

## Stilpnomelán z lokality Trohanka pri Prakovciach (Volovské vrchy, Slovenská republika)

### Stilpnomelane from the locality Trohanka near Prakovce (Volovské vrchy Mts., Slovak Republic)

PETER RUŽIČKA<sup>1)\*</sup>, TOMÁŠ MIKUŠ<sup>2)</sup>, PETER BAČÍK<sup>1)</sup> A MARTIN ŠTEVKO<sup>3,4)</sup>

<sup>1)</sup>Katedra mineralógie a petrológie, 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, Ďumbierska 1, 974 11 Banská Bystrica, Slovenská republika

<sup>3)</sup>Mineralogicko-petrologické oddelení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice, Česká republika

<sup>4)</sup>UK Mining Ventures Ltd., No. 1, The Old Coach Yard, East Coker, Somerset, BA22 9HY; Great Britain

RUŽIČKA P, MIKUŠ T, ŠTEVKO M, BAČÍK P (2018) Stilpnomelán z lokality Trohanka pri Prakovciach (Volovské vrchy, Slovenská republika). Bull Mineral Petrolog 26(1): 28-36. ISSN 2570-7337

#### Abstract

Stilpnomelane was recently identified at the Trohanka locality near Prakovce, Slovakia. It forms nests up to several cm in size or veinlets up to 2 cm thick, which consist of reddish-brown to golden-brown platy aggregates in coarse-grained amphibole (predominantly ferro-hornblende). Microscopic aggregates of epidote were also observed in association with stilpnomelane. Stilpnomelane from Trohanka has elevated contents of Fe and Si. The origin of stilpnomelane is related to the tectonic activity, which affected the metamorphic products of the basic volcanism of the Gemeric Unit. The skarn mineralization with magnetite was also formed during the contact metamorphism at the studied locality. Stilpnomelane was most probably formed from chlorite by the following reaction: chlorite + magnetite + quartz + H<sub>2</sub>O = stilpnomelane + O<sub>2</sub>.

**Key words:** stilpnomelane, hornblende, epidote, chemical composition, Trohanka, Prakovce, Slovak Republic

Obdrženo: 11. 4. 2018; prijato: 10. 7. 2018

#### Úvod

Stilpnomelán bol pomenovaný podľa gréckeho *stilpno* - lesk a *melanos* - čierny. Patrí do skupiny fylosilikátov. Prvý krát bol opísaný z Horného Údolí pri Zlatých Horách v Českej republike (Glocker 1827). Tvoria šupinkové až ihličkové kryštály a agregáty s vejárovitým usporiadaním červenohnedej, zlatohnedej až čiernej farby, ktoré sa podobajú na biotit. Najčastejšie sa vyskytuje v nízko-metamorfovaných horninách bohatých na železo. Tvoria súčasť metasedimentárnych Fe-formácií, ale vyskytuje sa aj v metapelitoch (Frey et al. 1973), kremenno-živcových a metabázických horninách (Digel, Gordon 1995). Stilpnomelán bol opísaný ako súčasť minerálnej asociácie hornín metamorfovaných v podmienkach pumpe-llyitovo-aktinolitovej fácie a v chloritovej zóne fácie zelených bridlíc (Hashimoto 1966; Bishop 1972; Kawachi 1975; Katagas, Panagos 1979; Baltatzis, Katagas 1984). V biotitovej zóne fácie zelených bridlíc je stilpnomelán postupne nahradzovaný biotitom (Brown 1971, 1975). Stilpnomelán bol identifikovaný aj ako retrográdny minerál vo fácií modrých bridlíc (Muir Wood 1982; Guiraud et al. 1987). Brusnitsyn et al. (2017) uvádzajú stilpnomelán ako súčasť minerálnej asociácie nízkometamorfovaných mangánových sedimentov Uralu.

V článku je mineralogicky charakterizovaný výskyt stilpnomelánu asociovaný s amfibolmi a epidotom v skarne z lokality Trohanka pri Prakovciach, ktorá bola už predmetom nášho mineralogického výskumu (Ružička et al. 2017).

#### Lokalizácia a geologická charakteristika

Podľa geomorfologického členenia Slovenskej republiky (Mazúr, Lukniš 1980) skúmané územie patrí do Volovských vrchov a podcelku Kojšovská hoľa. Lokalita je situovaná južne od obce Prakovce, na severnom svahu hrebeňa Trohanka v závere doliny Zimnej vody. Poloha lokality zodpovedá 48° 46.244' severnej šírky a 20° 55.615' východnej dĺžky s nadmorskou výškou 832 m. Vzorky boli odoberané z umelého odkryvu (obr. 1), ktorý sa nachádza v blízkosti pozostatkov starých banských prieskumných prác zameraných na vyhľadávanie magnetitovej rudy (Grecula et al. 1995).

Lokalita z geologického hľadiska tvorí súčasť gelnickej skupiny staršieho paleozoika (vrchný silúr - devón) gemerika Západných Karpát (obr. 1). V koncepcii podľa Bajanička et al. (1984) gelnickú skupinu tvorí vlahovské súvrstvie, súvrstvie Bystrého potoka a drnavské súvrstvie. V koncepcii podľa Greculu et al. (2009) je v rámci gelnickej skupiny vyčlenené betliarske, smolnícke a hnielecké súvrstvie. Na skúmanej lokalite sú v kontakte s metabázickými horninami mramory (Ružička et al. 2017) tvoriace súčasť holeckých vrstiev betliarskeho súvrstvia v zmysle Greculu et al. (2009). V širšom okolí sú prítomné prejavy kontaktnej metamorfózy viazané na S-typové granity. Granity gemerika boli často predmetom geochronologického výskumu. Sumarizujúce štúdie z posledného obdobia poskytli spresnenie údajov o ich permskom veku (Radvanec et al. 2007, 2009; Radvanec, Grecula 2016).

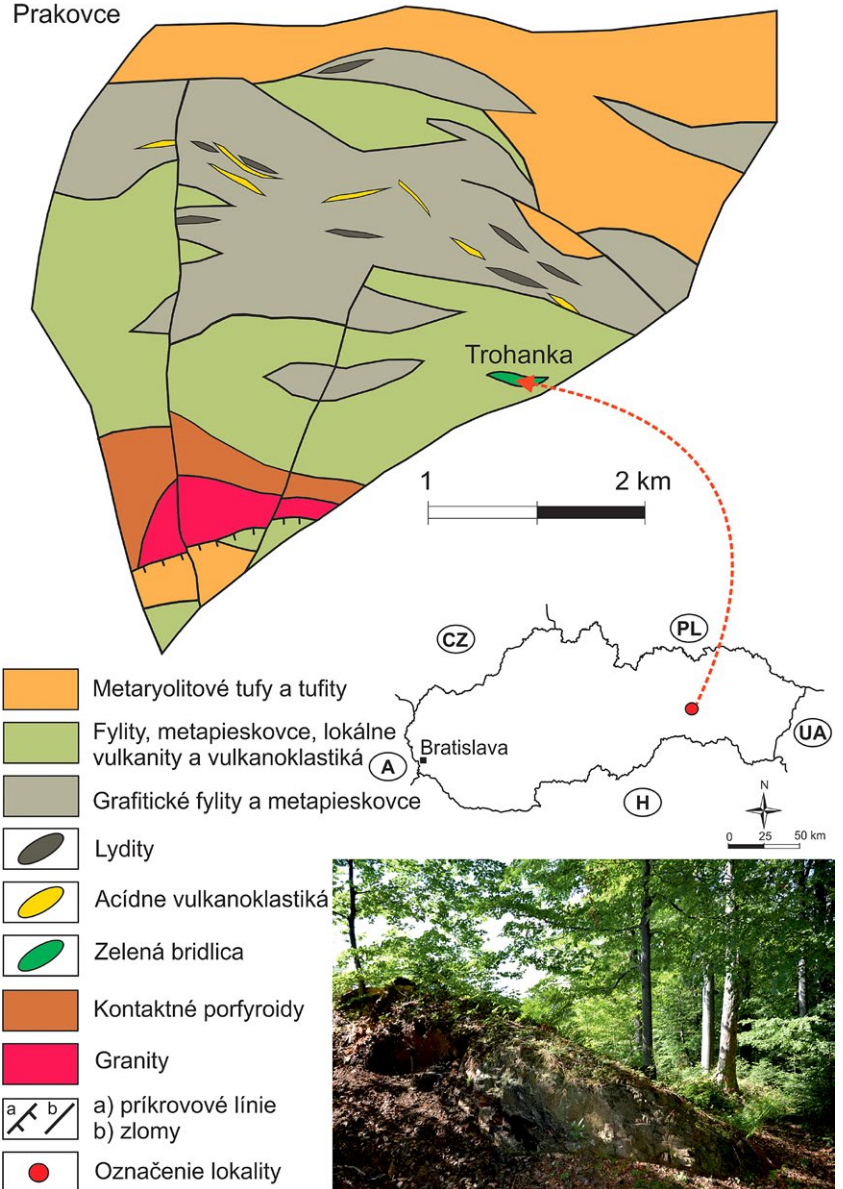
Na lokalite Trohanka skarnovú mineralizáciu spomínajú viacerí autori z rôznych aspektov. K najstarším zmienkam patria práce Maderspacha (1880) a Pappa (1919). Slávik et al. (1967) stručne uvádzajú magnetitové zrudnenie. Skarnové teleso podrobne geologicky zmapoval Lamoš (1972). Mineralogicko-petrologické štúdium Fe-skarnu publikovali Faryad a Peterec (1987). Fylity a metapsamity v okolí skarnov sú lokálne metasomaticky alterované. Prejavy magnetitovej mineralizácie sú viazané na lydítový horizont a na relikty pôvodných sedimentárnych karbonátov, ktoré rekrystalizovali na mramory (Faryad, Peterec 1987).

### Metodika

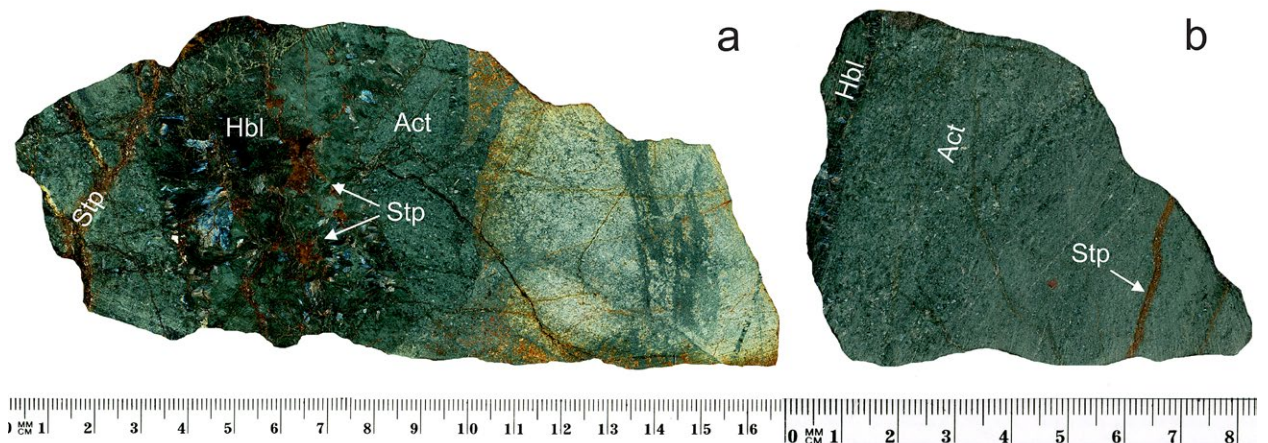
Minerálne zloženie a mikroštruktúrne usporiadanie hornín bolo pozorované vo výbrusoch pomocou polarizačného mikroskopu Leica DM2500P na Katedre mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave. Účelom mikroskopického pozorovania v prechádzajúcom svetle bolo zistenie štruktúrnych vzťahov a vyznačenie minerálov pre identifikáciu pomocou elektrónového mikroanalýzátora. Vyznačené miesta v rámci výbrusov boli fotograficky zdokumentované.

Leštené výbrusy, vákuovo napačené tenkou uhlíkovou vrstvou, boli analyzované na elektrónovom mikroanalýzátore JEOL JXA 8530FE na Ústave vied o Zemi Slovenskej akadémie vied v Banskej Bystrici. Vzorky boli analyzované pri urýchľovacom napätí 15 kV a prúde 20 nA. Priemer elektrónového lúča sa pohyboval v rozsahu 2 - 5  $\mu\text{m}$ . Na meranie si-

Prakovce



Obr. 1 Detail geologickej mapy skúmaného územia s vyznačením lokality (Donát et al. 2000). Pohľad na miesto odberu vzoriek z odkryvu. Foto P. Ružička, 2017.



Obr. 2 Prierezy vzoriek skarnu z lokality Trohanka so žilkami stibnomelánu (Stp): a) v asociácii s hornblendom (Hbl) a aktinólitom (Act); b) priamo v hornine. Foto P. Ružička.

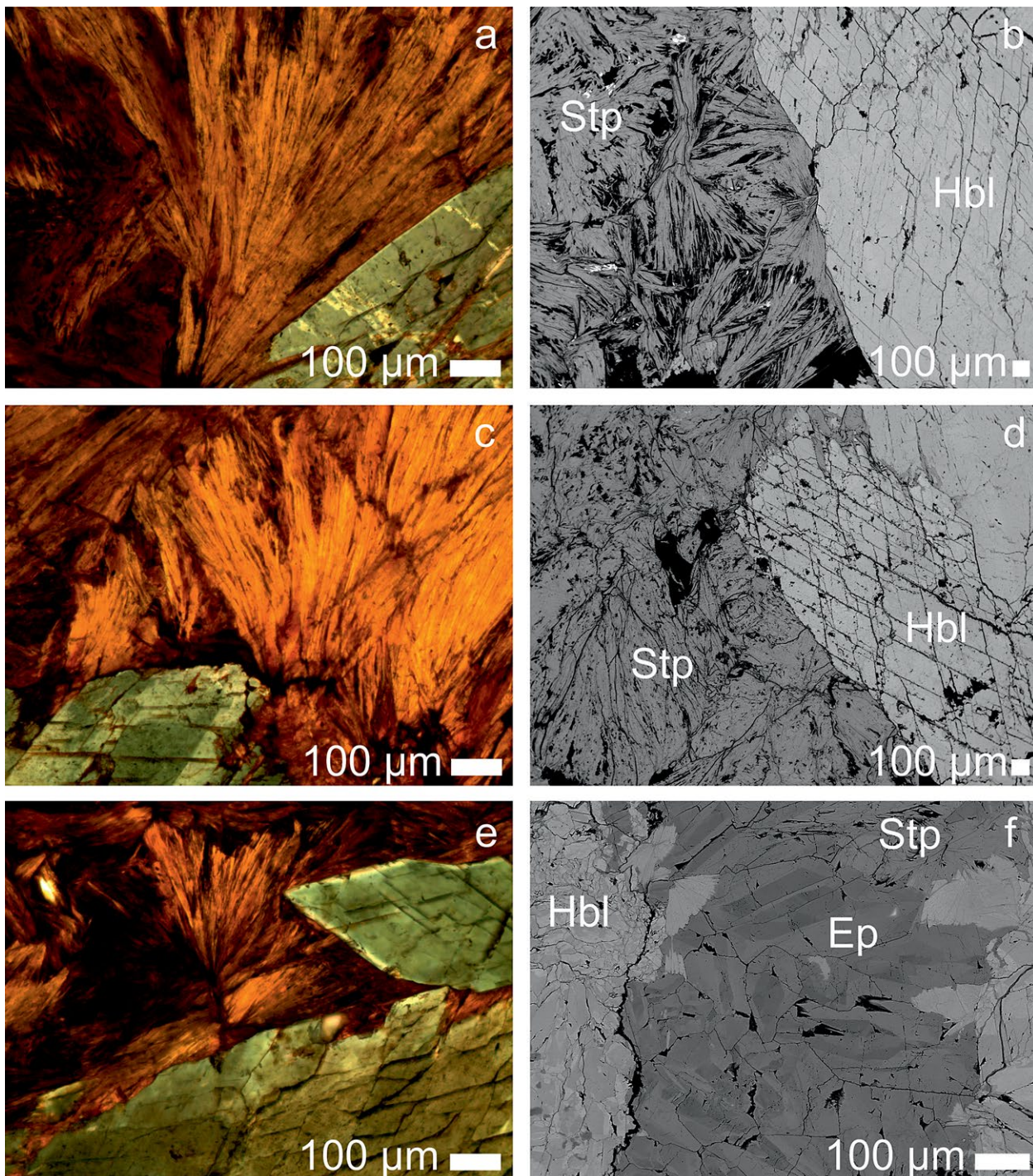


likátov boli použité štandardy (rtg. línie a detekčné limity v ppm): Si (K $\alpha$ , 58-65) - ortoklas, Ti (K $\alpha$ , 114-175) - rutil, Al (K $\alpha$ , 39-42) - albit, Fe (K $\alpha$ , 94-136) - almandín, Mn (K $\alpha$ , 104-130) - rodonit, Mg (K $\alpha$ , 36-40) - diopsid, Ca(K $\alpha$ , 22-24) - diopsid, Na (K $\alpha$ , 36-45) - albit, K (K $\alpha$ , 29-50) - ortoklas. Bola použitá ZAF korekcia.

Mikrosondové analýzy boli prepočítané v zmysle klasifikácií pre amfiboly (Leake et al. 1997; Hawthorne et al. 2012) a v súlade s nomenklatúrou epidotovej superskupiny (Armbruster et al. 2008). Obsahy železa boli rozpočítané na Fe<sup>2+</sup> a Fe<sup>3+</sup> z nábojovej bilancie podľa postupu uve-

deného v práci Leake et al. (1997). Klasifikácia amfibolov podľa Leake et al. (1997) bola použitá z dôvodu názornejšieho grafického vyjadrenia rozdielov v klasifikačných parametroch, ktoré sú postavené na porovnávaní obsahov Si vs. Mg (Mg + Fe<sup>2+</sup>) v *apfu*, na rozdiel od klasifikácie Hawthorne et al. (2012), ktorá vychádza z porovnávania  $c(\text{Al} + \text{Fe}^{3+} + 2\text{Ti})$  vs.  $A(\text{Na} + \text{K} + 2\text{Ca})$  v *apfu*.

V texte používané slovenské názvy minerálov sú upravené podľa Ozdína a Uhera (2002) a slovenské názvy amfibolov vychádzajú z práce Bačík et al. (2013). Skratky minerálov sú uvádzané podľa Siivola a Schmid (2007).



**Obr. 3** Stilpnomelán (*Stp*), hornblend (*Hbl*) a epidot (*Ep*) v skarne pozorovaný v rovnobežných nikoloch prechádzajúceho polarizovaného svetla (a, c, e) a v režime BSE (b, d, f). Mikrofoto P. Ružička, BSE foto T. Mikuš.



## Výsledky

### Opis vzoriek

Odobraté vzorky predstavujú lokálne až niekoľko cm veľké hniezda alebo maximálne 2 cm hrubé žilky červenohnedých až zlatohnedých, prevažne lupeňovitých agregátov stilpnomelánu v hrubozrnných čiernych až čierozelených amfiboloch (obr. 2), ktoré vytvárajú výplň tektonických puklín v skarne. Farba horniny je tmavá, prevažne zelenosivá. Stilpnomelán v prierezoch pri mikroskopickom pozorovaní a v režime BSE (obr. 3a, b, c, e) tvorí rôzne vejárovité formy agregátov, ktoré svojim vzhľadom pripomínajú biotit. V kolmých prierezoch amfibolov sú zachované štiepne trhliny pretínajúce sa pod typickým uhlom  $124^\circ$  (obr. 3c, d, e). V režime BSE bol okrem stilpnomelánu a amfibolov identifikovaný aj zonálny epidot, ktorý vytvára agregáty zložené z jednotlivých hypidiomorfných kryštálov (obr. 3f).

### Chemické zloženie minerálov

#### Stilpnomelán

Kryštalochemický vzorec stilpnomelánu (tab. 1) bol prepočítaný na 20 katiónov v tetraédrických a oktaédrických pozíciách (okrem pozície s  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  a  $\text{K}^+$ ). Obsah  $^{\text{VI}}\text{Fe}^{3+}$ ,  $(\text{OH})^-$  ani  $\text{H}_2\text{O}$  nebolo možné stanoviť, keďže sa navzájom negujú pri výpočte nábojovej bilancie. Na základe chemického zloženia bolo skúmaných niekoľko možných substitučných trendov. Substitúcia  $\text{Mg}(\text{Fe}, \text{Mn})_{-1}$  má vysoký stupeň korelácie, pričom identifikovaný stilpnomelán je oproti publikovaným chemickým analýzám pomerne vysoko železnatý (obr. 4a). Substitúcia  $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})^{\text{IV}}\text{Al}^{\text{IV}}\text{Si}_{-1}^{\text{IV}}$  vyjadruje, že stilpnomelán má v porovnaní s publikovanými údajmi pomerne vysoký obsah Si a vakancií pri nižšom obsahu Al a alkálií (obr. 4b). Substitúcia  $^{\text{IV}}\text{Al}^{\text{IV}}\text{Al}^{\text{IV}}\text{Si}_{-1}^{\text{VI}}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg})_{-1}$  poskytuje podobný obraz ako predchádzajúca a stilpnomelán má opäť pomerne nízku mieru substitúcie Al (obr. 4c).

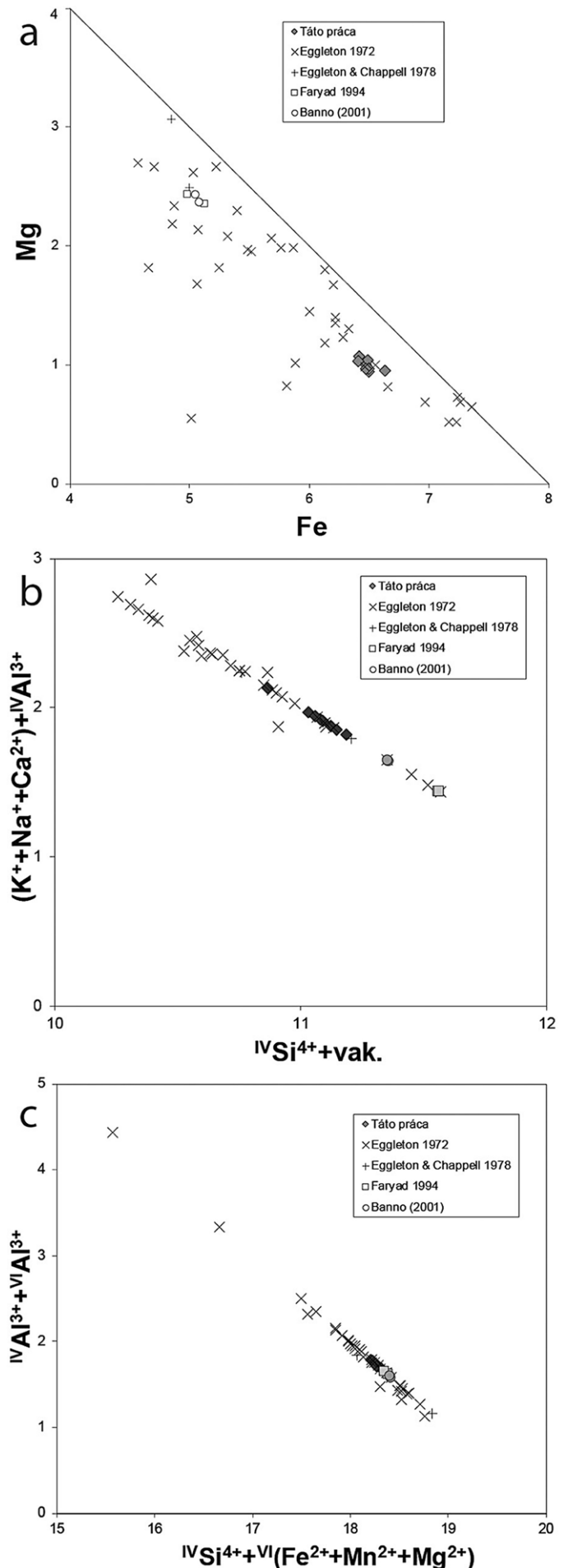
#### Amfiboly

Z hľadiska chemického zloženia skúmané amfiboly (tab. 2) spadajú do poľa fero-hornblendu (obr. 5b) podľa Leake et al. (1997), na rozdiel od klasifikácie Hawthorne et al. (2012), kde sú v oblasti magnezio-hornblendu (obr. 5a). Pri výpočte z nábojovej bilancie na 15eNK je v pozícii C dominantné  $\text{Fe}^{3+}$  nad Al a  $\text{Fe}^{2+}$  nad Mg, pričom  $X_{\text{Mg}}$  sa pohybuje v intervale 0.19 - 0.25 (obr. 5b). So stúpajúcim obsahom tschermakitovej molekuly sa dá pozorovať posun zloženia smerom k hastingsitu (obr. 5a).

#### Epidot

Mikrosondové analýzy epidotu boli prepočítané na 8 katiónov. Pomer  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$  bol vypočítaný z nábojovej bilancie (tab. 3). Z hľadiska zloženia bol identifikovaný epidot s chemickou zonálnosťou, pričom jadrá kryštálov sú mierne obohatené o klinozoisitový komponent (0.23 - 0.32 Al *apfu*), ktorý klesá v okrajových zónach pod 0.15 Al *apfu* (obr. 3; 6).

**Obr. 4** Diagramy substitúcií v stilpnomeláne: a) Mg ( $\text{Fe}_{-1}$ ); b)  $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})^{\text{IV}}\text{Al}^{\text{IV}}\text{Si}_{-1}^{\text{IV}}$ ; c)  $^{\text{IV}}\text{Al}^{\text{IV}}\text{Al}^{\text{IV}}\text{Si}_{-1}^{\text{VI}}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg})_{-1}$  v *apfu*, porovnané s publikovanými údajmi Eggleton (1972), Eggleton a Chappell (1978), Faryad (1994) a Banno (2001).



Tabuľka 1 Reprezentatívne mikrosondové analýzy stilpnomelánu (v hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	43.42	42.70	42.96	43.30	42.66	43.14	42.28	42.74
TiO <sub>2</sub>	0	0	0	0.02	0.02	0	0	0.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.94	6.14	6.10	5.97	6.06	5.78	5.98	5.84
FeO	31.77	31.26	31.58	31.37	30.89	31.40	32.08	31.17
MnO	1.16	0.81	0.74	0.94	0.96	0.83	1.04	1.02
MgO	2.58	2.70	2.83	2.94	2.79	2.62	2.58	2.61
CaO	0.40	0.43	0.40	0.37	0.42	0.39	0.44	0.38
Na <sub>2</sub> O	0.06	0	0.11	0.12	0.10	0.03	0.10	0.04
K <sub>2</sub> O	1.17	1.16	1.17	1.16	1.15	1.18	1.34	1.10
Suma	86.47	85.20	85.89	86.18	85.05	85.37	85.83	85.01
Si <sup>4+</sup>	10.615	10.569	10.555	10.589	10.583	10.674	10.455	10.613
Al <sup>3+</sup>	1.385	1.431	1.445	1.411	1.417	1.326	1.545	1.387
Suma	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Ti <sup>4+</sup>	0	0	0	0.004	0.004	0	0	0.023
Al <sup>3+</sup>	0.326	0.360	0.322	0.310	0.355	0.360	0.196	0.324
Fe <sup>2+</sup>	6.495	6.472	6.488	6.417	6.409	6.498	6.634	6.474
Mn <sup>2+</sup>	0.240	0.170	0.155	0.195	0.202	0.174	0.219	0.214
Mg <sup>2+</sup>	0.939	0.997	1.035	1.073	1.031	0.968	0.951	0.966
Suma	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Ca <sup>2+</sup>	0.103	0.113	0.106	0.096	0.113	0.103	0.115	0.101
Na <sup>+</sup>	0.028	0	0.050	0.055	0.046	0.015	0.048	0.017
K <sup>+</sup>	0.363	0.366	0.367	0.361	0.365	0.372	0.424	0.349
Suma	0.495	0.479	0.523	0.511	0.524	0.490	0.588	0.467
Vakancia	0.505	0.521	0.477	0.489	0.476	0.510	0.412	0.533

Tabuľka 2 Reprezentatívne mikrosondové analýzy amfibolov (v hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	43.34	42.07	43.03	41.98	44.85	46.04	46.60	46.73
TiO <sub>2</sub>	0.17	0.05	0.29	0.12	0.19	0.14	0.01	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.92	7.44	7.03	7.07	5.60	4.88	4.10	4.02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.93	6.26	5.67	6.86	4.45	3.85	3.62	3.36
FeO	29.33	29.03	29.19	28.74	30.01	29.13	30.25	30.82
MnO	0.27	0.39	0.26	0.26	0.19	0.35	0.38	0.35
MgO	3.82	3.29	3.57	3.32	4.03	4.79	4.75	4.62
CaO	11.10	10.96	11.25	11.17	11.32	11.37	11.04	11.06
Na <sub>2</sub> O	0.67	0.68	0.61	0.71	0.54	0.46	0.46	0.50
K <sub>2</sub> O	0.48	0.62	0.46	0.57	0.25	0.03	0	0
H <sub>2</sub> O*	1.89	1.86	1.88	1.86	1.89	1.90	1.90	1.90
Suma	103.92	102.66	103.22	102.65	103.32	102.93	103.10	103.33
Si <sup>4+</sup>	6.874	6.787	6.868	6.782	7.115	7.260	7.361	7.377
Al <sup>3+</sup>	1.126	1.213	1.132	1.218	0.885	0.740	0.639	0.623
T-sum.	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Ti <sup>4+</sup>	0.020	0.006	0.035	0.014	0.023	0.016	0.001	0
Al <sup>3+</sup>	0.168	0.201	0.191	0.129	0.163	0.166	0.125	0.125
Fe <sup>3+</sup>	0.614	0.658	0.590	0.723	0.460	0.396	0.373	0.346
Fe <sup>2+</sup>	3.294	3.342	3.334	3.335	3.401	3.297	3.383	3.443
Mg <sup>2+</sup>	0.904	0.792	0.849	0.800	0.953	1.125	1.119	1.087
C-sum.	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Fe <sup>2+</sup>	0.077	0.052	0.042	0.031	0.050	0.032	0.080	0.084
Mn <sup>2+</sup>	0.037	0.053	0.035	0.035	0.026	0.046	0.051	0.046
Ca <sup>2+</sup>	1.886	1.895	1.923	1.933	1.924	1.922	1.869	1.870
B-sum.	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Na <sup>+</sup>	0.207	0.213	0.187	0.221	0.166	0.141	0.140	0.152
K <sup>+</sup>	0.097	0.128	0.093	0.118	0.051	0.005	0	0
A-sum.	0.304	0.341	0.280	0.339	0.217	0.146	0.140	0.152
OH <sup>-</sup>	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
X <sub>Mg</sub>	0.215	0.192	0.203	0.194	0.219	0.254	0.248	0.240

Symbol \* vyjadruje dopočítanie H<sub>2</sub>O pre OH<sup>-</sup> na 2 apfu.

## Diskusia a záver

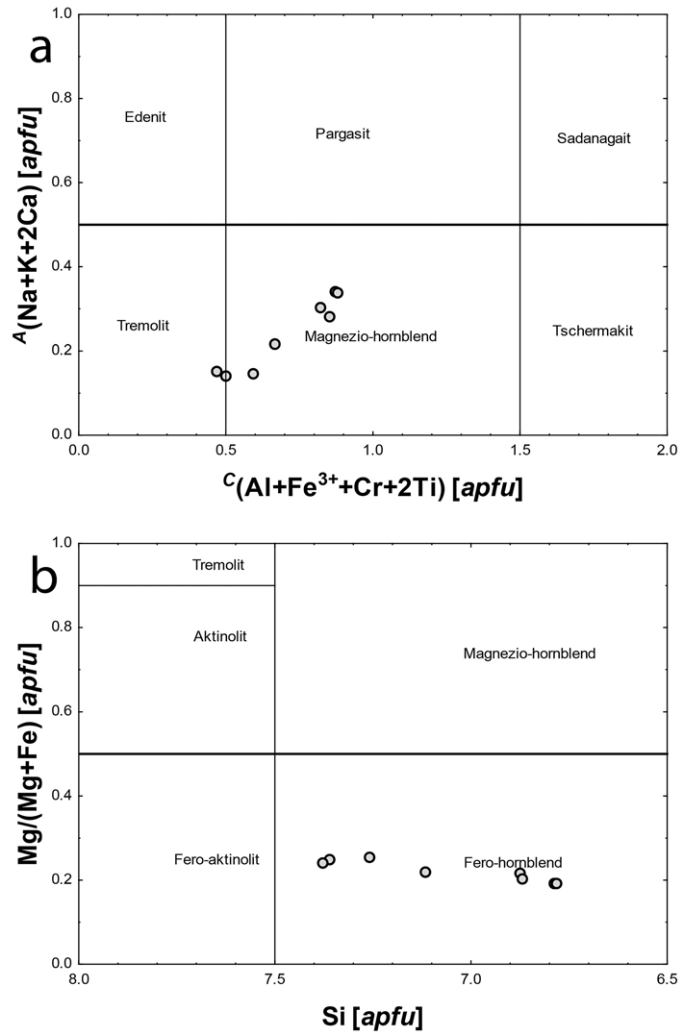
Na Slovensku bol stilpnomelán opísaný hlavne z Považského Inovca a zo Spišsko-gemerského rudohoria. Na lokalite Železník pri Veľkej Hradnej tvorí vejárovité a radiálne agregáty veľkosti do 0.2 mm vyskytujúce sa v asociácii s amfibolom, hedenbergitom a magnetitom (Ozdín, Rojkovič 2006). V metagabre na Ostrej v rámci rakoveckej skupiny gemerika je stilpnomelán v asociácii s pumpellyitom-Mg, aktinolitom, titanitom a kalcitom (Radvanec 1999). Jemné vejárovité ihličky stilpnomelánu v asociácii s aktinolitom, albitom, epidotom a titanitom boli identifikované v metabazitoch gelnickej skupiny pri Genieri v okolí Sloviniak (Faryad 1991). Hrubolupeňovité až prizmatické, čiernohnedé až čierne, lesklé, husto prerastané agregáty stilpnomelánu s kryštálmi 2 mm dlhými a 0.1 mm hrubými zarastené v žilkách s kutnohoritom, ankeritom a kremeňom sa vyskytujú v asociácii s pyrofanitom, volframitom a hollanditom na lokalite Čučma - Čierna baňa (Faryad 1994; Peterec, Ďuďa 2003). V minerálnom zložení A-typových granitových klastov v konglomerátoch tvoriacich súčasť flyšovej sekvencie bradlového pásma na lokalite Stupné bola pozorovaná transformácia primárneho magmatického biotitu (annitu) na stilpnomelán (Uher et al. 2015).

Na lokalite Trohanka pri Prakovciach vplyvom pôsobenia kontaktnej metamorfózy, ktorú iniciovali S-typové permské granity gemerika sa vytvorila skarnová mineralizácia s magnetitovým zrudnením, ktorú spomínajú viacerí autori (Slávik et al. 1967; Lamoš 1972; Faryad, Peterec 1987; Koděra et al. 1990; Grečula et al. 1995; Lexa et al. 2007; Grečula, Kobulský et al. 2011). V kontaktnej zóne mramorov a skarnov boli identifikované variabilné prechody v zonálnosti jednotlivých kryštálov amfibolov medzi tremolitom a aktinolitom, aktinolitom a fero-aktinolitom, magnezio-hornblendom a fero-hornblendom (Ružička et al. 2017). V rámci geologicko-geofyzikálnych prác bol v zóne exokontaktu granitov južne od Prakoviec na lokalite Zimná voda zistený výskyt žilnej U-Au mineralizácie (Novotný, Čížek 1979; Rojkovič et al. 1997; Donát et al. 2000).

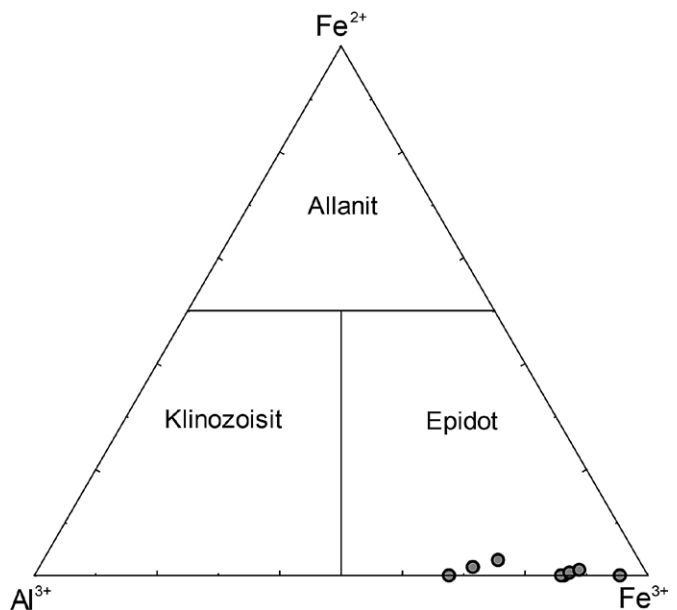
Vznik Fe-skarnov interpretujú Faryad a Peterec (1987) pôsobením infiltrácie hydrotermálnych fluíd v iniciálnom štádiu penetrácie granitoidov do okolitých produktov bázičného vulkanizmu gelnickej skupiny gemerika. Prenikajúce fluidá v póroch alebo pozdĺž puklín sa podieľali na formovaní monominerálnych termálnych zón počas pôsobenia kontaktnej metamorfózy. Metasomatické alterácie monominerálnych vrstiev vo vonkajšej zóne sú pravdepodobne výsledkom vzájomného miešania zloženia pôvodných alebo ostatných hornín, s ktorými sa navzájom striedali. Alteračný proces vyvolal miešanie zložiek rôznych hornín, ktorý bol podporený aj tektonickou aktivitou pôsobiaca na skarnové teleso.

Faryad a Peterec (1987) vyčlenili tri exokontaktne zóny v závislosti od intenzity pôsobenia termálnych účinkov:

1. Pyroxénová zóna dominantne zastúpená hedenbergitom (64.5 %) s nižším podielom diopsidu (33.8 %) s plagioklasovo-tremolítovou subzónou na kontakte s aplitmi;
2. Granátová zóna obsahujúca viac andraditovej



Obr. 5 Vyjadrenie chemického zloženia analyzovaných fáz v klasifikačných diagramoch Ca-Fe-Mg amfibolov podľa: a) Hawthorne et al. (2012); b) Leake et al. (1997).



Obr. 6 Chemické zloženie analyzovaných epidotov z Trohanky vyjadrené v ternárnom klasifikačnom diagrame.

zložky (75 - 84.2 %) a menej grosulárovej zložky (8.3 - 19.9 %);

3. Vonkajšia metasomatická zóna (plagioklasovo-epidotová a aktinolitovo-epidotová).

Zároveň boli v kontaktných horninách identifikované tri kombinácie minerálnych asociácií (Faryad, Peterec 1987):

- klinopyroxény + tremolit + Fe-oxidy ± kremeň;
- klinopyroxény + granáty + hornblend + kalcit + kremeň + biotit;
- klinopyroxény + aktinolit + kalcit ± talk(?) + titanit + biotit.

Na základe petrologického štúdia boli rozlíšené dve štádiá skarbovej mineralizácie. Prvé štádium v pyroxénovej a granátvej zóne je charakteristické vznikom pyroxénov, granátov, titanitu a v menšej miere magnetitu. Pyroxény vznikli skôr ako granáty. Do prvého štádia je zahrnutý aj vznik tremolitu a epidotu v asociácii s plagioklasmi a kremeňom vo vnútornej zóne na kontakte s karbonátmi a aplitmi. Druhé štádium je charakteristické alteráciami pyroxénov, granátov, hornblendu (zmena na aktinolit) a ďalších minerálov. Najmladšie alterácie v rámci druhého štádia sú reprezentované vznikom kalcitu, plagioklasov, amfibolov, kremeňa a chloritových žiliek. Časť rudných minerálov vznikla v dôsledku zmeny Fe-silikátov

počas druhého štádia. Faryad a Peterec (1987) modelovali tlakovo-teplotné podmienky Fe-skarnu. Tlak bol konštantne zvolený na 200 MPa. Na základe identifikovanej minerálnej asociácie sa predpokladá vznik prvého štádia pri teplote 570 °C. Druhé štádium, ktoré je charakterizované alteráciou minerálov prvého štádia, bolo významné pri akumulácii rudných minerálov a prebiehalo pri predpokladanej teplote 420 °C.

Predpokladáme, že stilpnomelán v asociácii s amfibolmi a epidotom na lokalite Trohanka vznikol pravdepodobne počas alpínskej metamorfózy, čoho dôkazom sú textúrne vzťahy (obr. 2), ktoré naznačujú, že stilpnomelán pretína skarn. Do úvahy pripadá vznik stilpnomelánu z chloritu reakciou: chlorit + magnetit + kremeň + H<sub>2</sub>O = stilpnomelán + O<sub>2</sub> (Brown 1967). Prítomnosť chloritu na skúmanej lokalite sme potvrdili v našej staršej práci (Ružička et al. 2017). Faryad a Peterec (1987) na skúmanej lokalite uvádzajú aj výskyt bannisteritu, ktorého prítomnosť sme pri našom výskume nepotvrdili.

#### PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-15-0050 a grantom VEGA 1/0079/15. Zároveň vyjadrujeme poďakovanie recenzentom článku za podnetné pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu rukopisu.

Tabuľka 3 Reprezentatívne mikrosondové analýzy epidotu (v hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	37.18	36.63	36.97	37.03	37.52	37.07	37.32	37.13
TiO <sub>2</sub>	0.23	0.23	0.05	0.31	0.17	0.23	0.20	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.84	23.07	22.97	24.80	24.84	22.80	24.31	22.35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.18	14.13	14.15	11.61	11.30	14.57	12.29	15.86
FeO	0	0	0.09	0.23	0	0.16	0.45	0
MnO	0.13	0.06	0.14	0.17	0.02	0.06	0.04	0.03
MgO	0	0	0.03	0	0	0	0	0
CaO	23.10	23.08	22.73	22.80	23.49	22.94	22.85	23.15
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.01	0	0	0	0	0.01	0.01
H <sub>2</sub> O*	1.87	1.86	1.86	1.87	1.89	1.87	1.88	1.88
Suma	99.57	99.05	98.99	98.82	99.22	99.69	99.34	100.42
Si <sup>4+</sup>	2.978	2.948	2.978	2.963	2.983	2.970	2.978	2.962
Al <sup>3+</sup>	0.022	0.052	0.022	0.037	0.017	0.030	0.022	0.038
T	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Al <sup>3+</sup>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Mn <sup>2+</sup>	0	0	0.010	0.011	0	0.004	0.003	0
Fe <sup>2+</sup>	0	0	0.006	0.016	0	0.011	0.030	0
Mg <sup>2+</sup>	0	0	0.004	0	0	0	0	0
Fe <sup>3+</sup>	0.854	0.856	0.858	0.699	0.676	0.879	0.738	0.952
Mn <sup>3+</sup>	0.009	0.004	0	0	0.001	0	0	0.002
Al <sup>3+</sup>	0.137	0.141	0.123	0.274	0.323	0.107	0.230	0.046
M3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Al <sup>3+</sup>	0.998	0.995	1.035	1.027	0.988	1.017	1.033	1.018
Ti <sup>4+</sup>	0.014	0.014	0.003	0.018	0.010	0.014	0.012	0.001
M1	1.012	1.009	1.039	1.046	0.998	1.031	1.045	1.019
Ca <sup>2+</sup>	0.994	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998	0.998
Na <sup>+</sup>	0.006	0.001	0	0	0	0	0.002	0.002
A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ca <sup>2+</sup>	0.988	0.991	0.961	0.954	1.002	0.969	0.955	0.981
A2	0.988	0.991	0.961	0.954	1.002	0.969	0.955	0.981
OH <sup>-</sup>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Symbol \* vyjadruje dopočítanie H<sub>2</sub>O pre OH<sup>-</sup> na 1 apfu.



## Literatúra

- ARMBRUSTER T, BONAZZI P, AKASAKA M, BERMANEC V, CHOPIN C, GIERÉ R, HEUSS-ASSBICHLER S, LIEBSCHER A, MENCHETTI S, PAN Y, PASERO M (2006) Recommended nomenclature of epidote-group minerals. *Eur J Mineral* 18: 551-567
- BAČÍK P, ŠTEVKO M, OZDÍN D, VANČOVÁ I (2013) Názvy minerálov amfibolovej a hydrotalkitovej superskupiny podľa klasifikácií schválených IMA. *Esemestník. Spravodajca Slovenskej mineralogickej spoločnosti* 2, 1: 14-17
- BAJANIČ Š (ED), IVANIČKA J, MELLO J, PRISTAŠ J, REICHWALDER P, SNOPOK L, VOZÁR J, VOZÁROVÁ A (1984) Geologická mapa Slovenského rudohoria, východná časť 1: 50 000. ŠGÚDŠ, Bratislava
- BALTATZIS EG, KATAGAS CG (1984) The pumpellyite-actinolite and contiguous facies in part of the Phyllite-Quartzite Series, central Northern Peloponnesus, Greece. *J Metamorph Geol* 2: 349-363
- BANNO Y (2001) Chemical compositions of amphiboles in hematite-bearing schists from the Saruta-gawa area in the Sanbagawa belt, central Shikoku, Japan. *Bull Geol Surv Japan* 52, 9: 425-443
- BISHOP DG (1972) Progressive metamorphism from prehnite-pumpellyite to greenschist facies in the Dansey Pass area Otago, NZ. *GSA Bulletin* 83: 3177-3198
- BROWN EH (1967) The greenschist facies in part of eastern Otago, New Zealand. *Contr Mineral Petrol* 14: 259-292
- BROWN EH (1971) Phase relations of biotite and stilpnomelane in the greenschist facies. *Contr Mineral Petrol* 31: 275-299
- BROWN EH (1975) A petrogenic grid for reactions producing biotite and other A1- Fe- Mg silicates in the greenschist facies. *J Petrol* 16: 257-271
- BRUSNITSYN AI, STARIKOVA EV, ZHUKOV IG (2017) Mineralogy of low grade metamorphosed manganese sediments of the Urals: Petrological and geological applications. *Ore Geol Rev* 85: 140-152
- DIGEL SG, GORDON TM (1995) Phase relations in metabasites and pressure-temperature conditions at the prehnite-pumpellyite to greenschist facies transition, Flin Flon, Manitoba, Canada. *GSA Special Paper*, 296: 67-80
- DONÁT A, MIHÁL F, NOVOTNÝ L (2000) Geologicko-prieskumné práce na Au v staršom paleozoiku SGR. Záverečná správa. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 209 s.
- EGGLETON RA (1972) The crystal structure of stilpnomelane. Part II. The full cell. *Mineral Mag* 38: 693-711
- EGGLETON RA, CHAPPELL BW (1978) The crystal structure of stilpnomelane. Part III: Chemistry and physical properties. *Mineral Mag* 42: 361-368
- FARYAD SW (1991) Metamorfóza bázických hornín gemerika. *Miner Slov* 23, 2: 109-122
- FARYAD SW (1994) Mineralogy of Mn-rich rocks from greenschists facies sequences of the Gemericum, W Carpathians, Slovakia. *N Jb Miner Mh* 10: 464-480
- FARYAD SW, PETEREC D (1987) Manifestations of skarn mineralization in the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. *Geol Zbor Geol Carpath* 38, 1: 111-128
- FREY M, HUNZIKER JC, ROGGWILLER R, SCHINDLER C (1973) Progressive niedriggradige Metamorphose glaukonitführender Horizonte in den helvetischen Alpen der Ostschweiz. *Contrib Mineral Petrol* 39: 185-218
- GLOCKER EF (1827) Beschreibung des Stilpnomelan, eines neuen schlesischen Fossils, in *Beiträge zur Mineralogischen Kenntniss der Sudetenländer Insbesondere Schlesiens*. Josef Mar und Komp Breslau 68-74
- GRECULA P (ED), ABONYI A, ABONYIOVÁ M, ANTAŠ J, BARTALSKÝ B, BARTALSKÝ J, DIANIŠKA I, DRNZÍK E, ĎUŠA R, GARGULÁK M, GAZDAČKO Ľ, HUDÁČEK J, KOBULSKÝ J, LÖRINCZ L, MACKO J, NÁVESNÁK D, NÉMETH Z, NOVOTNÝ L, RADVANEC M, ROJKOVIČ I, ROZLOŽNÍK L, ROZLOŽNÍK O, VARČEK C, ZLOCHA J (1995) Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. Zv. 1. 1-829, Geokomplex, Bratislava
- GRECULA 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
- GRECULA 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. 1-308, ŠGÚDŠ, Bratislava
- GUIRAUD M, BURG JP, POWELL R (1987) Evidence for Variscan zone in the Vendte, France: a petrological study of blueschist facies rocks from Bois de Cene. *J Metamorph Geol* 5: 225-237
- HASHIMOTO M (1966) Prehnite-pumpellyite metagreywacke facies. *J Geol Soc Japan* 72: 253-265
- HASHIMOTO M (1969) A note on stilpnomelane mineralogy. *Contr Min Petr* 23: 86-88
- HAWTHORNE CF, OBERI R, HARLOW G, MARESCH VW, SCHUMAHER CJ, WELCH M (2012) Nomenclature of the amphibole supergroup. *Am Mineral* 97: 2031-2048
- KATAGAS C, PANAGOS AG (1979) Pumpellyite-Actinolite and Greenschist Facies Metamorphism in Lesvos Island (Greece). *Tschermaks Min Petr Mitt* 26: 235-254
- KAWACHI Y (1975) Pumpellyite-actinolite and contiguous facies metamorphism in part of Upper Wakatipu district, South Island, New Zealand. *N Z J Geol Geophys* 18: 401-441
- KODÉRA M (ED), ANDRUSOVOVÁ-VLČEKOVÁ G, BELEŠOVÁ O, BRATKOVÁ D, DÁVIDOVÁ Š, FEJDIOVÁ V, HURAI V, CHOVAN M, NELIŠEROVÁ E, ŽENIŠ P (1990) Topografická mineralógia Slovenska 2 Ko-Seč. 585-1098, Veda, vydavateľstvo SAV, Bratislava
- LAMOŠ A (1972) Vysvetlivky ku geologickej mape list Prakovce 1:25 000 - čiastková úloha. Úloha: Základný geologický výskum paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 51 s
- 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
- LEXA J, BAČO P, HURAI V, CHOVAN M, KODÉRA P, PETRO M, ROJKOVIČ I, TRÉGER M (2007) Vysvetlivky k metalogetickej mape Slovenskej republiky 1: 500 000. 1-178, ŠGÚDŠ, Bratislava
- MADERSPACH L (1880) *Magyarország vasérczfekehelyei*. 1-111, Budapest
- MAZÚR E, LUKNIŠ M (1980) Geomorfologické jednotky (mapa 1: 500 000). MAZÚR E, JAKÁL J (eds) Atlas SSR. SAV a Slov. úrad geod. a kart., Bratislava, 54-55



- MUIR WOOD R (1982) The Laytonville Quarry (Mendocino County, California) exotic block: iron-rich blueschist-facies subduction zone metamorphism. *Mineral Mag* 45: 87-99
- NOVOTNÝ L, ČÍŽEK P (1979) Nový výskyt uránu a zlata južne od Prakoviec v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Miner Slov* 11, 2: 188-190
- OZDÍN D, ROJKOVIČ I (2006) Magnetitová mineralizácia na lokalite Železník v Považskom Inovci. *Miner Slov* 38, 2: 109-123
- OZDÍN D, UHER P (2002) Slovenské názvy minerálov. *Minerály schválené Medzinárodnou mineralogickou asociáciou do konca roku 2001*. 1-195, ŠGÚDŠ, Bratislava
- PAPP K (1919) Die Eisenerz und Kohlenvorräte des Ungarischen Reiches. 1-638, Ungar Ackerbau Ministerium geol Anstalt, Budapest
- PETEREC D, ĎUŽA R (2003) Zriedkavé minerály Mn ložiska pri Čučme. *Nat Carpat* 44: 229-236
- RADVANEČ M (1999) Eklogitizované klinopyroxenické gabbro s retrográdnou metamorfózou v pumpellyitovo-aktinolitovej fácií na vrchu Babiná a Ostrá (gemerikum). *Miner Slov* 31, 5-6: 467-484
- RADVANEČ M, GREČULA P (2016) Geotectonic and metallogenic evolution of Gemericum (Inner Western Carpathians) from Ordovician to Jurassic. *Miner Slov* 48, 2: 105-118
- RADVANEČ M, KONEČNÝ P, NÉMETH Z, GREČULA P (2007) P-T-t dráha a lokálne anatektické tavenie metapelitu s prímiesou psamitického kremeňa vo variskej metamorfóze gemerika. *Miner Slov* 39, 1: 1-44
- RADVANEČ M, KONEČNÝ P, ONDREJKA M, PUTIŠ M, UHER P, NÉMETH Z (2009) Granity gemerika ako indikátor exenzie kôry nad neskorovariskou subdukčnou zónou a pri ranoalpínskej riftogenéze (Západné Karpaty): interpretácia podľa veku monazitu a zirkónu datovateľného metódou CHIME a SHRIMP. *Miner Slov* 41, 4: 381-394
- ROJKOVIČ I, HÁBER M, NOVOTNÝ L (1997) U-Au-Co-Bi-REE mineralization in the Gemeric Unit (Western Carpathians, Slovakia). *Geol Carpath* 48, 5: 303-313
- RUŽIČKA P, MIKUŠ T, ŠTEVKO M, BAČÍK P (2017) Zonálne amfiboly v kontaktnej zóne mramorov a metabazitov na lokalite Trohanka pri Prakovciach (Volovské vrchy, Slovenská republika). *Bull Mineral Petrolog* 25, 1: 12-22
- SIIVOLA J, SCHMID R (2007) List of mineral abbreviations. FETTES D, DESMONS J (eds) *Metamorphic Rocks. A Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences*. Cambridge University Press 93-110
- SLÁVIK J, BARTALSKÝ J, BYSTRICKÝ J, HRUŠKOVIČ S, POLÁK S, URBAN K, ŤAPÁK M, ILAVSKÝ J, KANTOR J (1967) *Nerastné suroviny Slovenska*. 1-510, SVTL, Bratislava
- UHER P, ONDREJKA M, BAČÍK P, BROSKA I, KONEČNÝ P (2015) Britholite, monazite, REE-carbonates and calcite: Products of hydrothermal alteration of allanite and apatite in A-type granite from Stupné, Western Carpathians, Slovakia. *Lithos* 236-237: 212-225