

MINERALOGIE KRUPNÍKOVÉHO TĚLESA V MEDVĚDÍM DOLE U KOUTŮ NAD DESNOU V JESENÍKÁCH

Mineralogy of a soapstone body at the locality "Medvědí důl" near Kouty nad Desnou in the Jeseníky Mts.

Jiří Zimák¹, Bohuslav Fojt², Zuzana Juránková¹

¹ Katedra geologie PřF UP, tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: jiri.zimak@upol.cz

² Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: fojt@sci.muni.cz

(14-24 Bělá pod Pradědem)

Key words: Silesicum, Sobotín Massif, soapstone, actinolite schist, chlorite schist, metahornblendite, chromite

Abstract

Soapstone bodies are relatively common in the Sobotín Massif in the Hrubý Jeseník Mts. (NE part of the Bohemian Massif). A small soapstone body was found near Kouty nad Desnou in the northern spur of the Sobotín Massif composed dominantly of amphibolites. The soapstone body is composed of four types of rocks: i) talc schists with variable content of chlorite (clinocllore) and amphibole (actinolite, magnesiohornblende); ii) soapstone (talc + dolomite); iii) chlorite schist; iv) actinolite schist. Chromite is a typical accessory mineral of soapstone body rocks as well as metahornblendite outcropping in the locality. Studied soapstone body does not show the very distinct symmetrical internal zonation (mineralogical and petrographical) typical for well-known soapstone bodies of the Sobotín Massif (former soapstone deposits Smrčina and Zadní Hutisko). However there is no mineralogical or petrographical difference between those deposits and the studied soapstone body. Formation of the soapstone body at Kouty nad Desnou is probably connected to hydrothermal alteration of hornblendite/metahornblendite along shear zones.

Úvod

Sobotínský amfibolitový masiv v jz. části silezika je petrograficky pestrým metabazitovým komplexem. Jeho součástí jsou vedle dominantních amfibolitů, lokálně retrogradně přeměněných na zelené břidlice, a amfibolických rul také drobná krupníková tělesa víceméně čokovitěho tvaru, vykazující výraznou zonální stavbu. Jejich centrální část je tvořena krupníkem a maskovou břidlicí, směrem k okraji přecházející do zóny aktinolitické (příp. tremolitické) břidlice, vnější zóna má charakter chloritické břidlice. Dvě největší a současně nejznámější z těchto těles (nejen v sileziku, ale i v rámci celé ČR) mají status přírodní památky (PP Smrčina u Sobotína a PP Zadní Hutisko u Vernířovic). V tomto článku je mineralogicky zhodnoceno těleso vystupující v Medvědí dole (k. ú. Rejhotice). Jsou v něm uvedeny i nové údaje o povaze hornblenditu (metahornblenditu), jehož alterací se krupníkové těleso vytvořilo.

Charakteristika lokality včetně historie výzkumu

O maskových břidlicích v zářezu lesní cesty vedoucí Medvědí dolem se poprvé zmiňuje Hanžl (1995), a to ve stručné zprávě o nálezu tmavě zelené ultramafické horniny, autorem označované jako hornblendit. V citované zprávě jsou uvedeny jen nejzákladnější údaje o povaze této horniny, vycházející z mikroskopického studia výbrusu v procházejícím světle a z výsledku její chemické analýzy. Z hlediska našeho článku je podstatné, že Hanžl (1995) z hornblenditu popisuje jemné žilky karbonátu s chloritem a maskkem. Maskkové břidlice zde podle citovaného autora vystupují na okrajích tektonické šupiny tvořené metabazity sobotínského masivu i ve střížných zónách

uprostřed šupiny. Hornblendit zůstal v maskových břidlicích zachován pravděpodobně ve formě budin (Hanžl 1995).

Fojt a Vávra (1997) v prostoru lokality makroskopicky rozlišili tři variety hornblenditu: zbrídlíčnatělý hornblendit (na kontaktu s „desenskou“ rulou a také podél střížných zón), všesměrně zrnitý tmavý hornblendit (zde dominantní varieta hornblenditu) a všesměrně zrnitý světlý hornblendit. Citovaná práce je zaměřena na rudní akcesorie ve světlé varietě hornblenditu: pyrit, vaesit, chalkopyrit, millerit, polydymit, pentlandit a chromit.

Námi studované horninové vzorky byly odebrány v letech 1996–2002 na zhruba 100 m dlouhém úseku lesní cesty vedoucí od Zámčiska údolím Medvědího dolu, která byla rekonstruována v první polovině 90. let 20. století. Ve spodní části úseku vystupuje Hanžlem (1995) popsáný hornblendit, v nejvyšší části pak krupníkové těleso, jehož výchozy byly přímo v cestě i v jejím zářezu. Po dokončení rekonstrukce bylo možno najít vzorky z krupníkového tělesa na svahu pod cestou. Studovány byly hlavně horniny skládající krupníkové těleso, tj. krupník, maskková břidlice, aktinolitická břidlice a chloritická břidlice. V článku jsou však uvedeny i některé údaje o okolním hornblenditu a také o amfibolitech a zelených břidlicích vystupujících v drobných výchozech ve sledovaném úseku lesní cesty.

Až dosud byla ultramafická hornina z Medvědího dolu označována jako hornblendit. Její složení však bylo ovlivněno metamorfózou, a proto byl v následujícím textu pro tuto horninu zvolen název metahornblendit, a to zcela v souladu s pojmenováním obdobných hornin z jiných úseků sobotínského masivu (např. Fiala et al. 1980).

Metodika

Mineralogicko-petrografické hodnocení vybraných horninových vzorků vycházelo z mikroskopického studia výbrusů a nábrusů v procházejícím a odraženém světle za použití standardního polarizačního mikroskopu.

Údaje o chemismu 52 horninových vzorků reprezentujících krupníkové těleso a horniny sobotínského masivu v jeho okolí byly získány pomocí XRF analyzátoru DELTA-PREMIUM v laboratořích firmy URGA, s.r.o. se sídlem v Olomouci (použitou metodiku popisuje Zimák et al. 2016). Chemismus devíti vzorků hornin z krupníkového tělesa a obou hlavních variet metahornblenditu byl stanoven analýzami na mokré cestě (analytik I. Zavřelová, PŘF MU Brno), obsahy vybraných stopových prvků (Co, Cr, Ni, V, Zn) byly stanoveny metodou AAS (analytik P. Kadlec, PŘF MU Brno).

Chemické složení vybraných minerálů bylo studováno metodou EDX na přístroji CamScan s připojeným EDX analyzátozem Link AN 10 000 (28 bodových analýz, analytik V. Vávra, PŘF MU Brno) a metodou WDX pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (49 bo-

dových analýz, analytici P. Gadas a J. Haifler, PŘF MU Brno). Výsledky reprezentativních WDX analýz amfibolů, chloritů a mastku jsou uvedeny v tabulce 3 a 4. V případě amfibolů byly hodnoty apfu vypočteny na bázi 23 atomů kyslíku, poměr mezi Fe³⁺ a Fe²⁺ kalkulován na základě T + C = 15. Údaje o chemismu ostatních minerálů jsou pouze stručně komentovány v textu.

Výsledky

Stavba krupníkového tělesa a základní údaje o okolním metahornblenditu

Krupníkové těleso vystupuje uvnitř metahornblenditu, jenž byl ve studovaném profilu zastížen v nepravé mocnosti 44 m (pravá je cca 20 m), z toho na krupníkové těleso připadají 4 m (nepravé mocnosti, pravá jsou necelé 2 m). Ve směru od podloží do nadloží zde byly rozlišeny tyto horninové typy:

- 1) tmavý metahornblendit,
- 2) aktinolit-mastková břidlice se šmouhami bohatými chloritem, místy přecházející do mastek-aktinolitické nebo chlorit-aktinolitické břidlice,

Tab. 1: Chemismus hornin krupníkového tělesa a hornin vystupujících v jeho okolí, XRF analýza (celkové železo uvedeno jako Fe₂O₃, n = počet vzorků, x = průměr).

Tab. 1: Chemical composition of rocks of the soapstone body (upper half of the Table) and rocks outcropping in its vicinity (lower half), XRF analysis (total iron is presented as Fe₂O₃, n = number of samples, x = average).

	krupník (n = 6)			mastková břidlice (n = 5)			aktinolitická břidlice (n = 4)			chloritická břidlice (n = 8)		
	min.	max.	x	min.	max.	x	min.	max.	x	min.	max.	x
SiO ₂ (hm. %)	51,6	64,8	57,9	55,1	62,2	58,2	45,4	48,5	47,2	26,8	55,5	39,7
TiO ₂ (hm. %)	< 0,07	< 0,07	-	< 0,07	< 0,07	-	< 0,07	0,20	-	0,28	1,06	0,71
Al ₂ O ₃ (hm. %)	2,5	3,7	3,1	1,9	2,7	2,3	3,2	4,9	3,9	6,6	17,3	10,4
Fe ₂ O ₃ (hm. %)	5,1	7,5	6,2	4,3	7,1	5,5	7,1	8,2	7,6	8,0	12,7	10,2
Cr ₂ O ₃ (hm. %)	0,11	0,26	0,19	0,11	0,20	0,15	0,10	0,21	0,13	<0,01	0,23	0,06
MgO (hm. %)	27,8	31,0	29,1	24,7	31,9	28,2	17,8	19,7	18,9	12,1	25,2	18,1
CaO (hm. %)	0,5	3,4	1,2	2,0	7,3	4,2	9,6	10,2	9,9	0,5	8,5	4,9
MnO (hm. %)	0,08	0,11	0,09	0,08	0,13	0,11	0,16	0,24	0,18	0,10	0,23	0,16
Sr (ppm)	9	50	19	10	19	13	15	32	21	7	108	35
Zr (ppm)	18	43	31	< 3	28	10	< 3	36	13	17	223	52
Co (ppm)	37	55	46	< 10	39	28	< 10	41	-	< 10	49	-
Ni (ppm)	1918	2456	2211	1253	1962	1591	245	1357	1005	< 10	234	117
Cu (ppm)	< 10	< 10	-	< 10	< 10	-	< 10	< 10	-	< 10	54	-
Zn (ppm)	36	68	49	54	70	60	51	77	66	47	111	83

	tmavý metahornblendit (n = 8)			světlý metahornblendit (n = 8)			amfibolit (n = 9)			zelená břidlice (n = 4)		
	min.	max.	x	min.	max.	x	min.	max.	x	min.	max.	x
SiO ₂ (hm. %)	43,0	47,6	45,6	45,2	55,9	49,1	34,2	46,6	41,4	44,7	61,5	49,7
TiO ₂ (hm. %)	0,17	0,44	0,31	< 0,07	0,09	-	0,62	1,19	0,84	0,53	3,21	2,18
Al ₂ O ₃ (hm. %)	4,1	6,2	5,0	2,4	4,5	3,1	9,1	13,8	10,8	10,3	13,9	11,4
Fe ₂ O ₃ (hm. %)	7,1	9,7	8,4	5,2	6,1	5,7	7,9	12,2	9,9	4,5	12,1	9,8
Cr ₂ O ₃ (hm. %)	0,11	0,20	0,15	0,16	0,30	0,22	0,01	0,12	0,06	< 0,01	0,04	0,01
MgO (hm. %)	15,3	19,0	17,3	20,4	25,9	22,4	9,2	13,9	11,4	< 2,0	6,2	4,1
CaO (hm. %)	10,5	13,5	11,3	8,9	11,4	10,3	5,9	8,0	6,5	2,9	6,5	5,0
MnO (hm. %)	0,15	0,18	0,17	0,19	0,23	0,21	0,11	0,21	0,15	0,06	0,23	0,17
Sr (ppm)	26	60	36	20	29	25	49	311	144	286	614	512
Zr (ppm)	12	23	16	< 3	18	-	17	121	40	129	264	210
Co (ppm)	< 10	56	37	< 10	40	26	< 10	48	25	< 10	42	-
Ni (ppm)	158	303	238	1360	1826	1599	< 10	215	104	< 10	107	-
Cu (ppm)	< 10	51	-	< 10	51	16	< 10	262	94	< 10	143	-
Zn (ppm)	34	70	59	48	70	61	44	99	70	32	116	88

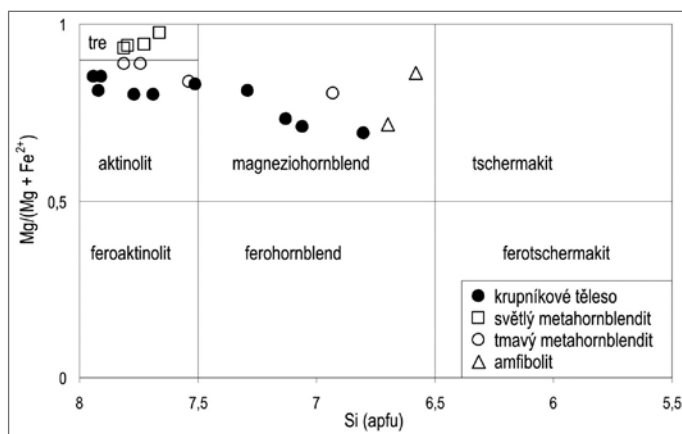
- 3) chlorit-mastková břidlice,
- 4) mastková břidlice až krupník s hojnými porfyroblasty karbonátu (ve výchozech silně limonitizovaného nebo zcela vyloučeného),
- 5) chloritická břidlice,
- 6) tmavý metahornblendit.

Tektonicky postižený (kataklazovaný, zbrídlíčnatělý) a maskem prostoupený metahornblendit byl zjištěn v úzkých zónách vně krupníkového tělesa. Světlá varieta metahornblenditu vystupuje uvnitř tmavého metahornblenditu. Není zde příliš hojná, ve studovaném výchozu byla zastížena v délce cca 2 m. Vzájemný prostorový vztah

světlé a tmavé variety není jasný. Jejich vzájemný kontakt či přechod nebyl ve výchozu zastížena, a ani nebyl pozorován na horninových fragmentech v prostoru lokality.

Celkový chemismus tmavého a světlého metahornblenditu je zřejmý z údajů v tabulkách 1 a 2. Výrazně převažující složkou v obou varietách je amfibol, nejhojnějšími akcesoriemi jsou rutil, „leukoxen“ a apatit, v proměnlivém množství je přítomen křemen, plagioklas, karbonát, biotit a minerál zoisit-epidotové skupiny. Ve světlé varietě se místy hojně vyskytují sulfidy (studované Fojtem a Vávrou 1997), provázené chromitem.

Reprezentativní WDX analýzy amfibolu z obou variet metahornblenditu jsou uvedeny v tabulce 3. Výsledky všech WDX analýz amfibolu ze světlého metahornblenditu odpovídají tremolitu (obr. 1). Individua amfibolu tvořícího světlý metahornblendit se v BSE obrazu jeví jako víceméně homogenní. V případě amfibolu z tmavého metahornblenditu však BSE obraz ukazuje na značnou proměnlivost chemismu. V řezech individui amfibolu lze pozorovat nepravidelně omezené světlejší a tmavší partie, jen někdy náznak zonálnosti (světlejší jádro, tmavší okraj). Tmavší partie odpovídají aktinolitů (tab. 3, anal. č. 2 a 3), světlejší aktinolitů nebo magneziohornblendů (tab. 3, anal. č. 1).



Obr. 1: Analyzované amfiboly v klasifikačním diagramu podle Leakeho (1978).

Fig. 1: Analysed amphiboles in classification diagram by Leake (1978).

Tab. 2: Chemismus mastkové břidlice (vzorky I až III), aktinolitické břidlice (IV), tmavého metahornblenditu (V až VII) a světlého metahornblenditu (VIII a IX), analýza na mokré cestě.

Tab. 2: Bulk chemical composition of talc schist (samples I to III), actinolite schist (IV), dark metahornblendite (V to VII) and light metahornblendite (VIII and IX), wet analysis.

hornina	Ac-Tlc břidlice		Chl-Tlc bř.	Ac bř.	tmavý metahornblendit			světlý metahornblendit	
vzorek	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
SiO ₂ (hm. %)	55,42	57,79	52,14	53,11	51,54	51,40	47,73	54,58	55,75
TiO ₂ (hm. %)	0,07	0,08	0,13	0,07	0,40	0,42	0,63	0,10	0,10
Al ₂ O ₃ (hm. %)	2,25	1,07	3,50	3,11	4,53	6,70	9,04	2,71	2,21
Fe ₂ O ₃ (hm. %)	1,73	1,73	1,50	1,94	2,99	2,66	3,45	1,93	1,63
FeO (hm. %)	3,70	3,64	4,72	3,71	5,45	5,76	7,08	3,85	3,96
MgO (hm. %)	23,73	24,74	29,49	23,14	17,77	18,00	17,41	21,60	21,46
CaO (hm. %)	8,87	6,88	0,11	10,26	13,33	10,57	8,90	11,33	11,40
MnO (hm. %)	0,17	0,12	0,06	0,18	0,15	0,17	0,18	0,20	0,22
K ₂ O (hm. %)	0,03	-	-	0,03	0,08	0,12	0,03	0,03	0,03
Na ₂ O (hm. %)	0,13	0,11	0,03	0,11	0,45	0,95	0,99	0,26	0,25
P ₂ O ₅ (hm. %)	0,05	0,05	0,12	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08	0,07
CO ₂ (hm. %)	0,30	1,40	1,95	0,20	0,60	0,30	0,86	0,20	0,40
S (hm. %)	0,12	0,20	0,17	0,16	0,18	0,21	0,10	0,33	0,30
H ₂ O ⁺ (hm. %)	3,32	2,10	5,11	3,34	1,90	2,32	3,32	2,95	2,18
H ₂ O (hm. %)	0,07	0,09	0,20	0,20	0,06	0,08	0,15	0,07	0,09
suma	99,96	100,00	99,23	99,61	99,48	99,74	99,95	100,22	100,05
Co (ppm)	55	61	96	64	65	83	82	73	72
Cr (ppm)	1912	1750	2919	1692	1302	2383	1254	2486	2060
Ni (ppm)	1506	1553	2048	1762	197	416	327	1767	1707
V (ppm)	60	71	53	76	206	231	347	56	51
Zn (ppm)	364	206	172	228	305	200	310	387	427

Složení krupníkového tělesa

Celkový chemismus hlavních horninových typů krupníkového tělesa (krupník, mastková břidlice, aktinolitická břidlice a chloritická břidlice)

je zřejmý z údajů v tabulkách 1 a 2, umožňujících srovnání s chemismem obou hlavních variet metahornblenditu a dalších hornin sobotínského masivu v prostoru lokality (amfibolit, zelená břidlice). V horninách krupníkového tělesa jsou jako podstatná složka přítomny pouze čtyři minerály – mastek, chlorit, amfibol a dolomit, jejichž kvantitativní poměr určuje petrografické zařazení horniny.

Mastek je šedobílý, místy lehce nazelenalý, zpravidla jemně šupinkovitý. Obsahuje malou příměs Fe (tab. 4). Jemně šupinkovitý, místy však i lupeňitý chlorit je zbarven tmavě zeleně až černozeleň. V jeho struktuře výrazně převažuje Mg nad Fe (zhruba trojnásobně – viz tab. 4), podle klasifikace doporučené IMA jde tedy o klinochlor, v klasifikaci Melky (1965) v souboru šestnácti analyzovaných chloritů patnáct odpovídá klinochloru, jeden penninu (parametry Melkovy klasifikace:

F/FM = 0,14–0,27, Si = 2,75–3,15 při přepočtu na 14 atomů kyslíku).

Amfibol má prizmatický habitus, délka jeho stébel někdy dosahuje až 15–20 mm. Je zpravidla světle zelený (barvou se podobá amfibolu ze světlého hornblenditu), někdy je tmavě zelený (např. v břidlici tvořené dominantně chloritem a amfibolem). Z BSE obrazu amfibolů z krupníkového tělesa je často zřejmá jejich chemická nehomogenita. V horninách s vysokým podílem mastku nebo chloritu složení amfibolu odpovídá aktinolitu (tab. 3, anal. č. 12), v němž však často bývají ostře omezené uzavřeniny magneziohornblendu (v BSE světlejší, anal. č. 11). Okrajové partie zrn aktinolitu jsou někdy přeměněny na jehličkovitý až vláknitý tremolit. V aktinolitické břidlici běžně dochází k obrůstání (či zatlačování) magneziohornblendu (anal. č. 6) aktinolitem (anal. č. 7), oba amfiboly se na složení amfibolových individuí a agregátů v aktinolitických břidlicích podílejí podstatnou měrou. Složení amfibolů v horninách krupníkového tělesa je

zřejmé z obrázku 1, jenž je založen na výsledcích WDX analýz (přepočtem údajů z EDX analýz byly získány obdobné hodnoty poměru Mg/(Mg+Fe²⁺), avšak o něco vyšší počty atomů Si na vzorcovou jednotku, někdy i mírně nad hodnotou 8). Pro srovnání byly do obrázku 1 vyneseny i údaje o chemismu amfibolu z amfibolitu vystupujícího v blízkosti krupníkového tělesa.

Krupníky jsou tvořeny dominantně mastkem a karbonátem, jehož množství v nezvětralé hornině lze odhadnout na až 25–30 obj. %. EDX analýzy karbonátu z krupníku a chlorit-mastkové břidlice shodně potvrdily,

Tab. 3: Reprezentativní WDX analýzy amfibolu (hornina: 1 až 3 = tmavý metahornblendit, 4 a 5 = světlý metahornblendit, 6 až 8 = aktinolitická břidlice, 9 a 10 = aktinolit-chloritická břidlice, 11 a 12 = chloritická břidlice).

Tab. 3: Representative WDX analyses of amphibole (rock: 1 to 3 = dark metahornblendite, 4, 5 = light metahornblendite, 6 to 8 = actinolite schist, 9, 10 = actinolite-chlorite schist, 11, 12 = chlorite schist).

anal. č.	tmavý metahornblendit			světlý metahornblendit		horniny krupníkového tělesa						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂ (hm. %)	49,15	56,00	56,64	57,27	56,55	46,86	56,93	53,07	49,92	54,92	49,01	55,16
TiO ₂ (hm. %)	0,49	0,03	0	0,02	0,02	0,53	0,02	0,11	0,39	0,04	0,44	0,05
P ₂ O ₅ (hm. %)	0,07	0	0	0,02	0	0,04	0,02	0,01	0	0,05	0,02	0,04
Al ₂ O ₃ (hm. %)	8,44	1,74	1,38	1,28	2,14	10,20	1,07	4,51	7,86	3,39	7,25	2,23
Cr ₂ O ₃ (hm. %)	0,13	0,08	0,01	0,18	0,65	0,03	0,02	1,39	0,05	0	0,07	0,03
Sc ₂ O ₃ (hm. %)	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0	0	0	0	0,07	0,10
V ₂ O ₃ (hm. %)	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,06	0,02	0,03	0,08	0,08	0,04
Fe ₂ O ₃ (hm. %)	4,54	3,12	2,27	2,58	5,01	0,62	0	0	0	0	0,92	0
FeO (hm. %)	6,73	4,49	4,56	2,44	0,98	11,04	6,28	6,65	10,31	8,05	11,35	8,45
MgO (hm. %)	15,59	19,87	20,29	21,62	21,05	14,08	19,73	17,75	15,45	18,05	15,30	18,59
MnO (hm. %)	0,23	0,17	0,18	0,28	0,25	0,29	0,17	0,15	0,22	0,18	0,31	0,31
NiO (hm. %)	0,05	0,05	0,01	0,11	0,12	0,05	0	0,13	0,01	0	0,04	0,02
CaO (hm. %)	11,89	12,66	12,94	12,97	12,34	12,17	12,82	12,52	12,63	12,52	11,89	12,33
ZnO (hm. %)	0,03	0	0,03	0,01	0,04	0,10	0,10	0	0,05	0,06	0,03	0
K ₂ O (hm. %)	0,20	0,05	0,03	0,03	0,07	0,20	0,08	0,06	0,17	0,07	0,19	0,01
Na ₂ O (hm. %)	1,60	0,40	0,17	0,20	0,37	1,30	0,20	0,60	0,87	0,62	1,18	0,31
F (hm. %)	0,09	0,07	0,08	0,15	0,12	0,13	0,12	0,16	0,12	0,11	0,12	0,09
Cl (hm. %)	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0
O=F (hm. %)	-0,04	-0,03	-0,03	-0,06	-0,05	-0,05	-0,05	-0,07	-0,05	-0,05	-0,05	-0,04
O=Cl (hm. %)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
suma (hm. %)	99,23	98,72	98,57	99,11	99,69	97,59	97,58	97,06	98,03	98,09	98,23	97,72
Si ⁴⁺	6,93	7,74	7,81	7,79	7,66	6,80	7,94	7,51	7,13	7,69	7,06	7,77
Ti ⁴⁺	0,05	0	0	0	0	0,06	0	0,01	0,04	0	0,05	0,01
P ⁵⁺	0,01	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0,01	0	0,01
Al ³⁺	1,40	0,28	0,22	0,20	0,34	1,74	0,18	0,75	1,32	0,56	1,23	0,37
Cr ³⁺	0,01	0,01	0,00	0,02	0,07	0	0	0,16	0,01	0	0,01	0
Sc ³⁺	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0,01	0,01
V ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,01	0	0	0,01	0,01	0,01
Fe ³⁺	0,48	0,33	0,24	0,26	0,51	0,07	0	0	0	0	0,10	0
Fe ²⁺	0,79	0,52	0,53	0,28	0,11	1,34	0,73	0,79	1,23	0,94	1,37	1,00
Mg ²⁺	3,28	4,09	4,17	4,39	4,25	3,04	4,10	3,74	3,29	3,77	3,29	3,90
Mn ²⁺	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04
Ni ²⁺	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0	0,02	0	0	0,01	0
Ca ²⁺	1,80	1,88	1,91	1,89	1,79	1,89	1,92	1,90	1,93	1,88	1,84	1,86
Zn ²⁺	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0	0
K ⁺	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03	0,01	0,04	0
Na ⁺	0,44	0,11	0,04	0,05	0,10	0,37	0,05	0,17	0,24	0,17	0,33	0,09
F ⁻	0,04	0,03	0,04	0,07	0,05	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,06	0,04
Cl ⁻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O ²⁻	22,96	22,97	22,96	22,93	22,95	22,94	22,95	22,93	22,95	22,95	22,94	22,96

že jde o dolomit s 0,06 Fe²⁺ apfu a 0,02 Mn²⁺ apfu (přepočteno na sumu R²⁺ = 2,00).

Pestrou asociací akcesorických minerálů v horninách krupníkového tělesa tvoří apatit (fluorový), rutil, silně leukoxenizovaný ilmenit, titanit, zirkon, křemen, albit, epidot (někdy se zvýšeným obsahem REE), pyrit a také spinelidy. Ty jsou zastoupeny magnetitem (se zvýšeným obsahem chromu – max. však 6,51 hm. % Cr₂O₃) a chromitem, jenž byl zjištěn v aktinolitické břidlici v podobě drobných, převážně izometrických zrn. Analyzovaný chromit obsahuje 45,95 až 48,24 hm. % Cr₂O₃, vyčíslené

poměry atomových kvocientů: $Cr/(Cr+Al) = 0,70-0,80$, $Mg/(Mg+Fe^{2+}) = 0,12-0,14$.

Horninami krupníkového tělesa probíhají drobné žilky alpského typu (zjištěné až při mikroskopickém studiu), tvořené hlavně albitem (An_{01-02}), klinochlorem, ale i poměrně hojným epidotem, titanitem a také minerálem skupiny TiO_2 .

Diskuze

1. Krupníkové těleso z Medvědího dolu se zastoupením jednotlivých horninových typů nijak podstatně neliší od krupníkových těles v jiných úsecích sobotínského masivu (např. na klasicích lokalitách Zadní Hutisko a Smrčina – viz Kretschmer 1911; Zimák et al. 2002). Nemá však symetricky zonální stavbu, tak typickou pro krupníková tělesa na Sobotínsku, jejichž mastkem bohaté jádro (krupník a mastková břidlice) je lemováno aktinolitickou (příp. tremolitickou) břidlicí, která ve směru k okraji přechází do zóny chloritické břidlice. Zatímco typická krupníková tělesa sobotínského masivu jsou obklopena amfibolity, je výskyt v Medvědí dole situován uvnitř metahornblenditu.

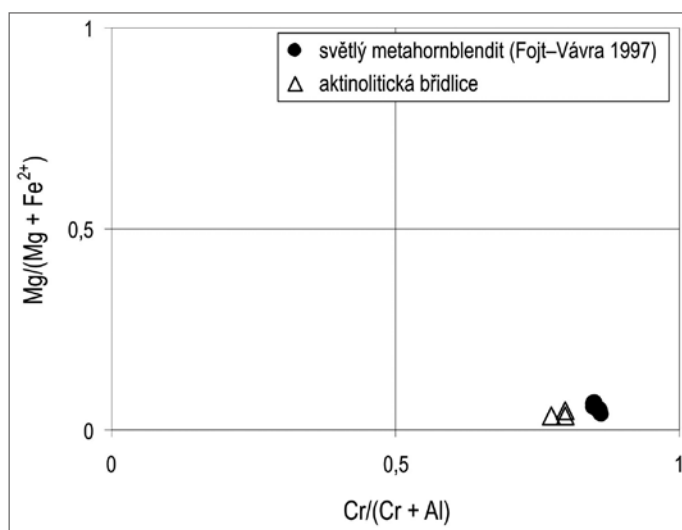
2. Je krajně nepravděpodobné, aby hornblendit jako primární amfibol obsahoval tremolit nebo aktinolit. Lze předpokládat, že amfiboly tohoto složení jsou výsledkem metamorfních nebo alteračních procesů. Amfibol původního ultramafitu by měl určitě vyšší obsah alkalických kovů, hliníku a jistě i vyšší hodnotu $Mg/(Mg+Fe^{2+})$. V některých individuích amfibolu jsou partie tvořené magneziohornblendem, které by mohly být považovány za relikt původního amfibolu, ale spíše se mu svým složením jen více podobají. Lze poznamenat, že amfiboly odpovídající aktinolitu a magneziohornblendu jsou i dominantní složkou metahornblenditu ve výběžku sobotínského masivu na Rudné hoře (Iršová a Zimák 2012) a že tento metahornblendit se zbarvením a stavbou velmi podobá tmavé varietě z Medvědího dolu. V případě obou variet metahornblenditu z Medvědího dolu regionální metamorfóza a ani alterace patrně významněji neovlivnily původní stavbu horniny. Kromě změny v chemismu amfibolu došlo během těchto přeměn k leukoxenizaci ilmenitu, ke vzniku karbonátu, minerálu zoisit-epidotové skupiny (na úkor plagioklasu) a některých dalších minoritních složek.

3. Prostorový a genetický vztah mezi světlou a tmavou varietou metahornblenditu z Medvědího dolu je nejasný. Rozdíly v chemismu obou variet jsou značné (např. obsah Al_2O_3). Lze jen spekulovat, která z variet se svým chemismem více blíží původnímu ultramafitu. Pokud je protolit obou variet shodný, pak se mu pravděpodobně více podobá světlá varieta. Tmavá varieta je silněji ovlivněna hydrotermální alterací. To je zřejmé

Tab. 4: Reprezentativní WDX analýzy mastku a chloritu (hornina: 13 a 16 = krupník, 14, 15 a 19 = aktinolit-chloritická břidlice, 17 a 18 = chloritická břidlice, 20 = aktinolitická břidlice).

Tab. 4: Representative WDX analyses of talc and chlorite (rock: 13, 16 = soapstone, 14, 15, 19 = actinolite-chlorite schist, 17, 18 = chlorite schist, 20 = actinolite schist).

anal. č.	mastek			chlorit				
	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂ (hm. %)	62,78	62,12	62,50	30,84	27,93	28,66	27,69	28,07
TiO ₂ (hm. %)	0	0,03	0	0,04	0,09	0,08	0,04	0,05
Al ₂ O ₃ (hm. %)	0,04	0,04	0,12	16,52	20,38	19,51	21,33	21,66
Cr ₂ O ₃ (hm. %)	0,02	0,01	0,01	1,42	0,02	0,07	0,08	0,43
V ₂ O ₃ (hm. %)	0	0,03	0	0,03	0,06	0,07	0,10	0,04
BaO (hm. %)	0	0	0	0,02	0,01	0	0	0
CaO (hm. %)	0	0,02	0	0,03	0,01	0	0,04	0,02
FeO (hm. %)	3,26	3,95	3,79	11,13	13,77	13,88	13,75	11,10
MgO (hm. %)	27,38	27,02	27,01	25,19	22,11	22,45	22,00	23,42
MnO (hm. %)	0,03	0,03	0,01	0,10	0,20	0,16	0,18	0,18
NiO (hm. %)	0,35	0,21	0,33	0,25	0,07	0	0,03	0,30
SrO (hm. %)	0	0	0	0	0	0	0,01	0
ZnO (hm. %)	0,02	0,02	0	0	0	0,03	0,09	0,08
K ₂ O (hm. %)	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0	0,01
Na ₂ O (hm. %)	0,01	0,04	0,01	0,02	0,03	0,02	0,04	0
F (hm. %)	0,10	0,09	0,07	0,02	0,02	0	0	0,06
Cl (hm. %)	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0,02
O=F (hm. %)	-0,04	-0,04	-0,03	-0,01	-0,01	0	0	-0,03
O=Cl (hm. %)	0	0	0	0	0	0	0	0
suma (hm. %)	93,97	93,58	93,85	85,61	84,70	84,95	85,38	85,41
Si ⁴⁺	4,07	4,06	4,07	3,09	2,86	2,92	2,81	2,81
Ti ⁴⁺	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0
Al ³⁺	0	0	0,01	1,95	2,46	2,34	2,55	2,56
Cr ³⁺	0	0	0	0,11	0	0,01	0,01	0,03
V ³⁺	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0
Fe ²⁺	0,18	0,22	0,21	0,93	1,18	1,18	1,17	0,93
Mg ²⁺	2,65	2,63	2,62	3,76	3,37	3,41	3,33	3,50
Mn ²⁺	0	0	0	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
Ni ²⁺	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0	0	0,02
Zn ²⁺	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01
Na ⁺	0	0,01	0	0	0,01	0	0,01	0
F	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02
O ²⁻	10,98	10,98	10,99	13,99	13,99	14,00	14,00	13,98



Obr. 2: Pozice spinelidů z Medvědího dolu v klasifikačním diagramu. Fig. 2: Spinelides from Medvědí důl in classification diagram.

z přítomnosti dolomitu a mastku v intergranulárách mezi individui amfibolu i na drobných žilkách (hlavně „vlasových“) a také z tomu odpovídajících zvýšených obsahů CO₂ ve výsledcích chemických analýz. S hydrotermální alterací tmavého metahornblenditu možná souvisí i nepatrné zastoupení až absence sulfidických minerálů ve studovaných preparátech, zcela v souladu s relativně nízkými obsahy S a Ni v této varietě (viz data v tab. 1 a 2).

4. Relativně hojnou akcesorií metahornblenditu i hornin krupníkového tělesa je chromit, jenž byl ze světlého metahornblenditu popsán již Fojtem a Vávrou (1997). Chemismus chromitu z obou rozdílných horninových prostředí je téměř identický (obr. 2). I to by mohlo svědčit o oprávněnosti názoru, že krupníkové těleso v Medvědí dle vzniklo přeměnou metahornblenditu.

Závěr

Krupníkové těleso vystupující v Medvědí dle je tvořeno: (1) mastkovou břidlicí s variabilním obsahem chloritu a amfibolu, (2) krupníkem (s asociací mastek + dolomit), (3) chloritickou břidlicí a (4) aktinolitickou břidlicí. Toto krupníkové těleso nemá symetricky zonální stavbu charakteristikou pro klasické výskyty na Smrčině a Zadním Hutisku, i když se od nich petrograficky a mineralogicky v zásadě neliší. Vznik krupníkového tělesa v Medvědí dle souvisí s hydrotermální přeměnou metahornblenditu, patrně podél střížných zón.

Literatura

- Fiala, J. – Jelínek, E. – Pouba, Z. – Poubová, M. – Souček, J. (1980): The geochemistry of the ultrabasic rocks of the Sobotín amphibolite massif (Czechoslovakia). – *Neues Jahrbuch für Mineralogie – Abhandlungen*, 137, 257–281.
- Fojt, B. – Vávra, V. (1997): Rudní akcesorie hornblenditu z údolí Medvědího dolu (Hrubý Jeseník). – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1996*, 105–106.
- Hanzl, P. (1995): Hornblendit ze šupiny sobotínského masívu jihovýchodně od Zámčiska. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1994*, 84.
- Iršová, B. – Zimák, J. (2012): Mineralogie dvou typů železných rud z historických ložisek na Rudné hoře u Vernířovic v Hrubém Jeseníku. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 19, 150–153.
- Kretschmer, F. (1911): Das metamorphe Diorit- und Gabbromassiv in der Umgebung von Zöptau (Mähren). – *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 61, 53–180.
- Leake, B. E. (1978): Nomenclature of amphiboles. – *American Mineralogist*, 63, 1023–1052.
- Melka, K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 40, 23–27.
- Zimák, J. – Dalajková, K. – Donocik, R. – Krist, P. – Reif, D. – Štelcl, J. – Kopecká, L. (2016): Využitelnost terénních rentgenfluorescenčních analyzátorů ke stanovení chemismu cementářských surovin – na příkladu velkolomu Mokrá. – *Zprávy o geologických výzkumech*, 49, 79–82.
- Zimák J. – Novotný P. – Fojt B. – Novák M. – Vávra V. – Kopa D. – Losos Z. – Prinzová E. – Skácel J. (2002): Exkurzní průvodce po mineralogických lokalitách na Sobotínsku. UP Olomouc 2002.