

CHROMOVÁ SLÍDA - KŘEMEN - DOLOMITOVÁ HORNINA (LISTVENIT) Z VÍCENIC U NÁMĚŠTĚ NAD OSLAVOU (GFÖHLSKÁ JEDNOTKA, MOLDANUBIKUM)

CHROMIAN MICA - QUARTZ - DOLOMITE ROCK (LISTVENITE) AT VÍCENICE NEAR
NÁMĚŠŤ NAD OSLAVOU (GFÖHL UNIT, MOLDANUBIAN ZONE)

SEBASTIÁN HREUS

Abstract

Hreus, S., 2019: Chromová slída - křemen - dolomitová hornina (listvenit) z Vícenic u Náměště nad Oslavou (gföhlská jednotka, moldanubikum). - Acta Mus. Morav., Sci. Geol., 104, 1, 87-95 (with English summary).

Chromian mica - quartz - dolomite rock (listvenite) at Vícenice near Náměšť nad Oslavou (Gföhl Unit, Moldanubian Zone)

Chromian mica - quartz - dolomite rock (listvenite) was found at margin of amphibolite body in Vícenice near Náměšť nad Oslavou (Gföhl Unit, Moldanubian Zone, Czech Republic). It is composed by green chromian mica - illite (7.9-8.7 wt. % K_2O ; 0.66-0.72 *apfu* K; 1.7-2.5 wt. % Cr_2O_3 ; 0.09-0.13 *apfu* Cr^{3+}), ferroan dolomite (5.6-14.2 wt. % FeO; 0.15-0.32 *apfu* Fe^{2+}_{tot}), quartz, and accessory pyrite, nickeline, gersdorffite and chalcopyrite. Listvenite was formed by hydrothermal-metasomatic, low-temperature transformation of mafic protolite (amphibolite), probably metagabbro with relatively higher Cr and Ni contents.

Key words: chromian mica, illite, ferroan dolomite, listvenite, metabazite, Gföhl unit, Moldanubian Zone; Bohemian Massif, Western Moravia.

Sebastián Hreus, Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 602 00, Brno, Czech Republic, e-mail: sebastian.hreus@mail.muni.cz

ÚVOD

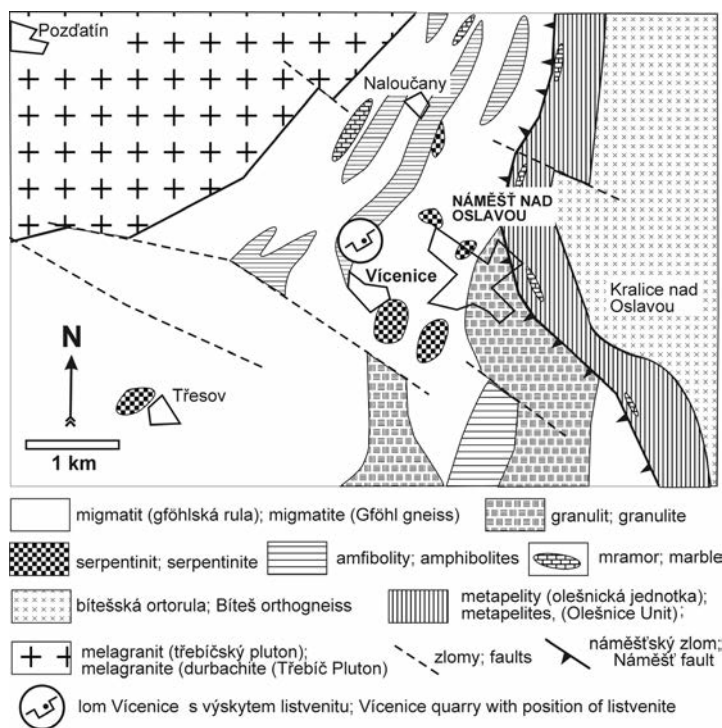
V činném kamenolomu u Vícenic u Náměště nad Oslavou, založeném v amfibolitech moravského moldanubika, byly v minulosti během těžby ojediněle nalézány jemně šupinaté agregáty nápadně zelených slíd ve světlých jemnozrnných horninách, které byly pokládány za hydrotermálně alterované a silicifikované serpentinity. Když byly v jv. části lomu po clonovém odstřelu v roce 2017 nalezeny velké bloky horniny složené ze zmíněné zelené slídy, křemene a karbonátu, byla jim věnována větší pozornost. Předběžné určení této horniny vedlo k názoru, že se jedná o výskyt vzácného listvenitu (HREUS a VÝRAVSKÝ 2018).

Listvenity vznikají jako produkty hydrotermálně-metasomatických přeměn převážně ultramafických a mafických hornin za účasti fluid bohatých CO_2 . Svě jméno dostaly podle lokality Listvenya Gora na jižním Uralu a jako charakteristická doprovodná hornina tamních ložisek zlata byly podrobněji studovány (ROSE 1837). Jsou tvořeny hlavně zelenou chromovou slídou muskovitem-illitem (*fuchsitem*), křemenem a karbonáty (nejčastěji dolomitom a magnezitem), méně mastkem, chloritem, flogopitem a lizarditem-serpentinem. Vedle hojného pyritu obsahují akcesorické Ni-Fe a Co sulfidy, chalkopyrit, hematit, magnetit a Cr-spinel (HALLS a ZHAO 1995, BELOGUB *et al.* 2017).

GEOLOGICKÁ SITUACE

Lom Vicenice u Náměště nad Oslavou, ležící asi 500 m ssv. od stejnojmenné obce, který vlastní společnost Colas, je otevřen v horninách gföhlské jednotky moldanubika (obr. 1).

V širším okolí lokality dominují leukokratiní až biotitické ruly a migmatity (gföhlské ruly) a felsické granulity náměšťsko-krumlovského tělesa. Ruly obsahují četná tělesa amfibolitů několika typů, na kontaktu s granulity jsou lokálně metasomaticky přeměněné za podmínek vyšší amfibolitové až granulitové facie (NĚMEC 1996a). Dále jsou zde přítomné serpentinizované peridotity a také vzácně eklogity (MATĚJOVSKÁ 1967, ŠICHTAŘOVÁ 1981, NĚMEC 1996b), místy také ojedinělé dolomitické mramory (HOUZAR a NOVÁK 1991). Celý moldanubický komplex je přesunut k SSV - SV podél náměšťské dislokace přes olešnickou jednotku s četnými mramory, grafitickými svory, kvarcicity a bitešskou ortorulu kadomského stáří (MISAŘ *et al.* 1983, CHÁB *et al.* 2008).



Obr. 1. Geologická situace okolí lomu Vicenice u Náměště nad Oslavou (gföhlská jednotka moldanubika). Upraveno podle geologické mapy 1:500 000, Česká geologická služba.

Fig. 1. Geological situation around the Vicenice quarry near Náměšť nad Oslavou (Gföhl Unit, Moldanubian Zone). Modified by map 1:500 000 of Czech Geological Survey.

Ve vícenickém kamenolomu v současnosti dominují více či méně migmatitizované amfibolity a amfibolitové ruly, méně také biotitické ruly a amfibol-biotitické ruly s porfyroblasty granátů (MALÝ 2012), sporadicky byl zaznamenán také výskyt reakčních skarnů s relikty mramorů. Amfibolity jsou proráženy primitivními pegmatity, někdy s granátem, občas

se zde vyskytují žíly s prehnitem, epidotem a zeolity, náležející k mineralizaci typu alpské parageneze. Leukokratní granát-biotitické ruly, v nichž jsou amfibolity uloženy, představují částečně retrogradně přeměněné granulity. Nově zjištěný listvenit vystupuje v jv. části kamenolomu (49.209253° N, 16.130337° E), na kontaktu amfibolických hornin a leukokratních rul (obr. 1). MATĚJOVSKÁ (1987) na základě studia amfibolitů sv. okraje moldanubika (včetně kamenolomu Vícenice) zjistila jejich tholeitický charakter a ke stejnému závěru došla ve své studii také ŠICHTÁŘOVÁ (1981).

Geochemii a petrografii masivních amfibolitů z lomu Vícenice (které nepodlehly migmatitizaci) se blíže zabýval RENÉ (2009). Popisuje dva základní typy amfibolitů, tvořené bazickým plagioklasem a amfibolem: (1) převažující středně zrnité amfibolity s masivní, výjimečně také s nezřetelně páskovou texturou a (2) nepravidelné polohy hrubozrnných amfibolitů, připomínajících svojí texturou metagabra. Na základě koncentrací prvků vzácných zemin diskutuje možnou souvislost protolitu zdejších amfibolitů s frakcionovanými bazalty středooceánských hřbetů (MORB). Na druhou stranu, kvůli nižším obsahům Nb, spadá protolit amfibolitů v diagramu Zr/4-Y-Nb/2 podle MESCHDEHO (1986) do pole bazaltů vulkanických oblouků.

Mocná poloha amfibolitů, v níž byl otevřen vícenický kamenolom, pokračuje směrem k severovýchodu až do okolí Naloučan, kde jsou s ní sdruženy ortopyroxenické serpentinity a metagabra (NĚMEC 1996b).

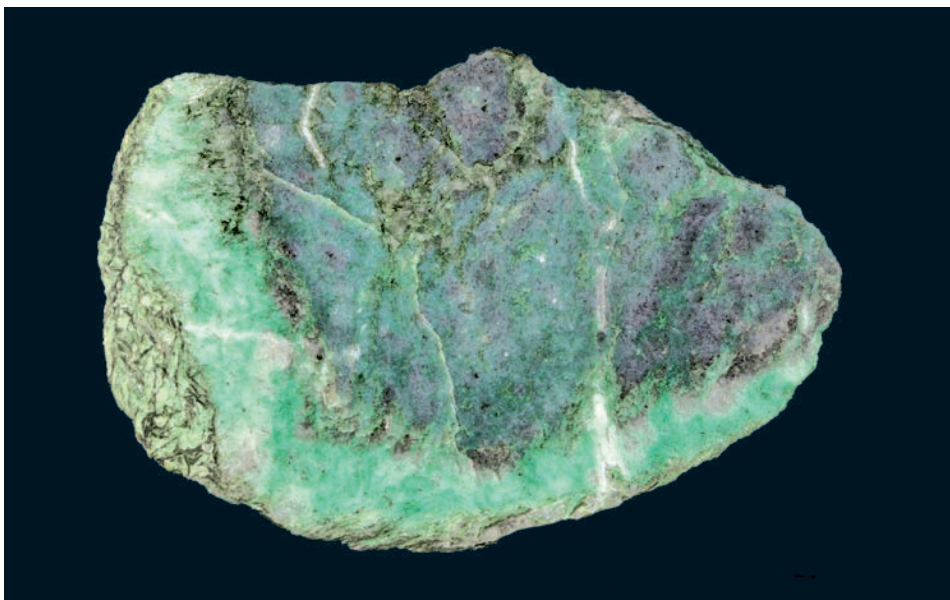
METODIKA

Studium chemismu minerálů bylo realizováno na společném pracovišti elektronové mikroskopie a mikroanalýzy ÚGV PrF MU a ČGS v Brně (analytici R. Škoda, P. Gadas a J. Haifler) za použití přístroje Cameca SX 100. Měření probíhalo za použití vlnově disperzního módu, urychlovacího napětí 15 keV, proudu svazku 10 nA a šířky svazku 5 a 7 μm . Při analýze jednotlivých oxidů a silikátů byly využity tyto standardy almandin ($\text{Fe}\alpha$ K α); sanidin (Si K α , Al K α , K K α); albit (Na K α); baryt (Ba L α); olivín (Mg K α); wollastonit (Ca K α); Sn (Sn L α), columbit Ivigtut (Nb K α), spessartin (Mn K α , Si K α); titanit (Ti K α); CrTa_2O_6 (Ta K α), topaz (F K α); vanadinit (Cl K α , V K α , Pb M α); chromit (Cr K α); gahnit (Zn K α); U (U K α), ScVO_4 (Sc K α); cheralit (Th K α), Ni_2SiO_4 (Ni K α); fluorapatit (P K α); SrSO_4 (Sr K α , S K α); zirkon (Zr K α). Obsahy měřených prvků, které nejsou uvedeny v tabulkách, byly pod mezí detekce přístroje (cca 0,02–0,05 hm. %). Analytická data byla korigována pomocí X-phi korekce (MERLET 1994). Hodnota *apfu* udává počet atomů na vzorcovou jednotku.

VÝSLEDKY

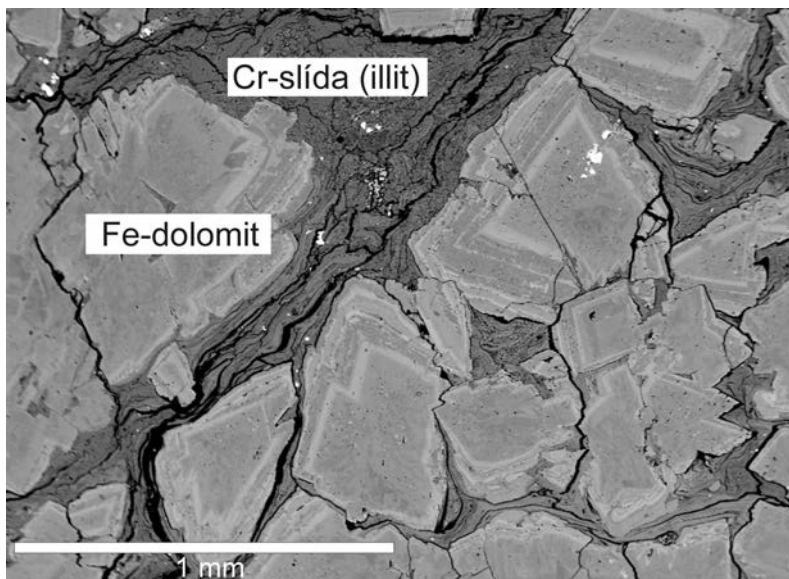
Charakteristika listvenitu

Listvenit byl původně nalezen v podobě volných bloků o velikosti přesahující $2 \times 1,5$ m a lze předpokládat, že jeho mocnost ve výchozu dosahovala maximálně 2,5 m. Nachází se v tektonické zóně na kontaktu amfibolitového tělesa se světlou gřöhlskou rulou. Přímě na místě kontaktu gřöhlské ruly s amfibolitem byla pozorována hydrotermálně přeměněná hornina, jejíž původní charakter nebylo možné vzhledem k intenzivní alteraci blíže určit. Tato přeměněná hornina, podložní vzhledem k úklonu dislokace, obsahuje jen menší vložky listvenitu a v závislosti na intenzitě metasomatózy pozvolně přechází do migmatizované biotitické ruly s granátem. Později byly projevy listvenitizace nalezeny také cca 200 m severně od původního místa nálezu rovněž na kontaktu amfibolitu s gřöhlskou rulou.



Obr. 2. Zonální listvenit s prokřemenělou centrální částí a s vnějším okrajem, složeným z Cr-slída a dolomitu, kamenolom Vicence. Velikost vzorku 7,5×5,2 cm. Foto: F. Novotný.

Fig. 2. Zonal listvenite with quartz-rich central core with margin composed by Cr-rich mica and dolomite, Vicence quarry. Sample size 7.5×5.2 cm. Photo by F. Novotný.



Obr. 3. Chromem-bohatá slída s oscilačně zonálním železnatým dolomitem a inkluzemi (bílá drobná zrna) gersdorffitu a nikelinu (BSE foto P. Gadas).

Fig. 3. Chromian mica with oscillatory zonal ferroan dolomite and sporadic (white) gersdorffite and nickeline inclusions (BSE photo P. Gadas).

Listvenit se vyznačuje, vzhledem k významnému podílu chromem bohaté slídy, převážně světle zelenou barvou a výraznou plošně paralelní texturou. Po mineralogické i texturní stránce jde o heterogenní horninu. V partiích s vyšším podílem karbonátů a zvláště křemene, je celkově tmavší a textura se mění v masivní. Vzácněji je patrná metasomatická zonálnost, kdy se jednotlivé zóny odlišují poměrem chromové slídy, karbonátu a křemene (obr. 2).

MINERALOGIE LISTVENITU

Z mineralogického hlediska je listvenit tvořen převážně Cr-bohatou slídou, karbonáty, křemenem a akcesorickými minerály (pyrit, gersdorfit, nikelin, chalkopyrit, sfalerit, rutíl nebo anatas a zirkon).

Zelené zbarvení horniny způsobuje **chromem bohatá slída** (*fuchsit*), jenž tvoří žilky a agregáty složené z plasticky deformovaných lupínků velikostí několika desetin mm, zarostlé v karbonátech a křemeni (obr. 3). Jen lokálně velikost jednotlivých lupínků výjimečně přesahuje 1 cm. Chemické složení odpovídá illitu s relativně stálým chemickým složením (7,9–8,7 hm. % K_2O ; 0,66–0,72 *apfu* K), s mírně zvýšeným obsahem hořčíku (1,7–2,8 hm. % MgO) a nízkým podílem železa (0,3–0,7 hm. % FeO_{tot}). Typickým znakem je **zvýšený obsah chromu** (1,7–2,5 hm. % Cr_2O_3 ; 0,09–0,13 *apfu* Cr^{3+}). Množství Cr, stejně tak jako rozdílné obsahy Mg a Fe, se projevuje mírně zonální stavbou slídy, kde centrální partie lupínků jsou obohaceny Cr a ochuzeny o Mg a Fe v porovnání s okrají. Obsahy Na, Ba a zvláště Ni byly ve všech případech pod hranici detekce (tab. 1).

Tab. 1. Chemické složení Cr-bohaté slídy. Analýzy č. 1 a 2 jsou ze střední části zrna, analýzy č. 3 a 4 jsou z okraje.

Tab. 1. Chemical composition of Cr-rich mica. Analyses no. 1 and 2 are from the central part of flakes, analyses no. 3 and 4 are from the marginal part.

	hm. % - wt. %			
	1	2	3	4
SiO ₂	52,38	52,97	53,99	53,87
Al ₂ O ₃	29,56	30,24	28,01	27,88
Cr ₂ O ₃	2,46	2,37	1,90	1,68
V ₂ O ₅	0,09	b.d.	b.d.	0,06
FeO	0,32	0,34	0,73	0,45
MgO	1,74	1,94	2,75	2,65
CaO	0,16	0,19	0,27	0,19
K ₂ O	8,60	8,67	7,94	7,95
H ₂ O*	4,34	4,40	4,29	4,28
F	0,53	0,55	0,71	0,68
O=F	-0,22	-0,23	-0,30	-0,29
Suma	99,96	101,44	100,29	99,40
Si ⁴⁺	3,418	3,405	3,497	3,513
^{IV} Al	0,582	0,595	0,503	0,487
^{VI} Al	1,691	1,696	1,635	1,656
Cr ³⁺	0,127	0,120	0,097	0,087
V ²⁺	0,005			0,003
Fe ²⁺	0,017	0,018	0,040	0,025
Mg ²⁺	0,169	0,186	0,266	0,258
Ca ²⁺	0,011	0,013	0,019	0,013
K ⁺	0,716	0,711	0,656	0,661
H ⁺	1,891	1,888	1,855	1,860
F ⁻	0,109	0,112	0,145	0,140
O ²⁻	11,891	11,888	11,855	11,860
CatSum	6,737	6,745	6,713	6,702
AnSum	12	12	12	12

* vypočteno ze stechiometrie; determined by stoichiometry

Karbonáty (dominantní složkou je **Fe-dolomit**) představují společně s křemenem hlavní složku listvenitu. Makroskopicky tvoří převážně středně zrnité, nahnědlé až hnědé agregáty s Cr-bohatou slídou a křemenem. Mikroskopickým studiem byly zjištěny dva texturní typy Fe-dolomitu. První typ vytváří xenomorfní až hypautomorfní zrna, která jsou opticky a chemicky nehomogenní. Kromě dominantního Ca ($Ca > Mg + Fe + Mn$) a Mg je pro něj typický obsah Fe okolo ≈ 6 hm. % FeO (0,16 *apfu* Fe²⁺), menším podílem manganu ($\leq 0,68$ hm. % MnO; 0,018 *apfu* Mn). Druhý typ představují hojná, téměř automorfně omezená zrna Fe-dolomitu s výraznou oscilační zonálností (obr. 3). Zonálnost je způsobena velmi proměnným obsahem železa v tomto typu dolomitu, které se pohybuje v rozmezí 5,56–14,23 hm. % FeO (0,145–0,321 *apfu* Fe). Nejvíce Fe je obsaženo v úzkých světlých zónách. Podíl Mn je konstantní a zanedbatelný (0,06–0,09 hm. % MnO), zjištěno bylo také stopové množství Sr na hranici detekce (tab. 2).

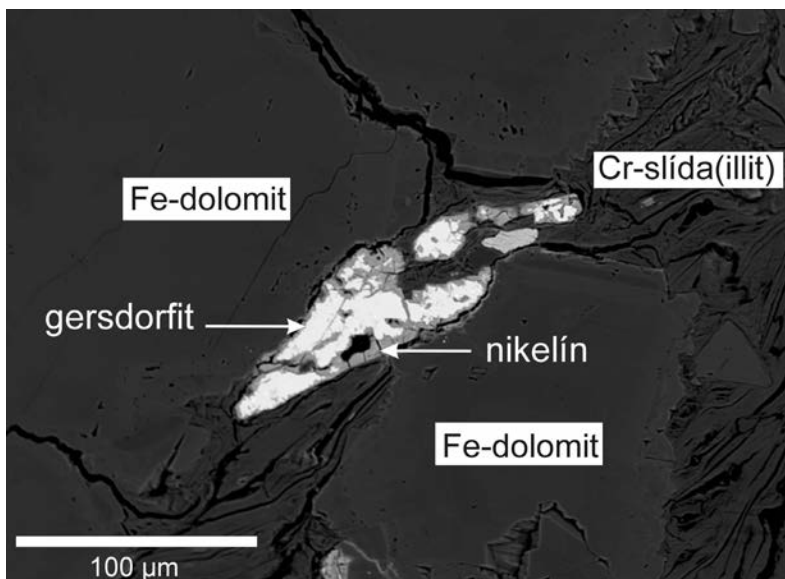
Křemen reprezentují drobná deformovaná zrna velikosti do několika milimetrů, místy nahromaděná do větších agregátů až zón tmavě našedlé barvy. Prorůstá se s agregáty Cr-bohaté slídy a s karbonáty.

Tab. 2. Chemické složení karbonátů.
Tab. 2. Chemical composition of carbonates.

	hm. % - wt. %				
	typ zonálnost - zonality type				
	I	I	II	II	II
FeO	6,30	5,81	5,56	14,06	14,23
MnO	0,68	0,45	0,09	0,08	0,06
MgO	15,82	16,57	17,94	12,35	11,71
CaO	31,22	31,31	30,50	28,99	29,42
SrO	0,07	0,06	0,03	b.d.	b.d.
CO ₂ *	46,09	46,53	47,00	44,90	44,64
Suma	100,18	100,73	101,12	100,38	100,06
Fe ²⁺	0,167	0,153	0,145	0,384	0,391
Mn ²⁺	0,018	0,012	0,002	0,002	0,002
Mg ²⁺	0,750	0,778	0,834	0,601	0,573
Ca ²⁺	1,063	1,056	1,019	1,013	1,034
Sr ²⁺	0,001	0,001	0,001		
C ⁴⁺	2	2	2	2	2
CatSum	4	4	4	4	4
AnSum	6	6	6	6	6

* vypočteno ze stechiometrie; determined by stoichiometry

Z akcesorických minerálů byl zjištěn nejhojněji **pyrit**, který tvoří zrna do 0,5 mm zarostlá v křemeni i v (Fe)-dolomitu, naopak vzácný je **chalkopyrit**. Oba jsou místy obrůstane **nikelínem** o mocnosti lemů < 20 μm . Relativně časté jsou také až automorfně omezená zrna a agregáty **gersdorfitu** s velikostí ≤ 100 μm ; v některých případech je zatlačován nikelínem (obr. 4). Výjimečně se vyskytuje také **zirkon** a **sferalit** s velikostí < 60 μm , v Cr-slídě rovněž fáze **TiO₂** (rutil nebo anatas).



Obr. 4. Agregát gersdorffitu zatlačovaný nikelinem v železnatém dolomitu s Cr-bohatou slídou (BSE foto J. Haifler).

Fig. 4. Aggregate of gersdorffite replaced by nickeline in ferroan dolomite - chromian mica matrix (BSE photo J. Haifler).

DISKUSE A ZÁVĚR

Listvenity jsou metasomatické, karbonáty bohaté horniny, vznikající hydrotermální alterací (karbonatizací a silicifikací) mafických a ultramafických hornin. Listvenitizace probíhá obvykle za $T = 290\text{--}340\text{ }^{\circ}\text{C}$ při $P = 100\text{--}300\text{ MPa}$ a často doprovází ložiska zlata (HALLS a ZHAO 1995, FERENC *et al.* 2016).

Minerální asociace Cr-slída + (Fe)-dolomit + křemen + pyrit, zjištěná ve Vícenicích u Náměště nad Oslavou (gřohlská jednotka moldanubika), odpovídá asociaci, která je typická pro listvenity. Podobné minerální asociace listvenitů byly popsány například na lokalitě Berkutskaya Gora na Urale v Rusku (ROSE 1837), nebo v oblasti Kanadských Kordilier v provincii Britská Columbia v Kanadě (ASH a ARKSEY 1990). Charakteristický je zejména zvýšený obsah chromu ve slídě, který v muskovitech listvenitů nezděříka převyšuje 1–2 hm. % Cr_2O_3 a výjimečně na některých lokalitách dosahuje až 12 hm. % Cr_2O_3 (0,67 apfu Cr), UHER *et al.* (2013), FERENC *et al.* (2016 a *literatura tam citovaná*). Samotný výskyt Cr-slíd (často s podílem vanadu) není specifický pouze pro listvenity, ale také je znám z některých metamorfovaných ložisek (např. TREOLAR 1987, ZIMÁK a KOŠULIČOVÁ 2001, MORATA *et al.* 2001, ŽÁČEK 2002). Nově byly zjištěny poměrně vysoké obsahy niklu a to až přes 22 hm. % NiO v muskovitech na lokalitě Muránska Zdychava ve Slovenském rudohoří, kde listvenitizace postihla ultrabazické horniny (UHER *et al.* 2013, FERENC *et al.* 2016).

V případě vícenickeho listvenitu není jasné složení protolitu, na jehož úkor listvenitizace proběhla. Minerální asociace, relativně chudší hořčíkem (dolomit místo magnezitu) a niklem (Ni chybí ve slídě a podíl Ni-akcesorií je objemově bezvýznamný), stejně jako nepřítomnost reliktních Cr-spinelidů, značí, že vznik listvenitu na úkor ultrabazických hornin je v tomto případě nepravděpodobný. Ultrabazické horniny sice nebyly v posledních letech na lokalitě zjištěny, avšak jejich výskyt v tamních amfibolitech nelze definitivně vyloučit,

zvláště v okrajových tektonizovaných částech tělesa (viz výše zmíněný vztah serpentinitu a amfibolitu u Naloučan a výskyt malých těles ultrabazik v blízkosti Vícenic).

Listvenit ve Vícenicích velmi pravděpodobně vznikl relativně nízkoteplotní metasomatikou přeměnou amfibolitů se zvýšeným obsahem Cr a částečně i Ni. Tuto hypotézu podporuje, kromě zmíněné minerální asociace, přítomnost hrubozrnných plagioklasových amfibolitů, připomínajících svojí texturou metagabra (RENÉ 2009). Na rozdíl od běžnějších jemnozrnnějších amfibolitů, obsahujících 28–40 ppm Cr (a 27–28 ppm Ni) mají metagabra obsah Cr několikanásobně vyšší (433 a 455 ppm Cr), stejně jako v případě niklu (105 a 110 ppm Ni). Zvýšený obsah Ni z protolitu se uplatnil v akcesorickém gersdorfitu a nikelínu, zatímco do slídy Ni nevstupoval.

Podobně je složení amfibolitů (metagaber) u blízkých Naloučan, které vystupují v podobné geologické pozici jako amfibolity u Vícenic, navíc v asociaci se serpentinitem. Oproti okolním amfibolitům s obsahem 308 ppm Cr a 82 ppm Ni (průměr ze 4 vzorků) má zdejší metagabro obsah Cr výrazně vyšší (595 ppm) při vyšším obsahu Ni 199 ppm (NĚMEC 1996b). Tam však projevy listvenitizace chybějí. V každém případě se ukazuje značná petrografická i geochemická variabilita jednotlivých těles amfibolitů v blízkosti Náměště nad Oslavou jako možný zdroj chromu pro listvenity, Cr tak nemusí pocházet pouze z ultrabazik.

PODĚKOVÁNÍ

Autor děkuje S. Houzarovi a J. Cempírkovi za přečtení rukopisu a za četné připomínky, které vedly k vylepšení textu. Velký dík patří také F. Novotnému za zhotovení fotografie listvenitu, M. Součkovi za darování vyleštěných vzorků listvenitů a recenzentům P. Uhrovi a J. Tomanovi za připomínky vedoucí k zvýšení kvality rukopisu.

LITERATURA

- ASH, C. H., ARKSEY, R. L., 1990: The listwanite-lode gold association in British Columbia. - *Geological fieldwork*, 1, 359–364.
- BELOGUB, E. V., MELEKESTSEVA, I. Y., NOVOSELOV, K. A., ZABOTINA, M. V., TRETYAKOV, G. A., ZAYKOV, V. V., YUMINOV, A. M., 2017: Listvenite-related gold deposits of the South Urals (Russia): A review. - *Ore Geology Reviews*, 85, 247–270.
- FERENC, Š., UHER, P., SPIŠIAK, J., ŠIMONOVÁ, V., 2016: Chromium- and nickel-rich micas and associated minerals in listvenite from the Muranska Zdychava, Slovakia: products of hydrothermal metasomatic transformation of ultrabasic rock. - *J. Geosciences*, 61, 3, 239–254.
- HALLS, C., ZHAO, R., 1995: Listvenite and related rocks: perspectives on terminology and mineralogy with reference to an occurrence at Cregganbaun, Co. Mayo, Republic of Ireland. - *Mineral. Deposita*, 30, 3–4, 303–313.
- HOUZAR, S., NOVÁK, M., 1991: Dolomite marbles at contact of the Moldanubicum and Moravicum in the area between Jasenice and Oslavany. - *Acta Mus. Morav. Sci. nat.*, 76, 83–94.
- HREUS, S., VÝRAVSKÝ, J., 2018: Nové nálezy v lomu Vícenice u Náměště nad Oslavou. - *Minerál*, 26, 6, 526–532.
- CHÁB, J., BREITER, K., FATKA, O., HLADIL, J., 2008: Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu. - *Vydavatelství České geologické služby*, 283 p.
- MALÝ, D., 2012: Gamaspektrometrická charakteristika migmatitů v lomu Vícenice. - *MS, bakalářská práce*, ÚGV, PřF, Masarykova univerzita, Brno.
- MATEJOVSKÁ, O., 1967: Petrogenesis of the Moldanubian granulites near Náměš nad Oslavou. - *Krystalinikum*, 5, 85–104.
- MATEJOVSKÁ, O., 1987: Fe-rich amphibolites with tholeiitic affinity from the SE margin of the Bohemian Massif. - *Jb. Geol. Bundesanst.*, 130, 493–503.
- MERLET, C., 1994: An accurate computer correction program for quantitative electron probe microanalysis. - *Microchimica Acta*, 114, 1, 363–376.
- MESCHÉDE, M., 1986: A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. - *Chem. Geol.*, 56, 207–218.

- MÍŠAŘ, Z., DUDEK, A., HAVLENA, V., WEISS, J., 1983: Geologie ČSSR I, Český masív. – *Státní pedagog. nakl.*, 333 s.
- MORATA, D., HIGUERAS, P., DOMÍNGUES-BELLA, S., PARRAS, J., VELASCO, F., APARICIO, P., 2001: Fuchsite and other Cr-rich phyllosilicates in ultramafic enclaves from the Almadén mercury mining district, Spain. – *Clay Minerals*, 36, 345–354.
- NĚMEC, D., 1996a: Granulite facies metabasites in the Náměšť granulite complex, western Moravia. – *Věst. Čes. geol. Úst.*, 71, 3, 277–284.
- NĚMEC, D., 1996b: Metamorphosed Mg gabbros of the West Moravian Moldanubicum. – *Acta Mus. Morav. Sci. Geol.*, 81, 1/2, 41–51.
- RENĚ, M., 2009: Geochemie a petrografie amfibolitů z vicenického lomu u Náměště nad Oslavou. – *Geol. Výzk. Mor. Slez.*, 114–117.
- ROSE, G., 1837: Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere. 1. svazek: Reise nach dem nördlichen Ural und dem Altai. Berlin, C. W. Eichhoff (Verlag der Sanderschen Buchhandlung), 641 s.
- ŠICHTÁŘOVÁ, I., 1981: Moldanubian amphibolites in the area SE of Náměšť nad Oslavou. – *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 56, 203–214.
- TREOLAR, P. J., 1987: Chromium muscovites and epidotes from Outokumpu, Finland. – *Mineral. Mag.*, 71, 593–599.
- UHER, P., FERENC, Š., SPIŠIAK, J., 2013: Cr-Ni muskovit v listvenite z Muránskej Zdychavy pri Revúcej (Slovenské rudohorie, stredné Slovensko). – *Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 21, 1, 62–66.
- ZIMÁK, J., KOŠULIČOVÁ, M., 2001: Chromem bohatý svor z Petrova nad Desnou. – *Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 9, 282–285.
- ŽÁČEK, V., 2002: Chromium anomaly in Devonian metapelite at Petrov (Northern Moravia, Czech Republic. – *Geolines*, 14, 108–110.

INTERNETOVÉ ZDROJE:

<https://mapy.geology.cz/geocr500/> (přístup: 15. 3. 2019)