

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**  
**KATEDRA GEOLOGIE**

**MINERALOGICKÁ CHARAKTERISTIKA**  
**ŽELEZNÝCH RUD NA RUDNÉ HOŘE**  
**U VERNÍŘOVIC**

**bakalářská práce**

**Barbora Iršová**

**Environmentální geologie (B1201)**  
**prezenční studium**

**vedoucí práce: doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.**

**duben 2012**

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením doc. RNDr. Jiřího Zimáka, CSc., a že všechna použitá literatura je řádně citována.

V Olomouci 30.4.2012

.....

(podpis)

## **Poděkování**

Především chci poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. RNDr. Jiřímu Zimákovi, CSc. za odborné vedení, konzultace a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla touto cestou poděkovat pánům Ing. Pavlu a Jakubu Martínkovým, za konzultaci týkající se historie související s těžbou železných rud v okolí obcí Loučná nad Desnou a Vernířovic, a zapůjčení dobových litografií.

## **Bibliografická identifikace:**

Jméno a příjmení autora: Barbora Iršová

Název práce: Mineralogická charakteristika železných rud na Rudné hoře u Vernířovic

Typ práce: bakalářská

Pracoviště: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geologie

Vedoucí práce: doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.

Rok obhajoby práce: 2012

Abstrakt: Tato práce se zabývá páskovanými železnými rudami na Rudné hoře v Hrubém Jeseníku. Zaměřuje se na mineralogickou charakteristiku páskovaných železných rud Rudné hory a srovnání získaných výsledků s již dříve publikovanými údaji o páskovaných železných rudách Rudné hory. Ke studiu bylo využito mikroskopického studia výbrusů a WDX analýz.

Klíčová slova: silezikum, železné rudy, BIF, magnetit, mineralogie

Počet stran: 58

Počet příloh: 0

Jazyk: čeština

**Bibliographical identification:**

Autor's first name and surname: Barbora Iršová

Title: The mineralogical characteristics of iron ores at Rudná hora near Vernířovice

Type of thesis: bachelor

Institution: Palacký University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Geology

Supervisor: doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.

The year of presentation: 2012

Abstract: This thesis deals with banded iron ores of Rudná hora in the Hrubý Jeseník Mountains. It focuses on the mineralogical characterization of Rudná hora banded iron ores and the comparison of the gain results with previously published data of Rudná hora banded iron ores. In this study were used microscopic research of cuts and WDX analysis.

Keywords: Silesicum, iron ores, BIF, magnetite, mineralogy

Number of pages: 58

Number of appendices: 0

Language: Czech

## Obsah

1 Úvod .....	7
2 Metody a cíle práce.....	8
3 Geologické poměry v okolí Rudné hory.....	11
4 Charakteristika železných rud typu BIF v okolí Vernířovic.....	15
4.1 Přehled názorů na genezi.....	16
4.2 Faciální variabilita rud.....	17
4.2.1 Křemen-magnetitové rudy .....	18
4.2.2 Granát-magnetitové rudy .....	19
4.2.3 Amfibol-magnetitové rudy .....	20
4.2.4 Karbonát-magnetitové rudy .....	20
4.2.5 Sulfidické rudy .....	21
4.3 Chemické složení desenských rud.....	21
5 Historie těžby železných rud v okolí Rudné hory .....	24
6 Ložiska na Rudné hoře .....	26
7 Výsledky terénních prací .....	28
8 Výsledky laboratorních prací.....	31
8.1 Modální složení železných rud .....	31
8.2 Mineralogická charakteristika železných rud na Rudné hoře.....	32
9 Diskuze .....	53
10 Závěr.....	54
11 Literatura .....	55

## 1 Úvod

Téma mé bakalářské práce „Mineralogická charakteristika železných rud na Rudné hoře u Vernířovic“ jsem si zvolila kvůli mému blízkému vztahu ke studované oblasti, kde se Rudná hora nachází, jelikož bydlím v obci Loučná nad Desnou, jejíž katastr je součástí Hrubého Jeseníku. Tato obec má díky desenským páskovaným železným rudám bohatou historii.

Ve své práci jsem se zaměřila především na Rudnou horu, kde se nachází tři zájmové výskyty páskovaných železných rud, a v literárně rešeršní části i na další lokality související s těmito výskyty rud v okolí obce Vernířovice. Tyto rudy zde byly dlouhou dobu dobývány, až do druhé poloviny 19. století, poté byly na nějaký čas zapomenuty, a znovu objeveny geologickými průzkumy v 60. letech 20. století. Jako další důvod, proč jsem si toto téma vybrala, byla možnost svým výzkumem přispět k rozšíření souboru poznatků o mineralogii páskovaných železných rud na Rudné hoře, které si jistě zaslouží naši pozornost.

## 2 Metody a cíle práce

Podle zadání bakalářské práce byla provedena literární rešerše zaměřená na geologii širšího okolí Rudné hory se zaměřením na petrografické poměry a mineralogii železnorudných akumulací typu BIF (páskovaná železnorudná formace) v okolí Vernířovic. Dále byla provedena rekognoskace terénu v prostoru Rudné hory a byl zdokumentován současný stav lokalit, současně s provedením fotodokumentace. Na jednotlivých lokalitách byly z haldového materiálu odebrány vzorky železných rud pro další výzkum. Poloha lokalit byla zanesena do topografické mapy s měřítkem 1: 10 000.

Z reprezentativních vzorků získaných během terénních prací byly panem Jiřím Povolným (PřF MU Brno) zhotoveny leštěné výbrusy. Poté byly výbrusy studovány v optickém polarizačním mikroskopu Olympus BX50 v procházejícím i odraženém světle, a následně byly pořízeny mikrofotografie pomocí fotoaparátu Olympus C-7070.

Chemismus vybraných minerálů byl studován pomocí vlnově disperzní analýzy (WDX) na elektronové mikrosondě Cameca SX100 na PEMM PřF MU Brno (analyzovali: R. Škoda, P. Gadas a R. Čopjaková); současně byly pořizovány snímky ve zpětně odražených elektronech (tzv. BSE snímky). WDX analýzy byly provedeny za těchto podmínek:

**Spinelidy:** průměr svazku 2  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 20 nA

použité standardy: kolumbit-ivigtut (Fe), Ni (Ni), rhodonit (Mn), TiO (Ti),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Al, Mg), gahnit (Zn), sanidin (Si), chromit (Cr), andradit (Ca).

**Amfiboly:** průměr svazku 2  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 10 nA

použité standardy: albit (Na), sanidin (Si, Al, K),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Mg), grossular (Ca), chromit (Cr), benitoit (Ba), titanit (Ti), almandin (Fe),  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$  (Mn), vanadinit (V), Ni (Ni), NaCl (Cl), topaz (F), gahnit (Zn),  $\text{SrSO}_4$  (Sr).

**Slídy:** průměr svazku 4  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 10 nA

použité standardy: albit (Na), sanidin (Si, Al, K),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Mg), grossular (Ca), titanit (Ti), benitoit (Ba), chromit (Cr), almandin (Fe),  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$  (Mn), vanadinit (V), Ni (Ni), NaCl (Cl), topaz (F), gahnit (Zn).

**Živce:** průměr svazku 4  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 10 nA

použité standardy: albit (Na), sanidin (Si, Al, K), baryt (Ba), fluorapatit (P), grossular (Ca), andradit (Fe),  $\text{SrSO}_4$  (Sr).

**Apatit:** průměr svazku 5  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 20 nA



použité standardy: albit (Na), sanidin (Si), YAG (Y), grossular (Al),  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  (Mg),  $\text{SrSO}_4$  (Sr), fluorapatit (P, F),  $\text{LaPO}_4$  (La),  $\text{CePO}_4$  (Ce), titanit (Ca), NaCl (Cl), baryt (S), barbantit (Th), U (U),  $\text{PrPO}_4$  (Pr), andradit (Fe), rhodonit (Mn),  $\text{NdPO}_4$  (Nd),  $\text{SmPO}_4$  (Sm),  $\text{GdPO}_4$  (Gd),  $\text{DyPO}_4$  (Dy), PbS (Pb).

**Kalcit:** průměr svazku 5  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 10 nA

použité standardy: fluorapatit (Ca), sanidin (K, Al, Si), andradit (Fe),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Mg),  $\text{SrSO}_4$  (Sr), baryt (Ba), rhodonit (Mn), gahnit (Zn).

**Titanit:** průměr svazku < 1  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 20 nA

použité standardy: albit (Na), titanit (Si, Ca, Ti), sanidin (Al),  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  (Mg),  $\text{SrSO}_4$  (Sr), YAG (Y),  $\text{CePO}_4$  (Ce),  $\text{LaPO}_4$  (La), Sn (Sn), kolumbit-ivigtut (Nb),  $\text{CrTa}_2\text{O}_6$  (Ta), andradit (Fe), rhodonit (Mn), topaz (F), benitoit (Ba).

**Zirkon:** průměr svazku < 1  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 20 nA

použité standardy: albit (Na), titanit (Si, Ti), zirkon (Zr), Hf (Hf), YAG (Y), sanidin (Al), fluorapatit (P),  $\text{ThO}_2$  (Th), U (U), andradit (Fe), rhodonit (Mn), topaz (F), columbit-ivigtut (Nb), Bi (Bi),  $\text{ScVO}_4$  (Sc), vanadinit (Cl), W (W),  $\text{YbPO}_4$  (Yb).

**Granát:** průměr svazku < 1  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 20 nA

použité standardy: albit (Na), sanidin (Si, Al, K), pyrop (Mg), grossular (Ca), chromit (Cr), titanit (Ti), almandin (Fe), spessartin (Mn), vanadinit (V), fluorapatit (P), YAG (Y), topaz (F).

**Allanit-(Ce):** průměr svazku 2  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 20 nA

použité standardy: albit (Na),  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  (Mg), sanidin (Si, K, Al), YAG (Y),  $\text{SrSO}_4$  (Sr), NaCl (Cl),  $\text{LaB}_6$  (La),  $\text{CeAl}_2$  (Ce), baryt (Ba), U (U),  $\text{ScVO}_4$  (Sc), fluorapatit (P), almandin (Fe), grossular (Ca), Th (Th), titanit (Ti), spessartin (Mn),  $\text{NdPO}_4$  (Nd),  $\text{SmF}_3$  (Sm),  $\text{PrF}_3$  (Pr),  $\text{DyPO}_4$  (Dy),  $\text{ErPO}_4$  (Er),  $\text{GdPO}_4$  (Gd), Topaz (F),  $\text{YbPO}_4$  (Yb), PbS (Pb), zirkon (Zr),  $\text{TbPO}_4$  (Tb).

**Epidot:** průměr svazku 2  $\mu\text{m}$  (vzorky 66, 67), pro vzorky 12, 6, 7 4  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 10 nA

použité standardy pro vzorky 66, 67: albit (Na), sanidin (Si, Al, K),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Mg), grossular (Ca), chromit (Cr), benitoit (Ba), titanit (Ti), almandin (Fe),  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$  (Mn), vanadinit (V), Ni (Ni), NaCl (Cl), topaz (F), gahnit (Zn),  $\text{SrSO}_4$  (Sr).

použité standardy pro vzorky 12, 6, 7: albit (Na), sanidin (Si, Al, K),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Mg), grossular (Ca), titanit (Ti), benitoit (Ba), chromit (Cr), almandin (Fe),  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$  (Mn), vanadinit (V), Ni (Ni), NaCl (Cl), topaz (F), gahnit (Zn).

**Chlorit:** průměr svazku 4  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 10 nA

použité standardy: albit (Na), sanidin (Si, Al, K),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Mg), grossular (Ca), titanit (Ti), benitoit (Ba), chromit (Cr), almandin (Fe),  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$  (Mn), vanadinit (V), Ni (Ni), NaCl (Cl), topaz (F), gahnit (Zn).

Přepočty výsledků WDX analýz byly provedeny za použití specializovaného softwaru Formula a MS Excel.

Na vybraných sedmi vzorcích rud byla provedena planimetrická analýza (stanovoval se křemen, živec, opakní složka, amfibol, epidot, allanit-(Ce), biotit, chlorit, granát, apatit, kalcit, rutil, zirkon). Kvantitativní zastoupení jednotlivých minerálů bylo stanoveno pomocí bodového integrátoru Eltinor 4 (vždy hodnoceno 2000 bodů).

Dosažené výsledky budou v následné diskuzi srovnány s již publikovanými údaji.

### 3 Geologické poměry v okolí Rudné hory

Výše zmíněné okolí Rudné hory spadá geograficky do oblasti Hrubého Jeseníku, geologicky přísluší silesiku.

Jak uvádí Mücke a Losos (2000) silesikum je tvořeno několika tektonometamorfními jednotkami, z nichž jsou dominantními keprnická a desenská skupina (dříve nazývané klenby). Keprnická a desenská skupina představují jádra, tvořená převážně rulami a metagranitoidy, která jsou překryta mladšími metasedimenty devonského stáří – tzv. vrbenskou skupinou (Zapletal 1950, Mísař et al. 1983). Radiometrické stáří variské metamorfózy keprnické a desenské skupiny bylo určeno metodou  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  na 300-310 Ma (Maluski et al. 1995), Štípská (1999) však uvádí neoproterozoické stáří pro zirkony z paraautochtonu desenské klenby. Obě antiklinální struktury (klenby) jsou odděleny synformně uloženými metasedimenty Červenohorského sedla (Testa a Gibbons 1996).

Magnetitové rudy na Rudné hoře a okolí, přísluší tzv. jaderné formaci desenské skupiny a jsou jediným výskytem tohoto typu zrudnění v Českém masivu. Jde o magnetit-křemenné páskované rudy, uložené konkordantně v komplexu relativně variabilních desenských rul (Mücke a Losos 2000).

Problematikou páskovaných magnetitových rud desenské skupiny se podrobně zabývala řada autorů např. Pouba (1954, 1970), Skácel (1968), Kruťa et al. (1968), Marek (1973), Fojt (2001, 2002), Prinzová (1998, 2000), Zimák (2001, 2002) a v neposlední řadě Mücke a Losos (1998, 2000, 2007).

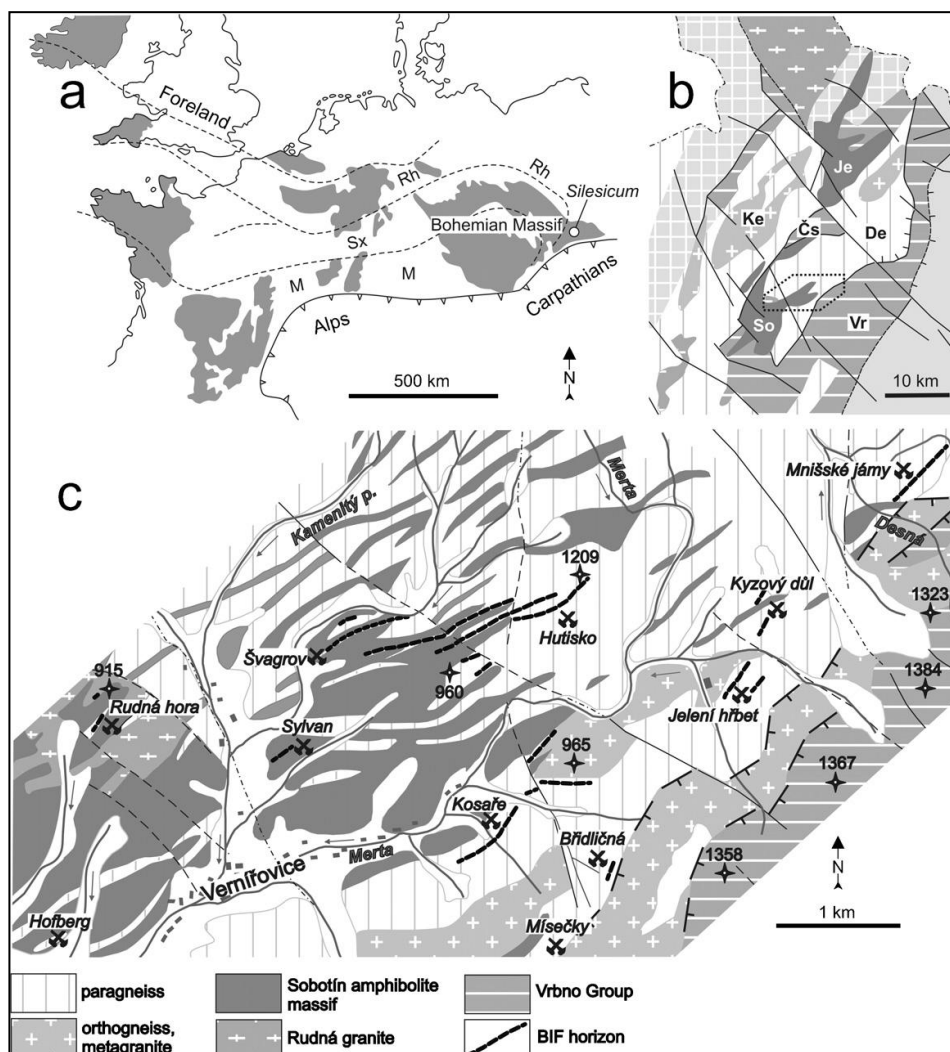
Podle Fojta a Skácela (2001) jsou všechny výskyty páskovaných železných rud soustředěny kolem metabazitů sobotínského devonského masivu. S výjimkou jsou lokality Sylvan u Sedmi Dvorů a výskytu Rudná hora – západ se nacházejí všechny páskované rudy v biotitových desenských rulách.

Desenské ruly jsou pronikány četnými mladšími žilnými horninami – granity, pegmatity, aplity a bazickými i ultrabazickými horninami (Pouba 1970, Mücke a Losos 2000).

Podle Pouby (1970) tvoří páskované magnetitové rudy Hrubého Jeseníku stratigrafický horizont uvnitř biotitových rul, které se podílejí na stavbě jádra desenské skupiny (obr. 1). Desenská skupina, ležící ve východní části silezika, je tvořena v jádru převážně krystalickými břidlicemi předdevonského (pravděpodobně prekambriického až proterozoického) stáří a obalem stáří devonského. Jmenované devonské sedimenty přísluší vrbenské skupině, která tvoří východní okraj silezika. Dále jak uvádí Pouba (1970) jsou desenské ruly poměrně dost

homogenní. Na obr. 1 podle Kropáče et al. (2011) je dobře patrná geologická stavba studované oblasti.

Hlavním typem desenské ruly je biotitická plagioklasová rula. Od této horniny je zřejmě odvozena řada jiných primárních sedimentárních typů, z nichž některé představují faciální variety primárních sedimentárních hornin, zatímco ostatní jsou variety metasomatického a migmatického původu (Pouba 1970).



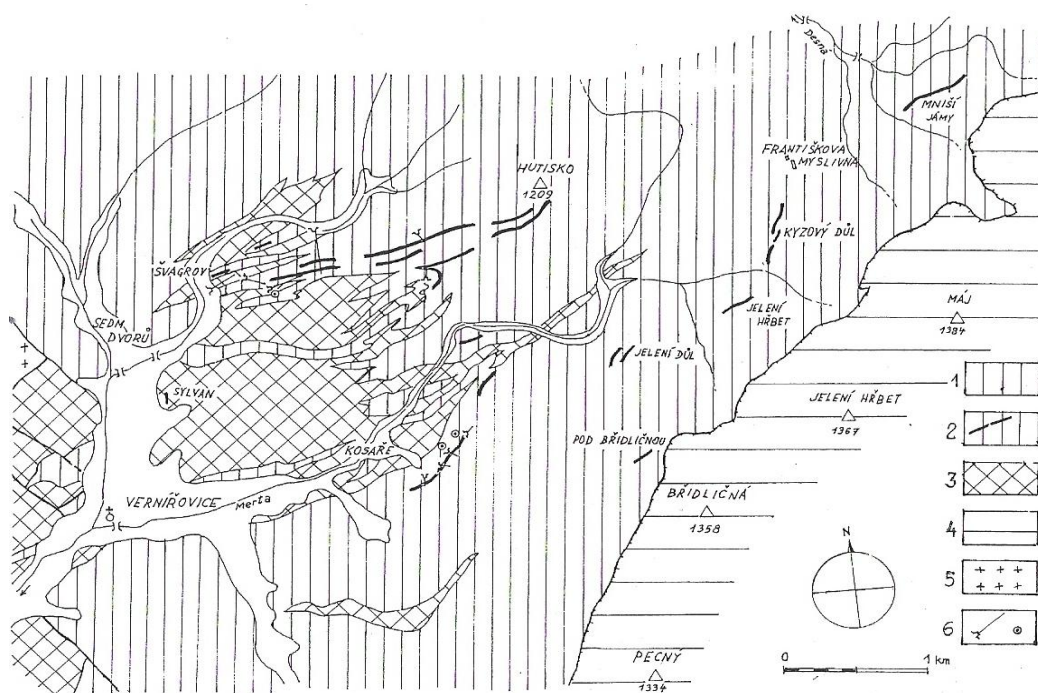
Obr. 1: a) pozice Českého masivu a silezika ve variském orogénu; Rh – Rhenohercynská zóna, Sx – Saxothuringická zóna, M – Moldanubická zóna, b) vnitřní struktura silezika; Ke – kepnická jednotka, De – desenská jednotka, Čs – zóna červenohorského sedla, Vr – vrbenská skupina, Je – jesenický amfibolitový masiv, So – sobotínský amfibolitový masiv, c) geologická mapa jižní části desenské jednotky se zkoumanými lokalitami (Kropáč et al. 2011).

Podle Pouby (1970) a Mückeho a Losose (2000) apofýzy mladšího bazického sobotínského komplexu, pravděpodobně devonského stáří, pronikají páskované rudy v desenských rulách diskordantně a mobilizují je. Autor dále předpokládá, že část magnetitových

rud byla amfibolity sobotínského komplexu pohlcena, rekrystalována (rudy ložiska Sylvani) a nabohacena sulfidy Fe, Cu a mladším magnetitem.

Pouba (1970) interpretoval myšlenku, že jsou výskyty magnetitových rud nápadně symetricky uspořádány okolo sobotínského amfibolitového masivu (obr. 1). Některé rudní výskyty jsou v něm dokonce uzavřeny, jiné leží na jeho kontaktu a další se nacházejí ve vzdálenosti několik km od masivu. Mücke a Losos (2000) navíc uvádějí, že v bezprostředním okolí prakticky všech výskytů magnetitových rud vystupují amfibolity nebo krupníky sobotínského masivu (týká se to i nejvzdálenějšího ložiska Mnišské jámy).

V terénu byly vysledovány geofyzikálními metodami dva několik kilometrů dlouhé pruhy zrudnění, což vedlo k tomu, že rudní horizont byl označen za stratigraficky významný element dané geologické jednotky (Fojt 2002). Jak uvádí Mücke a Losos (2007) zkoumaná oblast s výskytem magnetitem bohatých hornin se rozkládá na ploše o rozloze 32 km<sup>2</sup>, která je mírně protažena severovýchodním směrem (obr. 1).



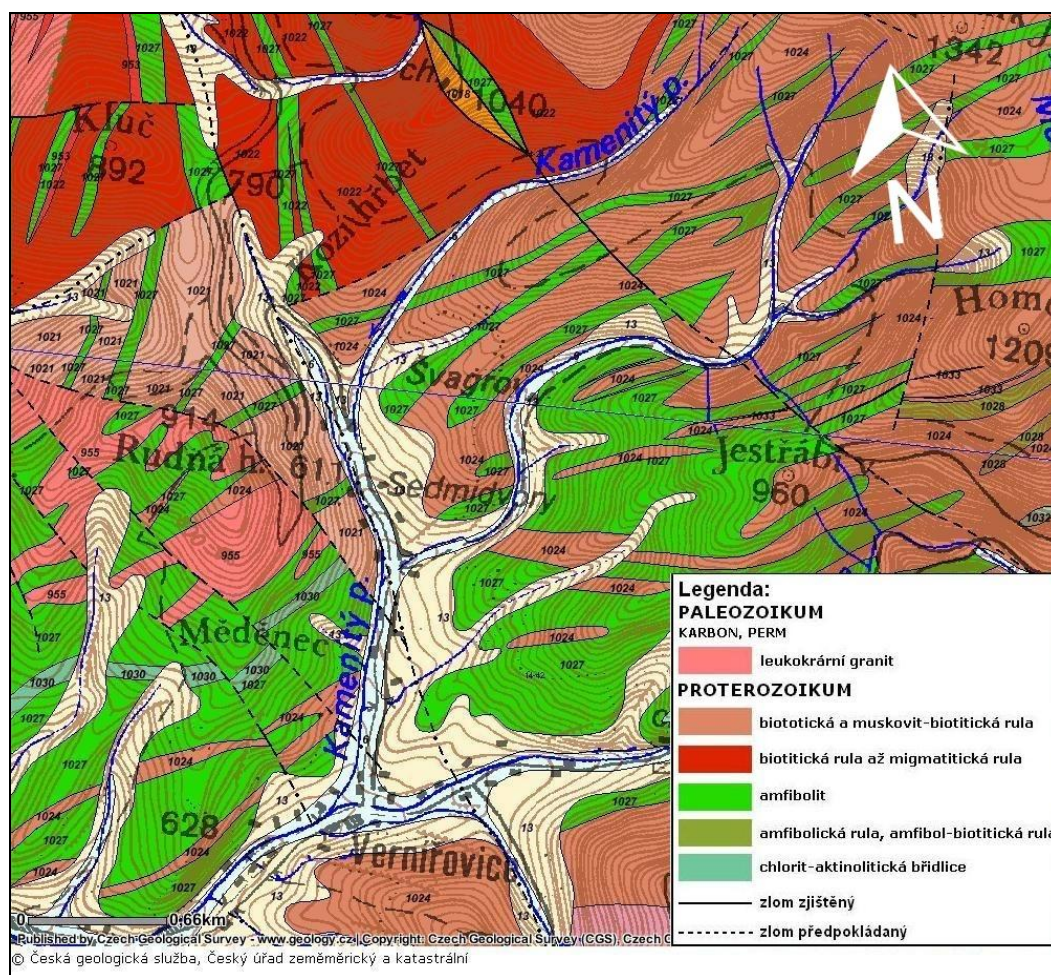
Obr. 2: Přehledná mapka výskytů páskovaných železných rud v desenských rulách kry Pradědu v okolí Vernířovic (Fojt a Skácel 2001). Vysvětlivky: 1 – desenské ruly, 2 – železnorudné výskyty (dle geomagnetických měření), 3 – amfibolity sobotínského masivu, 4 – devon vrbenské skupiny, 5 – granit Rudné hora, 6 – průzkumné štoly a vrty z let 1954-1958 (ČMRP Rýmařov).

Mücke a Losos (2007) provedli výzkum na osmi lokalitách (obr. 1): Sylvani, Rudná hora, Kosaře, Brídlíčná, Kyzový důl, Švagrov, Zadní Hutisko a Mnišské jámy. Fojt a Skácel (2001) uvádějí velmi schematickou geologickou mapku studované oblasti (obr. 2) s vyznačením hlavních ložisek železných rud, Rudná hora však mezi nimi chybí.



Jak uvádí Fojt et al. (1992) při geologickém mapování bylo možné rozlišit jemnozrnné amfibolity masívní i usměrněné, aktinolitické amfibolity, živcové amfibolity místy až dioritového vzhledu, hrubozrnné amfibolity a gabroamfibolity. Zvláštní horninou jsou čočkovitá tělesa ultrabazik – peridotitů, proměněná v krupník. Vzácně byly nalezeny i serpentinity. Rulami i bazickými horninami proniká žula (žula Rudné), která je jen malou apofýzou variské plutonické aktivity v sileziku a má prostorově omezený kontaktní dvůr, projevující se imbibicemi K-živců a muskovitizací rul a vytvářející tak v obou starších horninách pruh migmatitů.

Aktuální pohled na geologickou situaci oblasti okolí Rudné hory podává výřez z geologické mapy 1: 50 000 (viz obr. 3), kde byly do legendy zařazeny nejpodstatnější horninové typy.



Obr. 3: Výřez oblasti okolí Rudné hory z mapy 1: 50 000, zpracované Českou geologickou službou (geology.cz).

## 4 Charakteristika železných rud typu BIF v okolí Vernířovic

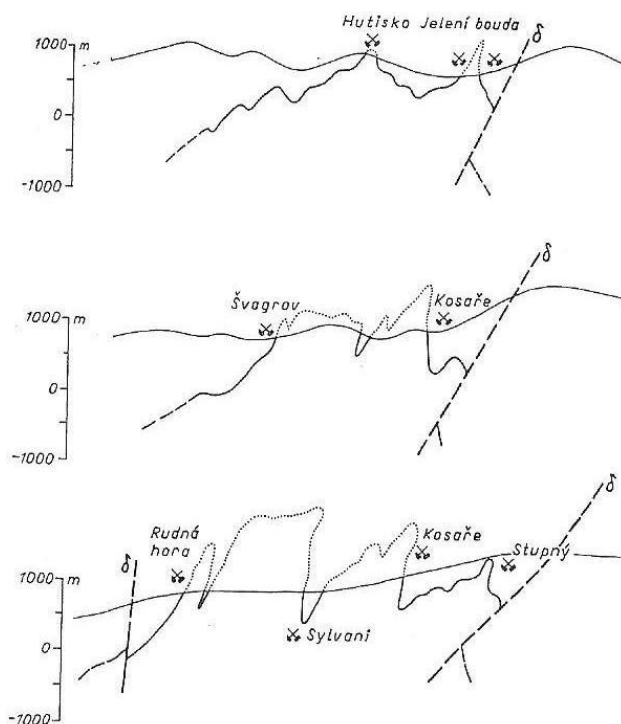
Jak uvádí Pouba (1970) prekambričké magnetitové rudy komplexu desenského krystalinika jsou v České republice jedinečným typem metamorfovaných křemenem bohatých železných rud. V druhé polovině 19. stol., když byla poprvé prováděna podrobnější geologická zkoumání Hrubého Jeseníku, tato ložiska již nebyla těžena a řada starých dobývek v té době již nebyla přístupná.

Dále podle Pouby (1970) tvoří tato ložiska význačný horizont v biotitických rulách, který je silně zvrásněný a roztrhaný na několik částí a dosahuje celkové délky více než 20-25 km (po rozvinutí komplikovaných vrás v přímku). Rudní ložiska tvoří antiklinorium, jehož západní zvrásněný okraj je reprezentován ložisky situovanými na jihozápadním úbočí Rudné (Erzberg). Tato ložiska jsou oddělená systémem příčných zlomů od rudních ložisek Švagrov a Hutisko (Hüttellehne). U Hutiska pás ložisek ostře zatáčí jižním směrem k ložisku Sylvani a snad až k sulfidickému ložisku na Měďném a odtud zpátky k severu, z údolí Merty a přes Františkovu myslivnu do údolí řeky Desné, kde rudy tvoří ložisko Mnišské jámy. To vytváří obraz částečné antiklinály, jejíž východní rameno se ostře obrací jižním směrem, kříží pramen řeky Merty a ložiska Jelení Bouda, Černý Důl a Kosaře. Další segmenty antiklinória se objevují na Stupném, odkud se rudní pás táhne přes klepáčovský zlom směrem k Rudolticím. Franziska-Zeche a Rudoltice by však již podle geologických mapovacích podkladů měla patřit do skupiny keprnické, nikoliv desenské (Pouba 1970).

Poubovi (1970) celá stavba do určité míry připomínala geologickou situaci ložiska Sydvaranger v Norsku. Podle současného pojetí železnorudné formace (Mücke a Losos 2000) typ železných rud „Sydvaranger“, používaný Poubou (1970), v současnosti není v literatuře znám a vyčleňován. Tyto rudy jsou z hlediska dnešní terminologie řazeny pod obecně známý typ „Algoma“ železnorudné formace (Klein, Beukes 1993), vulkano-sedimentárního původu. Vedle typu „Algoma“ jsou popsány dva další typy železnorudné formace, „Lake Superior“ typ (zdrojem Fe byl kontinentální materiál) a glacienní typ „Rapitan“. Paleozoické a mladší železnorudné sedimentární rudy jsou klasifikovány jako „Ironstones“ (Hutchinson 1992).

Mocnost jednotlivých rudních poloh kolísá od decimetrů do 3,6 metrů (Fojt 2002). Dále jak uvádí Pouba (1970) jednotlivé rudní segmenty, obvykle 100 až 300 m dlouhé, jsou zřejmě sekundárním jevem způsobeným zlomovou tektonikou, ale nelze vyloučit, že rudní těleso bylo rozděleno v segmenty už primárně. Byla prokázána vrásová stavba rud při důlních pracích v oblasti Švagrova a Hutiska. V důlním překopu na Švagrově byla ruda zastřižena v téměř vertikální pozici a na ložisku Hutisko se ve vrcholu antiklinály natáčí do horizontální polohy

a překocuje se východním směrem se strmým sklonem 70-75° k východu. Zvrásnění rud bylo rovněž prokázáno při průzkumných pracích v Kosařích a je odvoditelné z geologické mapy (obr. 3) a řezu (obr. 4).



Obr. 4: Schematické profily rudních horizontů jádra desenské skupiny. Názvy klíčových ložisek jsou naznačeny v řezu profilu (Pouba 1970).

#### 4.1 Přehled názorů na genezi

Jak uvádí Fojt (2002), v historii ložiskově-geologických výzkumů lze rozlišit tři etapy. V první etapě měl Kretschmer (1911) možnost seznámit se s ložiskem Sylvaní (magnetitové koncentrace v „gabroamfibolitu“) a označil rudy za „magmatogenní segregace bazických hornin“. Sellner (1930) popsal zrudnění podle poznatků z terénu a haldového materiálu ložiska Mnišské jámy (typické křemen-magnetitové koncentrace v rulách) jako „kontaktně metasomatické“, ale těleso, které by metasomatózu způsobovalo, nenaznačil. Ve druhé etapě, jak dále uvádí Fojt (2002), Pouba (1951, 1954) považoval zprvu rudniny za „exhalačně-sedimentární“, ale po zevrubném poznání jednotlivých výskytů a horninového prostředí se přiklonil k názoru o sedimentárním původu rudních kumulací s nepřímým vztahem k vulkanismu (zdrojem zrudnění by podle něj mohly být rozvětralé bazické vulkanoklastické horniny). Ve shodě s výše uvedenými názory charakterizovali Pouba a Zoubek (1985) desenské magnetitové rudy jako „BIF“. Ve třetí etapě Mücke a Losos (1999a, 1999b, 2000) a Mücke



a Farhand (2001), vyslovili na základě mineralogických poznatků a chemismu jednotlivých minerálů rudnin hypotézu o tom, že rudní agregáty vznikly jako výsledek procesu „filter-pressing“ a představují „diferenciát bazických magmatitů sobotínského masivu“, křemen rudních asociací považují za druhotný a jeho přítomnost v rudninách vysvětlují metamorfoenní silicifikací.

Dále jak uvádí Fojt (2002) všichni autoři, kteří se od roku 1950 zabývali studiem desenských páskovaných magnetitových rudnin, se jednoznačně shodují v tom, že jde o zrudnění metamorfne přepracované. Intenzita metamorfního ovlivnění i provrásnění rudnin a okolních hostitelských hornin je shodné. Autor se přiklání k názoru, že rudniny tvoří nedílnou součást horninového komplexu desenských rul a jejich vznik přisuzuje proterozoickým vulkano-sedimentárním procesům, obdobným těm, za nichž vznikla devonská Fe-ložiska typu Lahn-Dill.

V důsledku pozorování účinků teplotní metamorfózy, způsobené apofýzami sobotínského masivu, Fojt et al. (2004) předpokládá, že jsou železné mineralizace starší (proterozoického stáří), než intruze sobotínského masivu (?devon).

Podle Pouby (1968b) tvoří akumulace železa v proterozoiku pásmo, které lze sledovat v souvislosti s výskyty submarinních vulkanitů od středočeského proterozoika přes Železné hory až do Jeseníků. Facie klastických sedimentů a spilitových efuziv obsahující Fe-sulfidické břidlice (v západních Čechách), sulfidické břidlice s Mn (ve středních Čechách) a magnetitové rudy v sv. části Českého masivu pravděpodobně reprezentují tři oddělené facie proterozoického moře a tři typy mineralizace, jejichž faciální charakter byl ovlivněn hloubkou moře, ve kterém vznikaly. Nejpravděpodobnějším zdrojem kovů, přímým nebo nepřímým, se podle autora zdá být bazické magma. Tyto předpoklady o určité paralele proterozoických Fe-Mn rudních horizontů v Českém masivu podpořily i práce Žáka (1974, 1975), které se zaměřily na důkladné poznání granátů daných oblastí z hlediska jejich chemismu a paragenetické pozice.

Dále jak se domnívá Pouba (1970) podle magnetometrických map pokračují rudonosné prekambriické komplexy přes Polsko do oblastí magnetických anomálií u Minsku a navazují na jižní větev karelid. Tímto směrem se železné rudy objevují stále ve starších a starších jednotkách.

## **4.2 Faciální variabilita rud**

Páskované magnetitové rudy desenské skupiny silezika obsahují především magnetit a křemen. Vzhledem k nízkému obsahu magnetitu (20–45 obj. %) označuje Pouba (1970) rudu jako páskovaný magnetitový kvarcit.

Rudniny na většině lokalit považuje Mücke a Losos (2000) za heterogenní, složené ze dvou typů protolitů. Prvním je výše zmíněný dominantní typ magnetitový, páskovaný (s křemenem) nebo masivní rudy. V nich se až na nepodstatně zastoupené přechodné vzorky nevyskytuje spessartinový granát v makroskopicky viditelných růžových prouzcích (důlní díla s výchozy rudních poloh na lokalitách Mnišské jámy a Zadní Hutisko, dále haldový materiál z lokalit Kosaře, Rudná hora, Sylvani, Břidličná a Mnišské jámy). Za druhý typ považuje Mücke a Losos (2000) páskované Mn-rudniny s křemenem, objevující se zejména na lokalitách Zadní Hutisko a Švagrov, převážně bez magnetitu nebo jen s jeho akcesorickým množstvím. Dále citovaní autoři podotýkají, že se nápadně podobají gonditům (=silikátové facii páskované železnorudné formace).

	Minerály a jejich hojnost v železem bohatých horninách									Přidružené horniny		
	Amph	Bio	Qtz	Chl	Ep	Fsp	Car	Mag	Ilm	Ap	Garn	M-hb
Rudná hora	□□□	●	●-□□□	○	○	●	●	□□□	○	○	●	□□□
Sylvani	□□□	□	●-□□□	●	○	●	□	□□□	□	○	●	□□□
Kosaře	□	●	□□□	□	○	○	□	□□□	○	□	□	●
Švagrov	□-□□□	□	□-□□□	□	○	●	□	□□□	○	□□	□□	□□
Zadní Hutisko	□	□□□	□□□	○	●	○	□	□-□□	○	○	□□□	□
Kyzový důl	●	□□	□-□□□	□□	○	□□	□□	□□□	○	○	○	●
Břidličná	●	□	□-□□□	□□□	□	□	□	□□□	○	○	●	●
Mnišské jámy	●	□	□-□□□	□□□	□	○	□	□□□	○	□	□	●

Tab. 1: Relativní hojnost minerálů (amfibolu = Amph, biotit = Bio, křemen = Qtz, epidot = Ep, živec = Fsp, karbonát = Car, magnetitu = Mag, ilmenit = Il a apatit = Ap) a granátitu (skládající se ze spessartinem bohatého granátu) = Garn s meta-hornblenditem (M-hb): ● nevyskytuje se, ○ stopově, □ umírněně; □□ často; □□□ hojně; Mücke a Losos (2007).

Fojt (2002) uvádí, že se spolu s magnetitem v rudninách vyskytuje chlorit, biotit, apatit, amfibol, epidot a kalcit, většinou odděleně od magnetit-křemenných agregátů pak smouhovité pásy jemnozrnného granátu (almandin-spessartinu). To dokládá tab. 1, ve které je přehled osmi ložisek desenské skupiny, nástin výskytu hojnosti jednotlivých minerálů v rudninách a přidružených horninách (Mücke a Losos 2007). Pouba (1970) rozlišuje podle minerální asociace rudy křemen-magnetitové, granát-magnetitové, amfibol-magnetitové, karbonát-magnetitové a sulfidické.

#### 4.2.1 Křemen-magnetitové rudy

Jak uvádí Pouba (1970), stavba se vyznačuje střídáním tmavých magnetitových a světlých křemenných pásků. V rámci křemenných pásků se kromě křemene podružně vyskytuje plagioklas (oligoklas, kyselý andezín) a akcesoricky biotit, granát, amfibol, pyroxen, kalcit, klinozoisit, chlorit, apatit, titanit a rutil. Magnetitové pásy mají vzhledem k obsahu chloritu (biotitu) strukturu granolepidoblastickou. Idioblasty magnetitu jsou často zatlačovány

křemenem, takže místy je zachován pouze lalokovitý relikt. Podle Pouby (1970) může být v rámci rudy i nepatrné množství hematitu, který tvoří buď izolované, velmi tenké lamely paralelní s vrstvičkami magnetitu nebo drobné inkluze v magnetitu a považuje jej za produkt dynamo-metamorfických přeměn. Mücke a Losos (2000) ve své studii poznamenávají, že se křemen na jednotlivých lokalitách a rudních vzorcích vyskytuje ve velmi proměnlivých množstvích. Dále předpokládají, že nevýznamná část křemene v rudninách mohla být primární. Tvrdí, že hlavní masa křemene je ale druhotného původu. Břidličnatost hornin (zejména rul a amfibolitů) byla při metamorfóze využita pronikajícími roztoky  $\text{SiO}_2$ , který zatlačoval podél foliačních ploch původní horninotvorné minerály.

Fojt (2002) podotýká, že společný výskyt křemene, magnetitu a hematitu je například zcela běžný i na všech devonských jesenických železnorudných ložiscích typu Lahn-Dill. Tato „křemenná fronta“ byla popsána ze Švagrova a byla zjištěna i na lokalitě Rudná hora-západ (Pouba 1970). Dále Fojt (2002) uvádí, že metamorfogenní křemenné sekreční žíly a čočky jsou zřetelně mladší, a nemají žádný vztah ke starším magnetit-křemenným stratiformním polohám. V nich došlo při metamorfických akcích k rekrystalizaci všech společně se vyskytujících minerálů, k přednostní orientaci – a také i k metamorfické diferenciaci, patrné zvláště ve střídání zrnitosti jednotlivých pásků.

#### **4.2.2 Granát-magnetitové rudy**

V těchto rudách je magnetit doprovázen granátem. V extrémním případě je ruda tvořena pouze křemenem a granátem s vysokým podílem spessartinové komponenty. Granáty mají v rámci jednotlivých pásků přibližně stejnou velikost, která se v rámci celého rudního tělesa pohybuje v rozmezí 0,01–0,15 mm. Vrstvičky křemene se střídají s pásky granátu, popř. také pásky magnetitu a podíl ostatních komponent (biotitu, chloritu nebo amfibolu) v rámci jednotlivých poloh kolísá. Granát-magnetitové rudy jsou velmi běžné na ložiscích Švagrov a Hutisko, méně na Mnišských jámách (Pouba 1970).

Mücke a Losos (2000) o nich ve své studii hovoří jako o Mn-bohatých rudninách bez magnetitu blízkých gonditům. Výše zmíněná ložiska Zadní Hutisko a Švagrov jsou charakteristické výskytem rudnin s vysokými obsahy granátu, který je dobře viditelný i makroskopicky, v podobě růžových pásků v rudnině. Polohy gonditů obsahují 4,1–10,7 hm.%  $\text{MnO}$ , množství  $\text{SiO}_2$  se pohybuje v intervalu 44,0–63,0 hm.%.

Jak uvádí Fojt (2002), proužky granátu jsou ve srovnání s mocností křemen-magnetitových pásků výrazně méně mocné – pohybují se v rozsahu cm, málokdy se s rudními

proužky střídají, spíše jsou v nich v důsledku metamorfní rekrystalizace a diferenciacce rozptýleny. Z lokality Švagrov jsou známy takové shluky grossularu z kontaktu metabazik s páskovanými magnetitovými rudninami, podle Pouby (1970) „skarny“.

#### 4.2.3 Amfibol-magnetitové rudy

Podle Pouby (1970) se objevují ve dvou typech: páskovaná ruda se zřetelnou primární sedimentární stavbou a masívní ruda vzniklá mobilizací rudy sedimentární v místech mladších bazických intruzí. Protože se amfibol často objevuje v asociaci s karbonáty, souvisí jeho původ pravděpodobně s primárním složením rud. Amfiboly obsažené v rudě se opticky neliší od amfibolů bazických intruzí, v obou případech se jedná o aktinolit.

Mücke a Losos (2000) rozčlenili minerální parageneze magnetitových rud na jednotlivých lokalitách desenské skupiny silezika na parageneze s dominantním amfibolem a parageneze bez amfibolu (tab. 2). V obou subtypech mohou být rozdíly v zastoupení ostatních jednotlivých minerálů. Výskyty s podstatným zastoupením amfibolu, jako jsou Sylvania a Rudná hora, sestávají často pouze z amfibolu s magnetitem. Rudy s dominantním množstvím amfibolu byly dále zjištěny na lokalitách Zadní Hutisko, Švagrov a Kosaře. Amfibol nebyl vůbec nalezen v magnetitových rudách z Břidličné, Mnišských jam a Kyzového dolu.

	Hb	Bio	Qtz	Sps	Grs	Chl	Ab	Car	Ep	Mag	Ilm	Ap
<b>I. Parageneze bez amfibolu</b>												
Břidličná	–	x	x-xxx	–	–	xx	x	x	x	xxx	+	+
Mnišské jámy	–	x	x-xxx	x	x	xx	xx	x	x	xxx	+	x
Kyzový důl	–	xx	x-xxx	x	x	xx	xx	xx	+	xxx	+	x
<b>II. Parageneze s dominantním amfibolem</b>												
Rudná hora	xx	–	xx	–	–	–	–	–	–	xxx	+	+
Sylvania	xxx	+	–xxx	–	–	–	–	–	+	xxx	x	+
Zadní Hutisko	x	xx	xx	–xxx	x	x	–	x	–	x-xxx	+	+
Švagrov	x-xxx	x	x-xxx	–xx	x	x	x	x	+	xxx	+	xx
Kosaře	x	–	xxx	–	x	x	x	x	–	xxx	+	x

Tab. 2: Minerální parageneze magnetitových rud desenské skupiny. Hlavní komponenty rud: xxx – dominantní, xx – průběžné, x – podřadné. Akcesorie rud: výskyt +, absence – (Mücke a Losos 2000).

#### 4.2.4 Karbonát-magnetitové rudy

Mücke a Losos (2000) uvádí, že v magnetitových rudách desenské skupiny je karbonát pravidelnou komponentou, zastoupený výlučně kalcitem. Facie karbonátových rud je charakteristická malým množstvím magnetitu nebo je celý rudní horizont transformován do karbonátové vrstvy. Příklad přechodu celého rudního horizontu v karbonátovou polohu, byl zaznamenán v průzkumné štolě na ložisku Švagrov (Pouba 1970). Fojt (2002) uvádí, že karbonáty obsažené v rudninách jsou vesměs kalcity s malým zastoupením Fe a Mg. Marek

(1973) uvádí z této karbonátové horniny kalcit, dále kalcit s příměsí brucitu, forsterit, flogopit a spinelid (spinel nebo gahnit) a domnívá se, že původní hornina měla před metamorfózou složení vápence nebo dolomitického vápence. Karbonátová vrstva obsahuje 47,0 hm. % CaO, 7,8 hm. % MgO, 0,7 hm. % MnO a 0,3 hm. % FeO. Jako další minerály karbonát-magnetitových rud uvádí Pouba (1970) křemen, aktinolit a epidot. Tento rudní typ se objevuje hlavně pod Františkovou myslivnou. Páskovaná textura těchto rud je často potlačena, magnetit se koncentruje do smouh a pod mikroskopem se ruda jeví jako neuspořádaný agregát.

#### **4.2.5 Sulfidické rudy**

Jak uvádí Fojt (2002), vyčleníme-li nepravidelnou a akcesorickou přítomnost vtroušenin pyritu v rudninách, nacházejí se až 30 cm mocné polohy zmíněného sulfidu na některých lokalitách vždy v nadloží magnetitových rudnin – a to v severním a jižním pruhu. Pouba (1970) považuje pyritové koncentrace za projev faciální změny oxidických Fe-rud v rudy sulfidické. Dále uvádí, že sulfidické rudy tvoří jeden až dva horizonty v biotitových a chloritových rulách a zastává názor o genetické příbuznosti oxidických a sulfidických rud dané oblasti, připisuje jim sedimentární, popř. vulkanosedimentární původ. K tomuto názoru se přiklání i Fojt et al. (1992). Fojt (2002) podotýká, že se magnetit v pyritových agregátech objevuje sporadicky. Vzájemný vztah mezi magnetitovými rudninami a polohami pyritu není za daného stavu poznání příliš jasný.

Sulfidické rudy se vyskytují např. na dvou místech poblíž vrcholu Meďného u Vernířovic. Vtroušené až smouhovité zrudnění pyrhotinu s malým zastoupením chalkopyritu, sfaleritu a pyritu je uloženo konformně s foliací biotitických rul a je vázáno na zvýšené zastoupení křemene a granátu v hornině – tzv. granátickou břidlicí. Okolní amfibolitové břidlice jsou zrudněny nepoměrně méně intenzívně (Fojt et al. 1992). Pouba (1954) se dále zmiňuje o dvou drobných pyritových impregnacích provázejících páskované železné rudy mezi Františkovou myslivnou a Mnišskými jámami, dále mezi Františkovou myslivnou a údolím Merty. Fojt a Zimák (1994) uvádějí na této lokalitě výskyt křemen-magnetitových rud a poloh pyritu v jejich přímém nadloží.

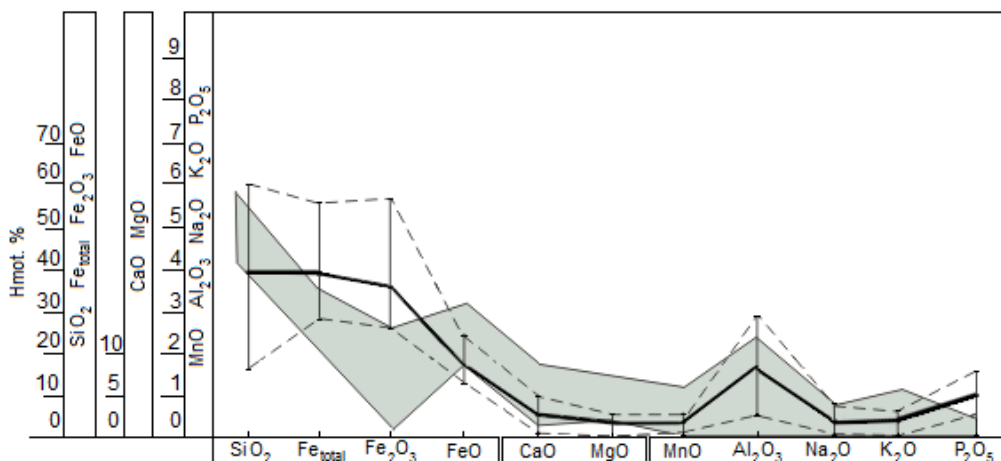
### **4.3 Chemické složení desenských rud**

Petrografické typy rud stanovené především na základě minerálních asociací jsou odrazem primárního protolitu a metamorfních procesů, kterými byly rudy postiženy (Pouba 1970). Během metamorfózy křemenem bohatých rud citovaný autor nepředpokládá vzhledem k jejich dobře zachované textuře žádnou výraznou migraci látek (pokud ovšem tyto rudy

nevznikly silicifikací, jak uvádí Mücke a Losos 2000 a 2007). Rudy desenské skupiny jsou jen nepatrně poznamenány exogenními procesy, a proto lze předpokládat, že jejich chemické složení zhruba vyjadřuje jejich stav v době vzniku, popř. metamorfní rekrystalizace (Pouba 1970).

Dále Pouba (1970) uvádí, že křemenem bohaté typy desenských rud jsou stejně jako prekambričké rudy starých štítů poměrně chudé železem, bohaté  $\text{SiO}_2$  a obsah  $\text{CaO}$  kolísá. Lokálně nápadně vzrůstají obsahy  $\text{MnO}$  a  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Desenské rudy mají podle Pouby (1970) poněkud vyšší obsahy  $\text{P}_2\text{O}_5$ , než má většina prekambričských rud, čímž se desenské rudy blíží některým rudám skandinávským. Přitom rudy spjaté se submarinním vulkanismem obsahují obecně méně  $\text{P}_2\text{O}_5$  než rudy sedimentární. Fojt (2002) se přiklání k názoru, že tato odlišnost souvisí s běžným, relativně zvýšeným zastoupením apatitu.

Podle výsledků chemických analýz rudnin (8 vzorků neznečištěných okolními rulami) Fojta (2002), jsou velmi podobné těm, které uvádějí Klein a Beukes (1993) pro proterozoické páskované rudy typu „iron formation“ (obr. 5). Vyšší zastoupení  $\text{Fe}_{\text{total}}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  a nižší obsah  $\text{FeO}$  lze vysvětlit tím, že v desenských rudninách převládá magnetit nad silikáty železa.



Obr. 5: Srovnání chemismu rudnin typu „iron formation“ (Klein, Beukes 1993, šedé pole) s páskovanými Fe-rudami desenskými (silná černá čára – aritmetický průměr 8 vzorků) podle Fojta (2002).

Pouba (1970) uvádí pro prekambričké páskované rudy obsahy vanadu v rozmezí 0,08–0,12 hm. %. Spolu s obsahem vanadu obvykle vzrůstá obsah fosforu (regenerované rudy ložiska Sylvani obsahují největší množství těchto dvou prvků – 0,12 hm. %  $\text{V}_2\text{O}_5$  a 1 hm. %  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Dále autor uvádí, že spektrální analýzy všech typů desenských rud jeví zvýšené obsahy  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Sr}$ ,  $\text{Zn}$  a  $\text{Ni}$ . Objevuje se také zvýšený obsah  $\text{MnO}$ , který je charakteristický pro celou řadu prekambričských železnorudných ložisek a jejich doprovodné horniny. Zvýšené obsahy  $\text{Mn}$  v horninách desenské skupiny byly stanoveny na několika lokalitách.

Podstatnou část Fe-facie (v centrální části desenské skupiny) tvoří podle Pouby (1970) ložiska magnetitu, nicméně i okolní ruly disponují nápadně vysokým obsahem akcesorického magnetitu. Rudy magnetitem chudé (nebo magnetit zcela postrádající) a bohaté Mn-granátem nebo pyritem leží na východ, v rámci facie Fe-Mn-S a jsou lemovány vrstvami jemně vápnitých rul, lokálně bohatých Mn-granátem (Pouba 1970).

Práce Losose, Mückeho (1998) a Mückeho, Losose (1999) se zabývají podrobným studiem chemismu chloritů magnetitových rud desenské skupiny. Ten podle nich indikuje vznik chloritu z bazického protolitu. Navíc v konfrontaci s prací Fialy et al. (1980) shledávají, že chemismus chloritů a amfibolů metamorfovaných bazik a ultrabazik sobotínského amfibolitového masívu, které se vyskytují v blízkosti těchto rud, je prakticky shodný. S tím souhlasí i novější studie Mückeho a Losose (2000).

## 5 Historie těžby železných rud v okolí Rudné hory

Jak uvádí Melzer a Schulz (1993), hornictví a hutnictví má v oblasti Hrubého Jeseníku dlouholetou tradici. Výskyty železné rudy, voda a hojnost dřeva zde tvořily základní předpoklady pro železářskou hutní výrobu. Od 14. století dochází k rozvoji železářské výroby. Při zpracování železné rudy se jako novinka začíná uplatňovat hamr, tj. velké mechanické kladivo poháněné vodním kolem. Na Šumpersku byly ve 14. století v činnosti hutě a hamry v povodí Desné a Merty – na Sobotínsku, v Rudolticích a Rejhoticích. Rozvoj trval do poslední třetiny 15. století, do českouherských válek, které zasadily hospodářskému vývoji těžké rány. Nový rozvoj železářství na severní Moravě nastal v 16. století, kdy došlo k oživení těžby rud a obnovování důlních podniků. Na velkolosinském panství byly v činnosti hamry, které zpracovávaly železnou rudu z okolních dolů. V této době se vytvořilo železářské středisko na Sobotínsku. K dalšímu rozvoji došlo počátkem 17. století, kdy pronikly na severní Moravu zkušenosti zpracování železné rudy ze Štýrska. Žerotínové, na velkolosinském panství po třicetileté válce, vybudovali hamry v Sobotíně a Rejhoticích, obnovili těžbu železné rudy v okolí Vernířovic a Rudoltic. V Loučné zřídili v roce 1687 Žerotínové hamerní úřad. Poté nastal úpadek. Sobotínská huť zůstala však i v 18. století nevelkým feudálním podnikem, který byl zadlužený. Po několika neúspěšných pokusech o pronájem panství i hutí, se podařilo v roce 1811 pronajmout železářny Andreasi Eisenbachovi z Podgorce v Haliči. Ten využil válečné konjunktury napoleonské doby a zaměřil výrobu železáren na zbrojní materiál. V roce 1833 se uskutečnil prodej panství Loučná a i s hutěmi jej koupil nejvyšší kancléř hrabě Mitrovský. Hrabě Mitrovský uskutečnil tuto koupi z podnětu F. X. Riepela, profesora polytechnického institutu ve Vídni, vynikajícího odborníka v oboru železářství, tvůrce myšlenky výstavby Vítkovických železáren a železniční dráhy z Vídně přes Moravu a Slezsko do Polska. Stal se prvním ředitelem sobotínských železáren a poradcem hraběte Mitrovského. Pod jeho vedením byla vybudována moderní vysoká pec se slévárnou a válcovna kolejnic. Při zavádění moderní techniky zaučovali domácí dělníky odborníci z Anglie, Belgie a Francie. K zajištění surovinové základny pro hutě byla z Riepelova podnětu obnovována těžba v uzavřených i zatopených dolech. Podle Kruti et al. (1968) nebyla těžba železné rudy nikdy vysoká, pohybovala se okolo 500 t za rok.

Dále jak uvádí Melzer a Schulz (1993), profesor Riepel jako původce myšlenky budování Severní dráhy Ferdinandovy soustředil při výstavbě sobotínských železáren hlavní pozornost na výrobu železničního materiálu. Při tom úzce spolupracoval se stavitelskou firmou bratří

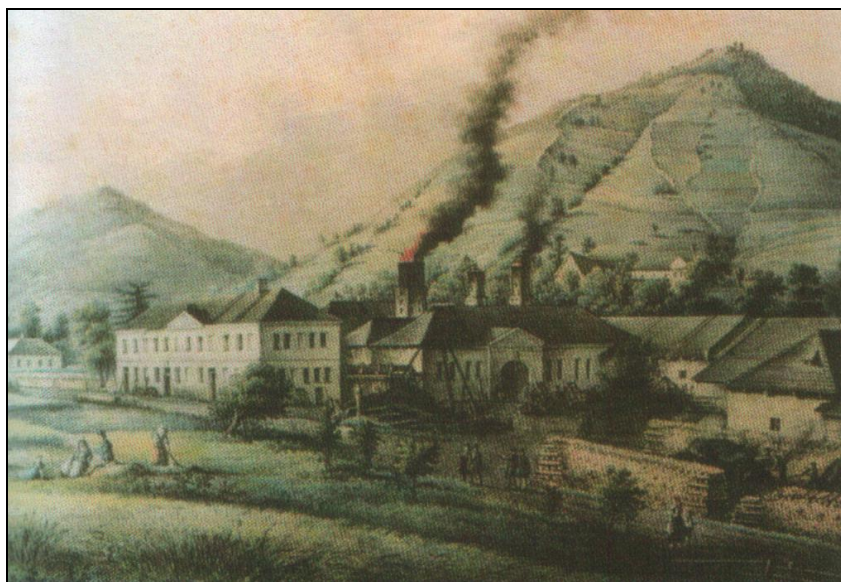


Kleinů. V roce 1844 uzavřeli bratři Kleinové kupní smlouvu na panství Loučná včetně železáren (obr. 6). V roce 1869 byly sobotínské železárny převedeny do vlastnictví rodinné společnosti Kleinů (Gába, Tempírová-Kotrlá 2000).

Podle Fojta a Skácela (2001), je velmi zajímavý, dodnes patrný způsob někdejší těžby rudních čoček. Protože šlo ve všech případech o ložní, subhorizontální tělesa, byly do nich vyraženy krátké překopy a ložiskové partie byly vyřízeny (vydobyty) směrně i po úklonu. Rudniny byly pravděpodobně ručně nabohacovány – roztloukány na menší kusy a vybírány kvalitní patrie s menším obsahem křemene. Ruda byla pak dopravována po „oslích stezkách“ k běžně dostupným komunikacím.

Co se týče dalšího historického vývoje sobotínských železáren podle Melzera a Schulze (1993), po krachu na vídeňské burze roku 1873, nastaly pro železárny těžké časy. Vysoké pece musely ukončit práci. Byla dávana přednost oceli před železem a zakázky začaly přebírat Vítkovické železárny, jejichž vysoké pece používaly černouhelný koks a tavily kvalitnější slovenskou a švédskou rudu. V roce 1910 byla výroba surového železa v sobotínských železárnách úplně zastavena.

Dohromady Kleinové ve svých železárnách vyrobili přes 2000 mostů různé velikosti, z nichž některé dosud stojí (Gába, Tempírová-Kotrlá 2000). Ložiska, poměrně dlouhou dobu těžená v těžko přístupném horském terénu, upadla v zapomnutí. Znovu byly staré dobývky objeveny až v roce 1950 při geologickém mapování v této oblasti (Fojt, Skácel 2001).



Obr. 6: Železárny v Rejhoticích kolem roku 1850; barevná litografie Reidena a Knippela (poskytl OÚ Loučná nad Desnou).

## 6 Ložiska na Rudné hoře

Mezi běžné horniny vyskytující se na Rudné hoře (viz obr. 3) patří amfibolity, amfibolitické ruly, biotitické a muskovit-biotitické ruly. Nejeschlebová (2011) a Nejeschlebová et al. (2012) podávají detailní mineralogickou charakteristiku granitoidů intruze Rudné hory, vystupujících na relativně malé ploše (cca 4 km<sup>2</sup>). Ve své studii uvádí na Rudné hoře výskyt alkalicko-živcového granitu (ten byl zde těžen v lomu cca 600 m jv. od vrcholu Rudné hory), syenogranit (resp. granitoid na přechodu mezi alkalicko-živcovým granitem a syenogranitem) a křemenem bohatý granitoid. Zimák (2002) uvádí na Rudné hoře patrně jediný výskyt serpentinitů v sobotínském masivu, ležící zhruba 1 km jihozápadně od vrcholu Rudné hory (914,5 m). V hornině jsou lokálně hojně přítomna zrna opakních minerálů (magnetit, výjimečně pyrit), největší zastoupení však má tremolit (správný název odpovídá „chlorit-mastek-serpentin-tremolitové skaline“).

Skácel (1968), který objevil staré dobývky na Rudné hoře v rámci ložiskově-geologického průzkumu Jeseníků po druhé světové válce, se zmiňuje o magnetitových páskovaných rudách v rulách, které jsou v blízkosti kontaktu s intruzí Rudné hory. Podle citovaného autora mají poměrně malou směrnou délku (cca 180 m). Skácel (1968) uvádí, že se na lokalitě nekonaly žádné geologicko-průzkumné práce, pouze v roce 1963 byly odebrány z haldy a štoly, situované na jižním okraji starých prací, 3 kusové vzorky magnetitové rudy a analyzovány s těmito výsledky (tab. 3).

vzorek	Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO
1	43,20	23,89	5,29
2	48,97	18,94	4,31
3	54,44	14,17	3,48

Tab. 3: Vzorky analyzované a odebrané v roce 1963 z Rudné hory; uvedené hodnoty jsou v hm. % (Skácel 1968).

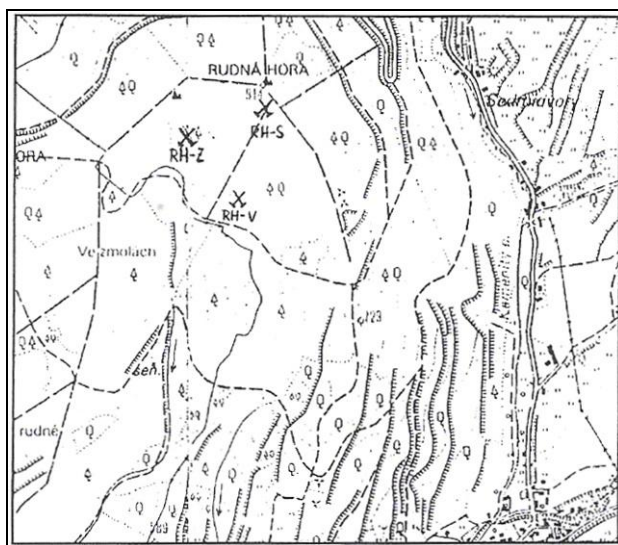
Pouba (1970) při mineralogickém hodnocení páskovaných magnetitových rud v desenském krystaliniku z Rudné hory zmiňuje „Fe-facii“, rovněž na kontaktu rul s granitovou intruzí.

Jak uvádí Fojt (2001), v daném území se nacházejí tři lokality (obr. 7) spojené s dobýváním železných rud v 19. století: Rudná hora – sever (RH-S), Rudná hora – západ (RH-Z) a Rudná hora – východ (RH-V). Severní výskyt je tvořen dvěma pinkami přímo pod kótou Rudné hory, silně zarostlými vegetací, v nichž nelze nalézt ani rudní vzorky, ani zvětráním nenarušené okolní horniny. Kruťa et al. (1968) popisuje pouze lokality Rudná hora – západ a Rudná hora – východ.

Fojt (2001) charakterizuje lokalitu Rudná hora – západ (obr. 7) jako rozsáhlé území s pinkami, obvaly a zasutými ústími bývalých štok. Dále podotýká, že je zde možno jen se štěstím najít zrudněné vzorky a domnívá se, že rudní poloha (při kontaktu rul s amfibolitem) byla nejen vytěžena, ale beze zbytku také odvezena do sobotínské hutě. Kruťa et al. (1968) uvádí, že se zde společně s magnetitem vyskytují další rudní minerály - pyrit, pyrhotin a vzácně chalkopyrit. Mücke a Losos (1999b, 2007) popisují z Rudné hory hornblendit a též hornblendit přecházející do železné rudy, složené hlavně z magnetitu (50 obj. %) a amfibolu, a zmiňují se i o přítomnosti rud tvořených střídajícími se magnetit-amfibolovými pásy a pásy křemene, které jsou někdy mírně zvrásněné.

Jediným výskytem s hojným zrudněním je lokalita označovaná Rudná hora – východ (Fojt 2001). Autor popisuje nepřilíš rozsáhlou haldu, která je nad horizontální vrstevnicovou cestou (obr. 7), bezprostředně pod ní jsou dvě aplanové plošiny někdejších milířů (místo kde bylo v minulosti páleno dřevěné uhlí). Lze zde najít pěkné vzorky masivních i páskovaných rudnin magnetitem. Autor se domnívá, že rud je na haldě velké množství díky tomu, že se pravděpodobně staré dobývkové práce zaměřily přednostně na kvalitnější masivní rudniny západního výskytu a vytěžené objemy rud z této lokality zůstaly nezužitkovány.

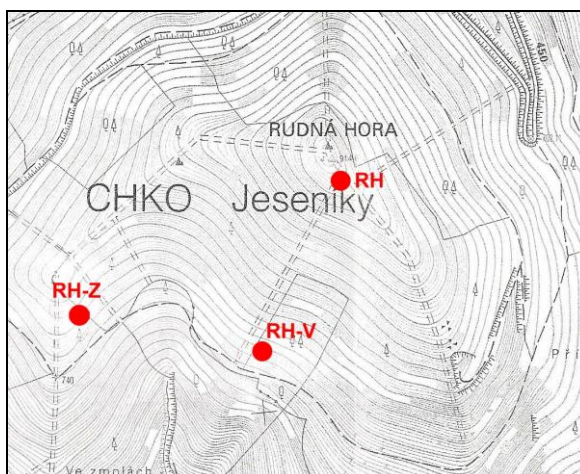
Podle Kruti et al. (1968) na jihovýchodním okraji Rudné hory leží rozptýlené fragmenty páskované křemen-magnetitové rudy, pás se táhne těsně pod hřebenem Rudné hory k severní straně, kdy nečekaně končí. Upozorňuje, že jsou zde rudy na magnetit velmi chudé, pásy magnetitu se střídají s 5–6 mm mocnými pásy křemene. Dále popisuje v rudách hromadně zastoupený amfibol s chloritem, mikroskopicky přítomná zrna plagioklasu (oligoklas) a apatitu.



Obr. 7: Plánek s vyznačením lokalit výskytu páskovaných železných rud na Rudné hoře RH-S, RH-Z a RH-V podle Fojta (2001).

## 7 Výsledky terénních prací

Na vybraných třech lokalitách výskytu páskovaných železných rud Rudné hory byla provedena fotodokumentace a poloha lokalit byla zanesena do topografické mapy s měřítkem 1: 10 000. Celkem bylo ze všech tří lokalit odebráno cca 40 vzorků (hlavně z RH-V), z nichž devět reprezentativních bylo detailně mineralogicky studováno.



Obr. 8: Oblast výskytu lokalit páskovaných železných rud na Rudné hoře; Rudná hora - západ (RH-Z), Rudná hora - východ (RH-V) a Rudná hora - vrchol (RH), označeny v topografické mapě 1: 10 000, list 14-42-02 (Český úřad katastrální a zeměměřický).

### Lokalita Rudná hora – východ

Lokalita je tvořena haldou, přibližně 5x7 m, která je porostlá vegetací a nachází se přibližně 35 m severně nad lesní cestou (obr. 8). V terénu je dobře zřetelná (obr. 9). Je zde možné nalézt vzorky železných rud, na nichž jsou makroskopicky jasně patrné pásy křemene a magnetitu (obr. 12). Ze studovaných lokalit je tato na rudní vzorky nejbohatší.



Obr. 9: Lokalita Rudná hora – východ (RH-V). Foto: Barbora Iršová, listopad 2010.



### **Lokalita Rudná hora – vrchol**

Lokalita je tvořena pinkou o průměru cca 5 m, nachází se na jihovýchodní straně (obr. 8), vedle kóty Rudné hory (914,5 m). Je zcela porostlá vegetací a konkrétně na tomto místě nebyly nalezeny žádné vzorky rudnin, ani slabě zrudněných hornin. Avšak 50 m jihovýchodním směrem od této lokality, byly na svahu nalezeny dva reprezentativní vzorky železných rud. V místě tohoto nálezů byly zjištěny stopy po těžbě v podobě pinky o průměru cca 3 m, opět zcela porostlé vegetací (obr. 10). Na jednom vzorku (RH-1 – viz obr. 14) nebyla páskovaná textura makroskopicky zřetelná, převažoval zde magnetit (výrazně přes 90 obj. %) nad méně hojným amfibolem. Druhý vzorek (RH-2) měl naopak páskovanou texturu dobře patrnou již makroskopicky, tenké pásy křemene se střídají s mocnějšími pásy magnetitu.



Obr. 10: Lokalita Rudná hora – 50 m jihovýchodně pod vrcholem. Foto: Barbora Iršová, listopad 2010.

### **Lokalita Rudná hora – západ**

Lokalita Rudná hora – západ se nachází cca 270 m západním směrem (obr. 8) od lokality Rudná hora – východ. Je umístěna v bezprostřední blízkosti nad lesní cestou. Tato lokalita je tvořena kamenným polem s několika menšími a jednou větší haldou (obr. 11), které jsou rozprostřeny na ploše přibližně 30x50 m, porostlé vegetací. Je zde možno jen s obrovským štěstím najít vzorky železných rud. Byly zde nalezeny celkem čtyři vzorky železných rud. Tři vzorky s makroskopicky dobře patrnou páskovanou texturou (RH-Z-1, RH-Z-4 a RH-Z-2 – viz obr. 13), kde se střídají pásy amfibolu, křemene a magnetitu, a jeden vzorek (RH-Z-3 – obr. 15), podobný vzorku RH-1 z lokality 50 m jv. pod vrcholem, kdy makroskopicky zřetelné zastoupení magnetitu činilo obdobně minimálně 90 obj. %, zbytek vzorku je tvořen amfibolem.



Obr. 11: Lokalita Rudná hora - západ. Foto: Barbora Iršová, listopad 2010.

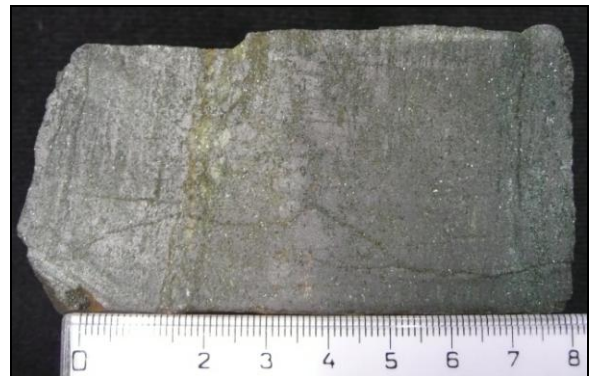
Makrofotografie vybraných vzorků z jednotlivých lokalit:



Obr. 12: Vzorek RH-V-10. Foto: Barbora Iršová.



Obr. 13: Vzorek RH-Z-2. Foto: Barbora Iršová.



Obr. 14: Vzorek RH-1. Foto: Barbora Iršová.



Obr. 15: Vzorek RH-Z-3. Foto: Barbora Iršová.

## 8 Výsledky laboratorních prací

Již z výsledků terénních prací, po odběru reprezentativních vzorků (svou roli sehrálo i jisté štěstí) a po jejich následném makroskopickém zhodnocení, bylo zřejmé, že se na Rudné hoře vyskytují dva odlišné typy železných rud. Prvním typem jsou páskované křemen-magnetitové rudy s amfibolem a druhým typem jsou amfibol-magnetitové rudy (s více než 90 obj. % magnetitu). Druhý typ je dokladem toho, že zde v minulosti těžená ruda byla na železo velmi bohatá, a právě proto je její dnešní výskyt na lokalitách Rudná hora – vrchol a Rudná hora – západ zcela ojedinělý.

### 8.1 Modální složení železných rud

Na vybraných sedmi vzorcích byla provedena planimetrická analýza pomocí bodového integrátoru Eltinor 4 (viz kapitola „Metody a cíle práce“). Z této analýzy vyplynulo odlišné složení dvou výše zmíněných typů železných rud (tab. 4).

typ rudy	páskovaná křemen–magnetitová					amfibol–magnetitová	
vzorek	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
kalcit	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. 4: Tabulka výsledků planimetrické analýzy, kde položka magnetit zahrnuje všechny opakní minerály (magnetit, hematit, ilmenit). Uvedené hodnoty jsou v procentech (%).

Položka magnetit (tab. 4) zahrnuje všechny opakní fáze, z nichž je zde magnetit výrazně dominantní, hematit (jen jako produkt martitizace) a ilmenit jsou ve studovaných rudách zastoupeny jen akcesoricky. Hlavním rozdílem v modálním složení obou typů rud je přítomnost křemene, který v amfibol-magnetitové rudě zcela chybí. Naopak v křemen-magnetitovém typu s amfibolem se křemen vyskytuje vždy nad 50 obj. %. Mezi další minerály, které se akcesoricky vyskytují v amfibol-magnetitovém typu, patří epidot, biotit, chlorit, apatit, rutil a zirkon, vůbec se zde však neobjevuje živec, kalcit, allanit-(Ce) a granát. Oproti tomu páskované křemen-

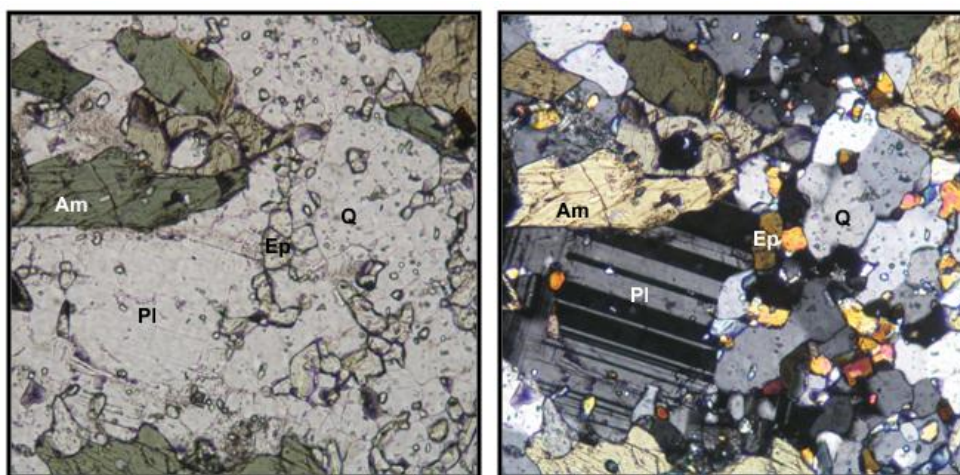


magnetitové rudy s amfibolem mají velmi variabilní složení. Na všech třech lokalitách je křemen, jak již bylo zmíněno výše, přítomen v množství nad 50 obj. %, zastoupení magnetitu kolísá v rozmezí 6–32 obj. %, amfibolu 6–20 obj. %, živce až do 10 obj. %. Ve dvou vzorcích RH-Z-1 a RH-2 je přítomen granát (až 5 obj. %), dalšími akcesorickými minerály jsou epidot, biotit, chlorit, apatit, kalcit, rutil, zirkon a pouze ve vzorku RH-Z-4 byl přítomen allanit-(Ce) v množství 0,25 obj. %.

## 8.2 Mineralogická charakteristika železných rud na Rudné hoře

Z výše uvedených údajů o modálním složení je zřejmé minerální složení obou typů železných rud na Rudné hoře. Níže bude provedena podrobnější charakteristika jednotlivých minerálů, které byly v těchto rudách zjištěny, včetně tabulek s přepočty WDX analýz a následně grafy, charakteristika některých minerálů je doplněna mikrofotografickými snímky.

Křemen, jak již bylo zmíněno, je zastoupen ve vzorcích páskovaných křemen-magnetitových rud mezi 53–66 obj. % (viz tab. 4). Z výbrusů je patrné xenomorfní omezení zrn. Jsou v něm zřetelné četné trhliny, místy obsahuje velké množství blíže nespecifikovaných inkluzí. Křemen tvoří agregáty složené z drobných zrn nebo naopak velká zrna do 1,8 mm (obr. 16). Z živců je hojnou součástí některých vzorků pouze silně alterovaný plagioklas s bazicitou  $An_{33}$  a  $An_{49-55}$ , jedná se tedy o andezín a labradorit (tab. 5, celkem bylo provedeno šest analýz WDX plagioklasů). Omezení zrn převažuje xenomorfní. V XPL je dobře patrné polysyntetické lamelování (obr. 16), velikost zrn do 0,4 mm.



Obr. 16: Mikroskopický snímek vzorku RH-Z-1; Am – amfibol, Ep – epidot, Q – křemen, Pl – plagioklas; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 0,8 mm.

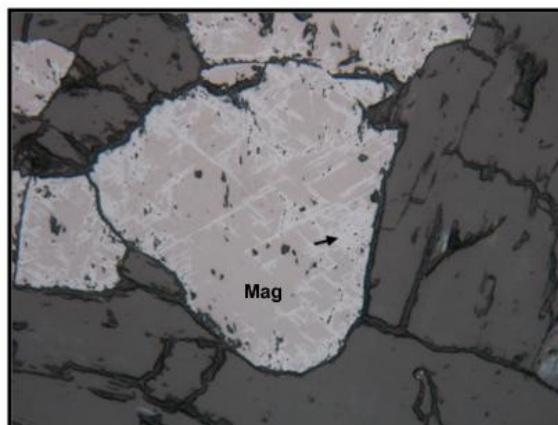


Tab. 5: WDX analýza plagioklasu; přepočten na 8 atomů O (pod mezi dekce: BaO).

lokality analýza č.	RH-Z-4 27	RH-2 42	RH-2 43	RH-2 56	RH-Z-1 68	RH-Z-1 69
SiO <sub>2</sub>	59,62	56,26	54,07	54,31	61,14	60,93
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0,01	0,02	0	0	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,76	28,01	29,66	29,63	24,76	24,70
CaO	7,33	10,24	12,15	11,53	6,56	6,64
FeO	0,07	0,13	0,10	0,14	0,10	0,13
SrO	0,01	0,09	0,06	0,09	0,02	0,12
K <sub>2</sub> O	0,05	0,08	0,05	0,05	0,17	0,22
Na <sub>2</sub> O	8,00	5,72	4,80	5,18	7,96	7,61
suma	100,84	100,54	100,91	100,93	100,71	100,35
Si <sup>4+</sup>	2,643	2,517	2,424	2,433	2,702	2,703
P <sup>5+</sup>	0	0	0,001	0	0	0
Al <sup>3+</sup>	1,346	1,477	1,567	1,564	1,290	1,291
Ca <sup>2+</sup>	0,348	0,491	0,584	0,553	0,311	0,316
Fe <sup>2+</sup>	0,003	0,005	0,004	0,005	0,004	0,005
Sr <sup>2+</sup>	0	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003
K <sup>+</sup>	0,003	0,005	0,003	0,003	0,010	0,012
Na <sup>+</sup>	0,688	0,496	0,417	0,450	0,682	0,655
suma kat.	5,031	4,993	5,002	5,011	4,999	4,985
An	33	49	58	55	31	32

Hlavním rudním minerálem obou typů železných rud na Rudné hoře je magnetit. Tvoří v nich čočkovité útvary nebo tenké pásy do 0,1 mm a pásy mocné i několik cm (amfibol-magnetitový typ rudy). Z modálního složení (tab. 4) je patrné variabilní množství magnetitu v rudách křemen-magnetitového typu (6–32 obj. %), avšak u amfibol-magnetitového typu je jeho zastoupení vždy nad 55 obj. %. Ve výbrusech je zřejmé převažující xenomorfní omezení zrn nad hypautomorfním, jejich velikost se pohybuje do 0,2 mm. Zrna jsou postižena martitizací (obr. 17), jejímž produktem je hematit, který je zde přítomen pouze v této podobě. Dalším opakním minerálem je akcesoricky se vyskytující ilmenit.

Chemické složení magnetitu je patrné z tab. 6 (celkem bylo provedeno devět analýz WDX magnetitu). Analyzovaný magnetit lze považovat, z hlediska obsahu příměsí, za velice čistý. Na obr. 31, 32, 34 je magnetit ve zpětně odražených elektronech (BSE) – bez zřetelné chemické zonálnosti.

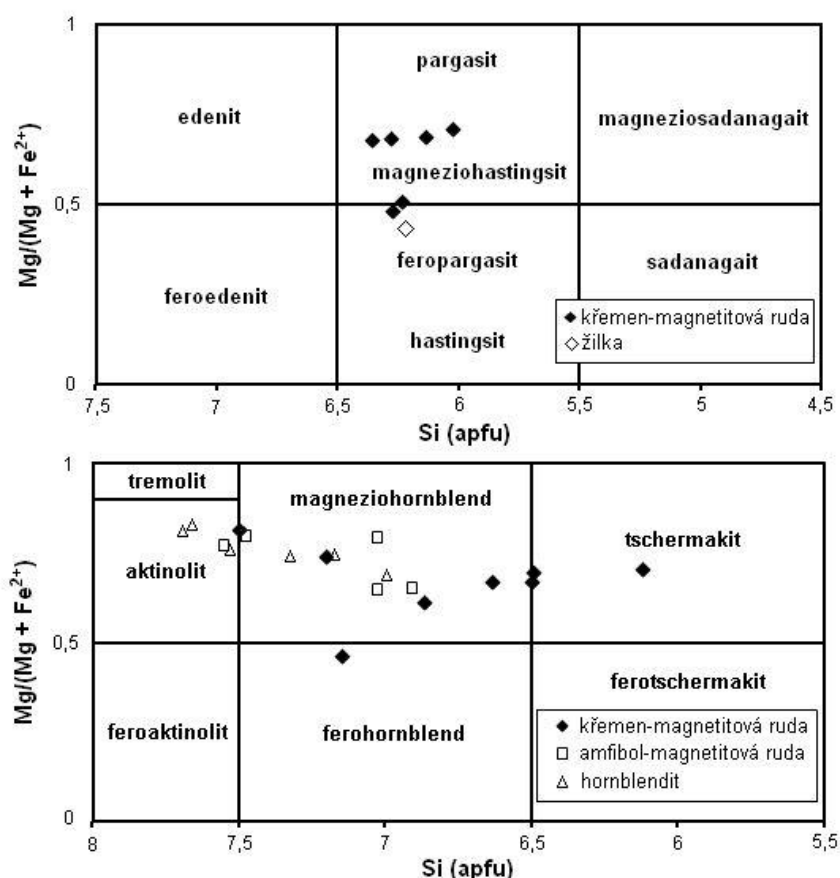


Obr. 17: Mikroskopický snímek vzorku RH-1 nalezeného na lokalitě Rudná hora - 50 jv. pod vrcholem; v odraženém světle; Mag – magnetit, šipka vyznačuje martitizaci, okolo zrna magnetitu jsou nerudní minerály; šířka snímku 0,4 mm.

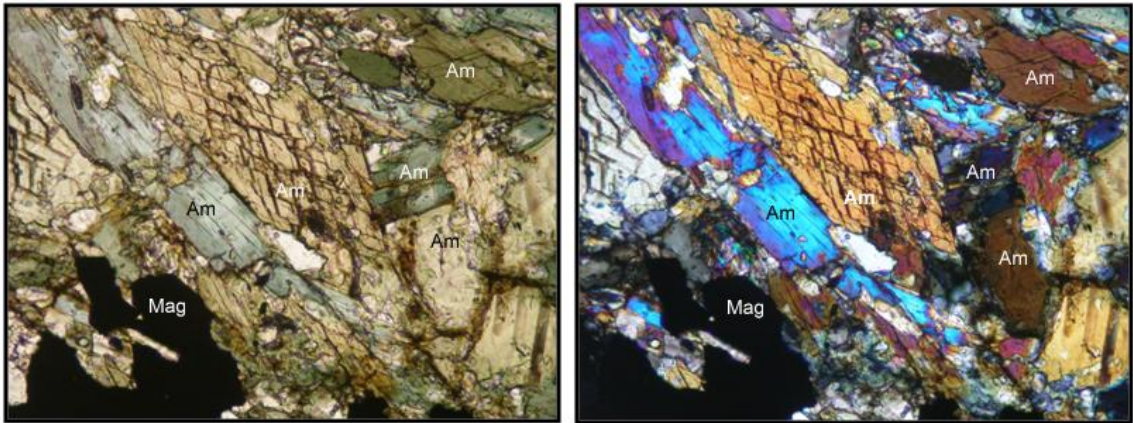
Tab. 6: Tabulka WDX analýz magnetitu; přepočten na 4 atomy O a na  $R^{3+} = 2$ .

lokality anal.č.	RH-Z-2 M	RH-Z-2 13	RH-1 17	RH-V-10 20	RH-Z-4 26	RH-Z-3 32	RH-2 47	RH-Z-1 59	RH-Z-1 62
SiO <sub>2</sub>	0,04	0,04	0,03	0,01	0,02	0	0,03	0,03	0,03
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,07	0,03	0,11	0,05	0,04	0,10	0,15	0,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07	0,09	0,09	0,13	0,14	0,03	0,44	0,22	0,17
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0,02	0	0,01	0,01	0	0	0,07	0,07
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,03	0,03	0,04	0	0,08	0,02	0,08	0,08
CaO	0,01	0	0,01	0	0	0,02	0	0	0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,62	69,79	68,55	69,65	69,80	69,28	69,00	69,42	69,04
FeO	31,00	30,86	30,63	31,05	31,23	31,08	30,78	30,81	30,86
MgO	0	0,04	0,02	0,02	0	0,01	0,02	0,03	0
MnO	0,15	0,25	0,10	0,06	0,12	0,01	0,14	0,19	0,12
NiO	0,01	0	0,02	0,01	0,02	0,01	0	0,01	0
ZnO	0,01	0,09	0	0,09	0,01	0,02	0,18	0,06	0,05
suma	100,98	101,28	99,51	101,18	101,40	100,58	100,71	101,07	100,51
Si <sup>4+</sup>	0,002	0,002	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0,001
Ti <sup>4+</sup>	0,002	0,002	0,001	0,003	0,001	0,001	0,003	0,004	0,003
Al <sup>3+</sup>	0,003	0,004	0,004	0,006	0,006	0,001	0,020	0,010	0,008
Cr <sup>3+</sup>	0	0,001	0	0	0	0	0	0,002	0,002
Fe <sup>3+</sup>	1,996	1,994	1,995	1,993	1,993	1,996	1,980	1,986	1,988
Fe <sup>2+</sup>	0,988	0,980	0,991	0,987	0,991	0,995	0,981	0,979	0,987
V <sup>3+</sup>	0	0,001	0,001	0,001	0	0,002	0,001	0,002	0,002
Ca <sup>2+</sup>	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0
Mg <sup>2+</sup>	0	0,002	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,002	0
Mn <sup>2+</sup>	0,005	0,008	0,003	0,002	0,004	0	0,005	0,006	0,004
Ni <sup>2+</sup>	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0
Zn <sup>2+</sup>	0	0,003	0	0,003	0	0,001	0,005	0,002	0,001
suma kat.	2,996	2,997	2,998	2,996	2,997	2,998	2,997	2,994	2,996

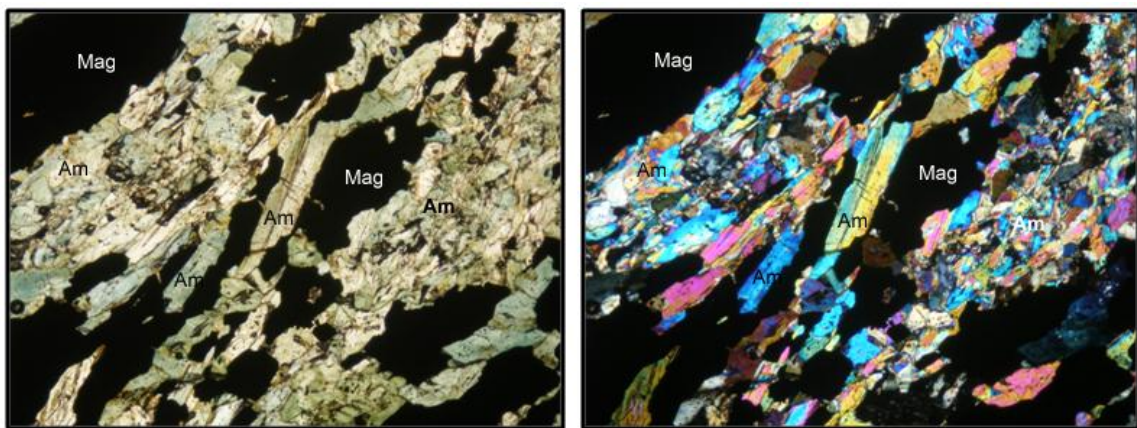
Mezi hlavní minerály jako je křemen a magnetit, obsažené v železných rudách na Rudné hoře, patří i amfibol. V amfibol-magnetitovém typu rud tvoří amfibol společně s magnetitem přibližně 98 obj. % vzorků (tab. 4), z čehož na amfibol připadá 31–43 obj. %. V páskovaných křemen-magnetitových rudách se amfibol hojně vyskytuje v podobě prizmatických nedokonale omezených individuí o délce do 2 mm. Jeho složení, podle výsledků WDX analýz (tab. 7, celkem bylo provedeno 26 analýz) odpovídá nejčastěji magneziohornblendu nebo magneziohastingsitu, někdy tschermakitu, ferohornblendu nebo hastingsitu (obr. 18). Modální zastoupení amfibolu je v křemen-magnetitovém typu variabilní 6–20 obj. %. V amfibol-magnetitovém typu se amfibol vyskytuje v podobě prizmatických individuí o velikosti do 0,5 mm. Jeho složení v tomto typu odpovídá magneziohornblenditu nebo aktinolitů (obr. 18). V obou typech rud amfibol vykazuje výrazný pleochroismus od světle žluté barvy po středně zelenou barvu, omezení zrn je hypautomorfní až xenomorfní (obr. 19, obr. 20), s dobře zřetelnou štěpností.



Obr. 18: Klasifikační diagram amfibolů  $Mg/(Mg+Fe^{2+})$  versus Si (apfu) podle Leakeho (1978). 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  $Ca_B \geq 1,50$ ,  $(Na+K)_A < 0,50$ ,  $Ca_A < 0,50$ .



Obr. 19: Mikroskopický snímek vzorku RH-Z-2; Am - amfibol, Mag - magnetit; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 0,8 mm.



Obr. 20: Mikroskopický snímek vzorku RH-1 odebraného z lokality Rudná hora - 50 jv. pod vrcholem; Am - amfibol, Mag - magnetit; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 1,8 mm.

V úseku Rudná hora – západ byl nalezen vzorek páskované křemen-magnetitové rudy (RH-Z-1) s žilkou tvořenou hlavně křemen, plagioklasem ( $An_{31-32}$ ), K-živcem, amfibolem (jedná se o feropargasit – obr. 18), epidotem ( $Ps_{25}$ ) a také titanitem. Žilné mineralizace tohoto typu jsou zcela běžné v amfibolitech sobotínského masivu. Dále z úseku Rudná hora – západ pochází 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 (obr. 13). V metahornblenditu převažuje amfibol tvořící xenomorfně omezené sloupce o délce až 2 mm. Jeho složení odpovídá aktinolitů nebo magneziohornblendu (obr. 18). Hojný je zde epidot ( $Ps_{24-31}$ ).

Tab. 7: Tabulka s vybranými analýzami WDX amfibolů; při přepočtu výsledků WDX analýz na atomové kvocienty použita normalizace na 23 atomů kyslíku, poměr mezi  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$  byl kalkulován na základě  $\text{Si}^{4+} + \text{Ti}^{4+} + \text{Al}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mn}^{2+} + \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + \text{V}^{3+} + \text{Ni}^{2+} = 13$ .

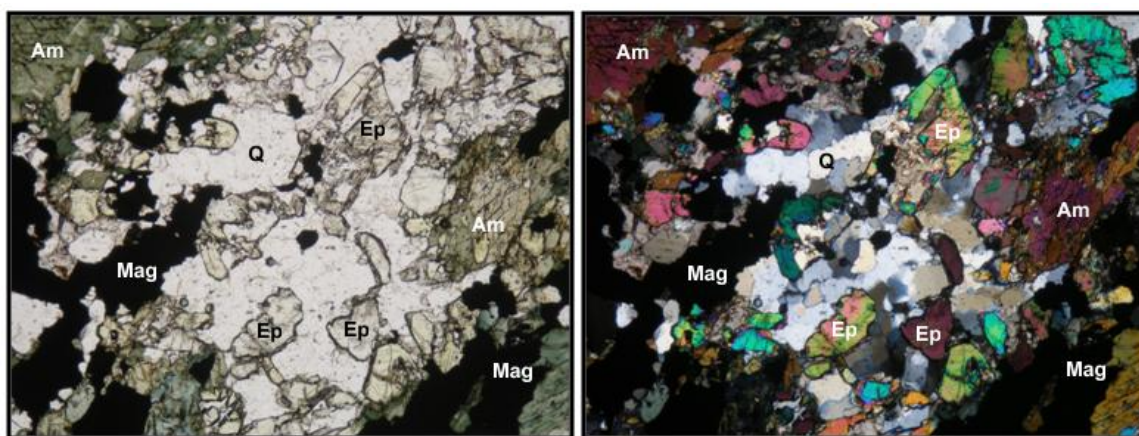
lokality anal.č.	RH-Z-2 D	RH-Z-2 4	RH-Z-1 61	RH-Z-1 65	RH-2 41	RH-1 16	RH-1 15	RH-Z-3 31	RH-Z-4 28	RH-V-10 19
SiO <sub>2</sub>	55,06	48,19	41,52	47,49	42,22	49,45	53,20	48,14	43,90	44,89
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,24	0,50	0,21	0,37	0,07	0,04	0,14	0,20	0,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,82	7,65	12,85	6,21	15,11	7,40	3,94	7,15	13,49	11,87
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,02	0,01	0	0,02	0	0	0,01	0	0,02
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.	0,03	0,01	0	0	0	0	0,03	0	0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,74	5,60	5,78	3,83	11,84	6,07	1,90	4,32	7,71	7,48
CaO	12,40	11,88	11,36	11,82	10,00	12,19	12,49	12,20	11,19	11,45
MgO	17,55	12,79	7,90	8,61	8,97	15,06	16,67	12,71	10,74	11,15
FeO	6,62	10,11	15,12	17,88	7,34	7,36	8,90	11,98	9,07	9,82
MnO	0,54	0,53	0,34	0,90	0,86	0,12	0,14	0,20	0,42	0,31
NiO	nest.	0,02	0	0	0	0,02	0	0	0,05	0
BaO	0	0	0,03	0	0,07	0,01	0	0	0	0
SrO	nest.	0,06	0	0	0	0	0	0,09	0,10	0
ZnO	nest.	0	0,24	0	0	0,02	0	0	0	0
K <sub>2</sub> O	0,06	0,26	1,14	0,48	0,69	0,32	0,14	0,52	0,48	0,34
Na <sub>2</sub> O	0,24	0,75	1,19	0,57	1,39	0,89	0,65	0,86	1,50	1,46
F	0	0,18	0,21	0,11	0,18	0,06	0,11	0,09	0,20	0,18
Cl	0	0	0,02	0,02	0,17	0,01	0,01	0	0,01	0,01
-O=F	0	0,08	0,09	0,05	0,08	0,03	0,05	0,04	0,08	0,08
-O=Cl	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0
suma	99,09	98,23	98,13	98,08	99,11	99,02	98,14	98,40	98,98	99,13
Si <sup>4+</sup>	7,698	6,990	6,268	7,145	6,135	7,025	7,541	7,024	6,359	6,499
Ti <sup>4+</sup>	0,006	0,026	0,057	0,024	0,040	0,007	0,004	0,015	0,022	0,025
Al <sup>3+</sup>	0,300	1,308	2,286	1,101	2,588	1,239	0,658	1,230	2,303	2,025
Cr <sup>3+</sup>	0,001	0,002	0,001	0	0,002	0	0	0,001	0	0,002
V <sup>3+</sup>	0	0,003	0,001	0	0	0	0	0,004	0	0
Fe <sup>3+</sup>	0,499	0,611	0,657	0,434	1,294	0,648	0,203	0,475	0,841	0,815
Ca <sup>2+</sup>	1,858	1,846	1,837	1,905	1,557	1,855	1,897	1,907	1,737	1,776
Mg <sup>2+</sup>	3,658	2,766	1,778	1,931	1,943	3,189	3,522	2,765	2,319	2,406
Fe <sup>2+</sup>	0,774	1,227	1,908	2,250	0,892	0,875	1,055	1,462	1,099	1,189
Mn <sup>2+</sup>	0,064	0,065	0,043	0,115	0,106	0,014	0,017	0,025	0,052	0,038
Ni <sup>2+</sup>	0	0,002	0	0	0	0,002	0	0	0,006	0
Ba <sup>2+</sup>	0	0	0,002	0	0,004	0,001	0	0	0	0
Sr <sup>2+</sup>	0	0,005	0	0	0	0	0	0,008	0,008	0
Zn <sup>2+</sup>	0	0	0,027	0	0	0,002	0	0	0	0
K <sup>+</sup>	0,011	0,048	0,220	0,092	0,128	0,058	0,025	0,097	0,089	0,063
Na <sup>+</sup>	0,065	0,211	0,348	0,166	0,392	0,245	0,179	0,243	0,421	0,410
F <sup>-</sup>	0	0,083	0,100	0,052	0,083	0,027	0,049	0,042	0,092	0,082
Cl <sup>-</sup>	0	0	0,005	0,005	0,042	0,002	0,002	0	0,002	0,002
O <sup>2-</sup>	23,000	22,917	22,895	22,943	22,875	22,971	22,948	22,958	22,906	22,915



suma kat.	14,934	15,110	15,433	15,163	15,081	15,160	15,101	15,256	15,256	15,248
(Na+K) <sub>A</sub>	<0,50	<0,50	0,568	<0,50	0,520	<0,50	<0,50	<0,50	0,510	<0,50
Mg/(Mg+Fe <sup>2+</sup> )	0,825	0,693	0,482	0,462	0,685	0,785	0,769	0,654	0,678	0,669

Tab. 7: Tabulka s vybranými analýzami WDX amfibolů; při přepočtu výsledků WDX analýz na atomové kvocienty použita normalizace na 23 atomů kyslíku, poměr mezi Fe<sup>3+</sup> a Fe<sup>2+</sup> byl kalkulován na základě Si<sup>4+</sup> + Ti<sup>4+</sup> + Al<sup>3+</sup> + Fe<sup>2+</sup> + Mn<sup>2+</sup> + Cr<sup>3+</sup> + Fe<sup>3+</sup> + V<sup>3+</sup> + Ni<sup>2+</sup> = 13.

Epidot je dalším minerálem, který se vyskytuje v páskovaných železných rudách na Rudné hoře. Z údajů o modálním složení je patrné jeho variabilní zastoupení ze všech tří lokalit: v některých vzorcích se vůbec neobjevuje, jindy je zastoupen mezi 0,35–1,15 obj. % (tab. 4). Zrna epidotu jsou pleochroická, přechází z bezbarvé do světle žluté barvy. Velikost zrn se pohybuje do 0,2 mm, omezení zrn je xenomorfní (obr. 16, 21). U epidotu bylo provedeno celkem 9 WDX analýz (tab. 8), na základě každé z nich byly vypočteny hodnoty pistacitové složky (Ps), která vyjadřuje rozsah substituce Al  $\Leftrightarrow$  Fe ve struktuře epidotu a je vyjádřena právě zastoupením Ps. Hodnoty Ps jsou vypočteny podle vztahu  $Ps = 100 \times Fe^{3+} / (Fe^{3+} + Al)$ .



Obr. 21: Mikroskopický snímek vzorku RH-Z-2; Ep - epidot, Am - amfibol, Mag- magnetit, Q - křemen; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 0,8 mm.

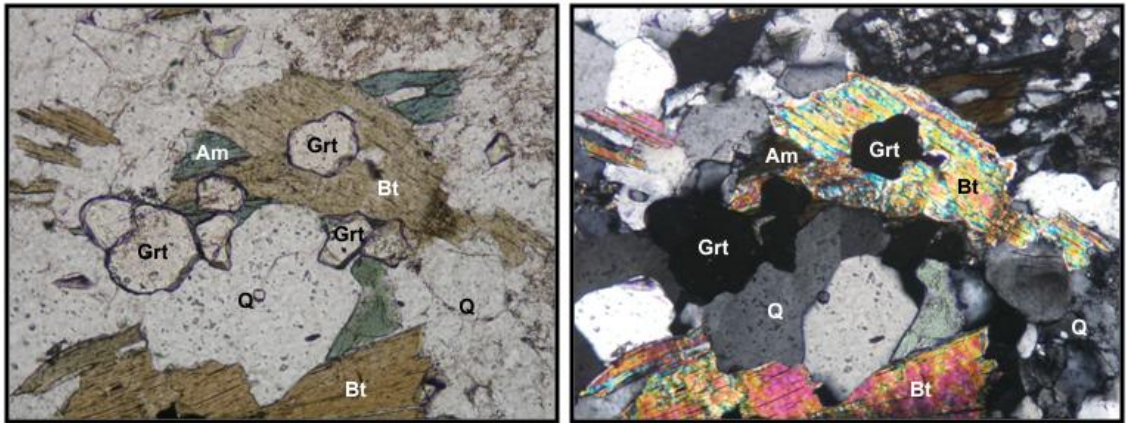
Tab. 8: Tabulka WDX analýz epidotu; přepočten na 12,5 atomů O.

lokality anal.č.	RH-Z-2 A	RH-Z-2 C	RH-Z-2 E	RH-Z-2 E	RH-Z-1 66	RH-Z-1 67	RH-Z-2 6	RH-Z-2 7	RH-Z-2 12
SiO <sub>2</sub>	37,81	37,74	37,99	38,21	38,81	38,10	37,79	38,19	38,07
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,10	0,08	0,09	0	0,05	0,07	0,08	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,44	22,95	22,87	24,46	24,13	23,89	21,55	22,00	23,91
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0,01	0,02	0,01	0,02	0	0,01
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,03	0,01	0	0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,58	14,22	14,39	12,28	12,32	12,21	14,81	14,75	12,75
MgO	0,05	0,04	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03
MnO	0,20	0,26	0,26	0,40	0,22	0,14	0,24	0,25	0,28
NiO	nest.	nest.	nest.	nest.	0,03	0	0,03	0,03	0
CaO	23,44	23,19	23,29	23,13	22,95	23,22	22,82	22,90	23,14
BaO	0	0	0,01	0	0	0,04	0	0	0,02

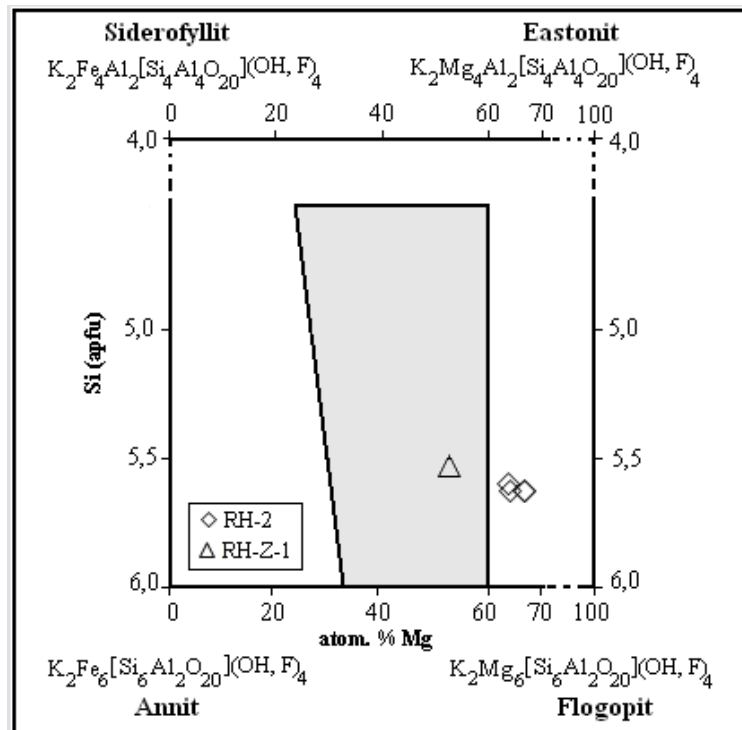
SrO	nest.	nest.	nest.	nest.	0,11	0,16	nest.	nest.	nest.
ZnO	nest.	nest.	nest.	nest.	0,07	0	0	0	0
K <sub>2</sub> O	0	0	0	0,01	0,01	0,04	0,03	0	0,03
Na <sub>2</sub> O	0	0	0	0,01	0,03	0	0,03	0,03	0,06
F	0	0,02	0	0,01	0,08	0,07	0,08	0,10	0,10
Cl	0	0	0,01	0,01	0	0,01	0	0	0,01
-O=F	0	0,01	0	0,01	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
-O=Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0
suma	98,61	98,51	98,95	98,66	98,77	97,97	97,48	98,33	98,38
Si <sup>4+</sup>	2,994	2,997	3,005	3,006	3,045	3,021	3,039	3,039	3,009
Ti <sup>4+</sup>	0,005	0,006	0,005	0,005	0	0,003	0,004	0,005	0,001
Al <sup>3+</sup>	2,187	2,148	2,132	2,268	2,231	2,233	2,043	2,064	2,227
Cr <sup>3+</sup>	0	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0,001
V <sup>3+</sup>	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,002	0,001	0	0
Fe <sup>3+</sup>	0,809	0,850	0,856	0,727	0,727	0,729	0,896	0,883	0,758
Mg <sup>2+</sup>	0,006	0,005	0,006	0,006	0,002	0,003	0,004	0,005	0,004
Mn <sup>2+</sup>	0,013	0,018	0,017	0,027	0,015	0,009	0,016	0,017	0,019
Ni <sup>2+</sup>	nest.	nest.	nest.	nest.	0,002	0	0,002	0,002	0
Ca <sup>2+</sup>	1,988	1,973	1,974	1,949	1,929	1,973	1,966	1,953	1,960
Ba <sup>2+</sup>	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0,001
Sr <sup>2+</sup>	nest.	nest.	nest.	nest.	0,005	0,007	nest.	nest.	nest.
Zn <sup>2+</sup>	nest.	nest.	nest.	nest.	0,004	0	0	0	0
K <sup>+</sup>	0	0	0	0,001	0,001	0,004	0,003	0	0,003
Na <sup>+</sup>	0	0	0	0,002	0,005	0	0,005	0,005	0,009
F <sup>-</sup>	0	0,005	0	0,003	0,020	0,018	0,020	0,025	0,025
Cl <sup>-</sup>	0	0	0,001	0,001	0	0,001	0	0	0,001
O <sup>-</sup>	12,500	12,495	12,499	12,496	12,480	12,481	12,480	12,475	12,474
suma kat.	8,002	7,997	7,995	7,992	7,967	7,986	7,980	7,973	7,992
Ps	27,0	28,4	28,6	24,3	24,6	24,6	30,5	30,0	25,4

Tab. 8: Tabulka WDX analýz epidotu; přepočteno na 12,5 atomů O.

V amfibol-magnetitovém typu rud z Rudné hory je třetím nejhojnějším minerálem biotit, v křemen-magnetitovém typu rud je jeho zastoupení variabilnější. Objevuje se ve všech vzorcích v rozmezí 0,25–3,10 obj. %. V amfibol-magnetitovém typu je přítomen hlavně v magnetitem bohatých pascích, v nichž tvoří drobné lupínky často na styku magnetitu s amfibolem, ale i tenké neprůběžné subparalelní pásy uvnitř magnetitových agregátů. V křemen-magnetitovém typu se vyskytuje často silně chloritizovaný. V PPL je pleochroický od světle hnědé až žluté do tmavě hnědé nebo zelenohnědé barvy (obr. 22), velikost zrn do 0,3 mm. Omezení je většinou hypautomorfní, s dobře zřetelnou štěpností. Celkem bylo provedeno 5 analýz WDX biotitů (tab. 9), hodnoty (po následném přepočtu), byly zaneseny do klasifikačního diagramu biotitů podle Gregerové et al. (2002) na obr. 23, z něhož je zřejmé, že biotit analyzovaný ze vzorku RH-Z-1, spadá do pole běžných biotitů, avšak biotity analyzované ze vzorku RH-2, byly klasifikovány jako flogopit.



Obr. 22: Mikroskopický snímek vzorku RH-2 odebraného z lokality Rudná hora - 50 jv. pod vrcholem; Bt - biotit, Am - amfibol, Q - křemen, Grt - granát; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 0,8 mm.



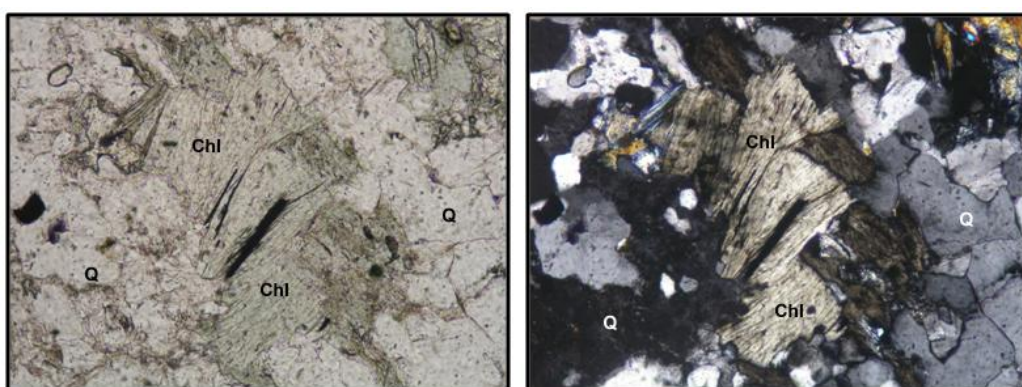
Obr. 23: Klasifikační diagram biotitů podle Gregerové et al. (2002); šedé pole znázorňuje nejběžnější typ biotitů.



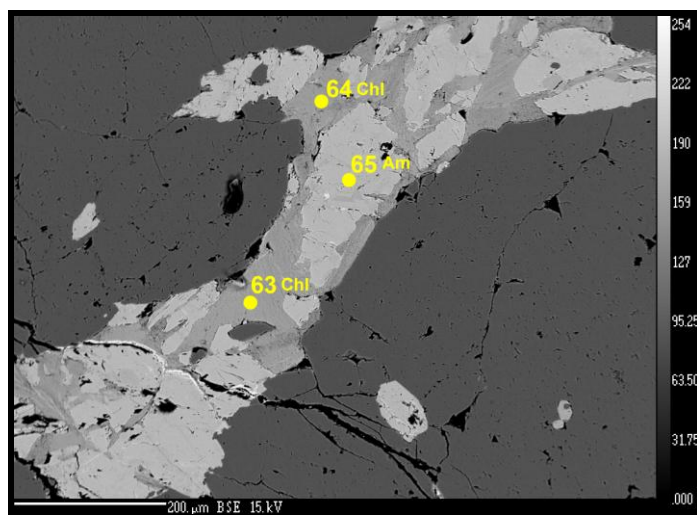
Tab. 9: Tabulka WDX analýz biotitu; přepočteno na 11 atomů O.

lokality analýza č.	RH-2 36	RH-2 40	RH-2 53	RH-2 54	RH-Z-1 58
SiO <sub>2</sub>	37,79	37,67	38,13	38,32	36,06
TiO <sub>2</sub>	1,32	1,11	0,74	0,71	1,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,43	16,39	16,78	16,82	16,17
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0,01	0	0	0
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0	0,01	0	0,01
FeO	15,06	14,92	14,05	14,22	19,11
CaO	0,04	0,03	0,07	0,10	0,05
MnO	0,41	0,38	0,26	0,25	0,51
MgO	14,74	14,84	15,73	15,79	11,67
NiO	0,04	0	0,06	0	0,01
BaO	0,10	0,02	0,10	0,05	0,05
ZnO	0,03	0,12	0,11	0	0,04
K <sub>2</sub> O	9,36	8,40	8,67	8,69	8,35
Na <sub>2</sub> O	0,12	0,21	0,11	0,23	0,22
F	0,47	0,39	0,50	0,54	0,36
Cl	0,01	0,02	0,05	0,02	0,04
-O=F	0,20	0,16	0,21	0,23	0,15
-O=Cl	0	0	0,01	0	0,01
suma	95,78	94,35	95,15	95,51	94,34
Si <sup>4+</sup>	2,798	2,814	2,812	2,813	2,763
Ti <sup>4+</sup>	0,073	0,062	0,041	0,039	0,107
Al <sup>3+</sup>	1,434	1,443	1,458	1,455	1,460
Cr <sup>3+</sup>	0	0,001	0	0	0
V <sup>3+</sup>	0,004	0	0,001	0	0,001
Fe <sup>2+</sup>	0,932	0,932	0,866	0,873	1,225
Ca <sup>2+</sup>	0,003	0,002	0,006	0,008	0,004
Mn <sup>2+</sup>	0,026	0,024	0,016	0,016	0,033
Mg <sup>2+</sup>	1,627	1,653	1,729	1,728	1,333
Ni <sup>2+</sup>	0,002	0	0,004	0	0,001
Ba <sup>2+</sup>	0,003	0,001	0,003	0,001	0,002
Zn <sup>2+</sup>	0,002	0,007	0,006	0	0,002
K <sup>+</sup>	0,884	0,801	0,816	0,814	0,816
Na <sup>+</sup>	0,017	0,030	0,016	0,033	0,033
F <sup>-</sup>	0,110	0,092	0,117	0,125	0,087
Cl <sup>-</sup>	0,001	0,003	0,006	0,002	0,005
O <sup>2-</sup>	10,889	10,905	10,877	10,872	10,908
suma kat.	7,805	7,770	7,774	7,780	7,780

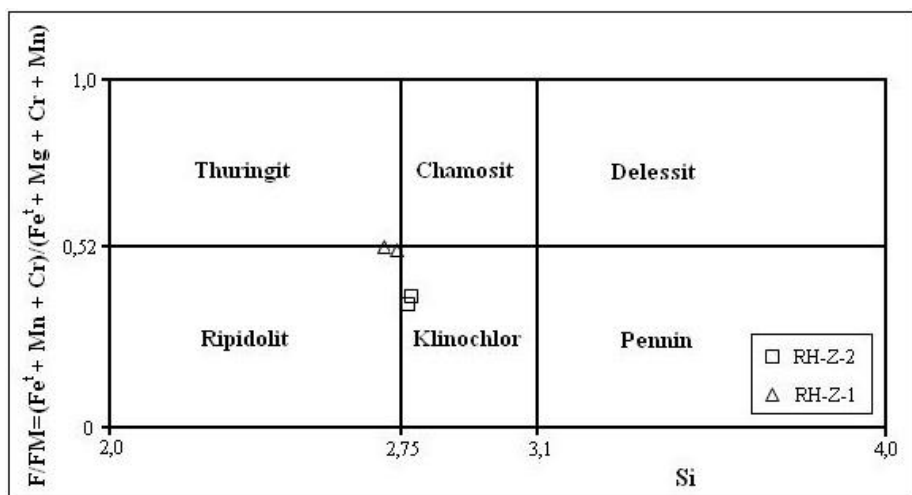
Chlorit se v páskovaných železných rudách na Rudné hoře vyskytuje nejčastěji jako produkt přeměny biotitu. V PPL vykazuje pleochroismus světle zelené až žlutozelené barvy. Šupinky chloritu jsou ojediněle seskupeny do vějířovitých agregátů. Omezení chloritu je výjimečně hypautomorfní, častěji převažuje xenomorfní. Vykazuje anomální šedomodré interferenční barvy (obr. 24). Zastoupení chloritu v rudách je zřejmé z dat v tab. 4. Celkem byly provedeny 4 WDX analýzy chloritů (tab. 10), z nichž je patrné chemické složení, a díky kterým byl chlorit dále zařazen do klasifikace chloritů podle Melky (1965) – chlorit byl klasifikován jako thuringit-ripidolit a klinochlor (obr. 26). V BSE obrazu se chlorit jeví jak homogenní (obr. 25).



Obr. 24: Mikroskopický snímek vzorku RH-2; Chl - chlorit, Q - křemen; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 0,8 mm.



Obr. 25: Snímek ve zpětně odražených elektronech vzorku RH-Z-1; Chl - chlorit, Am - amfibol.



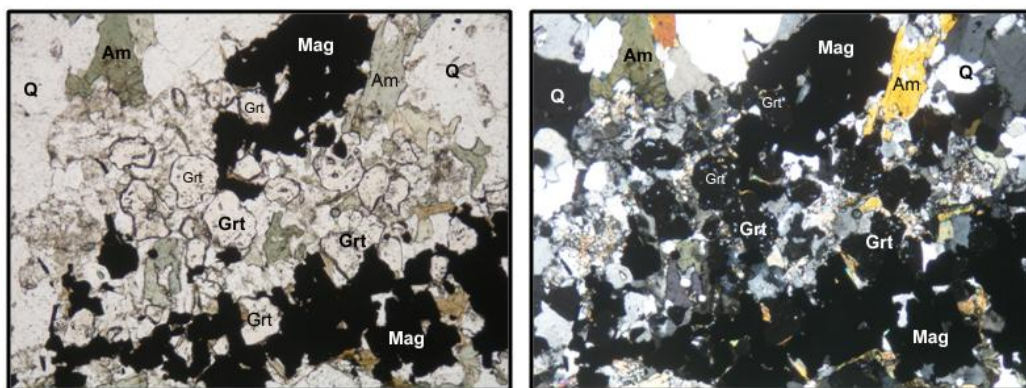
Obr. 26: Klasifikační diagram pro chlority podle Melky (1965).

Tab. 10: Tabulka WDX analýz chloritu; přepočítáno na 14 atomů O.

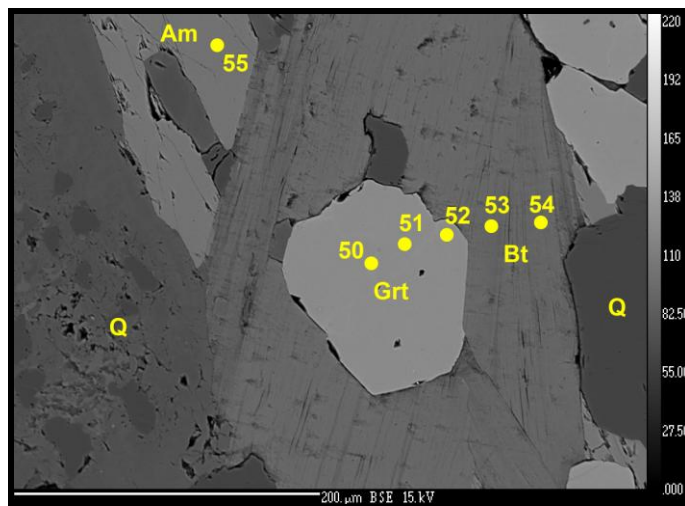
lokality analýza č.	RH-Z-2 2	RH-Z-2 3	RH-Z-1 63	RH-Z-1 64
SiO <sub>2</sub>	27,27	27,45	25,27	25,76
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,06	0,05	0,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,62	20,98	20,64	20,58
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0,01	0	0,03
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0,06	0
FeO	19,56	19,49	26,89	26,76
CaO	0,07	0,04	0	0,03
MnO	0,70	0,60	0,40	0,45
MgO	19,55	20,03	13,67	13,99
NiO	0,02	0,02	0,08	0
BaO	0,02	0,03	0,04	0
ZnO	0,28	0	0	0
K <sub>2</sub> O	0,02	0,03	0,01	0,02
Na <sub>2</sub> O	0,01	0,04	0,05	0
F	0	0	0,12	0
Cl	0	0,01	0	0,12
-O=F	0	0	0,05	0
-O=Cl	0	0	0	0
suma	88,17	88,79	87,23	87,79

Si <sup>4+</sup>	2,777	2,767	2,707	2,739
Ti <sup>4+</sup>	0,004	0,005	0,004	0,004
Al <sup>3+</sup>	2,475	2,492	2,606	2,579
Cr <sup>3+</sup>	0	0,001	0	0,003
V <sup>3+</sup>	0	0	0,005	0
Fe <sup>2+</sup>	1,666	1,643	2,409	2,379
Ca <sup>2+</sup>	0,008	0,004	0	0,003
Mn <sup>2+</sup>	0,060	0,051	0,036	0,041
Mg <sup>2+</sup>	2,968	3,010	2,183	2,217
Ni <sup>2+</sup>	0,002	0,002	0,007	0
Ba <sup>2+</sup>	0,001	0,001	0,002	0
Zn <sup>2+</sup>	0,021	0	0	0
K <sup>+</sup>	0,003	0,004	0,001	0,003
Na <sup>+</sup>	0,002	0,008	0,010	0
F <sup>-</sup>	0	0	0,041	0
Cl <sup>-</sup>	0	0,002	0	0,004
O <sup>2-</sup>	14,000	13,998	13,959	13,996
suma kat.	9,987	9,988	9,970	9,968
F/FM	0,37	0,36	0,53	0,52

Dalším, až při studiu výbrusů zjištěným minerálem, je granát. Ve vzorku RH-2 je zastoupen až 5,4 obj. % (tab. 4). V PPL je bezbarvý. Vyskytuje se v podobě až 0,5 mm velkých xenomorfních zrn s ojedinělými inkluzemi magnetitu a také ve formě menších hypautomorfních individuí (obr. 22, 27). Většinou tvoří shluky více jedinců. Na vzorku nalezeném pod vrcholem Rudné hory (RH-2) bylo provedeno deset WDX analýz (tab. 11), na základě nichž bylo stanoveno zastoupení koncových členů: Alm 47–56 mol. %, Sps 12–22 mol. %, Prp 6–13 mol. % a Grs+Adr 16–23 mol. % (obr. 29). V BSE obrazu se granát jeví jako homogenní, bez náznaků chemické zonálnosti (obr. 28).



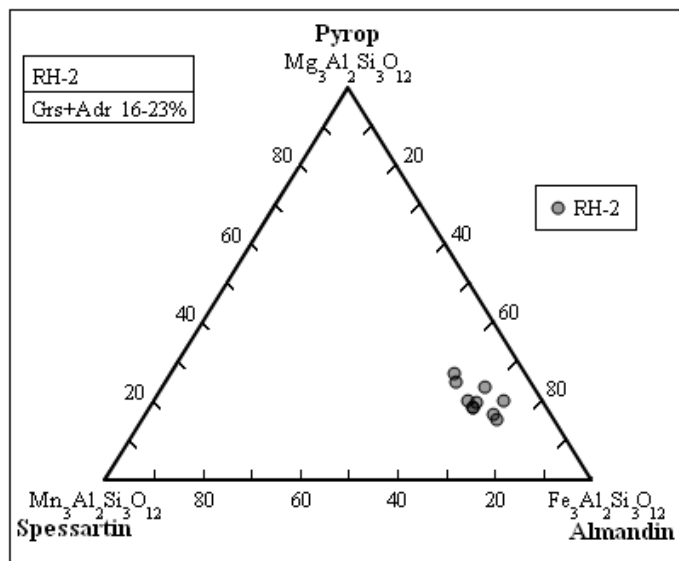
Obr. 27: Mikroskopický snímek vzorku RH-2; Grt - granát, Mag - magnetit, Q - křemen, Am - amfibol; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 1,8 mm.



Obr. 28: Snímek ve zpětně odražených elektronech vzorku RH-2; Grt - granát, Bt - biotit, Am - amfibol, Q – křemen.

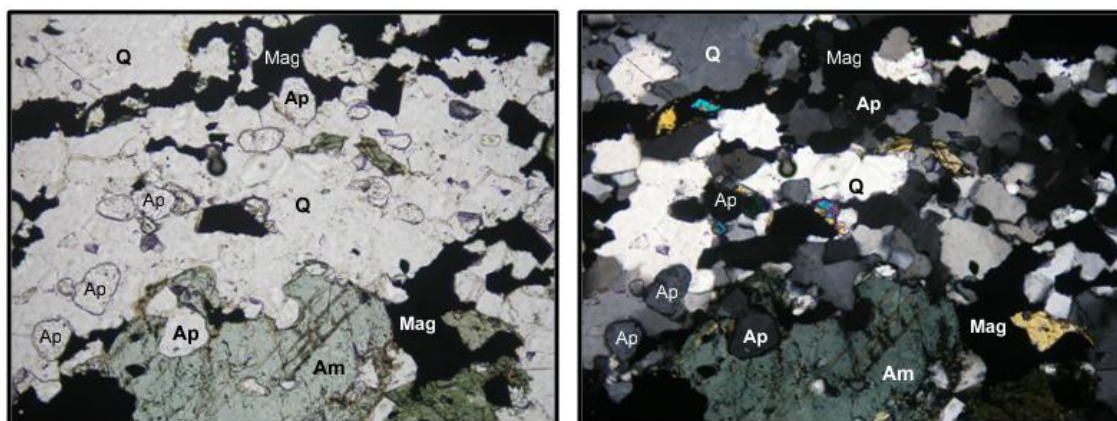
Tab. 11: Tabulka WDX analýz granátu; normalizace na 12 atomů O a suma  $R^{3+} = 2$ .

lokality analýza č.	RH-2 34	RH-2 37	RH-2 38	RH-2 39	RH-2 44	RH-2 45	RH-2 46	RH-2 50	RH-2 51	RH-2 52
SiO <sub>2</sub>	37,61	37,89	37,87	38,00	37,75	38,09	38,22	38,01	38,01	38,77
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,02	0,06	0,04	0,09	0,08	0,05	0,05	0,09	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0,01	0,02	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,53	20,15	20,22	20,46	20,50	20,38	20,64	20,87	20,57	21,13
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0,01	0	0	0	0	0,01	0	0	0,01
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,01	0	0,02	0,02	0	0,01	0	0,01	0
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0	0,01	0,02	0,01	0,05	0	0,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,14	1,66	1,60	1,38	1,30	1,56	1,16	0,86	1,33	0,89
FeO	23,71	23,24	24,48	23,44	24,98	24,71	23,39	22,61	22,76	21,11
CaO	6,98	6,83	7,62	7,01	7,98	8,01	7,11	5,72	7,28	6,79
MnO	7,24	8,16	7,17	6,77	5,64	5,30	6,43	9,08	7,14	9,48
MgO	2,65	2,04	1,39	2,89	2,25	2,28	2,91	3,25	3,09	2,99
K <sub>2</sub> O	0,01	0	0	0	0,02	0	0,01	0,01	0,01	0,05
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,04	0	0	0	0,03	0,01	0,01	0,06	0,03
F	0,02	0	0,01	0,05	0,07	0,03	0,03	0,02	0	0,04
-O=F	0,01	0	0	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0	0,02
suma	100,01	100,06	100,45	100,06	100,59	100,49	99,98	100,54	100,37	101,35
Si <sup>4+</sup>	3,000	3,029	3,025	3,018	2,999	3,020	3,030	3,008	3,008	3,029
Ti <sup>4+</sup>	0,005	0,001	0,004	0,002	0,004	0,005	0,003	0,003	0,005	0,004
P <sup>5+</sup>	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
Al <sup>3+</sup>	1,930	1,899	1,903	1,915	1,919	1,905	1,928	1,946	1,919	1,946
Cr <sup>3+</sup>	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0,001
V <sup>3+</sup>	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0	0,001	0	0,001	0
Y <sup>3+</sup>	0	0	0	0	0	0,001	0	0,002	0	0
Fe <sup>3+</sup>	0,068	0,100	0,096	0,082	0,078	0,093	0,069	0,051	0,079	0,052
Fe <sup>2+</sup>	1,582	1,554	1,635	1,557	1,660	1,639	1,551	1,496	1,506	1,379
Ca <sup>2+</sup>	0,597	0,585	0,652	0,597	0,679	0,680	0,604	0,485	0,617	0,568
Mn <sup>2+</sup>	0,489	0,553	0,485	0,455	0,380	0,356	0,432	0,609	0,479	0,627
Mg <sup>2+</sup>	0,315	0,243	0,166	0,342	0,266	0,270	0,344	0,383	0,365	0,348
K <sup>+</sup>	0,001	0	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0,001	0,005
Na <sup>+</sup>	0,003	0,006	0	0	0	0,005	0,002	0,002	0,009	0,005
F <sup>-</sup>	0,005	0	0,003	0,013	0,018	0,008	0,008	0,005	0	0,010
O <sup>2-</sup>	11,995	12,000	11,997	11,987	11,982	11,992	11,992	11,995	12,000	11,990
suma kat.	7,992	7,973	7,968	7,970	7,989	7,975	7,966	7,987	7,990	7,965
Sps	16	19	16	15	13	12	15	21	16	22
Alm	53	53	56	53	55	56	53	50	51	47
Prp	11	8	6	12	9	9	12	13	12	12
Grs+Adr	20	20	22	20	23	23	20	16	21	19



Obr. 29: Trojúhelníkový diagram pro granát a zastoupení jeho koncových členů, podle výsledků z analýz WDX.

Apatit je jedním z dalších minerálů páskovaných železných rud. Z údajů o modálním složení (tab. 4) je zřejmé jeho variabilní zastoupení, někdy od 0,1 až do 1,25 obj. %. Z tab. 4 je patrné, že se více objevuje v křemen-magnetitovém typu než v amfibol-magnetitovém, v tomto typu se vyskytuje pouze zcela výjimečně. Většinou tvoří nedokonale omezené sloupečky o délce do 0,2 mm nebo i zrna s oválnými průřezy (obr. 30). Celkem bylo zhotoveno 8 WDX analýz apatitu (tab. 12), ze kterých je patrné chemické složení, pod mezí detekce byly tyto oxidy: MgO, BaO, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, UO<sub>2</sub>, ThO<sub>2</sub>. Na obr. 31 je zobrazen apatit v odražených elektronech (BSE), chemická zonálnost na tomto snímku není zřetelná.

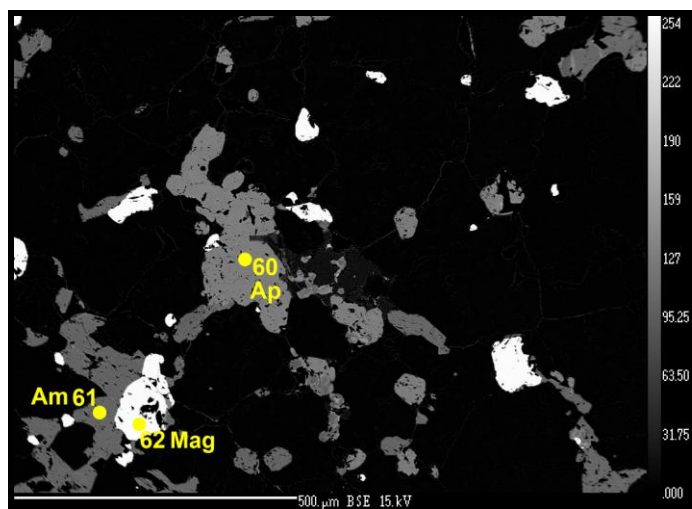


Obr. 30: Mikroskopický snímek vzorku RH-Z-2; Q – křemen, Mag – magnetit, Ap – apatit, Am – amfibol; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 1,8 mm.

Tab. 12: Tabulka WDX analýz apatitu; přepočten na 13 atomů O; nest. – nebyl stanoven.

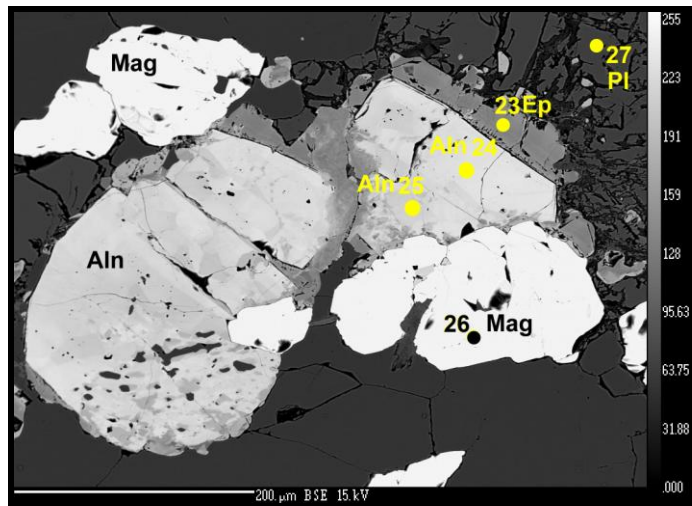
lokalita analýza č.	RH-Z-2 D	RH-Z-2 B	RH-Z-2 M	RH-Z-2 11	RH-V-10 21	RH-V-10 22	RH-Z-3 33	RH-Z-1 60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	42,58	42,16	42,37	41,73	41,53	41,31	41,59	41,22
SO <sub>3</sub>	nest.	nest.	nest.	0,06	0	0,08	0,04	0,01
CaO	55,79	55,91	56,07	56,33	56,11	55,20	55,80	55,38
SiO <sub>2</sub>	0,07	0	0,01	0,05	0	0,13	0,06	0,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.	nest.	nest.	0,01	0	0,01	0,01	0,07
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,02	0	0,03	0	0	0,01	0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.	nest.	nest.	0,02	0,01	0,02	0,02	0
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.	nest.	nest.	0,02	0	0,01	0,03	0
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.	nest.	nest.	0	0,01	0,08	0,02	0
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.	nest.	nest.	0,03	0,04	0,04	0,02	0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0	0	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
FeO	0,03	0,12	0,12	0,40	0,08	0,05	0,25	0,75
MnO	0,06	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05
PbO	nest.	nest.	nest.	0	0,04	0,05	0	0
SrO	0,07	0,10	0,06	0,08	0,06	0,05	0,03	0,04
Na <sub>2</sub> O	0	0	0	0,02	0,03	0,01	0	0
F	2,61	2,97	2,73	3,21	2,64	2,56	2,45	2,92
Cl	0,01	0,02	0	0	0,02	0,02	0,05	0,03
-O=F	1,10	1,25	1,15	1,35	1,11	1,08	1,03	1,23
-O=Cl	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,01	0,01
suma	100,15	100,09	100,25	100,68	99,52	98,58	99,39	99,32
P <sup>5+</sup>	3,037	3,012	3,023	2,973	2,998	3,005	3,006	2,980
S <sup>6+</sup>	nest.	nest.	nest.	0,004	0	0,005	0,003	0,001
Ca <sup>2+</sup>	5,035	5,055	5,063	5,078	5,127	5,081	5,104	5,067
Si <sup>4+</sup>	0,006	0	0,001	0,004	0	0,011	0,005	0,008
Al <sup>3+</sup>	nest.	nest.	nest.	0,001	0	0,001	0,001	0,007
Ce <sup>3+</sup>	0	0,001	0	0	0	0	0	0
La <sup>3+</sup>	nest.	nest.	nest.	0,001	0	0,001	0,001	0
Sm <sup>3+</sup>	nest.	nest.	nest.	0,001	0	0	0,001	0
Gd <sup>3+</sup>	nest.	nest.	nest.	0	0	0,002	0,001	0
Dy <sup>3+</sup>	nest.	nest.	nest.	0,001	0,001	0,001	0,001	0
Cr <sup>3+</sup>	0,001	0	0	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Fe <sup>2+</sup>	0,002	0,008	0,008	0,028	0,006	0,004	0,018	0,054
Mn <sup>2+</sup>	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004
Pb <sup>2+</sup>	nest.	nest.	nest.	0	0,001	0,001	0	0
Sr <sup>2+</sup>	0,003	0,005	0,003	0,004	0,003	0,002	0,001	0,002
Na <sup>+</sup>	0	0	0	0,003	0,005	0,002	0	0
F <sup>-</sup>	0,695	0,793	0,728	0,854	0,712	0,696	0,662	0,789
Cl <sup>-</sup>	0,001	0,003	0	0	0,003	0,003	0,007	0,004
O <sup>2-</sup>	12,303	12,204	12,272	12,146	12,285	12,301	12,331	12,207
suma kat.	8,088	8,084	8,101	8,101	8,145	8,119	8,146	8,123





Obr. 31: Snímek ve zpětně odražených elektronech vzorku RH-Z-1; Ap - apatit, Am - amfibol, Mag - magnetit.

Allanit-(Ce) byl zjištěn pouze v křemen-magnetitovém typu rud z lokality Rudná hora – západ. Tvoří zrna o velikosti až 0,25 mm, která mají hypautomorfní omezení a jsou obrůstána epidotem. V BSE snímku (obr. 32) je zřetelná i chemická zonálnost, kdy světlejší místa zrn mají větší obsah vzácných zemin. Celkem byly provedeny dvě WDX analýzy allanitu-(Ce), které jsou uvedeny v tab. 13 (pod mezí detekce:  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Tb}_2\text{O}_3$ , BaO, SrO).



Obr. 32: Snímek ve zpětně odražených elektronech vzorku RH-Z-4; Aln - allanit-(Ce), Pl - plagioklas, Ep - epidot, Mag - magnetit.

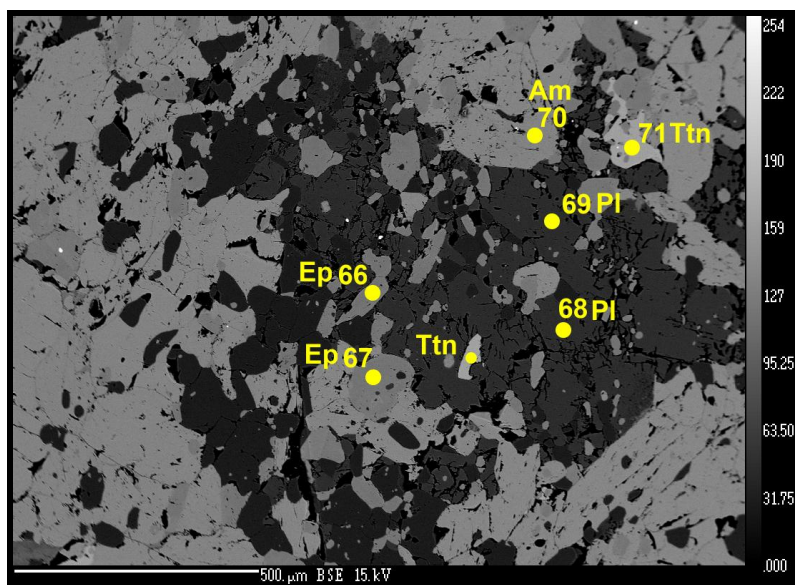
Tab. 13: Tabulka WDX analýz allanitu-(Ce); přepočít na 12,5 atomů O.

lokality analýza č.	RH-Z-4 24	RH-Z-4 25
SiO <sub>2</sub>	31,09	32,63
ThO <sub>2</sub>	0	0,02
TiO <sub>2</sub>	0,17	0,05
UO <sub>2</sub>	0,04	0
ZrO <sub>2</sub>	0,01	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,00	17,15
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,60	7,52
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,95	3,01
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,48	3,96
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,21	0,94
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,76	0,87
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,72	1,65
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	0,85
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,09
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	0,19
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,11
CaO	10,74	12,99
FeO	13,29	12,35
MgO	0,92	0,69
MnO	0,14	0,10
PbO	0	0,10
K <sub>2</sub> O	0	0,01
Na <sub>2</sub> O	0	0,03
F	0,21	0,14
Cl	0,01	0,01
-O=F	0,09	0,06
-O=Cl	0	0
suma	94,97	95,42

Si <sup>4+</sup>	3,075	3,087
Th <sup>4+</sup>	0	0
Ti <sup>4+</sup>	0,013	0,003
U <sup>4+</sup>	0,001	0
Zr <sup>4+</sup>	0	0
P <sup>5+</sup>	0,002	0,002
Al <sup>3+</sup>	1,747	1,912
Ce <sup>3+</sup>	0,384	0,260
La <sup>3+</sup>	0,181	0,101
Nd <sup>3+</sup>	0,158	0,134
Pr <sup>3+</sup>	0,044	0,032
Sm <sup>3+</sup>	0,026	0,028
Y <sup>3+</sup>	0,038	0,083
Gd <sup>3+</sup>	0,015	0,028
Dy <sup>3+</sup>	0	0,003
Er <sup>3+</sup>	0,004	0,006
Ca <sup>2+</sup>	1,138	1,317
Fe <sup>2+</sup>	1,099	0,977
Mg <sup>2+</sup>	0,136	0,097
Mn <sup>2+</sup>	0,012	0,008
Pb <sup>2+</sup>	0	0,003
K <sup>+</sup>	0	0,001
Na <sup>+</sup>	0	0,006
F <sup>-</sup>	0,066	0,042
Cl <sup>-</sup>	0,002	0,002
O <sup>2-</sup>	12,433	12,457
suma kat.	8,073	8,088

Součástí páskovaných křemen-magnetitových rud na Rudné hoře je také akcesoricky přítomný titanit, který se zde vyskytuje v podobě xenomorfně omezených zrn o velikosti do 90  $\mu\text{m}$ . Na obr. 33 je zobrazen ve zpětně odražených elektronech (BSE), chemická zonálnost z tohoto snímku není patrná. Dále byly provedeny dvě WDX analýzy titanitu (tab. 14), pod mezí detekce byly  $\text{Ce}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$  a  $\text{SnO}_2$ .



Obr. 33: Snímek v odražených elektronech vzorku RH-Z-1; Ttn - titanit, Ep - epidot, Am - amfibol, Pl - plagioklas.

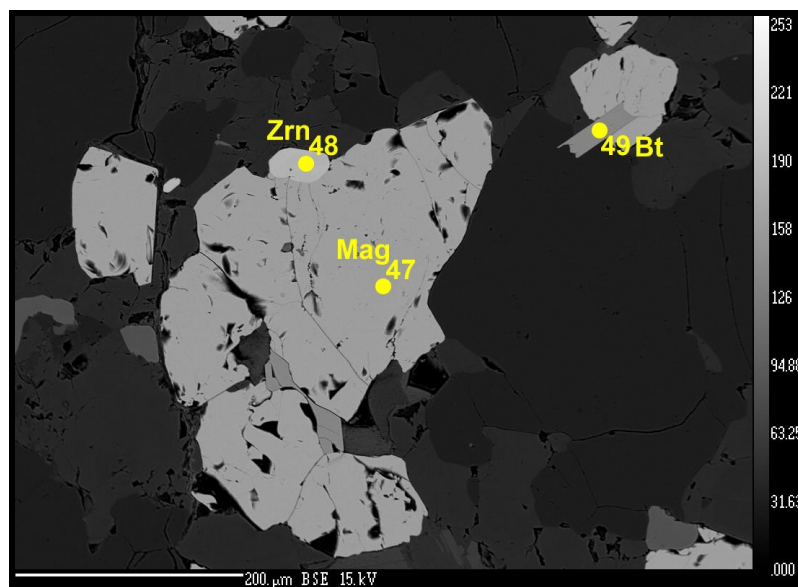
Tab. 14: Tabulka WDX analýz titanitu; přepočten na 5 atomů O.

lokality analýza č.	RH-Z-2 10	RH-Z-1 71
$\text{TiO}_2$	36,59	36,92
$\text{SiO}_2$	31,32	31,28
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1,50	1,49
$\text{Nb}_2\text{O}_5$	0,57	0,03
$\text{Ta}_2\text{O}_5$	0,05	0,03
$\text{V}_2\text{O}_3$	0,04	0,02
$\text{BaO}$	0,25	0,20
$\text{CaO}$	28,97	29,12
$\text{FeO}$	0,78	0,84
$\text{MnO}$	0,09	0,11
$\text{Na}_2\text{O}$	0,01	0
F	0,36	0,45
-O=F	0,15	0,19
suma	100,38	100,30

$\text{Ti}^{4+}$	0,896	0,904
$\text{Si}^{4+}$	1,020	1,018
$\text{Al}^{3+}$	0,058	0,057
$\text{Nb}^{5+}$	0,008	0
$\text{Ta}^{5+}$	0	0
$\text{V}^{3+}$	0,001	0,001
$\text{Ba}^{2+}$	0,003	0,003
$\text{Ca}^{2+}$	1,011	1,016
$\text{Fe}^{2+}$	0,021	0,023
$\text{Mn}^{2+}$	0,002	0,003
$\text{Na}^+$	0,001	0
$\text{F}^-$	0,037	0,046
$\text{O}^{2-}$	4,963	4,954
suma kat.	3,021	3,002

Z dalších akcesorických minerálů se v páskovaných železných rudách na Rudné hoře vyskytují zirkon a kalcit.

Zirkon na snímku ve zpětně odražených elektronech (obr. 34) je hypautomorfně omezené zrno, které je homogenní, bez zřetelné chemické zonálnosti o velikosti cca 40 μm. Byla provedena jedna analýza WDX zirkonu (tab. 15), kde byly pod mezí detekce následující oxidy: Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, MnO, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a také F.

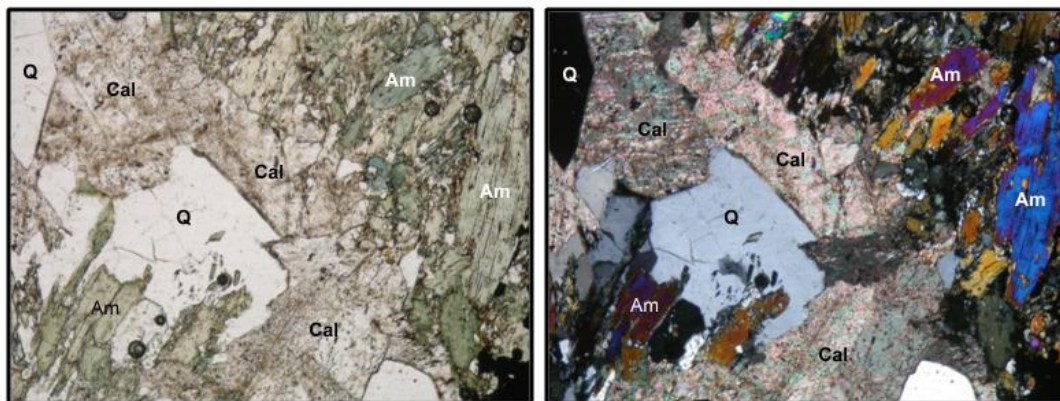


Obr. 34: Snímek ve zpětně odražených elektronech vzorku RH-2; Zrn - zirkon, Mag - magnetit, Bt - biotit.

Tab. 15: Tabulka WDX analýzy zirkonu; přepočten na 4 atomy O.

lokality	RH-2	Si <sup>4+</sup>	0,996
analýza č.	48	Zr <sup>4+</sup>	0,969
SiO <sub>2</sub>	32,77	Hf <sup>4+</sup>	0,012
ZrO <sub>2</sub>	65,39	Th <sup>4+</sup>	0,001
HfO <sub>2</sub>	1,42	U <sup>4+</sup>	0,001
ThO <sub>2</sub>	0,08	W <sup>6+</sup>	0
UO <sub>2</sub>	0,10	P <sup>5+</sup>	0,004
WO <sub>3</sub>	0,06	Sc <sup>3+</sup>	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	Y <sup>3+</sup>	0,005
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	Yb <sup>3+</sup>	0,001
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,33	Ca <sup>2+</sup>	0,001
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	Fe <sup>2+</sup>	0,019
CaO	0,02	Cl <sup>-</sup>	0,001
FeO	0,73	O <sup>2-</sup>	4,000
Cl	0,01	suma kat.	2,009
suma	101,18		

Kalcit je přítomen v podobě nepravidelných zrn, o velikosti do 0,4 mm. Dvojčatné lamelování není patrné (obr. 35). V amfibol-magnetitovém typu rud se neobjevuje, v křemen-magnetitovém typu páskovaných železných rud je zastoupen 0,1–1 obj. %. Celkem byla provedena jedna WDX analýza kalcitu (tab. 16), která vypovídá o jeho chemismu. Pod mezí detekce byly tyto oxidy:  $K_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $BaO$ ,  $SO_3$  a  $ZnO$ .



Obr. 35: Mikroskopický snímek vzorku RH-Z-2; Cal - kalcit, Q - křemen, Am - amfibol; vlevo PPL, vpravo XPL; šířka snímku 0,8 mm.

Tab. 16: Tabulka WDX analýzy kalcitu; přepočten na 1 atom O.

Iokalita analýza č.	RH-Z-2 1
CaO	53,84
FeO	0,70
MgO	0,62
MnO	1,53
SrO	0,14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02
suma	56,85
Ca <sup>2+</sup>	0,951
Fe <sup>2+</sup>	0,010
Mg <sup>2+</sup>	0,015
Mn <sup>2+</sup>	0,022
Sr <sup>2+</sup>	0,001
P <sup>5+</sup>	0
suma kat.	1,000

## 9 Diskuze

Na Rudné hoře u Vernířovic byly zjištěny dva typy páskovaných železných rud, které zde byly v minulosti těženy.

Prvním typem je křemen-magnetitová páskovaná ruda. Tento rudní typ je v části desenského krystalinika zcela běžný a byl již podrobně mineralogicky zhodnocen jinými autory (např. Pouba 1970, Fojt 2002, Mücke – Losos 2000, 2007). Hlavními horninotvornými minerály jsou magnetit, amfibol a křemen. Amfibol byl dále klasifikován podle Leakeho (1978) převážně jako magneziohastingsit a magneziohornblend, méně pak zastoupený tschermakit a ferohornblend. Dalšími minerály, obsaženými v křemen-magnetitovém typu z Rudné hory, jsou: biotit (částečně chloritizovaný), silně alterovaný plagioklas s bazicitou  $An_{33}$  a  $An_{49-55}$ , apatit, chlorit, epidot ( $Ps_{25-28}$ ), granát (klasifikovaný jako almandin), allanit-(Ce), kalcit, ilmenit, hematit (pouze v podobě přeměny martitizací), rutil, titanit a zirkon.

Mücke a Losos (2007) uvádějí, že se v páskovaných železných rudách na Rudné hoře vůbec neobjevují minerály, jako jsou biotit, živec, karbonát a granát. V mnou studovaném materiálu jsou některé z těchto uvedených minerálů přítomny v poměrně velkém množství (např. živec až 11 obj. %, granát do 5,5 obj. % a biotit do 3 obj. %).

Druhým typem páskované železné rudy na Rudné hoře je podstatně zajímavější amfibol-magnetitová ruda. Tento typ byl v dobách těžby jistě velmi vyhledávaným, protože obsah magnetitu ve vzorcích nalezených na lokalitách Rudná hora – 50 jv. pod vrcholem a Rudná hora – západ přesahuje vždy 50 obj. %. Ve studii Mückeho a Lososa (2007) byl amfibol-magnetitový typ rudy popsán z desenského krystalinika pouze na ložisku Sylvani. Hlavními horninotvornými minerály jsou magnetit (z chemického hlediska velmi čistý, bez dalších příměsí) a amfibol. Amfibol byl blíže klasifikován podle Leakeho (1978) jako magneziohornblend a aktinolit. Dále se zde vyskytují minerály biotit (částečně chloritizovaný), apatit, epidot, ilmenit, rutil a zirkon.

## 10 Závěr

Na Rudné hoře bylo odebráno cca 40 vzorků páskovaných železných rud ze tří lokalit (Rudná hora – východ, Rudná hora – západ, Rudná hora – vrchol), díky nimž mohla být vypracována jejich mineralogická charakteristika.

Bylo zjištěno, že se na Rudné hoře vyskytují dva typy železných rud, které zde byly v minulosti dobývány. Prvním typem je páskovaná křemen-magnetitová ruda, která je zcela běžným typem i na jiných lokalitách páskovaných železných rud v desenském krystaliniku, a druhým typem je amfibol-magnetitová ruda. Oba typy se od sebe liší již makroskopicky, kdy amfibol-magnetitový typ rudy je mnohem bohatší magnetitem. Tento typ je zde možno nalézt jen se štěstím, neboť v období těžby byl patrně velmi vyhledávaným rudním typem.

Mücke a Losos (2007) amfibol-magnetitový typ rudy popisují z desenského krystalinika pouze na ložisku Sylvania.



## 11 Literatura

- Fiala, J., Jelinek, E., Pouba, Z., Poubova, M., Souček, J. (1980): The geochemistry of the ultrabasic rocks of the Sobotin amphibolite massif (Czechoslovakia). - N. Jb. Miner. Abh., 137, 257-281, Wien.
- Fojt, B., Zimák, J. (1994): Paragenese železnorudného výskytu „Kiessgrund“ u Vernířovic (Severní Morava). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r.1993, 73-74.
- Fojt, B., Hladíková, J., Kopa, D., Skácel, J. (1992): Paragenetická studie rudního výskytu na Mědném u Vernířovic na severní Moravě. – Čas. Slez. Muz., A, 41: str. 13-30. Opava.
- Fojt, B., Skácel, J. (2001): Páskované železné rudy desenských rul v Hrubém Jeseníku. - Severní Morava, 81, 54-57. Šumperk.
- Fojt, B. (2001): Mineralogické lokality na severní Moravě a ve Slezsku opomíjené sběrateli (IV) - Rudná hora. - Minerál, 9(2001), No. 3, str. 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. Olomouc.
- Fojt, B., Kopa, D., Sulovský, P., Škoda, R., Vávra, V. (2004): The mineral association at the contact between the amphibolites and banded iron ores in Desná Gneisses (Hrubý Jeseník Mountains). In: Mineralógia Západných Karpát a Českého Masívu, Abstract Volume, Bratislava, pp 30–31 (in Czech).
- Gába, Z., Tempírová-Kotrlá, D. (2000): Bratři Kleinové. Stavitelé silnic a železnic. Šumperk.
- Gregerová, M., Fojt, B., Vávra, V. (2002): Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů. Moravské zemské muzeum, PřF MU, Brno, 2002, 325 s.
- Hutchinson, R. W. (1992): Mineral Deposits and Metallogeny: Indicators of Earth's evolution. – In: Schidlowski, M. et al. (eds.), Early organic evolution: Implications for Mineral and Energy resources:521-545. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Klein, C., Beukes, N. J. (1993): Proterozoic iron-formations. – In: Developments in Precambrian Geology: Proterozoic crustal evolution 10 (Edited by Condie K. C.), 383-418.
- Kretschmer, F. (1911): Das metamorphe Diorit- und Gabbromassiv in der Umgebung von Zöptau (Mähren). – Jb. Geol. Reichsanst., 61, 53-179. Wien.
- Kropáč, K., Buriánek, D., Zimák, J. (2011): Origin and metamorphic evolution of Fe–Mn–rich garnetites (cotitules) in the Desná Unit (Silesicum, NE Bohemian Massif). Chemie Erde – Geochemistry (2011), doi:10.1016/j.chemer.2011.11.002.

- Kruřa, T., Paděra, K., Pouba, Z., Sládek, R. (1968): Die Mineralienparagenese in dem mittleren Teile des Altvatergebirges (Hrubý Jeseník, Hohes Gesenke, ČSSR) (Fortsetzung). - Čas. Mor. Muz., Vědy přír., 53, 5-80.
- Leake, B. E. (1978): Nomenclature of amphiboles. – Amer. Miner., 63, 1023–1052.
- Losos, Z., Mücke, A. (1998): Chlorites of banded magnetite ores from Desná group (Silesicum, Czech Republic). – Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., 26, 77 – 78. Brno.
- Maluski, H., Rajlich, P., Souček, J. (1995): Pre-variscan, Variscan and Early Alpine thermo-tectonic history of the north-eastern Bohemian Massif: An  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  study. – Geol. Rundsch., 84: 345-358.
- Marek, V. (1973): Karbonátová hornina z prekambričských páskovaných magnetitových rud desenské klenby. – Korelace proterozoických a paleozoických stratiformních ložisek, I: 25 – 30, ÚGV PF UK Praha.
- Melka, K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. – Věst. Ústř. Úst. geol., 40, 23-27. Praha.
- Melzer, M., Schulz, J. (1993): Vlastivěda šumperského okresu. 1. vyd. Šumperk: Okr. vlastivědné muzeum, 585 s.
- Mísař, Z., Dudek, A., Havlena, V., Weiss, J. (1983): Geologie ČSSR I, Český masív. – SPN, Praha.
- Mücke, A., Losos, Z. (1999a): The significance of chlorites as a genetic indicator in ore deposits exemplified by the magnetite ores from the Desná Group (Silesicum, Czech Republic). – Chem. Erde, 59, 233-242. Leipzig.
- Mücke, A., Losos, Z. (1999b): Die polymorph überprägten, heterogen zusammengesetzten, gebänderten und silifizierten Magnetiterze im Paragneis des Desná Gewölbes (Silesikum)/ Tschechische Republik. – Sborník abstraktů: Současné výzkumy v sileziku, 23-28. Brno.
- Mücke, A., Losos, Z. (2000): Polymetamorfně přepracované, páskované a silicifikované magnetitové rudy v desenských rulách (silesikum, Česká republika). - Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 85, 47-80. Brno.
- 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. – J. Geosci., 52(2007), No. 3-4, str. 227-270.
- Mücke, A., Farhad, F. (2001): Whole-rock compositions of Precambrian iron formations and Phanerozoic ooidal ironstones; Comparative considerations and mineralogical differentiation

- of subtypes. – In: Piestrzyński et al. (eds): Mineral deposits at the beginning of the 21st Century, 971-974. Balkema, Rotterdam.
- Nejeschlebová, L. (2011): Mineralogická charakteristika granitoidů Rudné hory u Vernířovic v Hrubém Jeseníku. Bakalářská práce. PřF UP Olomouc.
- Nejeschlebová, L., Zimák, J., René, M. (2012): Granitoidy intruze Rudné hory v Hrubém Jeseníku a jejich akcesorie. Vlastivědné muzeum v Olomouci: Moravskoslezské paleozoikum 2012, XV ročník, Olomouc, svazek 1. s. 30-33. – PřF UPOL Olomouc.
- Pouba, Z. (1951): Zpráva o výzkumu železných rud v jádru desenské klenby. – Věst. Ústř. Úst. geol., 27, 227-331. Praha.
- Pouba, Z. (1954): Zpráva o geologickém mapování okolí ložisek železných rud u Vernířovic v Hrubém Jeseníku. – Zpr. geol. Výzk. v r. 1953, 161-166. Praha.
- Pouba, Z. (1968b): The History of Mineralization in the Czechoslovak Part of the Bohemian Massif. – Čas. Mineral. Geol., 13, 2: 133 – 140. Praha.
- Pouba, Z. (1970): Pre-Cambrian banded magnetite ores of the Desná Dome. - Sbor. geol. Věd, Ř. LG, 12, 7-64. Praha.
- Pouba, Z., Zoubek, V. (1985): Precambrian metallogeny of Central Europe. – International conference on metallogenesis of the Precambrian in Europe, 7-57. Prague.
- Prinzová, E. (1998): Minerální asociace páskovaných železných rud desenské klenby ve srovnání se světovými výskyty železnorudné formace. MS. Bakalářská práce. PřF MU Brno.
- Prinzová, E. (2000): Mineralogie a geneze páskovaných magnetitových rud lokality. Mnišské jámy v desenské skupině silezika. MS. Diplomová práce. PřF MU Brno.
- Sellner, F. (1930): Die Magnetitlagerstätten der tschecho-slowakischen Republik. III. Die Vorkommen im Altwatergebirge. a)Mönchenschächte bei Winkelsdorf. – Z. prakt. Geol., 38, 7, 97-104. Berlin.
- Skácel, J. et al. (1968): Oblastní surovinová studie Jeseníky: část II. Geologický průzkum n.p. Ostrava.
- Štípská, P. (1999): Thermomechanical evolution of collisional boundary during variscan convergence-eastern margin of the Bohemian Massif. – MS, Abstract of the PhD. thesis, Charles University, Prague.
- Testa, S., Gibbons, W., (1996): Late orogenic structural control on the regional geometry of basement massifs: An example from the Jeseník Mountains, Czech Republic. – Journal of the Czech Geological Society 41/3-4:147-155.

Zapletal, K. (1950): Přehled geologie Slezska. – Zvl. příl. Přírodověd. Sbor. ostrav. kraje, 11, 1. Opava.

Zimák, J. (2001): Mineralogie páskovaných magnetitových rud na ložisku „Pod Břidličnou“ u Vernířovic, Hrubý Jeseník. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2000, 89-91. Brno.

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.

Žák, L. (1974): Srovnání proterozoických Mn-horizontů Jeseníků a Železných hor. – Korelace proterozoických a paleozoických stratiformních ložisek, III: 17 – 24. ÚGV PF UK Praha.

Žák, L. (1975): Parageneze proterozoických Mn-horizontů Jeseníků a Železných hor. – Korelace proterozoických a paleozoických stratiformních ložisek, III: 17-24. ÚGV PF UK Praha.

Internetové zdroje:

Bokr, P., Česká geologická služba: Mapová aplikace, verze 1.1, Český úřad zeměměřický a katastrální. [cit. 2012-01-05].

Dostupný z WWW: [http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show\\_map.php?mapa=g50&y=550323&x=1070594&s=1](http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=550323&x=1070594&s=1)