

<https://doi.org/10.46861/bmp.29.285>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

## Minerálne zloženie kryštalických vápencov z lokality Dobšiná - Kruhová (Slovenská republika)

### Mineral composition of crystalline limestones from the locality Dobšiná - Kruhová (Slovak Republic)

PETER RUŽIČKA<sup>1)\*</sup>, PAVOL MYŠĽAN<sup>2)</sup> A TOMÁŠ MIKUŠ<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Katedra mineralógie, petrológie a ložiskovej geológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovenská republika; \*e-mail: peter.ruzicka@uniba.sk

<sup>2)</sup>Ústav vied o Zemi Slovenskej akadémie vied, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava, Slovenská republika

<sup>3)</sup>Ústav vied o Zemi, Slovenská akadémia vied, Ďumbierska 1, 974 11 Banská Bystrica, Slovenská republika

RUŽIČKA P, MYŠĽAN P, MIKUŠ T (2021) Minerálne zloženie kryštalických vápencov z lokality Dobšiná - Kruhová (Slovenská republika). Bull Mineral Petrolog 29(2): 285-296 ISSN 2570-7337

#### Abstract

Crystalline limestones containing fragments of amphibolites from the locality Dobšiná - Kruhová are part of the Klátov complex (Northern Gemericum, Western Carpathians). The colour of studied rocks is light grey with massive texture and granoblastic structure. Inhomogeneous mottled to breccia-like character of a crystalline limestones is caused by the presence of amphiboles in the studied rocks. The identified mineral association of crystalline limestones consists of calcite, amphiboles (pargasite, magnesio-hornblende, actinolite), clinopyroxenes (diopside), albite and titanite. Chemical zonation of amphiboles from the crystalline limestones and fragments of amphibolites have been studied in BSE imaging. Light grey BSE zone is represented by pargasite (with more Fe<sup>2+</sup> up to 1.37 *apfu* and less Mg up to 2.26 *apfu*) and dark grey BSE zone is represented by magnesio-hornblende and actinolite (less Fe<sup>2+</sup> 0.68 *apfu* in magnesio-hornblende; 0.62 *apfu* in actinolite and more Mg up to 3.30 *apfu* in magnesio-hornblende and up to 4.03 *apfu* in actinolite). Diopside has slightly higher content of Al (up to 0.13 *apfu*) and low content of Fe<sup>2+</sup> (up to 0.17 *apfu*) with X<sub>Mg</sub> ratio in the range 0.83 - 0.96. Chemical composition of albites is Ab<sub>91.12-98.21</sub>An<sub>1.52-5.12</sub> with ortoclase component in the range 0.22 - 4.49 mol. %. Titanites from the amphibolite fragments and crystalline limestones have identical chemical composition (Ca up to 1.00 *apfu*, Si up to 0.97 *apfu*). Lower content of Ti (0.88 - 0.95 *apfu*) and higher content of F (up to 0.27 wt. %) and H<sub>2</sub>O (up to 0.38 wt. %) is present. In titanites not very significant (Al, Fe<sup>3+</sup>) + (OH, F) ↔ Ti + O substitution was also identified. We assume that pargasite and magnesio-hornblende are products of prograde etape of metamorphism unlike actinolite which is product of retrograde etape of metamorphism. Diopside was generated by dehydration and decomposition processes of magnesio-hornblende and pargasite in a high-temperature prograde regime of metamorphism in the conditions of upper amphibolite facies. Calcite is chemically pure, presence of dolomite has not been confirmed.

**Key words:** mineral composition, crystalline limestones, Dobšiná, Slovakia

Obdrženo 20. 9. 2021; přijato 30. 11. 2021

#### Úvod

Článok svojou obsahovou náplňou prináša aktualizované informácie o minerálnom zložení kryštalických vápencov z okolia Dobšinej, ktoré sú konfrontované s identickým výskytom, ktorý v minulosti skúmali Spišiak et al. (1989), ako aj s našou staršou prácou, kde sme rovnaký litologický typ detailne mineralogicky opisovali v rámci jeho výskytu v amfibolitovom kameňolome v katastri obce Nižný Klátov (Ružička et al. 2017). Z hľadiska ostatných výskytov kryštalických vápencov na území Slovenska, má tento špecifický typ obsahujúci amfibolitové fragmenty nepravidelných tvarov a rozmerov lokálne zastúpenie. Mineralogicky je vhodným objektom skúmania, pretože poskytuje možnosť štúdia chemického zloženia silikátových fáz, ktoré sú ovplyvnené litologickou interakciou prebiehajúcou medzi amfibolitom a kryštalickým vápencom.

#### Geologická charakteristika a lokalizácia

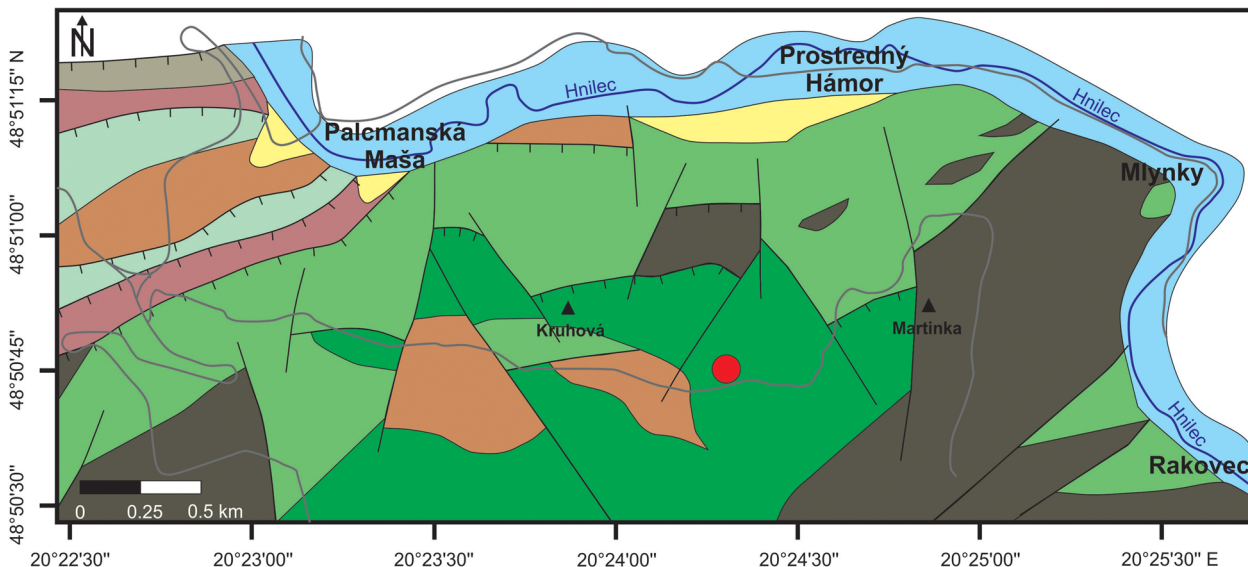
Skúmané vzorky hornín patria do klátovskej skupiny (obr. 1). Klátovská skupina, obsahujúca horniny metamorfované v podmienkach amfibolitovej fácie, bola definovaná ako samostatná litostratigrafická jednotka Spišiakom et al. (1985). Rulovo-amfibolitový komplex klátovskej skupiny tvorí v súčasnej alpínsky prepracovanej stavbe severného gemerika tektonicky rozsegmentované fragmenty s nesúvislými povrchovými výskytmi severne od Dobšinej (Rozložník 1965; Spišiak et al. 1989) a v súvislejšom pruhu medzi Košickou Belou po Nižný Klátov, ktorý sa považoval za súčasť melanže dezintegrovannej ofiolitovej suity (Grecula, Dianiška 1977; Dianiška, Grecula 1979). Litologické členy klátovskej skupiny boli v minulosti objavené počas hlbinej banskej ťažby v Rudňanoch (Mandáková et al. 1971; Popreňák et al. 1973; Hovorka et al. 1979; Hovorka, Spišiak 1981, 1985; Spišiak, Hovorka 1985).

Klátovský rulovo-amfibolitový komplex je v zmysle litostratigrafickej koncepcie členenia gemerika podľa Bajaníka et al. (1983, 1984) súčasťou rakoveckej skupiny a v koncepcii Greculu et al. (2009, 2011) tvorí súčasť volovskej superskupiny. Niektorí autori považujú vzťah rulovo-amfibolitového komplexu a rakoveckej skupiny za tektonický (Hovorka et al. 1984; Faryad 1990, 1995), kým iní (Grecula 1982; Radvanec 1992, 1994a, b) uvádzajú, že je medzi nimi postupný prechod. Ivan (2012) tvrdí, že tektonické podložie tvorí rakovecká skupina a v nadloží vystupuje rudnianske a zlatnícke súvrstvie dobšinskej skupiny. Vo vrchnokarbónskych polymiktných konglomerátoch rudnianskeho súvrstvia dobšinskej skupiny boli identifikované klasty derivované z klátovskej skupiny (Krist 1954; Vozárová 1973, 1993, 2000; Radvanec 1998). Niektorí autori korelujú klátovský rulovo-amfibolitový komplex s leptynitovo-amfibolitovým komplexom (Hovorka, Méres 1993; Hovorka et al. 1997; Ivan, Méres 2000; Ivan 2012; Ivan, Šimurková 2015; Ivan 2016).

Staropaleozoický rulovo-amfibolitový komplex počas svojho geodynamického subdukčno-exhumačného variského a alpínskeho vývoja bol polyštádiálne metamorfo-

vaný až migmatitizovaný vplyvom lokálneho pôsobenia parciálnej anatexie, ktorú vyvolala intrúzia granitovej magmy S-typu (Grecula 1982; Faryad 1986, 1990, 1995; Radvanec 1992, 1994a, b, 1998; Radvanec et al. 2017). Rôznorodosť interpretačných názorov na metamorfnú evolúciu klátovského komplexu vychádza z nejednotnosti v chápaní geologickej stavby a v nesúlade stanovenia tlakového charakteru metamorfozy. Kým Faryad (1990, 1995) uvádza strednotlakové podmienky, tak Radvanec (1992, 1994a, b) sa prikláňa k nízkotlakovým podmienkam metamorfozy. Problém súvisí s aplikovaním rôznych geotermobarometrických kritérií hodnotenia minerálnych asociácií vo vzťahu k variským a alpínskym metamorfným udalostiam, pričom podľa vyjadrenia Faryada (1995) nie je jednoznačne stanovený stupeň a intenzita alpínskeho prepracovania staropaleozoického fundamentu.

Protolitom povrchovo nepravidelne vystupujúceho pruhu rulovo-amfibolitového komplexu (Dobšiná - Rudňany - Klátov) sú podľa väčšiny autorov tholeiit oceánskeho dna (bazalt a jeho pyroklastiká) a peliticko-karbonátové sedimenty s rôznym podielom organickej substance, ktoré sa navzájom striedajú v litostratigrafickej jednotke.



## LEGENDA

### Paleozoikum

Rakovecká skupina (*devón*)

Sykavské súvrstvie

Bazaltové metapyroklastiká

Fylity s vložkami bazaltových metapyroklastík

Klátovská skupina (*devón - karbón?*)

Amfibolity a ruly

Dobšinská skupina (*karbón*)

Zlatnícke súvrstvie

Bázické metavulkanity

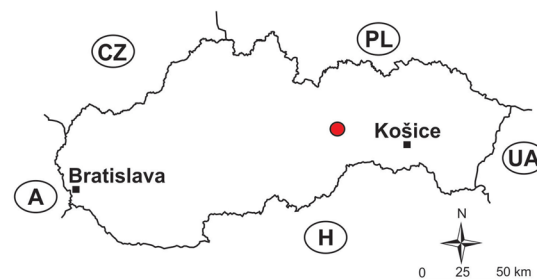
Metapieskovce, fylity s polohami karbonátov, bázických vulkanitov a vulkanoklastík

Krompašská skupina (*perm*)

Knolské súvrstvie

Fialovosivé pieskovce s polohami metaryolitov

Fialovosivé polymiktné zlepenca a brekcie



### Kvartér (*pleistocén - holocén*)

Deluviálne sedimenty

Fluviálne sedimenty

Označenie lokality

a) Cestná komunikácia

b) Vodné toky

a) Zlom

b) Prešmyk

**Obr. 1** Detail geologickej mapy skúmaného územia (Bajaník et al. 1984 - upravené) s vyznačením miesta výskytu bloku kryštálického vápenca.



Polyštadiálny charakter metamorfných udalostí pravdepodobne prebiehal v dvoch etapách počas variskej a alpínskej orogenézy s prográdnymi a retrográdnymi účinkami, ktoré reflektujú evolučnú kontinuitu geodynamických procesov.

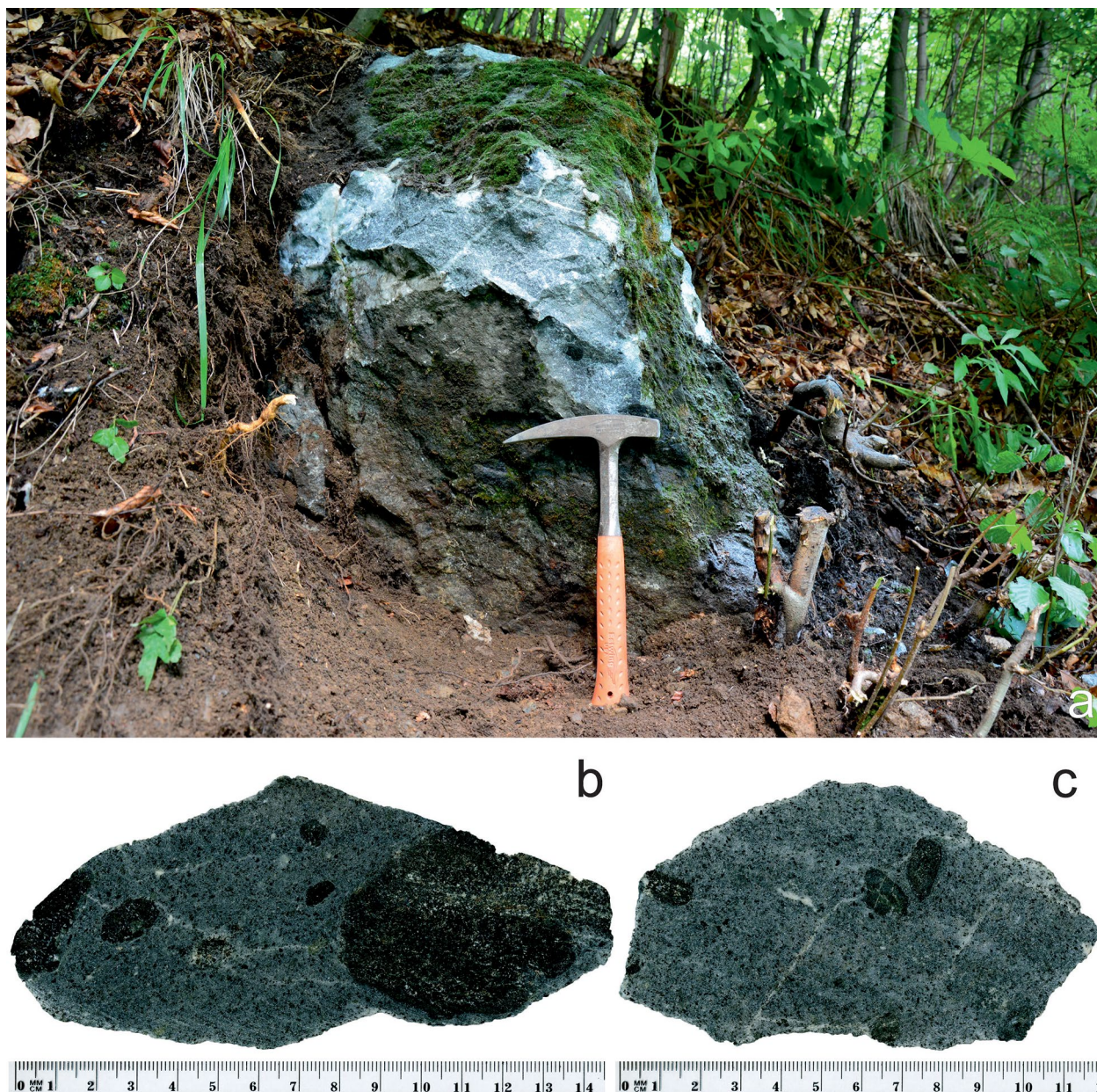
Radvanec et al. (2014, 2017) a Németh et al. (2016, 2017) uvádzajú, že rulovo-amfibolitový komplex je súčasťou metaofiolitovej suity staršieho paleozoika severného gemerika, ktorý tvoria tri samostatné exhumované tektonické bloky: dobšinský, rudniansky a klátovský. Na základe SHRIMP datovania zirkónov z metabazitov klátovského komplexu bol potvrdený spodnoordovický vek protolitu ( $482 \pm 9$  mil. rokov) a vrchnodevónsky vek ( $383 \pm 3$  mil. rokov) naloženej migmatitizácie (Putiš et al. 2009). Rb-Sr metódou bol datovaný vek plagiogranitu z rudnianskeho bloku na  $371 \pm 4$  mil. rokov. Argón uvoľnený z hornblendu poskytol plató vek 362 miliónov rokov, ktorý Radvanec et al. (2014) považujú za vek chladnutia pri cca  $550$  °C.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  vek hornblendu v okolitom amfibolite je 363 miliónov rokov.

Podľa geomorfologického členenia Slovenskej republiky (Mazúr, Lukniš 1980) skúmané územie patrí do Volovských vrchov. Súradnice lokality sú  $48^{\circ}50'36.8''\text{N}$   $20^{\circ}24'24.1''\text{E}$ . Lokalita sa nachádza v nadmorskej výške 928 m. Vzorky boli odoberané zo separátneho bloku kryštálického vápenca, ktorý je čiastočne odkrytý v blízkosti trasy označenej červenou turistickou značkou vedúcou na sedlo Kruhová 966 m (obr. 2a). Pozícia bloku kryštálického vápenca v rámci rulovo-amfibolitového komplexu je v teréne nejasná, pretože je prekrytá lesným porastom.

### Metodika

Terénny odber bol zameraný na získanie reprezentatívnych vzoriek hornín. Leštené výbrusy, vákuovo napanené tenkou uhlíkovou vrstvou, boli analyzované na elektrónovom mikroanalýzátore JEOL JXA 8530F na Ústave vied o Zemi Slovenskej akadémie vied v Banskej Bystrici.

Vzorky boli analyzované pri urýchľovacom napätí 15 kV a prúde 15 nA pre kalcit a 20 nA pre silikáty. Priemer



Obr. 2 a) Pohľad na miesto výskytu separátneho bloku kryštálického vápenca; b-c) Prierezy študovaných vzoriek kryštálických vápencov s amfibolitovými fragmentami. Foto P. Ružička.



elektrónového lúča sa prispôboval počas merania pre silikáty v rozsahu 1 - 5  $\mu\text{m}$  a pre kalcit 8 - 10  $\mu\text{m}$ . Použila sa ZAF korekcia. Koexistenčné vzťahy analyzovaných fáz sa pozorovali v späťne rozptýlených elektrónoch (BSE - back scattered electron). Na meranie minerálov boli použité nasledovné štandardy: kremeň, ortoklas (SiK $\alpha$ , KK $\alpha$ ), rutil (TiK $\alpha$ ), albit (AlK $\alpha$ , NaK $\alpha$ ), hematit (FeK $\alpha$ ), rodonit (MnK $\alpha$ ), diopsid (MgK $\alpha$ , CaK $\alpha$ ), ScVO $_4$  (VK $\alpha$ ), Cr $_2$ O $_3$  (CrK $\alpha$ ), barit (BaK $\alpha$ ), celestín (SrK $\alpha$ ), fluorit (FK $\alpha$ ), NaCl (ClK $\alpha$ ).

Elektrónové mikroanalýzy boli prepočítané v zmysle platných klasifikácií pre pyroxény (Morimoto et al. 1988) a amfiboly (Hawthorne et al. 2012). Klasifikačný diagram amfibolov podľa Leake et al. (1997) bol použitý z dôvodu grafického 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  $^{\text{C}}(\text{Al} + \text{Fe}^{3+} + 2\text{Ti})$  vs.  $^{\text{A}}(\text{Na} + \text{K} + 2\text{Ca})$  v *apfu*.

Obsahy železa boli pri klinopyroxénoch rozpočítané na Fe $^{2+}$  a Fe $^{3+}$  z nábojovej bilancie molekuly a pre amfiboly podľa postupu uvedeného v práci Leake et al. (1997). Obsah OH $^-$  v titanite bol stanovený podľa postupu uvedenom v práci Enami et al. (1993).

## Výsledky

### Petrografický opis

Skúmané vzorky kryštalických vápencov obsahujú čierne nepravidelne zastúpené fragmenty amfibolitov. Prítomnosť amfibolitov dodáva hornine farebne nehomogénny škvrnitý až brekciovitý charakter. Amfibolitové fragmenty dosahujú variabilnú veľkosť do cca 20 cm (obr. 2b, c). Kryštalický vápenec má svetlosivú farbu, masívnu textúru a granoblastickú štruktúru. Identifikovanú minerálnu asociáciu kryštalických vápencov tvorí kalcit, amfiboly, klinopyroxény, plagioklasy a titanit.

**Tabuľka 1** Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy amfibolov (v hm. %) v kryštalických vápencoch z lokality Dobšiná - Kruhová prepočítané na 13 kationov eCNK (*apfu*). Symbol \* vyjadruje dopočítanie H $_2$ O pre OH

Zóna v BSE	svetlá					tmavá						
	Pargasit					Magnezio-hornblend					Aktinolit	
Minerál	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2
Analýza												
SiO $_2$	41.79	42.02	42.35	41.70	43.11	45.90	48.17	48.50	46.94	47.08	53.91	54.18
TiO $_2$	1.95	2.39	1.12	1.30	0.97	0.70	0.29	0.33	0.43	0.45	0.07	0.06
Al $_2$ O $_3$	13.79	13.64	13.59	14.73	13.74	11.05	9.16	8.63	11.81	10.44	2.55	2.76
Fe $_2$ O $_3$	0.45	1.81	1.67	1.80	2.53	2.50	2.54	2.70	4.68	4.26	1.68	2.45
FeO	10.99	9.91	10.37	9.59	9.12	8.06	7.26	7.91	6.40	6.08	5.74	5.22
MnO	0.05	0.04	0	0	0.05	0.06	0.04	0	0.07	0	0	0
MgO	12.69	12.90	12.66	12.66	13.26	14.06	15.33	15.24	14.48	15.19	19.04	19.13
CaO	12.36	12.21	12.24	12.12	12.21	12.35	12.49	12.66	12.33	12.46	13.01	12.92
Na $_2$ O	2.61	2.38	2.41	2.53	2.46	1.15	0.97	0.86	1.07	0.96	0.27	0.27
K $_2$ O	0.57	0.61	0.68	0.69	0.62	0.47	0.33	0.32	0.48	0.45	0.06	0.08
F	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	-	-
H $_2$ O*	2.01	2.04	2.01	2.03	2.05	2.04	2.06	2.06	2.06	2.07	2.10	2.11
-O=F	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	-	-
Suma	99.29	99.95	99.11	99.15	100.12	98.34	98.65	99.22	100.77	99.43	98.44	99.19
Si $^{4+}$	6.174	6.151	6.254	6.140	6.270	6.698	6.953	6.983	6.654	6.751	7.664	7.638
$^{\text{IV}}\text{Al}^{3+}$	1.826	1.849	1.746	1.860	1.730	1.302	1.047	1.017	1.346	1.249	0.336	0.362
Suma T	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Ti $^{4+}$	0.217	0.263	0.124	0.144	0.106	0.077	0.031	0.036	0.046	0.049	0.007	0.006
$^{\text{VI}}\text{Al}^{3+}$	0.575	0.504	0.620	0.697	0.626	0.599	0.512	0.448	0.628	0.515	0.092	0.097
Fe $^{3+}$	0.050	0.199	0.186	0.199	0.277	0.274	0.276	0.292	0.500	0.460	0.181	0.260
Mg $^{2+}$	2.795	2.815	2.788	2.779	2.875	3.059	3.299	3.271	3.060	3.248	4.035	4.021
Fe $^{2+}$	1.358	1.214	1.282	1.181	1.110	0.984	0.877	0.953	0.758	0.729	0.684	0.616
Mn $^{2+}$	0.006	0.005	0	0	0.006	0.007	0.005	0	0.008	0	0	0
Suma C	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Ca $^{2+}$	1.956	1.915	1.937	1.912	1.903	1.931	1.932	1.953	1.873	1.914	1.982	1.952
Na $^+$	0.044	0.085	0.063	0.088	0.097	0.069	0.068	0.047	0.127	0.086	0.018	0.048
Suma B	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Na $^+$	0.704	0.591	0.627	0.634	0.597	0.256	0.203	0.193	0.167	0.181	0.056	0.025
K $^+$	0.107	0.114	0.128	0.130	0.115	0.088	0.061	0.059	0.087	0.082	0.011	0.014
Suma A	0.811	0.705	0.755	0.764	0.712	0.344	0.264	0.252	0.254	0.263	0.067	0.039
F $^-$	0.018	0	0.009	0	0	0	0	0.009	0.018	0	-	-
OH $^-$	1.982	2.000	1.990	2.000	2.000	2.000	2.000	1.991	1.982	2.000	2.000	2.000
Suma W	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
X $_{\text{Mg}}$	0.673	0.699	0.685	0.702	0.722	0.757	0.790	0.774	0.801	0.817	0.855	0.867

**Chemické zloženie minerálov****Amfiboly**

Minerály zo skupiny amfibolu boli študované v kryštalických vápencoch aj v amfibolitových fragmentoch, ktoré sú ich súčasťou. Minerálna asociácia je tvorená vápenatými amfibolmi (tab.1, 2; obr. 4), ktoré na základe ich chemického zloženia klasifikujeme ako pargasit, magnezio-hornblend (Hawthorne et al. 2012) a aktinolit (v zmysle klasifikácie Leake et al. 1997, resp. ako tremolit podľa Hawthorne et al. 2012). Výrazná chemická variabilita identifikovaných amfibolov sa prejavuje v BSE zobrazení tým, že pargasit tvorí svetlú zónu a magnezio-hornblend s aktinolitom tmavú zónu.

Chemická zonálnosť je spôsobená zvýšeným obsahom  $Fe^{2+}$  (1.11 - 1.36 *apfu*) a zníženým obsahom Mg (2.26 - 2.79 *apfu*) v BSE svetlej zóny tvorenej pargasitom a zníženým obsahom  $Fe^{2+}$  (do 0.73 *apfu* pre magnezio-

-hornblend; do 0.62 *apfu* pre aktinolit) a zvýšeným obsahom Mg (do 3.30 *apfu* pre magnezio-hornblend; do 4.03 *apfu* pre aktinolit) v BSE tmavej zóny amfibolov v kryštalických vápencoch (tab. 1). Rovnaký trend chemickej zonálnosti v BSE zobrazení svetlej a tmavej zóny je prítomný v amfiboloch z amfibolitových fragmentov. V BSE svetlá zóna tvorená pargasitom má vyššie obsahy  $Fe^{2+}$  (1.08 - 1.37 *apfu*) a nižšie obsahy Mg (2.58 - 2.77 *apfu*), v BSE tmavá zóna má nižšie obsahy  $Fe^{2+}$  (0.68 *apfu* pre magnezio-hornblend; 0.62 *apfu* pre aktinolit) a vyššie obsahy Mg (3.05 *apfu* pre magnezio-hornblend; 4.02 *apfu* pre aktinolit; tab. 2). Najvýraznejší vplyv tschermakitovej substitúcie (znižovanie obsahu Si) je viditeľný v prechode z BSE tmavej zóny dominantne tvorenej magnezio-hornblendom do BSE svetlej zóny tvorenej pargasitom.

Vo všetkých troch identifikovaných amfiboloch v rámci kryštalických vápencov je v pozícii C dominantne zastúpený Mg čo sa prejavuje zvyšovaním hodnoty  $X_{Mg}$  0.86

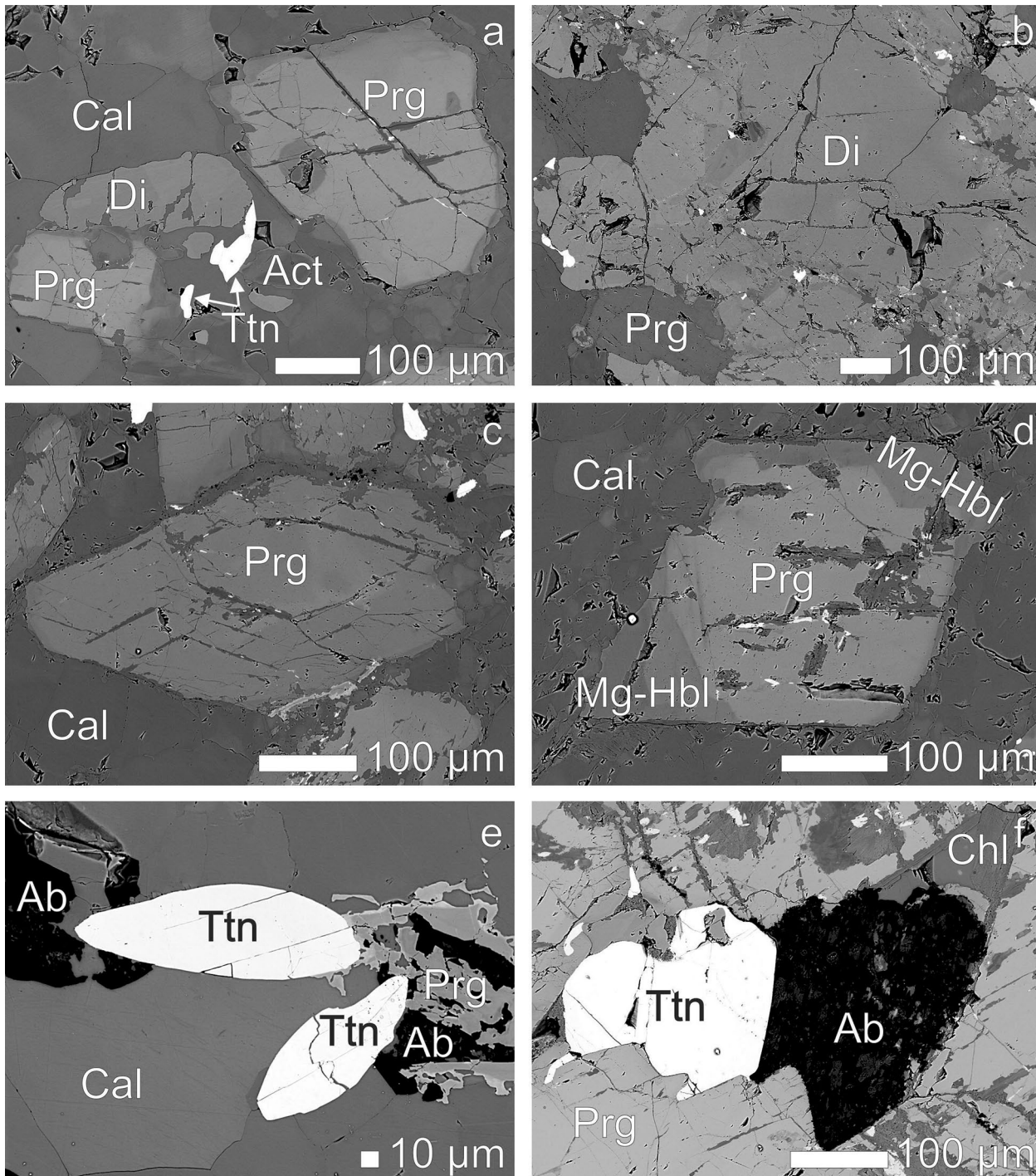
**Tabuľka 2** Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy amfibolov (v hm. %) v amfibolitových fragmentoch z lokality Dobšiná - Kruhová prepočítané na 13 kationov eCNK (*apfu*). Symbol \* vyjadruje dopočítanie  $H_2O$  pre OH

Zóna v BSE	svetlá					tmavá	
	Pargasit					Mg-hornblend	Aktinolit
Minerál	1	2	3	4	5	1	1
Analýza							
SiO <sub>2</sub>	41.05	41.22	41.78	40.05	40.44	45.18	41.27
TiO <sub>2</sub>	1.48	1.93	1.44	2.06	2.55	0.70	1.58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.44	15.16	14.29	16.03	15.71	12.36	15.28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.76	2.12	1.35	2.06	0.30	5.48	3.21
FeO	8.86	9.90	10.07	10.10	11.05	5.64	9.63
MnO	0.13	0	0.07	0.06	0	0	0
MgO	12.22	12.39	12.57	11.73	11.66	14.24	12.34
CaO	12.01	12.26	12.28	12.06	11.95	12.11	12.10
Na <sub>2</sub> O	2.46	2.45	2.43	2.54	2.50	1.17	2.74
K <sub>2</sub> O	0.75	0.73	0.54	0.80	0.84	0.53	0.67
F	0	0.05	0	0	0	0	0
H <sub>2</sub> O*	2.03	2.02	2.02	2.02	2.02	2.06	2.04
-O=F	0	0.02	0	0	0	0	0
Suma	100.20	100.23	98.85	99.51	99.02	99.47	100.87
Si <sup>4+</sup>	6.001	6.028	6.176	5.914	5.992	6.501	7.638
<sup>IV</sup> Al <sup>3+</sup>	1.999	1.972	1.824	2.086	2.008	1.499	0.362
Suma T	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Ti <sup>4+</sup>	0.163	0.212	0.160	0.229	0.285	0.076	0.006
<sup>VI</sup> Al <sup>3+</sup>	0.661	0.641	0.665	0.704	0.735	0.597	0.097
Fe <sup>3+</sup>	0.414	0.233	0.150	0.229	0.034	0.594	0.260
Mg <sup>2+</sup>	2.663	2.702	2.771	2.582	2.576	3.055	4.021
Fe <sup>2+</sup>	1.083	1.212	1.245	1.248	1.370	0.678	0.616
Mn <sup>2+</sup>	0.016	0	0.009	0.008	0	0	0
Suma C	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Ca <sup>2+</sup>	1.881	1.921	1.945	1.908	1.897	1.867	1.952
Na <sup>+</sup>	0.119	0.079	0.055	0.092	0.103	0.133	0.048
Suma B	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Na <sup>+</sup>	0.578	0.616	0.641	0.635	0.615	0.193	0.025
K <sup>+</sup>	0.140	0.136	0.102	0.151	0.159	0.097	0.014
Suma A	0.718	0.752	0.743	0.786	0.774	0.291	0.040
F <sup>-</sup>	0	0.023	0	0	0	0	0
OH <sup>-</sup>	2.000	1.977	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Suma W	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
$X_{Mg}$	0.711	0.690	0.690	0.674	0.653	0.818	0.867

- 0.87 pre aktinolit, 0.76 - 0.82 pre magnezio-hornblend a 0.67 - 0.72 pre pargasit. Horčíkové číslo stanovené v amfiboloch z fragmentov amfibolitov sa v pargasite pohybuje v intervale 0.65 - 0.71, v magnezio-hornblende je 0.82 a v aktinolite dosahuje hodnotu 0.87. Pargasit v kryštalických vápencoch je obohatený o Na (0.59 - 0.70 *apfu*), K (0.11 - 0.13 *apfu*) a obsahuje zvýšené množstvo Ti (0.11 - 0.26 *apfu*). Pargasit v amfibolitových fragmentoch má podobné obsahy Na (0.58 - 0.64 *apfu*), K (0.11 - 0.16 *apfu*) a Ti (0.16 - 0.28 *apfu*) ako boli namerané v kryštalických vápencoch (tab. 2).

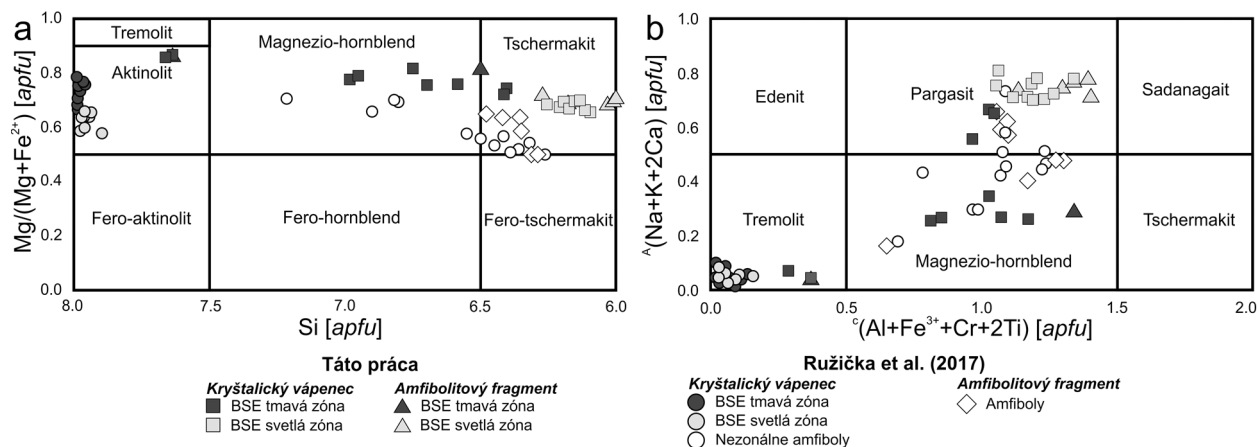
### Klinopyroxény

Identifikované klinopyroxény pochádzajú len zo vzoriek kryštalických vápencov, pretože v amfibolitových fragmentoch nie sú prítomné. Klinopyroxény vytvárajú idiomorfne kryštály v asociácii s aktinolitom (obr. 3a, b). Z kryštalochemického hľadiska sú dominantne tvorené diopsidom (obr. 5a) s  $X_{Mg}$  v intervale 0.83 - 0.96 a s nízkym obsahom  $Fe^{2+}$  (0.03 - 0.17 *apfu*). Diopsid má mierne zvýšený obsah Al, ktorý dosahuje hodnotu do 0.13 *apfu*. Nízke obsahy má Na (do 0.03 *apfu*) a Ti (do 0.2 *apfu*), pričom ostatné prvky (Mn, Cr, V) sú na hranici detekčných limitov (tab. 3).



Obr. 3 BSE zobrazenie analyzovaných fáz v kryštalických vápencoch. Foto T. Mikuš. Význam použitých skratiek: Prg - pargasit, Mg-Hbl - magnezio-hornblend, Act - aktinolit, Di - diopsid, Ttn - titanit, Ab - albit, Cal - kalcit.





**Obr. 4** Analyzované amfiboly porovnané s prácou Ružička et al. (2017), ktoré sú vynesené do klasifikačných diagramov podľa: a) Leake et al. (1997); b) Hawthorne et al. (2012).

**Tabuľka 3** Reprezentatívne mikrosondové analýzy klinopyroxénov (hm. %) z kryštalických vápencov prepočítané na 4 katióny (apfu) s vyjadrením zastúpenia koncových členov (mol. %)

Analýza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	53.00	51.26	51.44	51.63	51.81	53.84	53.09	52.28	53.32	52.87	52.99	52.79
TiO <sub>2</sub>	0	0.84	0.67	0.57	0.59	0.15	0.12	0.17	0	0.14	0.13	0.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.79	3.00	2.62	2.54	2.39	0.77	1.25	0.90	0.90	1.21	1.03	1.92
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0.04	0
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.49	2.19	1.99	1.45	1.32	0.10	1.34	1.95	1.47	1.12	1.44	1.47
FeO	5.38	1.39	1.05	1.63	4.16	5.09	4.25	4.08	3.54	3.92	3.51	3.63
MnO	0	0.06	0.06	0.07	0	0.05	0	0	0	0	0.08	0
MgO	14.31	15.63	15.82	15.72	14.57	15.00	15.10	14.51	15.34	15.00	15.38	15.08
CaO	24.16	24.99	24.95	24.70	23.90	24.57	24.27	24.20	24.72	24.50	24.37	24.33
Na <sub>2</sub> O	0.32	0.15	0.18	0.19	0.37	0.25	0.28	0.37	0.26	0.28	0.27	0.35
Suma	99.49	99.51	98.78	98.56	99.12	99.82	99.70	98.46	99.55	99.04	99.28	99.86
Si <sup>4+</sup>	1.965	1.887	1.903	1.914	1.926	1.986	1.961	1.961	1.968	1.964	1.962	1.943
Al <sup>3+</sup>	0.035	0.113	0.097	0.086	0.074	0.014	0.039	0.039	0.032	0.036	0.038	0.057
Suma	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Ti <sup>4+</sup>	0	0.023	0.019	0.016	0.016	0.004	0.003	0.005	0	0.004	0.004	0.006
Al <sup>3+</sup>	0.043	0.017	0.017	0.025	0.031	0.019	0.015	0.001	0.007	0.017	0.007	0.026
Fe <sup>3+</sup>	0.015	0.061	0.056	0.042	0.038	0.003	0.037	0.056	0.042	0.031	0.040	0.041
Cr <sup>3+</sup>	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0.001	0
V <sup>3+</sup>	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0.002
Mg <sup>2+</sup>	0.791	0.858	0.872	0.868	0.807	0.825	0.832	0.811	0.845	0.831	0.849	0.827
Fe <sup>2+</sup>	0.150	0.041	0.033	0.047	0.108	0.149	0.113	0.127	0.106	0.117	0.098	0.098
Mn <sup>2+</sup>	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Fe <sup>2+</sup>	0.017	0.002	0	0.004	0.021	0.008	0.018	0.001	0.003	0.005	0.011	0.014
Mn <sup>2+</sup>	0	0.002	0	0.002	0	0.002	0	0	0	0	0.003	0
Ca <sup>2+</sup>	0.960	0.985	0.988	0.980	0.952	0.971	0.962	0.972	0.978	0.975	0.967	0.960
Na <sup>+</sup>	0.023	0.011	0.013	0.014	0.027	0.018	0.020	0.027	0.019	0.020	0.019	0.025
Suma	1.000	1.000	1.001	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999
Wollastonit	47.06	46.90	47.38	47.20	46.04	48.30	47.08	46.63	48.05	47.92	47.43	46.62
Enstatit	40.25	44.90	45.40	45.02	41.57	41.45	42.33	41.27	42.89	42.21	43.19	42.45
Ferosilit	8.54	2.28	1.69	2.62	6.65	7.89	6.73	6.52	5.55	6.19	5.53	5.73
Kanoit	0	0.10	0.10	0.11	0	0.08	0	0	0	0	0.13	0
Egirín	0.53	0.87	1.03	0.88	1.49	0.23	1.45	1.98	1.61	1.33	1.68	1.56
Jadeit	1.81	0.25	0.32	0.54	1.26	1.56	0.60	0.76	0.28	0.72	0.29	1.00
Ca-Tschermakit	1.78	3.48	3.11	2.81	2.11	0.29	1.65	2.60	1.63	1.43	1.56	2.27
Ti-Tschermakit	0	1.22	0.97	0.82	0.85	0.21	0.17	0.24	0	0.20	0.18	0.33
X <sub>Mg</sub>	0.83	0.95	0.96	0.94	0.86	0.84	0.86	0.86	0.89	0.87	0.89	0.88

### Plagioklasy

V kryštalických vápencoch a v amfibolitových fragmentoch boli identifikované plagioklasy s dominantným zastúpením albitu (obr. 5b; tab. 4). Chemické zloženie zastúpenia koncových členov živcov sa pohybuje v nasledovných intervaloch  $Ab_{91-98}An_{2-5}Or_{0-4}$ . Obsahy ostatných prvkov (Ti, Mn, Mg, Ba, Sr) sa pohybujú na hranici detekčného limitu (tab. 4).

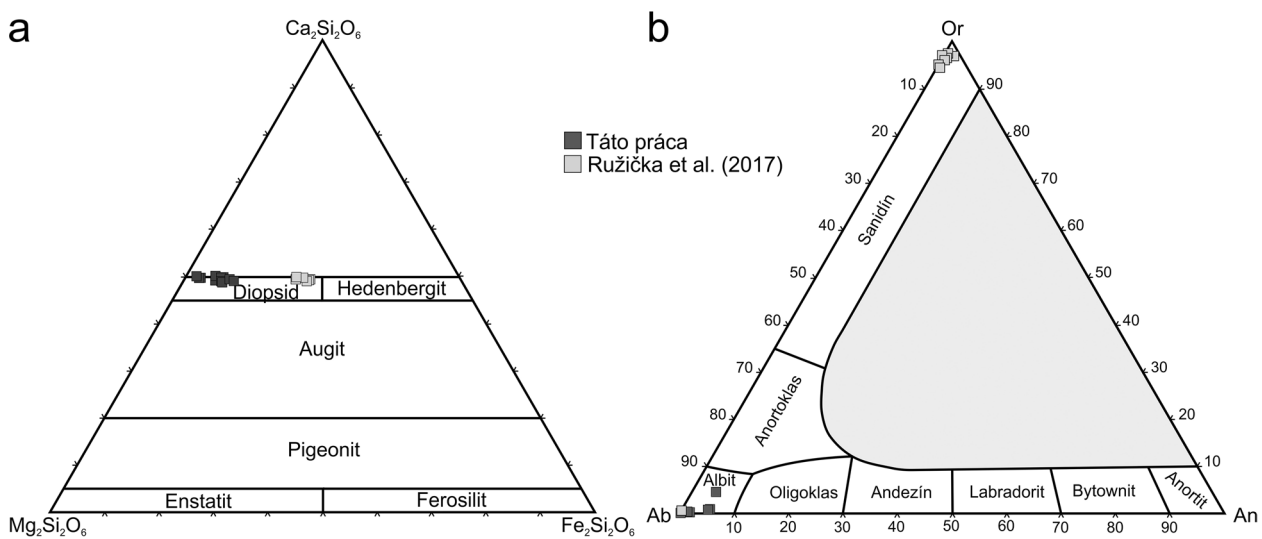
### Titanit

Prítomnosť titanitu bola potvrdená v kryštalických vápencoch a v amfibolitových fragmentoch (obr. 3e, f). Titanit sa vyskytuje vo forme izolovaných kryštálov nepravidelného alebo oválneho tvaru bez prítomnosti ďalších minerálnych inklúzií. Z chemického hľadiska majú titanity v kryštalických vápencoch a amfibolitových frag-

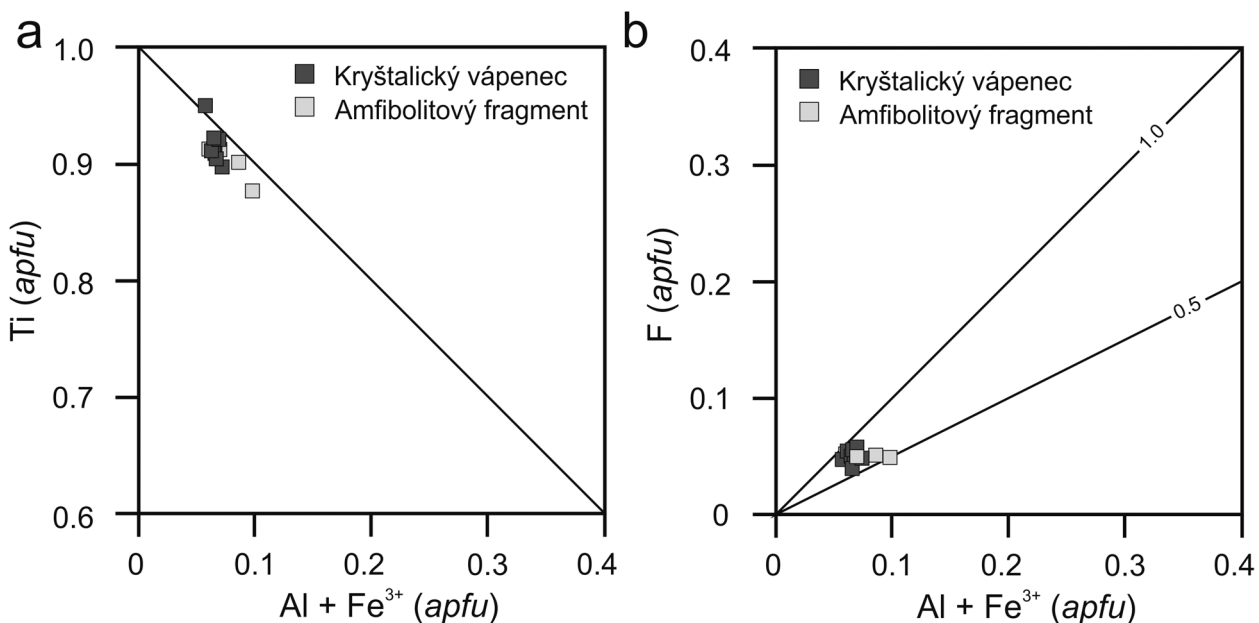
mentoch identické chemické zloženie. Obsahy Ca (0.97 - 1.00 apfu) a Si (0.95 - 0.97 apfu) sú blízke ideálnemu koncovému zloženiu. Mierne znížený je obsah Ti (0.88 - 0.95 apfu) a zvýšený je obsah F do 0.27 hm. % a  $H_2O$  do 0.38 hm. % (tab. 5). V titanitoch je prítomná málo výrazná substitúcia  $(Al, Fe^{3+}) + (OH, F) \leftrightarrow Ti + O$  (obr. 6a), ktorá spôsobuje zníženie obsahu Ti od ideálneho koncového člena. Variácie v rozsahu chemického zloženia titanitov v kryštalických vápencoch a amfibolitových fragmentoch sú minimálne (obr. 6b).

### Kalcit

V kryštalických vápencoch tvorí kalcit súčasť matrix. Prítomnosť dolomitu nebola potvrdená. Analyzované kalcity sú chemicky čisté, obsahy Fe, Mn a Mg dosahujú minimálne hodnoty (tab. 6).



Obr. 5 Klasifikačné vyjadrenie analyzovaných fáz porovnané s prácou Ružička et al. (2017): a) v klasifikačnom diagrame Ca-Mg-Fe pyroxénov podľa Morimoto et al. (1988); b) v klasifikačnom diagrame živcov (Deer et al. 2001).



Obr. 6 Vyjadrenie chemického zloženia titanitov z lokality Dobšiná - Kruhová: a) Diagram Ti vs.  $Al + Fe^{3+}$  (apfu). Rovná línia znázorňuje ideálnu chemickú substitúciu  $(Al, Fe^{3+}) + (OH, F) \leftrightarrow Ti + O$ ; b) Diagram F vs.  $Al + Fe^{3+}$  (apfu). Línie s hodnotami 0.5 a 1.0 znázorňujú  $X_F = F/(F + Cl + OH)$ . Diagramy sú modifikované podľa Enami et al. (1993).



## Diskusia

Skúmané kryštalické vápence tvoria litologicky integrálnu súčasť klátovského rulovo-amfibolitového komplexu, ktorý je situovaný v tektonicky zložitej príkrovovej stavbe severného gemerika. V minulosti boli polohy kryštalických vápencov v amfibolitoch potvrdené na viacerých miestach v rámci klátovského komplexu. Pri Dobšinej ich spomínajú Vachtl a Stejskal (1934), Rozložník (1935), Rozložník (1965) a Spišiak et al. (1989). Kryštalické vápence uprostred amfibolitov boli zachytené vrtni pri Košickej Belej a v kameňolome pri Nižnom Klátove (Grecula, Dianiška 1977; Dianiška, Grecula 1979; Varcholová et al. 1976, 1978).

Staršie práce, ktoré sa vyjadrovali ku genéze kryštalických vápencov v oblasti Dobšinej (Rozložník 1965; Spišiak et al. 1989) sa prikláňali k názoru, že mramory vznikali súčasne s amfibolitmi pri metamorfóze vápnitého kalu obohateného bazaltovým vulkanoklastickým materiálom. Tieto tvrdenia podporujú aj dôkazy prítomnosti amfibolitových fragmentov vo forme tvarovo rôznorodých enkláv až brekcií v kryštalických vápencoch, ktorých výskyt bol potvrdený v identickej podobe aj v amfibolitovom kameňolome v katastri obce Nižný Klátov.

**Tabuľka 4** Reprezentatívne mikrosondové analýzy albitu (v hm. %) prepočítané na 5 katiónov (apfu)

Hornina	Kryštalický vápenec					Amfibolitový fragment
	1	2	3	4	5	1
Analýza						
SiO <sub>2</sub>	68.49	68.57	67.14	66.42	66.96	68.62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.61	19.73	20.57	20.45	20.53	19.67
FeO	0	0.04	0.05	0	0	0.21
MnO	0	0	0.04	0	0.04	0
BaO	0	0	0.08	0	0	0
SrO	0.04	0	0.14	0.15	0.18	0
CaO	0.38	0.38	0.93	1.07	1.02	0.33
Na <sub>2</sub> O	11.71	11.27	10.68	10.87	10.85	11.79
K <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.80	0.12	0.11	0.05
Suma	100.27	100.03	100.43	99.08	99.69	100.67
Si <sup>4+</sup>	2.983	3.002	2.937	2.939	2.948	2.976
Al <sup>3+</sup>	1.006	1.018	1.061	1.067	1.065	1.006
Suma T	3.989	4.020	3.998	4.006	4.013	3.982
Fe <sup>2+</sup>	0	0.001	0.002	0	0	0.008
Mn <sup>2+</sup>	0	0	0.001	0	0.001	0
Ba <sup>2+</sup>	0	0	0.001	0	0	0
Sr <sup>2+</sup>	0.001	0	0.004	0.004	0.005	0
Ca <sup>2+</sup>	0.018	0.018	0.044	0.051	0.048	0.016
Na <sup>+</sup>	0.990	0.958	0.906	0.933	0.927	0.991
K <sup>+</sup>	0.002	0.002	0.045	0.007	0.006	0.003
Suma M	1.011	0.980	1.003	0.995	0.987	1.018
Albit	98.02	97.95	91.12	94.19	94.46	98.21
Anortit	1.76	1.82	4.38	5.12	4.91	1.52
Ortoklas	0.22	0.23	4.49	0.68	0.63	0.27

**Tabuľka 5** Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy titanitu (hm. %), prepočítané na 3 katióny (apfu). Celkové FeO je považované za Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Symbol \* vyjadruje dopočítanie H<sub>2</sub>O

Hornina	Kryštalický vápenec								Amfibolitový fragment			
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
Analýza												
SiO <sub>2</sub>	30.15	30.18	29.86	29.73	29.96	30.02	29.94	29.69	29.85	29.95	29.71	29.79
TiO <sub>2</sub>	37.89	38.63	37.67	38.28	37.11	37.53	37.70	39.48	37.55	38.00	36.52	37.52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.50	1.53	1.32	1.40	1.53	1.44	1.39	1.21	1.28	1.60	2.10	1.92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.41	0.52	0.47	0.51	0.61	0.52	0.44	0.51	0.48	0.42	0.81	0.58
MgO	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0
CaO	29.13	28.96	29.03	28.98	28.70	29.10	28.89	28.69	28.84	28.98	28.54	28.42
F	0.06	0.27	0.15	0.17	0.16	0.24	0.20	0.19	0.19	0.17	0.16	0.20
H <sub>2</sub> O*	0.28	0.20	0.21	0.22	0.26	0.20	0.20	0.18	0.19	0.25	0.38	0.30
-OH=F	0.03	0.11	0.06	0.07	0.07	0.10	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08
Suma	99.39	100.18	98.65	99.22	98.35	98.95	98.68	99.87	98.30	99.29	98.15	98.65
Si <sup>4+</sup>	0.962	0.956	0.962	0.952	0.963	0.962	0.964	0.950	0.965	0.956	0.949	0.952
Ti <sup>4+</sup>	0.909	0.921	0.913	0.923	0.898	0.905	0.913	0.950	0.913	0.912	0.877	0.902
Al <sup>3+</sup>	0.056	0.057	0.050	0.053	0.058	0.054	0.053	0.046	0.049	0.060	0.079	0.072
Fe <sup>3+</sup>	0.010	0.012	0.011	0.012	0.015	0.013	0.011	0.012	0.012	0.010	0.019	0.014
Mg <sup>2+</sup>	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0
Ca <sup>2+</sup>	0.994	0.983	1.002	0.995	0.989	0.999	0.996	0.984	0.999	0.991	0.976	0.973
Suma	2.934	2.930	2.939	2.935	2.927	2.933	2.937	2.942	2.939	2.930	2.901	2.914
F <sup>-</sup>	0.006	0.027	0.015	0.017	0.016	0.024	0.020	0.019	0.019	0.017	0.016	0.020
OH <sup>-</sup>	0.060	0.043	0.046	0.048	0.057	0.043	0.043	0.039	0.041	0.053	0.082	0.066
Suma	0.066	0.070	0.061	0.065	0.073	0.067	0.063	0.058	0.060	0.070	0.099	0.086

Spišiak et al. (1989) uvádzajú tri možné spôsoby vzniku amfibolitových fragmentov v kryštalických vápencoch:

1. Pôvodné bazaltové vulkanoklasty boli deponované v prostredí nelitifikovaného vápnitého kalu;
2. Pôvodné bazaltové vulkanoklasty prekonal transport pomocou bahnotokov, turbiditných prúdov alebo gravitačným sklzom, čo potvrdzuje prítomnosť netriedeného, veľkoste heterogénneho materiálu amfibolitových fragmentov;
3. Amfibolitové fragmenty boli tektonicky dislokované do kryštalických vápencov.

Deformáciu nelitifikovaného vápnitého kalu indikuje nepravidelné zvrátenie farebne diferencovaných polôh kryštalických vápencov v okolí väčších fragmentov amfibolitov. Pri predpokladanom premiestnení pravdepodobne turbiditnými prúdmi nastalo zvrátenie textúrnej kresby. Vápnitý kal spolu s bazaltovými vulkanoklastami bol v prográdnom štádiu amfibolitovej fácie metamorfovaný za vzniku klinopyroxénov a amfibolov v kryštalických vápencoch, pričom kontinuálne vznikali amfiboly a plagioklasy vo fragmentoch amfibolitov. V retrográdnom štádiu metamorfózy vo fácií zelených bridlíc vznikal aktinolit. V širšom genetickom kontexte sa nevylučuje aj podiel pôsobenia metasomatických účinkov na klátovský rulovo-amfibolitový komplex, ako to potvrdzujú dostupné literárne zdroje z minulosti (Mandáková et al. 1971; Popreňák et al. 1973; Dianiška, Grecula 1979; Ivan 1985). V migmatitizovaných amfibolitoch môže prebiehať dehydratačné tavenie na rozhraní amfibolitovej a granulitovej fácie. Účinky dehydratačného rozkladu amfibolov neboli na základe zachovaných restitov v podobe pôvodných amfibolových jadri extrémne vysoké. Ivan (2012, 2016) ako aj Ivan a Šimurková (2015) potvrdili v okolí Dobšinej prítomnosť pyroxenických amfibolitov, ktoré považujú za retrográdne mafické granulity. V ich minerálnom zložení bola potvrdená prítomnosť klinopyroxénov diopsidovo-augitového zloženia a ortopyroxény boli nahradené amfibolmi.

V tejto práci konfrontujeme staršie údaje publikované Spišiakom et al. (1989) s našimi analýzami minerálov identifikovaných v zložení kryštalických vápencov a v amfibolitových fragmentoch. Zároveň porovnáваме zloženie analyzovaných fáz s identickou lokalitou výskytu kryštalických vápencov z Nižného Klátova (Ružička et al. 2017). Pôvodná skúmaná lokalita bola v práci Spišiak et al. (1989) nazvaná podľa svahu Martinka (1002 m n. m.), ktorý sa nachádza severovýchodne od mesta Dobšiná.

Vápenaté amfiboly z kryštalických vápencov a amfibolitových fragmentov sú na lokalite Dobšiná - Kruhová, respektíve Martinka v zmysle Spišiaka et al. (1989) klasifikované na základe ich chemického zloženia ako pargasit, magnezio-hornblend a aktinolit (tab. 1, 2; obr. 4). Amfiboly sú klasifikované podľa práce Hawthorne et al. (2012), pričom klasifikáciu podľa Leake et al. (1997) považujeme za vhodnejšiu pre vyjadrenie prítomnosti aktinolitu v minerálnej asociácii. Amfiboly prejavujú v BSE zobrazení slabú zonálnosť, ktorá je spôsobená zmenou chemického zloženia jednotlivých fáz. Spišiak et al. (1989) uvádzajú len chemické analýzy tschermakitov z amfibolitových fragmentov. Pargasit, magnezio-hornblend a aktinolit podobného zloženia na lokalite Nižný Klátov identifikovali Ružička et al. (2017) v asociácii s feri-tschermakitom.

Klinopyroxény dominantne diopsidového zloženia boli identifikované len v kryštalických vápencoch z lokality Dobšiná - Kruhová (tab. 3). Z chemického hľadiska majú skúmané diopsidy nízky obsah  $Fe^{2+}$  (0.03 - 0.17 *apfu*) a zvýšený obsah Al (0.03 - 0.13 *apfu*). Diopsidy z identic-

**Tabuľka 6** Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy kalcitu (hm. %) prepočítané na 1 atóm  $Me^{2+}$ . Symbol \* vyjadruje dopočítanie  $CO_2$

Analýza	1	2	3	4	5	6
FeO	0.09	0.07	0.08	0.05	0.07	0.09
MnO	0.06	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07
MgO	0.13	0.15	0	0.14	0.02	0.08
CaO	55.70	55.66	56.10	55.74	55.79	56.00
$CO_2^*$	43.96	44.02	44.12	44.01	43.91	44.13
Suma	99.94	99.97	100.36	100.03	99.87	100.37
$Fe^{2+}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
$Mn^{2+}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
$Mg^{2+}$	0.003	0.004	0	0.003	0	0.002
$Ca^{2+}$	0.995	0.994	0.998	0.995	0.998	0.996
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

kej lokality dosahujú najvyššie obsahy Al (do 0.34 *apfu*) a vysoké obsahy  $Fe^{2+}$  do 0.35 *apfu* (Spišiak et al. 1989). Ružička et al. (2017) na lokalite Nižný Klátov identifikovali v kryštalických vápencoch diopsidy, ktoré majú výraznejšie obohatenie o  $Fe^{2+}$  (0.38 - 0.43 *apfu*), ale nižší obsah Al (0.03 - 0.05 *apfu*).

Plagioklasy z lokality Dobšiná - Kruhová, ktoré sa vyskytujú v kryštalických vápencoch a v amfibolitových fragmentoch sme na základe chemického zloženia klasifikovali ako albity s minimálnym obsahom anortitovej (do 5.12 mol. %) a ortoklasovej (do 4.49 mol. %) zložky (tab. 4). Spišiak et al. (1989) uvádzajú z identickej lokality plagioklasy andezínovo-labradoritového zloženia. Ružička et al. (2017) identifikovali v mramoroch z lokality Nižný Klátov albity s podobným chemickým zložením, pričom uvádzajú aj prítomnosť ortoklasu, ktorá sa nám v našich vzorkách nepodarila identifikovať.

Titanity z lokality Dobšiná - Kruhová (tab. 5) majú blízke chemické zloženie s titanitmi identifikovaným z lokality Nižný Klátov (Ružička et al. 2017). Prítomnosť titanitu uvádzajú aj Spišiak et al. (1989), ale bez chemických analýz. Obohatenie o Al a  $Fe^{3+}$  je charakteristické pre hydrotermálne titanity (Morad et al. 2009). Obsahy Al (do 0.08 *apfu*) a  $Fe^{3+}$  (do 0.02 *apfu*) v nami skúmaných vzorkách dosahujú nízke hodnoty, čo potvrdzuje ich metamorfózný pôvod. Znížený obsah Ti od ideálneho koncového člena je spôsobený substitúciou (Al,  $Fe^{3+}$ ) + (OH, F) ↔ Ti + O (obr. 6a; Enami et al. 1993).

## Záver

Detailný výskum kryštalických vápencov bol zameraný na identifikáciu minerálneho zloženia. Identifikovanú minerálnu asociáciu kryštalických vápencov tvorí: kalcit, amfiboly (pargasit, magnezio-hornblend, aktinolit), klinopyroxény (diopsid), albit a titanit.

Syngenetický karbonát s obsahom vulkanoklastickej prímеси bol metamorfovaný spolu s okolitými produktami bázičného vulkanizmu v podmienkach amfibolitovej fácie. Vysoký obsah Ca v karbonátovom protolite inicioval vznik diopsidu v prográdnom metamorfóznom režime v rámci hornej hranice amfibolitovej fácie. Predpokladáme, že pargasit tvorí súčasť prográdneho režimu metamorfózy, ktorý je po okrajoch čiastočne lemovaný mladším magnezio-hornblendom. Aktinolit je súčasťou retrográdnej etapy metamorfózy. Kalcit je z hľadiska chemického zloženia takmer čistý, prítomnosť dolomitu sa nepotvrdila.



**PodĎakovanie**

Vyslovujeme podĎakovanie recenzentom článku za podnetné pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu rukopisu. VĎaka patrí doc. RNDr. Petrovi Ivanovi, CSc., za pomoc v teréne. Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0065 a grantom VEGA 1/0151/19.

**Literatúra**

- BAJANÍK Š, VOZÁROVÁ A (ED.), HANZEL V, IVANIČKA J, MELLO J, PRISTAŠ J, REICHWALDER P, SNOPKO L, VOZÁR J (1983) Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria - východná časť 1: 50 000. ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-223
- BAJANÍK Š (ED.), IVANIČKA J, MELLO J, PRISTAŠ J, REICHWALDER P, SNOPKO L, VOZÁR J, VOZÁROVÁ A (1984) Geologická mapa Slovenského rudohoria, východná časť 1: 50 000. ŠGÚDŠ Bratislava
- DEER WA, HOWIE RA, ZUSSMAN J (2001) Rock-forming Minerals: Feldspars, Vol. 4A. Geological Society of London, 1-972
- DIANIŠKA I, GRECLA P (1979) Amfibolitovo-rulový komplex ako súčasť ofiolitovej suity rakoveckého príkrovu. Miner Slov 11, 5: 405-425
- ENAMI M, SUZUKI K, LIU JG, BIRD DK (1993) Al-Fe<sup>3+</sup> and F-OH substitutions in titanite and constraints on their P-T dependence. Eur J Mineral 5: 219-231
- FARYAD SW (1986) Metamorphic evolution of paragneisses from Klátov region (lower Paleozoic of Gemerikum). Geol Zbor Geol Carpath 37, 6: 729-746
- FARYAD SW (1990) Rulovo-amfibolitový komplex gemerika. Miner Slov 22, 4: 303-318
- FARYAD SW (1995) Stanovenie P-T podmienok metamorfózy horninových komplexov Spišsko-gemerského rudohoria. Miner Slov 27, 1: 9-19
- GRECLA P (1982) Gemerikum - segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy. Miner Slov - monografia: 1-263
- GRECLA P, DIANIŠKA I (1977) Amfibolity v oblasti Košická Belá - Nižný Klátov. In: Grecla P, Dianiška I, Ďuďa R, Hurný J, Kobulský J, Kusák B, Malachovský P, Matula I, Rozložník O: Geológia, tektonika a metalogenéza východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. Záverečná správa. Surovina: Cu + komplexné zhodnotenie. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-390
- GRECLA P (ED.), KOBULSKÝ J, GAZDAČKO Ľ, NÉMETH Z, HRAŠKO Ľ, NOVOTNÝ L, MAGLAY J (2009) Geologická mapa Spišsko-gemerského rudohoria 1: 50 000. ŠGÚDŠ Bratislava
- GRECLA P, KOBULSKÝ J (EDS.), GAZDAČKO Ľ, NÉMETH Z, HRAŠKO Ľ, NOVOTNÝ L, MAGLAY J, PRAMUKA S, RADVANEC M, KUCHARIČ Ľ, BAJTOŠ P, ZÁHOROVÁ Ľ (2011) Vysvetlivky ku geologickej mape Spišsko-gemerského rudohoria 1: 50 000. ŠGÚDŠ Bratislava, 1-308
- HAWTHORNE CF, OBERTI R, HARLOW G, MARESCH VW, SCHUMACHER CJ, WELCH M (2012) Nomenclature of the amphibole supergroup. Am Mineral 97: 2031-2048
- HOVORKA D, IVAN P, MÉRES Š (1997) Leptyno-amfibolite complex of the Western Carpathians: its definition, extent and genetical problems. In: Grecla P, Hovorka D, Putiš M (eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Miner Slov - monograph, Bratislava: 269-280
- HOVORKA D, IVAN P, SPIŠIAK J (1984) Nappe with the amphibolite facies metamorphites in the Inner Western Carpathians - its position, origin and interpretation. Miner Slov 16, 1: 73-86
- HOVORKA D, MÉRES Š (1993) Leptynitovo-amfibolitový komplex Západných Karpát: vystupovanie a litologická náplň. Miner Slov 25, 1: 1-9
- HOVORKA D, MIHALOV J, ONDREJKOVIČ K (1979) Metamorfity amfibolitovej fácie z oblasti Rudnians. Miner Slov 11, 6: 481-504
- HOVORKA D, SPIŠIAK J (1981) Coexisting garnets and amphiboles of metabasites from Rudňany area (the Paleozoic, the Spišsko-gemerské rudohorie Mts., the Western Carpathians). Miner Slov 13, 6: 509-525
- HOVORKA D, SPIŠIAK J (1985) Petrografia a genéza metamorfítov amfibolitovej fácie v oblasti Rudnians. In: Cambel B, Jarkovský J (eds.): Rudnianske rudné pole. Veda, vydavateľstvo SAV, Bratislava: 78-103
- IVAN P (1985) Hydrotermálne-metasomatické premeny základných horninových typov v okolí žilných štruktúr rudnianskeho rudného poľa. In: Cambel B, Jarkovský J (eds.): Rudnianske rudné pole. Veda, vydavateľstvo SAV, Bratislava: 130-145
- IVAN P (2012) Minerálne a chemické zloženie dvojpyroxénových metabazitov v klátovskej skupine pri Dobšinej: nízkotlakové granulity spodnokôrového pôvodu? Zborník z konferencie Geochémia 2012. PriF UK, ŠGÚDŠ, Bratislava: 51-54
- IVAN P (2016) Klátovská skupina gemerika ako unikátny horninový komplex spodnokôrového pôvodu: výsledky geochemicko-petrologického výskumu. Zborník z konferencie Geochémia 2016. PriF UK, ŠGÚDŠ, Bratislava: 60-63
- IVAN P, MÉRES Š (2000) Protolit amfibolitov klátovskej skupiny: súčasné problémy a geochemické možnosti ich riešenia. Zborník referátov z konferencie Geochémia 2000. PriF UK, ŠGÚDŠ, Bratislava: 38-42
- IVAN P, ŠIMURKOVÁ M (2015) Skúmanie príbuznosti klátovskej skupiny gemerika a leptyno-amfibolitového komplexu severného veporika na základe porovnania geochemických parametrov typových metamorfítov. Zborník referátov z konferencie Geochémia 2015. PriF UK, ŠGÚDŠ, Bratislava: 78-81
- KRIST E (1954) Karbónske zlepenice bindt-rudňanskeho vývoja v severnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. Geol práce Zoš 36: 77-105
- LEAKE BE, WOOLLEY AR, ARPS CES, BIRCH WD, GILBERT MC, GRICE JD, HAWTHORNE FC, KATO A, KISCH HJ, KRIVOVICHEV VG, LINTHOUT K, LAIRD J, MANDARINO JA, MARESCH WV, NICKEL EH, SCHUMACHER JC, SMITH DC, STEPHENSON NCN, UNGARETTI L, WHITTAKER EJW, YOUZHI G (1997) Nomenclature of amphiboles. Can Mineral 35: 219-246
- MANDÁKOVÁ K, DRNZÍKOVÁ L, HUDÁČEK J (1971) Eruptívne horniny v rudnianskom rudnom poli a ich metasomatické produkty. Miner Slov 3, 11: 215-230
- MAZÚR E, LUKNIŠ M (1980) Geomorfologické jednotky (mapa 1: 500 000). In: Mazúr E., Jakál J. (eds.): Atlas SSR. SAV a Slov úrad geod a kart, Bratislava: 54-55
- MORAD S, EL-GHALI MAK, CAJA MA, AL-RAMADAN K, MANSURBEG H (2009) Hydrothermal alteration of magmatic titanite: Evidence from Proterozoic granitic rocks, southeastern Sweden. Can Min 47: 801-811
- MORIMOTO N, FABRIES J, FERGUSON AK, GINZBURG IV, ROSS M, SEIFERT FA, ZUSSMAN J (1988) Nomenclature of pyroxenes. Am Mineral 73: 1123-1133
- NÉMETH Z, RADVANEC M, PUTIŠ M (2016) Kinematics of Variscan exhumation and Alpine overprint in the Klátov exhumed block of Gemericum (W. Carpathians). CE-TEG 2016 Slovakia Abstract Vol: 63-64

- NÉMETH Z, RADVANEC M, GAZDAČKO Ľ (2017) Spresenie geologickej mapy a tektogenézy rulovo-amfibolitového komplexu a metamafických hornín severogemerikkej zóny a centrálnej časti gemerika (oblasť Dobšiná - Mlynky, Nálepko - Závadka, Košická Belá - Nižný Klátov, severné okolie Medzeva a Gemerskej Polomy; SGR), Názov geologickej úlohy: Výskum geologickej stavby a zostavenie geologických máp v problematických územiach Slovenskej republiky. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-207
- POPREŇÁK J, GREČULA P, MIHALOV J (1973) K problému stavby a vývoja žíl v Rudňanoch. *Miner Slov* 5, 3: 279-286
- PUTIŠ M, IVAN P, KOHÚT M, SPIŠIAK J, SIMAN P, RADVANEC M, UHER P, SERGEEV S, LARIONOV A, MÉRES Š, DEMKO R, ONDREJKA M (2009) Meta-igneous rocks in the West-Carpathian basement, Slovakia: indicators of Early Paleozoic extension and shortening events. *Bull Soc géol France* 180, 6: 461-471
- RADVANEC M (1992) Zonálnosť nízkotlakovej a polyfázovej metamorfózy v otvorenom systéme pre fluidnú fázu v rulovo-amfibolitovom komplexe gemerika. *Miner Slov* 24, 3-4: 175-196
- RADVANEC M (1994a) Petrológia rulovo-amfibolitového komplexu gemerika na severnom okraji rudnianskeho rudného rajónu. Prvá časť: P-T-x podmienky a zóny metamorfózy. *Miner Slov* 26, 4: 223-238
- RADVANEC M (1994b) Petrológia rulovo-amfibolitového komplexu gemerika na severnom okraji rudnianskeho rudného rajónu. Časť druhá: Postupnosť kryštalizácie minerálov v granite po lokálnom parciálnom tavení metasemipelitu v biotitovej zóne regionálnej metamorfózy (P = 3,5 kbar). *Miner Slov* 26, 4: 239-249
- RADVANEC M (1998) Vysokotlaková metamorfóza vrchnokarbónskeho konglomerátu z lokality Rudňany-Svinský hrb na severe gemerika. *Miner Slov* 30, 2: 95-108
- RADVANEC M, NÉMETH Z, KRÁL J, PRAMUKA S (2014) Rulovo-amfibolitový komplex gemerika - výsledky petrologického a tektonického výskumu. Príspevok z konferencie: 13 predvianočný geologický seminár ŠGÚDŠ a SGS s názvom Nové poznatky o stavbe a vývoji Západných Karpát. *Geovestník Miner Slov* 46, 3-4: 24-25
- RADVANEC M, NÉMETH Z, KRÁL J, PRAMUKA S (2017) Variscan dismembered metaophiolite suite fragments of Paleotethys in Gemeric unit, Western Carpathians. *Miner Slov* 49, 1: 1-48
- ROZLOŽNÍK P (1935) Die geologischen Verhältnisse der Gegend von Dobschau (Dobšiná). *Geol Hungar Ser geol* 5: 1-118
- ROZLOŽNÍK L (1965) Petrografia granitizovaných hornín rakoveckej série v okolí Dobšinej. *Sbor Geol vied Záp Karp* 4: 95-144
- RUŽIČKA P, ŠAUŠA J, MIKUŠ T, BAČIK P (2017) Mineralogická charakteristika mramorov z lokality Nižný Klátov (Volvské vrchy, Slovenská republika). *Bull Mineral Petrolog* 25, 2: 209-227
- SPIŠIAK J, HOVORKA D (1985) Dva typy granátických amfibolitov klátovskej skupiny (staršie paleozoikum gemerika). *Miner Slov* 17, 2: 167-174
- SPIŠIAK J, HOVORKA D, IVAN P (1985) Klátovská skupina - reprezentant metamorfítov amfibolitovej fácie paleozoika vnútorných Západných Karpát. *Geol práce Spr* 82: 205-220
- SPIŠIAK J, HOVORKA D, IVAN P, JILEMNICKÁ L (1989) Karbonátové metasedimenty amfibolitovej fácie klátovskej skupiny (staršie paleozoikum, gemerikum, Západné Karpaty). *Geol práce Spr* 90: 81-94
- VACHTL J, STEJSKAL J (1934) Příspěvek k poznání geologických poměrů okolí Dobšíně na Slovensku. *Věst SGÚ* 10, 5: 177-182
- VARCHOLOVÁ J, HRINKO V, URBAN V, VALKO P (1978) Vyšný Klátov - surovina: stavebný kameň, amfibolit, ZP, stav k: 15.11.1978 - záverečná správa a výpočet zásob. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-114
- VARCHOLOVÁ J, HRINKO V, VALKO P (1976) Košice - juhozápad, surovina: stavebný kameň, stav k: 31.7.1976, vyhladávací prieskum - záverečná správa a výpočet zásob. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-66
- VOZÁROVÁ A (1973) Valúnová analýza mladopaleozoických zlepcov Spišsko-gemerského rudohoria. *Zbor geol vied Záp Karp* 18: 7-98
- VOZÁROVÁ A (1993) Variská metamorfóza a krystalný vývoj v gemeriku. *Záp Karp Mineral petrogr geoch metalog* 16: 55-117
- VOZÁROVÁ A (2000) Plagiogranite pebbles in the conglomerates of Rudňany Formation: their characteristics and geotectonic significance. *Miner Slov* 32, 3: 187-188