

# Zonálne amfiboly v kontaktnej zóne mramorov a metabazitov na lokalite Trohanka pri Prakovciach (Volovské vrchy, Slovenská republika)

## Zonal amphiboles in a contact zone of marbles and metabasites in the locality Trohanka near Prakovce (Volovské vrchy Mts., Slovak Republic)

PETER RUŽIČKA<sup>1)\*</sup>, TOMÁŠ MIKUŠ<sup>2)</sup>, MARTIN ŠTEVKO<sup>3)</sup> A PETER BAČÍK<sup>1)</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: ruzicka@fns.uniba.sk

<sup>2)</sup>Ústav vied o Zemi Slovenskej akadémie vied, Ďumbierska 1, 974 11 Banská Bystrica, Slovenská republika

<sup>3)</sup>Pribišova 15, 841 05 Bratislava, Slovenská republika

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 ISSN 2570-7337

### Abstract

The chemical zonality of amphiboles in contact zone of marbles and metabasites in the locality Trohanka near Prakovce (Slovakia) was identified. Observed locality belongs to the Gelnica Group of Early Paleozoic of Gemericum (Late Silurian - Devonian). The zonality reflects chemical composition of core and rim parts of amphibole crystals. In the sample PRAK-1 were identified four types of amphibole zonality: 1. core as ferro-actinolite ( $X_{Mg}$  0.44-0.54; Si 7.67-7.74 *apfu*), rim as lean iron actinolite ( $X_{Mg}$  0.65; Si 7.79-7.84 *apfu*); 2. core as highly Mg-actinolite/tremolite ( $X_{Mg}$  0.89-0.90; Si 7.99-8.00 *apfu*), rim as actinolite with lower content of Mg ( $X_{Mg}$  0.68-0.73; Si 7.70-7.93 *apfu*); 3. core as highly Mg-actinolite/tremolite ( $X_{Mg}$  0.82; Si 7.96 *apfu*), rim as ferro-actinolite ( $X_{Mg}$  0.40-0.42; Si 7.52-7.62 *apfu*); 4. core as ferro-actinolite to ferro-hornblende ( $X_{Mg}$  0.36-0.37; Si 7.39-7.52 *apfu*), rim as magnesio-hornblende ( $X_{Mg}$  0.59-0.60; Si 7.39-7.45 *apfu*). Amphiboles in other samples do not pose such variability of zonality. Variability of chemical zonality of amphiboles reflects evolution of skarn mineralisation within the formation of thermal zones during contact metamorphism.

**Key words:** compositional zonig, amphiboles, marbles, Trohanka, Prakovce, Slovak Republic

Obdrženo: 14. 3. 2017; přijato 20. 4. 2017

### Úvod

V predkladanom článku sú prezentované výsledky štúdia zonálnosti amfibolov v mramoroch, ktoré tvoria kontaktnú zónu s metabazitmi na lokalite Trohanka pri Prakovciach. V rámci skúmanej lokality boli v mramoroch analyticky identifikované rôzne variácie chemického zloženia amfibolov, ktoré sú premietnuté v ich zonálnej stavbe. Zonálnosť amfibolov, ako odraz zmien v chemickom zložení, je priamym záznamom reakcií fáz pri zmenených tlakovo-teplotných podmienkach, čím môže byť užitočná pri rekonštrukcii metamorfného vývoja (Balen et al. 1997; Zenk, Schulz 2004; Ruiz Cruz 2010; Miri et al. 2016).

### Geologická charakteristika

Z hľadiska všeobecne akceptovaného geologického zaradenia v rámci Západných Karpát, skúmaná lokalita patrí do tektonickej jednotky gemerika. Po detailnejšom zaradení, lokalita tvorí súčasť gelnickej skupiny staršieho paleozoika gemerika s pravdepodobným vekom vrchný silúr - devón (Grecula et al. 1995), ktorej litostratigrafické členenie nemá unifikovanú podobu. Rozdielnosť názorov je prezentovaná v dvoch používaných regionálnych geologických mapách (Bajaník et al. 1984; Grecula et al. 2009). V staršej koncepcii (Bajaník et al. 1984) gelnickú

skupinu tvorí vlahovské súvrstvie, súvrstvie Bystrého potoka a drnavské súvrstvie. V novšej koncepcii, ktorá je podporená geofyzikálnymi výsledkami (Grecula et al. 2009), je vyčlenené betliarske, smolnícke a hnlecké súvrstvie. V gelnickej skupine v doline Hnilca, pri Betliari, Popročí, Zlatej Idke a v doline Humel, vystupujú na povrch apikálne fragmenty granitoidného telesa, ktoré má vo východnej časti vyvinutú kontaktnú aureolu. Prejav kontaktnej metamorfózy sú pripisované prítomnosťou S-typových anatektických granitov (obr. 1) veku 275 - 262 Ma (Radvanec et al. 2007, 2016). Mramory pravdepodobne tvoriace súčasť holeckých vrstiev betliarskeho súvrstvia v zmysle Grecula et al. (2009, 2011) sú v kontakte s bázickými horninami, ktoré patria do spodného vulkanického komplexu smolníckeho súvrstvia.

K najstarším zmienkam o výskyte skarnovej mineralizácie v okolí Prakoviec patria práce Maderspacha (1880) a Pappa (1919). Skarnové teleso podrobnejšie geologicky zmapoval Lamoš (1972). V rámci vyhľadávacieho prieskumu zlata v staršom paleozoiku gemerika, pravdepodobne na podnet prvých publikovaných zistení (Novotný, Čížek 1979), doplnili Donát et al. (2000) mineralogické poznatky skúmanej oblasti.

## Lokalizácia

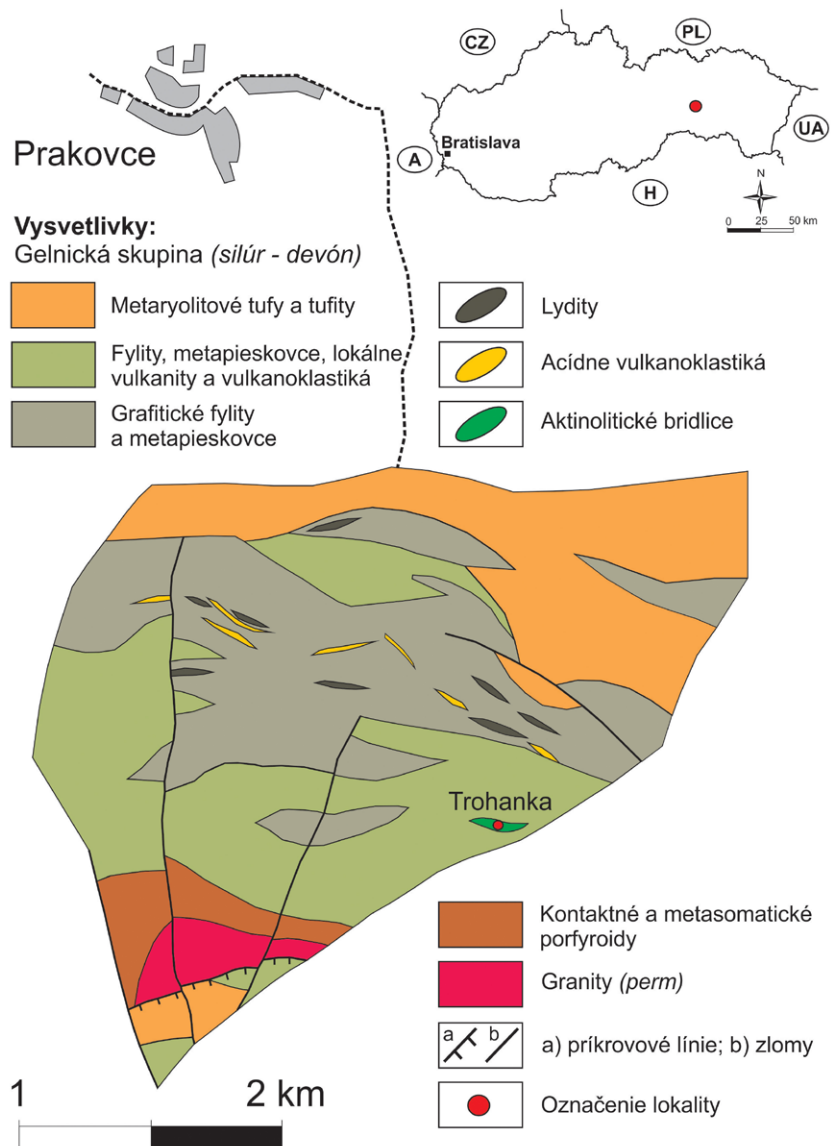
Podľa geomorfologického členenia Slovenskej republiky (Mazúr, Lukniš 1980) skúmané územie patrí do Volovských vrchov a podcelku Kojšovská hoľa. Lokalita je situovaná južne od obce Prakovce, na severnom svahu hrebeňa Trohanka v závere doliny Zimnej vody. Poloha lokality zodpovedá  $48^{\circ} 46.244'$  severnej šírky a  $20^{\circ} 55.615'$  východnej dĺžky s nadmorskou výškou 832 m. Vzorky boli odoberané z haldového materiálu v blízkosti starých banských prác (obr. 2). Grecula et al. (1995) spomínajú, že výskyt magnetitovej rudy sa v minulosti nafáral dvomi štôľňami, ktoré sú v súčasnosti už zavalené. V štôľňach v rámci zrudnených častí sa nafárali aj polohy mramorov spolu s tmavozelenými metabazitmi typu aktinolitických bridlic.

## Skarnová mineralizácia

Na lokalite Trohanka pri Prakovciach skarnovú mineralizáciu spomínajú viacerí autori z rôznych aspektov. Slávik et al. (1967) stručne uvádzajú magnetitové zrudnenie v kontexte surovinových zdrojov železa. Novotný a Čížek (1979) uvádzajú výskyt hydrotermálnej U-Au mineralizácie v blízkosti skúmanej lokality. Podrobnejšie mineralogicko-petrologické štúdium Fe-skarnu publikovali Faryad a Peterec (1987), ktorí vyčlenili tri exokontaktné zóny v závislosti od intenzity pôsobenia termálnych účinkov:

1. Pyroxénová zóna s plagioklasovo-tremolitovou subzónou na kontakte s aplitmi;
  2. Granátová zóna;
  3. Vonkajšia metasomatická zóna (plagioklasovo-epidotové a aktinolitovo-epidotové pruhy).
- Faryad a Peterec (1987) v kontaktných horninách identifikovali tri kombinácie minerálnych asociácií:
- a) klinopyroxény + tremolit + Fe-oxidy ± kremeň;
  - b) klinopyroxény + granáty + hornblend + kalcit + kremeň + biotit;
  - c) klinopyroxény + aktinolit + kalcit ± talk(?) + titanit + biotit.

Klinopyroxény na lokalite Trohanka sú dominantne zastúpené hedenbergitom (64.5 %) s nižším podielom diopsidu (33.8 %). Granáty obsahujú viac andraditovej zložky (75 - 84.2 %) a menej grosulárovej zložky (8.3 - 19.9 %). Zo skupiny amfibolov bol v Fe-skarnoch identifikovaný ferro-hornblend, aktinolit a tremolit (Faryad, Peterec 1987).



Obr. 1 Detail geologickej mapy skúmaného územia s vyznačením lokality. Mapu modifikoval P. Ružička na základe podkladov z nepublikovanej geologickej správy (Donát et al. 2000).



Obr. 2 Pohľad na miesto odberu vzoriek zo starej haldy. Foto P. Ružička, 2016.



V blízkosti Fe-skarnu sú zachované fragmenty pôvodných sedimentárnych vápencov, ktoré rekrystalizovali na mramory a predstavovali nami skúmané horniny. Okolité metasedimenty skarnov väčšinou tvoria fylity a metapsamity, ktoré sú miestami metasomaticky alterované. Prejav magnetitovej mineralizácie sú viazané na lyditový horizont a na reliktové pôvodných sedimentárnych karbonátov v blízkosti skarnového telesa. Prevažná časť magnetitu vznikla na konci produktívneho štádia vzniku skarnu (Faryad, Peterec 1987).

### Metodika

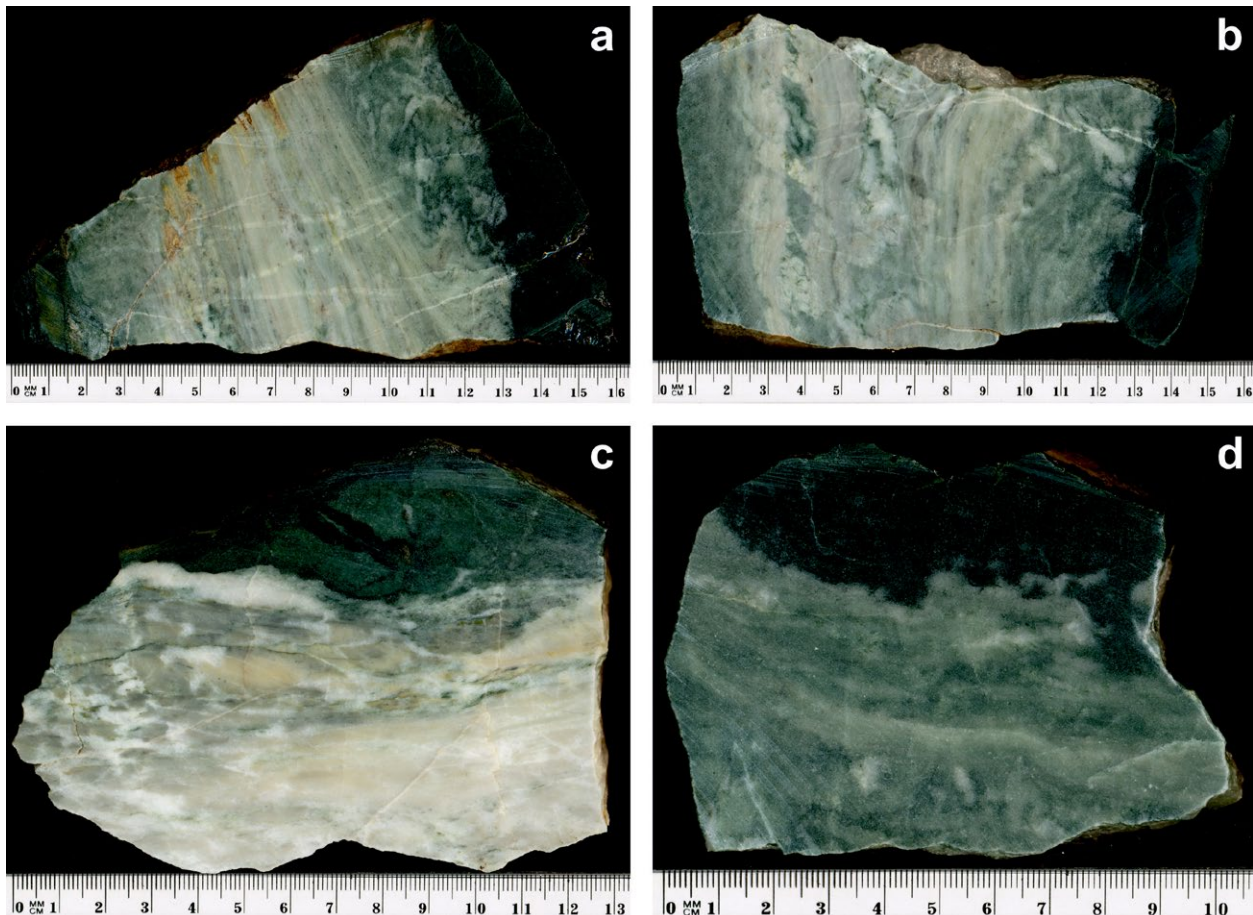
Terénny výskum bol zameraný na odber reprezentatívnych vzoriek mramorov zo starých hľad. Súčasťou terénnych prác bola fotodokumentácia miesta odberu vzoriek a zameranie polohy (GPS). Minerálne zloženie a mikroštruktúrne usporiadanie hornín bolo pozorované vo výbrusových preparátoch pomocou polarizačného 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 záujmové miesta v rámci výbrusov boli fotograficky zdokumentované.

Leštené výbrusy mramorov, vákuovo naparené 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 urýchľovačom napätí 15 kV a prúde 15 nA (karbonáty) a 20 nA (silikáty). Priemer elektrónového

lúča bol pri analyzovaní karbonátov 8  $\mu\text{m}$  a pri silikátoch sa pohyboval v rozsahu 2 - 5  $\mu\text{m}$ . Pri silikátoch bola použitá ZAF korekcia. Na meranie karbonátov boli použité štandardy (rtg. línie a detekčné limity v ppm): Ca(K $\alpha$ , 25) - diopsid, Ba(M $\alpha$ , 105) - barit, Mn(K $\alpha$ , 70) - rodonit, Mg(K $\alpha$ , 27) - olivín, Si(K $\alpha$ , 74) - plagioklas An<sub>65</sub>, Sr(K $\alpha$ , 112) - celestín, Fe(K $\alpha$ , 89) - hematit, Cu(K $\alpha$ , 112) - kuprit, Zn(K $\alpha$ , 150) - willemmit. Na meranie silikátov boli použité štandardy (rtg. línie a detekčné limity v ppm): Ca(K $\alpha$ , 25) - diopsid, K (K $\alpha$ , 20) - ortoklas, P (K $\alpha$ , 26) - apatit, F (K $\alpha$ , 152) - fluorit, Na (K $\alpha$ , 43) - albit, Mg (K $\alpha$ , 24) - diopsid, Al (K $\alpha$ , 42) - albit, Si (K $\alpha$ , 25) - ortoklas, Ba (L $\alpha$ , 105) - barit, Zr - (L $\alpha$ , 107) kubická zirkónia, Y (L $\alpha$ , 81) - YPO<sub>4</sub>, Sr (L $\alpha$ , 84) - celestín, Zn (K $\alpha$ , 215) - willemmit, Fe (K $\alpha$ , 111) - hematit, Cr (K $\alpha$ , 113) - Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn (K $\alpha$ , 94) - rodonit, V (K $\alpha$ , 154) - ScVO<sub>4</sub>, Ti (K $\alpha$ , 130) - rutil.

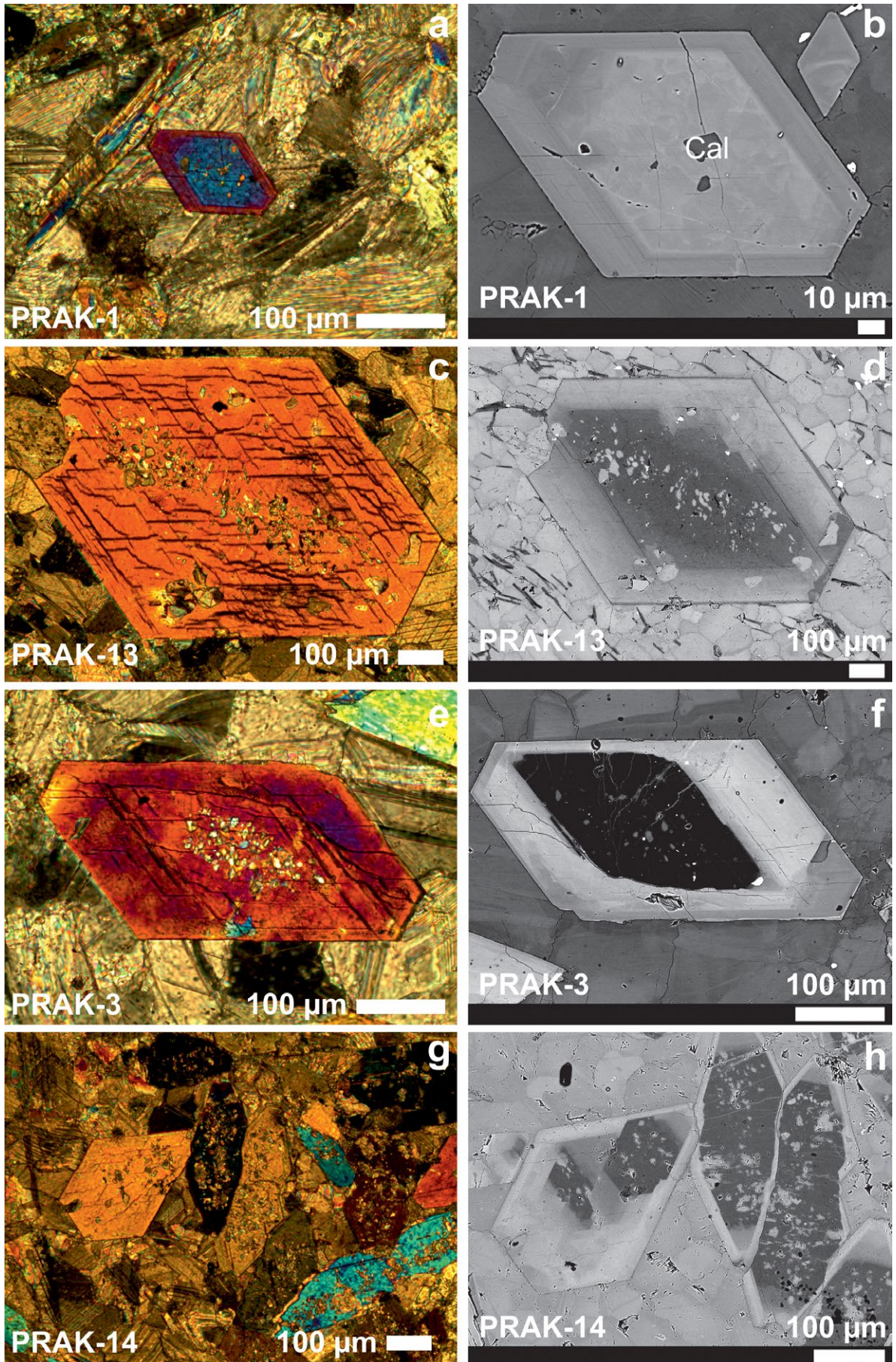
Mikrosondové analýzy boli prepočítané v zmysle klasifikácií pre amfiboly (Leake et al. 1997; Hawthorne et al. 2012) a chlority (Zane, Weiss 1998). Obsahy železa boli rozpočítané na Fe<sup>2+</sup> a Fe<sup>3+</sup> z nábojovej bilancie podľa postupu uvedeného v práci Leake et al. (1997). Klasifikácia amfibolov podľa Leake et al. (1997) bola použitá z dôvodu názornejšieho grafického vyjadrenia rozdielov v klasifikačných parametroch, ktoré sú postavené na porovnaní obsahov Si vs. Mg (Mg + Fe<sup>2+</sup>) v *apfu*, na rozdiel od klasifikácie Hawthorne et al. (2012), ktorá vychádza z porovnávania <sup>c</sup>(Al + Fe<sup>3+</sup> + 2Ti) vs. <sup>A</sup>(Na + K + 2Ca) 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).



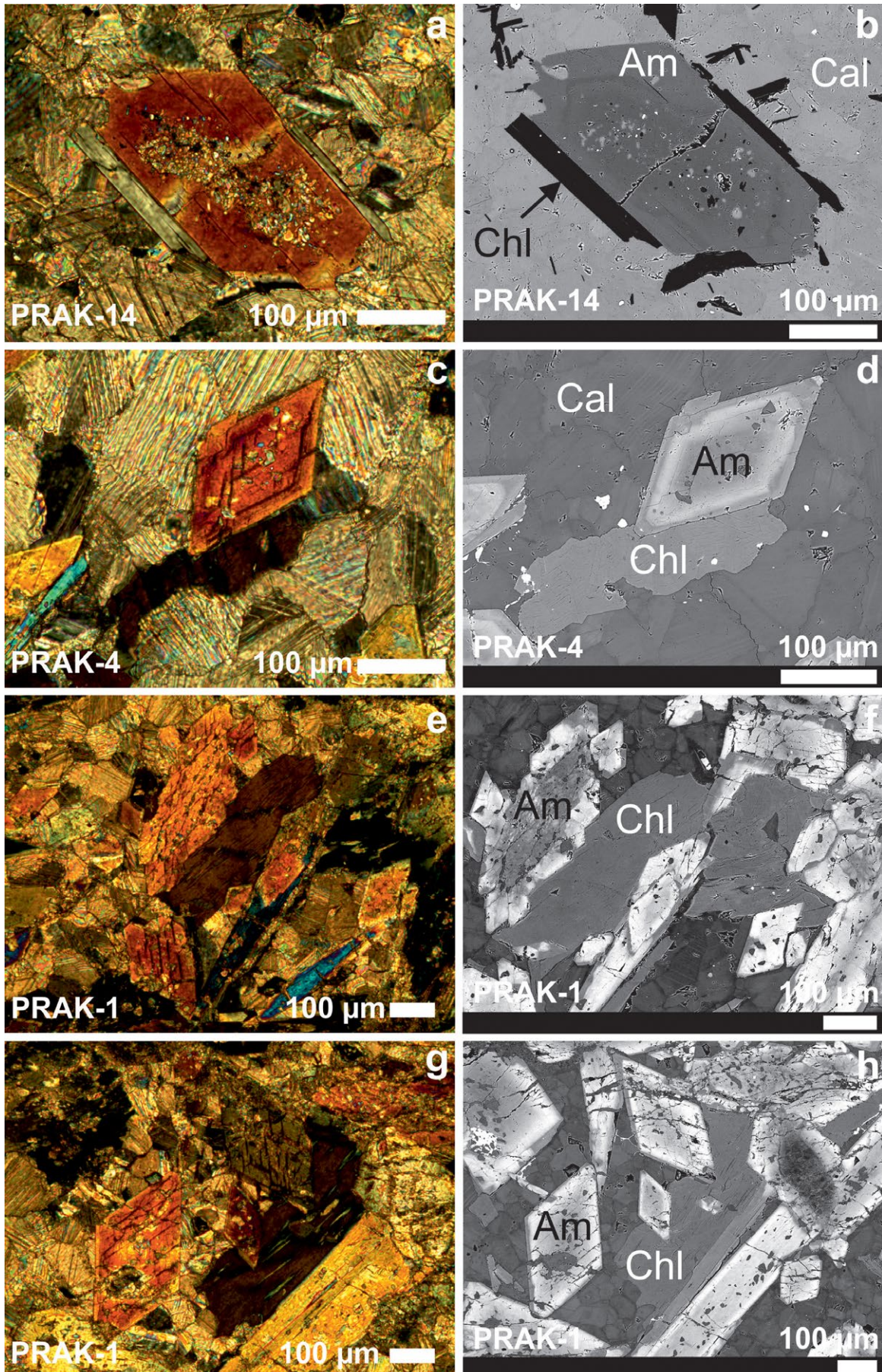
Obr. 3 Prierezy kontaktov mramorov a metabazitov z lokality Trohanka. Foto P. Ružička.





Obr. 4 Štruktúrne detaily amfibolov v mramoroch pozorované v prechádzajúcom polarizovanom svetle v skrížených nikoloch (a, c, e, g) a prejavy zonálnosti v režime BSE (b, d, f, h). Skratka Cal vyjadruje kalcit. Mikrofoto P. Ružička, BSE foto T. Mikuš.





**Obr. 5** Formy prerastania amfibolov a chloritov v mramoroch pozorované v prechádzajúcom polarizovanom svetle v skrížených nikoloch (a, c, e, g) a v režime BSE (b, d, f, h). Skratky minerálov: Cal - kalcit, Am - amfibol, Chl - chlorit. Mikrofoto P. Ružička, BSE foto T. Mikuš.



## Výsledky

### Petrografický opis

Odobraté vzorky mramorov majú masívnu textúru. V prierezoch sa v niektorých prípadoch objavuje usmerenie vo forme farebné rozdielných rovnobežných až mierne budinovaných pruhov (obr. 3a,b,c). Farba horniny je prevažne v odtieňoch bielosivej až tmavosivej. Kontakt mramorov s metabazitmi je plynulý s viditeľným vzájomným prerastaním bez výrazného ostrého ohraničenia (obr. 3c,d). Dominantné kalcitové zloženie mramorov (nad 80 obj. %) vytvára granoblastickú štruktúru, ktorú dopĺňajú porfyroblasty amfibolov (do 20 obj. %). V kolmých rezoch idiomorfne zachovaných kryštáloch amfibolov je viditeľná typická štiepateľnosť (obr. 4c,e; obr. 5c). V rámci štúdia sme zachytili koexistenciu amfibolov a chloritov vo forme priameho narastania na kryštálových plochách amfibolov (obr. 5a,b,c,d) alebo vzájomného prerastania (obr. 5e,f,g,h).

## Chemické zloženie minerálnej asociácie

### Amfiboly

Amfiboly tvoria vo všetkých vzorkách idiomorfne prizmatické kryštály s variabilným chemickým zložením, ktoré sa prejavuje rôznou zonálnosťou (obr. 4, 5). Vo vzorke PRAK-1 boli identifikované štyri typy zonálnosti amfibolov (tab. 1; obr. 6,7):

1. stred tvorí fero-aktinolit ( $X_{Mg}$  0.44 - 0.54; Si 7.67 - 7.74 *apfu*); okraj tvorí Fe chudobnejší aktinolit ( $X_{Mg}$  0.65; Si 7.79 - 7.84 *apfu*).
2. stred tvorí vysoko horečnatý aktinolit zložením blízky tremolitu ( $X_{Mg}$  0.89 - 0.90; Si 7.99 - 8.00 *apfu*); okraj tvorí aktinolit s nižším obsahom Mg ( $X_{Mg}$  0.68 - 0.73; Si 7.70 - 7.93 *apfu*).
3. stred tvorí vysoko horečnatý aktinolit zložením blízky tremolitu ( $X_{Mg}$  0.82; Si 7.96 *apfu*); okraj tvorí fero-aktinolit ( $X_{Mg}$  0.40 - 0.42; Si 7.52 - 7.62 *apfu*).
4. stred tvorí fero-aktinolit až fero-hornblend ( $X_{Mg}$  0.36 - 0.37; Si 7.39 - 7.52 *apfu*); okraj tvorí magnezio-hornblend ( $X_{Mg}$  0.59 - 0.60; Si 7.39 - 7.45 *apfu*).

Tabuľka 1 Reprezentatívne mikrosondové analýzy amfibolov vo vzorke PRAK-1

| Zóna                           | okraj  | stred  | okraj  | stred  | okraj  | stred  | okraj  | stred  |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Minerál                        | Act    | Act    | Act    | Act    | Fe-Act | Act    | Mg-Hbl | Fe-Hbl |
| SiO <sub>2</sub>               | 54.36  | 52.43  | 53.08  | 57.79  | 49.14  | 55.57  | 50.78  | 48.21  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.12   | 0.05   | 0      | 0.10   | 0.10   | 0.04   | 0.10   | 0.08   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.54   | 2.30   | 2.18   | 0.11   | 3.70   | 0.32   | 4.26   | 4.73   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0      | 0      | 0      | 0.03   | 0      | 0.02   | 0.02   | 0.06   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0      | 0.08   | 0.51   | 0      | 0.53   | 0      | 1.30   | 1.44   |
| FeO                            | 15.96  | 21.03  | 13.99  | 5.26   | 25.70  | 14.11  | 17.60  | 26.40  |
| MnO                            | 0.21   | 0.29   | 0.19   | 0.11   | 0.34   | 0.18   | 0.22   | 0.39   |
| MgO                            | 14.78  | 11.93  | 15.47  | 21.44  | 8.17   | 16.07  | 12.95  | 7.40   |
| CaO                            | 13.02  | 12.30  | 12.68  | 13.19  | 11.91  | 12.93  | 12.44  | 11.72  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.28   | 0.39   | 0.38   | 0.06   | 0.60   | 0.05   | 0.75   | 0.63   |
| K <sub>2</sub> O               | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.06   | 0.06   |
| H <sub>2</sub> O*              | 2.08   | 2.03   | 2.06   | 2.16   | 1.95   | 2.08   | 2.04   | 1.96   |
| Suma                           | 102.34 | 102.83 | 100.54 | 100.25 | 102.13 | 101.38 | 102.51 | 103.07 |
| Si <sup>4+</sup>               | 7.842  | 7.735  | 7.735  | 8.026  | 7.539  | 8.000  | 7.445  | 7.389  |
| Al <sup>3+</sup>               | 0.158  | 0.265  | 0.265  | 0      | 0.461  | 0      | 0.555  | 0.611  |
| T-sum.                         | 8.000  | 8.000  | 8.000  | 8.000  | 8.000  | 8.000  | 8.000  | 8.000  |
| Ti <sup>4+</sup>               | 0.013  | 0.006  | 0      | 0.010  | 0.012  | 0.005  | 0.011  | 0.009  |
| Al <sup>3+</sup>               | 0.104  | 0.135  | 0.109  | 0.017  | 0.208  | 0.054  | 0.181  | 0.243  |
| Cr <sup>3+</sup>               | 0      | 0      | 0      | 0.004  | 0      | 0.003  | 0.003  | 0.008  |
| Mg <sup>2+</sup>               | 3.177  | 2.623  | 3.362  | 4.439  | 1.868  | 3.450  | 2.830  | 1.690  |
| Mn <sup>2+</sup>               | 0.025  | 0.036  | 0.023  | 0.013  | 0.044  | 0.022  | 0.027  | 0.050  |
| Fe <sup>3+</sup>               | 0      | 0.008  | 0.049  | 0      | 0.053  | 0      | 0.125  | 0.144  |
| Fe <sup>2+</sup>               | 1.668  | 2.249  | 1.477  | 0.530  | 2.857  | 1.472  | 1.871  | 2.933  |
| C-sum.                         | 4.987  | 5.056  | 5.020  | 5.012  | 5.042  | 5.005  | 5.046  | 5.076  |
| Ca <sup>2+</sup>               | 2.013  | 1.944  | 1.980  | 1.962  | 1.958  | 1.995  | 1.954  | 1.924  |
| Na <sup>+</sup>                | 0      | 0.056  | 0.020  | 0.016  | 0.042  | 0.005  | 0.046  | 0.076  |
| B-sum.                         | 2.013  | 2.000  | 2.000  | 1.978  | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 2.000  |
| Na <sup>+</sup>                | 0.079  | 0.055  | 0.087  | 0      | 0.136  | 0.009  | 0.167  | 0.112  |
| K <sup>+</sup>                 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.012  | 0.011  |
| A-sum.                         | 0.079  | 0.055  | 0.087  | 0      | 0.136  | 0.009  | 0.179  | 0.122  |
| OH <sup>-</sup>                | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 2.000  |
| X <sub>Mg</sub>                | 0.66   | 0.54   | 0.69   | 0.89   | 0.40   | 0.70   | 0.60   | 0.37   |

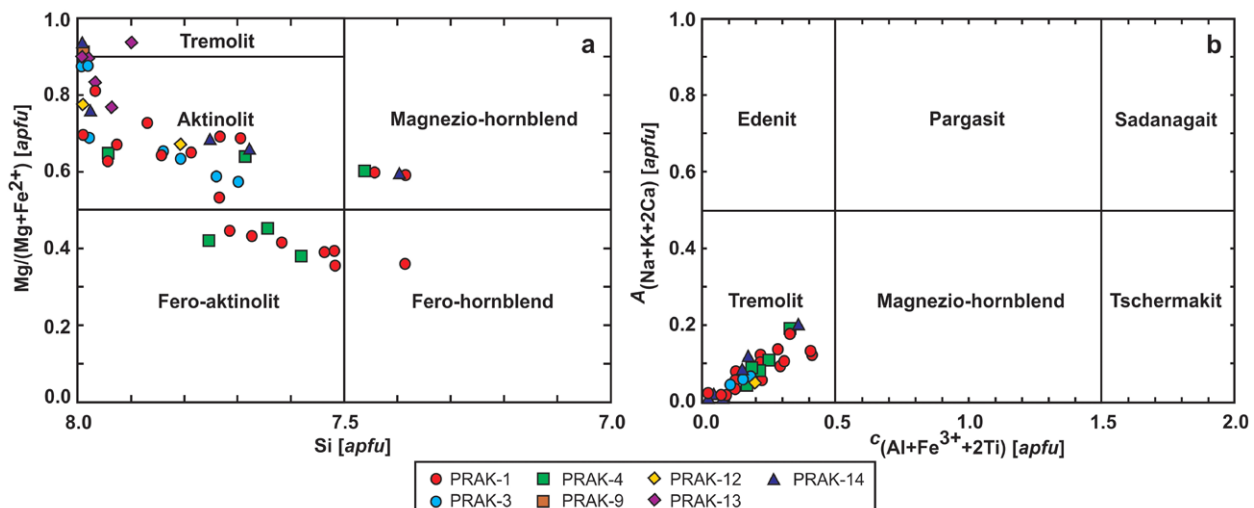
Prepočet na 13 katiónov. Skratky minerálov: Act - aktinolit, Fe-Act - fero-aktinolit,

Mg-Hbl - magnezio-hornblend, Fe-Hbl - fero-hornblend. Symbol \* vyjadruje dopočítanie H<sub>2</sub>O pre OH<sup>-</sup> na 2 *apfu*.

Tabuľka 2 Reprezentatívne mikrosondové analýzy amfibolov v mramoroch

| Vzorka                         | PRAK-3  |         |        | PRAK-4 |        | PRAK-9 | PRAK-12 |        |
|--------------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|                                | okraj 1 | okraj 2 | stred  | okraj  | stred  | stred  | okraj   | stred  |
| Zóna                           | okraj 1 | okraj 2 | stred  | okraj  | stred  | stred  | okraj   | stred  |
| Minerál                        | Act     | Act     | Act    | Act    | Fe-Act | Fe-Act | Tr      | Act    |
| SiO <sub>2</sub>               | 55.33   | 52.16   | 57.89  | 52.84  | 49.59  | 51.37  | 58.17   | 53.24  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0       | 0.13    | 0.05   | 0.08   | 0.09   | 0.07   | 0.08    | 0.03   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.17    | 2.60    | 0.10   | 2.46   | 3.54   | 2.02   | 0.05    | 0.80   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0       | 0       | 0.06   | 0      | 0      | 0      | 0       | 0.03   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0       | 0       | 0      | 0.62   | 0.12   | 0.36   | 0       | 2.01   |
| FeO                            | 14.50   | 19.28   | 5.88   | 16.25  | 26.46  | 25.44  | 4.13    | 14.12  |
| MnO                            | 0.15    | 0.21    | 0.15   | 0.21   | 0.31   | 0.34   | 0.09    | 0.24   |
| MgO                            | 15.96   | 12.76   | 21.38  | 14.40  | 8.09   | 9.16   | 22.58   | 14.36  |
| CaO                            | 13.09   | 12.25   | 13.36  | 12.57  | 11.86  | 12.11  | 13.25   | 13.92  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.03    | 0.45    | 0.09   | 0.45   | 0.56   | 0.29   | 0.02    | 0.16   |
| K <sub>2</sub> O               | 0       | 0       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0      |
| H <sub>2</sub> O*              | 2.08    | 2.03    | 2.17   | 2.06   | 1.96   | 1.99   | 2.18    | 2.04   |
| Suma                           | 101.30  | 101.88  | 101.13 | 101.94 | 102.57 | 103.14 | 100.54  | 100.93 |
| Si <sup>4+</sup>               | 7.981   | 7.698   | 7.991  | 7.688  | 7.582  | 7.753  | 7.990   | 7.808  |
| Al <sup>3+</sup>               | 0.019   | 0.302   | 0.009  | 0.312  | 0.418  | 0.247  | 0.010   | 0.192  |
| T-sum.                         | 8.000   | 8.000   | 8.000  | 8.000  | 8.000  | 8.000  | 8.000   | 8.000  |
| Ti <sup>4+</sup>               | 0       | 0.015   | 0.006  | 0.008  | 0.010  | 0.007  | 0.008   | 0.003  |
| Al <sup>3+</sup>               | 0.011   | 0.150   | 0.006  | 0.109  | 0.220  | 0.112  | 0       | 0      |
| Cr <sup>3+</sup>               | 0       | 0       | 0.006  | 0      | 0      | 0      | 0       | 0.003  |
| Mg <sup>2+</sup>               | 3.431   | 2.809   | 4.400  | 3.124  | 1.843  | 2.060  | 4.623   | 3.139  |
| Mn <sup>2+</sup>               | 0.018   | 0.027   | 0.018  | 0.026  | 0.040  | 0.043  | 0.010   | 0.030  |
| Fe <sup>3+</sup>               | 0.000   | 0.000   | 0.000  | 0.059  | 0.012  | 0.035  | 0.000   | 0.192  |
| Fe <sup>2+</sup>               | 1.516   | 2.063   | 0.589  | 1.713  | 2.932  | 2.783  | 0.411   | 1.501  |
| C-sum.                         | 4.977   | 5.063   | 5.024  | 5.040  | 5.058  | 5.042  | 5.052   | 4.867  |
| Ca <sup>2+</sup>               | 2.023   | 1.937   | 1.976  | 1.960  | 1.942  | 1.958  | 1.950   | 2.188  |
| Na <sup>+</sup>                | 0       | 0.063   | 0.023  | 0.040  | 0.058  | 0.042  | 0.005   | 0      |
| B-sum.                         | 2.023   | 2.000   | 1.999  | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 1.955   | 2.188  |
| Na <sup>+</sup>                | 0.008   | 0.066   | 0      | 0.087  | 0.109  | 0.042  | 0       | 0.046  |
| K <sup>+</sup>                 | 0       | 0       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0      |
| A-sum.                         | 0.008   | 0.066   | 0      | 0.087  | 0.109  | 0.042  | 0       | 0.046  |
| OH <sup>-</sup>                | 2.000   | 2.000   | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 2.000  | 2.000   | 2.000  |
| X <sub>Mg</sub>                | 0.69    | 0.58    | 0.88   | 0.65   | 0.39   | 0.43   | 0.92    | 0.68   |

Prepočet na 13 katiónov. Skratky minerálov: Act - aktinolit, Fe-Act - fero-aktinolit, Tr - tremolit. Symbol \* vyjadruje dopočítanie H<sub>2</sub>O pre OH<sup>-</sup> na 2 apfu.



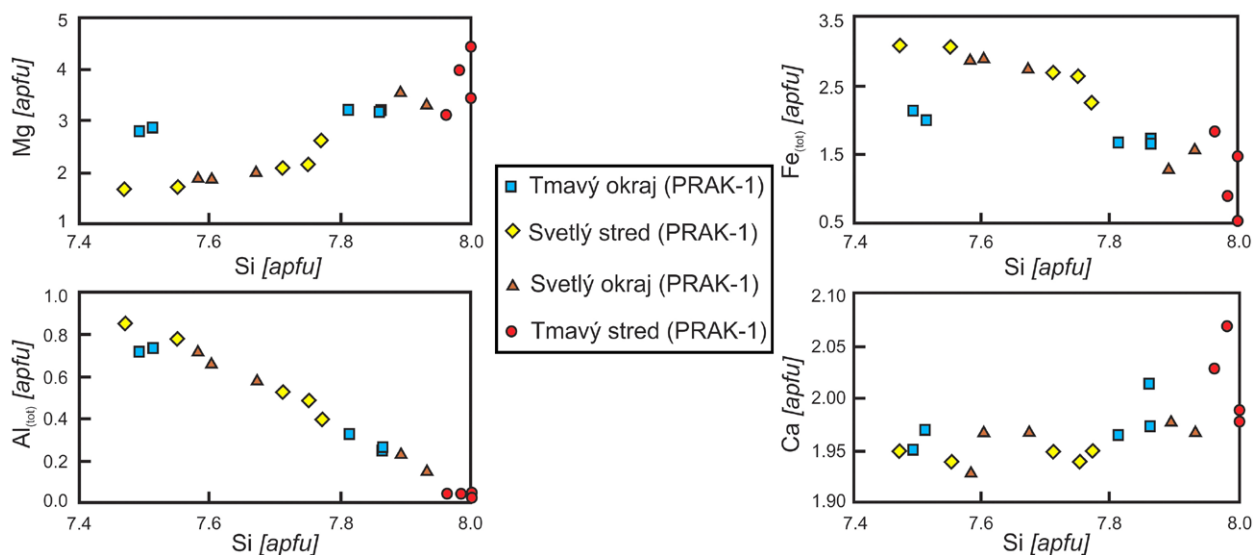
Obr. 6 Vyjadrenie variabilného zloženia analyzovaných zonálnych fáz v klasifikačných diagramoch Ca-Fe-Mg amfibolov podľa: a) Leake et al. (1997); b) Hawthorne et al. (2012).

Tabuľka 3 Reprezentatívne mikrosondové analýzy amfibolov v mramoroch

| Vzorka                         | PRAK-13 |       |        |        | PRAK-14 |           |        |        |
|--------------------------------|---------|-------|--------|--------|---------|-----------|--------|--------|
|                                | okraj   | stred | okraj  | stred  | okraj   | medzizóna | stred  |        |
| Minerál                        | Tr      | Tr    | Act    | Tr     | Tr      | Act       | Tr     |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 57.87   | 57.22 | 55.80  | 58.02  | 58.05   | 52.78     | 56.90  | 58.35  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.03    | 0.06  | 0.07   | 0.02   | 0.01    | 0.11      | 0      | 0.02   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.06    | 0.70  | 0.54   | 0.18   | 0.08    | 2.63      | 0.26   | 0.08   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0       | 0     | 0.02   | 0.06   | 0.04    | 0.09      | 0.02   | 0      |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0       | 0.59  | 0      | 0      | 0       | 0.10      | 0      | 0      |
| FeO                            | 4.62    | 2.96  | 10.93  | 4.81   | 4.02    | 15.61     | 9.27   | 3.05   |
| MnO                            | 0.04    | 0.06  | 0.20   | 0.15   | 0.13    | 0.19      | 0.19   | 0.08   |
| MgO                            | 21.85   | 22.92 | 18.09  | 22.30  | 21.89   | 14.71     | 19.02  | 22.83  |
| CaO                            | 13.39   | 12.89 | 12.97  | 12.86  | 13.31   | 12.66     | 13.21  | 13.45  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.02    | 0.07  | 0.12   | 0.10   | 0.05    | 0.50      | 0.10   | 0.07   |
| K <sub>2</sub> O               | 0       | 0.01  | 0      | 0      | 0       | 0.01      | 0      | 0.07   |
| H <sub>2</sub> O*              | 2.16    | 2.17  | 2.11   | 2.18   | 2.16    | 2.06      | 2.13   | 2.18   |
| Suma                           | 100.04  | 99.66 | 100.84 | 100.67 | 99.73   | 101.46    | 101.09 | 100.18 |
| Si <sup>4+</sup>               | 8.018   | 7.899 | 7.937  | 7.991  | 8.055   | 7.681     | 8.006  | 8.017  |
| Al <sup>3+</sup>               | 0.000   | 0.101 | 0.063  | 0.009  | 0.000   | 0.319     | 0.000  | 0.000  |
| T-sum.                         | 8.000   | 8.000 | 8.000  | 8.000  | 8.000   | 8.000     | 8.000  | 8.000  |
| Ti <sup>4+</sup>               | 0.004   | 0.006 | 0.008  | 0.002  | 0.001   | 0.012     | 0      | 0.002  |
| Al <sup>3+</sup>               | 0.009   | 0.014 | 0.027  | 0.019  | 0.013   | 0.132     | 0.043  | 0.014  |
| Cr <sup>3+</sup>               | 0       | 0     | 0.002  | 0.006  | 0.004   | 0.011     | 0.002  | 0      |
| Mg <sup>2+</sup>               | 4.513   | 4.717 | 3.835  | 4.578  | 4.528   | 3.191     | 3.990  | 4.675  |
| Mn <sup>2+</sup>               | 0.005   | 0.007 | 0.025  | 0.017  | 0.016   | 0.023     | 0.022  | 0.009  |
| Fe <sup>3+</sup>               | 0       | 0.053 | 0      | 0      | 0       | 0.010     | 0      | 0      |
| Fe <sup>2+</sup>               | 0.464   | 0.296 | 1.127  | 0.480  | 0.404   | 1.646     | 0.945  | 0.304  |
| C-sum.                         | 4.995   | 5.093 | 5.023  | 5.102  | 4.966   | 5.025     | 5.003  | 5.003  |
| Ca <sup>2+</sup>               | 1.987   | 1.907 | 1.977  | 1.898  | 1.978   | 1.975     | 1.991  | 1.980  |
| Na <sup>+</sup>                | 0.005   | 0.020 | 0.023  | 0.027  | 0.013   | 0.025     | 0.009  | 0.019  |
| B-sum.                         | 1.992   | 1.926 | 2.000  | 1.924  | 1.992   | 2.000     | 2.000  | 1.999  |
| Na <sup>+</sup>                | 0       | 0     | 0.010  | 0      | 0       | 0.116     | 0.020  | 0      |
| K <sup>+</sup>                 | 0       | 0.002 | 0      | 0      | 0       | 0.001     | 0      | 0.012  |
| A-sum.                         | 0       | 0.002 | 0.010  | 0      | 0       | 0.118     | 0.020  | 0.012  |
| OH <sup>-</sup>                | 2.000   | 2.000 | 2.000  | 2.000  | 2.000   | 2.000     | 2.000  | 2.000  |
| X <sub>Mg</sub>                | 0.91    | 0.94  | 0.77   | 0.91   | 0.92    | 0.66      | 0.81   | 0.94   |

Prepočet na báze 13 katiónov. Skratky minerálov: Tr - tremolit, Act - aktinolit.

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



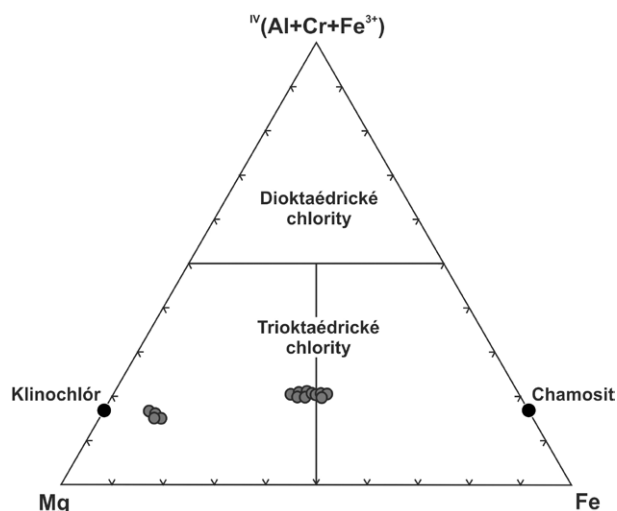
Obr. 7 Grafické zobrazenie zmien v chemickom zložení zonálnych amfibolov vo vzorke PRAK-1.



Amfiboly v ostatných vzorkách nemajú takú variabilitu zonálnosti (tab. 2, 3; obr. 6).

Vo vzorke PRAK-3 boli identifikované nasledovné typy zonálnych amfibolov:

- vysoko horečnatý aktinolit ( $X_{Mg}$  0.88 - 0.89; Si 7.99 - 8.00 *apfu*) v strede;
- menej horečnatý aktinolit ( $X_{Mg}$  0.58 - 0.64; Si 7.70 - 7.81 *apfu*) na vnútornom okraji;
- aktinolit s mierne zvýšeným obsahom Mg ( $X_{Mg}$  0.69; Si 7.98 *apfu*) na vonkajšom okraji.



Obr. 8 Zobrazenie analyzovaných chloritov v klasifikačnom diagrame (Zane, Weiss 1998).

Vo vzorke PRAK-4 je vyvinutá od stredu k okraju idiomorfných kryštálov (tab. 2; obr. 6) zonálnosť v tomto poradí: vyššie horečnatý aktinolit ( $X_{Mg}$  0.65; Si 7.94 *apfu*), fero-aktinolit ( $X_{Mg}$  0.39 - 0.46; Si 7.58 - 7.75 *apfu*), magnezio-hornblend až aktinolit ( $X_{Mg}$  0.61 - 0.65; Si 7.46 - 7.69 *apfu*). Vo vzorke PRAK-9 sú idiomorfné až hypidiomorfné takmer nezonálne tremolity ( $X_{Mg}$  0.92; Si 7.99 - 8.00 *apfu*). Idiomorfné kryštály aktinolitov vo vzorke PRAK-12 majú miestami nepravidelnú až sektorovú zonálnosť, pričom stredu sú generálne obohatené o Mg ( $X_{Mg}$  0.78; Si 8.00 *apfu*) a okraje sú bohatšie na Fe ( $X_{Mg}$  0.68; Si 7.81 *apfu*).

Vo vzorke PRAK-13 sú dva typy zonálnosti amfibolov:

- stred má zloženie tremolitu ( $X_{Mg}$  0.90 - 0.94; Si 8.00 *apfu*); okraj je tvorený vysoko horečnatým aktinolitom ( $X_{Mg}$  0.89 - 0.91; Si 8.00 *apfu*).
- stred má zloženie tremolitu až vysoko horečnatého aktinolitu ( $X_{Mg}$  0.89 - 0.90; Si 7.98 - 7.99 *apfu*) a okraj je mierne ochudobnený o Mg ( $X_{Mg}$  0.77 - 0.84; Si 7.94 - 7.97 *apfu*).

Vo vzorke PRAK-14 je takmer nezonálny tremolit ( $X_{Mg}$  0.92; Si 8.00 *apfu*) a zonálne kryštály s tremolitovým stredom ( $X_{Mg}$  0.94; Si 8.00 *apfu*), prechodnou zónou s aktinolitom mierne ochudobneným o Mg ( $X_{Mg}$  0.76 - 0.84; Si 7.98 - 8.00 *apfu*) a okrajom s ešte nižším obsahom Mg so zložením aktinolitu až magnezio-hornblendu ( $X_{Mg}$  0.60 - 0.66; Si 7.40 - 7.75 *apfu*).

#### Chlority

Na základe chemického zloženia (obr. 8) sú zastúpené dva typy chloritov: 1. klinochlór-chamosit prechodného zloženia (Fe 2.07 - 2.48 *apfu*; Mg 2.27 - 2.67 *apfu*); 2. vysoko horečnatý klinochlór (Fe 0.54 - 0.70 *apfu*; Mg 4.37

Tabuľka 4 Reprezentatívne mikrosondové analýzy chloritov v mramoroch

| Vzorka<br>minerál              | PRAK-1 |       | PRAK-3 |       | PRAK-4 | PRAK-12 | PRAK-13 | PRAK-14 |
|--------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|
|                                | Clc    | Clc   | Chm    | Clc   | Chm    | Clc     | Clc     | Clc     |
| SiO <sub>2</sub>               | 26.88  | 26.97 | 26.67  | 32.27 | 26.24  | 26.19   | 32.16   | 32.16   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.07   | 0.06  | 0.12   | 0.05  | 0.08   | 0.10    | 0.03    | 0       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18.70  | 18.96 | 18.29  | 14.71 | 18.63  | 19.17   | 15.36   | 15.65   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.09   | 0     | 0      | 0     | 0.04   | 0.11    | 0       | 0.04    |
| FeO                            | 23.35  | 24.34 | 27.52  | 8.57  | 26.59  | 24.97   | 7.61    | 7.63    |
| MnO                            | 0.27   | 0.26  | 0.27   | 0.09  | 0.28   | 0.30    | 0.06    | 0.03    |
| MgO                            | 16.87  | 16.95 | 14.17  | 29.84 | 14.71  | 15.45   | 29.95   | 30.50   |
| CaO                            | 0.04   | 0.09  | 0.11   | 0.22  | 0.13   | 0.26    | 0.27    | 0.13    |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.02   | 0     | 0      | 0.01  | 0      | 0       | 0.01    | 0.04    |
| H <sub>2</sub> O*              | 11.31  | 11.43 | 11.17  | 12.22 | 11.15  | 11.22   | 12.24   | 12.34   |
| Suma                           | 97.60  | 99.06 | 98.31  | 97.97 | 97.84  | 97.76   | 97.69   | 98.54   |
| Si <sup>4+</sup>               | 2.851  | 2.829 | 2.865  | 3.169 | 2.823  | 2.799   | 3.151   | 3.124   |
| <sup>IV</sup> Al <sup>3+</sup> | 1.149  | 1.171 | 1.135  | 0.831 | 1.177  | 1.201   | 0.849   | 0.876   |
| T-sum.                         | 4.000  | 4.000 | 4.000  | 4.000 | 4.000  | 4.000   | 4.000   | 4.000   |
| Ti <sup>4+</sup>               | 0.006  | 0.005 | 0.009  | 0.004 | 0.007  | 0.008   | 0.002   | 0       |
| <sup>VI</sup> Al <sup>3+</sup> | 1.189  | 1.172 | 1.180  | 0.871 | 1.185  | 1.214   | 0.925   | 0.916   |
| Cr <sup>3+</sup>               | 0.007  | 0     | 0      | 0     | 0.003  | 0.009   | 0       | 0.003   |
| Fe <sup>2+</sup>               | 2.072  | 2.135 | 2.472  | 0.703 | 2.393  | 2.231   | 0.623   | 0.620   |
| Mn <sup>2+</sup>               | 0.024  | 0.023 | 0.024  | 0.007 | 0.025  | 0.027   | 0.005   | 0.003   |
| Mg <sup>2+</sup>               | 2.667  | 2.650 | 2.269  | 4.368 | 2.359  | 2.461   | 4.375   | 4.418   |
| Ca <sup>2+</sup>               | 0.005  | 0.010 | 0.013  | 0.023 | 0.015  | 0.030   | 0.028   | 0.014   |
| Na <sup>+</sup>                | 0.003  | 0.001 | 0      | 0.001 | 0      | 0       | 0.002   | 0.008   |
| M-sum.                         | 5.972  | 5.995 | 5.968  | 5.977 | 5.987  | 5.981   | 5.961   | 5.982   |
| OH <sup>-</sup>                | 8.000  | 8.000 | 8.000  | 8.000 | 8.000  | 8.000   | 8.000   | 8.000   |

Prepočet na 14 aniónov. Skratky minerálov: Clc - klinochlór, Chm - chamosit.

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

- 4.44 *apfu*). Prvý typ sa vyskytuje vo vzorkách PRAK-1, PRAK-3, PRAK-4 a PRAK-12 (tab. 4) v asociácii s amfibolmi. Druhý typ, ktorý bol pozorovaný vo vzorkách PRAK-3, PRAK-13 a PRAK-14, sa objavuje v podobe izolovaných kryštálov v mramore alebo na kontakte s vysoko horečnatými amfibolmi zloženia aktinolitu až tremolitu (obr. 5).

#### Kalcit

Tvorí stredno- až hrubozrnné rekryštalizované agregáty. V rámci chemického zloženia sa hodnoty Mg v kalcite pohybujú v rozsahu od 0.003 do 0.031 *apfu*. Hodnoty Fe v kalcite sú v intervale od 0.003 do 0.008 *apfu*. Hodnoty Mn v kalcite dosahujú max. 0.005 *apfu* (tab. 5).

#### Diskusia a záver

Skúmané mramory obsahujúce amfiboly v oblasti Trohanky tvoria súčasť skarnovej mineralizácie, ktorá je viazaná na metamorfné produkty bázičného vulkanizmu gelnickej skupiny gemerika s pravdepodobným vekom vrchný silúr - devón (Grecula et al. 1995). Viacerí autori (Slávik et al. 1967; Novotný, Čížek 1979; Faryad, Peterec 1987; Koděra et al. 1990; Grecula et al. 1995; Lexa et al. 2007; Grecula, Kobulský et al. 2011) sa zamerali na štádium magnetitového zrudnenia v tejto oblasti. V rámci detailných geologicko-geofyzikálnych prác bol v zóne exokontaktu granitov južne od Prakoviec zistený výskyt žilnej U-Au mineralizácie (Novotný, Čížek 1979; Donát et al. 2000).

Vznik Fe-skarnov interpretujú Faryad a Peterec (1987) pôsobením infiltrácie hydrotermálnych fluíd v iniciálnom štádiu penetrácie granitoidov do okolitých hornín. Prenikajúce fluída v póroch alebo pozdĺž puklín mramorov 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 hornín vo vrstvách karbonátov alebo ostatných hornín, s ktorými sa navzájom striedali. Alteračný proces vyvolal miešanie zložiek rôznych hornín, ktorý bol podporený aj tektonickou aktivitou pôsobiacou na skarnové teleso.

Na základe petrologického štúdia boli rozlíšené dve štádiá skarnovej mineralizácie. Prvé štádium v pyroxénovej a granátovej 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.

Na základe detailného mikroskopického a analytického výskumu bola v kontaktnej zóne mramorov a metabazitov na lokalite Trohanka pri Prakovciach zistená chemická zonálnosť amfibolov. Zo skúmaných vzoriek boli identifikované v rámci amfibolov chemicky rozdielne zóny medzi stredom a okrajom jednotlivých kryštálov. Prechody v rámci zonálnosti sú medzi tremolitom a aktinolitom, aktinolitom a fero-aktinolitom, magnezio-hornblendom a fero-hornblendom.

Pomocou zonálnosti amfibolov je možné študovať metamorfný vývoj. Balen et al. (1997) zistili priamu závislosť vplyvu zonálnosti amfibolov na progresívny charakter metamorfózy. Zamerali sa na sledovanie rozdielov v obsahoch Si a Mg vo vzťahu medzi stredom a okrajmi kryštálov amfibolov, ktoré priamo ovplyvňovali aj obsahy Al, Na a Ti. Zmeny v chemickom zložení amfibolov Balen et al. (1997) interpretovali cez prebiehajúce reakcie s koexistujúcimi minerálmi počas prechodu z fácie zelených bridlic do amfibolitovej fácie. Práve zmeny tlakovo-teplotných podmienok sú priamo zaznamenávané v prográdnom raste amfibolov. K podobnému záveru prišli aj Miri et al. (2016), ktorí pri štúdiu zonálnosti v jadre smerom k okraju amfibolov mali zvýšené obsahy Al, Fe, Na a K, ale zároveň sa znižovali obsahy Si a Mg v súlade s nárastom metamorfného stupňa. Kryštály amfibolov počas rastu v metamorfnom procese citlivo reagujú na zmeny teploty, tlaku, chemického zloženia a fluíd.

V skúmaných amfibolov je názorne zobrazený príklad variability chemickej zonálnosti zachytený vo vzorke PRAK-1 (obr. 7). Z porovnania rozdielnych hodnôt prvkov

**Tabuľka 5** Reprezentatívne mikrosondové analýzy kalcitu v mramoroch

| hm. %             | 1     | 2     | 3      | 4     | 5     | 6     | 7     |
|-------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| FeO               | 0.46  | 0.24  | 0.44   | 0.54  | 0.26  | 0.43  | 0.37  |
| MnO               | 0.35  | 0.33  | 0.31   | 0.25  | 0.30  | 0.23  | 0.23  |
| MgO               | 0.27  | 0.25  | 0.30   | 1.23  | 0.13  | 1.06  | 1.01  |
| CaO               | 54.11 | 54.24 | 55.00  | 53.25 | 55.00 | 53.33 | 53.48 |
| CO <sub>2</sub> * | 43.26 | 43.22 | 43.98  | 43.67 | 43.65 | 43.47 | 43.57 |
| Suma              | 98.43 | 98.27 | 100.03 | 98.94 | 99.34 | 98.51 | 98.66 |
| Fe <sup>2+</sup>  | 0.007 | 0.003 | 0.006  | 0.008 | 0.004 | 0.006 | 0.005 |
| Mn <sup>2+</sup>  | 0.005 | 0.005 | 0.004  | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.003 |
| Mg <sup>2+</sup>  | 0.007 | 0.006 | 0.007  | 0.031 | 0.003 | 0.027 | 0.025 |
| Ca <sup>2+</sup>  | 0.982 | 0.986 | 0.982  | 0.958 | 0.989 | 0.964 | 0.966 |
| Suma              | 1.000 | 1.000 | 1.000  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Prepočet na 3 kyslíky. Symbol \* vyjadruje dopočítanie CO<sub>2</sub>.



(Si vs. Mg, Fe<sub>tot</sub>, Al<sub>tot</sub>, Ca) boli identifikované hlavné trendy v zonálnosti medzi svetlým stredom a tmavým okrajom a naopak medzi tmavým stredom a svetlým okrajom kryštálov amfibolov. Identifikované príklady variability chemickej zonálnosti amfibolov v mramoroch na lokalite Trohan-ka pri Prakovciach sú odrazom ich genetického vývoja v rámci termálnych zón skarnovej mineralizácie, ktoré sa vytvorili počas kontaktnej metamorfozy.

### 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 kvalitatívnemu rukopisu.*

### Literatúra

- BAČIK 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, SNOPKO L, VOZÁR J, VOZÁROVÁ A (1984) Geologická mapa Slovenského rudohoria, východná časť 1: 50 000. ŠGÚDŠ, Bratislava
- BALEN D, BERMANEC V, MARCI V (1997) Compositional zoning in amphibole from amphibole bearing parageneses of West Psunj (Croatia): Evidence for progressive metamorphism? *Geol Croat* 50(1): 7-15
- 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.
- 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
- GRECULA P (ED), ABONYI A, ABONYIOVÁ M, ANTAŠ J, BARTALSKÝ B, BARTALSKÝ J, DIANIŠKA I, DRNZÍK E, ĎUĐA 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
- HAWTHORNE CF, OBERTI R, HARLOW G, MARESCH VW, SCHUMACHER CJ, WELCH M (2012) Nomenclature of the amphibole supergroup. *Am Mineral* 97: 2031-2048
- KODÉRA M (ED), ANDRUSOVÁ-VLČEKOVÁ G, BELEŠOVÁ O, BRITKOVÁ 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 metalogenetickej 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
- MIRI M, SEPAHI AA, ALIANI F, MAANJOU M (2016) Chemical zoning of Ca-amphiboles in amphibolites, from the Hamedan area, West Iran. *Arab J Geosci* 9: 619
- NOVOTNÝ L, ČÍŽEK P (1979) Nový výskyt uránu a zlata južne od Prakoviec v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Mineral Slov* 11(2): 188-190
- 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
- RADVANEK M, GRECULA P (2016) Geotectonic and metallogenetic evolution of Gemericum (Inner Western Carpathians) from Ordovician to Jurassic. *Mineral Slov* 48(2): 105-118
- RADVANEK M, KONEČNÝ P, NÉMETH Z, GRECULA P (2007) P-T-t dráha a lokálne anatektické tavenie metapelitu s prímiesou psamitického kremeňa vo variskej metamorfoze gemerika. *Mineral Slov* 39(1): 1-44
- RUIZ CRUZ MD (2010) Zoned Ca-amphibole as new marker of the alpine metamorphic evolution of phyllites from the Jubrique unit (Alpuja'rride complex, Betic cordillera, Spain). *Mineral Mag* 74: 773-796
- SIVOLA 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
- ZANE A, WEISS Z. (1998) A procedure for classifying rock-forming chlorites based on microprobe data. *Rend Fis Acc Lincei* 9(1): 51-56
- ZENK M, SCHULZ B (2004) Zoned Ca-amphiboles and related P-T evolution in metabasites from the classical Barrovian metamorphic zones in Scotland. *Mineral Mag* 68: 769-786