

Sľudy a chlority ako indikátory podmienok metamorfózy karbonátových hornín gelnickej skupiny južného gemerika (Slovenská republika)

Micas and chlorites as indicators of metamorphic conditions of carbonate rocks of the Gelnica Group in the Southern Gemericum (Slovak Republic)

PAVOL MYŠĽAN^{1,2)*} A PETER RUŽIČKA²⁾

¹⁾Ústav vied o Zemi Slovenskej akadémie vied, v.v.i., Dúbravská cesta 9, P. O. BOX 106, 840 05 Bratislava, Slovenská republika; *e-mail: myslavl.pavol@gmail.com

²⁾Katedra mineralógie, petrológie a ložiskovej geológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovenská republika

MYŠĽAN P, RUŽIČKA P (2022) Sľudy a chlority ako indikátory podmienok metamorfózy karbonátových hornín gelnickej skupiny južného gemerika (Slovenská republika). Bull Mineral Petrolog 30(1): 108-123 ISSN 2570-7337

Abstract

Investigated metacarbonates are located in the Early Paleozoic rocks of Southern Gemericum unit, Slovakia. Metacarbonates are part of Vlachovo Formation (Tichá Voda, Stará Voda) and Bystrý potok Formation (Betliar, Čučma, Malá Hekerová, Smolník - Mária Terézia, Holec). Detailed studies indicated metamorphic pressure-temperature (P-T) conditions of 3 - 7 kbar at 330 - 370 °C for the Gelnica Group. The calculated P-T conditions were verified using chlorite geothermometer and phengite geobarometer. Mineral association of metacarbonates consists of Si rich (3.10 - 3.35 *apfu*) phengitic micas, Fe-Mg chlorites (clinochlore and chamosite), quartz, K-feldspars and accessory fluorapatite. Micas and Mg-Fe chlorites originated from metamorphic recrystallization of clay material with incorporations of basic pyroclastic material during the regional metamorphism of pelitic protolith, which sedimented continuously with carbonates. Metacarbonates belong to the upper parts of Gelnica Group, which were metamorphosed under the greenschist facies conditions.

Key words: muscovite, chlorite, metamorphic conditions, metacarbonate, Gelnica Group, Gemeric unit, Slovak Republic

Obdrženo 21. 3. 2022; přijato 16. 5. 2022

Úvod

Predkladaný článok je zameraný na stanovenie tlakovo-teplotných (pT) podmienok metamorfózy karbonátových hornín prostredníctvom svetlých sľúd a chloritov, ktoré tvoria integrálnu súčasť ich minerálneho zloženia a majú genetický význam v rámci skúmanej litologickej sekvencie južného gemerika Západných Karpát. Vybrané boli lokality, v rámci ktorých sa vyskytujú metakarbonáty bez Mg-Fe metasomatických premien, ktoré si zachovali primárny metamorfný charakter. Prezentované analytické údaje o chemickom zložení dominantne zastúpených silikátov v metakarbonátoch južného gemerika prinášajú nové informácie, ktoré svojim rozsahom doteraz neboli publikačne spracované.

Geologická charakteristika

Skúmaná oblasť s výskytmi metakarbonátov patrí do gelnickej skupiny južného gemerika na základe litostratigrafickej koncepcie Bajaníka et al. (1983; 1984). Gelnická skupina je metamorfovaná formácia s polygenetickým a polycyklickým vývojom, ktorá si zachovala flyšoidné znaky pôvodnej sedimentácie so synchronným acidným a lokálne bázičným vulkanizmom. Cyklicky usporiadané sekvencie obsahujú metapiepskovce a metapelity asociované s

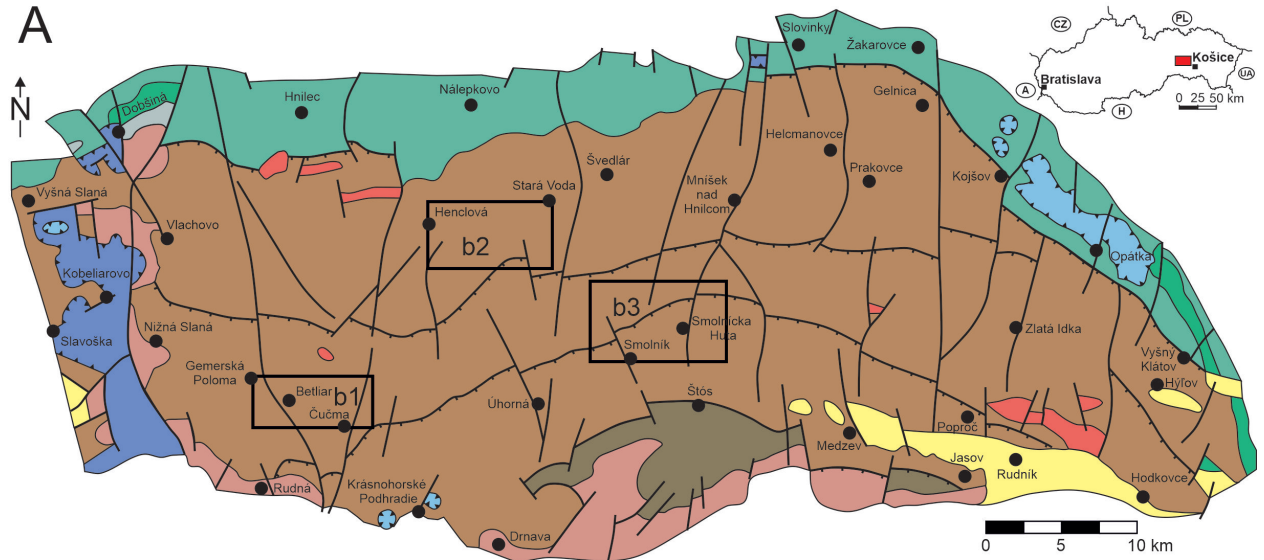
metavulkanoklastikami. Biostratigraficky sa gelnická skupina smerom od podložia k nadožiu rozdeľuje na vlachovské súvrstvie, súvrstvie Bystrého potoka a drnavské súvrstvie. Šošovky metakarbonátov sa lokálne vyskytujú vo vrchných častiach všetkých troch súvrství gelnickej skupiny, ktoré sú asociované s polohami metalyditov vo fylitových pruhoch (Bajaník et al. 1983; Vozárová 1993).

Gelnická skupina má biostratigraficky stanovený vek v rozsahu vrchné kambrium - spodný devón (Snopková, Snopko 1979; Papšíková, Greula 1983; Ivanička et al. 1989; Vozárová et al. 1998, 1999; Soták et al. 1999, 2000). U-Pb SHRIMP datovanie zirkónov z ryolitových metavulkanoklastík gelnickej skupiny potvrdilo vulkanickú aktivitu, ktorá prebiehala v rozpätí neskorého kambria až ordoviku, na základe priemerných vekov zirkónov z vlachovského súvrstvia 494 ± 1.6 Ma, zo súvrstvia Bystrého potoka 465.8 ± 1.5 Ma a z drnavského súvrstvia 463.9 ± 1.7 Ma (Vozárová et al. 2010), ktoré sú porovnateľné s biostratigrafickým datovaním. Zirkóny z metavulkanitov z lokality Helcmanovce majú vek 482 ± 6 Ma (Putiš et al. 2008). U-Pb SHRIMP veku magmatických zirkónov z južného gemerika preukázali acidný až intermediárny kontinentálny vulkanizmus s maximálnymi aktivitami vo furongu (~ 492 Ma), tremadoku (~ 481 Ma) a dariwilu (~ 464 Ma). Dariwilská vulkanická aktivita bola predĺžená do ordoviku s najvyššou aktivitou 453

Ma, v rámci súvrstvia Bystrý potok (Vozárová et al. 2016).

Stavba gelnickej skupiny má podobu pruhov vplyvom variského a alpínskeho vrásnenia a metamorfózy. Základné znaky variského vývoja gelnickej skupiny zostali zachované aj po alpínskom tektonickom prepracovaní, ktoré

pôsobili na variskú stavbu deštručne (Ilavský 1974; Greclula et al. 1995; Lexa et al. 2002). Staropaleozoické horninové komplexy gelnickej skupiny boli regionálne metamorfované v podmienkach fácie zelených bridlic (Faryad 1991, 1995, 1997; Vozárová 1993). Na základe b_0 hodnôt



Legenda k tektonickej mape:

Severné gemerikum

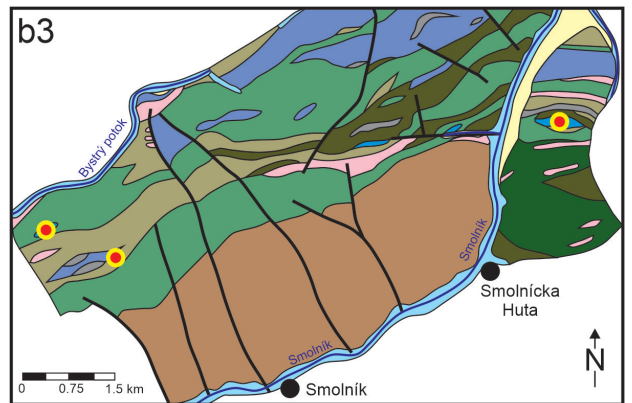
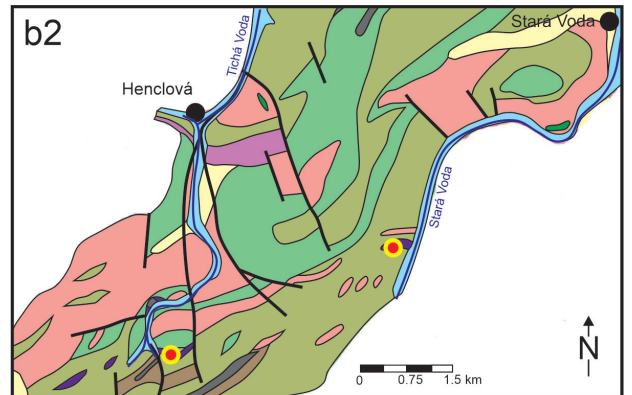
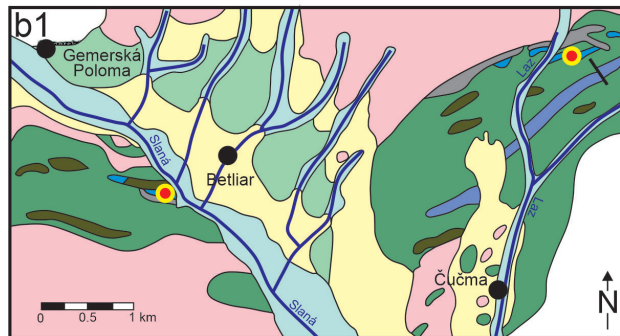
- Rakovecká skupina
- Klátovská skupina
- Obalové formácie

Južné gemerikum

- Gelnická skupina
- Štóske súvrstvie
- Obalové formácie

Meliatikum

- Meliatikum
- Silicikum
- Granitoidy
- Kvärtér



Legenda ku geologickým mapám:

Južné gemerikum - gelnická skupina (kambrium - devón)

Súvrstvie Bystrého potoka

- Muskoviticko-grafitické fylity
- Muskoviticko-chloritické fylity
- Kremenno-muskovitické a grafiticko-muskovitické fylity
- Kremenné fylity
- Kremenné metadroby
- Ryolitové metapyroklastiká
- Metalydity
- Metakarbonáty

Vlachovské súvrstvie

- Bazaltové metapyroklastiká
- Muskoviticko-grafitické fylity
- Kremenno-muskovitické a chloriticko-muskovitické fylity
- Kremenné fylity
- Kremenné metadroby
- Metaryolity a ryolitové metapyroklastiká
- Metalydity
- Metakarbonáty

Drnavské súvrstvie

- En bloc

Gočaltovská skupina - rožňavské súvrstvie (perm)

- Oligomiktné metazlepence

Príkrov Börky - jasovské a bučinské súvrstvie (perm)

- Metaryolity, metadacity a ich vulkanoklastiká

Kvärtér

- Proluviálne sedimenty
- Fluviálne sedimenty
- Deluviálne sedimenty

Označenie lokality

- Označenie lokality
- Vodné toky
- a) Zlomy, b) Prešmyky
- c) Príkrovové línie

Ob. 1 Skúmané oblasti s výskytmi metakarbonátov gelnickej skupiny južného gemerika zobrazené v tektonickej mape (Bezák et al. 2004) a jednotlivé detaily lokalít zobrazené v geologickej mape (Bajaník et al. 1984).

muskovitov z fylitov boli stanovené podmienky metamorfózy v teplotnom intervale 350 - 370 °C pri tlaku 3 - 5 kbar (Sassi, Vozárová 1987; Mazzoli, Vozárová 1989; Vozáro-

vá 1998). Staropaleozoický vývoj gemitika je považovaný za riftogénny (Grecula 1982; Grecula et al. 1995, 2011; Grecula, Radvanec 2005; Radvanec, Grecula 2016).



Obr. 2 Lokality skúmaných metakarbonátov: a) opustený kameňolom v Tichovodskej doline; b) opustený kameňolom v Starovodskej doline; c) metakarbonátová šošovka v Čučme; d) halda v banskom poľi Július na vrchu Turecká pri Betliari; e) odkryv metakarbonátov v Malej Hekerovej; f) odkryv metakarbonátov v okolí kóty Holec; g) detail laminácie v metakarbonátoch z lokality Holec; h) detail kontaktu metakarbonátov s grafiticko-muskovitickými fylitmi v štólňi Mária - Terézia pri Smolníku. Terénne fotografie vyhotovil v mesiacoch apríl až júl 2020 - 2021 P. Ružička.

Lokalizácia metakarbonátov v severnejšom fylitovom pruhu vlachovského súvrstvia

Fylitové pruhy gelnickej skupiny sú v geologických mapách zobrazené ako zdanlivo nesúvislé a izolované s prerušovaným priebehom (Fusán, Máška 1956). Porušená kontinuita spôsobila nerovnomernú distribúciu výskytov metakarbonátov vo fylitových pruhoch. Metakarbonáty sú s okolitými fylitmi v ostrom styku alebo do seba pozvoľne prechádzajú (Vážna 1984; Vážna et al. 1986). V nadloží ryolitových metavulkanoklastík leží pruh jemne laminovaných tmavých fylitov (kremenno-muskovitické, muskovitické, chloriticko-muskovitické, muskoviticko-grafitické) s polohami metalyditov a šošovkami metakarbonátov.

Severnejší fylitový pruh s výskytom metakarbonátov, ktorý prechádza od Nižnej Slanej (Gampel) cez Podšúľovú a Volovec do Tichej a Starej Vody, je zaradený k najvrchnejším častiam vlachovského súvrstvia spodno- až strednosilúrskeho veku (Snopková, Snopko 1979).

Tichovodská dolina

Metakarbonáty sú situované v tmavosivých až čiernych grafiticko-muskovitických fylitoch. Na okrajoch metakarbonátovej šošovky v blízkosti styku s podložnými a nadložnými fylitmi sú laminované, lavicové stredno- až jemnozrnné biele a sivé typy. Centrálnu časť šošovky hrubú cca 25 m, odkrytú v opustenom kameňolome, tvoria lavicové masívne, sivé a biele hrubokryštalické typy príp. laminované metakarbonáty. Na styku metakarbonátov s fylitmi sú vyvinuté 2 až 3 m zóny strednozrnných Fedolomitov hnedobielej farby. Pribúdanie Fe zložky súvisí s lokálnymi účinkami metasomatózy (Ilavský, Kantor 1965).

Vzorky metakarbonátov boli odobraté z opusteného kameňolomu v okolí Šedovskej skaly (kóta 969), ktorý sa nachádza v nadmorskej výške 940 m. Súradnice lokality sú 48°45'30.4"N 20°35'39.8"E (obr. 1; obr. 2a).

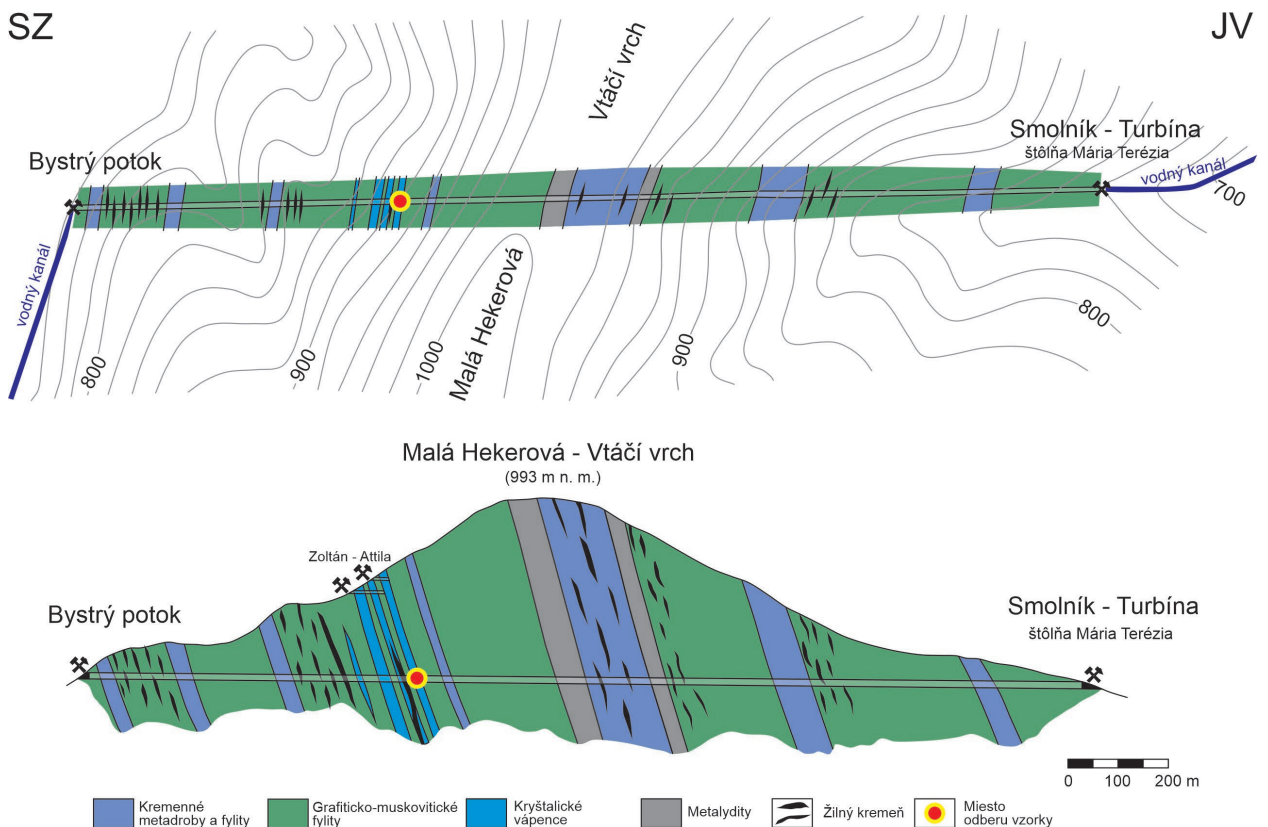
Starovodská dolina

Metakarbonáty sa vyskytujú v Starovodskej doline cca 1.2 km od kóty 1218 Suchý vrch (Ivanička 1968). Vzorky metakarbonátov boli odobraté z opusteného kameňolomu, ktorý sa nachádza v nadmorskej výške 770 m. Súradnice lokality sú 48°46'18.9"N 20°38'05.5"E (obr. 1; obr. 2b).

Lokalizácia metakarbonátov v južnejšom fylitovom pruhu súvrstvia Bystrého potoka

Najvrchnejšie sekvencie súvrstvia Bystrého potoka, v nadloží ryolitových metavulkanoklastík, reprezentujú tmavosivé až čierne jemne laminované muskoviticko-grafitické až grafitické fylity. S fylitmi sú asociované polohy metalyditov a šošovky metakarbonátov. V okolí Smolníckej Huty sa na lokalite Holec namiesto grafitických fylitov vyskytujú zelenkasté muskoviticko-chloritické fylity. Zvýšené množstvo chloritu v ich minerálnom zložení je odrazom bázičnejšieho charakteru synsedimentárneho vulkanizmu (Ilavský, Mrožek 1960; Vozárová, Ivanička 1993). Produkty bázičného vulkanizmu, ktorý je syngenetický s acidným vulkanizmom, sú v súvrství Bystrého potoka zastúpené len lokálne, napr. v Čučme bazaltovými metapyroklastikami, ktoré asociujú s metakarbonátmi (Kantor 1954; Fusán, Máška 1956; Ivanov 1960, 1965; Ružička et al. 2021).

Južnejší fylitový pruh s výskytom metakarbonátov vrchnosilúrskeho veku (Snopková, Snopko 1979) prechádza od Hankovej cez Kobeliarovo, Nižnú Slanú (Manó), Betliar, Čučmu do Bystrého potoka (Malá Hekerová) až na Holec severne od Smolníckej Huty (Bajaník et al. 1983). Obsahuje metakarbonáty asociované s metamorfovanou Mn-mineralizáciou. Zvýšený obsah mangánu v metakarbonátoch indikuje pôvodné hlbokovodné podmienky sedimentácie. Metakarbonáty s obsa-



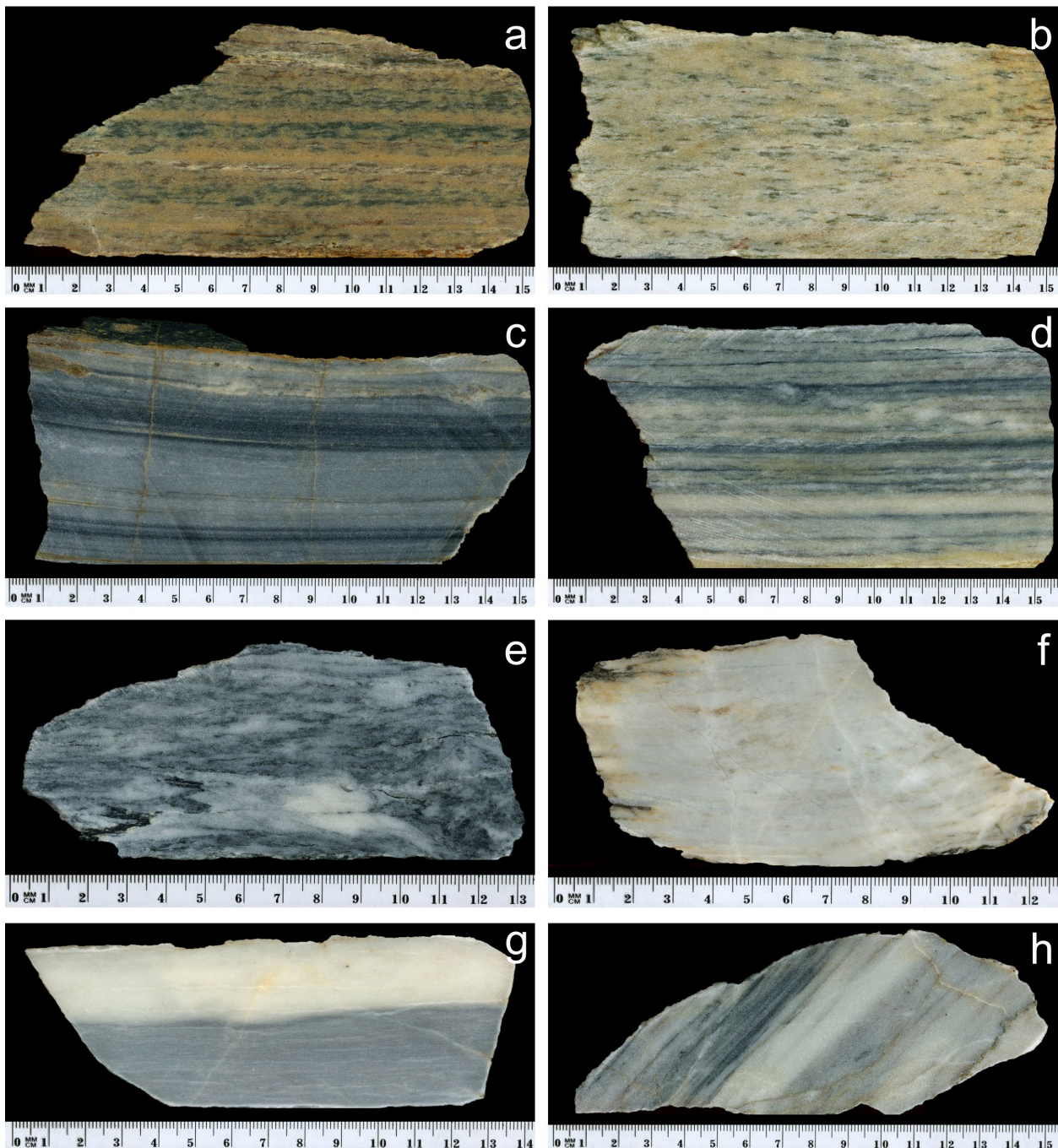
Obr. 3 Profil štólne Mária Terézia pri Smolníku (Ilavský, Kantor 1965) s lokalizáciou odberu vzorky.

hom Mn sú geneticky spojené s oceánskym prostredím (Vozárová, Ivanička 1993). Metamorfované mangánové mineralizácie exhalčno-sedimentárneho pôvodu v metakarbonátoch gelnickej skupiny sa vyvíjali vplyvom submarinných vulkanických erupcií bázického zloženia, ktoré sa považujú za zdroj mangánu. Roztoky s obsahom Mn prenikli do karbonátových šošoviek, ktoré boli neskôr metamorfované (Kantor 1953a, 1954; Ilavský 1962, 1974; Pecho et al. 1981). Na precipitácii mangánu sa podieľali aj diagenetické procesy s aktívnym zapojením organického materiálu (Rojkovič 1999, 2000, 2001). Vrstvy mangánovej mineralizácie v šošovkách metakarbonátov ležia konkordantne v muskoviticko-grafitických fylitoch (Drnzík et al. 1973; Lexa et al. 2002).

Čučma - Čierna baňa

Šošovky metakarbonátov s polohami Mn-mineralizácie v podobe stratiformných vrstiev sú situované cca 2 km severovýchodne od obce Čučma na západnom svahu Strednej hory (Grecula et al. 1995, 2002, 2011). Pravidelné konkordantné uloženie šošoviek metakarbonátov s okolitými chloriticko-grafitickými fylitmi bolo preukázané vo vrtoch Sb-1 a Sb-2, ktoré riešili hĺbkové pokračovanie žily Vincent v Čučme (Pecho et al. 1981).

Vzorka metakarbonátov bola odobratá zo šošovky, v blízkosti lesnej cesty pri rampe, ktorá sa nachádza v nadmorskej výške 489 m. Súradnice lokality sú 48°42'31.9"N 20°32'55.6"E (obr. 1; obr. 2c).



Obr. 4 Prierezy skúmaných vzoriek metakarbonátov: a, c) Holec; b) Malá Hekerová; d) Betliar; e) Stará Voda; f) Čučma; g) Tichá Voda; h) Smolník - štôľňa Mária Terézia. Foto P. Ružička.

Betliar - Turecká

Výskyt metakarbonátov s polohami mangánovej mineralizácie sa nachádza cca 1 km juhozápadne od Betliara na severovýchodnom úpätí Tureckej (Grecula et al. 1995, 2002, 2011). Vzorky metakarbonátov boli odoberané z haldy v banskom poli Július, ktorá sa nachádza v nadmorskej výške 420 m. Súradnice lokality sú 48°41'55.1"N 20°29'27.3"E (obr. 1; obr. 2d).

Malá Hekerová - Bystrý potok

Výskyt metakarbonátov s mangánovou mineralizáciou je situovaný v povodí Bystrého potoka na severozápadnom svahu hrebeňa od Malej Hekerovej (kóta 1089) po Veľký Vtáčí vrch (kóta 1121) cca 4 km severozápadne od Smolníka (Kantor 1953b; Gargulák et al. 1985; Grecula et al. 1995, 2002, 2011). Vzorka bola odobratá z odkryvu, ktorý sa nachádza v nadmorskej výške 969 m. Súradnice lokality sú 48°44'51.0"N 20°41'21.8"E (obr. 1; obr. 2e).

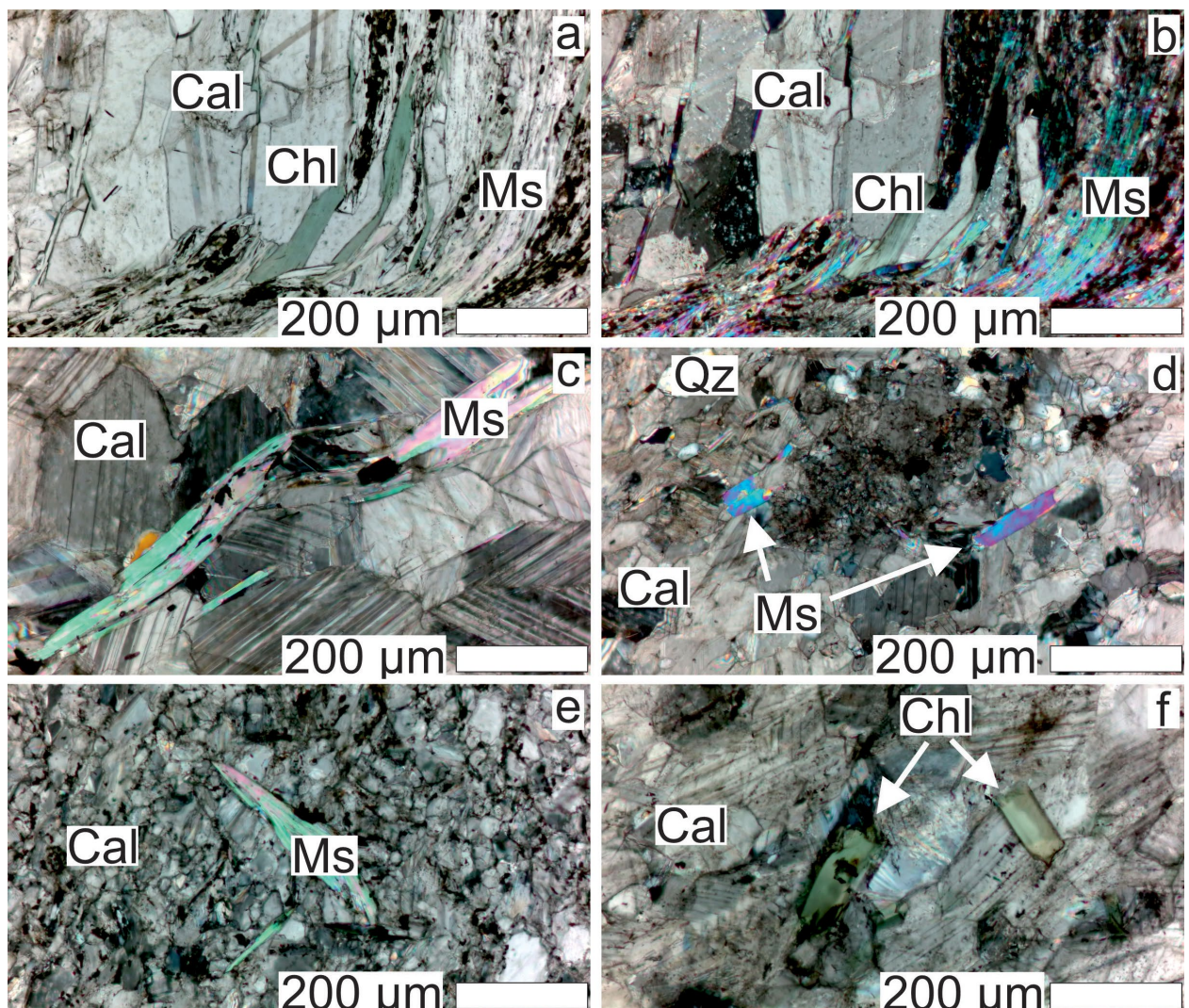
Smolník - štôlna Mária Terézia

Metakarbonáty boli odkryté v štôlni Mária Terézia (obr. 3), ktorá spája dolinu Bystrého potoka na severe s dolinou Smolníckeho potoka na juhu. Štôlna je priechodovým

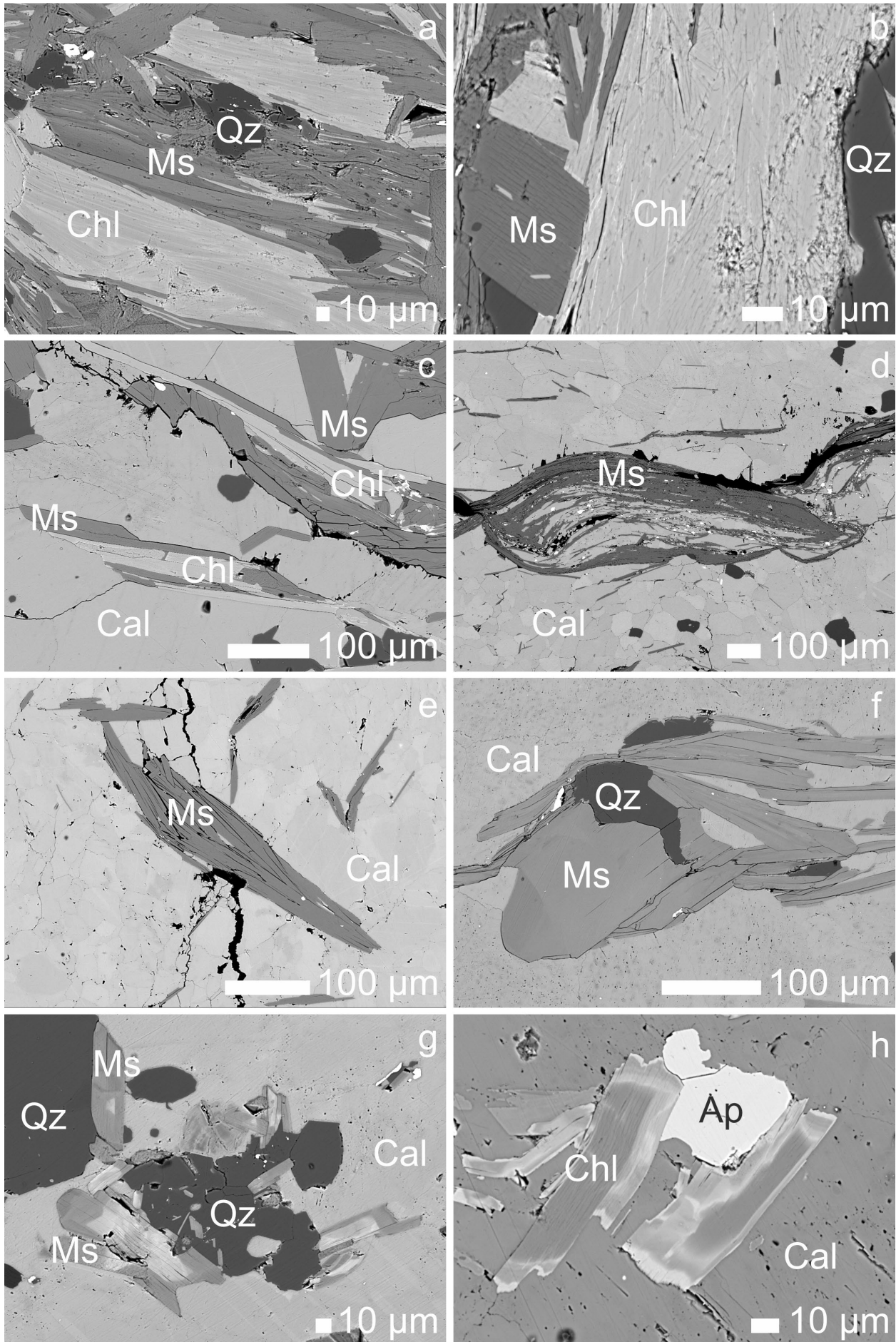
vodným kanálom Bystrého potoka do bočnej doliny Turbíny na severozápadnom okraji Smolníka.

Približne 650 m od ústia štôlny v Bystrom potoku sú odkryté štyri šošovky metakarbonátov, ktorých hrúbky sú od severu k juhu dosahujú cca 10 m, 5 m, 6 m a 7 m (Kantor 1953b). Sprievodnými horninami sú grafitické a grafiticko-muskovitické fylity s polohami metalyditov a metapieškovcov. Hrubo- až strednozrnné metakarbonáty majú bielu až sivú farbu, miestami na styku s okolitými fylitmi sú hnedkasté od prímеси železa. V podloží a nadloží majú jemnozrnný vývoj a obsahujú prímеси muskovitu, chloritu, kremeňa a grafitu (Ilavský, Kantor 1965). Z profilu štôlny Mária Terézia (obr. 3) nie je viditeľné prepojenie s metamórnou mangánovou mineralizáciou z prieskumných prác na Malej Hekerovej (Kantor 1954). Štôlna s celkovou dĺžkou cca 1986 m je vyrazená v grafitických fylitoch, ktoré sa vo vstupnej časti striedajú s bielymi metapyroklastikami (Gazdačko et al. 2020).

Miesto odberu vzoriek metakarbonátov je vyznačené v profile štôlny (obr. 3). Poloha vstupu do štôlny zo strany Smolníka-Turbíny sa nachádza v nadmorskej výške 741 m. Súradnice lokality sú 48°44'20.1"N 20°42'24.9"E (obr. 2h).



Obr. 5 Mikroskopické detaily distribúcie muskovitu (Ms) a chloritu (Chl) v metakarbonátoch kalcitového (Cal) zloženia pozorované v prechádzajúcom polarizovanom svetle: a, b) Holec pri jednom nikole (PPL) a v skrížených nikoloch (XPL); c) Betliar (XPL); d) Čučma (XPL); e) Tichá Voda (XPL); f) Smolník - štôlna Mária Terézia (XPL). Foto P. Ružička.



Holec - Smolnícka Huta

Metakarbonáty zastúpené šošovkami kryštalických vápencov sa nachádzajú cca 2 km severozápadne od Smolníckej Huty v okolí kóty Holec (804 m n. m.). Z pôvodných textúrnych znakov si zachovali jemnú lamináciu, ktorú zvyrazňuje grafitická prímes (Ivanička 1972, 1973). Pozostatky ťažby predstavujú stavby kruhového prierezu s priemerom cca 2.5 m vykladané mramorom a opustený kameňolom s rozmermi 50 x 20 m. V závislosti od hornín, s ktorými metakarbonáty asociujú, majú sivé (vystupujú spolu s grafitickými fylitmi), hnedasté (s rhyolitovými metavulkanoklastikami) alebo zelenkavé (s bazaltovými metapyroklastikami) sfarbenie. Rôzne farebné variety odzrkadľujú prostredie, v ktorom vápence sedimentovali a následne boli rekrystalizované na mramory (Gazdačko

et al. 2020). Oblasť kóty Holec v zmysle Greculu (1982) a Greculu et al. (2011) je typovou lokalitou metakarbonátov holecých vrstiev betliarskeho súvrstvia. V spodnej časti typového profilu Holec sú laminované metakarbonáty, ktoré sa vyznačujú striedaním sa lamín tmavých fylitov a sivobielych metakarbonátov. Strednú časť tvoria doskové a lavicové metakarbonátov. V nadloží sú zelené jemne laminované chloritické fylity a v podloží sivozelené a hrubolaminované metaklastiká (Grecula 1982; Grecula et al. 1985, 2011; Grecula, Kobulský 2004). V minulosti metakarbonáty využívali miestni obyvatelia pre stavebné účely (Kobulský et al. 2006).

Vzorky metakarbonátov boli odobraté z odkryvu, ktorý sa nachádza v nadmorskej výške 710 m. Súradnice lokality sú 48°45'44.5"N 20°47'24.3"E (obr. 1; obr. 2f, g).

Tabuľka 1 Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy muskovitu (hm. %) v metakarbonátoch prepočítané na 11 kyslíkov (apfu). Symbol * vyjadruje dopočítanie H₂O pre OH⁻

Gelnická skupina	Vlachovské súvrstvie								súvrstvie Bystrého potoka							
	Tichá Voda					Stará Voda				Smolník - Mária Terézia		Holec				
Lokalita																
Analýza	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
SiO ₂	50.14	49.74	49.62	50.50	50.11	49.47	49.73	48.67	49.21	44.17	45.88	48.82	49.55	50.11	49.10	
TiO ₂	0.16	0.10	0.18	0.12	0.00	0.16	0.16	0.36	0.15	0.40	0.00	0.27	0.24	0.30	0.21	
Al ₂ O ₃	32.23	32.51	32.34	31.70	31.34	34.33	34.85	34.64	34.14	28.61	28.48	33.00	33.02	28.77	28.70	
FeO	0.21	0.13	0.18	0.23	0.16	0.09	0.32	0.47	0.29	5.72	5.87	1.87	1.75	3.31	3.36	
MgO	2.50	2.14	2.46	2.79	2.89	0.76	1.57	1.34	1.68	1.76	1.86	1.59	1.69	2.48	2.37	
CaO	0.25	0.24	0.17	0.09	0.06	0.06	0.07	0.05	0.11	0.19	0.41	0.08	0.00	0.08	0.18	
BaO	0.16	0.18	0.19	0.13	0.19	0.16	0.27	0.23	0.26	6.12	3.69	0.30	0.31	0.09	0.16	
Na ₂ O	0.18	0.15	0.08	0.09	0.12	0.26	0.28	0.28	0.23	0.08	0.09	0.26	0.27	0.14	0.12	
K ₂ O	10.56	10.83	10.78	11.04	10.99	10.01	10.15	10.33	10.30	8.50	9.19	10.02	10.08	10.56	10.07	
H ₂ O*	4.41	4.38	4.41	4.45	4.39	4.52	4.66	4.59	4.60	4.23	4.30	4.56	4.54	4.50	4.36	
F	0.40	0.40	0.34	0.32	0.36	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.13	
-O=F	-0.17	-0.17	-0.14	-0.13	-0.15	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.05	0.00	-0.05	
Suma	101.03	100.64	100.61	101.33	100.46	99.87	102.06	100.96	100.70	99.76	99.77	100.77	101.52	100.34	98.71	
Si ⁴⁺	3.270	3.261	3.255	3.290	3.294	3.242	3.202	3.177	3.208	3.134	3.202	3.212	3.232	3.341	3.326	
^{VI} Al ³⁺	0.730	0.739	0.745	0.710	0.706	0.758	0.798	0.823	0.792	0.866	0.798	0.788	0.768	0.659	0.674	
Suma T	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
Ti ⁴⁺	0.008	0.005	0.009	0.006	0.000	0.008	0.008	0.018	0.007	0.021	0.000	0.013	0.012	0.015	0.011	
^{VI} Al ³⁺	1.748	1.773	1.754	1.724	1.722	1.894	1.846	1.842	1.830	1.527	1.544	1.772	1.771	1.601	1.617	
Fe ²⁺	0.011	0.007	0.010	0.013	0.009	0.005	0.017	0.026	0.016	0.340	0.343	0.103	0.095	0.185	0.190	
Mg ²⁺	0.243	0.209	0.241	0.271	0.283	0.074	0.151	0.130	0.163	0.186	0.194	0.156	0.164	0.246	0.239	
Suma M	2.011	1.994	2.014	2.013	2.014	1.981	2.022	2.016	2.017	2.074	2.080	2.044	2.042	2.048	2.057	
Ba ²⁺	0.004	0.005	0.005	0.003	0.005	0.004	0.007	0.006	0.007	0.170	0.101	0.008	0.008	0.002	0.004	
Ca ²⁺	0.017	0.017	0.012	0.006	0.004	0.004	0.005	0.003	0.008	0.014	0.031	0.006	0.000	0.006	0.013	
Na ⁺	0.023	0.019	0.010	0.011	0.015	0.033	0.035	0.035	0.029	0.011	0.012	0.033	0.034	0.018	0.016	
K ⁺	0.879	0.906	0.902	0.918	0.922	0.837	0.834	0.860	0.856	0.769	0.818	0.841	0.839	0.898	0.870	
Suma I	0.923	0.947	0.929	0.938	0.946	0.878	0.881	0.904	0.900	0.964	0.962	0.888	0.881	0.924	0.903	
F ⁻	0.083	0.083	0.071	0.066	0.075	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.028	
OH ⁻	1.917	1.917	1.929	1.934	1.925	1.977	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.977	2.000	1.972	
Suma A	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	

Obr. 6 BSE zobrazenie koexistenčných vzťahov analyzovaných fáz v metakarbonátoch: a-b) Holec; c) Malá Hekerová; d) Stará Voda; e) Tichá Voda; f) Betliar; g) Čučma; h) Smolník - štôlna Mária Terézia. Foto S. Kurylo. Význam použitých skratiek: Ms - muskovit, Chl - chlorit, Cal - kalcit, Qz - kremeň, Ap - fluórapatit.

Výsledky

Petrografický opis

Metakarbonáty sú svetlé, sivé až hnedkasté horniny. Majú masívnu a laminovanú textúru. Obsahujú makroskopicky viditeľné agregáty slúd a chloritov (obr. 4). Štruktúra je granoblastická až lepidogranoblastická v závislosti od prítomnosti fylosilikátov. V minerálnom zložení dominuje kalcit s premenlivým zastúpením svetlých slúd, chloritov, draselných živcov, kremeňa a akcesoricky je prítomný apatit (obr. 5).

Kalcit tvorí izometrické zrná hypidiomorfne až alotriomorfne obmedzené, predĺžené v smere bridličnatosti. Časť zrn je dvojčatne lamelovaná. Na lamelách je viditeľná pseudoabsorpcia. Muskovit tvorí šupinky hypidiomorfne obmedzené pestrých interferenčných farieb. Chlority tvoria lišty s výrazným svetlozeleným pleochroizmom a hnedými interferenčnými farbami. Spolu s muskovitom sú prednostne orientované v smere bridličnatosti. Draselné živce tvoria idiomorfne až hypidiomorfne obmedzené zrná. Kremeň tvorí hypidiomorfne až alotriomorfne obmedzené zrná až agregáty, ktoré undulózne zhášajú. Fluórapatit je akcesoricky zastúpený vo forme hypidiomorfne obmedzených zrn.

Chemické zloženie minerálov

Muskovit je významnou súčasťou minerálneho zloženia skúmaných metakarbonátov gelnickej skupiny južného gemerika (obr. 6). Z hľadiska chemického zloženia muskovity majú dominantne zastúpený K (0.71 - 0.94 *apfu*). Obsahujú do 0.06 *apfu* Na a do 0.04 *apfu* Ca (tab. 1, 2). Hliník je viac zastúpený v oktaedrickej pozícii (1.53 - 1.93 *apfu*) ako v tetraedrickej pozícii (0.65 - 0.90 *apfu*), najvyššiu hodnotu Al_{tot} dosahuje muskovit z Čučmy. V muskovite z lokality Smolník - Mária Terézia je najvyšší obsah Fe^{2+} (do 0.34 *apfu*), najnižšie hodnoty dosahuje Fe^{2+} v muskovitoch na lokalite Tichá Voda (do 0.01 *apfu*). Najvyšší obsah Mg bol pozorovaný na lokalite Betliar (do 0.30 *apfu*), najnižší na lokalite Čučma (0.04 *apfu*). Odchýlka od ideálneho zloženia muskovitu udáva posun analyzovaných svetlých slúd zo všetkých študova-

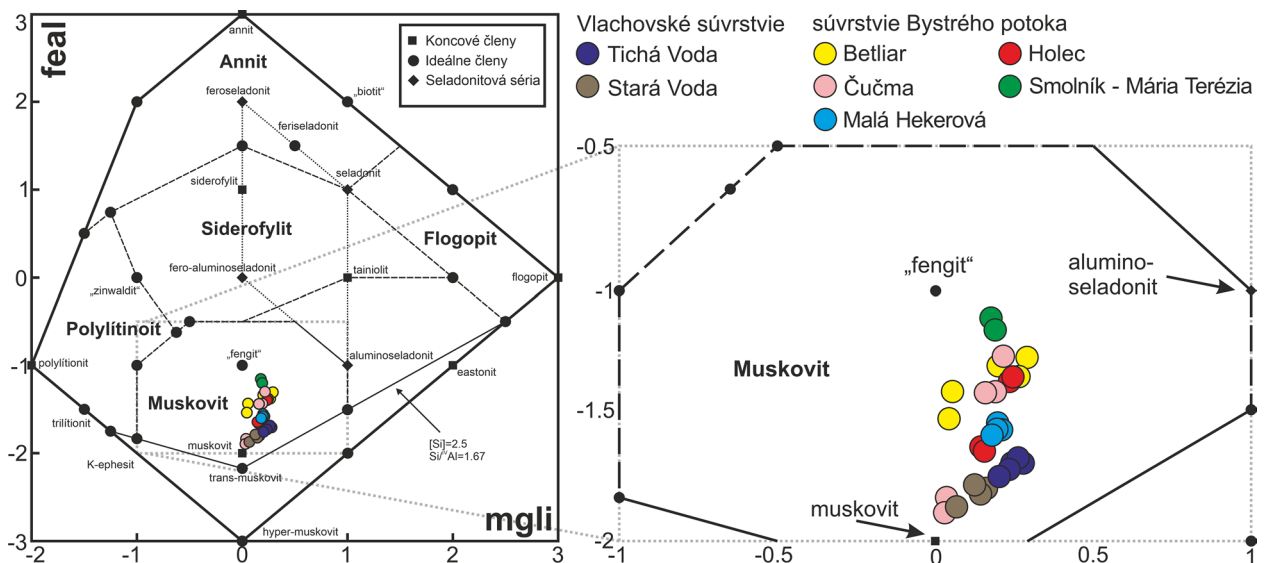
ných lokalít k aluminoseladonitu (obr. 7). Na pozícii A je dominantne prítomný OH^- (1.90 - 2.00 *apfu*), zatiaľ čo F^- je minimálne zastúpený (do 0.07 *apfu*). Zvýšený obsah Ba bol pozorovaný v muskovitoch z lokalít Čučma (do 0.14 *apfu*) so svetlým odtieňom v BSE obraze (obr. 6g) a na lokalite Smolník - Mária Terézia do 0.17 *apfu* (tab. 1, 2). Mierne zvýšené hodnoty Ba v muskovitoch boli identifikované na lokalite Betliar v intervale 0.02 - 0.04 *apfu*, pričom na ostatných lokalitách sú obsahy Ba minimálne (do 0.01 *apfu*).

Chlority tvoria dominantne zastúpenú fázu v metakarbonátoch súvrstvia Bystrého potoka gelnickej skupiny z lokalít Holec, Malá Hekerová a Smolník - Mária Terézia. Z hľadiska chemického zloženia sú variabilné (tab. 3). Pomer $Fe/(Fe+Mg)$ sa pohybuje v intervale 0.36 - 0.67, na základe čoho sú chlority klasifikované v poliach klinochlóru a chamositu (obr. 9a). Klinochlór mal najvyššie zastúpenie Mg na lokalite Smolník - Mária Terézia (do 2.98 *apfu*), najmenej v metakarbonátoch z Malej Heke-rovej (do 2.37 *apfu*). Obsah Fe^{2+} v chamosite na lokalite Smolník - Mária Terézia dosahuje hodnotu 3.18 *apfu* (tab. 3), čo sa prejavuje aj zonálnosťou pozorovanou v BSE (obr. 6h).

Draselný živec tvorí súčasť minerálnej asociácie metakarbonátov z Čučmy. Z hľadiska zloženia dosahuje hodnotu takmer čistého koncového člena v intervale $Or_{96.7-98.0}$. Albitový a anortitový komponent dosahujú maximálne hodnoty $Ab_{2.4}$ a $An_{1.2}$. V K-živcoch neboli pozorované zvýšené hodnoty Ba, ktoré dosahujú maximálne 0.01 *apfu* (tab. 4).

Fluórapatit tvorí akcesoricky zastúpenú súčasť minerálnej asociácie v metakarbonátoch z Betliara. Z kryštalochemického hľadiska fluórapatit predstavuje koncový člen s obsahom 1.03 - 1.26 *apfu* F (tab. 5) bez zvýšenej prítomnosti prvkov vzácných zemín.

Kalcit tvorí súčasť matrix vo všetkých skúmaných metakarbonátoch gelnickej skupiny. Prítomnosť dolomitu nebola potvrdená. Analyzované kalcity sú chemicky čisté, obsahy Fe, Mn a Mg dosahujú minimálne hodnoty (tab. 6).



Obr. 7 Zobrazenie analyzovaných svetlých slúd metakarbonátov gelnickej skupiny v klasifikačnom diagrame (Tischendorf et al. 2007). Parametre reprezentujú: $mgli = Mg - Li$, $feal = (Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn + Ti) - VIAl^{3+}$.

Tabuľka 3 Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy chloritov v metakarbonátoch súvrstvia Bystrého potoka gelnickej skupiny (hm. %) prepočítané na 14 kyslíkov (apfu). Symbol * vyjadruje dopočítanie H₂O pre OH⁻. Symbol T1 vyjadruje teploty vypočítané chloritovým termometrom podľa kalibrácie Cathelineau (1988) a T2 podľa kalibrácie Jowett (1991)

Lokalita	Malá Hekerová				Holec				Smolník - Mária Terézia					
Minerál	klinochlór				klinochlór		chamosit		klinochlór			chamosit		
SiO ₂	25.09	25.43	24.86	25.43	26.35	25.87	25.26	25.16	26.58	26.85	25.95	25.70	25.71	24.46
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.14	0.14	0.00
Al ₂ O ₃	21.60	21.24	21.38	21.65	20.80	21.12	22.21	22.37	20.33	19.79	20.50	20.71	20.79	18.92
FeO	24.63	23.91	24.17	24.42	19.19	22.27	26.94	26.23	20.96	20.05	21.94	26.38	25.12	33.82
MgO	14.47	14.70	14.67	15.03	18.88	17.01	12.73	13.18	17.81	19.20	17.52	13.39	13.81	9.18
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.14	0.00	0.09	0.07	0.00
CaO	0.14	0.13	0.09	0.17	0.07	0.00	0.00	0.00	0.20	0.27	0.50	0.59	0.58	0.21
H ₂ O*	11.20	11.18	11.11	11.32	11.39	11.40	11.26	11.26	11.43	11.52	11.42	11.22	11.19	10.56
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
-O=F	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.10
Suma	97.13	96.59	96.28	98.02	96.89	97.67	98.56	98.20	97.31	97.82	97.94	98.22	97.41	97.29
Si ⁴⁺	2.688	2.729	2.684	2.694	2.755	2.722	2.691	2.680	2.790	2.795	2.725	2.748	2.755	2.749
^{IV} Al ³⁺	1.312	1.271	1.316	1.306	1.245	1.278	1.309	1.320	1.210	1.205	1.275	1.252	1.245	1.251
Suma T	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ti ⁴⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.011	0.011	0.000
^{VI} Al ³⁺	1.415	1.415	1.403	1.397	1.318	1.341	1.479	1.488	1.304	1.223	1.263	1.357	1.380	1.255
Fe ²⁺	2.207	2.146	2.182	2.164	1.678	1.960	2.400	2.336	1.840	1.746	1.927	2.359	2.251	3.179
Mg ²⁺	2.311	2.352	2.361	2.374	2.943	2.668	2.022	2.093	2.787	2.980	2.743	2.134	2.206	1.538
Mn ²⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.012	0.000	0.008	0.006	0.000
Ca ²⁺	0.016	0.015	0.010	0.019	0.008	0.000	0.000	0.000	0.022	0.030	0.056	0.068	0.067	0.025
Suma A	5.949	5.928	5.957	5.954	5.955	5.969	5.915	5.916	5.953	5.991	5.997	5.936	5.921	5.998
F-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.082
OH-	8.000	8.000	8.000	8.000	7.944	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	7.918
Suma	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Fe/(Fe+Mg)	0.488	0.477	0.480	0.477	0.363	0.423	0.543	0.528	0.398	0.369	0.413	0.525	0.505	0.674
T1 (°C)	360	347	362	359	339	350	360	363	328	326	349	341	339	341
T2 (°C)	365	352	366	363	340	352	366	369	330	327	351	347	344	352

Tabuľka 4 Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy draselných živcov v metakarbonátoch súvrstvia Bystrého potoka gelnickej skupiny (hm. %) prepočítané na 5 kationov s vyjadrením zastúpenia koncových členov (mol. %)

Lokalita	Čučma					
Analýza	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	63.68	64.05	63.75	63.47	64.11	63.98
Al ₂ O ₃	18.59	18.59	18.60	18.79	18.77	18.74
Fe ₂ O ₃	0.00	0.12	0.00	0.00	0.20	0.13
BaO	0.35	0.28	0.71	0.67	0.38	0.39
CaO	0.05	0.04	0.00	0.00	0.05	0.25
Na ₂ O	0.20	0.22	0.22	0.26	0.25	0.22
K ₂ O	16.82	16.78	16.37	16.35	16.68	16.29
Suma	99.69	100.11	99.68	99.54	100.44	100.00
Si ⁴⁺	2.958	2.964	2.971	2.959	2.959	2.968
Al ³⁺	1.018	1.014	1.022	1.033	1.021	1.024
Fe ³⁺	0.000	0.004	0.000	0.000	0.007	0.005
Suma T	3.976	3.982	3.993	3.992	3.986	3.997
Ba ²⁺	0.006	0.005	0.013	0.012	0.007	0.007
Ca ²⁺	0.002	0.002	0.000	0.000	0.002	0.012
Na ⁺	0.018	0.020	0.020	0.024	0.022	0.020
K ⁺	0.997	0.991	0.973	0.973	0.982	0.964
Suma M	1.024	1.018	1.006	1.009	1.013	1.003
NaAlSi ₃ O ₈ (Ab)	1.77	1.95	2.00	2.36	2.22	1.99
CaAl ₂ Si ₂ O ₈ (An)	0.25	0.20	0.00	0.00	0.25	1.24
KAlSi ₃ O ₈ (Or)	97.98	97.85	98.00	97.64	97.53	96.77

Tlakové-teplotné podmienky metamorfózy

Teplotné podmienky metamorfózy chloritov v metakarbonátoch súvrstvia Bystrého potoka gelnickej skupiny z lokalít Holec, Malá Hekerová a Smolník - Mária Terézia (obr. 9b) boli vypočítané z bodových chemických analýz (tab. 3) aplikovaním dvoch konvenčných termometrov T1 (Cathelineau 1988) a T2 (Jowett 1991). Teplotný interval pre klinochlór sa pohybuje pre T1 (334 - 357 °C) a pre T2 (336 - 361 °C). Chamosit má zvýšený teplotný interval T1 (340 - 361 °C) a T2 (348 - 367 °C).

Tlakové podmienky metamorfózy boli stanovené na základe Si komponenty muskovitov v skúmaných metakarbonátoch gelnickej skupiny južného gemerika (tab. 1, 2) použitím fengitového geobarometra (Massonne, Schreyer 1987). Hodnoty tlakov sa pohybujú v rozsahu 3 až 7 kbar pri teplotnom intervale 330 - 370 °C stanovenom na základe koexistencie muskovitov a chloritov (obr. 6a, b, c; obr. 8c).

Diskusia

Metakarbonáty predstavujú pôvodne organodetrítické alodapické vápence, ktoré boli súčasťou hemipelagických sedimentov (Bajaník et al. 1983; Pulec et al. 1989; Kováčik 2004).

Z petrografického hľadiska sú vo vlahovskom súvrství zastúpené kryštalické vápence a kryštalické dolomity až Fe-bohaté dolomity. V súvrství Bystrého potoka dominujú svetlo- až tmavosivé príp. žltohnedé jemno- až strednokryštalické kryštalické vápence (Vážna 1984; Vážna et al. 1986).

Variabilné minerálne zloženie metakarbonátov v jednotlivých súvrstviach gelnickej skupiny vyplýva pravdepodobne z primárneho chemického zloženia, ktoré bolo následne ovplyvnené rôznymi účinkami metamorfných a metasomatických procesov. Lokálne účinky Fe a Mg metasomatózy karbonátových šošoviek sa prejavili vznikom ankeritov a sideritov, resp. dolomitov až magnezitov (Vážna 1984; Vážna et al. 1986; Ivanička 1974, 1984; Vozárová 1993; Vozárová, Ivanička 1993), pričom sa zachovali aj metasomatózou nepostihnuté metakarbonáty, ktoré sú objektom tejto štúdie. Charakter nekarbonátových prímiesí v metakarbonátoch je determinovaný zastúpením okolitých metapelitov a metavulkanoklastiek (Grecula et al.

2011). V skúmaných metakarbonátoch gelnickej skupiny boli identifikované muskovity, chlority klinochlór-chamositového zloženia, ortoklas, fluórapatit a kalcit. Zvýšený obsah Ba v muskovitoch z Čučmy (do 0.14 apfu) je porovnateľný s minimálnou hodnotou Ba (0.13 apfu) identifikovanou v mramoroch z kameňolomu Lime Crest v New Jersey (Tracy 1991). Prítomnosť Ba-bohatých muskovitov v rámci metakarbonátov gelnickej skupiny bude predmetom ďalších mineralogických štúdií.

Laminácia v metakarbonátoch je vyvolaná kompozíčnou a štruktúrnou diferenciáciou zložiek a pigmentu, príp. rôznou veľkosťou minerálnych zrn, ako aj intenzitou metasomatózy. Laminované metakarbonáty obsahujú prímies kremenných zrn psamitickej zrnitosti (Kobulský et al. 2006; Grecula et al. 2011).

Súčasná forma šošoviek metakarbonátov je výsledkom variskej metamorfózy a deformácie počas vývoja alpskej vrásovo-prešmykovej stavby (Ilavský 1974; Grecula et al. 1995; Lexa et al. 2002). Metamorfoza karbonátov v oblasti Tichej Vody dosiahla podľa Radvanča

Tabuľka 5 Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy fluórapatitu v metakarbonátoch súvrstvia Bystrého potoka gelnickej skupiny (hm. %), prepočítané na 8 katiónov (apfu)

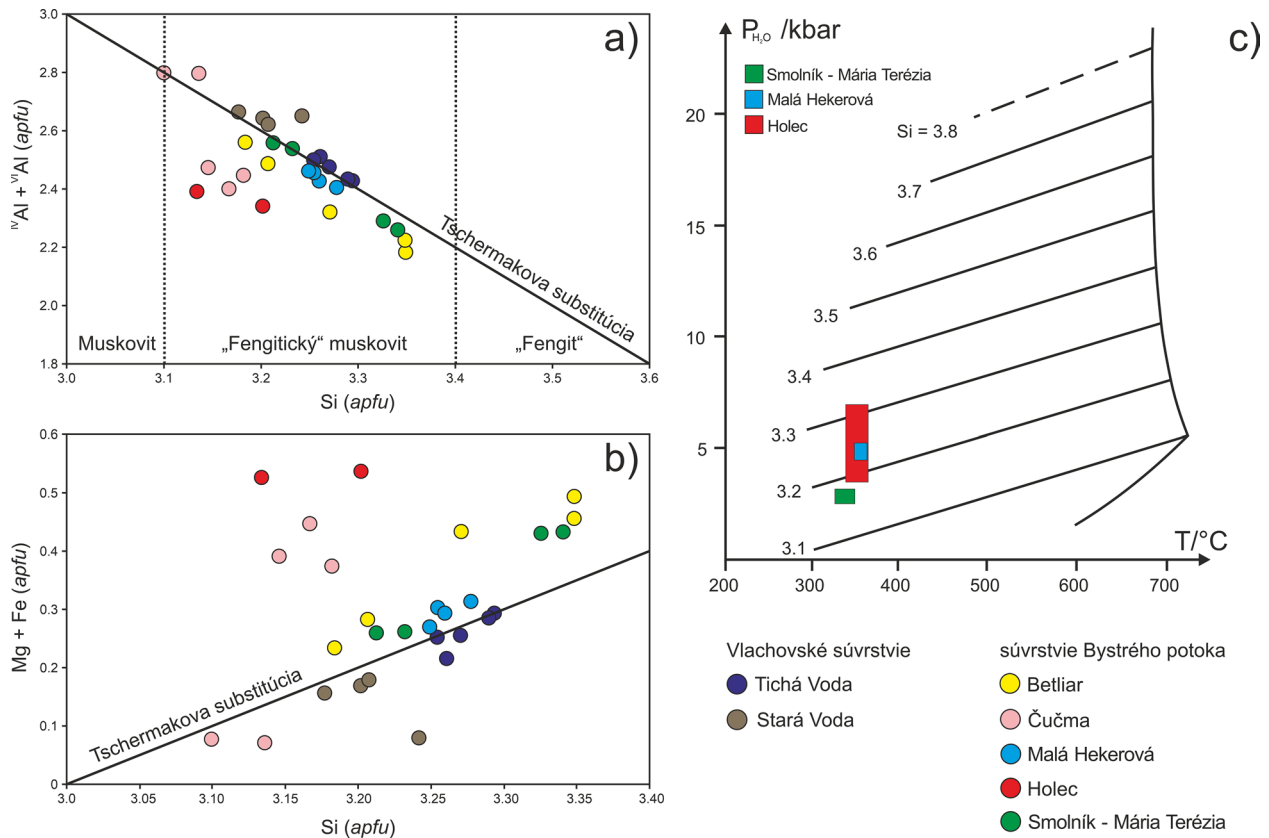
Lokalita	Betliar				
	1	2	3	4	5
Analýza					
P ₂ O ₅	41.99	43.41	42.53	41.89	42.76
CaO	54.45	52.75	53.29	53.44	52.00
FeO	0.35	0.26	0.25	0.38	0.38
F	3.96	4.15	4.01	3.78	4.58
-O=F	-1.67	-1.75	-1.69	-1.59	-1.93
Suma	99.08	98.82	98.39	97.90	97.79
P ⁵⁺	3.020	3.144	3.087	3.049	3.140
Suma T	3.020	3.144	3.087	3.049	3.140
Ca ²⁺	4.955	4.837	4.895	4.924	4.832
Fe ²⁺	0.025	0.019	0.018	0.027	0.028
Suma M	4.980	4.856	4.913	4.951	4.860
F ⁻	1.064	1.123	1.087	1.028	1.256
Suma A	1.064	1.123	1.087	1.028	1.256

Tabuľka 6 Reprezentatívne elektrónové mikroanalýzy kalcitu v metakarbonátoch (hm. %) prepočítané na 1 atóm kyslíka. Symbol * vyjadruje dopočítanie CO₂

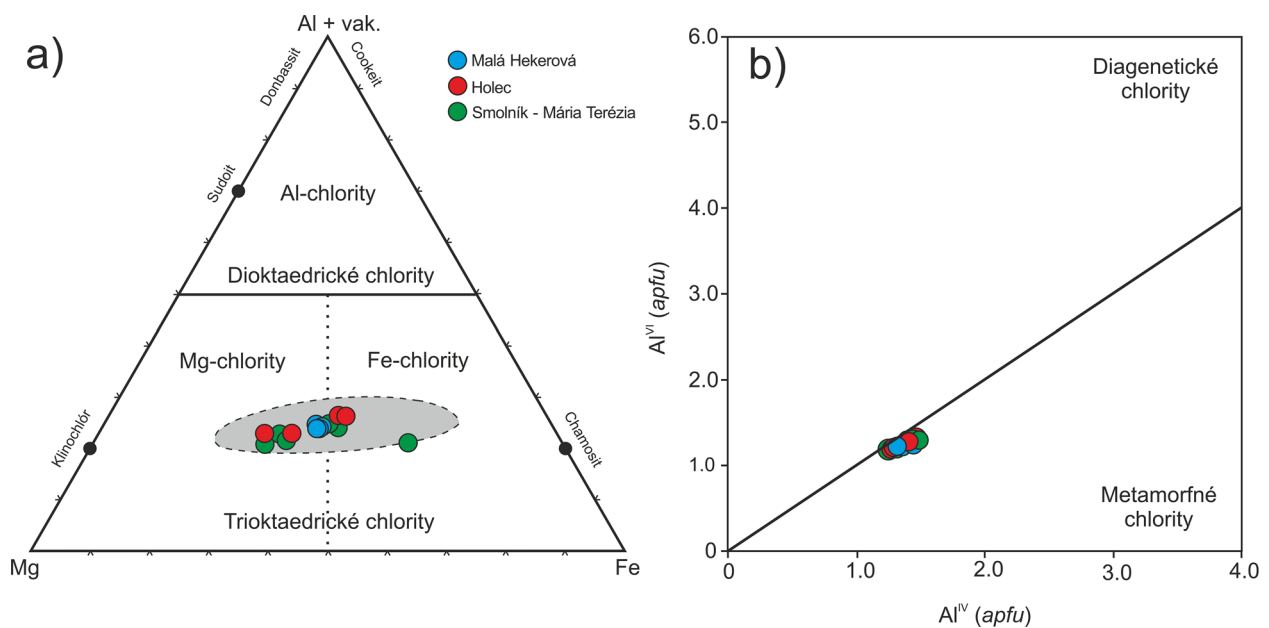
Gelnickej skupina	Vlahovské súvrstvie				súvrstvie Bystrého potoka									
	Tichá Voda		Stará Voda		Smolník - Mária Terézia		Holec		Betliar		Čučma		Malá Hekerová	
Lokalita	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Analýza														
FeO	0.09	0.00	0.06	0.22	0.59	0.51	0.13	0.44	0.36	0.26	0.48	0.09	1.24	1.42
MnO	0.03	0.05	0.04	0.06	0.27	0.44	0.00	0.19	0.04	0.15	0.35	0.06	0.09	0.09
MgO	0.51	0.31	0.42	0.46	0.46	0.36	0.39	0.49	0.55	0.48	0.35	0.10	0.68	0.72
CaO	54.96	55.76	54.25	55.12	54.76	54.39	54.76	55.31	54.77	53.64	54.49	55.93	53.81	53.63
CO ₂ *	43.82	44.29	43.26	44.09	44.18	43.88	43.58	44.41	44.19	43.87	43.73	44.33	43.89	43.86
Suma	99.41	100.41	98.03	99.95	100.27	99.58	98.86	100.84	99.91	98.40	99.41	100.51	99.71	99.72
Fe ²⁺	0.001	0.000	0.001	0.003	0.008	0.007	0.002	0.006	0.005	0.004	0.007	0.001	0.017	0.020
Mn ²⁺	0.000	0.001	0.001	0.001	0.004	0.006	0.000	0.003	0.001	0.002	0.005	0.001	0.001	0.001
Mg ²⁺	0.013	0.008	0.011	0.011	0.012	0.009	0.010	0.012	0.014	0.012	0.009	0.003	0.017	0.018
Ca ²⁺	0.986	0.992	0.988	0.985	0.976	0.978	0.988	0.979	0.981	0.982	0.979	0.995	0.965	0.961
Suma	1.000	1.001	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

(2000) teplotu 420 až 440 °C a pri Suchom vrchu v Starovodskej doline do 300 °C s odhadovaným tlakom 2 kbar. S metakarbonátmi je asociovaná mangánová mineralizácia, ktorá bola metamorfovaná v teplotnom intervale 375 až 420 °C pri tlaku 3.5 kbar (Faryad 1991; 1994;

Rojkovič 1999). V nami skúmaných metakarbonátoch boli stanovené teplotné podmienky metamorfozy na základe chloritovej termometrie v intervale 330 - 370 °C pri aproximovaných tlakoch 3 - 7 kbar pomocou fengitovej barometrie.



Obr. 8 Zobrazenie analyzovaných svetlých slúd metakarbonátov gelnickej skupiny: a) v Si-Al diagrame s rozhraniami muskovitu až fengitu pre mramory podľa Caperdi et al. (2004); b) v Mg+Fe-Si diagrame; c) tlakový rozsah zobrazený vo fengitovom barometri (Massonne, Schreyer 1987).



Obr. 9 Zobrazenie analyzovaných chloritov v metakarbonátoch súvrstvia Bystrého potoka gelnickej skupiny: a) v Al + □-Mg-Fe klasifikačnom diagrame (Zane, Weiss 1998) s vyznačeným poľom metapelitov podľa Zane et al. (1998); b) diagram vyjadrujúci pomerne zastúpenie tetraedrického vs. oktaedrického Al s definovaným rozhraním diagenetických a metamorfných chloritov (Ramírez-Sánchez et al. 2005).

Záver

Metakarbonáty vlachovského súvrstvia z lokalít Tichá a Stará Voda obsahovali len muskovit, na rozdiel od metakarbonátov súvrstvia Bystrého potoka, kde na lokalitách Holec a Malá Hekerová bola potvrdená koexistencia muskovitu a chloritu, ktoré sa vzájomne prerastajú. Z hľadiska chemického zloženia identifikované svetlé sludy spadajú do poľa tzv. fengitického muskovitu s mierne zvýšenými hodnotami Si v intervale od 3.1 do 3.4 *apfu* (obr. 8a). Na základe Si hodnôt muskovitov, ktoré koexistovali s chloritmi bol aproximovaný tlak v rozsahu 3 až 7 kbar (obr. 8c) pri teplotnom intervale 330 - 370 °C stanovenom na báze chloritovej termometrie.

Muskovity a Mg-Fe chlority vznikli rekryštalizáciou pôvodne ílovitého materiálu s prímiesou bázického pyroklastického materiálu (zdroj pre tvorbu chloritu) počas regionálnej metamorfózy pelitického protolitu, ktorý kontinuálne sedimentoval spolu s karbonátmi v rámci najvrchnejšej litostratigrafickej sekvencie gelnickej skupiny južného gemerika.

Metakarbonáty a metapelite (chloriticko-muskovitické fylity) gelnickej skupiny boli spoločne regionálne metamorfované v podmienkach fácie zelených bridlíc, čo dokazuje aj prítomnosť muskovitu a chloritu v minerálnom zložení skúmaných metakarbonátov.

PodĎakovanie

Za vyhotovenie mikrosondových analýz a BSE obrázkov ďakujeme Sergii Kurylovi z Ústavu vied o Zemi SAV, v.v.i. Vyslovujeme poďakovanie recenzentom článku Jánovi Spišiakovi a Stanislavovi Houzarovi za pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu rukopisu. 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
- BEZÁK V (ED.), BROSKA I, IVANIČKA J, REICHWALDER P, VOZÁR J, POLÁK M, HAVRILA M, MELLO J, BIELY A, PLAŠIENKA D, POTAFAJ M, KONEČNÝ V, LEXA J, KALIČIAK M, ŽEC, B, VASS D, ELEČKO M, JANOČKO J, PERESZLÉNYI M, MARKO F, MAGLAY J, PRISTAŠ J (2004) Tektonická mapa Slovenskej republiky 1: 500 000 s vysvetlivkami. ŠGÚDŠ, Bratislava
- CAPERDI S, VENTURELLI G, PHOTIADES A (2004) Accessory minerals and $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ of marbles from the Mediterranean area. *J Cult Herit* 5: 27-47
- CATHELINEAU M (1988) Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature. *Clay Miner* 23, 4: 471-485
- DRNZÍK E (ED.), DRNZÍKOVÁ L, GREČULA P, GREGOR T, HALAHOVÁ-ANDRUSOVÁ G, ILAVSKÝ J, ONDREJKOVIČ K, ZORKOVSKÝ B (1973) Geologicko-ložisková štúdia Spišsko-gemerského rudohoria. 3. Ložisková časť. Kniha VI. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-280
- FARYAD SW (1994) Mineralogy of Mn-rich rocks from greenschist facies sequences of the Gemericum, West Carpathians, Slovakia. *N Jb Miner Mh H* 10: 464-480
- FARYAD SW (1991) Metamorfóza sedimentov staršieho paleozoika gemerika. *Miner Slov* 23, 4: 315-324
- FARYAD SW (1995) Stanovenie P-T podmienok metamorfózy horninových komplexov Spišsko-gemerského rudohoria. *Miner Slov* 27, 1: 9-19
- FARYAD SW (1997) Metamorphic petrology of the Early Paleozoic low-grade rocks in the Gemericum. In: Grečula P, Hovorka D, Putiš M. (eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. *Miner Slov monograph*: 309-314
- FUSÁN O, MÁŠKA M (1956) K stratigrafii gotlandu (?) v gemeridách. *Geol Práce Zpr* 7: 65-74
- GARGULÁK M, CHMELÍK J, BÖHMER Ľ (1985) Zhodnotenie prognóz Sb-rúd v oblasti Zlatý stôl - Betliar. Čiastková záverečná správa. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-144
- GAZDAČKO Ľ, ŽECOVÁ K, NÉMETH Z, STERCZ M, KRONOME B, LENHARTOVÁ E, KOŠUTH M, MAGLAY J, NAGY A (2020) Spravidca ku geologicko-náučnej mape regiónu Medzev - Jasov 1: 50 000. MŽP SR, ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-152
- GREČULA 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
- GREČULA P (1982) Gemericum - segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy. *Miner Slov - monograph*, Bratislava, 1-263
- GREČULA P, KOBULSKÝ J (2004) Litologická charakteristika paleozoických súvrství gemerika, ich faciálne a geotektonické pozadie. Čiastková záverečná správa. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-135
- GREČULA P, RADVANEC M (2005) Geotektonický model vývoja gemerika. *Miner Slov* 37, 3: 193-198
- GREČULA P, KUCHARIČ Ľ, RADVANEC M, STEINER A, BARTALSKÝ B, MIKUŠKA J, HODERMARSKÝ J, HOJNOŠ M, GÉCZY J, KANDRÍK M, FARYAD SW, HUSÁK Ľ, MUŠKA P (1985) SGR - geofyzika, čiastková záverečná správa z komplexnej geologicko-geofyzikálnej interpretácie centrálnej časti SGR, surovina: rudy a nerudy. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-292
- GREČULA P, ABONYI A, ABONYIOVÁ M, ANTAŠ J, BARTALSKÝ B, BARTALSKÝ J, DIANIŠKA I, DRNZÍK E, ĎUĎA 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. Zväzok 1. *Miner Slov - monograph*, Bratislava, 1-834
- GREČULA P, RADVANEC M, KOBULSKÝ J, NÉMETH Z, GAZDAČKO Ľ (2002) Stratiformná mineralizácia v gemeriku. Príloha záverečnej správy Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-89
- ILAVSKÝ J (1962) Metalogenetický vývoj gemerid a jeho problémy. *Geol Práce Zoš* 61, 87-100
- ILAVSKÝ J (1974) Príspevok k paleogeografii gelnickej série gemerid na základe rozšírenia stratiformných zrudnení. *Záp Karp, miner petrogr geochem ložiská* 1: 51-97
- ILAVSKÝ J, KANTOR J (1965) Stratigraficko-geologické kritéria pre posúdenie prognóz a vyhľadávanie metasomatitických a sedimentárnych rúd v gemeridách (hlavne Fe rúd). Správa za rok 1964. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-26

- ILAVSKÝ J, MROŽEK J (1960) Gotlandské (?) dolomity a ich vzťahy k pyritovému zrudneniu v Smolníku. *Geol Práce Zpr* 20: 51-56
- IVANIČKA J (1968) Správa o štruktúrno-litologickom výskume z oblasti Starej Vody a Henclovej. Správa za rok 1967. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-59
- IVANIČKA J (1972) Geologicko-litologické pomery v oblasti medzi Smolníckou Hutou a Helmovcami. Správa za rok 1971. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-33
- IVANIČKA J (1973) Vysvetlivky ku geologickej mape list Mníšek nad Hnilcom 1: 25 000. Čiastková záverečná správa za rok 1973. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-63
- IVANIČKA J (1974) Vysvetlivky ku geologickej mape list Švedlár 1: 25 000. Čiastková záverečná správa za rok 1974. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-64
- IVANIČKA J (1984) Geologický a litologicko-petrografický výskum súvrstvia Bystrého potoka. Čiastková správa. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-27
- IVANIČKA J, SNOPKO L, SNOPKOVÁ P, VOZÁROVÁ A (1989) Gelnica Group - lower unit of Spišsko-gemerské rudohorie Mts. (West Carpathians) Early Palaeozoic. *Geol Zbor Geol Carpath* 40, 4: 483-501
- IVANOV M (1960) Bázický vulkanizmus gelnickej série v gemitidách. *Geol Práce Zpr* 19: 157-161
- IVANOV M (1965) Litológia, petrografia a metamorfizmus paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria. *Sbor Geol Vied ZK* 3: 43-92
- JOWETT EC (1991) Fitting iron and magnesium into the hydrothermal chlorite geothermometer. *Proceedings of the GAC/MAC/SEG Joint Annual Meeting, Toronto, 16, A62*
- KANTOR J (1953a) Mangánové ložisko pri Čučme. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-32
- KANTOR J (1953b) Mangánové ložisko na Heckerovej (Bystrý potok) západne od Smolníka. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-26
- KANTOR J (1954) O genéze mangánových rúd v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Geol Práce Zpr* 1: 70-71
- KOBUŠKÝ J, GREČULA P, GAZDAČKO Ľ, NÉMETH Z, HRAŠKO Ľ, NOVOTNÝ L, MAGLAY J, PRAMUKA S, RADVANEC M, KUCHARIČ Ľ, BAJTOŠ P, ZÁHOROVÁ Ľ, KONEČNÝ P (2006) Geologická mapa Spišsko-gemerského rudohoria v mierke 1: 50 000. Regionálny geologický výskum. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-78
- KOVÁČIK M (2004) Sedimentologická a litostratigrafická charakteristika staropaleozoických súvrství vo východnej časti gelnickej skupiny gemerika. Čiastková záverečná správa: Tektogenéza paleozoických panví Západných Karpát (2. časť). MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-54
- LEXA J, BAČO P, BAHNA B, BAKOŠ F, BALÁŽ P, BEZÁK V, BYSTRICKÁ G, CICHANOVÁ S, FERENC Š, GAZDAČKO Ľ, GREČULA P, HÁBER M, HELMA J, HOJSTRIČOVÁ V, HRAŠKO Ľ, HURAI V, HURAIOVÁ M, CHOVAN M, JELEN S, KOBULSKÝ J, KODÉRA P, KOHÚT M, KOLLÁROVÁ V, KONEČNÝ P, KONEČNÝ V, KOVÁČIK M, KRÁL J, KYSELICA M, LUPTÁKOVÁ J, MARSINA K, MACKOVÝCH D, MAŤO Ľ, MICHALKO J, MIKUŠ T, MORAVANSKÝ D, NÉMETH Z, OZDÍN D, PETRO M, PRŠEK J, RADVANEC M, ROJKOVIČ I, ROJKOVIČOVÁ Ľ, TRÉGER M, SMIRNOV A, SMOLKA J, ŠESTÁK P, ŽÁK K, ŽÁKOVÁ E, ŽEC B (2002) Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-214
- MASSONNE HJ, SCHREYER W (1987) Phengite geobarometry based on the limiting assemblage with K-feldspar, phlogopite and quartz. *Contrib Mineral Petrol* 96: 212-224
- MAZZOLI C, VOZÁROVÁ A (1989) Further data concerning the pressure character of the Hercynian metamorphism in the West Carpathians (Czechoslovakia). *Rend Soc Ital Min Petr* 43, 3: 635-642
- PAPŠIKOVÁ M, GREČULA P (1983) Palinologické hodnotenie vzoriek z lokalít Hrelíkov potok a Kotlinec, staršie paleozoikum gemerika. *Miner Slov* 15, 6: 551-558
- PASERO M, KAMPF AR, FERRARIS C, PEKOV IV, RAKOVAN J, WHITE TJ (2010) Nomenclature of the apatite supergroup minerals. *Eur J Mineral* 22, 2: 163-179
- PECHO J, BEŇKA J, GARGULÁK M, VÁCLAV J (1981) Geologický výskum antimonitových ložísk v oblasti Betliar - Čučma - Volovec. Čiastková záverečná správa za rok 1980. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-439
- PULEC M, BEGAN A, BEZÁK V, MOLÁK B, POLÁK M, ROJKOVIČOVÁ Ľ, SNOPKO L, VOZÁROVÁ A (1989) Charakteristika uhlikatých formácií vo vybraných oblastiach Západných Karpát. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-106
- PUTIŠ M, SERGEEV S, ONDREJKA M, LARIONOV A, SIMAN P, SPIŠIAK J, UHER P, PADERIN I (2008) Cambrian-Ordovician metagneous rocks associated with Cadomian fragments in the West-Carpathian basement dated by SHRIMP on zircons: a record the Gondwana active margin setting. *Geol Carpath* 59, 1: 3-18
- RADVANEC M (2000) P-T podmienky metamorfózy telies karbonátov gemerika v pruhu Vyšná Slaná - Hanková - Vlachovo - Balochova hoľa - Suchý vrch. Príloha záverečnej správy LEXA ET AL. 2002 Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-11
- RADVANEC M, GREČULA P (2016) Geotectonic and metallogenetic evolution of Gemericum (Inner Western Carpathians) from Ordovician to Jurassic. *Miner Slov* 48, 2: 105-118
- RAMÍREZ-SÁNCHEZ E, HERVÉ F, KELM U, SASSI R (2005) P-T conditions of metapelites from metamorphic complexes in Aysen, Chile. *J South Amer Earth Sci* 19, 3: 373-386
- ROJKOVIČ I (1999) Manganese mineralization in the Western Carpathians, Slovakia. *Geol Carpath* 50: 191-192
- ROJKOVIČ I (2000) Mineralogická charakteristika mangánových rúd Slovenska. Príloha záverečnej správy Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-158
- ROJKOVIČ I (2001) Early Paleozoic manganese ores in the Gemericum Superunit, Western Carpathians, Slovakia. *Geolines* 13: 34-41
- RUŽIČKA P, MYŠLAN P, ŠTEVKO M, KURYLO S (2021) Atolové granáty v bazaltových metapyroklastikách z lokality Čučma - Vincent (Slovenská republika). *Bull Mineral Petrolog* 29(1): 16-26
- SASSI R, VOZÁROVÁ A (1987) The pressure character of the Hercynian metamorphism in the Gemericum (West Carpathians, Czechoslovakia). *Rend Soc Ital Min Petr* 42: 73-81
- SNOPKOVÁ P, SNOPKO L (1979) Biostratigrafia gelnickej série v Spišsko-gemerskom rudohorí na základe palinologických výsledkov (Západné Karpaty, paleozoikum). *Záp Karpat Geol* 5: 57-102

- SOTÁK J, VOZÁROVÁ A, IVANIČKA J (1999) New microfossils from the Early Paleozoic formation of the Gemicum (Foraminiferida). Special Issue from the Geol. Conf. Carpathian Geology 2000 in Smolenice. Geol Carpath 50: 72-74
- SOTÁK J, VOZÁROVÁ A, IVANIČKA J (2000) A new microfossils from the Early Paleozoic formations of the Gemicum. Slovak Geol Mag 6, 2-3: 275-277
- TISCHENDORF G, FÖRSTER HJ, GOTTESMANN B, RIEDER M (2007) True and brittle micas: composition and solid-solution series. Mineral Mag 71, 3: 285-320
- TRACY RJ (1991) Ba-rich micas from the Franklin Marble, Lime Crest and Sterling Hill, New Jersey. Am Mineral 76, 9-10: 1683-1693
- VÁŽNA Ľ (1984) Petrografia karbonátov gelnickej skupiny. Čiastková správa. MS, Geofond - archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 1-33
- VÁŽNA Ľ, IVANIČKA J, SNOPKO L (1986) Predbežné výsledky petrografického a geochemického štúdia karbonátov gelnickej skupiny. Spr o výsk Geol Úst D Štúra Reg geol ZK 21: 55-58
- VOZÁROVÁ A (1993) Variská metamorfóza a krustálny vývoj v gemeriku. Záp Karp, miner petrogr geochem metalog 16: 55-117
- VOZÁROVÁ A (1998) Hercynian development of the external-Gemic zone. Geodynamic development of the Western Carpathians. ŠGÚDŠ, Bratislava: 47-61
- VOZÁROVÁ A, IVANIČKA J (1993) Litogeochemia metasedimentov staršieho paleozoika v južnom gemeriku. Záp Karp, miner petrogr geochem metalog 16: 119-146
- VOZÁROVÁ A, SOTÁK J, IVANIČKA J (1999) Cambro-Ordovician fossils (conodontes, foraminiferes, chitinous shields) from the metamorphic series of the Gemicum (Western Carpathians). J Confer Abstr EUG 10, Vol. 4, No. 1, p. 266
- VOZÁROVÁ A, RODIONOV N, ŠARINOVÁ K, PRESNYAKOV S (2016) New zircon ages on the Cambrian-Ordovician volcanism of the Southern Gemicum basement (Western Carpathians, Slovakia): SHRIMP dating, geochemistry and provenance. Int J Earth Sci (Geol Rundsch) 106, 6: 2147-2170
- VOZÁROVÁ A, ŠARINOVÁ K, LARIONOV A, PRESNYAKOV S, SERGEEV S (2010) Late Cambrian/Ordovician magmatic arc type volcanism in the Southern Gemicum basement, Western Carpathians, Slovakia: U-Pb (SHRIMP) data from zircons. Int J Earth Sci (Geol Rundsch) 99, 1: 17-37
- WARR LN (2021) IMA-CNMNC approved mineral symbols. Mineral Mag 85, 3: 291-320
- ZANE A, WEISS Z (1998) A procedure for classifying rock forming chlorites based on microprobe data. Rend Fis Acc Lincei 9, 1: 51-56
- ZANE A, SASSI R, GUIDOTTI (1998) New data on metamorphic chlorite as a petrogenetic indicator mineral, with special regard to greenschist-facies rocks. Can Mineral 36, 3: 713-726