Wolframitová mineralizace z greisenu v krkonošsko-jizerském krystaliniku u Vítkova v Jizerských horách

Wolframite from the greisen in the Krkonoše-Jizera Crystalline Complex near Vítkov in the Jizera Mountains, Czech Republic

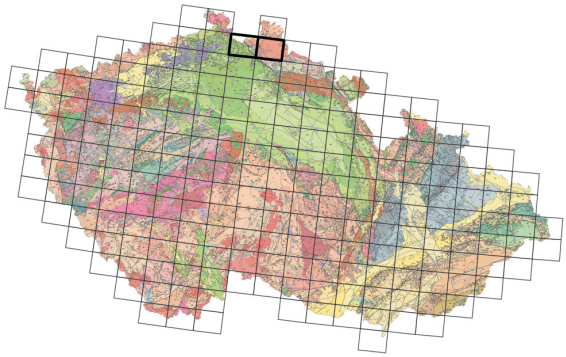
Tamara Sidorinová – Petr Dobeš

Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5;
tamara.sidorinova@geology.cz, petr.dobes@geology.cz

Key words: *wolframite, ferberite, scheelite, fluid inclusions, greisen, Jizera orthogneiss, Lugicum*

Summary: A new occurrence of wolframite mineralization was found in the topaz-quartz greisen near Vítkov in the Krkonoše-Jizera Crystalline Complex in the Jizera Mountains. The greisen was found only in fragments, no outcrop was discovered. Greisen localities Růžek – Vítkov – Lysý vrch are arranged in NNE–SSW direction. The rock from the Vítkov locality is fine-grained, consisting of major quartz (65 %) and topaz (30 %), while the minor and accessory minerals are represented by muscovite, feldspar, rutile, tourmaline, apatite, zircon, fluorite and among ore minerals were identified arsenopyrite, pyrite, wolframite, scheelite and molybdenite. Wolframite corresponding to ferberite forms small columnar crystals disseminated in the rock, locally replaced by scheelite. It contains 0.97–0.99 apfu W, 0.63–0.87 apfu Fe, 0.12–0.36 apfu Mn and 0.02–0.04 apfu Nb. Wolframite also forms inclusions in TiO_2 minerals. It was not possible to analyze them for their small size. Scheelite contains 0.97 apfu W and 0.93–1.03 apfu Ca.

Fluid inclusions in quartz and topaz contain two phases – liquid and gas, they contain only aqueous solution. Homogenisation temperatures of primary inclusions were measured in the range of 312–358 °C. On the contrary, both fluid inclusions in quartz from quartz veins along southern exocontact at the Jeřmanice locality, and inclusions in quartz from the greisens along northern exocontact of the Krkonoše-Jizera Pluton at the Polish side contain H_2O–CO_2 inclusions. Minimum temperatures of the mineral formation are ~ 350 °C at these localities. All the known occurrences of wolframite mineralization in the Lugicum from the northern and southern exocontacts of the Krkonoše-Jizera Pluton, both in greisens and quartz veins, appear to be closely associated with its intrusion.



(03-13 Hrádek nad Nisou, 03-14 Liberec)

Výskyty wolframitového zrudnění v Českém masivu jsou známy především z klasických lokalit Krušných hor a Slavkovského lesa, kde doprovázejí Sn mineralizaci a byly předmětem intenzivního výzkumu řadu let v minulém století. Zrudnění je vázáno především na tělesa greisenů a křemenné žíly v exokontaktech a endokontaktech variských granitů. Lugikum je na wolframitové zrudnění podstatně chudší než saxothuringikum, ale i v něm je známa řada mineralogických výskytů wolframitu (Kratochvíl et al. 1957, Honsa 1967, Novák 1990).

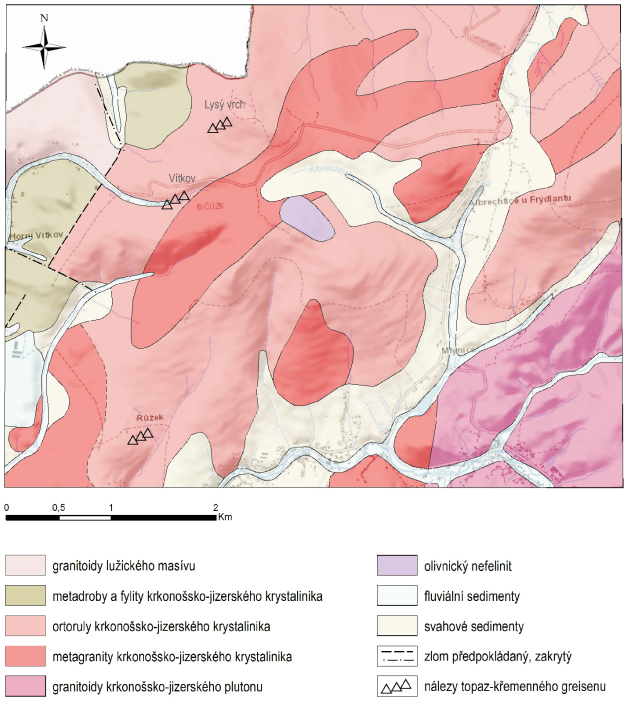
Novější výskyt popsali Klomínský a Táborský (2003) u Jeřmanic. Wolframit se zde vyskytuje v hydrotermálních křemenných žílách, mocných až 30 cm, v kontaktně metamorfovaných chlorit-sericitických fylitech, které vystupují na kontaktu s dvojslídným tanvaldským granitem. Další výskyt popsali Klomínský et al. (2004) na lokalitách Růžek a Lysý vrch, sv. od Chrastavy, v greisenu, který nazývají topazový kvarcit. Při geologickém mapování 1 : 25 000 na území listu 03-141 Raspenava byl učiněn nový nález wolframitu v topaz-křemenném greisenu na lokalitě Vítkov (Klomínský in Vondrovic ed. 2014). Klomínský popisuje stejnou horninu pro lokality Růžek i Vítkov, proto užíváme název topaz-křemenný greisen pro horninu s nálezem W-mineralizace.

Geologická situace

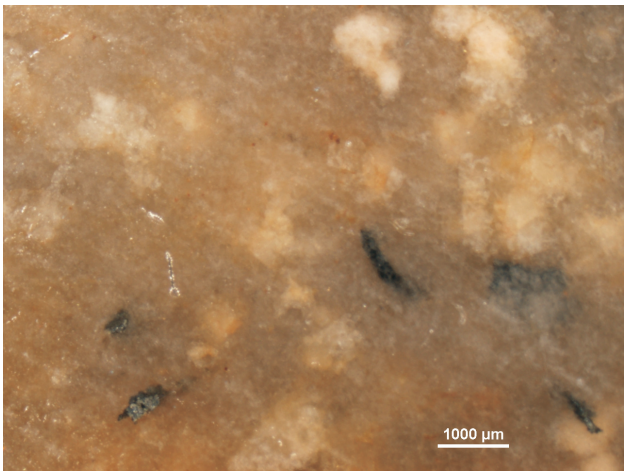
Lokalita Vítkov se nachází při samém z. okraji listu 03-141 Raspenava, cca 1,5 km v. od středu obce Horní Vítkov, s. od Chrastavy, v zářezu Vítkovského potoka, na soukromém pozemku uprostřed výběhu pro koně (obr. 1). Drobné úlomky až bloky topaz-křemenného greisenu o velikosti až do ~1 m^3 jsou roztroušené podél potoka na ploše několika desítek m^2. Bloky stejné horniny jsou i na nedalekých lokalitách Růžek a Lysý vrch, popsaných již dříve Klomínským et al. (2004).

Greiseny se zde vyskytují vždy jen v úlomcích a blocích.

DOI 10.3140/zpravy.geol.2014.37



Obr. 1. Geologická pozice lokalit Vítkov, Lysý vrch a Růžek s nálezy wolframitu v topaz-křemenném greisenu / Fig. 1. Geological position of the Vítkov, Lysý vrch and Růžek localities with occurrences of wolframite in topaz-quartz greisen.

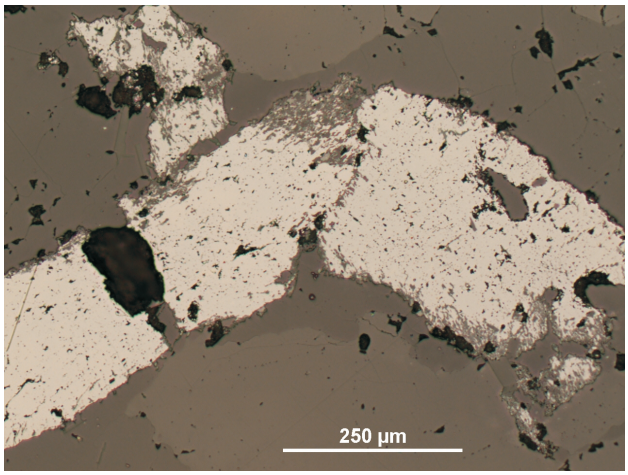


Obr. 2. Mikrofotografie topaz-křemenného greisenu z lokality Vítkov. Bílá zrna jsou topaz, šedá křemen a tmavé protáhlé sloupečky wolframit / Fig. 2. A microphotograph of the topaz-quartz greisen from the Vítkov locality. Topaz grains are white, quartz grains are grey and wolframites are black elongated columns.

Podle jejich distribuce mají tvar protáhlých těles ssv.-jjz. směru o délce několika set metrů a poměrně malé mocnosti, orientovaných paralelně s metamorfní foliací jizerských ortorul (Klomínský in Vondrovic ed. 2014).

Metodika

Leštěné výbrusy byly zhotoveny v laboratořích České geologické služby na Barrandově. Preparáty byly studovány



Obr. 3. Wolframit v křemeni. Mikrofotografie v napadajícím světle s jedním nikolem / Fig. 3. Wolframite in quartz. Microphotograph in reflected light, one nicol.

v polarizačním mikroskopu Nikon Eclipse E600, mikrofotografie pořízeny za použití SW NIS Elements verze AR 3.2 firmy Laboratory Imaging s.r.o.

Chemické složení minerálů bylo měřeno na přístroji Cameca SX100 na společném pracovišti Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity a České geologické služby v Brně. Přístroj pracoval v režimu vlnově disperzní analýzy s urychlovacím napětím 15 kV a proudem svazku 20 nA o průměru elektronového svazku 2–3 µm. Jako standardy byly použity dobře definované minerály. Chemické analýzy wolframitu a scheelitu byly vyčísleny na základě obsahu čtyř atomů kyslíku ve vzorcové jednotce (4 O apfu).

Fluidní inkluze byly studovány v oboustranně leštěných destičkách o síle 0,3 mm metodami optické mikrotermometrie na aparatuře Chaixmeca (Poty et al. 1976) v laboratořích České geologické služby. Aparatura byla kalibrována pro teploty mezi –100 až +400 °C chemickými standardy fy Merck, teplotou tání ledu a fázovými přechody v inkluzích s čistým CO_2. Homogenizační a kryometrická data vykazují reprodukovatelnost ±0,2 °C při teplotách pod 0 °C a ±3 °C při teplotách do 400 °C. Salinita vodných roztoků byla počítána podle Bodnara a Vityka (1994), složení solných systémů bylo posuzováno podle Davise et al. (1990).

Výsledky

Topaz-křemenný greisen je drobnozrnná, makroskopicky šedá hornina kvarcitového vzhledu. Hlavními minerály, zjištěnými planimetrickou analýzou, jsou křemen (65 %) a topaz (30 %), akcesorické jsou muskovit, živec, fluorit, rutil, turmalín, apatit, zirkon, arsenopyrit, pyrit, wolframit, scheelit a molybdenit. Klomínský et al. (2004) na lokalitě Růžek uvádí ještě kasiterit. Většina zrn má milimetrové rozměry, topaz tvoří bílá zrna a křemen šedě zbarvené agregáty. Na povrchu horniny je znatelné rezavé zabarvení od oxidů a hydroxidů Fe, prostupující horninou mezi zrny

a po jemných trhlinách. Rudní minerály jsou v hornině rozptýleny a jejich velikost je také v milimetrových rozměrech (obr. 2).

Wolframit tvoří černé sloupečky, nejčastěji cca 2 mm dlouhé. V odraženém světle v optickém mikroskopu jsou na okrajích zrn, podél prasklin i uvnitř zrn patrné alterace (obr. 3). Na snímcích v odražených elektronech byl wolframit pozorován ve dvou typech. Četnější byla větší alterovaná zrna (obr. 4a), méně často se vyskytovaly dokonale ohraničené inkluze v rutilu. Pro jejich malou velikost (pod 0,02 mm) je však nebylo možné analyzovat (obr. 4b). Větší zrna (tab. 1) obsahují 0,97–0,99 apfu W (73,64–75,61 hmot. % WO_3), 0,63–0,87 apfu Fe (14,84–20,57 hmot. % FeO) a 0,12–0,36 apfu Mn (2,84–8,4 hmot. % MnO). Z minoritních prvků je přítomen především Nb (0,02–0,04 apfu, 0,82–2,03 hmot. % Nb_2O_3), který nahrazuje W. Ostatní prvky Na, Mg, Ca, Al, Si, Ti a Sn jsou přítomny jen ve stopových koncentracích. Wolframit složením odpovídá ferberitu slabě obohacenému Nb (tab. 1).

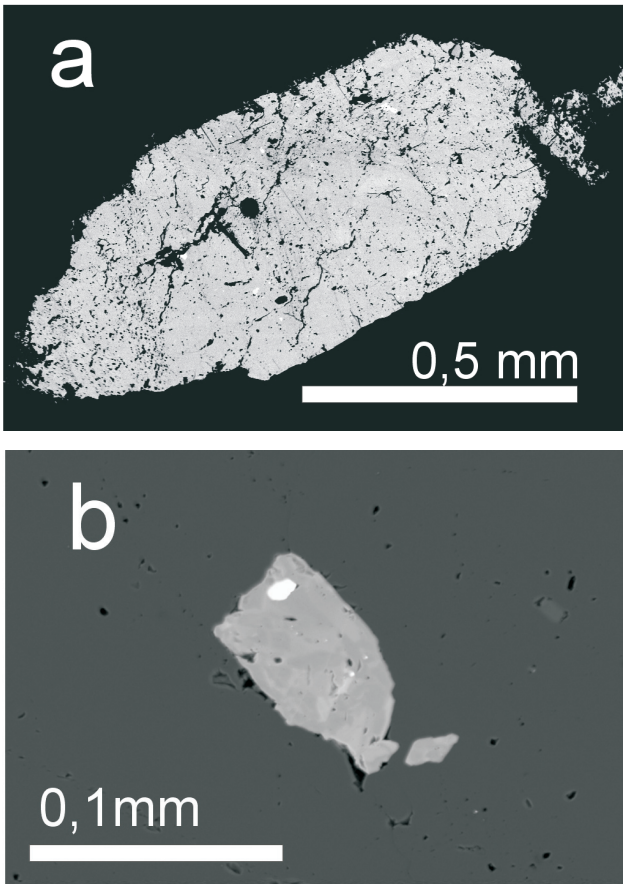
Scheelit tvoří drobná šedá až lehce nažloutlá zrna roztroušená v greisenu. Byl zjištěn pomocí UV lampy, luminiscence měla světle modrou barvu. Ve výbrusech byl zastižen pouze ve dvou místech. V optickém mikroskopu je barevně nenápadný, má velmi nehomogenní texturu s četnými uzavřeninami (chemické analýzy v tab. 1). Scheelity obsahují 0,97 apfu W (78,66–79,46 hmot. % WO_3) a 0,93–1,03 apfu Ca (17,85–20,13 hmot. % CaO). Malé příměsi Fe (0,09 apfu) a Mn (0,03 apfu) byly zjištěny v zrnu, kde se scheelit nalézá v těsné blízkosti wolframitu a je pravděpodobný jeho sekundární vznik zatlačováním wolframitu. Druhé zrno je téměř čistý $CaWO_4$ (1,03 apfu Ca).

V křemeni i topazu se vyskytují fluidní inkluze vodného roztoku. Primární inkluze v topazu mají tvar negativního krystalu, případně oválný až nepravidelný, a velikost od 5 do 30 µm. Inkluze jsou dvoufázové, plynná fáze zaujímá 20–30 objemových procent. Inkluze obsahují pouze vodný roztok, CO_2 či CH_4 nebyly v inkluzích zjištěny. Teploty homogenizace primárních inkluzí byly měřeny v rozmezí 312–358 °C, tyto teploty reprezentují minimální teploty vzniku minerálů. Teploty tání posledního krystalu ledu (Tm) se pohybovaly mezi –2,4 až –4,8 °C, což odpovídá salinitě vodného roztoku od 4,0 do 7,6 hmot. % NaCl ekv.

Většinu inkluzí v topazu představují primárně-sekundární, popř. sekundární inkluze situované podél vyhojených puklin. Inkluze mají tvar i velikost obdobné jako inkluze primární. Objem plynné fáze se pohybuje od 20 do 30 objem. %. Teploty homogenizace primárně-sekundárních inkluzí se pohybovaly v rozmezí 298–336 °C, teploty tání posledního krystalu ledu od –1,6 do –5,2 °C, to odpovídá salinitě vodného roztoku v rozmezí 2,7 až 8,1 hmot. % NaCl ekv.

Primární inkluze v křemeni jsou velmi malé, pod 5 µm, většinou oválného tvaru, s nepravidelným poměrem plynné a kapalné fáze. Příliš malá velikost inkluzí nedovoluje mikrotermometrická měření.

Sekundární inkluze v křemeni se vyskytují podél vyhojených puklin. Inkluze mají oválný až nepravidelný tvar a velikost do 20 µm. Jsou dvoufázové, objem plynné fáze tvoří zhruba 20 objem. %. Teploty homogenizace sekundárních inkluzí byly pozorovány mezi 184–237 °C, Tm ledu mezi –0,6 až –0,8 °C. Salinita vodného roztoku dosahuje 1,1 až 1,4 hmot. % NaCl ekv.



Obr. 4. BSE snímky wolframitu. a – alterované zrno, b – bíle svítící inkluze wolframitu v rutilu. Foto P. Gadas / Fig. 4. Back-scattered electron images of wolframite. a – alterated grain, b – inclusion of wolframite (white) in rutile. Photo by P. Gadas.

Diskuse

Wolframit z lokalit Růžek a Lysý vrch uvádějí Klomínský et al. (2004) v greisenu, který nazývají topazový kvarcolit. Předpokládají, že hornina tvoří menší žíly nebo čočky, které jsou orientovány napříč metamorfní foliací jizerských ortorul a vystupují podél zlomu směru S-J. Ve Vysvětlivkách k základní geologické mapě, list 03-141 Raspenava, reklasifikuje Klomínský (in Vondrovic ed. 2014) tuto horninu z lokalit Růžek a Vítkov na topaz-křemenný greisen. Hornina vystupuje pouze v blocích, předpokládá se však, že má tvar protáhlých těles o délce několika set metrů a malé mocnosti, která jsou orientována paralelně s metamorfní foliací jizerských ortorul. Strukturní výzkum v rámci geologického mapování existenci s.-j. zlomu nepotvrdil (Verner in Vondrovic ed. 2014).

Horniny s podobnou mineralizací byly popsány také na polském území v okolí obce Kamień. Jde rovněž o řadu nálezů bloků greisenů, zde ve směru Z-V (Pobiedna–

Tabulka 1. Chemické analýzy wolframitu a scheelitu (hmot. %, přepočet na 4 atomy O) z lokality Vítkov (1.t je z tmavé zóny, 1.s ze světlé zóny) / Table 1. Chemical analyses of wolframite and scheelite (wt. %, apfu based on 4 O) from Vítkov. Analysis 1.t is from darker and 1.s is from lighter part

	wolframit – ferberit								scheelit	
zrna	1. t	1. s	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.
Na_2O	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
FeO	16,41	20,57	20,40	20,30	16,84	16,67	16,92	14,84	2,20	0,00
MnO	6,83	2,87	2,93	2,84	6,35	6,37	6,24	8,40	0,69	0,00
MgO	0,02	0,07	0,06	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
CaO	0,10	0,00	0,04	0,00	0,08	0,00	0,14	0,05	17,85	20,13
Al_2O_3	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,09
SiO_2	0,03	0,07	0,03	0,00	0,05	0,02	0,06	0,04	0,00	0,00
TiO_2	0,07	0,17	0,09	0,18	0,07	0,06	0,08	0,09	0,00	0,00
SnO_2	0,07	0,02	0,00	0,04	0,03	0,07	0,00	0,06	0,00	0,00
Nb_2O_5	0,94	2,03	1,63	2,18	1,29	1,29	0,82	1,31	0,00	0,00
WO_3	75,52	73,81	74,87	73,64	74,91	74,98	75,61	74,84	78,66	79,46
suma	99,99	99,65	100,06	99,23	99,65	99,47	99,91	99,64	99,41	99,68
Na	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
Fe	0,692	0,868	0,859	0,862	0,712	0,707	0,714	0,627	0,089	0,000
Mn	0,292	0,123	0,125	0,122	0,272	0,274	0,267	0,360	0,028	0,000
Mg	0,002	0,005	0,005	0,004	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Ca	0,005	0,000	0,002	0,000	0,005	0,000	0,008	0,002	0,925	1,033
Al	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,005
Si	0,002	0,003	0,002	0,000	0,002	0,001	0,003	0,002	0,000	0,000
Ti	0,003	0,007	0,004	0,007	0,003	0,002	0,003	0,004	0,000	0,000
Sn	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
Nb	0,015	0,033	0,027	0,036	0,021	0,021	0,014	0,022	0,000	0,000
W	0,987	0,965	0,977	0,969	0,982	0,985	0,988	0,980	0,986	0,986
suma kat	1,998	2,009	2,000	2,001	2,000	1,993	1,998	2,000	2,028	2,025

Kamień–Mladz), vystupujících v tělese jemně zrnitých leukokratních a okatých ortorul (Karwowski 1973).

Při studiu fluidních inkluzí v topazech na lokalitě Vítkov byly nalezeny pouze inkluze vodného roztoku. Minimální teploty vzniku minerálu se pohybují mezi 312–358 °C. Karwowski (1973) nalezl v greisenech ze zóny Mladz–Kamień–Pobiedna ze severního metamorfního obalu krkonošsko-jizerského plutonu inkluze typu H_2O-CO_2 s teplotami homogenizace 300–350 °C. Salinita vodného roztoku vzácně dosahovala až 26,5 % NaCl ekv.

Vondrovic et al. (2011) popsali v křemeni žilné wolframit-kasiteritové mineralizace z chlorit-sericitových fylitů z jižního exokontaktu krkonošsko-jizerského plutonu rovněž inkluze typu H_2O-CO_2. Inkluze měly poměrně pravidelné zaplnění (LVR = 0,6–0,7), teploty homogenizace byly měřeny v intervalu 318–357 °C, salinita vodného roztoku byla nízká, 1–4 hmot. % NaCl ekv. Minimální hodnoty tlaku během vzniku této mineralizace byly odhadnuty na 40–70 MPa.

Je pravděpodobné, že výskyty greisenů s wolframovou mineralizací v exokontaktech krkonošsko-jizerského plutonu vznikaly v přímé vazbě na jeho intruzi.

Závěr

V topaz-křemenném greisenu na lokalitě Vítkov byla zjištěna W mineralizace v podobě wolframitu (ferberitu) a scheelitu. Z dalších rudních minerálů byly nalezeny arsenopyrit, pyrit, molybdenit a fluorit. Vazba W mineralizace na greisen naznačuje, že jde o mineralizaci spojenou s působením kyselých postmagmatických vysokoteplotních hydrotermálních fluid.

Fluidní inkluze z topazů a křemene lokality Vítkov obsahují pouze vodný roztok, ale minimální teploty vzniku inkluzí (~350 °C) odpovídají zjištěným teplotám z ostatních výskytů greisenů v okolí krkonošsko-jizerského plutonu.

Poděkování. Výzkum byl financován interním projektem České geologické služby č. 390001 Základní geologické mapování 1 : 25 000, oblast Krkonoše. Autoři děkují za poskytnutý materiál a konzultace J. Klomínskému, za provedené analýzy P. Gadasovi, za nakreslení mapy E. Krejčíkové a za cenné kritické připomínky recenzentům K. Breiterovi a J. Zachariášovi.

Literatura

BODNAR, R. J. – VITYK, M. O. (1994): Interpretation of microthermometric data for H_2O-NaCl fluid inclusions. In: DE VIVO, B. – FREZZOTTI, M. L., ed.: Fluid inclusions in minerals: Methods and applications. Short course of the working group Inclusions in Minerals, 117–130. – Blacksburg, VA, Virginia Polytechn. Inst.

DAVIS, D. W. – LOWENSTEIN, T. M. – SPENCER, R. J. (1990): Melting behavior of fluid inclusions in laboratory-grown halite crystals in the systems NaCl-H_2O, NaCl-KCl-H_2O, NaCl-$MgCl_2$-H_2O, and NaCl-$CaCl_2$-H_2O. – Geochim. cosmochim. Acta 54, 591–601.

HONSA, V. (1967): Zpráva o nálezu wolframitu v Jizerských horách. – Čas. Nár. Muz., Odd. přírodověd. 136, 2, 80.

KARWOWSKI, L. (1973): Strefa grejzenowa Mladz – Kamień – Pobiedna na Pogórzu Izerskim. – Acta geol. pol. 23, 2, 325–340.

KLOMÍNSKÝ, J. – FEDIUK, F. – VESELOVSKÝ, F. – SCHOVÁNEK, P. – JARCHOVSKÝ, T. – TÁBORSKÝ, Z. (2004): Topaz-křemenný kvarcolit (greisen) u Chrastavy v severních Čechách jako metalogenetický indikátor W-Sn mineralizace. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2003, 112–114.

KLOMÍNSKÝ, J. – TÁBORSKÝ, Z. (2003): Wolframitové zrudnění u jižního okraje tanvaldského granitu v severních Čechách. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2002, 169–170.

KRATOCHVÍL, J. – KOUŘIMSKÝ, J. – ŠÍPEK, V. – TUČEK, K. (1957): Topografická mineralogie Čech I.–VIII. – Nakl. ČSAV, Praha.

NOVÁK, F. (1990): Geochemie wolframitu z české části Českého masivu. In: BERNARD, J. H. et al.: Hloubkový metalogenetický výzkum Českého masivu. – MS Čes. geol. služba. Praha.

POTY, B. – LEROY, J. – JACHIMOWICZ, L. (1976): Un nouvel appareil pour la mesure des temperatures sous le microscope: L' installation de microthermometrie Chaixmeca. – Bull. Soc. franç. Minéral. Cristallogr. 99, 182–186.

VONDROVIC, L., ed. (2014): Vysvětlivky k základní geologické mapě 1 : 25 000, list 03-141 Raspenava. – MS Čes. geol. služba. Praha.

VONDROVIC, L. – TRUBAČ, J. – DOBEŠ, P. – DOLEJŠ, D. (2011): Origin of wolframite mineralization at Jeřmanice (central Europe): evidence from mineral chemistry, fluid inclusions and stable isotopes. – Abstract volume of 11th Biennial SGA Meeting, September 26–29, 2011, Antofagasta, Chile.