24,21	23,06	23,66	23,34	23,36	23,08	23,22	23,68
CaO	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
Na ₂ O	0,00	0,01	0,02	0,04	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
K ₂ O	0,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,02	0,04	0,04	0,06	0,06
H ₂ O*	11,41	11,41	11,38	11,24	11,42	11,51	11,32	11,28	11,57	11,46
F	0,18	0,23	0,28	0,17	0,24	0,17	0,19	0,48	0,24	0,22
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
-O=F	-0,07	-0,10	-0,12	-0,07	-0,10	-0,07	-0,08	-0,20	-0,10	-0,09
-O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma	99,29	99,68	99,79	97,84	99,42	100,08	98,71	99,46	100,73	100,04
Si ⁴⁺	2,793	2,761	2,776	2,742	2,821	2,728	2,734	2,725	2,744	2,767
^{IV} Al ³⁺	1,207	1,239	1,224	1,258	1,179	1,272	1,266	1,275	1,256	1,233
Suma T	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ti ⁴⁺	0,005	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,014	0,007	0,000
^{VI} Al ³⁺	1,338	1,321	1,297	1,319	1,329	1,316	1,310	1,305	1,300	1,279
Fe	2,067	2,069	2,109	2,043	2,056	2,020	2,054	2,011	1,993	2,053
Mn	0,089	0,093	0,089	0,103	0,046	0,106	0,101	0,114	0,093	0,101
Mg	2,416	2,465	2,452	2,487	2,480	2,516	2,499	2,503	2,556	2,524
Ca	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
Na	0,000	0,003	0,005	0,007	0,000	0,004	0,000	0,005	0,000	0,000
K	0,000	0,008	0,003	0,002	0,000	0,002	0,005	0,005	0,008	0,007
Suma M	5,915	5,959	5,956	5,961	5,916	5,965	5,968	5,957	5,959	5,964
F ⁻	0,058	0,074	0,093	0,055	0,080	0,057	0,064	0,159	0,079	0,071
Cl ⁻	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
OH	7,942	7,926	7,907	7,945	7,920	7,943	7,936	7,841	7,921	7,929
Suma	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
#Mg	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56	0,55
#Fe	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,45
T1 (°C)	327	337	332	343	318	348	346	349	343	335
T2 (°C)	320	331	326	337	311	342	340	343	337	329

Tabuľka 3. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy muskovitu (hm. %) v mramore (SL-1) z lokality Slavoška prepočítané na 11 kyslíkov (*apfu*). Symbol * vyjadruje dopočítanie pre $(\text{OH}^+\text{F}^-) = 2 \text{ apfu}$.

Table 3. Representative electron microanalyses of muscovite (wt. %) in marble (SL-1) from the Slavoška locality calculated on 11 oxygens (*apfu*). The * symbol indicates content of $(\text{OH}^+\text{F}^-) = 2 \text{ apfu}$.

Hornina	mramor (SL-1)									
Analýza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	48,25	50,05	50,18	48,78	49,10	50,54	49,77	48,90	50,50	49,28
TiO ₂	0,08	0,11	0,01	0,14	0,08	0,12	0,06	0,15	0,09	0,12
Al ₂ O ₃	32,02	27,68	27,19	30,75	28,89	27,85	28,50	30,53	27,36	28,74
FeO	2,94	4,45	4,78	3,48	3,88	4,16	3,63	3,75	4,38	4,11
MnO	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01
MgO	1,44	2,48	2,27	1,68	2,08	2,45	2,16	1,78	2,26	2,07
CaO	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,00	0,10	0,01	0,08	0,00	0,28	0,17	0,24	0,05
SrO	0,00	0,03	0,07	0,00	0,05	0,04	0,00	0,04	0,03	0,00
Na ₂ O	0,32	0,17	0,13	0,35	0,26	0,15	0,21	0,32	0,19	0,23
K ₂ O	10,35	10,56	10,77	10,63	10,71	10,63	10,59	10,70	10,79	10,64
H ₂ O*	4,45	4,35	4,35	4,40	4,34	4,39	4,33	4,40	4,36	4,39
F	0,08	0,24	0,20	0,18	0,22	0,19	0,27	0,20	0,22	0,12
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
-O=F	-0,03	-0,10	-0,08	-0,07	-0,09	-0,08	-0,11	-0,09	-0,09	-0,05
-O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma	99,92	100,02	99,98	100,33	99,60	100,43	99,68	100,84	100,37	99,70
Si ⁴⁺	3,221	3,367	3,388	3,259	3,316	3,378	3,352	3,260	3,392	3,324
^{IV} Al ³⁺	0,779	0,633	0,612	0,741	0,684	0,622	0,648	0,740	0,608	0,676
Suma T	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ti ⁴⁺	0,004	0,006	0,001	0,007	0,004	0,006	0,003	0,007	0,005	0,006
^{VI} Al ³⁺	1,741	1,560	1,551	1,679	1,615	1,572	1,614	1,659	1,558	1,608
Fe ²⁺	0,164	0,250	0,270	0,195	0,219	0,233	0,205	0,209	0,246	0,232
Mn ²⁺	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
Mg ²⁺	0,143	0,248	0,229	0,168	0,209	0,244	0,216	0,177	0,227	0,208
Suma M	2,052	2,066	2,051	2,048	2,048	2,054	2,038	2,052	2,038	2,054
Ba ²⁺	0,000	0,000	0,003	0,000	0,002	0,000	0,007	0,004	0,006	0,001
Sr ²⁺	0,000	0,001	0,003	0,000	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
Ca ²⁺	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Na ⁺	0,041	0,022	0,018	0,045	0,034	0,020	0,027	0,041	0,024	0,030
K ⁺	0,881	0,906	0,928	0,905	0,923	0,906	0,910	0,910	0,925	0,915
□	0,076	0,071	0,048	0,049	0,039	0,073	0,055	0,044	0,044	0,053
Suma I	0,924	0,929	0,952	0,951	0,961	0,927	0,945	0,956	0,956	0,947
F ⁻	0,017	0,050	0,042	0,037	0,046	0,040	0,056	0,043	0,048	0,025
Cl ⁻	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
OH ⁻	1,983	1,950	1,958	1,962	1,953	1,960	1,943	1,957	1,951	1,974
Suma A	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000

Tabuľka 4. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy muskovitu (hm. %) vo fylite (SL-2) z lokality Slavoška prepočítané na 11 kyslíkov (*apfu*). Symbol * vyjadruje dopočítanie pre $(\text{OH}^+\text{F}^-) = 2 \text{ apfu}$.
 Table 4. Representative electron microanalyses of muscovite (wt. %) in phyllite (SL-2) from the Slavoška locality calculated on 11 oxygens (*apfu*). The * symbol indicates content of $(\text{OH}^+\text{F}^-) = 2 \text{ apfu}$.

Hornina	fylit (SL-2)									
Analýza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	50,49	51,78	51,11	52,36	50,00	50,30	49,48	50,87	50,83	49,89
TiO ₂	0,09	0,08	0,15	0,09	0,10	0,17	0,02	0,09	0,11	0,11
Al ₂ O ₃	25,95	27,16	26,79	25,91	27,86	27,86	27,25	26,69	27,13	27,83
FeO	3,66	3,23	3,59	2,97	3,42	3,33	4,42	3,29	3,38	3,52
MnO	0,03	0,00	0,04	0,06	0,06	0,06	0,08	0,05	0,04	0,02
MgO	2,73	3,15	2,89	3,57	2,58	2,60	3,04	3,38	3,09	2,87
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02
BaO	0,07	0,21	0,00	0,10	0,29	0,00	0,11	0,08	0,11	0,09
SrO	0,05	0,07	0,00	0,04	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,21	0,20	0,18	0,09	0,17	0,20	0,20	0,18	0,18	0,21
K ₂ O	10,85	10,58	10,83	10,93	10,80	10,93	11,00	10,83	11,13	10,89
H ₂ O*	4,33	4,47	4,43	4,41	4,43	4,44	4,39	4,38	4,44	4,38
F	0,13	0,12	0,10	0,22	0,06	0,07	0,10	0,19	0,09	0,16
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-O=F	-0,06	-0,05	-0,04	-0,09	-0,02	-0,03	-0,04	-0,08	-0,04	-0,07
-O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma	98,54	101,00	100,08	100,65	99,87	99,93	100,05	99,99	100,50	99,91
Si ⁴⁺	3,443	3,428	3,423	3,477	3,366	3,374	3,345	3,411	3,397	3,355
^{IV} Al ³⁺	0,557	0,572	0,577	0,523	0,634	0,626	0,655	0,589	0,603	0,645
Suma T	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ti ⁴⁺	0,004	0,004	0,008	0,004	0,005	0,009	0,001	0,004	0,005	0,005
^{VI} Al ³⁺	1,528	1,547	1,538	1,505	1,576	1,576	1,516	1,521	1,535	1,560
Fe ²⁺	0,209	0,179	0,201	0,165	0,192	0,187	0,250	0,185	0,189	0,198
Mn ²⁺	0,001	0,000	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,002	0,001
Mg ²⁺	0,278	0,311	0,289	0,353	0,259	0,260	0,306	0,338	0,308	0,288
Suma M	2,021	2,041	2,037	2,031	2,036	2,036	2,078	2,050	2,039	2,053
Ba ²⁺	0,002	0,005	0,000	0,003	0,008	0,000	0,003	0,002	0,003	0,002
Sr ²⁺	0,002	0,003	0,000	0,002	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001
Na ⁺	0,027	0,026	0,024	0,012	0,022	0,026	0,027	0,023	0,023	0,027
K ⁺	0,944	0,893	0,926	0,926	0,928	0,935	0,948	0,926	0,949	0,934
□	0,025	0,073	0,051	0,058	0,037	0,039	0,022	0,046	0,024	0,036
Suma I	0,975	0,927	0,949	0,942	0,963	0,961	0,978	0,954	0,976	0,964
F ⁻	0,029	0,025	0,022	0,047	0,012	0,016	0,021	0,041	0,019	0,033
Cl ⁻	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
OH ⁻	1,971	1,975	1,978	1,953	1,988	1,984	1,979	1,959	1,981	1,967
Suma A	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000

Albit z hľadiska chemického zloženia dosahuje hodnotu koncového člena analyzovaného v mramore a vo fylite (tab. 5).

Tabuľka 5. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy albitu (hm. %) z lokality Slavoška prepočítané na 8 kyslíkov (*apfu*) s vyjadrením zastúpenia koncových členov (mol. %).

Table 5. Representative electron microanalyses of albite (wt. %) from the Slavoška locality calculated on 8 oxygens (*apfu*) with representation of end members (mol. %).

Hornina	mramor (SL-1)				fylit (SL-2)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Analýza								
SiO ₂	68,98	68,39	68,71	69,13	68,92	68,26	68,83	68,54
TiO ₂	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,07
Al ₂ O ₃	19,46	19,68	19,24	19,56	19,45	19,29	19,59	19,69
Fe ₂ O ₃	0,12	0,13	0,00	0,11	0,05	0,00	0,13	0,22
SrO	0,03	0,05	0,03	0,06	0,04	0,05	0,05	0,03
CaO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Na ₂ O	11,74	11,48	11,58	11,79	11,93	11,70	11,87	11,75
K ₂ O	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
Suma	100,36	99,75	99,59	100,66	100,40	99,39	100,47	100,35
Si ⁴⁺	3,000	2,991	3,008	2,997	2,997	2,998	2,993	2,984
Ti ⁴⁺	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,002
Al ³⁺	0,997	1,014	0,993	1,000	0,997	0,999	1,004	1,010
Fe ³⁺	0,004	0,004	0,000	0,004	0,002	0,000	0,004	0,007
Suma T	4,002	4,010	4,001	4,001	3,996	4,000	4,001	4,004
Sr ²⁺	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
Ca ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Na ⁺	0,989	0,973	0,983	0,991	1,006	0,996	1,001	0,992
K ⁺	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001
Suma M	0,991	0,974	0,985	0,993	1,008	0,997	1,002	0,995
Albit	99,94	100,00	99,86	99,92	99,94	100,00	100,00	99,81
Anortit	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Ortoklas	0,06	0,00	0,09	0,08	0,06	0,00	0,00	0,08

Fluórapatit tvorí akcesoricky zastúpenú súčasť minerálnej asociácie v mramore a fylite. Z chemického hľadiska fluórapatit predstavuje koncový člen s obsahom 0,98–1,00 *apfu* F a neobsahuje zvýšené obsahy prvkov vzácnych zemin (tab. 6).

Kalcit tvorí súčasť matrix v mramore. Analyzované kalcity sú chemicky čisté, obsahy Fe, Mn a Mg dosahujú takmer nulové hodnoty (tab. 7). Pritomnosť dolomitu nebola potvrdená.

Tabuľka 6. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy fluórapatitu (hm. %) z lokality Slavoška prepočítané na 8 katiónov (*apfu*) s dopočítanou H₂O* na základe ideálnej stechiometrie, (OH⁻ + F⁻) = 1 *apfu*.
 Table 6. Representative electron microanalyses of fluorapatite (wt. %) from the Slavoška locality calculated on 8 cations (*apfu*) with calculated H₂O* based on ideal stoichiometry, (OH⁻ + F⁻) = 1 *apfu*.

Hornina	mramor (SL-1)				fýlit (SL-2)			
Analýza	1	2	3	4	1	2	3	4
P ₂ O ₅	43,16	43,01	42,96	43,54	42,75	42,48	42,86	42,95
CaO	55,34	55,64	55,64	55,50	54,89	54,46	54,92	54,70
SiO ₂	0,03	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,07
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,00
FeO	0,05	0,09	0,08	0,07	0,09	0,12	0,19	0,08
MnO	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,05	0,05	0,07
SrO	0,00	0,03	0,02	0,00	0,03	0,07	0,07	0,07
Na ₂ O	0,00	0,01	0,07	0,04	0,08	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
Y ₂ O ₃	0,05	0,05	0,08	0,04	0,22	0,17	0,08	0,19
Ce ₂ O ₃	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03
SO ₃	0,02	0,07	0,11	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
H ₂ O*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
F	4,73	4,25	4,48	4,30	4,34	4,69	3,69	4,35
Cl	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
-O=F	-1,99	-1,79	-1,88	-1,81	-1,83	-1,98	-1,56	-1,83
-O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma	101,39	101,42	101,59	101,71	100,65	100,11	100,39	100,70
S ⁶⁺	0,001	0,004	0,007	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000
P ⁵⁺	3,047	3,027	3,021	3,057	3,037	3,043	3,041	3,054
Si ⁴⁺	0,002	0,004	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,005
Suma T	3,050	3,035	3,028	3,058	3,039	3,043	3,042	3,060
Ca ²⁺	4,945	4,955	4,952	4,932	4,935	4,938	4,933	4,923
Fe ²⁺	0,003	0,006	0,005	0,005	0,006	0,008	0,013	0,005
Mg ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,002	0,004	0,000
Mn ²⁺	0,001	0,001	0,000	0,000	0,003	0,003	0,003	0,005
Sr ²⁺	0,000	0,001	0,001	0,000	0,002	0,003	0,003	0,003
Na ⁺	0,000	0,002	0,011	0,006	0,012	0,000	0,000	0,000
Al ³⁺	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003
Y ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ce ³⁺	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
Suma M	4,950	4,965	4,972	4,942	4,961	4,957	4,958	4,940
F ⁻	1,000	1,000	1,000	0,997	1,000	1,000	0,979	1,000
Cl ⁻	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
OH ⁻	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	0,000
Suma A	1,003	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabuľka 7. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy kalcitu (hm. %) v mramore (SL-1) z lokality Slavoška prepočítané na 1 katión (*apfu*). Symbol * vyjadruje dopočítanie CO₂ na základe ideálnej stechiometrie kalcitu.

Table 7. Representative electron microanalyses of calcite (wt. %) in marble (SL-1) from the Slavoška locality calculated on 1 cation (*apfu*). The * symbol indicates the calculation of CO₂ based on ideal stoichiometry of calcite.

Hornina	mramor (SL-1)					
Analýza	1	2	3	4	5	6
FeO	0,02	0,00	0,04	0,04	0,09	0,04
MnO	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
MgO	0,16	0,04	0,19	0,15	0,62	0,35
CaO	55,40	55,62	55,02	55,07	54,88	54,98
CO ₂ *	44,61	44,64	44,35	44,39	44,72	44,45
Suma	100,22	100,30	99,59	99,65	100,32	99,85
Fe ²⁺	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
Mn ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg ²⁺	0,004	0,001	0,005	0,004	0,015	0,009
Ca ²⁺	0,995	0,999	0,995	0,996	0,983	0,990
Suma	0,999	1,000	1,001	1,001	0,999	1,000

Teplotné podmienky metamorfózy

Analyzované chlority spadajú do poľa metamorfných chloritov na základe pomerného zastúpenia tetraédrického vs. oktaédrického Al (obr. 5b). Teplotné podmienky metamorfózy chloritov v skúmaných horninách z lokality Slavoška boli vypočítané z bodových chemických analýz (tab. 1, 2) aplikovaním dvoch empirických geotermometrov T1 (CATHELINÉAU 1988) a T2 (XIE *et al.* 1997). Na základe stanoveného chemického zloženia chamosit (Fe-chlority) v mramore (SL-1) dosahuje vyššie priemerné teploty kryštalizácie: T1 = 363 °C a T2 = 353 ± 15 °C na rozdiel od klinochlóru (Mg-chlority) vo fylite (SL-2), ktorý má nižšie priemerné teploty kryštalizácie: T1 = 338 °C a T2 = 332 ± 10 °C. Vypočítaný teplotný rozdiel (T1 - T2) v prípade chloritov z mramoru (SL-1) sa pohybuje v rozsahu 9 až 12 °C a v chloritoch z fylitu (SL-2) dosahuje teplotný rozsah 5 až 7 °C (tab. 1, 2). Na základe nízkeho intervalu vypočítaných teplotných rozdielov sú uvádzané hodnoty vypočítané podľa kalibrácie CATHELINÉAU (1988), ktoré sú relevantné aj po korekcii podľa kalibrácie XIE *et al.* (1997).

DISKUSIA

Na lokalite Slavoška v rámci príkrovu Bôrky boli identifikované Fe-chlority (chamosit) v mramore (SL-1) s chemickým zložením indikujúcim vyššie minimálne a maximálne teploty metamorfózy (T1 = 344–392 °C; T2 = 333–381 ± 15 °C), na rozdiel od Mg-chloritov (klinochlór) vo fylite (SL-2), ktorých zloženie reflektuje nižšie minimálne a maximálne teploty metamorfózy (T1 = 318–349 °C; T2 = 311–343 ± 10 °C). Rozdiely v teplotách chloritov vychádzajú z ich rôzneho chemického zloženia, ktorý je determinovaný vyšším obsahom ^{IV}Al³⁺ vo vzorke SL-1 do 1,41 *apfu* a nižším obsahom vo vzorke SL-2 do 1,28 *apfu*. Zároveň na teplotu metamorfózy vplyva vyšší pomer Fe²⁺/(Fe²⁺+Mg) stanovený v Fe-chloritoch v mramore do 0,59 a nižší pomer Fe²⁺/(Fe²⁺+Mg) v Mg-chloritoch vo fylite do 0,46. Rozdiely v chemickom zložení chloritov súvisia s vplyvom litologicky kontrastného protolitu v rámci príkrovu Bôrky, ktorý sa podieľal na kryštalizácii chloritov počas metamorfózy.

Vypočítané teploty korešpondujú s teplotami $309\text{--}331 \pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$ z Mg-chloritov vo fylitoch z lokality Štítinik v rámci príkrovu Bôrky (RUŽIČKA 2023). Mg-Fe chlority pochádzajúce z mramorov laminovaných bazaltovými metapyroklastikami z lokalít v okolí Ochtinej v rámci príkrovu Bôrky majú zloženie zodpovedajúce teplotám $303\text{--}343 \pm 9,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (RUŽIČKA a MYŠEAN 2022).

VOZÁROVÁ (1993) potvrdila metamorfózu dúbavského súvrstvia príkrovu Bôrky v okolí skúmanej lokality v rámci nižnoslanskej depresie v podmienkach fácie zelených bridlíc ($T = 400\text{--}450 \text{ }^\circ\text{C}$; $P = 0,8\text{--}1 \text{ GPa}$ s geotermálnym gradientom $10\text{--}15 \text{ }^\circ\text{C}/\text{km}$). MAZZOLI a VOZÁROVÁ (1998) vypočítali teplotu kryštalizácie chloritov $326 \pm 23 \text{ }^\circ\text{C}$ na základe geotermometrickej kalibrácie CATHELINÉAU (1988) z metapelitov príkrovu Bôrky. ÁRKAI *et al.* (2003) publikovali teploty chloritov $249\text{--}350 \pm 29 \text{ }^\circ\text{C}$ vypočítané podľa kalibrácie JOWETT (1991) z metasedimentov z lokality Meliata. NEMEC *et al.* (2020) na základe použitej geotermometrickej kalibrácie CATHELINÉAU (1988) uvádzajú teplotu kryštalizácie chloritov z príkrovu Bôrky $340 \text{ }^\circ\text{C}$ pri tlakoch $1,4\text{--}1,6 \text{ GPa}$.

POTOČNÝ *et al.* (2020) konštatujú, že externé resp. západné výskyty príkrovu Bôrky v oblasti nižnoslanskej depresie, ku ktorým patria aj skúmané mramory a fylity v Slavoške, vznikli počas alpínskej regionálnej metamorfózy v podmienkach fácie zelených bridlíc čo potvrdzujú vypočítané teploty kryštalizácie chloritov.

ZÁVER

Mikroskopickým pozorovaním a mikrosondovým zobrazením v BSE režime bola potvrdená koexistencia muskovitu a chloritu, ktoré sa vzájomne prerastajú v skúmaných mramoroch a fylitoch z lokality Slavoška. Identifikovanú minerálnu asociáciu mramoru (SL-1) tvorí kalcit, muskovit, Fe-chlority (chamosit), albit a fluóropatit. Minerálnu asociáciu fylitu (SL-2) tvorí kremeň, muskovit, Mg-chlority (klinochlór), albit a fluóropatit. Na základe stanoveného chemického zloženia Fe-chlority (chamosit) v mramore kryštalizovali pri vyšších teplotách ($T_1 = 344\text{--}392 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_2 = 333\text{--}381 \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$) a Mg-chlority (klinochlór) vo fylite pri nižších teplotách ($T_1 = 318\text{--}349 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_2 = 311\text{--}343 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$).

Mg-Fe chlority vznikli rekryštalizáciou pôvodného vulkanicko-sedimentárneho protolitu, pričom pravdepodobným zdrojom pre tvorbu chloritov bola prímes bázičského pyroklastického materiálu. Mramory a fylity boli alpínsky regionálne metamorfované v podmienkach fácie zelených bridlíc v rámci litostratigrafickej sekvencie dúbavského súvrstvia príkrovu Bôrky Západných Karpát.

POĎAKOVANIE

Za vyhotovenie mikrosondových analýz a BSE obrázkov ďakujem Sergii Kurylovi z Ústavu vied o Zemi SAV. Vyslovujem poďakovanie recenzentom článku za pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu rukopisu.

LITERATURA

- ÁRKAI, P., FARYAD, S. W., VIDAL, O., BALOGH, K., 2003: Very low-grade metamorphism of sedimentary rocks of the Meliata unit, Western Carpathians, Slovakia: Implications of phyllosilicate characteristics. - *International Journal of Earth Sciences*, 92, 68-85.
- BAJANÍK, Š. (ED.), IVANIČKA, J., MELLO, J., PRISTAŠ, J., REICHWALDER, P., SNOPOKO, L., VOZÁR, J., VOZÁROVÁ, A., 1984: Geologická mapa Slovenského rudohoria, východná časť 1: 50 000. - Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- CAPERDI, S., VENTURELLI, G., PHOTIADES, A., 2004: Accessory minerals and $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ of marbles from the Mediterranean area. - *Journal of Cultural Heritage*, 5, 27-47.
- CATHELINÉAU, M., 1988: Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature. - *Clay Minerals*, 23, 4, 471-485.

- KAMENICKÝ, J., 1957: Serpentininity, diabázy a glaukofanické horniny triasu Spišsko-gemerského rudohoria. – Geologické práce, Zošit, 45, 3–108.
- KOČICKÝ, D., IVANIČ, B., 2011: Geomorfologické členenie Slovenska 1: 500 000. – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- MADARÁS, J., HÓK, J., ŠEFARA, J., KOVÁČ, P., MELLO, J., IVANIČKA, J., VOZÁR, J., VOZÁROVÁ, A., HRAŠKO, L., LEXA, O., KUCHARIČ, L., GRAND, T., 1995: Geologicko-štruktúrna analýza styčnej zóny gemerika a veporika v oblasti Rochove – Dobšiná. Manuskript: Geofond – archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1–101.
- MAZZOLI, C., VOZÁROVÁ, A., 1998: Subduction related processes in the Börka Nappe (Inner Western Carpathians): a geochemical and petrological approach. – In: Rakús, M. (ed.): Geodynamic model of the Western Carpathians. – State Geological Institute of Dionýz Štúr, Bratislava, 89–106.
- MELLO, J. (ED.), ELEČKO, M., PRISTAŠ, J., REICHWALDER, P., SNOPKO, L., VASS, D., VOZÁROVÁ, A., GAÁL, L., HANZEL, V., HÓK, J., KOVÁČ, P., SLAVKAY, M., STEINER, A., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1: 50 000. – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 1–255.
- MELLO, J., REICHWALDER, P., VOZÁROVÁ, A., 1998: Börka Nappe: high-pressure relic from the subduction-accretion prism of the Meliata ocean (Inner Western Carpathians, Slovakia). – Slovak Geological Magazine, 4, 4, 261–273.
- MYŠLAN, P., RUŽIČKA, P., 2022: Sľudy a chlority ako indikátory podmienok metamorfózy karbonátových hornin gelnickej skupiny južného gemerika (Slovenská republika). – Bulletin Mineralogie Petrologie, 30, 1, 108–123.
- NEMEC, O., PUTIŠ, M., BAČÍK, P., RUŽIČKA, P., NÉMETH, Z., 2020: Metamorphic conditions of Neotethyan Meliatic accretionary wedge estimated by thermodynamic modelling and geothermobarometry (Inner Western Carpathians). – Minerals, 10, 12, 1–50.
- PASERO, M., KAMPF, A. R., FERRARIS, C., PEKOV, I. V., RAKOVAN, J., WHITE, T. J., 2010: Nomenclature of the apatite supergroup minerals. – European Journal of Mineralogy, 22, 2, 163–179.
- PLAŠIENKA, D., MÉRES, Š., IVAN, P., SÝKORA, M., SOTÁK, J., LAČNÝ, A., AUBRECHT, R., BELLOVÁ, S., POTOČNÝ, T., 2019: Meliatic blueschists and their detritus in Cretaceous sediments: new data constraining tectonic evolution of the West Carpathians. – Swiss Journal of Geosciences, 112, 1, 55–81.
- POTOČNÝ, T., MÉRES, Š., PLAŠIENKA, D., 2020: Geological structure and tectonometamorphic evolution of the Veporic-Gemic contact zone constrained by the monazite age data (Slavošovce-Štítnik area, Western Carpathians, Slovakia). – Mineralia Slovaca, 52, 2, 83–102.
- RAMÍREZ-SÁNCHEZ, E., HERVÉ, F., KELM, U., SASSI, R., 2005: P-T conditions of metapelites from metamorphic complexes in Aysen, Chile. – Journal of South American Earth Sciences, 19, 3, 373–386.
- REICHWALDER, P., 1970: Niekoľko poznámok k výskytu glaukofanických hornín v okolí Hačavy. – Geologické práce, Správy, 53, 157–165.
- REICHWALDER, P., 1973: Geologické pomery mladšieho paleozoika v jv. časti Spišsko-gemerského rudohoria. – Zborník geologických vied, Rad Západné Karpaty, 18, 99–141.
- RUŽIČKA, P., 2023: Charakteristika chemického zloženia turmalínov z fylitov v okolí Štítnika (Slovenská republika). – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 108, 2, 225–242.
- RUŽIČKA, P., MYŠLAN, P., 2022: Minerálne zloženie laminovaných bazaltových metapyroklastik a mramorov na lokalitách v okolí Ochtinej (Slovenská republika). – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 107, 2, 165–185.
- TISCHENDORF, G., FÖRSTER, H. J., GOTTESMANN, B., RIEDER, M., 2007: True and brittle micas: composition and solid–solution series. – Mineralogical Magazine 71, 3, 285–320.
- VOZÁROVÁ, A., 1993: Stupeň premeny dúbravských vrstiev. – In: Rakús, M., Vozár, J. (eds.) Geodynamický model a hlbinná stavba Západných Karpát. – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 227–231.
- WARR, L. N., 2021: IMA-CNMNC approved mineral symbols. – Mineralogical Magazine, 85, 3, 291–320.
- XIE, X., BYERLY, G. R., FERRELL, JR., R. E., 1997: Ilb trioctahedral chlorite from the Barberton greenstone belt: crystal structure and rock composition constraints with implications to geothermometry. – Contributions to Mineralogy and Petrology, 126, 3, 275–291.
- ZANE, A., WEISS, Z., 1998: A procedure for classifying rock forming chlorites based on microprobe data. – Rendiconti Lincei, 9, 1, 51–56.