

## HARMOTOM Z PŘÍRODNÍ PAMÁTKY PIKRITOVÉ MANDLOVCE U KOJETÍNA (MORAVA, ČESKÁ REPUBLIKA)

HARMOTOME FROM THE NATURAL MONUMENT PICRITE AMYGDALOID ROCK NEAR KOJETÍN  
(MORAVIA, CZECH REPUBLIC)

JAKUB JIRÁSEK & DALIBOR MATÝSEK

### Abstract

Jirásek, J., Matýsek, D. (2015): Harmotom z přírodní památky Pikritové mandlovice u Kojetína (Moravia, Česká republika). – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 100, 1, 17-22. (with English summary)

*Harmotome from the Natural Monument Picrite Amygdaloid Rock near Kojetín (Moravia, Czech Republic)*

Natural Monument Picrite Amygdaloid Rock near Kojetín (4.5 km SSW from Nový Jičín) presents abandoned quarry and roadcut at the southern end of the village. Outcropping body of volcanic agglomerate is formed by fragments of amygdaloid picrites and trachytic rocks enclosed in younger lava. Xenolites of calcaeous pelites yielded dinoflagellate age of Early Barremian to Barremian/Aptian boundary, which is the age of enclosing sediment of the Silesian Unit of the Outer Western Carpathians. Calcite veinlet containing harmotome was found. Harmotome forms brownish red radial aggregate cca 4 mm in diameter. Its average chemical formula is  $(\text{Ba}_{1.80}\text{Na}_{0.14}\text{Ca}_{0.14}\text{K}_{0.08}\text{Fe}_{0.02})[\text{Al}_{4.75}\text{Si}_{11.37}\text{Ti}_{0.03}\text{O}_{32.00}] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ . It belongs to the low temperature hydrothermal mineralization, typical for teschenite association rocks.

*Key words:* harmotome, picrite, teschenite association, Cretaceous, Outer Western Carpathian, Kojetín, Czech Republic.

Jakub Jirásek: Institute of Geological Engineering, Faculty of Mining and Geology, Vysoká škola báňská – Technical University of Ostrava, 17. listopadu 15/ 2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic, e-mail: jakub.jirasek@vsb.cz

Dalibor Matýsek: Institute of Geological Engineering, Faculty of Mining and Geology, Vysoká škola báňská – Technical University of Ostrava, 17. listopadu 15/ 2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic, e-mail: dalibor.matysek@vsb.cz

## 1. ÚVOD

Tato studie představuje náleзовou zprávu týkající se kalcit-zeolitové nízkoteplotní hydrotermální mineralizace z přírodní památky Pikritové mandlovice u Kojetína (okres Nový Jičín). V roce 1998 zde byl odebrán vzorek kalcitové žiloviny obsahující minerál zeolitové skupiny, který byl nově určen jako harmotom. Na jeho pravděpodobný výskyt na zdejší lokalitě upozornili již DOLNÍČEK *et al.* (2009), kteří z nedalekého výchozu ve Straníku obdobný harmotom popsali a na této lokalitě našli analcim.

## 2. LOKALIZACE A GEOLOGICKÁ SITUACE

Yvřelé horniny těšínitové asociace tvoří poměrně častá tělesa ve svrchní části hradišského souvrství slezské jednotky vnějších Západních Karpat. Jde většinou o poměrně ma-

lá tělesa, které jsou interpretována jako subvulkanické žíly a podmořské výlevy, místy doprovázené pyroklastickým materiálem. Petrograficky jde o řadu různých horninových typů, shrnutých ŠMÍDEM a MENČÍKEM (1983) do porfyricko-pikriticko-dibasové, těšinitové a monchiquitové skupiny. Novější klasifikace HOVORKY a SPIŠIAKA (1988) vyčleňuje čtyři základní skupiny: pikrity, bazalty, těšinity a monchiquity. WŁODYKA (2010) pak používá termíny jako pikrit, pikrotěšinit, těšinit a syenit.

Pikrity podbeskydských vyvěřelin jsou bezživcové horniny bohaté olivínem, které vznikaly v podmínkách nepříliš hluboko pod mořským dnem. Mají výrazně porfyrickou strukturu s vyrostlicemi olivínu až k 1 cm, které bývají často sekundárně přeměněné. Základní hmota bývá často tvořena Ti-bohatým augitem, minerály skupiny amfibolu a chloritu, biotitem a analcimem. Místy mohou mít výrazně mandlovcovou texturu (ŠMÍD a MENČÍK, 1983; HOVORKA a SPIŠIAK, 1988).

Přírodní památka Pikritové mandlovce u Kojetína se nachází přibližně na souřadnicích N 49° 33' 32.40" E 17° 59' 03.55". Jde o starý stěnový lom a výchozy po obou stranách silnice z Kojetína do Straníka, přibližně 200 m jižně od středu obce (obr. 1). Uváděn je pod číslem 224 v soupisu lomů na listu Nový Jičín s tím, že se zde prováděla občasná těžba a aktivní byl zejména ve 30. letech minulého století (FREJKOVÁ 1952). Důvodem ochrany je ojedinělý výchoz vulkanických aglomerátů tvořený úlomky starších výlevů (pikritové mandlovce, trachytické horniny) tmelených mladší lávou. Velký počet kalcitem vyplněných mandlí v této hornině HOVORKA a SPIŠIAK (1988) interpretují jako důsledek di-sociace karbonátových xenolitů inkorporovaných do magmatické taveniny v období její plně tepelně-rekrystalizační kapacity. V xenolitech slabě kausticky metamorfovaných vápeni-



Obr. 1. Východní výchoz pikritů v zářezu silnice u Kojetína. Foto J. Jirásek, 2012.

Fig. 1. Eastern outcrop of picrite in a roadcut near Kojetín. Photo J. Jirásek, 2012.

tých pelitů byly nalezeny cysty dinoflagelát stáří nejvyšší spodní barrem až po hranici barrem/apt (SKUPIEN a PAVLUŠ 2013). Ty představují stáří sedimentu, v nichž je vulkanické těleso uloženo.

Mineralogie lokality nebyla komplexně zpracována. Červené mandle určené jako analcím a phillipsit uvádí z vyvěřelin mezi Kojetínem a Straníkem PACÁK (1926). SUŠEŇ (2000) z lokality samotné uvádí nálezy červených polokulovitých agregátů zeolitu, který na základě makroskopické podobnosti s materiálem z Hončovy hůrky u Příbora považuje za pravděpodobný heulandit. DOLNÍČEK *et al.* (2009) podobný radiálně paprscitý minerál z kalcitových žilek ze stejného výchozu identifikovali práškovou RTG difrakcí a chemickou mikroanalýzou jako analcím. Na poli nad lokalitou byly nalezeny ojedinělé úlomky štěpného barytu spolu s kalcitem, chalcedonem a drúzovým křemenem (ŠMÍD *et al.* 1964).

### 3. METODIKA VÝZKUMU

V roce 1998 byl na východní straně zářezu silnice z Kojetína do Straníka, v prostoru PP Pikritové mandlovce, nalezen v žilce do 1,5 cm mocné neznámý minerál. Jde o radiálně paprscitý agregát červenohnědé barvy 4 mm velký, narůstající od stěny pikritové pukliny, vyplněné kalcitem a minerálem chloritové skupiny.

Minerál byl identifikován pomocí práškové rentgenové analýzy na Institutu geologického inženýrství na VŠB-TU v Ostravě (analytik D. Matýsek). Měření probíhalo na difraktometru Bruker-AXS D8 Advance s pozičně citlivým detektorem LynxEye za podmínek: záření CoK $\alpha$ /Fe filtr, 40 kV/40 mA, krok 0.014° 2 $\theta$ , čas na kroku 0.25 s, sumače pěti opakovaných měření. Mřížkové parametry, zpřesněné pomocí Rietveldovy analýzy (program Bruker-AXS Topas, verze 4.2) jsou udány v nm a zaokrouhlené na pět desetinných míst. V závorkách je uvedena chyba stanovení, vztahující se na poslední platné číslice hodnot.

Chemické složení minerálu bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX 100 (Přírodovědecká fakulta MU, Brno, analytik P. Gadas) za podmínek: vlnové disperzní analýza, napětí 15 keV, proud 5 nA, průměr svazku elektronů do 5  $\mu$ m. Jako standardy byly použity dobře definované homogenní minerály a syntetické fáze: Si, Al, K - sanidín, Ba - baryt, Ca - wollastonit, Ti - titanit, Sc - ScSO<sub>4</sub>, Cl - vanadinit. Empirický chemický vzorec byl přepočten na 32 atomů kyslíku. Počet molekul vody ve vzorcové jednotce nebyl stanoven jinou metodou, ve finálním vzorci jsme použili ideální stav s 12 molekulami H<sub>2</sub>O.

### 4. VÝSLEDKY

Rentgenovou práškovou difrakcí byl červený nerost v kalcitové žilce identifikován jako minerální fáze ze skupiny harmotom-phillipsit-Ca (tab. 1). Mřížkové parametry:  $a_0 = 0.98508(12)$  nm,  $b_0 = 0.141218(18)$  nm,  $c_0 = 0.87034(16)$  nm;  $\beta = 124.634(12)^\circ$  jsou v dobré shodě s publikovanými údaji (STUCKENSCHMIDT *et al.* 1990; ATANASSOVA *et al.* 2012).

WDX analýzy ukázaly, že převládajícím kationtem v analyzovaném vzorku je baryum a jde tedy o harmotom (tab. 2). Empirický vzorec ze tří analyzovaných bodů je  $(\text{Ba}_{1,80}\text{Na}_{0,14}\text{Ca}_{0,14}\text{K}_{0,08}\text{Fe}_{0,02})[\text{Al}_{4,75}\text{Si}_{11,37}\text{Ti}_{0,03}\text{O}_{32,00}] \cdot 8,14 \text{ H}_2\text{O}$ . Úbytek vody oproti 12 molekulám v teoretickém vzorci připisujeme podmínkám měření, kdy ve vysokém vakuu při dopadu elektronů dochází k jejímu úniku z dutin v krystalové struktuře. Přítomnost Ti<sup>4+</sup> v zeolitové struktuře byla popsána v 80. letech minulého století (např. PEREGOT *et al.* 1986). Otázka strukturální pozice a valence železa v harmotomu není pomocí provedených měření řešitelná. Železo může vystupovat v zeolitech ve formě Fe<sup>3+</sup> nahrazu-

Tabulka 1. Rentgenová prášková data. 1 - harmotom z Kojetína, 2 - harmotom ze St. Andreasberg (Harz, Německo) - STUCKEN-SCHMIDT *et al.* (1990) přepočtený projektem RRUFF (DOWNS 2006).

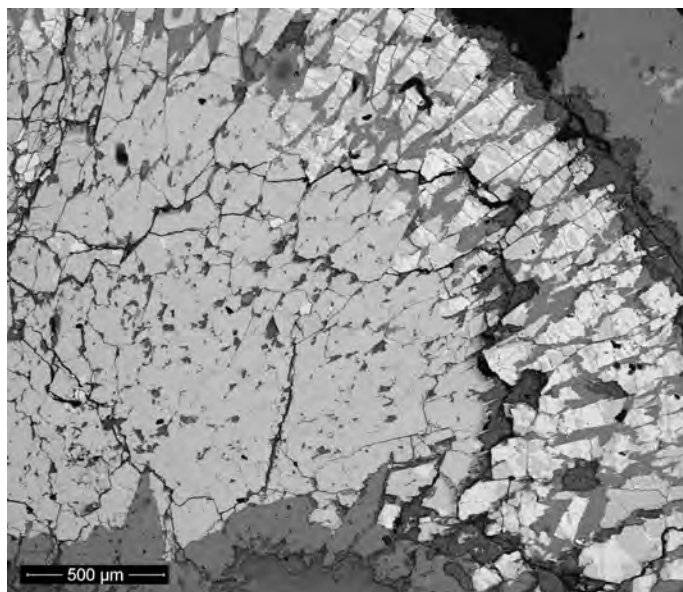
Table 1. X-ray powder data. 1 - harmotome from Kojetín, 2 - harmotome from St. Andreasberg (Harz, Germany) - STUCKEN-SCHMIDT *et al.* (1990) recalculated by RRUFF project (DOWNS 2006).

1 (Kojetín)		2		
$I_{rel}$	$d$ (Å)	$I$	$d$ (Å)	$hkl$
35	8.1312	45	8.1311	-1 0 1
40	8.0948	53	8.1082	1 0 0
72	7.1520	67	7.1488	0 0 1
100	6.3804	100	6.3798	0 1 1
34	5.0248	39	5.0269	0 2 1
18	4.2998	22	4.2964	-1 0 2
29	4.0992	25	4.1019	1 1 1
25	4.0738	28	4.0777	-1 3 1
36	4.0396	39	4.0452	-2 2 1
28	3.2361	23	3.2404	1 4 0
44	3.1658	35	3.1687	0 4 1
28	3.1243	39	3.1273	-3 1 2
60	3.1181	41	3.1234	-3 1 1
26	2.9124	20	2.9171	-3 2 1
18	2.7285	17	2.7298	-1 4 2
20	2.7244	16	2.7271	1 4 1
34	2.6934	20	2.6940	1 1 2
18	2.6680	13	2.6702	1 5 0

Tabulka 2. Chemické složení harmotomu (hm. %) a přepočet koeficientů empirického vzorce na 32 atomů kyslíku.

Table 2. Chemical composition of harmotome (wt. %) and recalculation of empirical formula coefficients to 32 oxygen atoms.

	průměr	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	49,958	46,907	50,515	52,453
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,709	17,882	17,381	17,864
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,126	0,171	0,111	0,096
TiO <sub>2</sub>	0,162	0,147	0,187	0,153
BaO	20,168	19,100	20,580	20,824
CaO	0,567	1,039	0,413	0,250
K <sub>2</sub> O	0,257	0,284	0,209	0,277
Na <sub>2</sub> O	0,323	0,173	0,136	0,689
Σ	89,237	85,706	89,532	92,581
Si <sup>4+</sup>	11,371	11,136	11,470	11,491
Al <sup>3+</sup>	4,750	5,004	4,651	4,613
Ti <sup>4+</sup>	0,028	0,026	0,032	0,025
Σ T	16,149	16,166	16,153	16,129
Fe <sup>3+</sup>	0,022	0,031	0,019	0,016
Ba <sup>2+</sup>	1,799	1,777	1,831	1,789
Ca <sup>2+</sup>	0,138	0,265	0,101	0,059
K <sup>+</sup>	0,075	0,086	0,061	0,078
Na <sup>+</sup>	0,142	0,080	0,060	0,280
Σ CAT	18,325	18,405	18,225	18,351
O <sup>2-</sup>	32	32	32	32
H <sub>2</sub> O dopočtené	8,143	11,318	7,927	5,422
Si/Al	2,39	2,23	2,47	2,49
T <sub>Si</sub> = Si/(Si+Al)	0,71	0,69	0,71	0,71
E (%)	16,6	18,5	17,2	14,2



Obr. 2. Příčný řez zonálním radiálně paprscitým agregátem harmotomu zobrazený zpětně odraženými elektrony. Foto D. Matýšek, 2014.

Fig. 2. BSE image of cross-section of zoned radial harmotome aggregate. Photo D. Matýšek, 2014.

jší hliník v tetraedrických pozicích krystalové mřížky nebo v iontověměnných pozicích v dutinách skeletu jako volné  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ , ale také ve formě  $\text{Fe}^{2+}$  (ROQUE-MALHERBE *et al.* 1990). Může být také přítomno v jiných minerálních fázích, které ovšem při pozorování v elektronovém mikroskopu nebyly zjištěny. Poměry  $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,71$  a  $\text{Si}/\text{Al} = 2,39$  odpovídají publikovanému rozpětí pro harmotom (TSCHERNICH 1992). Na žádost jednoho z recenzentů je v tabulce 2 uveden i faktor vyjadřující spolehlivost chemické analýzy neboli „chyba kationtové rovnováhy“ E (PASSAGLIA 1970), přestože jeho význam je sporný (např. COOMBS *et al.* 1997).

Pozorování pomocí zpětně odražených elektronů v elektronového mikroskopu a také pomocí EDX mikroanalýz ukázalo, že agregát harmotomu vykazuje koncentrickou zonalitu (obr. 2), která se ale výrazněji neprojevuje v chemickém složení. Vysvětlení této zonality není jednoznačné. Jednou z možností je částečná dehydratace minerálu již v původním stavu. WDA mikroanalýzy jednotlivých zón se odlišují především v sumách stanovených prvků.

## 5. ZÁVĚR

Zeolitový agregát nalezený při okraji kalcitové žilky v přírodní památce Pikritové mandlovice u Kojetína svou strukturou a chemismem odpovídá harmotomu. Jde o typický příklad nízkoteplotní hydrotermální mineralizace. Harmotom je v podbeskydských vyvěřelinách těšinitové asociace poměrně běžným zeolitem, což souvisí s poměrně vysokým obsahem Ba v těchto horninách. Popsán byl dosud jen z několika lokalit (Hončova hůrka – KUDĚLÁSKOVÁ *et al.* 1990; bez jasné lokalizace – SPIŠIAK a MIKUŠ 2008; Straník – DOLNÍČEK *et al.* 2009; Chotěbuz – SZELONG a PAULIS 2012; Kojetín – tato práce) a pravděpodobně také odpovídá vzorkům popsáným bez přesného určení převažujících kationtů PACÁKEM (1926) jako phillipsit. Autorům toho příspěvku je harmotom znám z řady dalších lokalit hornin těšinitové asociace, např. tzv. Palackého lomu v Hodslavicích, ze Žiliny u Nového Jičína, Bašky, Pržna atd. Ve všech případech se jedná o výrazně červeně zbarvená zrna nebo krystalické agregáty na okrajích kalcitových žil nebo mandlí.

Dokladový materiál je uložen ve sbírkách Geologického pavilonu prof. Františka Pošepného na Vysoké škole báňské – TU Ostrava.

## Poděkování

V práci jsou uvedeny výsledky výzkumu, který byl finančně podpořen Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci projektu SGS SP2014/40. Článek byl dále podpořen v rámci projektu Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin, reg. č. CZ.1.05/2.1.00/03.0082, podporovaného Operačním programem Výzkum a vývoj pro Inovace, financovaného ze strukturálních fondů EU a ze státního rozpočtu ČR. ED2.1.00/03.0082. Rádi bychom dále poděkovali Ing. Rudolfovi Rychlému, CSc., za poskytnutí některé těžko dostupné literatury, a anonymním recenzentům za připomínky vedoucí ke zvýšení kvality rukopisu.

## LITERATURA

- ATANASSOVA, R., VASSILEVA, R. D., KADIYSKI, M., ZLATEV, Z., 2012: Crystallographic, chemical and structural characteristics of harmotome from Zlatolist, Eastern Rhodopes, Bulgaria. – *Bulg. Chem. Commun.*, 44, 7–16.
- COOMBS, D. S., ALBERTI, A., ARTIOLI, G., COLELLA, C., GALLI, E., GRICE, J. D., LIEBAU, F., MANDARINO, J. A., MINATO, H., NICKEL, E. H., PASSAGLIA, E., PEACOR, D. R., QUARTIERI, S., RINALDI, R., ROSS, M., SHEPPARD, R. A., TILLMANN, E., VEZZALINI, G., 1997: Recommended nomenclature for zeolite minerals: Report of the Subcommittee on Zeolites of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. – *Can. Mineral.*, 35, 6, 1571–1606.

- DOLNÍČEK, Z., FILIP, J., KROPÁČ, K., 2009: Harmotom ze Stranika a analcím z Kojetína na Novojičínsku. - *Minerál*, 17, 3, 216-218.
- DOWNES, R. T., 2006: The RRUFF Project: an integrated study of the chemistry, crystallography, Raman and infrared spectroscopy of minerals. - *Program and Abstracts of the 19<sup>th</sup> General Meeting of the International Mineralogical Association in Kobe, Japan*. 003-13.
- FREJKOVÁ, L., 1952: Soupis lomů ČSR číslo 45, list Nový Jičín (4160). - Přírodovědecké vydavatelství, Praha.
- HOVORKA, D., SPIŠIAK, J., 1988: Vulkanizmus mezozoika Západných Karpát. - VEDA, Bratislava, 264 p.
- KUDĚLÁSKOVÁ, M., KUDĚLÁSEK, V., MATÝSEK, D., (1990): Zeolity v pikritech těšinitové asociace na lokalitě Hončova hůrka u Příbora. - *Čas. Mineral. Geol.*, 35, 3, 317-321.
- PACÁK, O., 1926: Sopečné horniny na severním úpatí Bezkyd moravských. - Česká akademie věd a umění, Praha, 232 p.
- PASSAGLIA, E., 1970: The crystal chemistry of chabazites. - *Am. Mineral.*, 55, 7-8, 1278-1301.
- PEREGOT, G., BELLUSI, G., CORNO, C., TARAMASSO, M., BUONOMOT, F., ESPOSITO, A., 1986: Titanium-silicate: A novel derivative in the pentasil family. - *Stud. Surf. Sci. Catal.*, 28, 6, 139-136.
- ROQUE-MALHERBE, R., DÍAZ-AGUILA, C., REGUERA-RUIZ, E., 1990: The state of iron in natural zeolites: A Mössbauer study. - *Zeolites*, 10, 7, 685-689.
- SKUPIEN, P., PAVLUŠ, J., 2013: Příspěvek k poznání stratigrafické pozice magmatitů těšinitové asociace ve slezské jednotce. - *Geol. výzk. Mor. Slez.*, 20, 1-2, 96-99.
- SPIŠIAK, J., MIKUŠ, T., 2008: Ba a Sr-bohaté fázy v kriedových alkalických vulkanitoch Externých Západných Karpát. - In: Jurkovič, L., Ďurža, O., Slaninka, I. (Eds.): *Geochemia 2008: zborník vedeckých príspevkov z konferencie*, 135-137, ŠGÚDŠ, Bratislava.
- STUCKENSCHMIDT, E., FUESS, H., KVICK, Ľ., 1990: Investigation of the structure of harmotome by X-ray (293 K, 100 K) and neutron diffraction (15 K). - *Eur. J. Mineral.*, 2, 6, 861-874.
- SUŠEŇ, P., 2000: Petřkovičká Hůrka u Valašského Meziříčí - zajímavá mineralogická lokalita. - *Minerál*, 8, 2, 104-107.
- SZELONG, J., PAULIŠ, P., 2012: Harmotom z Chotěbuzi u Českého Těšína. - *Minerál*, 20, 3, 225-230.
- ŠMÍD, B., MENCÍK, E., 1983: Těšinitový vulkanismus slezské jednotky. - In: E. Menčík (Ed.): *Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny*, 69-74, Ústřední ústav geologický, Praha.
- ŠMÍD, B., VESELÝ, M., ŠTÍCHA, J., RYBÁKOVÁ, B., VRŠŤALOVÁ, H., GRUBHOFFEROVÁ, Z., 1964: Výskyty úlomků barytu a zvýšené obsahy BaO v horninách těšinitové asociace. - *MS*, Ústřední ústav geologický, Praha.
- WŁODYKA, R., 2010: Ewolucja składu mineralnego skał cieszyńskiej prowincji magmowej. - Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 232 p.