

# MINERALOGIE DVOU TYPŮ ŽELEZNÝCH RUD Z HISTORICKÝCH LOŽISEK NA RUDNÉ HOŘE U VERNÍŘOVIC V HRUBÉM JESENÍKU

Mineralogy of two types of iron ores from historical deposits at the Rudná hora Mount near Vernířovice in the Hrubý Jeseník Mts.

Barbora Iršová, Jiří Zimák

Katedra geologie PřF UP, tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: barbora.irsova@seznam.cz

(14-42 Rýmařov)

*Key words:* Silesicum, iron ores, BIF, magnetite, amphiboles

### Abstract

Two types of iron ores were found in historical deposits at the Rudná hora Mount near Vernířovice in the Hrubý Jeseník Mts.: (1) banded quartz-magnetite ores with amphibole, and (2) amphibole-magnetite ores. The ores of the first type consist of alternating bands composed of magnetite+amphibole (mainly magnesiohornblende or magnesiohastingsite) and quartz. The Magnetite is slightly martitized. Other minerals are biotite (partly chloritized), plagioclase, apatite, epidote, garnet, allanite-(Ce), calcite, ilmenite, rutile, titanite and zircon. The ores of the second type are rare in the studied area. Besides of magnetite (more than 50 vol. %) and amphibole (mainly magnesiohornblende and actinolite) alternating in thin bands, the ores are composed of biotite (partly chloritized), apatite, epidote, rutile, ilmenite and zircon. Amphibole-magnetite ores seem to have been formed from banded quartz-magnetite ores of Proterozoic age at a contact with basic magma.

### Úvod

Jednou z oblastí historické těžby železných rud v okolí Vernířovic je Rudná hora. Železnorudný horizont zde byl těžen ve třech úsecích, které jsou v následujícím textu označovány jako Rudná hora-vrchol, Rudná hora-východ a Rudná hora-západ (geografická pozice je zřejmá z mapky publikované Fojtem 2001, dobývky při vrcholu Rudné hory jsou citovaným autorem označovány jako Rudná hora-sever).

Tato zpráva je souhrnem výsledků mineralogického studia rudních vzorků ze všech tří úseků. Jedině v úseku Rudná hora-východ není problém na haldách najít dostatečné množství materiálu k mineralogickému výzkumu, avšak všechny rudní vzorky zde nalezené odpovídají v této oblasti běžnému typu páskovaných křemen-magnetitových rud, které podrobně popisuje např. Pouba (1970), Fojt (2002) a Mücke – Losos (2000, 2007). Podstatně zajímavější jsou amfibol-magnetitové rudy z úseků Rudná hora-vrchol a Rudná hora-západ, které byly patrně velmi bohaté, a zřejmě proto je výskyt jejich úlomků v haldovém materiálu zcela minimální.

### Metody

Železné rudy byly studovány mikroskopicky v leštěných výbrusech (v procházejícím i odraženém světle). Kvantitativní zastoupení jednotlivých minerálů bylo v 7 vzorcích rud stanoveno pomocí bodového integrátoru Eltinor 4 (vždy hodnoceno 2000 bodů) – výsledky jsou uvedeny v tabulce 1, v níž jsou pod položkou magnetit zahrnuty všechny opakní fáze, tedy vedle výrazně dominantního magnetitu i hematit

vznikající jeho martitizací a jen zcela ojediněly ilmenit. Chemismus minerálů byl sledován na PEMM PřF MU Brno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 ve vlnově disperzním módu (analyzovali: R. Škoda, P. Gadas a R. Čopjaková). V případě amfibolů byla při přepočtu výsledků WDX analýz na atomové kvocienty použita normalizace na 23 atomů kyslíku, poměr  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  byl kalkulován na základě  $Si^{4+} + Ti^{4+} + Al^{3+} + Fe^{2+} + Mn^{2+} + Cr^{3+} + Fe^{3+} + V^{3+} + Ni^{2+} = 13$  (výsledky pěti vybraných WDX analýz jsou v tabulce 2). Nutno poznamenat, že kalkulace poměru  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  ve struktuře amfibolů podle doporučení Leakeho et al. (1997) poskytuje odlišné hodnoty, avšak z hlediska klasifikace amfibolů není nutno tyto rozdíly považovat za zásadní. Výsledky analýz apatitu byly přepočteny na sumu 13 aniontů.

typ rudy	páskovaná křemen-magnetitová					amfibol-magnetitová	
	RH-2	RH-V-10	RH-V-21	RH-Z-1	RH-Z-4	RH-1	RH-Z-3
křemen	66,35	59,20	53,35	53,65	55,55	-	-
živec	10,90	-	-	0,65	0,60	-	-
magnetit	6,10	26,90	32,25	18,90	32,15	55,00	67,20
amfibol	6,25	11,60	9,40	20,65	10,10	43,45	31,15
epidot	-	0,65	0,40	1,15	0,15	0,35	-
allanit-(Ce)	-	-	-	-	0,25	-	-
biotit	3,10	0,25	1,10	0,75	0,35	0,40	1,35
chlorit	1,00	-	1,90	0,90	0,10	0,35	0,10
granát	5,40	-	-	1,00	-	-	-
apatit	0,65	0,75	1,10	1,25	0,65	0,35	0,10
kalцит	0,15	0,40	0,10	1,00	-	-	-
rutil	-	0,15	0,30	-	0,10	0,10	-
zirkon	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	0,10

Tab. 1: Modální složení páskované křemen-magnetitové rudy a amfibol-magnetitové rudy.

Tab. 1: Modal compositions of banded quartz-magnetite ores and amphibole-magnetite ores.

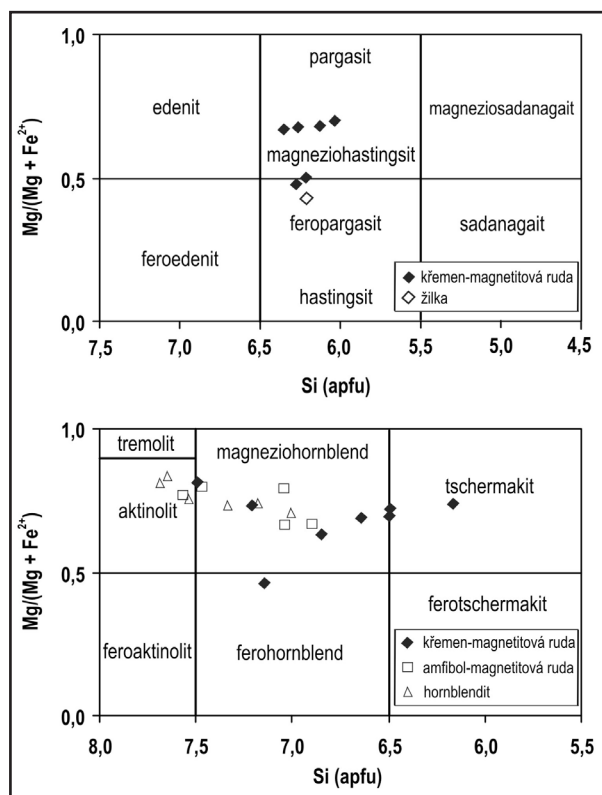
typ rudy	páskovaná křemen-magnetitová			amfibol-magnetitová	
	RH-2	RH-V-10	RH-Z-1	RH-1	RH-Z-3
SiO <sub>2</sub>	42,22	44,94	41,52	53,22	48,14
TiO <sub>2</sub>	0,37	0,16	0,5	0,04	0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,11	11,83	12,85	4,05	7,15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0	0,01	0,01	0,01
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0,01	0	0,03
CaO	10	11,53	11,36	12,16	12,2
FeO <sub>tot</sub>	17,99	16,58	20,32	11,21	15,87
MgO	8,97	11,28	7,9	16,76	12,71
MnO	0,86	0,25	0,34	0,22	0,2
NiO	0	0,11	0	0,04	0
BaO	0,07	0,02	0,03	0	0
SrO	0	0,09	0	0,09	0,09
ZnO	0	0	0,24	0,06	0
K <sub>2</sub> O	0,69	0,27	1,14	0,17	0,52
Na <sub>2</sub> O	1,39	1,1	1,19	0,62	0,86
F	0,18	0,18	0,21	0,13	0,09
Cl	0,17	0	0,02	0	0
-O=F	0,08	0,08	0,09	0,05	0,04
-O=Cl	0,04	0	0	0	0
<b>suma</b>	<b>97,92</b>	<b>98,26</b>	<b>97,55</b>	<b>98,73</b>	<b>97,98</b>
normalizace na 23 atomů kyslíku:					
Si <sup>4+</sup>	6,135	6,492	6,268	7,471	7,024
Ti <sup>4+</sup>	0,040	0,017	0,057	0,004	0,015
Al <sup>3+</sup>	2,588	2,014	2,286	0,670	1,230
Cr <sup>3+</sup>	0,002	0	0,001	0,001	0,001
V <sup>3+</sup>	0	0	0,001	0	0,004
Fe <sup>3+</sup>	1,294	0,939	0,657	0,437	0,475
Ca <sup>2+</sup>	1,557	1,785	1,837	1,829	1,907
Mg <sup>2+</sup>	1,943	2,429	1,778	3,507	2,765
Fe <sup>2+</sup>	0,892	1,064	1,908	0,879	1,462
Mn <sup>2+</sup>	0,106	0,031	0,043	0,026	0,025
Ni <sup>2+</sup>	0	0,013	0	0,005	0
Ba <sup>2+</sup>	0,004	0,001	0,002	0	0
Sr <sup>2+</sup>	0	0,008	0	0,007	0,008
Zn <sup>2+</sup>	0	0	0,027	0,006	0
K <sup>+</sup>	0,128	0,050	0,220	0,030	0,097
Na <sup>+</sup>	0,392	0,308	0,348	0,169	0,243
F <sup>-</sup>	0,083	0,082	0,100	0,058	0,042
Cl <sup>-</sup>	0,042	0	0,005	0	0
O <sup>2-</sup>	22,875	22,918	22,895	22,942	22,958
<b>suma kat.</b>	<b>15,080</b>	<b>15,151</b>	<b>15,434</b>	<b>15,042</b>	<b>15,255</b>

Tab. 2: Reprezentativní WDX analýzy amfibolů z křemen-magnetitové rudy (RH-2 – magneziohastingsit, RH-V-10 – tschermakit, RH-Z-1 – hastingsit) a amfibol-magnetitové rudy (RH-1 a RH-Z-3 – magneziohornblend).

Tab. 2: Representative WDX analyses of amphiboles in banded quartz-magnetite ores (RH-2 – magnesiohastingsite, RH-V-10 – tschermakite, RH-Z-1 – hastingsite) and amphibole-magnetite ores (RH-1 and RH-Z-3 – magneziohornblende).

### Mineralogická charakteristika páskovaných křemen-magnetitových rud

Páskované křemen-magnetitové rudy nalezené na Rudné hoře (ve všech třech úsecích) svým charakterem odpovídají rudám tohoto typu na dalších ložiskách Fe-rud v desenských rulách v širším okolí Vernířovic. Kromě křemene, jenž tvoří obvykle více než 50 obj. % rudy, a magnetitu se v páskovaných křemen-magnetitových rudách na Rudné hoře hojně vyskytuje amfibol v podobě prizma-



Obr. 1: Klasifikační diagram amfibolů  $Mg/(Mg+Fe^{2+})$  versus  $Si$  (apfu) podle Leakeho (1997). Horní diagram je platný pro vápenaté amfiboly s  $Ca_B \geq 1,50$ ,  $(Na+K)_A \geq 0,50$ ,  $Ti < 0,50$ , spodní diagram pro vápenaté amfiboly s  $Ca_B \geq 1,50$ ,  $(Na+K)_A < 0,50$ ,  $Ca_A < 0,50$ .

Fig. 1: Amphibole classification diagram  $Mg/(Mg+Fe^{2+})$  versus  $Si$  (apfu) according to Leake (1997). Upper diagram is valid for calcic amphiboles with  $Ca_B \geq 1,50$ ,  $(Na+K)_A \geq 0,50$ ,  $Ti < 0,50$ , lower diagram for calcic amphiboles with  $Ca_B \geq 1,50$ ,  $(Na+K)_A < 0,50$ ,  $Ca_A < 0,50$ .

tických nedokonale omezených individuí o délce do 2 mm. Složení amfibolu odpovídá nejčastěji magneziohornblendu nebo magneziohastingsitu, někdy tschermakitu, ferohornblendu nebo hastingsitu (viz obr. 1). Hojnou součástí některých vzorků je silně alterovaný plagioklas s bazicitou  $An_{33}$  a  $An_{49-55}$  (na základě WDX analýz v různých vzorcích). Vždy je přítomen biotit (často silně chloritizovaný) a také apatit ( $F = 0,69-0,85$  apfu,  $Cl$  pod 0,01 apfu), tvořící nedokonale omezené sloupečky o délce až 0,2 mm nebo i zrna s oválnými průřezy. V některých páskovaných křemen-magnetitových rudách se vyskytuje granát v podobě až 0,5 mm velkých xenomorfních zrn s ojedinělými inkluzemi magnetitu a také ve formě menších hypautomorfních individuí. V BSE obrazu se granát jeví jako homogenní, bez náznaků chemické zonálnosti. Na vzorku nalezeném pod vrcholem Rudné hory (RH-2) bylo provedeno deset WDX analýz, na jejichž základě bylo stanoveno zastoupení koncových členů: Alm 47–56 mol. %, Sps 12–22 mol. %, Prp 6–13 mol. % a Grs+Adr 16–23 mol. %.

V malém množství bývá v těchto rudách přítomen epidot ( $Ps_{25-28}$ ), kalcit, ilmenit, hematit (jako produkt martitizace magnetitu), rutil, titanit a zirkon. V rudách z úseku Rudná hora-západ byla zjištěna až 0,25 mm velká hypautomorfní zrna allanitu-(Ce), obrůstaná epidotem.

Údaje o modálním složení pěti reprezentativních vzorků páskovaných křemen-magnetitových rud z Rudné hory jsou uvedeny v tab. 1 (vzorek RH-2 pochází z úseku Rudná hora-vrchol, další dva vzorky jsou z východního úseku, poslední dva ze západního).

V úseku Rudná hora-západ byl nalezen vzorek páskované křemen-magnetitové rudy s ložní žilkou tvořenou hlavně křemenem, plagioklasem ( $An_{31-32}$ ), K-živcem, amfibolem (jde o feropargasit – obr. 1), epidotem ( $Ps_{25}$ ) a také titanitem. Žilné mineralizace tohoto typu jsou zcela běžné v amfibolitech sobotínského masivu.

Z úseku Rudná hora-západ pochází i úlomek páskované křemen-magnetitové rudy, do níž napříč foliací proniká žilka metahornblenditu, která v rudě vytváří i samostatný pásek o mocnosti až 2,5 cm, probíhající konformně s rudními a křemennými pásky. V metahornblenditu převažuje amfibol tvořící xenomorfně omezené sloupce o délce až 2 mm. Jeho složení odpovídá aktinolitu nebo magneziohornblendu (viz obr. 1). Hojný je epidot ( $Ps_{24-31}$ ) ve formě xenomorfních zrn o velikosti do 0,2 mm. V hornblenditovém pásku je přítomen křemen a magnetit v podobě tenkých, neostře omezených subpásků, které svým charakterem odpovídají páskované křemen-magnetitové rudě v okolí metahornblenditu.

### Mineralogická charakteristika amfibol-magnetitových rud

Amfibol-magnetitové rudy byly zjištěny pouze v úsecích Rudná hora-západ a Rudná hora-vrchol. Mají černou barvu, již makroskopicky lze v nich rozlišit amfibol a magnetit, páskovaná textura je makroskopicky jen málo zřetelná. V obou nalezených vzorcích rud tohoto typu převažuje magnetit nad amfibolem, přičemž oba minerály tvoří dohromady více než 98 obj. % rudního vzorku (tab. 1). Ze studia výbrusů je zřejmá výrazně páskovaná textura, přičemž jednotlivé pásky se liší pouze jen kvantitativním zastoupením obou podstatných minerálů – 2 až 3 mm mocné pásky s jen malým obsahem magnetitu (pod 10 obj. %) se střídají s mocnějšími pásky s výraznou převahou magnetitu nad amfibolem (a i v rámci nich lze rozlišit paralelní subpásky s rozdílným poměrem magnetit/amfibol). Popisované pásky mají nematogranoblastickou až granonematoblastickou strukturu. Amfibol se v nich vyskytuje v podobě prizmatických individuí o velikosti do 0,5 mm, v páscích s převahou magnetitu jsou běžná jen mírně anizometrická zrna amfibolu. Amfibol je výrazně pleochroický (bledě žlutý x středně zelený). Jeho složení odpovídá magneziohornblendu nebo aktinolitu (obr. 1). Magnetit je převážně přítomen v podobě plochých čoček přecházejících až do neprůběžných pásků, místy s náznaky automorfního vývinu individuí. Magnetit se v rudě vyskytuje i v podobě individuí o velikosti do 0,1 mm, která jsou někdy hypautomorfní (se zaoblenými hranami), převážně však jde o xenomorfní izometrická zrna nebo o zrna se zcela nepravidelnými průřezy. Z geneticky významných mikroelementů magnetit obsahuje jen 0,03–0,04 hm. %  $TiO_2$ , 0,03–0,08 hm. %  $V_2O_3$ , obsah  $Cr_2O_3$  je pod mezí detekce (v magnetitu z křemen-magnetitových rud na Rudné hoře jsou obsahy těchto oxidů následující: 0,05–0,11 hm. %

$TiO_2$ , 0–0,08 hm. %  $V_2O_3$  a 0–0,07 hm. %  $Cr_2O_3$ ). Magnetit je velmi slabě martitizovaný. Třetím nejhojnějším minerálem amfibol-magnetitových rud je biotit, jenž je přítomen hlavně v magnetitem bohatých páscích, v nichž tvoří drobné lupínky často na styku magnetitu a amfibolu, ale též tenké neprůběžné subparalelní pásky uvnitř magnetitových agregátů. Biotit je místy silně chloritizovaný. V jen malém množství (viz tab. 1) se v rudě vyskytuje apatit ( $F = 0,66$  apfu,  $Cl = 0,01$  apfu), epidot, rutil, ilmenit a zirkon.

### Poznámky ke genezi rud

I když geneze páskovaných křemen-magnetitových rud desenského krystalinika není dosud objasněna (viz např. Fojt 2002, Mücke a Losos 2000 a 2007), autoři tohoto příspěvku se přiklánějí k názoru Fojta (2002), jenž tyto rudy považuje za nedílnou součást horninového komplexu desenských rul a vznik jejich protolitu spojuje s proterozoickými vulkano-sedimentárními procesy. Mücke a Losos (2000, 2007) zdůrazňují význam silicifikace rud, při níž se zvýšilo zastoupení křemene na úkor amfibolu a k níž podle citovaných autorů došlo během retrogradní fáze variské metamorfózy.

Zatlačování amfibolu křemenem je v desenských rudách běžným fenoménem a je doložitelné i ve vzorcích z Rudné hory. Páskované amfibol-magnetitové rudy by tak mohly představovat silicifikaci víceméně nepostižené úseky rudního horizontu.

Páskované amfibol-magnetitové rudy a páskované křemen-magnetitové rudy se však vyskytují i v prostředí bazik sobotínského masivu (např. na Rudné hoře a na ložisku Sylvani). Pokud připustíme, že křemen-magnetitové rudy vznikaly silicifikací, pak tento proces nelze spojovat s retrogradní fází variské orogeneze, ale musí být geologicky starší. Nelze ani vyloučit, že amfibol-magnetitové rudy mohou být výsledkem přeměny křemen-magnetitových rud na kontaktu s bazickou taveninou a že magnetitové „segregace“ v amfibolitech sobotínského masivu (např. na ložisku Sylvani) by mohly být reliktem původních páskovaných křemen-magnetitových rud, pohlcených bazickým magmatem.

### Závěr

Na historických ložiskách na Rudné hoře u Vernířovic byly těženy dva typy železných rud:

1) páskované křemen-magnetitové rudy s často podstatným zastoupením amfibolu a

2) amfibol-magnetitové rudy. Rudy prvního typu jsou v této části desenského krystalinika zcela běžné a byly již podrobně mineralogicky zhodnoceny (např. Poucha 1970, Fojt 2002, Mücke – Losos 2000, 2007). Amfibol-magnetitové rudy byly z této oblasti popsány z ložiska Sylvani (Mücke – Losos 2007). Jejich nález na Rudné hoře lze přesto považovat za výjimečný a geneticky významný. Je-li správná představa o vzniku páskovaných křemen-magnetitových rud v desenském krystaliniku silicifikací (Mücke a Losos 2000, 2007), pak páskované amfibol-magnetitové rudy mohou být jejich prekurzorem. Je však možné, že se amfibol-magnetitové rudy mohly vytvořit z proterozoických křemen-magnetitových rud na kontaktu

s bazickým magmatem, z něhož se následně formovaly bazické horniny sobotínského masivu. Nelze zcela vyloučit ani magmatogenní původ amfibol-magnetitových rud.

#### Literatura

- Fojt, B. (2001): Mineralogické lokality na severní Moravě a ve Slezsku opomíjené sběrateli (IV) – Rudná hora. – *Minerál*, 9, 3, 206–207.
- Fojt, B. (2002): Páskované železné rudy v desenských rulách silezika: přehled názorů na jejich vznik; současný stav poznatků. – Sborník „Mineralogie Českého masivu a Západních Karpat“, 18–25.
- Leake, B. E. – Woolley, A. R. – Arps, Ch. E. S. – Birch, W. D. – Gilbert, M. Ch. – Grice, J. D. – Hawthorne, F. C. – Kato, A. – Kisch, H. J. – Krivovichev, V. G. – Linthout, K. – Laird, J. – Mandarino, J. A. – Maresch, W. V. – Nickel, E. H. – Rock, N. M. S. – Schumacher, J. C. – Smith, D. C. – Stephenson, N. C. N. – Ungaretti, L. – Whittaker, E. J. W. – Youzhi, G. (1997): Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. – *Canadian Minerals*, 35, 219–246.
- Mücke, A. – Losos, Z. (2000): Polymetamorfně přepracované, páskované a silicifikované magnetitové rudy v desenských rulách (silesikum, Česká republika). – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 85, 47–80.
- Mücke, A. – Losos, Z. (2007): The magnetite mineralizations of the Desná Group in the Silesicum, Czech Republic: petrographic, mineralogical, and geochemical studies and their genetic implications. – *Journal of Geosciences*, 52, 3–4, 227–270.
- Pouba, Z. (1970): Pre-Cambrian banded magnetite ores of the Desná Dome. – Sborník geologických věd, řada LG, 12, 7–64.