

# MINERÁLNE ZLOŽENIE LAMINOVANÝCH BAZALTOVÝCH METAPYROKLASTÍK A MRAMOROV NA LOKALITÁCH V OKOLÍ OCHTINEJ (SLOVENSKÁ REPUBLIKA)

MINERAL COMPOSITION OF LAMINATED BASALT METAPYROCLASTICS AND MARBLES  
AT THE LOCALITIES NEAR OCHTINÁ (SLOVAK REPUBLIC)

PETER RUŽIČKA, PAVOL MYŠĽAN

## Abstract

Ružička, P., Myšľan, P., 2022: Minerálne zloženie laminovaných bazaltových metapyroklastík a mramorov na lokalitách v okolí Ochtinej (Slovenská republika). – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 107, 2, 165–185 (with English summary).

*Mineral composition of laminated basalt metapyroclastics and marbles at the localities near Ochtiná (Slovak Republic).*

Basalt metapyroclastics at the localities Ochtiná – Pod Vápnom and Ochtiná – Hrádok form laminated intercalations in marbles of the Bôrka nappe (Meliatic Unit), Western Carpathians. The mineral association consists of amphiboles (actinolite – tremolite), chlorites (clinocllore – chamosite), epidote and albite which occurs in the stripes. Accessory minerals are represented by titanite and fluorapatite, in the marbles hydrothermal pyrite was also identified. The amphiboles reveal dominant Mg (2.50–4.48 *apfu*) in *C* position. The content of Mg in clinocllore varies between 2.40–2.69 *apfu* and the content of Fe<sup>2+</sup> in chamosite is up to 2.62 *apfu*. Epidote shows two slightly pronounced substitutions in the *M* positions and one in the *T* position. The most significant substitution is in *M3* position between Fe<sup>3+</sup> (0.52–0.95 *apfu*), Al (0.03–0.45 *apfu*), negligible Fe<sup>2+</sup> (up to 0.08 *apfu*), Cr (up to 0.01 *apfu*) and V (up to 0.02 *apfu*). Albite reaches a nearly pure end-member composition (Ab<sub>99–100</sub>Or<sub>0.2</sub>An<sub>0.7</sub>). Titanite shows contents of Ca and Si close to the ideal composition, Ti content is slightly reduced (0.87–0.92 *apfu*) by (Al, Fe)<sup>3+</sup> + (OH, F)<sup>-</sup> ↔ Ti<sup>4+</sup> + O<sup>2-</sup> substitution and the F content is increased up to 0.6 wt. % and (OH)<sup>-</sup> up to 0.08 *apfu*. Fluorapatite represents the end-member with a content of 0.83–1.00 *apfu* F without an increased concentration of REE elements. In pyrites, the Co content slightly increases from the center to the edge of some grains (up to 0.05 *apfu*). Marbles formed during the regional metamorphism of sedimentary limestones, which were locally enriched in pyroclastic material of basaltic composition. The recrystallized pyroclastic material was transformed into a laminar arrangement in the marbles. The calculated temperature interval for chlorites is in the range of 303–343 ± 9.5 °C.

*Key words:* mineral composition, basalt metapyroclastics, marbles, Ochtiná, Western Carpathians, 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

Pavol Myšľan, Earth Science Institute, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava, Slovak Republic. Department of Mineralogy, Petrology and Economic Geology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovak Republic

## 1. ÚVOD

Objektom nášho mineralogického výskumu boli svetlé mramory laminované zelenosivými bazaltovými metapyroklastikami vyskytujúce sa na lokalite Ochtiná – Pod Vápnom

s kontinuálnym prechodom do kalcitovo-chloritových fylitov na lokalite Ochtiná - Hrádok. Cieľom mikroskopického a následne mikrosondového štúdia bola identifikácia minerálnej asociácie skúmaných hornín. Získané analytické údaje o chemickom zložení identifikovaných minerálov boli konfrontované navzájom, ako aj s výsledkami z lokality Markuška, kde sa vyskytujú identické typy mramorov laminované bazaltovými metapyroklastikami (RUŽIČKA *et al.* 2019). Na základe údajov analyzovaných chloritov sme stanovili teplotný rozsah regionálnej metamorfózy, ktorý dopĺňa poznatky o genéze skúmanej oblasti.

## 2. GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA A LOKALIZÁCIA

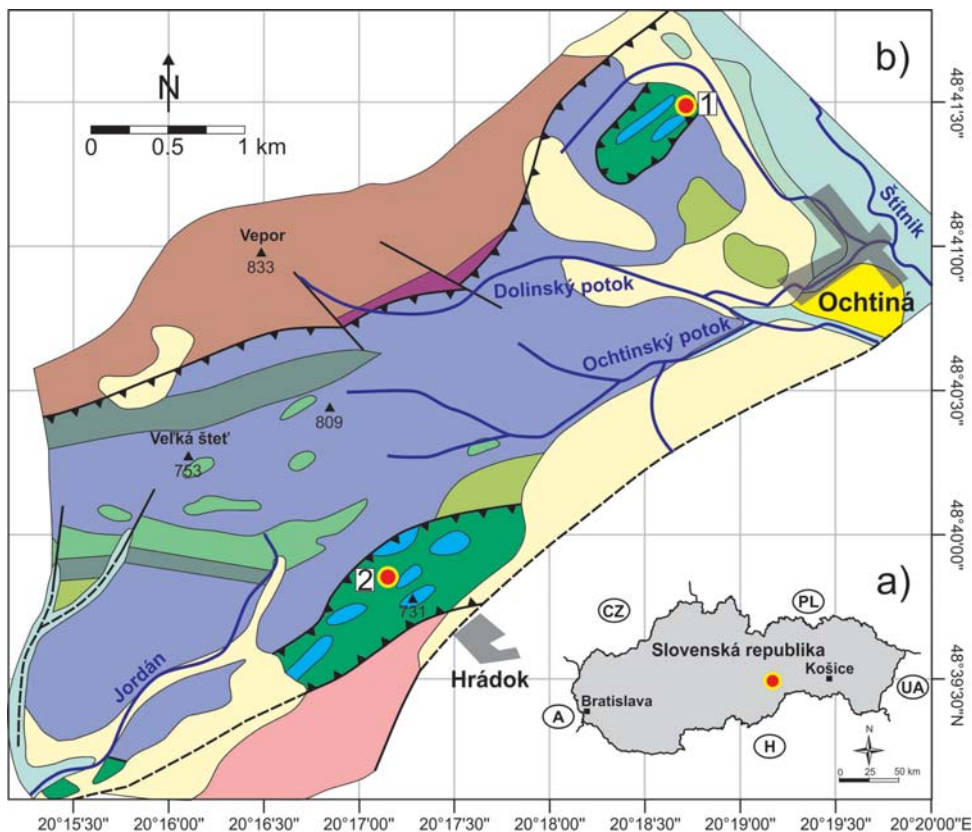
Skúmané lokality v okolí Ochtinej (obr. 1) sú súčasťou tektonickej jednotky meliatika, ktorá sa v súčasnosti rozdeľuje na vysokotlakovo metamorfovaný príkrov Bôrky a nízko metamorfovanú melanž - meliatsku jednotku *s.s.* (PLAŠIENKA *et al.* 2019). Mramory spolu s bazaltovými metapyroklastikami sú litostratigrafickým členom triasovo-jurskej hačavskej sekvencie dúbavského súvrstvia príkrovu Bôrky (MELLO *et al.* 1997; 1998). Reprezentujú externé výskyty príkrovu Bôrky lokalizované v styčnej zóne veporika a gemerika (západná časť lubenickej línie násunovej plochy gemerika na veporikum).

Skúmané mramory sa korelujú s ich analogickými výskytmi v rámci hončianskeho súvrstvia meliatika a turnaika (MELLO *et al.* 1997). Hončianske kryštalické vápence tvoria samostatné bloky a olistolity (GAÁL 1987). Exaktné stanovenie veku mramorov je problematické z dôvodu, že počas regionálnej metamorfózy boli zbavené akéhokoľvek biostratigraficky datovateľného materiálu. Na základe konfrontácie vzhľadu, zloženia a litostratigrafickej pozície sa odhaduje ich pravdepodobný vek na stredný trias, pričom veková korelácia vychádza napr. z prác KANTORA (1955, 1956), KAMENICKÉHO (1957), REICHWALDERA (1970, 1973) a MARKA (1981). Za predpokladaný protolit mramorov sa považujú steinalmské vápence (MELLO *et al.* 1997).

Litologický rozdiel medzi skúmanými lokalitami spočíva v tom, že bazaltové metapyroklastiká s kontinuálnym prechodom do kalcitovo-chloritových fylitov prevládajú na lokalite Ochtiná - Hrádok, pričom mramory tvoria menšie polohy až šošovky (MIŠÍK 1953). Na lokalite Ochtiná - Pod Vápnom severne od obce Ochtiná dominujú svetlé mramory, ktoré tvoria masív Ochtinskej Dúbravy. Podobné typy mramorov sa vyskytujú pri Lubeníku a Markuške (RUŽIČKA *et al.* 2019, 2020). Charakteristickým genetickým znakom, ktorý sa vzťahuje na skúmané lokality, je synchronnosť pôvodnej bázeickej vulkanickej aktivity a karbonátovej sedimentácie s následnou regionálnou metamorfózou, na ktorú poukázal REICHWALDER (1970, 1973). Podľa akceptovanej litostratigrafickej koncepcie (BAJANÍK *et al.* 1984) sú na karbónske metasedimenty ochtinskej skupiny nasunuté triasové komplexy dúbavského súvrstvia príkrovu Bôrky (obr. 1).

Niektorí autori (GAZDAČKO 2005; GRECUŁA *et al.* 2009) pozorovali súvislý litologický prechod medzi spomínanými jednotkami a priradujú svetlé komplexy ku zlatníckemu súvrstviu dobšinskej skupiny gemerika karbónskeho veku.

Skúmané lokality sa nachádzajú v katastri obce Ochtiná, 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. Geografická poloha lokality Ochtiná - Hrádok je 48°39'52.2"N a 20°17'10.7"E v nadmorskej výške 646 m (obr. 2a). Súradnice lokality Ochtiná - Pod Vápnom sú 48°41'31.6"N a 20°18'44.1"E, nadmorská výška je 478 m (obr. 2b).



## Legenda

### Južné veporikum

Kryštalinikum (staršie paleozoikum ?) metakvarcily

Revúcka skupina - rimavské súvrstvie (perm) metaarkózy lokálne s vločkami bridiíc

### Severné gemicikum - ochtinská skupina

Hrádocké súvrstvie (karbón) chionitické fylity

Hrádocké súvrstvie (karbón) metamorfované zlepenčovo-pieskovcové turbidity

Hrádocké súvrstvie (karbón) metabazalty a metašieferity

Lubenické súvrstvie (karbón) magnézity a lokálne sidenty

### Južné gemicikum - gočaltovská skupina

Rožňavské súvrstvie (perm) metapieskovce

### Meliatikum a príkrov Bôrky

Hončianské súvrstvie (trias) svetlé mramory

Dúbravské súvrstvie (trias) metabázické horniny (bazaltové metapyroklastiká)

### Neogén a kvartér

Poltárske súvrstvie (miocén) štrky, piesky ily, lignity

Deluviálne sedimenty (pleistocén - holocén) hlinito-kamenité svahoviny a sutiny

Fluviálne sedimenty (holocén)

a) piesčité až štrkové hliny; b) nivné hliny

### Všeobecné vysvetlivky

a) zlomy; b) príkrovy

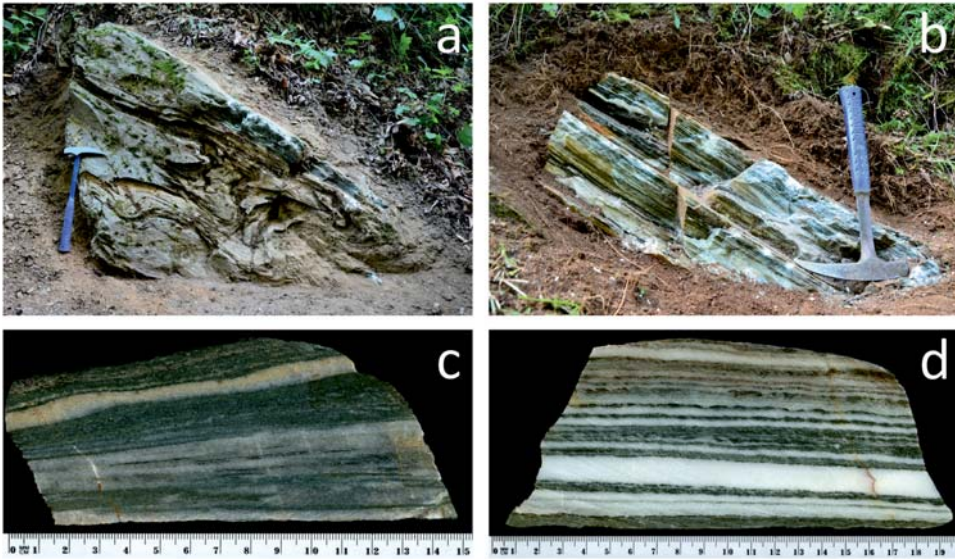
Vodné toky

Zastavané územie

Miesto odberu vzoriek

Obr. 1. Lokalizácia skúmaného územia: a) pozícia v mape Slovenskej republiky; b) detail geologickej mapy modifikovanej podľa BAJANÍK *et al.* (1984) s vyznačenými miestami odberu vzoriek: 1) Ochtiná - Pod Vápnom; 2) Ochtiná - Hrádok.

Fig. 1. Localization of the investigated area: a) position on the map of the Slovak Republic; b) detail of the geological map modified according to BAJANÍK *et al.* (1984) with sampling locations marked: 1) Ochtiná - Pod Vápnom; 2) Ochtiná - Hrádok.



Obr. 2. Miesta odberov vzoriek: a) zvrásnené polohy mramorov v kalcitovo-chloritových fylitoch na lokalite Ochtiná - Hrádok; b) mramory laminované bazaltovými metapyroklastikami na lokalite Ochtiná - Pod Vápnom. Prierezy skúmaných vzoriek z lokalít: c) Ochtiná - Hrádok; d) Ochtiná - Pod Vápnom. Foto P. Ružička 2021, 2022.

Fig. 2. Sampling sites: a) folded positions of marbles in calcite-chlorite phyllites at the Ochtiná - Hrádok locality; b) marbles laminated with basalt metapyroclastics at the Ochtiná - Pod Vápnom locality. Cross-sections of investigated samples from the following locations: c) Ochtiná - Hrádok; d) Ochtiná - Pod Vápnom. Photo by P. Ružička 2021, 2022.

### 3. METODIKA

Terénny výskum bol zameraný na odber reprezentatívnych vzoriek v rámci skúmaných lokalít s cieľom ich mikroskopického a následne mikrosondového štúdia zameraného na identifikáciu ich minerálneho zloženia. Účelom mikroskopického pozorovania výbrusov v prechádzajúcom svetle polarizačného mikroskopu Leica DM2500P na Katedre mineralógie, petrológie a ložiskovej geológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave bolo zistenie štruktúrnych vzťahov a vyznačenie fáz pre identifikáciu 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 (silikáty a karbonáty) a 20 kV (sulfidy) a prúde 20 nA (silikáty) a prúde 15 nA (karbonáty). Priemer elektrónového lúča sa pohyboval v rozsahu 2-10  $\mu\text{m}$ . Použila sa ZAF korekcia. Koexistenčné vzťahy analyzovaných fáz boli pozorované v späťne rozptýlených elektrónoch (BSE - back-scattered electrons).

Na meranie silikátov boli použité nasledovné štandardy a spektrálne čiary: albit ( $\text{SiK}\alpha$ ,  $\text{AlK}\alpha$ ,  $\text{NaK}\alpha$ ), rutil ( $\text{TiK}\alpha$ ), ortoklas ( $\text{KK}\alpha$ ), diopsid ( $\text{MgK}\alpha$ ,  $\text{CaK}\alpha$ ), hematit ( $\text{FeK}\alpha$ ), rodonit ( $\text{MnK}\alpha$ ), barit ( $\text{BaL}\alpha$ ), celestín ( $\text{SrK}\alpha$ ), fluorit ( $\text{FK}\alpha$ ). Pre meranie amfibolov boli použité štandardy: plagioklas ( $\text{SiK}\alpha$ ), albit ( $\text{AlK}\alpha$ ,  $\text{NaK}\alpha$ ), rutil ( $\text{TiK}\alpha$ ), ortoklas ( $\text{KK}\alpha$ ), diopsid ( $\text{MgK}\alpha$ ,  $\text{CaK}\alpha$ ), almandín ( $\text{FeK}\alpha$ ), rodonit ( $\text{MnK}\alpha$ ),  $\text{ScVO}_4$  ( $\text{VL}\alpha$ ), barit ( $\text{BaL}\alpha$ ), fluorit ( $\text{FK}\alpha$ ). Na meranie fluórapatitu boli použité prírodné a syntetické štandardy

a spektrálne čiary: apatit (PK $\alpha$ , CaK $\alpha$ ), albit (AlK $\alpha$ , NaK $\alpha$ ), diopsid (SiK $\alpha$ , MgK $\alpha$ , CaK $\alpha$ ), rutil (TiK $\alpha$ ), hematit (FeK $\alpha$ ), rodonit (MnK $\alpha$ ), celestín (SrL $\alpha$ ), barit (BaL $\alpha$ ), CePO $_4$  (CeL $\alpha$ ), LaPO $_4$  (LaL $\alpha$ ), PrPO $_4$  (PrL $\beta$ ), fluorit (FK $\alpha$ ), tugtupit (ClK $\alpha$ ). Na meranie pyritu boli použité štandardy: pyrit (FeK $\alpha$ , SK $\alpha$ ), Bi $_2$ Se $_3$  (SeL $\beta$ ), arzenopyrit (AsL $\beta$ ), kobaltit (CoK $\alpha$ ), gersdorffit (NiK $\alpha$ ). Na meranie kalcitov boli použité prírodné a syntetické štandardy a spektrálne čiary: hematit (FeK $\alpha$ ), rodonit (MnK $\alpha$ ), diopsid (MgK $\alpha$ , CaK $\alpha$ ). V tabuľkách nie sú zahrnuté prvky, ktorých obsahy v mineráloch boli pod detekčným limitom.

Elektrónové mikroanalýzy amfibolov boli prepočítané v zmysle platnej klasifikácie HAWTHORNE *et al.* (2012). Klasifikačný diagram amfibolov podľa LEAKE *et al.* (1997) bol použitý na grafické vyjadrenia rozdielov v klasifikačných parametroch, ktoré sú postavené na porovnávaní obsahov Si vs. Mg (Mg + Fe $^{2+}$ ) v *apfu*, na rozdiel od klasifikačného diagramu HAWTHORNE *et al.* (2012), ktorý vychádza z porovnávaní C(Al + Fe $^{3+}$  + 2Ti) vs. A(Na + K + 2Ca) v *apfu*. Obsahy FeO a Fe $_2$ O $_3$  boli rozpočítané z nábojovej bilancie podľa postupu uvedeného v práci LEAKE *et al.* (1997). Elektrónové mikroanalýzy boli prepočítané podľa platných klasifikácií pre minerály epidotovej superskupiny (ARMBRUSTER *et al.* 2006) a apatitovej superskupiny (PASERO *et al.* 2010). Obsah (OH) $^-$  v titanite bol stanovený ako (OH) $^-$  = (Al+Fe $^{3+}$ )-F podľa postupu uvedenom v práci ENAMI *et al.* (1993). Elektrónové mikroanalýzy chloritov boli graficky klasifikované podľa práce ZANE a WEISS (1998). Teplotné podmienky metamorfózy boli vypočítané z bodových chemických analýz chloritov aplikovaním dvoch konvenčných termometrov T1 (CATHELINEAU 1988) a T2 (JOWETT 1991). Používané skratky minerálov sú uvádzané podľa práce WARR (2021).

#### 4. VÝSLEDKY

##### Petrografický opis

Sivozelené až tmavozelené *bazaltové metapyroklastiká* sú celistvé jemno- až strednozrnné horniny s nepravidelne vyvinutou bridličnatosťou, vytvárajúce do 3 cm hrubé laminy (interkalácie) v mramoroch. Niektoré typy majú plošne paralelnú až páskovanú textúru (obr. 2c, d). V usmernených pruhoch sa striedajú polohy rôzneho minerálneho zloženia, ktoré obsahujú asociáciu chlorit + epidot + albit + akcesorické minerály s amfibolmi, alebo bez amfibolov (obr. 3a, c; obr. 4a; obr. 7a, c). Akcesoricky sú zastúpené rudné minerály (pyrit a goethit) spolu s apatitom a titanitom (obr. 4c, d). Pruhy, resp. pásiky bazaltových metapyroklastík zvyrazňujú laminovanú textúru v mramoroch. V dôsledku asociácie s mramormi, metapyroklastiká obsahujú podiel karbonátovej zložky. Mikroskopicky sú často usmernené s granolepidoblastickou až lepidogranoblastickou štruktúrou. Amfiboly tvoria drobné, ihličkovité formy a stĺpcové kryštály. Epidot je prevažne vo forme stredno- až drobnozrnných agregátov s vysokým reliéfom a pestrými interferenčnými farbami. Albit tvorí porfyroblasty a lokálne býva polysynteticky lamelovaný. Chlority majú výrazný zelený pleochroizmus a anomálne hnedé interferenčné farby. Tvoria šupinky a agregáty zrn rozptýlené v drobnozrnných laminách spolu s epidotom, albitom, titanitom a amfibolmi. Kalcit tvorí sekundárne žilky v bazaltových metapyroklastikách.

*Kalcitovo-chloritový fylit* sa vyskytuje na lokalite Ochtiná - Hrádok. Makroskopicky sivozelená hornina je intenzívne bridličnatá a páskovaná. Obsahuje impregnácie pyritu s ojedinelými 0,5 mm veľkými oktaedrickými kryštálmi. Mikroskopicky má hornina granolepidoblastickú štruktúru. V minerálnom zložení dominuje kalcit. Chlority tvoria šupinky a agregáty usmernené do pruhov. Akcesoricky obsahuje epidot, titanit, pyrit a goethit.

Svetlé, prevažne biele *mramory* sú masívne až vrstevnaté, lokálne tvoria hrubé lavice v intervale 15 až 30 cm s charakteristickým striedavým páskovaním. Pravidelne sa opakujúce paralelné farebné pruhy sa vyznačujú rôznou hrúbkou. Farebnú nehomogenitu mramorov lokálne spôsobujú vložky žltohnedých dolomitov. Svetlé mramory postupne prechádzajú do podložných sivozelených bazaltových metapyroklastík, čo sa prejavuje ich vzá-

jomným striedaním vo forme laminácie (obr. 2c, d). Prímes metapyroklastického materiálu zvýraznila vrstevnatú bridličnatosť mramorov, ktoré zostávajú masívnejšie len v nadložných bielych typoch. Štruktúra mramorov je granoblastická až lepidogranoblastická.

Minerálnu asociáciu mramorov tvorí dominantne kalcit a v menšej miere amfiboly a chlority derivované z metapyroklastík.

## Chemické zloženie minerálov

### Amfiboly

Tvorí väčšinou ihličkovité až steblovité zrná viac zastúpené spolu s chloritmi v bazaltových metapyroklastikách, ktoré v podobe menej zastúpených izolovaných kryštálov prechádzajú aj do mramorov. Z hľadiska chemického zloženia patria medzi Ca amfiboly, konkrétne ide o Mg-obohatený aktinolit až tremolit (obr. 3a, b; obr. 4a, b; obr. 5; tab. 1, 2). Tremolity boli identifikované len z lokality Ochtiná – Pod Vápnom na rozhraní lamiel bazaltových metapyroklastík a mramorov (obr. 3; tab. 1). Obsah Mg mierne stúpa z lamín bazaltových metapy-

Tabulka 1. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy tremolitu (hm. %) z lokality Ochtiná – Pod Vápnom prepočítané na 13 kationov (*apfu*). Symbol \* vyjadruje dopočítanie H<sub>2</sub>O na základe ideálnej stechiometrie amfibolov, 2 *apfu* (OH + F)<sup>-</sup>. Mg# predstavuje pomer Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>).

Table 1. Representative electron microanalyses of tremolite (wt. %) from the locality Ochtiná – Pod Vápnom calculated on the basis of 13 cations (*apfu*). The \* symbol indicates content of H<sub>2</sub>O calculated on ideal amphibole stoichiometry, 2 *apfu* of (OH + F)<sup>-</sup>. Mg# represents Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>).

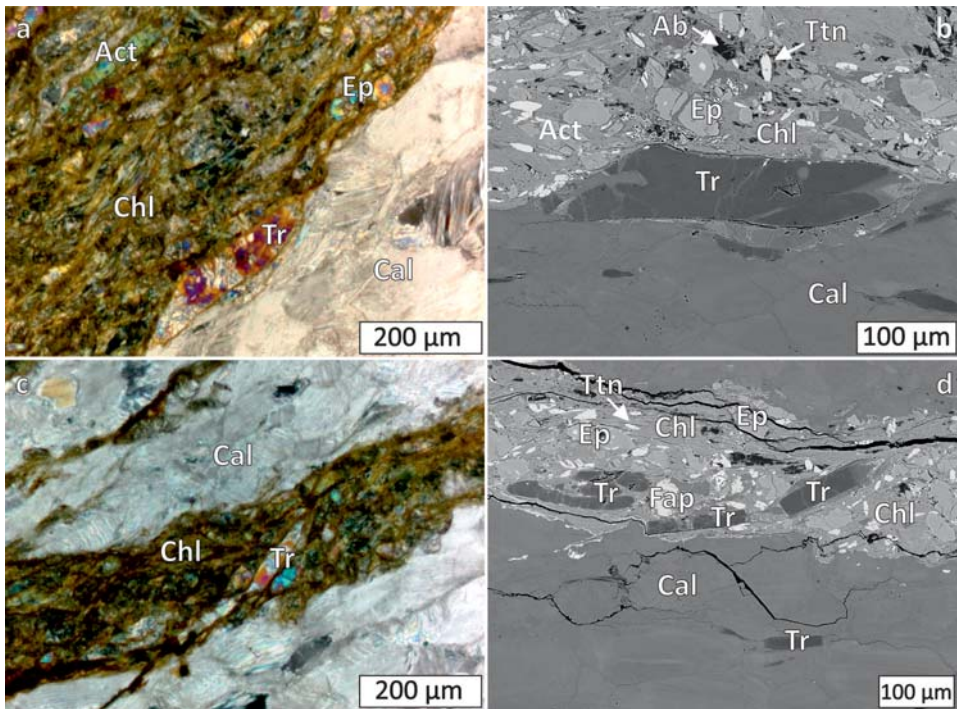
Lokalita		Ochtiná – Pod Vápnom									
Pozícia	bazaltové metapyroklastikum					mramor					
Analýza	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
SiO <sub>2</sub>	59,24	59,13	59,35	58,64	58,77	59,54	59,02	59,13	59,40	59,10	
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,04	0,14	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	0,67	0,56	0,63	0,45	0,51	0,76	0,16	0,24	0,39	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	
MnO	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	
FeO	3,42	3,89	2,68	3,43	3,34	2,03	2,40	3,21	2,86	3,37	
MgO	21,47	21,28	21,79	20,85	21,36	22,06	21,90	21,17	21,75	21,14	
CaO	13,16	12,97	13,27	12,97	13,10	13,44	13,51	13,56	13,23	13,38	
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,04	0,08	0,12	0,07	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	
K <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
H <sub>2</sub> O*	2,19	2,20	2,20	2,17	2,18	2,20	2,20	2,18	2,19	2,18	
F	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	
-O=F	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,08	
Suma	99,98	100,26	100,07	98,97	99,34	99,82	99,89	99,41	99,72	99,66	
Si <sup>4+</sup>	8,097	8,073	8,081	8,101	8,087	8,103	8,051	8,128	8,119	8,112	
Suma T	8,097	8,073	8,081	8,101	8,087	8,103	8,051	8,128	8,119	8,112	
Ti <sup>4+</sup>	0,006	0,004	0,014	0,004	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Al <sup>3+</sup>	0,064	0,108	0,090	0,103	0,073	0,082	0,122	0,026	0,039	0,063	
V <sup>3+</sup>	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	
Mn <sup>2+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	
Fe <sup>2+</sup>	0,391	0,444	0,305	0,396	0,384	0,231	0,274	0,369	0,327	0,387	
Mg <sup>2+</sup>	4,374	4,331	4,423	4,294	4,381	4,476	4,453	4,338	4,432	4,326	
Suma C	4,835	4,891	4,832	4,803	4,842	4,789	4,860	4,733	4,798	4,776	
Ca <sup>2+</sup>	1,927	1,897	1,936	1,920	1,931	1,960	1,975	1,997	1,938	1,968	
Na <sup>+</sup>	0,011	0,011	0,021	0,032	0,019	0,011	0,000	0,000	0,013	0,000	
Suma B	1,938	1,908	1,957	1,952	1,950	1,971	1,975	1,997	1,951	1,968	
K <sup>+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,007	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Suma A	0,000	0,000	0,000	0,007	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
OH	2,000	2,000	2,000	1,997	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,922	
F	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,078	
Suma W	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
Mg#	0,918	0,907	0,935	0,916	0,919	0,951	0,942	0,922	0,931	0,918	

roklasktík (4,29–4,42 *apfu*) do mramorovej časti (4,33–4,48 *apfu*). Obsah  $\text{Fe}^{2+}$  dosahuje vyššie hodnoty v laminách bazaltových metapyroklastík (0,31–0,44 *apfu*) a klesá v mramorovej časti (0,23–0,39 *apfu*). Podobný trend je aj v obsahu Ca, ktorý je vyšší v tremolitoch pochádzajúcich z mramorovej časti (1,94–2,00 *apfu*) a klesá v tremolitoch v laminách bazaltových metapyroklastík (1,90–1,94 *apfu*). V tremolitoch Mg# vyjadrené ako  $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$  dosahuje maximálnu hodnotu 0,95 a v aktinolitoch 0,88. Aktinolity boli identifikované z obidvoch skúmaných lokalít, pričom vo vzorkách z lokality Ochtiná - Pod Vápnom sa vyskytujú vo forme inklúzií v albitech, ako aj v laminách bazaltových metapyroklastík a v mramorovej časti. Podobne ako pri tremolitoch sú aj v chemickom zložení aktinolítov určité rozdiely v obsahoch Ca, Mg a  $\text{Fe}^{2+}$  (tab. 2). Aktinolity v pozícii A majú veľmi nízky obsah Na (do 0,06 *apfu*) na základe čoho nebol potvrdený trend glaukofánovej substitúcie v amfiboloch. V aktinolitoch boli identifikované aj mierne zvýšené obsahy F do 0,49 hm. % resp. do 0,22 *apfu* (tab. 2).

Tabulka 2. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy aktinolitu (hm. %) zo skúmaných lokalít prepočítané na 13 kationov (*apfu*). Symbol \* vyjadruje dopočítanie  $\text{H}_2\text{O}$  na základe ideálnej stechiometrie amfibolov, 2 *apfu*  $(\text{OH} + \text{F})^-$ . Mg# predstavuje pomer  $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ .

Table 2. Representative electron microanalyses of actinolite (wt. %) from the studied localities calculated on 13 cations (*apfu*). The \* symbol indicates content of  $\text{H}_2\text{O}$  calculated on ideal amphibole stoichiometry, 2 *apfu* of  $(\text{OH} + \text{F})^-$ . Mg# represents  $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ .

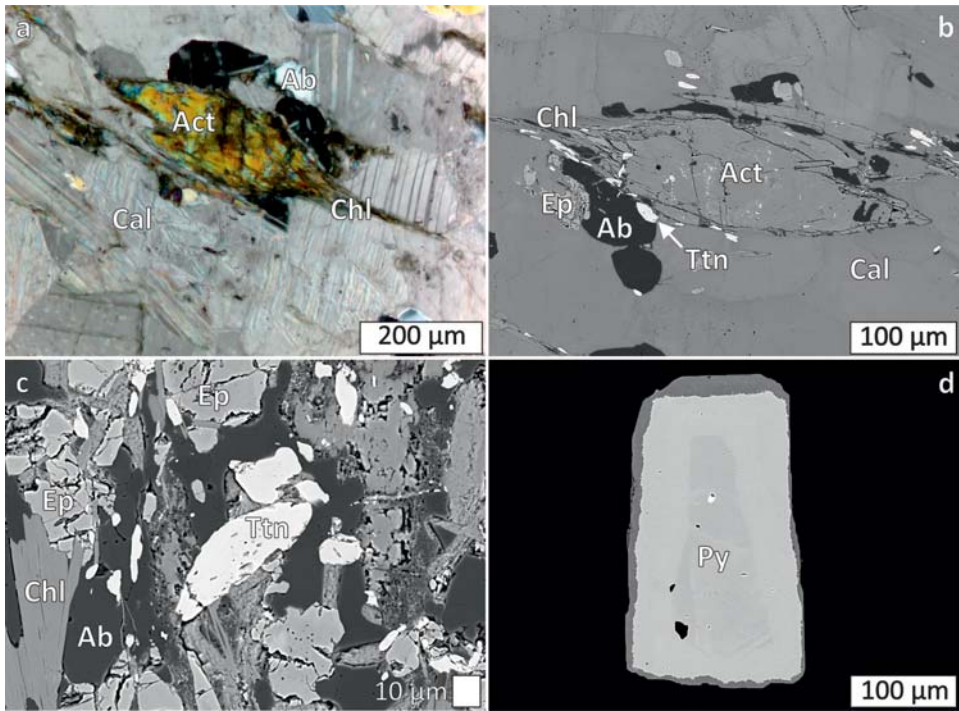
Lokalita	Ochtiná - Pod Vápnom						Ochtiná - Hrádok			
	inklúzie v albite		metapyroklastikum		mramor		mramor			
Analýza	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	54,42	55,76	55,81	57,61	56,77	56,53	56,95	56,71	57,02	55,76
TiO <sub>2</sub>	0,03	0,00	0,08	0,11	0,00	0,05	0,04	0,03	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,45	1,94	1,36	1,80	1,22	1,01	0,84	1,03	1,10	2,12
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,06	0,07	0,12	0,00	0,07	0,00	0,00	0,08	0,03
MnO	0,42	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,08	0,05	0,12	0,07
FeO	17,49	12,21	13,45	5,26	9,65	10,92	10,58	10,02	10,70	11,48
MgO	11,42	15,59	14,74	20,33	17,18	16,62	16,87	16,61	17,06	15,70
CaO	12,09	12,22	12,17	12,57	12,78	12,83	12,17	12,39	12,26	12,33
Na <sub>2</sub> O	0,10	0,23	0,13	0,22	0,11	0,10	0,14	0,13	0,20	0,15
K <sub>2</sub> O	0,09	0,08	0,08	0,06	0,04	0,03	0,10	0,08	0,11	0,06
H <sub>2</sub> O*	2,04	2,11	2,10	2,18	1,96	2,12	1,99	1,88	1,98	2,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,28	0,49	0,33	0,22
-O=F	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,15	0,00	-0,12	-0,21	-0,14	-0,09
Suma	99,64	100,25	100,05	100,26	99,91	100,28	99,92	99,21	100,82	99,83
Si <sup>4+</sup>	7,989	7,922	7,987	7,928	8,000	7,988	8,048	8,055	7,998	7,928
Al <sup>3+</sup>	0,011	0,078	0,013	0,072	0,000	0,012	0,000	0,000	0,002	0,072
Suma T	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,048	8,055	8,000	8,000
Ti <sup>4+</sup>	0,003	0,000	0,009	0,011	0,000	0,005	0,004	0,003	0,000	0,000
Al <sup>3+</sup>	0,240	0,247	0,216	0,220	0,203	0,156	0,140	0,172	0,180	0,283
V <sup>3+</sup>	0,011	0,007	0,008	0,013	0,000	0,008	0,000	0,000	0,009	0,003
Mn <sup>2+</sup>	0,052	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,010	0,006	0,000	0,008
Fe <sup>2+</sup>	2,147	1,444	1,610	0,585	1,137	1,290	1,250	1,190	1,243	1,365
Mg <sup>2+</sup>	2,499	3,302	3,145	4,171	3,609	3,501	3,554	3,517	3,568	3,328
Suma C	4,952	5,000	4,995	5,000	4,949	4,960	4,958	4,888	5,000	4,987
Mn <sup>2+</sup>	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000
Fe <sup>2+</sup>	0,000	0,007	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000
Ca <sup>2+</sup>	1,902	1,860	1,866	1,853	1,930	1,942	1,843	1,886	1,843	1,878
Na <sup>+</sup>	0,028	0,063	0,036	0,059	0,030	0,027	0,038	0,036	0,054	0,041
Suma B	1,930	1,936	1,902	1,932	1,960	1,969	1,881	1,922	1,923	1,919
K <sup>+</sup>	0,017	0,015	0,015	0,011	0,007	0,005	0,018	0,014	0,020	0,011
Suma A	0,017	0,015	0,015	0,011	0,007	0,005	0,018	0,014	0,020	0,011
OH <sup>-</sup>	2,000	2,000	2,000	2,000	1,844	2,000	1,875	1,780	1,854	1,901
F <sup>-</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,156	0,000	0,125	0,220	0,146	0,099
Suma W	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Mg#	0,538	0,696	0,661	0,877	0,76	0,731	0,74	0,747	0,742	0,709



Obr. 3. Porovnanie mikroskopických (a, c) a BSE detailov (b, d) študovaných minerálov z lokality Ochtiná - Pod Vápnom. Minerálnu asociáciu v laminách bazaltových metapyroklastík tvorí prevažne jemnozrnný agregát chloritu, v ktorom sú prítomné stĺpčky amfibolov. Agregáty epidotu a albitu sú prítomné spolu s akcesorickým titanitom a fluóropatitom. Amfiboly lokálne prechádzajú aj do mramorovej časti. Význam použitých skratiek: Tr - tremolit, Act - aktinolit, Ep - epidot, Chl - chlorit, Ttn - titanit, Fap - fluóropatit, Cal - kalcit. Mikrofotografie P. Ružička, BSE foto S. Kurylo.

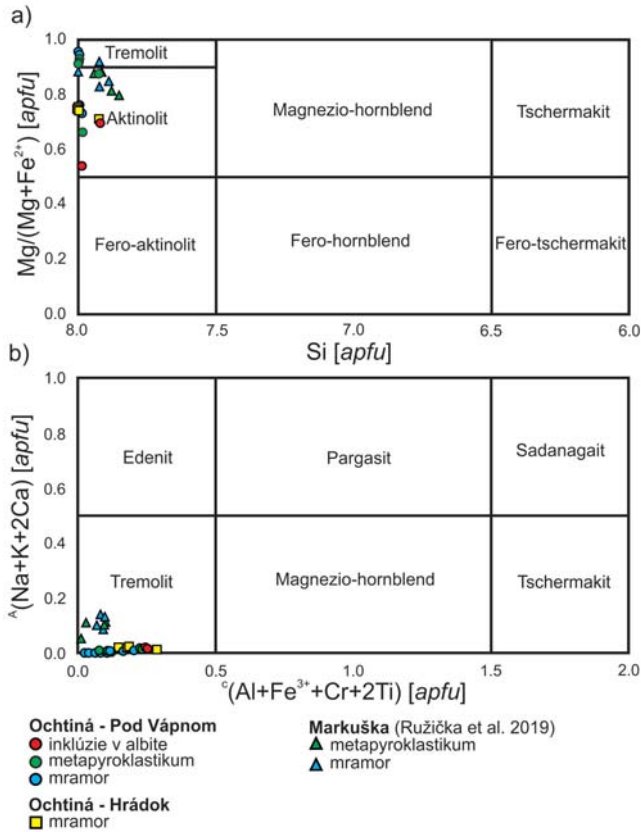
Fig. 3. Photomicrographs (a, c) and BSE images (b, d) of studied minerals from the Ochtiná - Pod Vápnom locality. The mineral association in the laminae of the basalt metapyroclastics consists of fine-grained chlorite aggregates with columnar crystals of amphiboles. Aggregates of epidote and albite are present with accessory titanite and fluorapatite. Locally, amphiboles occur in the marble parts. Abbreviations: Tr - tremolite, Act - actinolite, Ep - epidote, Chl - chlorite, Ttn - titanite, Fap - fluorapatite, Cal - calcite. Photomicrographs by P. Ružička, BSE images by S. Kurylo.





Obr. 4. Minerálna asociácia v kalcitovo-chloritovom fylite z lokality Ochtiná - Hrádok: a) aktinolit v mramorovej časti vzorky pozorovaný v skrížených nikoloch prechádzajúceho polarizovaného svetla; b) detto v BSE; c) distribúcia titanitu v asociácii s albitom, epidotom a chloritom v BSE; d) jemne zonálny pyrit s goethitovým lemom v BSE. Skratky minerálov ako na obr. 3. Mikrofotografiu vyhotovil P. Ružička, BSE foto S. Kurylo.

Fig. 4. Mineral association in calcite-chlorite phyllite from the locality Ochtiná - Hrádok: a) actinolite in the marble part of the sample observed in crossed nicols of transmitted polarized light; b) detto in BSE imaging; c) distribution of titanite in association with albite, epidote, and chlorite in BSE; d) zonal pyrite with goethite rim in BSE image. Abbreviations of minerals as in fig. 3. Photomicrographs by P. Ružička, BSE images by S. Kurylo.



Obr. 5. Analyzované amfiboly porovnané s údajmi v práci Ružička *et al.* (2019), ktoré sú vynesené do klasifikačných diagramov podľa: a) LEAKE *et al.* (1997); b) HAWTHORNE *et al.* (2012).

Fig. 5. Analysed amphiboles compared with data of Ružička *et al.* (2019), which are plotted in classification diagrams according to: a) LEAKE *et al.* (1997); b) HAWTHORNE *et al.* (2012).

## Chlority

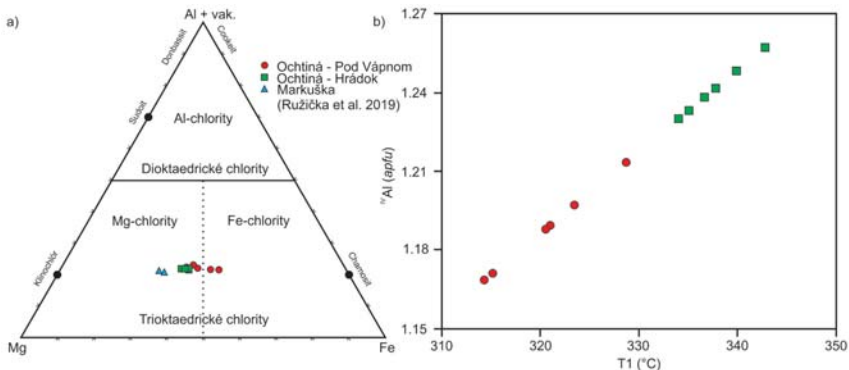
Tvoria šupinkové často jemnozrnné agregáty dominantne rozptýlené v laminách bazaltových metapyroklastík na lokalite Ochtiná - Pod Vápnom a kalcitovo-chloritových fylitov na lokalite Ochtiná - Hrádok. Vyskytujú sa v asociácii s epidotom, albitom, titanitom, fluórapatitom a amfibolmi. Z hľadiska chemického zloženia sú klasifikované v poliach klinochlóru a chamositu (obr. 6a; tab. 3). Identifikované boli rozdiely v chemickom zložení klinochlórov na oboch skúmaných lokalitách. Klinochlór v laminách bazaltových metapyroklastík z lokality Ochtiná - Pod Vápnom obsahuje nižšie hodnoty Mg (2,40-2,60 *apfu*) a vyššie hodnoty Fe<sup>2+</sup> (2,03-2,24 *apfu*), ako klinochlór z kalcitovo-chloritových fylitov z lokality Ochtiná - Hrádok (Mg 2,56-2,69 *apfu*; Fe<sup>2+</sup> 1,98-2,11 *apfu*). V konečnom dôsledku sa tieto hodnoty spolu s obsahmi <sup>IV</sup>Al<sup>3+</sup> premietajú do vypočítaných teplotných podmienok regionálnej metamorfozy (obr. 6b).

Klinochlór z lokality Ochtiná - Hrádok dosahuje vyššie teplotné intervaly (T1 = 334-343 °C; T2 = 323-332 °C) ako klinochlór z lokality Ochtiná - Pod Vápnom (T1 = 315-323 °C; T2 = 304-313 °C). Podobné nižšie hodnoty dosahuje chamosit z lokality Ochtiná - Pod Vápnom (T1 = 314-329 °C; T2 = 303-318 °C). Smerodajná odchýlka vypočítaných teplôt chloritov dosahuje hodnotu 9,5 °C.

Tabulka 3. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy chloritov (hm. %) prepočítané na 14 kyslíkov (*apfu*). Symbol \* vyjadruje doložitie H<sub>2</sub>O na základe ideálnej stechiometrie chloritov, 8 *apfu* (OH + F)<sup>-</sup>. Symbol T1 vyjadruje teploty vypočítané chloritovým termometrom podľa kalibrácie CATHELINEAU (1988) a T2 podľa kalibrácie JOWETT (1991).

Table 3. Representative electron microanalyses of chlorites (wt.%) calculated on 14 oxygens (*apfu*). The \* symbol indicates content of H<sub>2</sub>O calculated on ideal amphibole stoichiometry, 8 *apfu* of (OH + F)<sup>-</sup>. The symbol T1 expresses temperatures calculated with a chlorite thermometer according to the calibration of CATHELINEAU (1988) and T2 according to the calibration of JOWETT (1991).

Lokalita	Ochtiná - Pod Vápnom						Ochtiná - Hrádok					
	Chamosit			Klinochlór			Klinochlór					
Minerál	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Analyza	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	25,44	25,33	25,93	26,23	26,15	25,84	25,98	26,08	26,17	25,90	25,71	25,71
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,04	0,00	0,00	0,19	0,00	0,15	0,04	0,15	0,14	0,00	0,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,59	19,05	19,42	19,77	19,51	19,62	20,07	20,11	20,20	20,16	20,08	20,19
MgO	13,31	12,77	14,87	15,15	16,25	15,97	16,63	16,98	16,39	16,16	16,49	16,11
FeO	26,44	28,46	24,69	23,45	22,54	22,53	22,61	22,31	23,71	23,50	23,07	23,68
MnO	0,08	0,00	0,08	0,19	0,09	0,05	0,10	0,07	0,13	0,06	0,00	0,07
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O*	10,50	10,59	10,95	10,78	10,84	11,06	11,26	11,29	11,10	11,00	11,16	11,14
F	0,58	0,66	0,22	0,72	0,68	0,00	0,00	0,00	0,55	0,54	0,10	0,22
O=F	-0,24	-0,28	-0,09	-0,30	-0,29	0,00	0,00	0,00	-0,23	-0,23	-0,04	-0,09
Suma	94,73	96,64	96,09	96,04	95,99	95,07	96,80	96,88	98,17	97,24	96,57	97,17
Si <sup>4+</sup>	2,832	2,787	2,812	2,829	2,811	2,803	2,767	2,770	2,762	2,759	2,752	2,743
<sup>IV</sup> Al <sup>3+</sup>	1,168	1,213	1,188	1,171	1,189	1,197	1,233	1,230	1,238	1,241	1,248	1,257
Suma T	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ti <sup>4+</sup>	0,000	0,003	0,000	0,000	0,015	0,000	0,012	0,003	0,012	0,011	0,000	0,012
<sup>VI</sup> Al <sup>3+</sup>	1,270	1,257	1,294	1,342	1,282	1,312	1,286	1,288	1,275	1,289	1,285	1,282
Mg <sup>2+</sup>	2,208	2,094	2,404	2,436	2,604	2,583	2,640	2,689	2,579	2,566	2,631	2,562
Fe <sup>2+</sup>	2,461	2,619	2,239	2,115	2,026	2,044	2,014	1,982	2,093	2,093	2,065	2,113
Mn <sup>2+</sup>	0,008	0,000	0,007	0,017	0,008	0,005	0,009	0,006	0,012	0,005	0,000	0,006
Na <sup>+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
K <sup>+</sup>	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma A	5,951	5,976	5,948	5,919	5,940	5,943	5,961	5,968	5,970	5,965	5,981	5,975
F	0,204	0,230	0,075	0,246	0,231	0,000	0,000	0,000	0,184	0,182	0,034	0,074
OH	7,796	7,770	7,925	7,754	7,769	8,000	8,000	8,000	7,816	7,818	7,966	7,926
Suma	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Fe/(Fe+Mg)	0,53	0,56	0,48	0,46	0,44	0,44	0,43	0,42	0,45	0,45	0,44	0,45
T1 (°C)	314	329	321	315	321	323	335	334	337	338	340	343
T2 (°C)	303	318	310	304	310	313	324	323	326	327	329	332



Obr. 6. Zobrazenie analyzovaných chloritov: a) v Al +□-Mg-Fe klasifikačnom diagrame (ZANE a WEISS 1998) porovnané s údajmi v práci RUŽIČKA *et al.* (2019); b) teplotná závislosť od obsahu <sup>IV</sup>Al (*apfu*) na princípe kalibrácie CATHELINEAU (1988).

Fig. 6. Display of the analyzed chlorites: a) v Al +□-Mg-Fe classification diagram (ZANE & WEISS 1998) compared with data from RUŽIČKA *et al.* (2019); b) temperature dependence of <sup>IV</sup>Al (*apfu*) based on calibration of CATHELINEAU (1988).

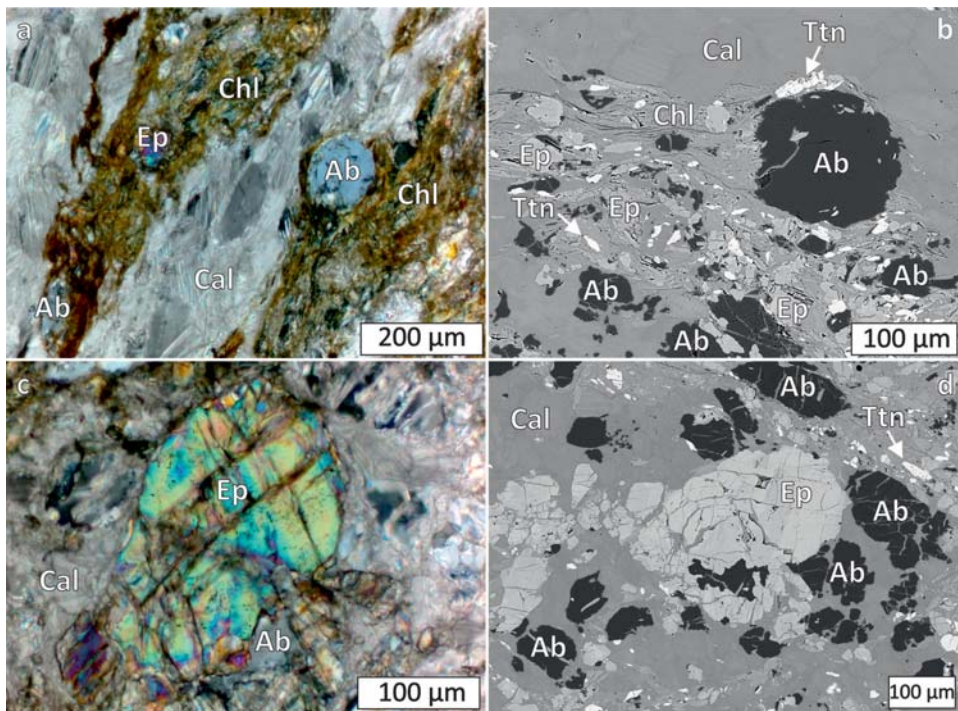
## Epidot

Na obidvoch skúmaných lokalitách v bazaltových metapyroklastikách a kalcitovo-chloritových fylitoch epidot vytvára nepravidelné drobné- až strednozrné agregáty, zriedkavo tvorí idiomorfne obmedzené kryštály (obr. 7c, d). Rozdiely v chemickom zložení epidotu sú minimálne (tab. 4). Epidot v bazaltových metapyroklastikách z lokality Ochtiná - Pod Vápnom obsahuje užší interval v obsahoch  $\text{Fe}^{3+}$  (0,68-0,86 *apfu*) a Al (0,14-0,26 *apfu*), na rozdiel od epidotu v kalcitovo-chloritových fylitoch z lokality Ochtiná - Hrádok ( $\text{Fe}^{3+}$  0,52-0,95 *apfu*; Al 0,03-0,45 *apfu*).

Tabulka 4. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy epidotu (hm. %), prepočítané na 8 kationov (*apfu*). Symbol \* reprezentuje výpočet  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  z nábojovej bilancie molekuly. Symbol \*\* vyjadruje dopočítanie  $\text{H}_2\text{O}$  na základe ideálnej stechiometrie epidotov, 1 *apfu* ( $\text{OH}^-$ ).

Table 4. Representative electron microanalyses of epidote (wt. %), calculated on 8 cations (*apfu*). \* symbol represents calculated  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  from charge balance. \*\* symbol indicates content of  $\text{H}_2\text{O}$  calculated on ideal epidote stoichiometry, 1 *apfu* of ( $\text{OH}^-$ ).

Lokalita	Ochtiná - Pod Vápnom						Ochtiná - Hrádok					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	37,01	37,63	37,54	37,73	36,97	37,80	37,79	37,86	36,65	36,64	37,74	37,77
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,16	0,12	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,61	23,43	23,73	23,98	22,23	23,29	25,04	25,45	21,02	21,39	26,01	26,11
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,24	0,22	0,11	0,06	0,00	0,16	0,12	0,14	0,15	0,13	0,28
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	14,08	11,80	11,15	11,39	13,63	12,04	9,47	9,67	15,41	14,72	8,97	8,61
FeO	0,48	1,12	0,92	0,90	0,79	1,23	0,72	1,00	0,32	0,92	0,58	0,37
MnO	0,06	0,00	0,09	0,12	0,32	0,08	0,00	0,00	0,08	0,07	0,05	0,16
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,05
SrO	0,17	0,15	0,09	0,23	0,58	0,05	0,67	0,60	1,23	0,90	0,42	0,51
CaO	22,47	22,64	22,69	22,68	21,87	22,60	22,69	22,50	21,86	21,56	22,79	22,77
H <sub>2</sub> O**	1,86	1,87	1,86	1,87	1,84	1,87	1,87	1,88	1,83	1,83	1,88	1,88
Suma	98,97	99,10	98,41	99,07	98,29	98,96	98,50	99,14	98,71	98,23	98,57	98,52
Ca <sup>2+</sup>	0,996	1,000	0,994	0,992	0,978	0,995	1,000	1,000	0,994	0,995	0,997	0,989
Mn <sup>2+</sup>	0,004	0,000	0,006	0,008	0,022	0,005	0,000	0,000	0,006	0,005	0,003	0,011
Suma A1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Sr <sup>2+</sup>	0,008	0,007	0,004	0,011	0,027	0,002	0,031	0,028	0,058	0,043	0,019	0,024
Ca <sup>2+</sup>	0,948	0,945	0,963	0,952	0,932	0,949	0,946	0,918	0,922	0,900	0,948	0,954
Suma A2	0,956	0,952	0,968	0,963	0,959	0,952	0,977	0,945	0,981	0,942	0,968	0,977
<sup>VI</sup> Al <sup>3+</sup>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Suma M1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<sup>VI</sup> Al <sup>3+</sup>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Suma M2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<sup>VI</sup> Al <sup>3+</sup>	0,141	0,214	0,252	0,261	0,135	0,204	0,363	0,386	0,027	0,068	0,442	0,451
Ti <sup>4+</sup>	0,000	0,010	0,007	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000
Cr <sup>3+</sup>	0,006	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,004	0,000	0,004	0,000	0,000
V <sup>3+</sup>	0,008	0,015	0,014	0,007	0,004	0,000	0,010	0,008	0,009	0,010	0,008	0,018
Fe <sup>3+</sup>	0,856	0,712	0,675	0,685	0,836	0,728	0,571	0,579	0,949	0,908	0,538	0,516
Mg <sup>2+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,006
Fe <sup>2+</sup>	0,032	0,075	0,062	0,060	0,054	0,083	0,048	0,066	0,022	0,063	0,038	0,025
Suma M3	1,044	1,030	1,010	1,018	1,028	1,014	0,997	1,043	1,019	1,053	1,026	1,015
Si <sup>4+</sup>	2,989	3,017	3,022	3,019	3,013	3,034	3,025	3,012	2,999	3,005	3,006	3,008
<sup>IV</sup> Al <sup>3+</sup>	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Suma T	3,000	3,017	3,022	3,019	3,013	3,034	3,025	3,012	3,000	3,005	3,006	3,008
O <sup>2-</sup>	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
Suma O4	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
OH	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

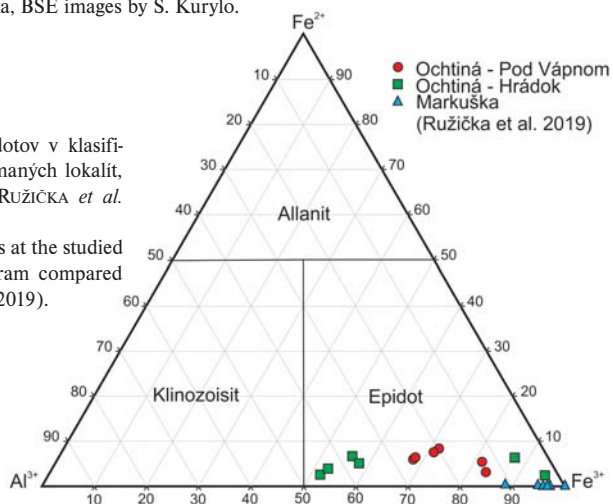


Obr. 7. Minerálna asociácia skúmaných vzoriek z lokality Ochtiná - Pod Vápnom: a) laminy bazaltového metapyroklastika obsahujú jemnozrnný chloritový agregát s porfyroblastami albitov a agregátmi epidotov pozorované v skrížených nikoloch prechádzajúceho polarizovaného svetla mikroskopu; b) detto v BSE zobrazení; c) detail epidotu v rámci mramorovej časti vzorky; d) detto v BSE zobrazení s okolitými albitmi. Skratky minerálov ako na obr. 3. Mikrofotografie P. Ružička, BSE foto S. Kurylo.

Fig. 7. Mineral association of the studied samples from the Ochtiná - Pod Vápnom locality: a) basalt metapyroclastic laminae containing fine-grained chlorite aggregates with albite porphyroblasts and epidote aggregates, observed in crossed nicols and transmitted polarized light; b) detto in BSE imaging; c) detail of epidote in the marble part of sample; d) detto in BSE imaging. Abbreviations of minerals as in fig. 3. Photomicrographs by P. Ružička, BSE images by S. Kurylo.

Obr. 8. Distribúcia analyzovaných epidotov v klasifikačnom diagrame v rámci skúmaných lokalít, ktoré sú porovnané s údajmi Ružička et al. (2019).

Fig. 8. Distribution of analysed epidotes at the studied localities in classification diagram compared with data from Ružička et al. (2019).



## Albit

Tvorí prevažne hypidiomorfne obmedzené porfyroblasty (obr. 7a, b) v bazaltových metapyroklastikách a v kalcitovo-chloritových fylitoch na skúmaných lokalitách. Z hľadiska chemického zloženia identifikovaný albit dosahuje hodnotu takmer čistého koncového člena v intervale  $Ab_{99-100}$  s nízkymi hodnotami ostatných komponentov:  $Or_{0,2}$  a  $An_{0,7}$  (tab. 5).

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

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

Lokalita	Ochtiná – Pod Vápnom						Ochtiná – Hrádok					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Analýzy												
SiO <sub>2</sub>	68,22	67,74	68,23	68,50	68,73	68,52	69,02	67,85	68,89	68,81	68,78	68,33
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,16	0,07	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,22	19,64	19,15	19,55	19,71	19,24	19,51	19,67	20,01	19,67	19,62	19,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,13	0,00	0,10	0,07	0,24	0,09	0,00	0,00	0,07	0,07
SrO	0,06	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00
CaO	0,06	0,14	0,00	0,04	0,11	0,00	0,08	0,15	0,16	0,00	0,04	0,04
Na <sub>2</sub> O	11,85	11,43	11,67	11,72	11,59	11,66	11,96	11,68	12,00	12,00	11,72	11,61
K <sub>2</sub> O	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Suma	99,45	98,98	99,22	99,88	100,33	99,49	100,87	99,66	101,22	100,54	100,23	99,47
Si <sup>4+</sup>	2,998	2,987	3,002	2,994	2,991	3,005	2,992	2,977	2,977	2,991	2,995	2,998
Ti <sup>4+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,005	0,002	0,000	0,000	0,000
Al <sup>3+</sup>	0,996	1,021	0,993	1,007	1,011	0,994	0,997	1,017	1,019	1,008	1,007	1,004
Fe <sup>3+</sup>	0,000	0,000	0,004	0,000	0,003	0,002	0,008	0,003	0,000	0,000	0,002	0,002
Suma T	3,994	4,007	4,000	4,002	4,005	4,001	3,997	4,002	3,999	3,998	4,004	4,004
Sr <sup>2+</sup>	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000
Ca <sup>2+</sup>	0,003	0,007	0,000	0,002	0,005	0,000	0,004	0,007	0,007	0,000	0,002	0,002
Na <sup>+</sup>	1,010	0,977	0,996	0,993	0,978	0,991	1,005	0,994	1,005	1,011	0,989	0,987
K <sup>+</sup>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
Suma M	1,016	0,985	0,998	0,997	0,987	0,991	1,011	1,002	1,016	1,013	0,991	0,989
NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (Ab)	99,50	99,16	99,77	99,64	99,25	100,00	99,63	99,30	99,11	100,00	99,81	99,81
CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (An)	0,28	0,67	0,00	0,19	0,52	0,00	0,37	0,70	0,73	0,00	0,19	0,19
KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (Or)	0,22	0,17	0,23	0,17	0,23	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00

## Titanit

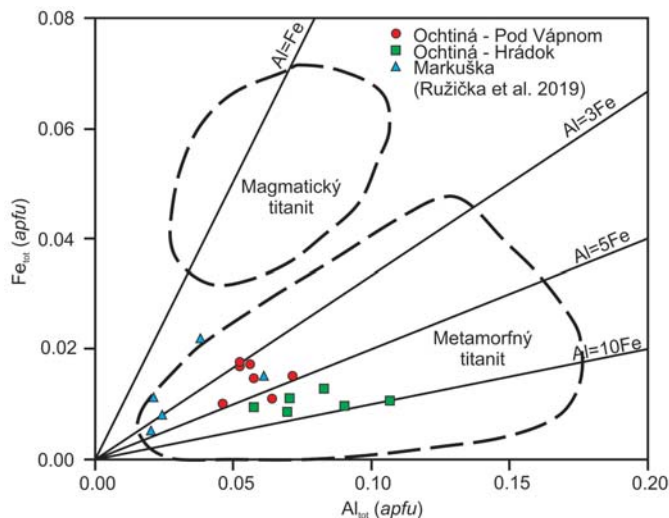
Vyskytuje sa v podobe izolovaných zŕn nepravidelného alebo oválneho tvaru (obr. 4c) až agregátov v bazaltových metapyroklastikách a kalcitovo-chloritových fylitoch na oboch skúmaných lokalitách v asociácii s epidotom, chloritmi a albitom.

Z chemického hľadiska majú identifikované titanity obsahy Ca (0,98–1,00 *apfu*) a Si (1,00–1,02 *apfu*) veľmi blízke ideálnemu koncovému zloženiu. Mierne znížený je obsah Ti (0,87–0,92 *apfu*), spôsobený substitúciou  $(Al, Fe)^{3+} + (OH, F)^{-} \leftrightarrow Ti^{4+} + O^{2-}$ . Zvýšený je obsah F do 0,61 hm. % a  $(OH)^{-}$  do 0,08 *apfu* (tab. 6). Analyzované titanity na základe distibúcie Fe verus Al sú metamorfného pôvodu (obr. 9).

Tabulka 6. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy titanitu (hm. %) prepočítané na 3 katióny (*apfu*). Obsahy (OH)<sup>-</sup> v titanite boli vypočítané podľa ENAMI *et al.* (1993).

Table 6. Representative electron microanalyses of titanite (wt. %) calculated on 3 cations (*apfu*). Contents of (OH)<sup>-</sup> in titanite were calculated according to ENAMI *et al.* (1993).

Lokalita	Ochtiná - Pod Vápnom						Ochtiná - Hrádok						
	Analýza	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	30,77	30,72	30,16	30,72	30,42	29,99	30,69	30,67	30,73	30,56	30,67	30,69	30,69
TiO <sub>2</sub>	36,24	36,41	36,69	36,44	36,58	35,37	35,54	36,43	36,13	36,11	35,20	36,00	36,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,64	1,47	1,32	1,33	1,42	1,80	2,30	1,78	1,46	1,80	2,75	2,14	2,14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,44	0,59	0,70	0,68	0,69	0,60	0,39	0,34	0,38	0,44	0,43	0,52	0,52
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,44	0,45	0,38	0,41	0,42	0,52	0,32	0,29	0,40	0,42	0,34	0,34	0,34
CaO	28,03	27,94	27,70	27,95	27,71	27,59	27,69	28,22	28,06	27,87	28,36	28,59	28,59
BaO	0,15	0,16	0,15	0,08	0,08	0,10	0,12	0,10	0,14	0,10	0,07	0,09	0,09
SrO	0,15	0,16	0,15	0,08	0,08	0,10	0,12	0,10	0,14	0,10	0,07	0,09	0,09
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
F	0,36	0,23	0,14	0,17	0,00	0,13	0,44	0,10	0,00	0,00	0,61	0,40	0,40
-O=F	-0,15	-0,10	-0,06	-0,07	0,00	-0,05	-0,19	-0,04	0,00	0,00	-0,26	-0,17	-0,17
Suma	98,07	98,03	97,33	97,79	97,40	96,24	97,42	97,99	97,44	97,47	98,25	98,69	98,69
Si <sup>4+</sup>	1,016	1,016	1,006	1,018	1,011	1,006	1,018	1,011	1,019	1,012	1,006	1,004	1,004
Ti <sup>4+</sup>	0,900	0,906	0,920	0,908	0,915	0,893	0,886	0,903	0,902	0,899	0,869	0,886	0,886
Al <sup>3+</sup>	0,064	0,057	0,052	0,052	0,056	0,071	0,090	0,069	0,057	0,070	0,106	0,083	0,083
Fe <sup>3+</sup>	0,011	0,015	0,018	0,017	0,017	0,015	0,010	0,009	0,009	0,011	0,011	0,013	0,013
V <sup>5+</sup>	0,012	0,012	0,010	0,011	0,011	0,014	0,009	0,008	0,011	0,011	0,009	0,009	0,009
Ca <sup>2+</sup>	0,992	0,990	0,990	0,992	0,987	0,992	0,984	0,997	0,997	0,989	0,997	1,002	1,002
Ba <sup>2+</sup>	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
Sr <sup>2+</sup>	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002
Na <sup>+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Suma	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
F	0,038	0,024	0,015	0,018	0,000	0,014	0,046	0,010	0,000	0,000	0,063	0,041	0,041
OH	0,037	0,048	0,055	0,051	0,073	0,073	0,053	0,067	0,067	0,081	0,054	0,054	0,054
Suma	0,075	0,072	0,069	0,069	0,073	0,086	0,100	0,078	0,067	0,081	0,117	0,095	0,095



Obr. 9. Variabilita v chemickom zložení analyzovaných titanitov porovnané s údajmi v práci RUŽIČKA *et al.* (2019) na základe distribúcie Fe versus Al (*apfu*). Titanity spadajú do metamorfného poľa podľa klasifikácie KOWALLIS *et al.* (1997).

Fig. 9. Variability of chemical composition of analysed titanites compared with data from RUŽIČKA *et al.* (2019) based on distribution of Fe vs Al (*apfu*). Titanites are present in the metamorphic field according to classification diagram by KOWALLIS *et al.* (1997).

## Fluórapatit

Vyskytuje sa vo forme akcesorických izolovaných kryštálov v bazaltových metapyroklastikách a kalcitovo-chloritových fylitoch na obidvoch skúmaných lokalitách. Z kryštalochemického hľadiska fluórapatit predstavuje koncový člen s obsahom F 0,83–1,16 *apfu* bez zvýšenej koncentrácie prvkov vzácnych zemin, ktorá dosahuje hodnotu 0,006 *apfu* (tab. 7).

Tabulka 7. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy fluórapatitu (hm. %), prepočítané na 8 kationov (*apfu*) s dopočítaným H<sub>2</sub>O\* na základe ideálnej stechiometrie apatitov, (OH + F)<sup>-</sup> = 1 *apfu*.

Table 7. Representative electron microanalyses of fluorapatite (wt. %), calculated on 8 cations (*apfu*) with calculated H<sub>2</sub>O\* based on ideal stoichiometry of apatites, (OH + F)<sup>-</sup> = 1 *apfu*.

Lokalita	Ochtiná – Pod Vápnom			Ochtiná – Hrádok						
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
Analýza										
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41,76	41,09	41,81	42,13	42,29	42,12	41,84	42,63	41,80	41,96
CaO	54,23	54,79	54,36	54,67	54,72	54,36	54,72	55,21	54,91	54,66
SiO <sub>2</sub>	0,25	0,13	0,02	0,08	0,00	0,05	0,04	0,00	0,00	0,03
FeO	0,51	0,14	0,06	0,29	0,12	0,25	0,19	0,18	0,17	0,14
SrO	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,08	0,08	0,04	0,09	0,04
BaO	0,24	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O*	0,24	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,13	0,10
F	3,22	3,73	3,08	3,84	4,02	4,32	3,68	4,02	3,47	3,51
-O=F	-1,36	-1,57	-1,30	-1,62	-1,69	-1,82	-1,55	-1,69	-1,46	-1,48
Suma	99,09	98,43	98,48	99,45	99,52	99,36	99,02	100,39	99,10	98,96
P <sup>5+</sup>	3,002	2,967	3,020	3,016	3,029	3,028	3,005	3,026	2,998	3,015
Si <sup>4+</sup>	0,021	0,011	0,002	0,007	0,000	0,004	0,003	0,000	0,000	0,003
Suma T	3,023	2,978	3,022	3,023	3,029	3,032	3,008	3,026	2,998	3,017
Ca <sup>2+</sup>	4,933	5,008	4,969	4,954	4,960	4,946	4,974	4,960	4,985	4,971
Fe <sup>2+</sup>	0,036	0,010	0,004	0,021	0,008	0,018	0,013	0,013	0,012	0,010
Sr <sup>2+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,004	0,002
Ba <sup>2+</sup>	0,008	0,004	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma M	4,977	5,022	4,978	4,977	4,971	4,968	4,992	4,974	5,002	4,983
F	0,865	1,000	0,831	1,000	1,000	1,000	0,987	1,000	0,930	0,942
OH	0,135	0,000	0,169	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,070	0,058
Suma A	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

## Pyrit

Na lokalite Ochtiná – Hrádok bol identifikovaný v mramoroch vo forme izolovaných oktaedrických kryštálov (obr. 4d), ktorý je blízky ideálnemu koncovému členu. Smerom od stredu ku okraju stúpa obsah Co do 0,05 *apfu* (tab. 8).

## Kalcit

Analyzovaný kalcit z mramorov v rámci skúmaných lokalít obsahuje mierne zvýšené hodnoty Fe a Mg do 0,01 *apfu* (tab. 9). Prítomnosť dolomitu nebola potvrdená.



Tabulka 8. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy pyritu (hm. %) prepočítané na sumu všetkých atómov (3 *apfu*).

Table 8. Representative electron microprobe analysis of pyrite (wt. %) calculated on sum of all atoms (3 *apfu*).

Lokalita	Ochtiná - Hrádok				
Analýza	1	2	3	4	5
Fe	45,88	43,29	45,15	45,46	44,00
Co	0,14	2,26	0,35	0,31	1,66
Ni	0,02	0,00	0,00	0,04	0,02
S	54,00	53,96	54,97	55,26	54,23
As	0,35	0,48	0,00	0,00	0,45
Se	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00
Suma	100,39	100,20	100,48	101,06	100,37
Fe	0,981	0,928	0,959	0,960	0,940
Co	0,003	0,046	0,007	0,006	0,034
Ni	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
Suma <i>M</i>	0,984	0,974	0,966	0,967	0,974
S	2,010	2,015	2,034	2,033	2,018
As	0,006	0,008	0,000	0,000	0,007
Se	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
Suma <i>A</i>	2,016	2,026	2,034	2,033	2,026

Tabulka 9. Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy kalcitu (hm. %) prepočítané na 1 kation (apfu). Symbol \* vyjadruje dopočítanie CO<sub>2</sub> na základe ideálnej stechiometrie kalcitu.

Table 9. Representative electron microanalyses of calcite (wt. %) calculated on 1 cation (apfu). The \* symbol indicates the calculation of CO<sub>2</sub> based on ideal stoichiometry of calcite.

Lokalita	Ochtiná - Pod Vápnom				Ochtiná - Hrádok			
	1	2	3	4	1	2	3	4
FeO	0,38	0,23	0,22	0,24	0,38	0,31	0,48	0,64
MnO	0,09	0,06	0,11	0,06	0,09	0,07	0,06	0,09
MgO	0,17	0,27	0,09	0,25	0,32	0,20	0,37	0,42
CaO	55,93	55,80	55,67	55,70	55,47	55,81	55,45	55,25
CO <sub>2</sub> *	44,40	44,32	43,91	44,21	44,23	44,38	44,32	44,21
Suma	100,98	100,68	100,00	100,45	100,49	100,76	100,68	100,61
Fe <sup>2+</sup>	0,005	0,003	0,003	0,003	0,005	0,004	0,007	0,009
Mn <sup>2+</sup>	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Mg <sup>2+</sup>	0,004	0,007	0,002	0,006	0,008	0,005	0,009	0,010
Ca <sup>2+</sup>	0,989	0,989	0,993	0,990	0,986	0,990	0,983	0,980
Suma	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

## 5. DISKUSIA

Pred akceptovaním faciálnej afinity mezozoických členov k meliatiku v rámci príkrovu Bôrky (LEŠKO a VARGA 1980; MELLO *et al.* 1997, 1998) boli skúmané mramory v okolí Ochtinej pôvodne zaradené do karbónu (ANDRUSOV 1953; MIŠÍK 1953; MAHEL 1954; FUSÁN 1959; ABONYI 1971). Dúbravské vrstvy karbónskeho veku, v rámci ktorých sa strieďajú mramory s bazaltovými metapyroklastikami a čiastočne s fylitmi, definoval FUSÁN (1959) podľa typovej lokality Ochtinská Dúbrava.

Bazaltové metapyroklastiká s pozvoľnými prechodmi do chloritových fylitov sú produkty retrogránej metamorfózy metabázických hornín príkrovu Bôrky v podmienkach fácie zelených bridlic, čo sme potvrdili na základe vypočítaného teplotného intervalu chloritov (303–343 ± 9,5 °C). Variabilné zastúpenie metabázických hornín v rámci príkrovu Bôrky odzrkadľuje diverzitu zloženia protolitu a rôznu intenzitu metamorfných podmienok. Protolitom metabázických hornín boli prevažne bazalty strednooceánskych chrbtov N-MORB (IVAN a KRONOME 1996; MAZZOLI a VOZÁROVÁ 1998). Na základe výsledkov práce POTOČNÝ *et al.* (2020), môžeme konštatovať, že interné resp. východné výskyty príkro-

vu Bôrky boli pravdepodobne ponorené hlbšie a zároveň boli rýchlejšie exhumované, čím si zachovali znaky subdukčných procesov (prográdna vysokotlaková metamorfóza vo fácii modrých bridlíc s glaukofánom), kým externé resp. západné výskvy podľahli viac retrográdnej metamorfóze (fácia zelených bridlíc s dominantným aktinolitom a chloritmi). Polyfázový vývoj metamorfózy bázičných hornín v rámci príkrovu Bôrky je známy (napr. FARYAD 1995a, 1999; IVAN 2002, 2007; DALLMEYER *et al.* 2008). V prvej fáze prebehla metamorfóza vo vysokotlakových podmienkach, druhá fáza zodpovedá izotermálnemu, synmetamorfóznemu a dekompresnému štádiu. Identický metamorfózný vývoj na základe minerálnych asociácií opisali FARYAD (1995b) aj MAZZOLI a VOZÁROVÁ (1998) pre tmavé fylity príkrovu Bôrky. Vysokotlakovo-nízko-teplotnú metamorfózu charakterizuje minerálna asociácia, ktorá vznikla pri 380–460 °C a 0,9–1,2 GPa (FARYAD 1995a, b; FARYAD a HOINKES 1999) a podľa NEMCA *et al.* (2020) až pri 520 °C a 1,55 GPa. Metamorfózne podmienky dúbavského súvrstvia v nižnoslanskej depresii, v rámci ktorej sú situované skúmané lokality, prebiehali podľa VOZÁROVEJ (1993) vo fácii zelených bridlíc stredno- až vysokotlakového typu.

Bazaltové metapyroklastiká z lokality Markuška (RUŽIČKA *et al.* 2019) obsahovali identickú minerálnu asociáciu tvorenú amfibolmi (aktinolit – tremolit), epidotom, chloritmi (klinochlór – chamosit), titanitom a fluóropatitom, ako sme identifikovali v horninách zo skúmaných lokalít v okolí Ochtinej. Tlakovo-teplotné podmienky metamorfózy bazaltových metapyroklastik na lokalite Markuška v rámci okolia skúmaných lokalít, na základe minerálnej asociácie aktinolit + chlorit + epidot ± muskovit ± biotit + albit + kremeň stanovili ČERNÁK *et al.* (2005) na teplote 500 °C pri priemernom tlaku 3,9 kbar. Koexistencia minerálov v mramoroch asociovaných s bazaltovými metapyroklastikami bola aproximovaná rovnicou  $3\text{dolomit} + 4\text{kremeň} + \text{H}_2\text{O} = \text{talk} + 3\text{kalcit} + 3\text{CO}_2$  (ČERNÁK *et al.* 2005).

Jurský vek (165–150 Ma) alpínskej vysokotlakovej metamorfózy príkrovu Bôrky bol stanovený pomocou K/Ar a  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  datovania svetlých slŕd (MALUSKI *et al.* 1993; DALLMEYER *et al.* 1996; FARYAD a HENJEST-KUNST 1997a, b). Exhumácia modrých bridlíc do podložia akrečného klinu nastala v spodnej kriede ( $147 \pm 17$  Ma; MÉRES *et al.* 2013). Spodnokriedové exhumácie procesy boli potvrdené viacerými geochronologickými údajmi (FARYAD 1999; DALLMEYER *et al.* 2008; PUTIŠ *et al.* 2014, 2019; POTOČNÝ *et al.* 2020; NEMEC *et al.* 2020). Štruktúrna transformácia príkrovu Bôrky ( $89 \pm 18$  Ma; MÉRES *et al.* 2013) bola sprevádzaná retrográdnou metamorfózou vo fácii zelených bridlíc, ktorá súvisí so skúmanými lokalitami. Vo fylitoch na skúmanej lokalite Ochtiná – Hrádok boli identifikované dve generácie metamorfózných monazitov. Staršia generácia monazitov s vekovým rozsahom  $139 \pm 13$  Ma až  $151 \pm 5$  Ma a mladšia generácia monazitov s vekovým rozsahom  $97 \pm 5$  Ma až  $103 \pm 4$  Ma (PLAŠIENKA *et al.* 2019; POTOČNÝ *et al.* 2020). Staršie monazity kulminujú na rozhraní jury a kriedy, čo sa spája s etapou exhumácie príkrovu Bôrky po uzavretí meliatskeho oceánu a nasunutím akrečného komplexu na podložné gemerikum. Mladšie veky monazitov poukazujú na výraznú deformačnú udalosť na začiatku vrchnej kriedy, čo sa interpretuje ako záznam počiatkov exhumácie veporického metamorfózneho domu a strižných deformácií po jeho okrajoch (POTOČNÝ *et al.* 2020).

Mramory z okolia Ochtinej boli v minulosti predmetom pokusnej blokovej ťažby pre dekoračné využitie, ako to uvádzajú viaceré geologické prieskumné správy (ZBORNÁK a NOVYSEDLÁK 1969; SUCHÁR *et al.* 1970; VARGA *et al.* 1977). Mramory vznikli počas karbonátovej sedimentácie, prerušovanej epizodickými erupciami vulkanického materiálu bázičného charakteru, ktoré boli následne spoločne alpínsky regionálne metamorfované. Účinkom regionálnej metamorfózy rekryštalizovali pyroklastické polohy na dominantne zastúpenú zmes chloritu a epidotu, ktorá bola identifikovaná v skúmaných horninách. Bazaltové metapyroklastiká vytvárajú samostatné polohy alebo sa podieľajú na kontaminácii mramorov jemne rozptýlenými časticami alebo rôzne hrubými laminovanými polohami, čo nedávalo perspektívu pre dekoračné využitie (VARGA *et al.* 1977). Prítomnosť metapelitickej kontaminácie v mramoroch sme detailne mineralogicky charakteri-

zovali (RUŽIČKA *et al.* 2020). V mramorovom masíve Ochtinskej Dúbravy, ktorý je situovaný v okolí skúmanej lokality Ochtiná – Pod Vápnom, bola v rámci lokálnych výskytov domolitov identifikovaná Au a polymetalická Pb-Zn-Sb-As mineralizácia (RADKOVÁ *et al.* 2019).

## 6. ZÁVER

Mineralogický výskum mramorov, ktoré sú laminované bazaltovými metapyroklastikami s prechodom do kalcitovo-chloritových fylitov na lokalitách v okolí Ochtinej v rámci meliatica príkrovu Bôrky, potvrdil určitú mieru interakcie identifikovaných fáz, ktoré sa podieľajú na ich minerálnom zložení. Identifikovanú minerálnu asociáciu tvoria amfiboly (aktinolit – tremolit), chlority (klinochlór – chamosit), epidot a albit. Akcesoricky je zastúpený titanit, fluóropatit a pyrit. V porovnaní s prácou RUŽIČKA *et al.* (2019), ktorá sa zaoberala identickými horninami na lokalite Markuška boli identifikované určité rozdiely v chemickom zložení minerálnej asociácie, ktoré sú prehľadne graficky zobrazené v príslušných diagramoch (obr. 5–9).

Skúmané mramory vznikli rekryštalizáciou pôvodných sedimentárnych vápencov, ktoré boli lokálne obohatované pyroklastickým materiálom bážického zloženia. Počas alpínskej orogenézy prebiehala ich regionálna metamorfóza súčasne s tektonicky ovplyvnenou rekryštalizáciou, čím vznikli farebne a textúrne variabilné typy mramorov. Rekryštalizovaný pyroklastický materiál sa transformoval do laminárneho usporiadania v mramoroch. Litologické členy sa často striedajú, čo je výsledkom komplexného pôsobenia tektonometamorfického vývoja.

## POĎAKOVANIE

Za vyhotovenie mikrosondových analýz a BSE obrázkov ďakujeme Sergii Kurylovi z Ústavu vied o Zemi SAV, v.v.i. Vyslovujeme poďakovanie recenzentom článku za pripomienky, ktoré prispeli k kvaliteniu rukopisu. Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0065 a grantom VEGA 1/0151/19.

## LITERATURA

- ABONYI, A., 1971: Stratigraficko-tektonický vývoj karbónu gemerid západne od štítnického zlomu. – Geologické práce, Správy, 57, 339–348.
- ANDRUSOV, D., 1953: Vápence a bážické vyvreliny v paleozoiku Západných Karpát. – Geologický Zborník, Geologica Carpathica, 4, 3–4, 801–820.
- ARMBRUSTER, T., BONAZZI, P., AKASAKA, M., BERMANEC, V., CHOPIN, CH., GIERÉ, R., HEUSS ASSBICHLER, S., LIEBSCHER, A., MENCHETTI, S., PAN, Y., PASERO, M., 2006: Recommended nomenclature of epidote-group minerals. – European Journal of Mineralogy, 18, 5, 551–567.
- 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.
- CATHELINÉAU, M., 1988: Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature. – Clay Minerals, 23, 4, 471–485.
- ČERNÁK, V., VOZÁROVÁ, A., DYDA, M., 2005: Petrológia a litológia mramorov a bazaltových metaufov dúbavského súvrstvia príkrovu Bôrky. – Zborník referátov z konferencie Geochémia 2015. Slovenská asociácia geochemikov, Katedra geochemie PriF UK, ŠGÚDŠ, Bratislava, 64–67.
- DALLMEYER, R. D., NEUBAUER, F., HANDLER, R., FRITZ, H., MÜLLER, W., PANA, D., PUTIS, M., 1996: Tectonothermal evolution of the internal Alps and Carpathians: Evidence from <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar mineral and whole rock data. – Eclogae Geologicae Helvetiae, 89, 1, 203–277.
- DALLMEYER, R. D., NEUBAUER, F., FRITZ, H., 2008: The Meliata suture in the Carpathians: Regional significance and implications for the evolution of high-pressure wedges within collisional orogens. – In: Siegesmund S.,

- Fügenschuh B., Froitzeim N. (eds.): Tectonic aspects of the Alpine-Dinaride-Carpathian system. Geological Society, London, Special Publications, 298, 101-115.
- ENAMI, M., SUZUKI, K., LIOU, J. G., BIRD, D. K., 1993: Al-Fe<sup>3+</sup> and F-OH substitutions in titanite and constraints on their P-T dependence. *European Journal of Mineralogy*, 5, 219-231.
- FARYAD, S. W., 1995a: Phase petrology and P-T conditions of mafic blueschists from the Meliata unit, West Carpathians, Slovakia. - *Journal of Metamorphic Geology*, 13, 6, 701-714.
- FARYAD, S. W., 1995b: Petrology and phase relations of low-grade high-pressure metasediments from the Meliata Unit (West Carpathians, Slovakia). - *European Journal of Mineralogy*, 7, 1, 71-87.
- FARYAD, S. W., 1999: Exhumation of the Meliata high-pressure rocks (Western Carpathians): Petrological and structural records in blueschists. - *Acta Montanistica Slovaca* 4, 2, 137-144.
- FARYAD, S. W., HENJES-KUNST, F., 1997a: Petrologic and geochronologic constraints on the tectonometamorphic evolution of the Meliata unit blueschists, Western Carpathians (Slovakia). - In: Greclua, P., Hovorka D., Putiš, M. (eds.), *Geological evolution of the Western Carpathians*, Geological Survey of the Slovak Republic, Bratislava, 145-154.
- FARYAD, S. W., HENJES-KUNST, F., 1997b: Petrological and K-Ar and <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar age constraints for the tectonothermal evolution of the high-pressure Meliata unit, Western Carpathians (Slovakia). - *Tectonophysics*, 280, 1-2, 141-156.
- FARYAD, S. W., HOINKES, G., 1999: Two contrasting mineral assemblages in the Meliata blueschists, Western Carpathians, Slovakia. - *Mineralogical Magazine*, 63, 4, 489-501.
- FUSÁN, O., 1959: Poznámky k mladšiemu paleozoiku gemerid. - *Geologické práce*, Zošit, 55, 171-181.
- GAÁL, L., 1987: Súčasná otázky stratigrafie meliatskej skupiny. - *Geologické práce*, Správy, 86, 143-156.
- GAZDAČKO, L., 2005: Litologická náplň a vzťah bôrcanského prikrovu v okolí Markušky a Kobeliarova k ultrabázikám. - *Mineralia Slovaca*, 37, 3, 214-216.
- GRECLUA, P. (ED.), KOBULSKÝ, J., GAZDAČKO, L., NÉMETH, Z., HRAŠKO, L., NOVOTNÝ, L., MAGLAY, J., 2009: Geologická mapa Spišsko-gemerského rudohoria 1: 50 000. - *Štátny geologický ústav Dionýza Štúra*, Bratislava.
- HAWTHORNE, F. C., OBERTI, R., HARLOW, G. E., MARESCH, W. V., MARTIN, R. F., SCHUMACHER, J. C., WELCH, M. D., 2012: Nomenclature of the amphibole supergroup. - *American Mineralogist*, 97, 11-12, 2031-2048.
- IVAN, P., 2002: Relics of the Meliata Ocean crust: Geodynamic implications of mineralogical, petrological and geochemical proxies. - *Geologica Carpathica*, 53, 4, 245-256.
- IVAN, P., 2007: Litostratigrafické jednotky prikrovu Bôrky: ich stručná charakteristika a možný pôvod. - *Zborník príspevkov z konferencie Cambelove dni 2007*. Slovenská asociácia geochemikov, Katedra geochemie PriF UK, Bratislava, 42-48.
- IVAN, P., KRONOME, B., 1996: Predmetamorfný charakter a geodynamické prostredie vzniku vysokotlakovo metamorfovaných bazitov meliatskej jednotky na lokalitách Radzim, Bôrka, Hačava a Rudník. - *Mineralia Slovaca*, 28, 1, 26-37.
- JOWETT, E. C., 1991: Fitting iron and magnesium into the hydrothermal chlorite geothermometer. - *Geological Association of Canada + MAC + SEG Joint Annual Meeting*, Toronto, 16, A62.
- KAMENICKÝ, J., 1957: Serpentinity, diabázy a glaukofanické horniny triasu Spišsko-gemerského rudohoria. - *Geologické práce*, Zošit, 45, 3-108.
- KANTOR, J., 1955: Diabázy juhoslovenského mezozoika. - *Geologické práce*, Zošit, 41, 77-99.
- KANTOR, J., 1956: Serpentinity južnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. - *Geologické práce*, Správy, 6, 3-40.
- KOČICKÝ, D., IVANIČ, B., 2011: Geomorfológické členenie Slovenska 1: 500 000. - *Štátny geologický ústav Dionýza Štúra*, Bratislava.
- KOWALLIS, B. J., CHRISTIANSEN, E. H., GRIFFEN, D. T., 1997: Compositional variations in titanite. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 29, A-402.
- LEAKE, B. E., WOOLLEY, A. R., ARPS, C. E. S., BIRCH, W. D., GILBERT, M. C., GRICE, J. D., HAWTHORNE, F. C., KATO, A., KISCH, H. J., KRIVOVICHEV, V. G., LINTHOUT, K., LAIRD, J., MANDARINO, J. A., MARESCH, W. V., NICKEL, E. H., SCHUMACHER, J. C., SMITH, D. C., STEPHENSON, N. C. N., UNGARETTI, L., WHITTAKER, E. J. W., YOUZHI, G., 1997: Nomenclature of amphiboles: report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. - *Canadian Mineralogist*, 35, 219-246.
- LEŠKO, B., VARGA, I., 1980: Alpine elements in the West Carpathian structure and their significance. - *Mineralia Slovaca*, 12, 2, 97-130.
- MAHEL, M., 1954: Stratigrafia a tektonické pomery paleozoika západných gemerid. - *Geologický Zborník*, *Geologica Carpathica*, 5, 1-4, 146-183.
- MALUSKI, H., RAULICH, P., MATTE, P., 1993: <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating of the Inner Carpathians Variscan basement and Alpine mylonitic overprinting. - *Tectonophysics*, 223, 3-4, 313-337.

- MARKO, F., 1981: Geologicko-tektonické pomery na území medzi Roštárom a Markuškou. Diplomová práca. - Manuskript: Geofond, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 70 s.
- MAZZOLI, C., VOZÁROVÁ, A., 1998: Subduction related processes in the Bôrka 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: Bôrka Nappe: high-pressure relic from the subduction-accretion prism of the Meliata ocean (Inner Western Carpathians, Slovakia). - Slovak Geological Magazine, 4, 4, 261-273.
- MÉRES, Š., IVAN, P., KONEČNÝ, P., AUBRECHT, R., SÝKORA, M., PLAŠIENKA, D., REICHWALDER, P., 2013: Two monazite ages from the accretionary prism mélange of the Meliata Ocean (Bôrka Nappe, Meliatic Superunit, Western Carpathians). - GEEWEC 2013, Smolenice. Abstract Book, Geological Institute of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava, s. 62.
- MÍŠÍK, M., 1953: Geologické pomery územia medzi Jelšavou a Štítnikom. - Geologický Zborník, Geologica Carpathica, 4, 3-4, 557-587.
- 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.
- PUTIŠ, M., DANIŠÍK, M., RUŽIČKA, P., SCHMIEDT, I., 2014: Constraining exhumation pathway in accretionary wedge by (U-Th)/He thermochronology - Case study on Meliatic nappes in the Western Carpathians. - Journal of Geodynamics, 81, 80-90.
- PUTIŠ, M., SOTÁK, J., LI, Q.-L., ONDREJKA, M., LI, X.-H., HU, Z., LING, X., NEMEC, O., NÉMETH, Z., RUŽIČKA, P., 2019: Origin and age determination of the Neotethys Meliata Basin ophiolite fragments in the Late Jurassic-Early Cretaceous accretionary wedge mélange (Inner Western Carpathians, Slovakia). - Minerals, 9, 11, 652, 1-38.
- RADKOVÁ, P., MIKUŠ, T., BAKOS, F., KODÉRA, P., LUPTÁKOVÁ, J., 2019: A new type of carbonate-hosted Au mineralization at Dúbrava near Rochovec, Western Carpathians. - Acta Geologica Slovaca, 11, 2, 103-118.
- 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., BAČÍK, P., KURYLO, S., 2019: Minerologická charakteristika mramorov asociovaných s bazaltovými metapyroklastikami a chloritickými bridlicami z lokality Markuška (Slovenská republika). - Bulletin Mineralogie Petrologie, 27, 2, 247-258.
- RUŽIČKA, P., MYŠLAN, P., KURYLO, S., 2020: Minerálne zloženie metapelitovej a metapyroklastickej zložky kryštalických vápencov z lokalít Lubeník a Ochtiná (Slovenská republika). - Bulletin Mineralogie Petrologie, 28, 2, 281-289.
- SUCHÁR, A., NOVYSEDLÁK, J., VALKO, P., 1970: Záverečná správa a výpočet zásob Jelšava - Rožňava stavebný a dekoračný kameň so stavom k 1. 4. 1970. - Manuskript: Geofond, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 59 s.
- VARGA, I., DOJČÁKOVÁ, V., BUKVOVÁ, J., 1977: Záverečná správa Lubeník - dekoračný kameň, stav k 1. 9. 1977. - Manuskript: Geofond, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 55 s.
- VOZÁROVÁ, A., 1993: Stupeň premeny dúbavských 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.
- ZANE, A., WEISS, Z., 1998: A procedure for classifying rock forming chlorites based on microprobe data. - Rendiconti Lincei, 9, 1, 51-56.
- ZBORNÁK, V., NOVYSEDLÁK, J., 1969: Správa o dielčom prieskume Ochtiná - kryštalický vápenc so stavom k 31. 12. 1968. - Manuskript: Geofond, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 39 s.