

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEOLOGIE

MINERALOGIE ŽELEZNORUDNÝCH
AKUMULACÍ U HORNÍ MORAVICE,
HORNÍHO MĚSTA A REŠOVA

diplomová práce

Zuzana Juránková

Environmentální geologie (N1201) prezenční studium

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

leden 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracovala samostatně a veškerá mnou použitá literatura je řádně citována.

V Olomouci 10. 12. 2021

.....

Bc. Zuzana Juránková

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc. RNDr. Jiřímu Zimákovi, CSc. za jeho čas věnovaný konzultacím a terénním pracím, odborné vedení, cenné rady při zpracovávání výsledků a zejména vstřícnost a trpělivost.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Zuzana Juránková

Název práce: Mineralogie železnorudných akumulací u Horní Moravice, Horního Města a Rešova

Typ práce: diplomová

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

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

Rok obhajoby práce: 2022

Abstrakt: Tato práce se zabývá železnorudnými ložisky typu Lahn-Dill v okolí Rýmařova ve vrbenské skupině. Soustředí se na mineralogickou a petrografickou charakteristiku typů železných rud reprezentovaných v okolí Horní Moravice (rudní ložisko Franz-Franz), Horního Města a Rešova (obě náleží ložisku Horní Město). Ke studiu vzorků železných rud byly využity standardní optické metody, XRF a WDX analýzy. Ve vzorcích železných rud bylo rozlišeno několik rudních typů základě chemického složení stanoveného XRF analýzami. Na základě WDX analýz byl též stanoven chemismus minerálů zkoumaných v rudách a hydrotermálních žilkách. Mezi jednotlivými ložisky byla zjištěna řada rozdílů. Některé rudní typy se vyskytovaly výhradně na daném ložisku. Ložiska se zároveň lišila v chemismu karbonátů a slíd. Tyto skutečnosti souvisí s metamorfismem vrbenské skupiny. Obě ložiska nicméně vykazovala znaky typické pro železnorudná ložiska typu Lahn-Dill ve vrbenské skupině.

Klíčová slova: silezikum, vrbenská skupina, železné rudy, ložiska typu Lahn-Dill, chemismus, mineralogie, petrografie, Hrubý Jeseník

Počet stran: 72

Počet příloh: 0

Jazyk: čeština

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Zuzana Juránková

Title: Mineralogy of iron ore deposits near Horní Moravice, Horní Město and Rešov

Type of thesis: masters

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

Supervisor: doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc. The year of presentation: 2022

Abstract: This thesis deals with mineralogical and petrographical characterization of Lahn-Dill ore deposits near Rýmařov in Vrbno Group. The focus is on mineralogical and petrographical characterization of iron ore types represented in ore deposits near Horní Moravice (Franz-Franz ore deposit), Horní Město and Rešov (both belong to Horní Město ore deposit). Iron ore samples were studied using standard optical methods, XRF and WDX analysis. Several iron ore types were distinguished based on rock chemistry using XRF analysis. Results of WDX analysis specify chemical composition of minerals studied in iron ores and hydrothermal veins occurring in deposits. There were several differences found between Franz-Franz deposit and Horní Město deposit. There were some ore types found exclusively at each deposit. Also these deposits vary in chemistry of carbonates and micas. These facts relate to metamorphism of vrbno group. However both deposits shown characteristics typical for Lahn-Dill iron deposits in Vrbno Group.

Keywords: Silesicum, Vrbno Group, iron ores, Lahn-Dill deposits, chemistry, mineralogy, petrography, Hrubý Jeseník Mts.

Number of pages: 72

Number of appendices: 0

Language: Czech

OBSAH

1 Úvod	7
2 Cíle práce	8
3 Geologické poměry zájmové oblasti	9
3.1 Slezikum	9
3.1.1 Vrbenská skupina	10
4 Charakteristika železnorudných ložisek typu Lahn-Dill	13
4.1 Typy Fe rud moravskoslezského devonu	17
5 Historie těžby železných rud na Rýmařovsku	23
6 Metodika	26
7 Výsledky terénních a laboratorních prací	28
7.1 Terénní rekognoskace	28
7.2 Petrografický popis vzorků	31
7.3 Chemismus minerálů	39
7.4 Chemismus rud	60
8 Diskuse	65
9 Závěr	69
10 Literatura	70
11 Internetové zdroje	72

1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá ložisky železných rud na Rýmařovsku, která jsou součástí vulkanosedimentárních komplexů vrbenské skupiny (Skácel 1966). V souladu se zadáním je moje diplomová práce zaměřena na mineralogii železnorudných ložisek v prostoru hornoměstského rudního revíru (lokality Horní Město, Rešov) a na ložisku Franz-Franz reprezentovaném lokalitou Horní Moravice. Tato ložiska jsou přiřazována k železnorudným akumulacím typu Lahn-Dill (např. Skácel 1959, Skácel 1966, Tomšík 1993). Bernard (1991) na základě analýzy rudních mineralizací v prostoru Českého masívu vyčleňuje velký počet rudních typů, jedním z nich je „středně až svrchně devonská stratiformní mineralizace Fe-oxidů a Fe-silikátů typu Lahn-Dill“. Jako typové lokality Bernard (1991) uvádí Medlov, Benkov a Malou Morávku a také bavorská ložiska Stadtsteinach a Langenbach-Steinbach a saská Plauen, Berggiesshübel a Burgk u Gersdorfu.

Zájmová oblast se geograficky nachází v pohoří Hrubý Jeseník, přičemž lokality, jimž je tato práce věnována, leží v okolí regionálního centra Rýmařova. Okolí Rýmařova je oblast s četným výskytem rudních ložisek, počátky jejich těžby se zde odhadují již v době železné (Novák a Štěpán 1987).

V literárně-rešeršní části práce se zabírám geologickými poměry této oblasti, obecnou charakteristikou železných rud typu Lahn-Dill a také ložisky typu Lahn-Dill zkoumanými v moravskoslezském devonu. Dále se věnuji historii těžby rud v okolí Rýmařova, jelikož zájmové lokality náleží hornoměstskému rudnímu revíru a rudnímu ložisku Franz-Franz.

V praktické části se věnuji mineralogické a petrografické charakteristice železných rud typu Lahn-Dill na zájmových lokalitách, k čemuž využívám poznatky z terénu, mikroskopického studa výbrusů a dat získaných za využití XRF a WDX analýz.

Pro toto téma jsem se rozhodla vzhledem k osobnímu zájmu o danou problematiku a jelikož dle mého názoru toto téma stále skrývá nevyčerpaný potenciál.

2 Cíle práce

Literárně rešeršní část této práce se dle zadání zabývá geologií okolí Rýmařova, tj. vrbenské skupiny, přičemž je blíže zaměřena na rudní ložiska nacházející se ve vulkanosedimentárních komplexech vrbenské skupiny. Konkrétním předmětem zájmu jsou lokality nacházející se v okolí Rýmařova: Horní Moravice, Horní Město a Rešov.

Tyto lokality se nacházejí v území v minulosti aktivně využívaném pro báňskou činnost – podpovrchovou těžbu rud. Každá ze zájmových lokalit náleží některému z poddolovaných území a nachází se zde pozůstatky po hornické činnosti, mj. haldy, které byly za účely této práce využity jakožto zdroj horninových vzorků.

Tato práce se též blíže věnuje problematice rudních ložisek v oblasti Vrbenské skupiny, konkrétně tématu železnorudných ložisek typu Lahn-Dill, jejich genezi, mineralogické a petrografické charakteristice a to jak obecně, tak v souvislosti s jejich výskytem v moravskoslezském devonu..

Vzhledem k výše zmíněné aktivní a dlouhodobé těžbě těchto ložisek, je zde zmíněna i historie báňské činnosti v okolí Rýmařova.

Hlavním cílem práce je na základě informací dostupných z literárních zdrojů, vlastních poznatků z terénu a výsledků laboratorních prací zhodnotit charakter železných rud typu Lahn-Dill na vybraných lokalitách, jejich petrografické a mineralogické složení a srovnání těchto nově získaných poznatků s dřívějšími výzkumy zabývajícími se problematikou železných rud typu Lahn-Dill ve vrbenské skupině.

3 Geologické poměry zájmové oblasti

Studované území geologicky náleží k moravskoslezské oblasti Českého masívu, konkrétně k její podjednotce sileziku. Zájmové lokality leží ve vrbenské skupině silezika, jež se nachází na východní hranici silezika s kulmem Nízkého Jeseníku.

3.1 Silezikum

Silezikum tvoří jednu z podjednotek moravskoslezské oblasti Českého masívu. Západní hranici silezika s tvoří ramzovské a nýznerovské nasunutí na lugodanubikum (Mísař et al. 1983), zatímco na východ je silezikum odděleno hranicí mezi Hrubým a Nízkým Jeseníkem. Tato hranice je hranicí s andělskohorským nasunutím, kde se devon vrbenské skupiny hraničí s flyšovým souvrstvím - kulmem Nízkého Jeseníku (Mísař 1983, Cháb 2008). Jižní hranicí silezika je soustava zlomů - bušínský zlom a zlomové pásmo Hané, na severu se silezikum zanořuje do podloží mladších terciérních a kvartérních formací až po oderský hlubinný zlom (Mísař et al. 1983). Toto prostorové vymezení silezika tvoří přibližně tvar čtyřúhelníku (Svoboda et al. 1964). Geologické poměry silezika jsou znázorněny na obr. 1.

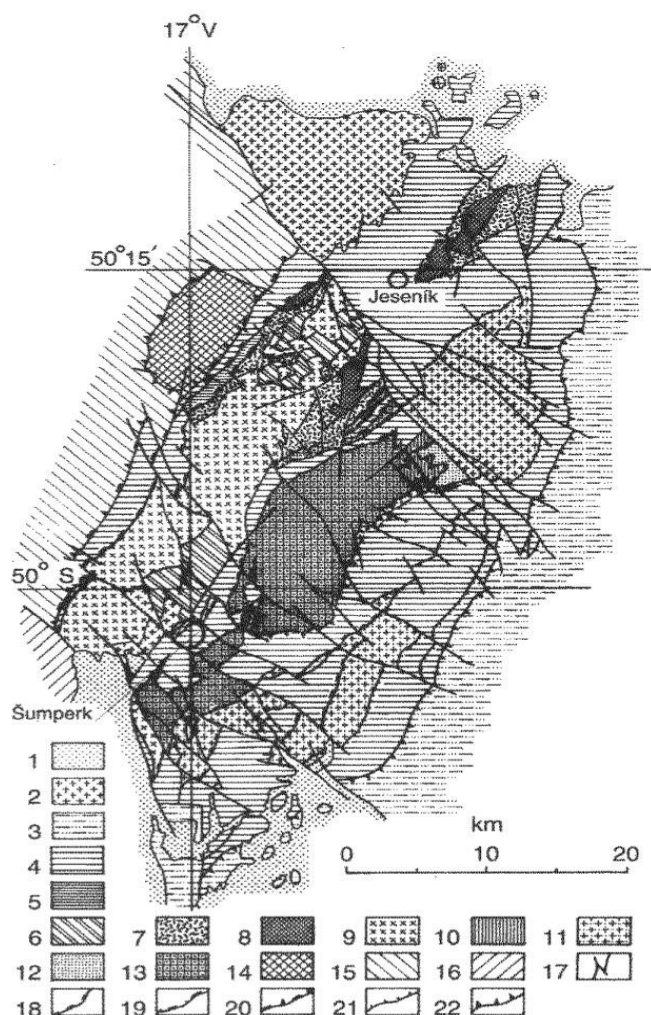
Mísař et al. (1983) rozděluje silezikum na dvě strukturně a stratigraficky odlišná patra - devonské a předdevonské. Devonské patro zahrnuje okrajové facie s klastiky a vápenci, hlubší facie s bazickými a alkalicko-živcovými vulkanity a dále gabrové masívy geneticky spojené s bazickým vulkanismem. Mezi horninami předdevonského patra jsou hojně zastoupeny zejména biotitické a dvojslídne ruly a svory, což tomuto patru dává monotónnější charakter. Pestré členy jako amfibolity, kvarcity, erlány apod. se vyskytují pouze ve svrchních částech předdevonského patra (Mísař et al. 1983).

Silezikum je jednotkou velmi výrazně postiženou deformací a regionální metamorfózou variského stáří (Cháb et al. 2008). Dobu trvání těchto deformačních a metamorfních procesů variské orogeneze odhadují Cháb et al. (1990) na minimálně 70 Ma. Nejdříve se v nepříliš velké hloubce pod povrchem zformovala tělesa, která dnes vystupují na povrchu a jsou odpovědná za příkrovový charakter silezika. Intenzita variských metamorfních procesů se od východu na západ stupňuje. Cháb et al. (2008) popisuje metamorfní procesy následovně: ve východní desenské skupině roste intenzita metamorfózy z JJV chloritové po SSZ sillimanitovou zónu, zatímco v západní keprnické skupině byly horniny metamorfovány v amfibolitové facii s běžnou asociací staurolitu a sillimanitu. ve východní části klnby je dále místy přítomný kyanit, kdežto ve vnějším obalu západního okraje intenzita metamorfózy klesá do facie zelených břidlic. Jako vlivy na tektonickou konfiguraci silezika po hlavním

metamorním procesu uvádějí Cháb et al. (2008) roztahování kůry v západní části silezika a následnou transpresi v části východní, utvářející jz.-sv. systém vrás a kliváží spjatý s retrográdní metamorfózou. Deformace v severní části jsou spjaté s intruzí žulovského granitového plutonu.

3.1.1 Vrbenská skupina

V rámci silezika zájmovou oblast řadíme do vrbenské skupiny, která je tektonicky složitou a hroninově pestrrou součástí příkrovu Vysoké hole (Schulmann a Gayer 2000, Cháb et al. 2008). Vrbenská skupina tvoří východní hranici silezika, je v nadloží desenských rul a v podloží andělskohorského souvrství moravskoslezského permokarbonu (Fojt et al. 2007).

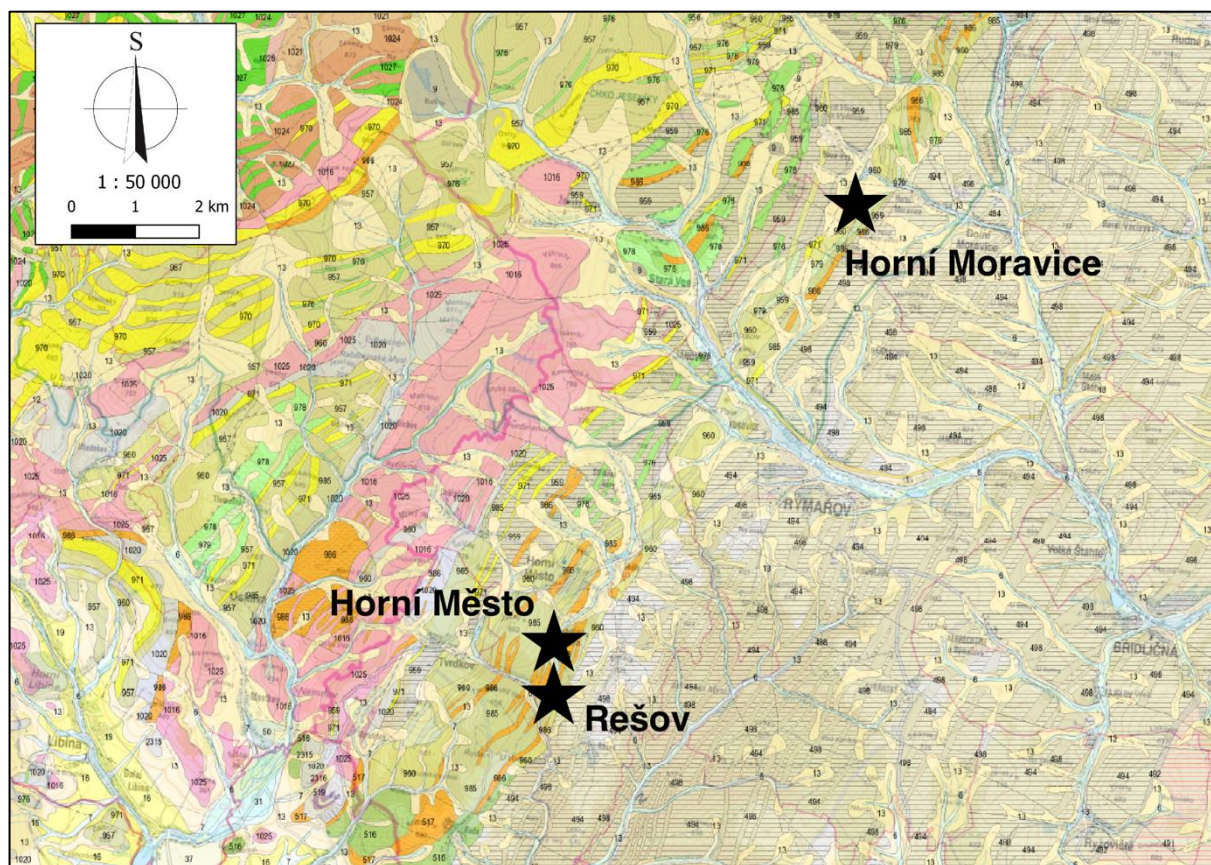


Obr. 1. Zjednodušená geologická mapa silezika:

Silezikum: 1 - terciér, 2 - variské granity a granodiority, 3 - spodnokarbonské andělskohorské souvrství, 4 - devon, vrbenská skup. a zóna Branné, 5 paleozoikum, sešupinatělé křemeno-živcové mylonity, fylity, mramory, 6 - biotitické ruly s pásy, vložkami a polohami erlanu, 7 - staurolitové a sillimanitové ruly a svory, 8 - neoproterozoické matadacity, metaryolity, 9 - keprnická ortorula, neoproterozoická, 10 - fylonit, bradlo Pradědu, 11 - metagranodiority až ortoruly, neoproterozoické a kambrické, 12 - skupina videlského potoka, 13 - retrográdně metamorfované ruly a migmatity, amfibolity aj., paraautochton, 14 - velkovrbenskájednotka, 15 - staroměstské pásmo, 16 - zábřežský úsek nvoměstsko-zábřežské jednotky, 17 zlom, 18 poklesový zlom s mírným sklonem, 19 násun přeměněný v poklesový zlom s mírným sklonem, 20 hlavní násun přeměněný v poklesový zlom s mírným sklonem, 21 vedlejší násun, 22 hlavní násun (dle Cháb et al. 2008)

Mocnost vrbenské skupiny se odhaduje v rozmezí 2000 – 3000 m avšak vzhledem k jejímu tektonickému postižení je očekávaná mocnost často nižší (Cháb et al. 2008). Dle Fojta et al. (2007) však mocnost hornin vrbenské skupiny v oblasti Horního Města dosahuje až 4,5 km.

Obecně lze horninové prostředí vrbenské skupiny vznikalo metamorfózou sedimentárních a vulkanických hornin během variské orogeneze (Schulman a Gayer 2000, Mücke et al. 2010). Vrbenská skupina, začíná transgresivní sekvencí kvarcitů, křemenných metakonglomerátů a často prealumnických fylitů a svorů (Cháb et al. 2008). Dle Chába et al. (2008) je tato sekvence tektonicky odloučená od podloží a její stáří (prag-siegen) je doloženo fosiliemi vyskytujícími se v kvarcitech až po silimanitovou izográdu (Chlupáč 1989). Dále horninová série pokračuje tmavými fylity či rulami se zvýšenou koncentrací uhlíku (případně i vápníku a hliníku), na tyto navazují horninově pestré soubory tvořené fylity, svory, zelenými břidlicemi, amfibolity, metatrachyty, porfyroidy, oligomiktními a křemennými metakonglomeráty, kvarcity a mramory (Opletal ed. 1984, Opletal et al 1987, Fediuková 1987 in Cháb 2008). v rámci těchto rozmanitých souborů se vyskytují i čočky metaferolitu a stratiformní akumulace Cu, Zn, Pb, Au a Ag rud – rudná ložiska byla významně ovlivněna metamorfickými a hydrotermálními procesy (Skácel 1966; Fojt et al. 2007; Fojt 1962, Havelka et al. 1963, Čabla et al. 1979, Aichler et al. 1990, Aichler et al. in Cháb 2008). Pro svrchní polohy horninové sekvence jsou v zájmové oblasti typické polohy heřmanovických vápenců (Svoboda et al. 1983). Intenzita metamorfózy vzrůstá od chloritové zóny po zónu silimanitovou ve směru od jihu k severu, přičemž metamorfní izogrády přetínají hranice tektonických těles (Skácel 1966, Souček 1978).



Geologická mapa 1 : 50 000



Obr. 2. Geologická mapa s vyznačenými zájmovými lokalitami. Upraveno a zmenšeno dle Geologické mapy ČR 1 : 50 000, zdroj: Česká geologická služba (www1).

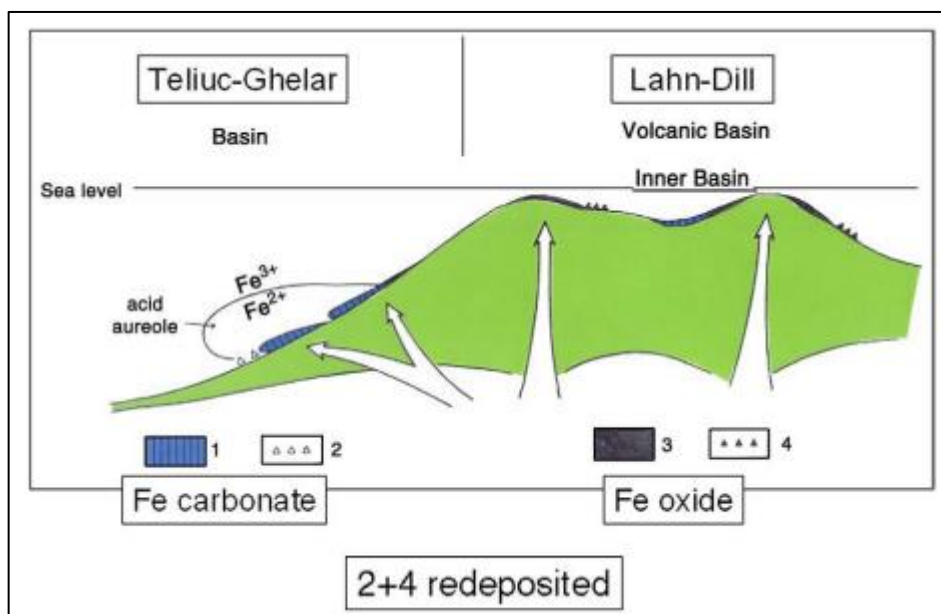
4 Charakteristika železnorudných ložisek typu Lahn-Dill

Železnorudná ložiska typu Lahn-Dill jsou zařazována do skupiny hydrotermálně sedimentárních ložisek, označovaných často jako exhalančně sedimentární ložiska nebo zkráceně ložiska typu SEDEX (Zimák 2013). Dle Zimáka (2013) tato ložiska vznikají v oblastech submarinní vulkanické aktivity, kde dochází k výstupu hydrotermálních roztoků na mořské dno. Míšení hydrotermálních roztoků s mořskou vodou vede dle Zimáka (2013) ke vzniku hydrotermálně sedimentární akumulace, mající morfologii čočky nebo stratiformní polohy, v jejímž podloží se může vyskytovat impregnační nebo žilníková mineralizace (subvulkanická). v prostoru jednoho ložiska tedy může být přítomna jak hydrotermálně sedimentární mineralizace (vytvořené na mořském dně), tak i mineralizace subvulkanická (vytvořená v horninách pod mořským dnem) – tato ložiska se obvykle označují jako vulkanosedimentární ložiska (Zimák 2013). Užívání tohoto termínu je výhodné zejména v případě ložisek postižených regionální metamorfózou, u nichž se obtížné zjistit, zda zrudnění je produktem hydrotermálně sedimentárních procesů nebo zda má subvulkanický původ (Zimák 2013).

Hydrotermálně sedimentární ložiska jsou dělena na dvě hlavní formace: kyzovou formaci a železnorudnou formaci (Smirnov 1983, Havelka a Rozložník 1990, Zimák 2013). Jak uvádějí výše citovaní autoři, hydrotermálně sedimentární ložiska kyzové formace (resp. vulkanosedimentární ložiska kyzové formace) jsou tvořena převážně sulfidy Fe (pyrit, pyrrhotin), k nimž ve variabilním množství přistupuje chalkopyrit, sfalerit nebo galenit, některé akumulace jsou bohaté na stříbro nebo zlato. V prostoru vrbenské skupiny jsou typickým reprezentantem ložisek kyzové formace ložiska zlatohorského rudního revíru (sulfidické rudy Cu, Pb, Zn, Ag a Au), hydrotermálně sedimentární železnorudná ložiska se často označují jako ložiska typu Lahn-Dill (resp. lahndillského typu; Havelka a Rozložník 1990, Zimák 2013). Jejich rudní tělesa jsou tvořena hlavně hematitem, křemenem, magnetitem a Fe-chloritem, na některých akumulacích je hojný siderit (Zimák 2013). Ložiska této formace se vyskytují např. v klasické oblasti v povodí řek Lahn a Dill v Německu (viz níže) a také na našem území ve šternbersko-hornobenešovském pruhu (např. Chabičov u Šternberka, Horní Benešov u Bruntálu) a ve vrbenské skupině, kde jde například o již v úvodu zmíněná ložiska na Rýmařovsku (Skácel 1966, Tomšík 1993, Zimák 2013).

Ložiska typu Lahn-Dill byla dle Dilla (2010) v minulosti významným zdrojem železa pro střední a západní Evropu, jejich typovou oblastí je Rýnské břidličné pohoří (Rheinisches Schiefergebirge), kde jsou železnorudné akumulace uloženy ve střednodevonských bazických

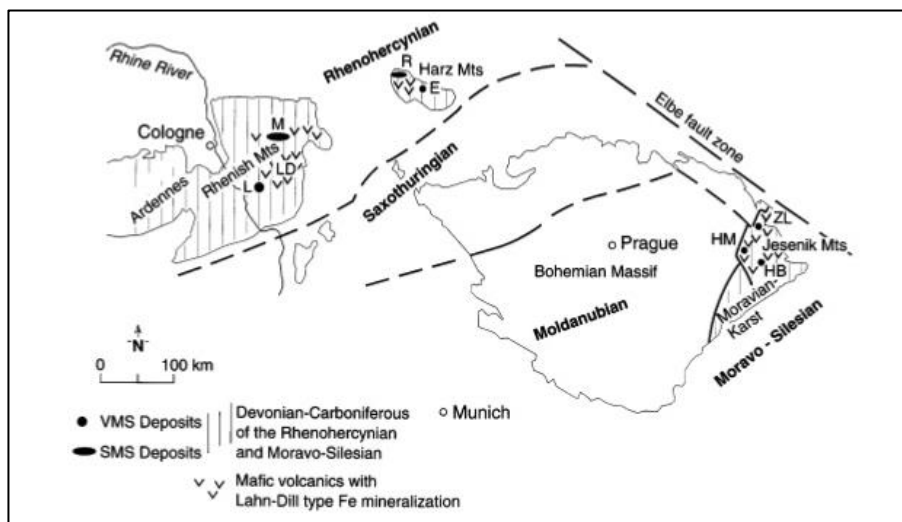
vulkanitech (spility, diabasy), jim odpovídajících vulkanoslastikách a doprovodných sedimentech. Jak uvádí Dill (2010), železné rudy jsou zde ve více faciích, rozdíly mezi nimi jsou zejména odrazem odlišných Eh a pH parametrů prostředí. Dill (2010) zmiňuje rudy typu hematitem zrudněných vápenců, magnetitové rudy, sideritové až Fe-silikátové rudy a také pyritové rudy (tvořené tzv. melnikovitem). Lokálně mají dle Dilla (2010) tyto rudy zvýšené obsahy Mn, a přecházejí tak do Mn-rud typu SEDEX, některá železnorudná ložiska typu Lahn-Dill mohou přecházet do sulfidických ložisek, která mohou být zdrojem Cu, Pb a Zn. Ložiska lahndillského typu jsou dle Dilla značně rozšířena ve středoevropských variscidách – např. Sauerland, Durynský les a Harz, Dill dále zmiňuje Českou republiku, avšak bez bližšího upřesnění (jen s tím, že jde o devon). Podobná ložiska jsou dle Dilla (2010) známa z Irska, Švýcarska, Maďarska a Turecka. Jako subtyp byla v rámci železnorudných ložisek typu Lahn-Dill vyčleněna ložiska (sub)typu Teliuc Ghelar (Kräutner 1977), a to podle typové lokality na území Rumunska; na ložiskách (sub)typu Teliuc Ghelar je hlavním nositelem železa Fe-karbonát, konkrétně siderit (Dill 2010). Faciální rozdíl mezi klasickými ložisky typu Lahn-Dill a (sub)typem Teliuc-Ghelar je zřejmý z obr. 3.



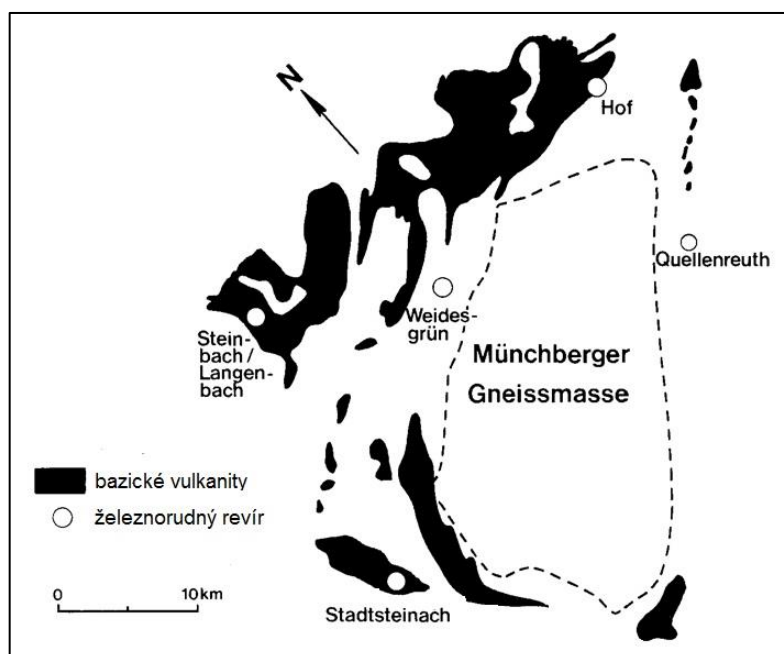
Obr. 3. Schematické znázornění faciálního rozdílu mezi ložisky typu Lahn-Dill a Teliuc Ghelar (podle Kräutner 1977 a Dill 2010).

V rámci Českého masívu jsou v literatuře zpravidla uváděny tři oblasti s výskytem železnorudných ložisek lahndillského typu (obr. 4): i) klasická oblast mezi řekami Lahn a Dill v Rýnském břidličném pohoří, ii) Harz, iii) jesenická oblast (Large a Walcher 1999). K těmto třem oblastem lze dle Large a Walchera (1999) přiřadit ještě oblast výskytu kdysi významných železnorudných ložisek na území Bavorska, reprezentovanou již v úvodu

zmíněnými ložiskovými revíry Stadtsteinach a Langenbach-Steinbach (obr. 5; Dill 1985), přičemž ložiska lahn-dillského typu ve všech čtyřech oblastech jsou vždy prostorově spjata s výskyty bazických vulkanitů, což je zřejmé z obrázků 4 a 3.



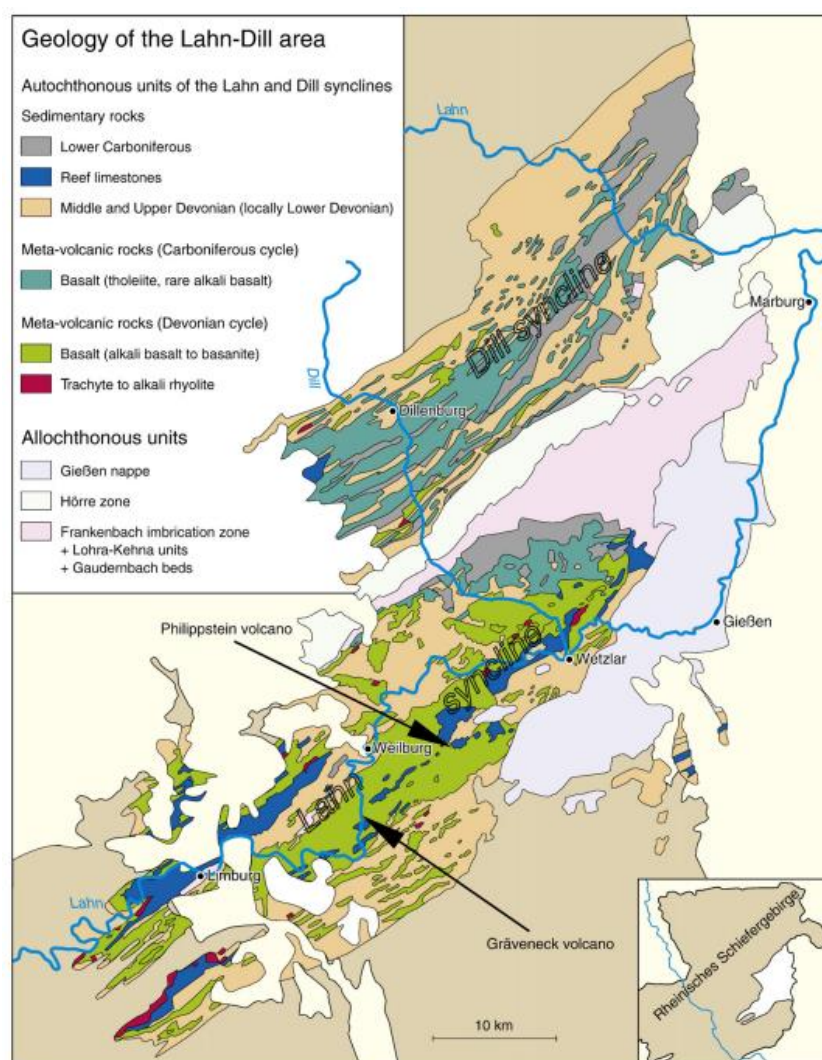
Obr. 4. Oblasti výskytu ložisek typu Lahn-Dill na území Německa v rhenohercynské zóně a v moravskoslezské oblasti (Large a Walcher 1999). Vysvětlivky: LD = klasická oblast Lahn-Dill, ZL = Zlaté Hory, HM = Horní Město, HB = Horní Benešov



Obr. 5. Železnorudné revíry s ložisky typu Lahn-Dill na území Bavorska (podle Dill 1985, upraveno).

Na obr. 6 je schematicky znázorněna geologická stavba klasické oblasti výskytu ložisek lahdillského typu v Rýnském břidličném pohoří. v tomto prostoru dle Königshofa et al. (2010) vystupují dvě synklinální struktury, označované jako dillská a lahnská, přičemž v obou

synklinálách jsou přítomny devonské bazické vulkanity (resp. metavulkanity), provázené železnorudnými akumulacemi, hojnými zejména v lahnské synklinále, kde je zastoupení produktů devonského vulkanismu výrazně větší než v synklinále dillské. K produktům devonského vulkanismu patří i intermediární a kyselé horniny (trachyty a alkalické ryolity), rozšířené hlavně v dillské synklinále (Königshof et al. 2010).



Obr. 6. Zjednodušená geologická mapa oblasti Lahn-Dill v Rýnském břidličném pohoří (Königshof et al. 2010).

Dill (2010) klade otázku, zda známe recentní akumulace, které by byly obdobou ložisek typu Lahn-Dill a které by bylo možno využít pro objasnění podmínek, za nichž ložiska Lahn-Dill vznikala, přičemž upozorňuje na dvě oblasti, v nichž se v současné době formují železnorudné akumulace, které lze považovat za ekvivalent železných rud typu Lahn-Dill. Jedná se o nezpevněné sedimenty bohaté na železo („iron-rich mud“) v kaldeře ostrova

Santorini v Řecku a kovonosné sedimenty v kotlinách Rudého moře, v obou případech jde o oblasti s extenzním režimem (Dill 2010).

Železem bohaté jemnozrnné sedimenty v kaldeře ostrova Santorini jsou tvořeny fragmenty rozsivek a v menší míře úlomky vulkanických hornin (Dill 2010). Obsah Fe-minerálů v jemnozrnné složce sedimentu zde dle Dilla (2010) může přesahovat 50 %, v povrchové hnědé vrstvě sedimentu je přítomen hydroxid Fe^{3+} , ten se při stárnutí přímo proměňuje na goethit. Dill (2010) uvádí, že pod hnědou vrstvou dochází k formování sideritu až do hloubky 40 nebo 80 m, v nejspodnějších vrstvách jsou jedinými stabilními minerálními fázemi sulfidy železa. Podle Dilla (2010) je Fe-mineralizace v kaldeře ostrova Santorini produktem postvulkanických a mikrobiologických procesů, přičemž takovou mineralizaci lze považovat za protolit devonských ložisek lahndillského typu.

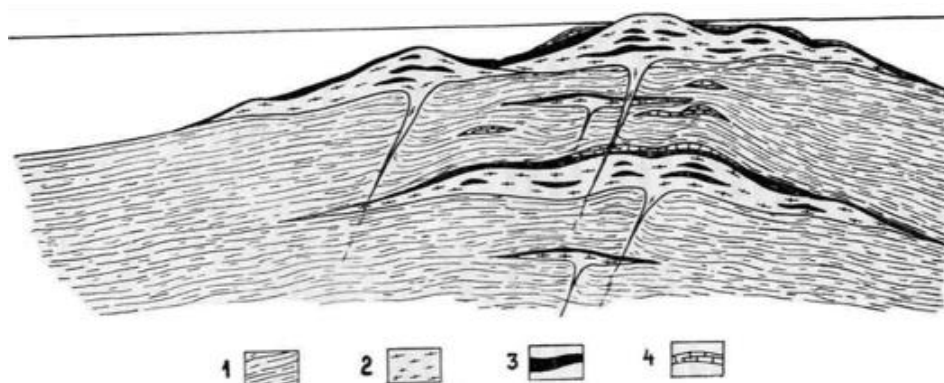
Kotliny Rudého moře dle Dilla (2010) dokládají, že horké solanky v nich přítomné mohou obsahovat významná množství Mn, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb a Cd. Zlomové zóny v axiální části Rudého moře zasahují až do svrchního pláště a jsou přírodními strukturami, po nichž k povrchu vystupuje bazaltové magma (Dill 2010). Konvekčně cirkulační systémy v axiální části Rudého moře vedou k alteraci bazaltů, jejich vyluhování, stejně jako k vyluhování miocenních solných sedimentů, a následně ke vzniku minerálů jako goethit, smektit a manganit (Dill 2010).

4.1 Typy Fe rud moravskoslezského devonu

Tematice železnorudných ložisek v moravskoslezském devonu se obsáhle věnuje Skácel. Ve stejnojmenné práci z r. 1966 Pozice železnorudných ložisek vzhledem k devonským horninám je dle něj proměnlivá – ložiska lze pozorovat uvnitř vulkanické série i na jejím styku se sérií sedimentární. V návaznosti na tato fakta odvozuje Skácel (1966) genezi devonských ložisek Fe-rud na devonském vulkanismu, přičemž vulkanická série odpovídá spilito-keratofyrové formaci s převahou bazických vulkanitů nad vulkanity kyselými. Sedimenty jsou zastoupeny břidlicemi a vápenci, přičemž ve vulkanických sériích lze nalézt sedimentární vložky, při kterých se objevuje Fe-zrudnění.

Ložiska schematicky zobrazená na obr. 7 Skácel (1966) popisuje jako různě rozlehlé, zpravidla izometrické ploché čočky, jež v centrálních částech dosahují mocnosti až několika metrů, přičemž laterálně pozvolna vyklíňují (v případě vulkanické série) nebo přecházejí ve sterilní reprezentant (hraniční ložisko). Rozměry těchto čoček dle citovaného autora dosahují od několika desítek metrů až po 1 km dlouhá tělesa (pouze v případě hraničních ložisek). Rudní tělesa vykazují zpravidla ložní tvar, primárně nejsou uložena napříč vrstevnatostí,

nejdou-li tektonicky postižena. V tomto případě jsou deformace tělesa shodné s deformacemi v jeho okolí (Skácel 1966).



Obr. 7. Železnorudné horizonty ve vývoji šternbersko-hornobenešovské zóny během emsu – eifelu, 1 – břidličné souvrství, 2 – vulkanická série, 3 – železnorudné horizonty, 4 – vápence. Skácel (1966).

Úplně první mineralogická klasifikace rud moravskoslezského devonu dle Kretschmera (Kretschmer 1906 in Tomšík 1993) rozlišuje dva základní typy rud:

- ložiska leptochloritová (thuringitová)
- ložiska převážně s magnetitem, obsahující buď příměs leptochloritů, nebo častěji hematitu, jaspisového křemene a křemene

Kretschmerovu klasifikaci následně upravil Koutek. Klasifikace podle Koutka (1951) rozlišuje rudy na kyselé a zásadité takto:

- převážně oxidické rudy, zpravidla kyselé, o složení:
 - spektarit (šupinatý hematit) + křemen, málo magnetitu, velmi málo Fe-chloritů, vzácně uhličitany; ruda přechází do železitých křemenů (jaspilitů)
 - spektarit + magnetit (porfyroblasty) + křemen
- převážně silikátové rudy, místy s hojnějšími uhličitany:
 - Fe-chlority (především thuringit) + magnetit (z části profyroblasty)
 - téměř výhradním rudním minerálem jsou Fe-chlority, málo magnetitu; přechody do vápencových rud, resp. do lepidochloritických břidlic; místy hojně uhličitany

Jelikož Koutek (1951) přejal i přechody mezi jednotlivými základními typy, navázal na jeho práci Skácel (1966). Jelikož na ložiscích dochází ke střídání a vzájemným přechodům blízkých variet, rozlišuje Skácelova klasifikace také variety extrémní:

1. Jaspilitové Fe-rudy

Pro tyto rudy je typický vysoký obsah SiO_2 (30 – 50%) a nízký obsah Fe (do 30%), pouze stopy CaO. Jedná se o masivní rudninu s vysokým podílem načervenalého jemně

krystalického křemene, v němž jsou nepravidelné šmouhy hnědě a cihlově červeně zbarveného jaspilitového křemene, který místy převládá. v základní křemenné hmotě bývají nepravidelně omezené, mráčkovité shluky hematitu s příměsí drobných krystalků magnetitu. Výjimečně lze nalézt mikroskopické šupinky chloritů. Textura těchto rud je zpravidla masívní, bez náznaků zvrstvení, případně chaotická; struktura kryptokrystalická s relikty gelů. Lom je často lasturnatý, celkové zbarvení v odstínech červené až hnědé. Tento typ rud je často komponentou rudních poloh uvnitř vulkanitů, jaspility byly často považovány za hlušinu. Jaspilitové rudy lze hojně najít na všech ložiscích šternbersko-hornobenešovského pruhu, dále v Hornomoravském úvalu a jižních vrbenských vrstvách.

2. Masívní krevelové rudy s rozptýleným magnetitem

Obsah Fe v rudě dosahuje 45 – 50% při cca 20 – 25% SiO₂. Obsah CaO je menší než 1% nebo stopový. Tvoří velmi tvrdé, masívní, nepravidelné polohy a hnízda menších rozměrů v jaspilitech. Ocelově šedá barva horniny je způsobena jemně šupinatým hematitem, tvořícím mráčkovité shluky. Magnetit je vtroušen v podobě porfyroblastů, křemen je zastoupen v proměnlivém množství. Obsahuje vtroušeniny magnetitu ve formě blastů a proměnlivé množství mikrokystalického křemenu. Ruda netvoří větší tělesa. Výskyt rudní variety závisí na přítomnosti většího množství jaspilitů, typický v Horním Benešově a u Čabové.

3. Spekularitové vrstevnaté rudy s jemně rozptýleným magnetitem

Obsah Fe je vyšší než u jaspilitů, poměr Fe a SiO₂ je 1:1 až 1,5:1 (cca 35 – 40% Fe a 25 – 35% SiO₂). Dokonale rytmičné vrstvení hematitu s vrstvou mikrokystalického křemene s hematitovou disperzí. Jemně rozptýlený magnetit je především v hematitových polohách, příležitostně se vyskytují i polohy chloritické. Typický výskyt této rudní variety je na „Rozvodném vrchu“ u Čabové, u Horních Životic a Horního Benešova.

4. Hematito-karbonátové rudy

V základní karbonatické hmotě se vyskytují nepravidelné koncentrace práškového hematitu, místy hematitem zrudněné částice s magnetitovými blasty. Lokálně lze najít šupinky thuringitu, často křemennou či křemeno-živcovou klastickou příměs. Jedná se o poměrně chudou rudní varietu málokdy s bilančním obsahem Fe, která navazuje na varietu zrudněných vápenců a hematitových oolitických rud.

5. Hematitové oolitové rudy

Základní hmotu tvoří jemnozrnné kalcitové agregáty či lamelovlovaní jedinci, do jejichž okrajů prorůstá chlorit. Ooální ooidy jsou tvořeny hematitem a karbonátem, jejichž

vrstvy se střídají a naznačují tak zonální stavbu. Ooidy jsou protkané žilkami kalcitu, mohou se zde vyskytovat také hematitem prosycené kalcifikované fosilie. Tento typ byl zjištěn pouze u Horního Benešova v okolí Nové jámy na „Steinhüblu“, kde byla v hloubce 91,8 m navrtána 10 cm mocná karbonátová poloha s práškovitou disperzí hematitu a různě valkými ooidy (nejčastěji cca 2 mm velké).

6. *Magnetitové rudy s hematitem*

Tyto horniny tvoří nepravidelná hnízda a polohy zejména v jaspilitových rudách, nejčastěji v nejširším místě rudních čoček, samostatná lože tvoří pouze vzácně. Primární magnetit je makroskopicky zřetelný, tvoří blasty. v rámci kyselých rud má nejprůzračnější chemické složení, kdy obsah Fe až dvojnásobně převyšuje nad obsahem SiO₂ (cca 35 – 45% Fe a 20 – 25% SiO₂). Tyto rudy byly nalezeny u Horního Benešova, v Leskovci nad Moravicí a Čabové.

7. *Magnetitové rudy s Fe chlority*

Tyto rudy se vyskytují v ostatních vyčleněných varietách zásaditých rud ve formě čočkovitých hnízd a protáhlých poloh, jsou výhradně v hraničním ložisku. Magnetit je makroskopicky patrný, tvoří jemnozrný agregát a je prorůstán šupinkami Fe-chloritů (především thuringitem). Přejídné typy mohou obsahovat malá množství hematitu. Hornina má masívní texturu, pouze výjimečně vrstevnatou. Obsah Fe v rudě dosahuje 45 – 55%, SiO₂ 20 – 25% a obsah CaO až 12%. Hojné výskyty této variety jsou u Řídče, Benkova a Králové, méně hojné u Horního Benešova a Hor. Životic

8. *Fe-chloritické rudy s rozptýleným magnetitem*

Tyto rudy jsou hlavní složkou zásaditých rudních ložisek. Dominantní jsou Fe-chlority, jež prostupuje magnetit. Zastoupení karbonátů je proměnlivé. Vrstevnatost je dokonalá či zcela chybí v závislosti na prostředí, ve kterém docházelo k rudní genezi. Vrstevnaté variety mohou obsahovat vložky tufitů či fosilie, v nevrstevnatých lze pozorovat rekrytalizované reliktové gelových struktur. Chloritické rudy jsou zemité, měkké a zelenohnědé. Obsah Fe (40 – 50%) určuje obsah SiO₂, jež dosahuje obvykle 1/3 až 1/4 obsahu Fe. Tyto rudy byly nalezeny u Leskovce n. Mor.m., Chabíčova, Řídče a Benkova.

8a *Fe-chloritické rudy s magnetitem a sideritem*

V této varietě jsou jemně šupinaté chlority hojně prorůstány magnetitem ve formě volně rozptýlených krystalů, siderit lze indikovat pouze na základě chemické analýzy či mikroskopického studia, kdy jej lze pozorovat ve formě izolovaných štěpných zrn. Hornina je masívní, zelenošedé až hnědošedé barvy. Obsah Fe může přesahovat i 55%, obsah SiO₂ se pohybuje v rozmezí 10 – 20% (obvykle 15%), obsah CaO je 2 – 12 %

(obvykle kolem 6%). Tyto rudy se vyskytují v okolí Řídče, Benkova a Králové, méně u Horního Benešova a Leskovce n. Mor.

9. Oolitické Fe-chloritové rudy

Tyto rudy se vyskytují při vápencích a to častěji, než rudy hematitové. Mikroskopické ooidy jsou rekrystalizované, jejich jádro tvoří hematito-kalcitový jemně krystalický agregát. Jádrem může být také hematitem prosycená kalcifikovaná fosilie. Okolo jádra se střídají chloritové a hematito-kalcitové obaly, na okraji mohou být velké magnetitové blasty doplněné mackensitem. Tyto rudy lze nalézt v okolí Horního Benešova.

10. Brekciovité a bročkovité rudy

Tato ruda je typicky klastická, tvořená ostrohrannými úlomky rudniny o velikostech milimetrových až po 5 cm. Lze pozorovat červené vápenité bročky s hematitem, jaspilitové bročky, úlomky rud hematitových, hematit-magnetitových a chloriticko-magnetitových. Tmelem jsou rekrystalizované karbonáty a/nebo dlaždicovitý křemen. Mohou se vyskytovat též úlomky fosilií. Tyto rudy se významně podílejí na stavbě jesenických železnorudných ložisek. Tyto úlomkové rudy lze rozdělit na hematitové, jež se vyskytují nejčastěji, a chloritové. Hematitový subtyp má charakter klastického sedimentu, zatímco chloritový subtyp se podobá textuře vulkanické brekcie. Hematitové úlomkové rudy lze nalézt na Rozvodném vrchu u Čabové, chloritové úlomkové rudy u Králové. v okolí Horního Benešova lze pozorovat oba subtypy, typicky s úlomky hornin s tentakulitami.

11. Zrudněné organogenní vápence

Zrudněné vápence se vyskytují v nadloží ložisek. Rudní minerály jsou volně rozptýleny, obalují a pronikají do schránek fosilií a jejich úlomků. Mimo magnetit mohou být přítomny i šupinky a shluky Fe chloritů. Často lze pozorovat hematitové či chloritové ooidy, jejichž vnější obal je tvořen magnetitem. Častá je křemen–živcová příměs, křemenné klasty nebo úlomky jaspilitů. Tyto vápence reprezentují zánitk rudotvorné facie v blízkosti karbonátové facie. Obsahy železa jsou jen nízké – do 28 %.

12. Tufity s Fe-chlority

Tento typ reprezentuje přechod chloritických rud do tufitů, či jejich střídání, za rudy je považovat nelze.. Tento typ byl pozorován poblíž lokalit Řídče a Leskovec nad Moravicí.

13. Tufity s hematitem

Ani tento typ nemá povahu rudy. Hematit tvoří několik jen milimetrů silné proplástky či jen slabý poprašek na vrstevních plochách. Tento typ se vyskytuje v blízkosti hematitových a jaspilitových rud, lze je nalézt též nepravidelně uvnitř vulkanické série i

ve větší vzdálenosti od rudních ložisek. Tento typ byl zaznamenán u Horních Životic, v Horním Benešově a u Čabové.

Skácel (1966) rozlišil tyto rudy též na základě jejich textury, a to následně:

- Rudy nevrstevnaté – pro tyto je typická masivní nebo chaotická textura, zpravidla s relikty gelů. Vznikaly krystalizací z roztoků nižších teplot, za proměnlivého pH a Eh, či za spolupůsobení exhalací. Z kyselých rud k nim náleží typy č. 1 a č. 2, ze zásaditých rud typ č. 8, přechodné jsou typy č. 6, 7, 8a. Prostředí ve kterém docházelo ke genezi těchto rud, bylo v blízkosti přínosových cest, v nerovnostech na svahu elevací (sopečných kup), Transport rudních částic, které spíše tuhly z gelovité sraženiny na místě svého vzniku, proto nelze předpokládat.
- Rudy vrstevnaté – tyto rudy mají stejné výchozí komponenty jako rudy nevrstevnaté. Příležitostně vykazují rysy rytmicky zvrstveného sedimentu. Do této skupiny lze řadit typy č. 2 a z části č. 6, 7, 8a. Přínos železa probíhal krystalizací z roztoků, případně exhalací, které byly časově přerušovány. Méně docházelo k transportu již dříve vykrystalizovaných částic (sedimentace ze suspenze). Prostředí ukládání rud bylo klidné, pouze s malým pohybem v oblastech proudění.
- Rudy oolitické – tyto rudy vznikají za normálních okolností v mělkovodním sedimentačním prostředí s prouděním a vířením vody (příbřežní facie). Do této kategorie řadíme typy č. 5, 9 a 11. Krystalizačními centry jsou úlomky fosilií, klasty či úlomky rudy. Ooidy se vyskytují v karbonátových nebo v horninách s vyšším obsahem karbonátů. Chloritové ooidy naznačují aciditu prostředí. Je možné, že v případě rud typu Lahn-Dill vznikaly ooidy v hlubším prostředí, v místech, kde se tvořil vířivý pohyb vody v okolí výronů rudních term a exhalací.
- Rudy úlomkovité – tyto rudy lze rozlišit na dvě podskupiny:
 - a) Rudy s rysy klastického sedimentu (hematitové). U těchto rud lze pozorovat gradální zvrstvení, u jemnějších typů subakvatické kluzy a křížové zvrstvení. Tyto rudy jsou záznamem o sedimentaci na svahu.
 - b) Rudy s rysy vulkanické brekcie (chloritické). Sedimentační prostředí této skupiny klidné nebylo.

U těchto rud nebyl zásadní vliv diagenetických a tektonických procesů, zato se ve značné míře ulatňoval transport. Teploty byly nízké až normální.

5 Historie těžby železných rud na Rýmařovsku

Železo patří mezi technicky nejvýznamnější kovy provázející lidskou civilizaci, jeho význam pro její vývoj dokresluje termín doba železná v běžně užívaném systému periodizace pravěkých dějin (doba kamenná, bronzová a železná; Vykoupil 2002). Výroba železa má své počátky patrně u kmene Chetitů na území Malé Asie zhruba kolem roku 1500 př. n. l., do Evropy tato technologie pronikla zhruba o 2 tisíce let později, přičemž do střední Evropy se železo dostalo patrně z Řecka, a to nejprve v podobě hotových výrobků, teprve později (snad již od 6. stol. př. n. l.) začalo období domácího zpracovávání tohoto materiálu (Vykoupil 2002).

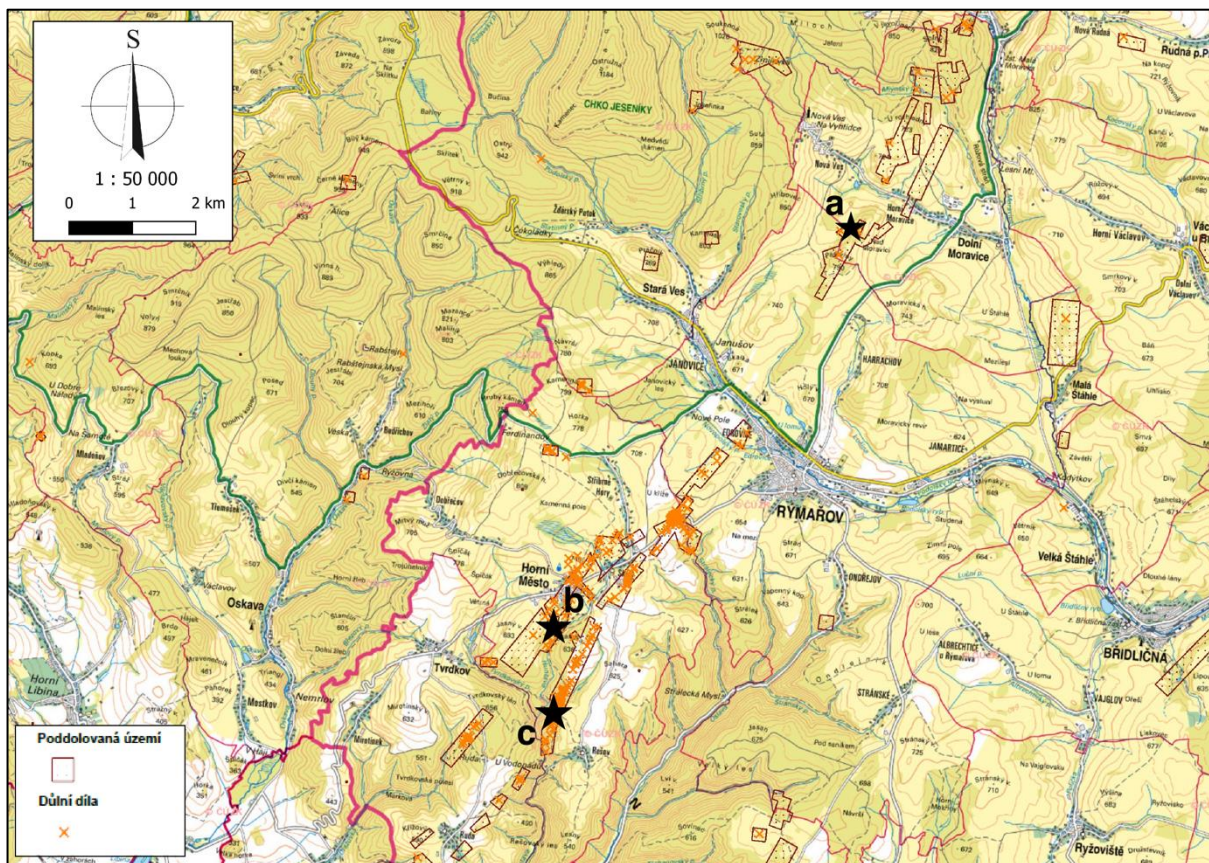
Dle Nováka a Štěpána (1987) sahá historie získávání kovů v okolí Rýmařova již do doby cca 100 př. Kr., kdy byla oblast osídlena keltskými kmeny, které se věnovaly rýžování zlata na řece Oskavě a v nivě řeky Moravice nad Malou Štáhlí. V období středověku bylo v popředí dobývání a zpracování drahých kovů (Karel 2011).

Význam těžby železných rud, coby suroviny potřebné pro rozvoj měst a výrobu zbraní a munice při ozbrojených konfliktech, v regionu začal růst přibližně od 14. století, (Karel 2011). Dle Skácela (1993) k významnému rozvoji hutnictví došlo v 16. století. Nejstarší hutě a hamry na Rýmařovsku byly založeny při vodnatých říčkách v Dlouhé Loučce a Břidličné, později byly založeny hutě též u Horního Města - Skal, Rýmařova a hamry u Rudy, Janovic a Horní Moravice (Skácel 1993). Rozkvět báňské činnosti a hutnictví železa nastal po roce 1552, těžba železných rud nebyla přerušena ani třicetiletou válkou, kdy se dochované záznamy zmiňují o dodávkách munice, chladných i palných zbraní pro císařskou armádu (Skácel 1993, Karel 2011). Železářství se v regionu dle Skácela (1993) úspěšně rozvíjelo až do 19. století, poté byly původní malé huti nahrazeny novými, které byly vybaveny rovněž hamrem, slévárnou, válcovnou a drátovnou. Karel (2011) uvádí, že od 19. století se pozornost přesunula od železa k rudám zinkovým, vlivem obliby nově vyráběného pozinkovaného plechu.



Obr. 8. Původní hornický vozík z rudních dolů v Horním Městě.
Foto: Z. Juránková, listopad 2018.

Během 2. světové války i po ní byla pozornost zaměřena na rudy polymetalické (Karel 2011). Dle Tomšíka (1993) historické záznamy z téže doby však dokládají významné průzkumy rudních ložisek. Ke komplexnímu průzkumu (zejména za pomoci metod geofyzikálních, především magnetometrie) došlo v období po 2. světové válce, kdy byl prozkoumán téměř celý areál ložisek Fe rud ve vrbenských vrstvách (Tomšík, 1993). Zájem o tato ložiska byl obzvláště intenzivní ve dvacetiletí 1940-1960 (Skácel 1993). Obzvláště významný byl průzkum v nejjižnější části vrbenské skupiny v pokleslé kře Hornomoravského úvalu, kde v poválečném období byla objevena skrytá ložiska Fe rud u Benkova a Králové (Skácel et al. 1968, Skácel 2000) Definitivní činnost železáren se zastavila v roce 1952, z důvodu příliš vysokých logistických nákladů a neschopnosti konkurovat Vítkovickým železárnám (Karel 2011). Na relativně velkém ložisku Medlov, které se též nachází v prostoru nejjižnější části vrbenské skupiny, těžba Fe-rud skončila až v roce 1965 (Zelinger et al. 1998), a tím bylo definitivně ukončeno dobývání Fe-rud v celé jesenické oblasti. Těžba polymetalických rud v oblasti však dle Karla (2011) ještě pokračovala až do 70. let, kdy se v letech 1954–1970 v oblasti vytěžilo na 216 000 tun polymetalické rudy.



Obr. 9. Mapa důlních děl a poddolovaných území s vyznačenými lokalitami: a – Horní Moravice, b – Horní Město, c – Rešov. Upraveno a zmenšeno dle Mapy důlních děl a poddolovaných území 1 : 50 000, zdroj: Česká geologická služba ([www1](http://www1.geology.cz)).

6 Metodika

Bylo provedeno zhodnocení stavu zájmových lokalit, pořízena fotodokumentace a odebrány horninové vzorky. Tyto vzorky spolu se vzorky, jež byly dříve na lokalitách nasbírány vedoucím práce, byly zpracovány pro další výzkum.

Pro studium v polarizačním mikroskopu byly ze vzorků vyhotoveny leštěné výbrusy (panem J. Povolným, PřF MU Brno). Výbrusy byly studovány v procházejícím světle ve standardním polarizačním mikroskopu Olympus BX50, jež umožňuje studium výbrusů v procházejícím i odraženém světle. Fotodokumentace výbrusů byla pořízena kamerou Olympus Camedia C-7070.

Dál bylo použito rentgenfluorescenční (EDXRF, dále jen XRF) analýzy ke zjištění horninového charakteru vzorků. Pro tuto analýzu bylo potřeba prvně vzorky namlít na jemný prášek a stlačit do pelet. Následně byla provedena analýza pomocí přístroje DELTA-PREMIUM v laboratoři URGA, s.r.o. v módu GEOCHEM. Výsledky XRF analýz byly normalizovány na základě výsledků analýz vzorků železných rud z jesenické oblasti provedených v ACME Vancouver.

Chemismus horninotvorných a akcesorických minerálů byl zjišťován vlnově disperzní analýzou (WDX). Leštěné výbrusy byly nejdříve potaženy grafitem a následně zkoumány elektronovým mikroanalyzátorem Cameca SX100 (analýzu prováděli P. Gadas a J. Heifler, PřF MU Brno). byly vzorky zkoumány pomocí zpětně odražených elektronů (tzv. BSE obraz).

Standardsy použité pro WDX analýzy:

Magnetit: průměr svazku 2 μm , 15 keV, 20 nA; použité standardy: hematit (Fe), Mn_2SiO_4 (Mn), anatas hardangervida (Ti), wollastonit (Ca), gahnit (Al, Zn), Mg_2SiO_4 (Mg), almmndin (Si), chromit (Cr), vanadinit (V), Ni_2SiO_4 (Ni), Co (Co).

Hematit: průměr svazku 2 μm , 15 keV, 20 nA; použité standardy: hematit (Fe), Mn_2SiO_4 (Mn), anatas hardangervida (Ti), wollastonit (Ca), gahnit (Al, Zn), Mg_2SiO_4 (Mg), almmandin (Si), chromit (Cr), vanadinit (V), Ni_2SiO_4 (Ni), Co (Co).

Fylosilikáty: průměr svazku 5 μm , 15 keV, 20 nA; použité standardy: albit (Na), sanidin (K), Mg_2SiO_4 (Mg), wollastonit (Ca), andalusit (Si, Al), chromit (Cr), TiO (Ti), andradit (Fe), spessartin (Mn), vanadinit (Cl, V), Ni_2SiO_4 (Ni), topaz (F), gahnit (Zn), ScVO_4 (Sc), SrSO_4 (Sr), baryt (Ba).

Karbonáty: průměr svazku 8 μm , 15 keV, 10nA; MgSiO_4 (Mg), SrSO_4 (Sr), sanidin (K), fluorapatit (Ca), hematit (Fe), Mn_2SiO_4 (Mn), baryt (Ba), topaz (F), wollastonit (Si), gahnit (Zn), Co (Co).

Živce: průměr svazku 5 μm , 15 keV, 10 nA; použité standardy: albit (Na), sanidin (K), baryt (Ba), fluorapatit (P), wollastonit (Ca), almandin (Si, Fe), SrSO_4 (Sr), andaluzit (Al), leucit (Rb), pyrop (Mg), topaz (F), titanit (Ti), spessartin (Mn).

Apatit: průměr svazku 8 μm , 15 keV, 10 nA; použité standardy: albit (Na), lammerit (As), YAG (Y), ortoklas (Al), wollastonit (Si, Ca), SrSO_4 (Sr, S), fluorapatit (P), almandin (Fe), spessartin (Mn), PrPO_4 (Pr), vanadinit (Cl), u (U), LaPO_4 (La), CePO_4 (Ce), NdPO_4 (Nd), $\text{CaTh}(\text{PO}_4)_2$ (Th), anatas hardangervida (Ti), topaz (F), Mg_2SiO_4 (Mg).

Titanit: průměr svazku 2 μm , 15 keV, 20 nA; použité standardy: albit (Na), titanit (Si), sanidin (K, Al), Sn (Sn), andradit (Fe), vanadinit (V, Cl), wollastonit (Ca), CrTa_2O_6 (Ta), spessartin (Mn), NdPO_4 (Nd), PrPO_4 (Pr), LaPO_4 (La), CePO_4 (Ce), SmPO_4 (Sm), anatas hardangervida (Ti),), SrSO_4 (Sr), Mg_2SiO_4 (Mg), YAG (Y), ScVO_4 (Sc), columbit Ivigtut (Nb), Zr (Zr), ThO_2 (Th), u (U), topaz (F), GdPO_4 (Gd), DyPO_4 (Dy).

Turmalín: průměr svazku 5 μm , 15 keV, 20 nA; použité standardy: albit (Na), almandin (Si, Fe), MgAl_2O_4 (Al), pyrop (Mg), titanit (Ti), chromit (Cr), vanadinit (Cl, V, Pb), wollastonit (Ca), ortoklas (K), spessartin (Mn), gahnit (Zn), topaz (F), Ni_2SiO_4 (Ni), ScVO_4 (Sc).

Zirkon: průměr svazku 2 μm , 15 keV, 20 nA; použité standardy: almandin (Fe), spssartin (Mn), wollastonit (Ca), LaPO_4 (La), CePO_4 (Ce), anatas handangervida (Ti), zirkon (Zr), sanidin (Al, Si), Hf (Hf), YAG (Y), fluorapatit (P), ScVO_4 (Sc), $\text{CaTh}(\text{PO}_4)_2$ (Th), u (U), topaz (F), GdPO_4 (Gd), DyPO_4 (Dy), ErPO_4 (Er), YbPO_4 (Yb), vanadinit (Pb), columbit Ivigtut (Nb), CrTa_2O_6 (Ta).

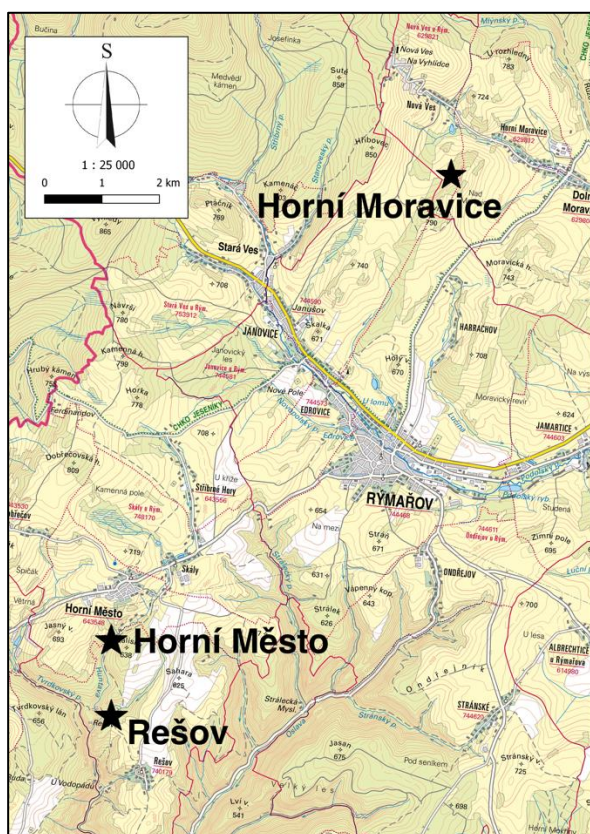
Výsledky analýz byly zpracovány softwarem MS Excel a Formula. Tyto výsledky byly uspořádány do tabulek, analýzy řádně očíslovány a zařazeny podle jednotlivých skupin minerálů.

7 Výsledky terénních a laboratorních prací

V následujících podkapitolách jsou uvedeny výsledky samostatného výzkumu, přičemž je pozornost věnována samostatně zhodnocení stavu lokalit, dále makroskopickým popisům horninových vzorků a mineralogické zhodnocení vzorků pomocí zkoumání v polarizačním mikroskopu. Následuje a stanovení chemismu vybraných minerálů na základě výsledků WDX analýz a zhodnocení celkového chemismu rudních hornin na základě výsledků XRF analýz. V rámci popisného a analytického zhodnocení reprezentativních vzorků rozlišují mezi ložiskem Franz-Franz, které reprezentuje lokalita Horní Moravice, a hornoměstským rudním revírem, jenž je zastoupen lokalitami Horní Město a Rešov.

7.1 Terénní rekognoskace

Zájmové lokality leží v okruhu cca 6 km od města Rýmařova – viz. obr. 10.



Obr. 10. Topografická lokalizace zájmových lokalit. Upraveno a zmenšeno podle Základní mapy ČR 1 : 25 000. Zdroj: ČÚZK (www2).

Lokalita Horní Moravice se nachází ve vzdálenosti cca 5 km SSV od centra Rýmařova, cca 500 m ZJZ od Horní Moravice, části obce Dolní Moravice. GPS souřadnice lokality jsou 49°58'39,543"N 17°16'57,558"E. Lokalita se nachází ve skalnatých vrších místně zvaných „Na Francové“, v blízkosti lokality leží kóta 774 m n. m. Lokalita leží na území Přírodní

rezervace Franz-Franz, která je předmětem ochrany coby zimoviště netopýrů, mj. i kriticky ohroženého vrápence malého.

Lokalita Horní Město leží ve vzdálenosti cca 5,5 km ZJZ od Rýmařova, v extravilánu obce Horní Město cca 200 m J od chatové osady. GPS souřadnice lokality jsou 49°54'2,969"N 17°12'40,516"E. Lokalita leží v údolí říčky Huntavy, konkrétně ve svazích na jejím pravém břehu.

Lokalita Rešov se nachází cca 1 km SZ od stejnojmenné obce, vzdálenost lokality od centra Rýmařova je cca 6 km JZ. Lokalita leží ve svahu na levém břehu bezejmenného levého přítoku Huntavy, jež se do ní vlévá cca 150 m JZ od lokality. Lokalita se nachází v území Národní přírodní rezervace Rešovské vodopády, předmětem ochrany je zde skalní kaňon Huntavy a jeho vodopády, skalní porost a ohrožené druhy netopýrů a jejich biotopy.

Všechny zájmové lokality se nacházejí mimo obecní zástavbu v lese. Na lokalitách je patrné, že byly v minulosti využívány pro těžbu rud. Tat minulost je však již očividně dávná, jelikož k lokalitám nevede žádná dopravní infrastruktura, která by dnes byla považována za dostačující – lokality nejsou zpřístupněny po zpevněných cestách.

Na lokalitách lze pozorovat celou škálu starých důlních děl (obrázky 11 – 14). Po těžbě rud zůstal na lokalitách členitý terén, jež ještě více akcentuje přirozenou geomorfologii – tehdejší propady se dnes jeví jako příkré a zarostlé roklinky. Obecně lze konstatovat, že lokality udržovány nejsou, zarostly vegetací a řada starých důlních děl byla již zlikvidována. Zejména v oblasti hornoměstského revíru je patrné, že zde probíhala báňská činnost velmi intenzívně – počet starých důlních děl je zde výrazně větší, řada důlních děl je v terénu hůře identifikovatelná, jelikož jsou velmi blízko u sebe při velkém počtu na relativně méně rozsáhlém území. v oblasti ložiska Franz-Franz jsou pozůstatky po těžbě pouze z této jedné štol, ani přesto jich však není málo. v terénu lze pozorovat řadu původních vstupů do štol – všechny vstupy, jež jsem objevila byly řádně zabezpečeny proti vstupu nepovolaným osobám. Dále jsem narazila na důlní komíny a šachtice, v okolí Horního Města v těsné blízkosti štol Vsech svatých ležela řada starých vrtných jader, jež dokladují, že na místě skutečně probíhal intenzivní průzkum. i tato důlní díla byla v době mé návštěvy (listopad 2019) řádně zajištěna.



Obr. 11. Vchod do štolý Franz-Franz. Foto: Z. Juránková, listopad 2019.



Obr. 12. Komín na ložisku Franz-Franz. Foto: Z. Juránková, listopad 2019.

V okolí starých štol se dodnes nachází také drobné haldičky. Tyto posloužily jako zdroj materiálu pro reprezentativní vzorky– halda ze štolý Franz-Franz (lokalita Horní Moravice) pro ložisko Franz-Franz a pro hornoměstský revír haldy ze štol Věch svatých (lokalita Horní Město) a Alžběta (lokalita Rešov).

Obr. 13. Terénní deprese (vznačena červeně) představující zasypáný vchod do štolý Nová Josefa v hornoměstském revíru. Foto: Z. Juránková, listopad 2019.



Obr. 14. Zbytky vrtných jader nedaleko štolý Věch svatých v hornoměstském revíru. Foto: Z. Juránková, listopad 2019.

7.2 Petrografický popis vzorků

Horninové vzorky odebrané na lokalitách byly rozděleny do několika horninových typů dle rudního charakteru a na základě charakteristického minerálního složení. Většina vzorků byla rudního charakteru.

V oblasti ložiska Franz-Franz reprezentované lokalitou Horní Moravice byly rozlišeny tyto horninové typy:

1. rudy magnetitové,
2. rudy jaspilitové,
3. rudy magnetit-chloritové a magnetit-stilpnomelanové,
4. rudy magnetit-pyritové,
5. magnetitem slabě zrudněné mramory,

zatímco v oblasti Hornoměstského revíru, reprezentované lokalitami Horní Město a Rešov, bylo možné rozlišit typy následující:

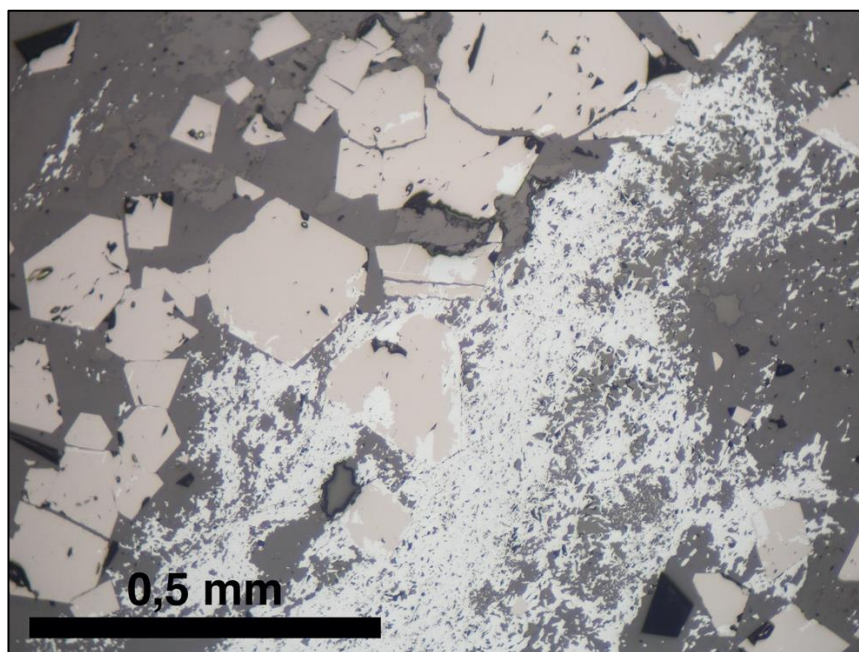
1. ruudy magnetitové,
2. rudy jaspilitové (či jaspilit-hematitové),
3. rudy magnetit-chloritové,
4. rudy magnetit-hematitové,
5. magnetitem slabě zrudněné mramory,

Vzhledem ke značné podobnosti rudních typů na lokalitách, jsou v této kapitole popsány souhrnně s upozorněním na rozdíly mezi jednotlivými lokalitami.

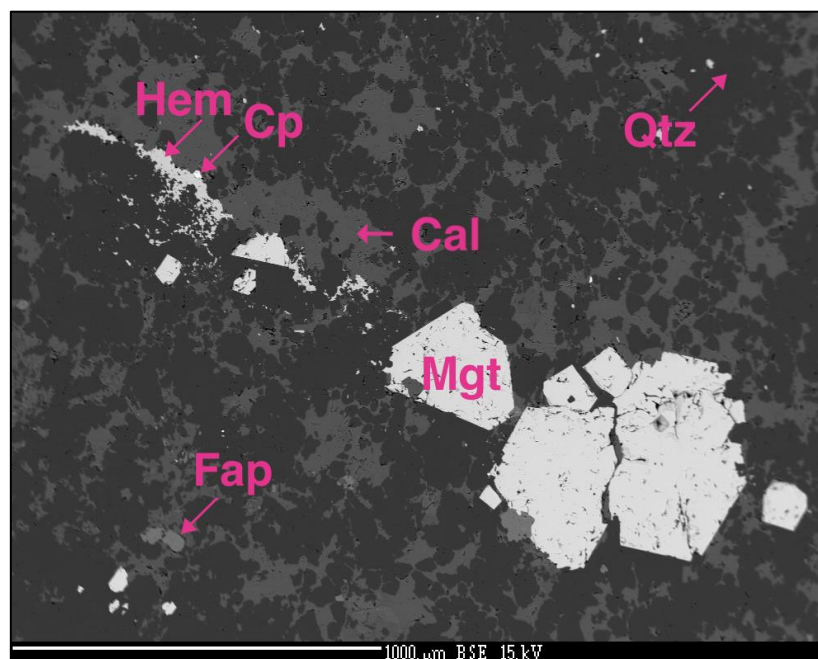
Vzorky magnetitových rud byly makroskopicky celkem dobře rozlišitelné, v rudě bylo možné pozorovat drobná zrna magnetitu a vzorek měl pocitově větší hmotnost. Textura vzorků byla většinou páskovaná s viditelnými pásky (laminami) magnetitu (viz. obr. 15). Při mikroskopickém studiu bylo možné pozorovat jemnozrnnou křemennou základní tkáň a v ní výrazné vyrostlice magnetitu – velká zrna jsou omezena automorfně, drobná zrna hypautomorfně až xenomorfně. Tato zrna byla často uspořádána do pásků. Dále bylo ve vzorcích možné vidět roztroušeně šupinky chloritu, který byl pleochriocky od světle žluté až do světle zelené barvy, ve výbrusech byly pozorovány i šupiny slíd (muskovit, na lokalitě Horní Moravice též biotit) a jemný zpravidla xenomorfní hematit (obr. 16).



Obr. 15. Magnetitová ruda z lokality Horní Město. Foto: Z. Juránková, listopad 2019.



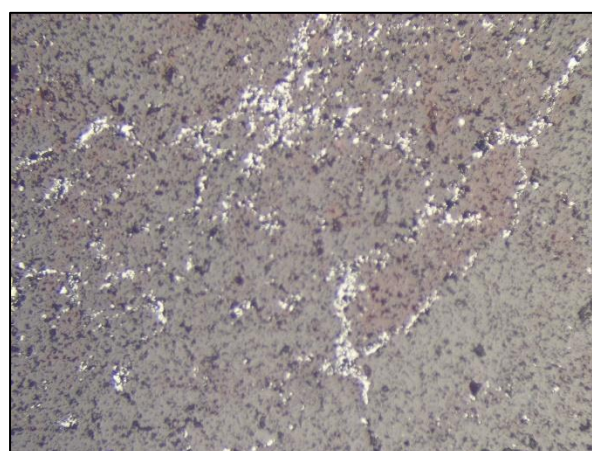
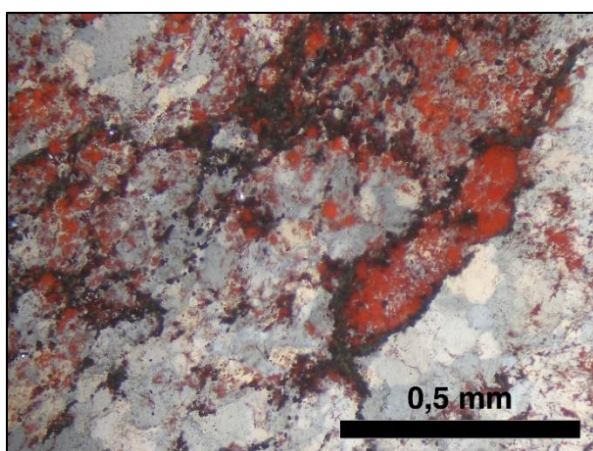
Obr. 16. Magnetitová ruda tvořená porfyroblasty magnetitu (běžové) a hematitem (bílá), ve střední části snímku lze pozorovat zatlačování magnetitu hematitem. Lokalita Horní Město, vzorek VŠSV-16, leštěný výbrus v odraženém světle.



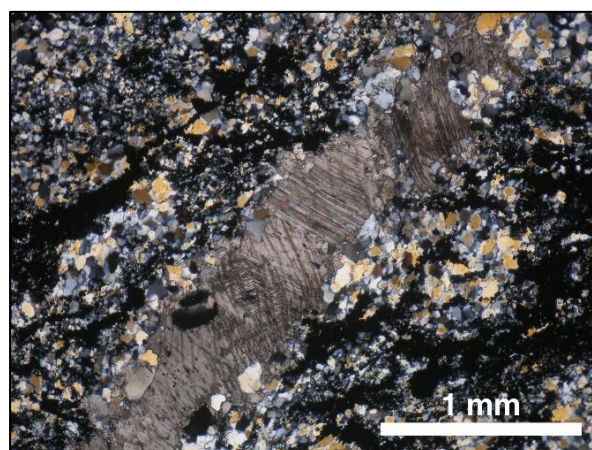
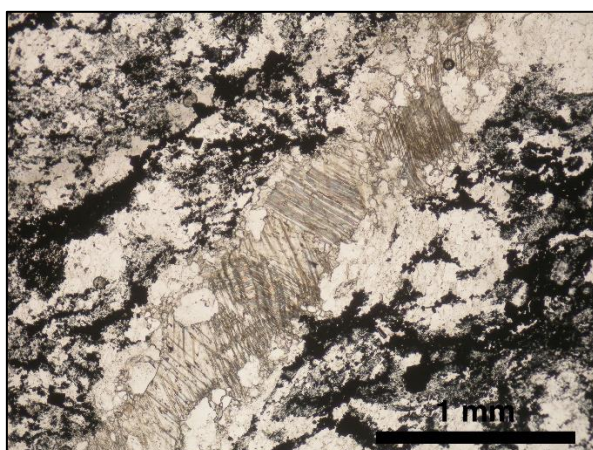
Obr. 17. Magnetitem chudá partie rudy obsahující drobná zrna chalkopyritu (Cal = kalcit, Cp = chalkopyrit, Fap = fluorapatit, Hem = hematit, Mgt = magnetit, Qtz = křemen). Lokalita Horní Město, vzorek VŠSV-16, BSE snímek.

Dalším zastoupeným rudním typem byly rudy jaspilitové. Tyto rudy byly nápadné charakteristickou jasně červenou barvou jaspilitu, červený jaspilitový pigment byl velmi dobře pozorovatelný v mikroskopu při režimu odraženého světla a zkřížených nikolech (viz. obr. 19). Tyto rudy měly masívní či páskovanou texturu s výraznými jaspilitovými partiemi, často byly jejich součástí křemenné či kalcitové žilky, jež jsou makroskopicky pozorovatelné na obr. 18 i mikroskopicky na obr. 20. Tyto žilky byly tvořeny zrny ve velikosti až 2 mm. Při mikroskopickém studiu bylo možné pozorovat drobná xenomorfní zrna křemene a hypautomorfní až xenomorfní průřezy tabulkovitě vyvinutými zrny hematitu, místy se ve vzorcích vyskytovaly karbonátové (kalcitové) čočky malých rozměrů (mocnost v řádu mm).

Obr. 18. Jaspilitová ruda z lokality Rešov.
Foto: Z. Juránková, listopad 2021.



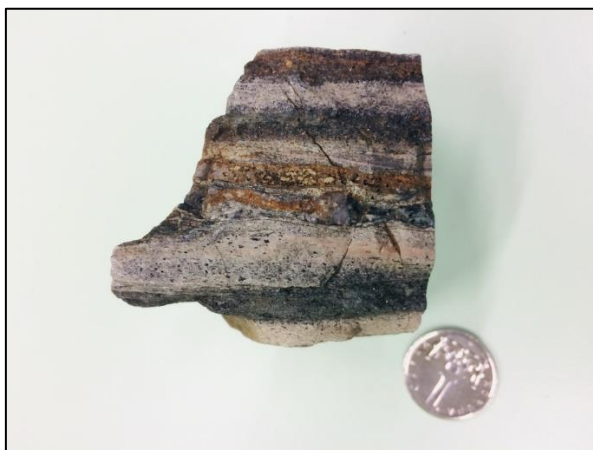
Obr. 19. Jaspilitový pigment v křemeni v jaspilitové rudě. Lokalita Rešov, vzorek Alž-2, nábrus v odraženém světle.



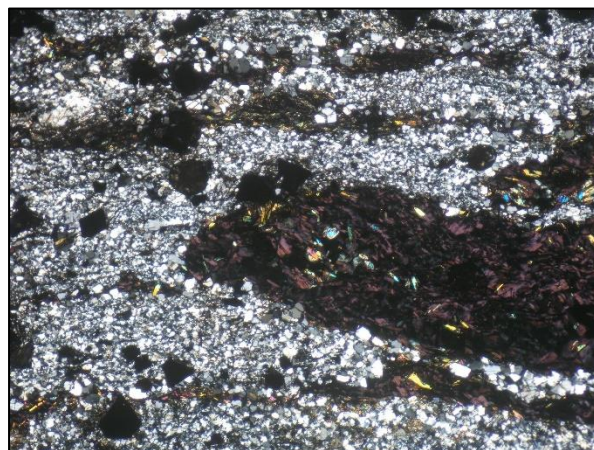
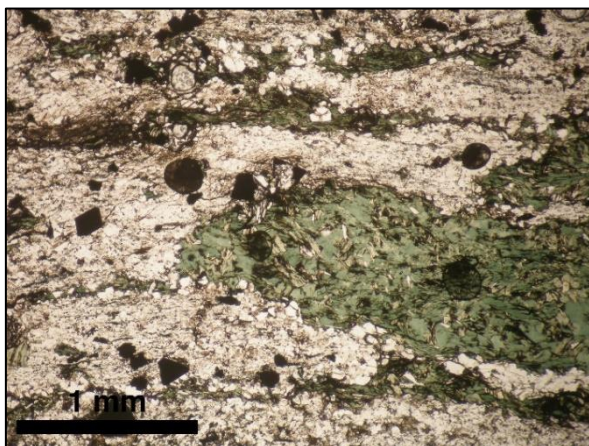
Obr. 20. Jaspilitová ruda s karbonátovou žilkou. Lokalita Horní Moravice, vzorek F-11, leštěný výbrus v procházejícím světle – PPL nalevo, XPL napravo.

Magnetit-chloritové rudy bylo možné odlišit na základě makroskopicky pozorovatelných výrazných pásků (lamin) chloritu – u některých vzorků s páskovanou texturou se jednalo o laminy o mocnosti kolem 1 mm (obr. 21). Při mikroskopickém studiu

chlorit tvořil nepravidelné šupiny, často až 1 mm velké, vykazoval pleochroismus od světle zelené po sytě zelenou (obr. 22). Podstatnou složkou vzorků byl magnetit většinou ve formě roztroušených izometrických automorfních až hypautomorfních zrn značné velikosti (až do 1 mm), místy se koncentrující do neprůběžných pásků. Dále byl pozorován křemen, většinou ve formě drobných xenomorfních zrn, také karbonát, buď jemnozrnný, ale i drobnozrnný, tvořící až 2 mm velká xenomorfní zrna, seskupená do drobných čoček.



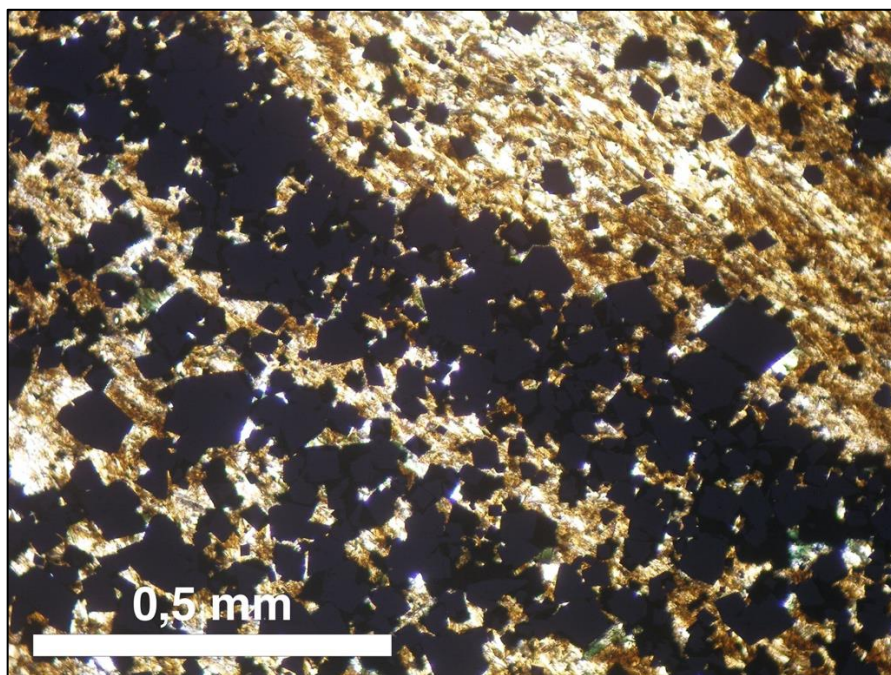
Obr. 21. Magnetit-chloritová ruda z lokality Horní Město s nápadně páskovanou stavbou. Foto: Z. Juránková, listopad 2019.



Obr. 22. Zelené chloritové partie chloritových poloh ve vzorku magnetit-chloritové rudy. Lokalita Horní Město, vzorek VŠSV-47, leštěný výbrus v procházejícím světle – PPL nalevo, XPL napravo.

Vzorky magnetit-stilpnomelanových rud vykazovaly výraznou páskovanou texturu. Stilpnomelan v těchto rudách tvoří pásy složené ze šupinek uspořádaných konformně s foliací rudy (horniny). Součástí těchto pásků jsou i ojedinělé šupinky chloritu, drobná xenomorfní zrnka křemene a převážně hypautomorfně vyvinutá zrna magnetitu (obr. 23). Rudními vzorky často probíhají drobné žilky (mocnosti do 1 cm) tvořené drobnozrnným až hrubozrnným kalcitem a až několik mm velkými šupinami stilpnomelanu. v mikroskopu bylo

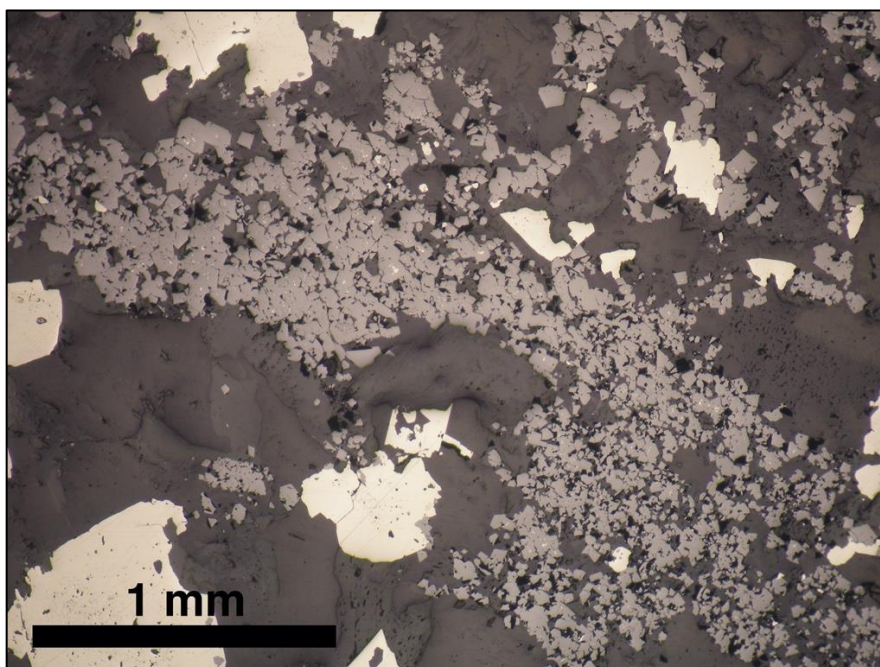
možné vidět výrazně pleochroický (žlutý až tmavě hnědý) stilpnomelan ve formě šupin a snopkovitých agregátů s velikostí zrn až 0,2 mm. Dále byl pozorován jemnozrnný křemen a magnetit ve formě většinou izometrických automorfních až hypautomorfních průřezů o velikosti cca 0,1 mm.



Obr. 23. Magnetit-stilpnomelanová ruda s výraznou páskovanou texturou, obrázek zachycuje partii velmi bohatou magnetitem, akcesoricky je přítomen chlorit (zelený na snímku v pravém dolním rohu). Lokalita Horní Moravice, vzorek F-12, leštěný výbrus v procházejícím světle (PPL)

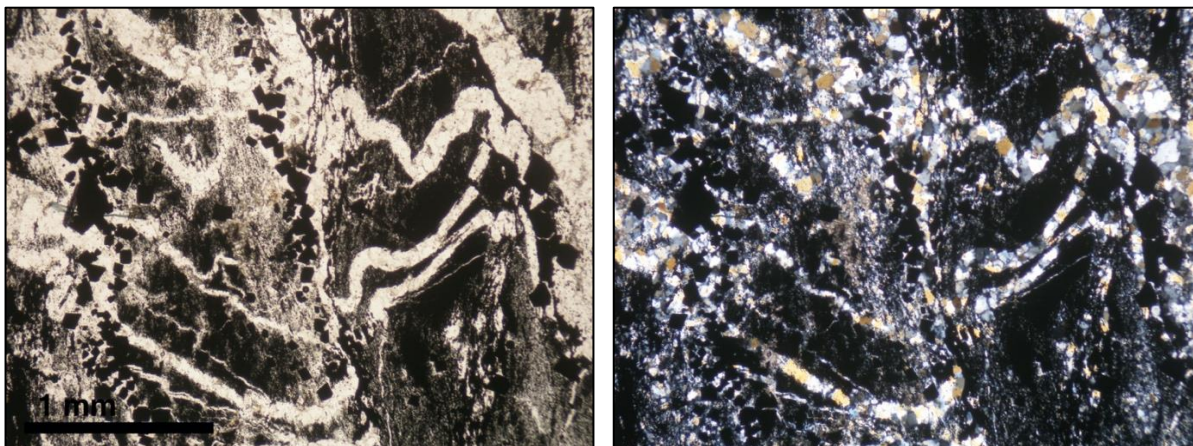
Magnetit-pyritové rudy (obr. 24) jsou charakteristické páskovanou texturou a výraznými vyrostlicemi pyritu (o velikosti až 1 mm). Při mikroskopickém studiu bylo možné vidět výše zmíněná pyritová zrna, často izometrická a automorfní až hypautomorfní. Magnetit tvoří drobná hypautomorfní zrna. Rudní minerály se v hornině koncentrují do pásků konformních s foliací. Křemen a karbonát tvoří spíše drobná zrna, v případě žilek však může jít až o 2 mm velká individua. Akcesoricky byl ve vzorcích pozorován stilpnomelan ve formě výrazně pleochroických šupinek (žlutých až světle hnědých) a šupinkovitý chlorit v podobě lištovitých průřezů s pleochroismem od světle žluté po sytě zelenou.

Obr. 24. Magnetit-pyritová ruda z lokality Horní Moravice. Foto: Z. Juránková, listopad 2019.



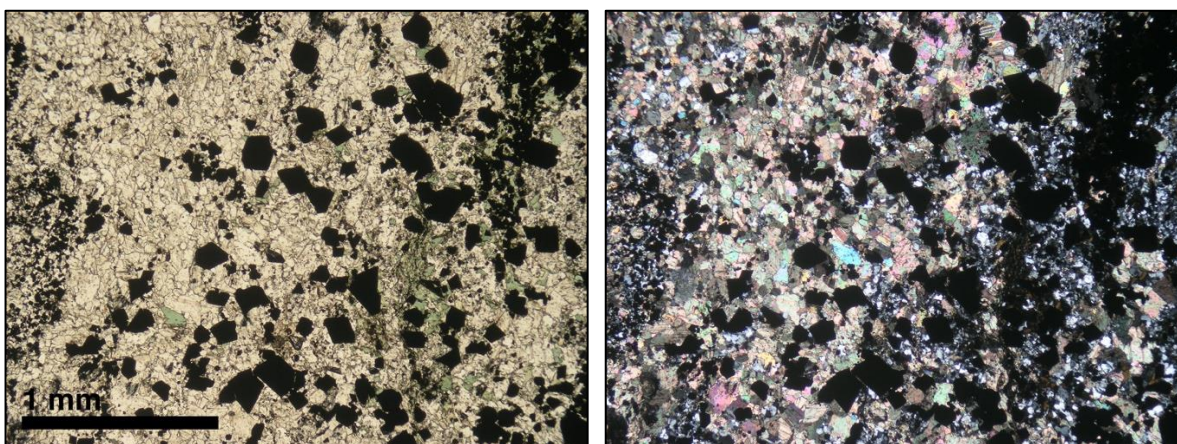
Obr. 25. Magnetit-pyritová ruda – pyrit je na snímku nažloutlý, magnetit světle šedý. Lokalita Horní Moravice, vzorek F-1, leštěný výbrus v odraženém světle, bez analyzátoru.

Rudy magnetit-hematitové jsou charakteristické páskovanou stavbou, jsou též protkány křemennými žilkami (obr. 26). Při mikroskopickém studiu lze pozorovat hematit, který tvoří polohy drobných hypautomorfních až xenomorfních zrn. Magnetit se vyskytuje v menší míře, tvoří však větší vyrostlice – až 0,5 mm velké automorfní průřezy. Karbonát a křemen tvoří drobná xenomorfní zrna s výjimkou žilek, kde lze pozorovat až 1 mm velká individua.



Obr. 26. Magnetit-hematitová ruda protkaná křemennými žilkami. Lokalita Horní Město, vzorek VŠSV-45, leštěný výbrus v procházejícím světle – PPL nalevo, XPL napravo.

Skupinou, která reprezentuje slabě zrudněné horniny, jež za rudy nelze považovat, jsou slabě zrudněné mramory. Tyto mají většinou páskovanou texturu, jsou složeny z pásků karbonátu (kalcit) a pásků, v nichž je tento karbonát provázen malým množstvím magnetitu a chloritu. Karbonát se vyskytuje také ve formě čoček. Při pohledu pod mikroskopem lze pozorovat relativně velká (do 1 mm) izometrická zrna karbonátu. Magnetit tvoří spíše drobná hypautomorfní až automorfní zrna. Chlorit má charakter drobných lupínků, vykazuje pleochroismus od světle žluté do světle zelené barvy (obr. 27).



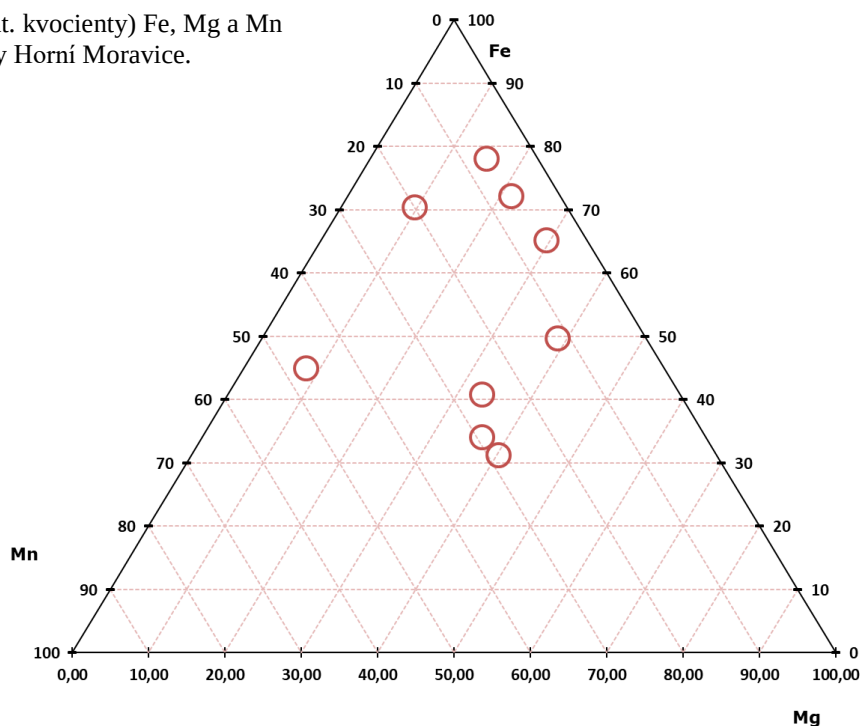
Obr. 27. Zrudněný mramor s partií bohatou magnetitem, na snímku pozorovatelný zelený chlorit. Lokalita Rešov, vzorek ALŽ-2, leštěný výbrus v procházejícím světle – PPL nalevo) XPL napravo.

7.3 Chemismus minerálů

V následující kapitole jsou popsány výsledky provedených WDX analýz minerálů. První část kapitoly je věnována ložisku Franz-Franz (lokalita Horní Moravice), minerály jsou popsány v pořadí: karbonáty, chlority, živce, slídy, hematit, magnetit, stilpnomelan a akcesorický apatit. Poté následují výsledky analýz z hornoměstského revíru v obdobném pořadí (s rozdílnými akcesoriemi). U jednotlivých analýz v tabulkách 1 – 24 jsou uvedeny i příslušné typy hornin, z nichž analyzované vzorky pocházejí: Mgt – magnetitová ruda; Jasp – jaspilitová ruda; Mgt-Chl – ruda magnetit-chloritová; Mgt-Stp – ruda magnetit-stilpnomelanová; Mgt-Pt – ruda magnetit-pyritová; Mgt-Hem – ruda magnetit-hematitová; mram. – zrudněný mramor; žil. – alpská žilka v hornině (hydrotermální alterace).

Na ložisku Franz-Franz jsou karbonáty zastoupeny pouze kalcitem. v podobě příměsí tento kalcit obsahuje značný podíl Fe, Mg a Mn viz data v tabulce 1 znázorněná v obrázku 28. Analýzami nebyl zjištěn zásadní rozdíl v chemismu karbonátů ze studovaných rudních vzorků a hydrotermálních mineralizací (žilek).

Obr. 28. Ternární diagram (at. kvocienty) Fe, Mg a Mn v kalcitech z lokality Horní Moravice.



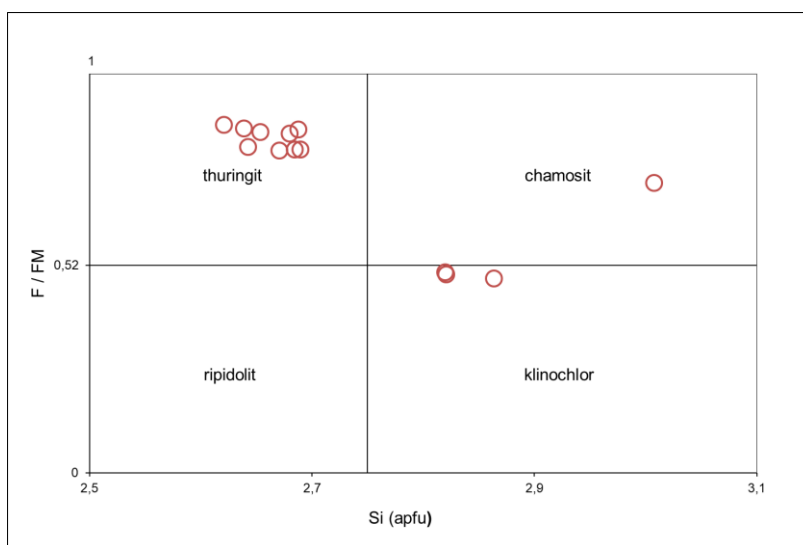
Tab. 1. WDX analýzy karbonátů z lokality Horní Moravice.

	karbonáty								
anal. č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
hor. typ	Jasp	Jasp	Mgt	Mgt-Pt	Jasp	Jasp	žil.	žil.	žil.
SO ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
P ₂ O ₅	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
SiO ₂	0,09	0,08	0,06	0,09	0,07	0,11	0,05	0,10	0,08
Al ₂ O ₃	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01
FeO	1,25	1,17	0,54	2,41	3,19	2,38	0,55	1,47	3,06
MnO	1,08	1,06	0,33	0,67	0,27	0,20	0,57	0,33	0,27
ZnO	0,01	0,03	0,04	0,07	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
MgO	0,76	0,85	0,25	0,19	0,53	0,61	0,06	0,65	0,34
CaO	54,50	54,18	55,35	52,34	51,96	53,38	56,53	54,65	52,46
SrO	0,30	0,29	0,18	0,06	0,12	0,16	0,16	0,25	0,14
BaO	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
PbO	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00
Na ₂ O	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00
F	0,29	0,27	0,25	0,31	0,23	0,24	0,26	0,24	0,23
-O=F	-0,12	-0,11	-0,11	-0,13	-0,10	-0,10	-0,11	-0,10	-0,10
suma	58,39	57,98	57,09	56,22	56,38	57,13	58,28	57,75	56,59
S ⁶⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
P ⁵⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Si ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,05	0,05	0,02	0,10	0,13	0,10	0,02	0,06	0,13
Mn ²⁺	0,04	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg ²⁺	0,06	0,06	0,02	0,01	0,04	0,05	0,00	0,05	0,03
Ca ²⁺	2,83	2,83	2,93	2,84	2,80	2,83	2,94	2,86	2,82
Sr ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Ba ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K ⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F ⁻	0,04	0,04	0,04	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
O ²⁻	1,88	1,89	1,89	1,87	1,90	1,90	1,89	1,90	1,90

Na základě WDX analýz uvedených v tab. 2 lze říci, že chlority ve vzorcích z ložiska Franz-Franz dle Melkovy (1965) klasifikace odpovídají thuringitu, chamositu a klinochloru (obr. 29). Všechny analýzy provedené na vzorcích z rud magnetit-pyritových a z hydrotermálních mineralizací (žilek) odpovídají thuringitu. Chorit z rudy magnetit-stilpnomelanové dle dané klasifikace odpovídá chamositu. Chlority analyzované ve vzorcích

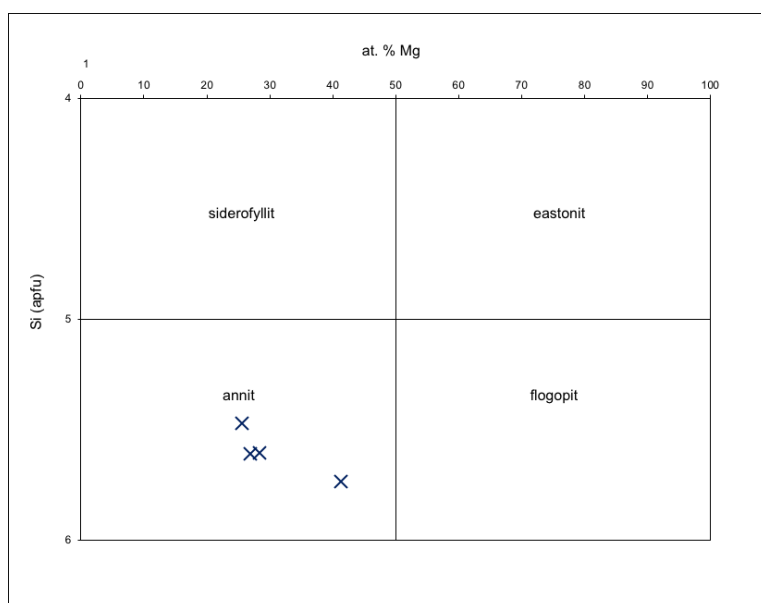
z rudy magnetitové a magnetit-chloritové odpovídají klinochloru při rozhraní klinochlor/chamosit.

Obr. 29. Klasifikační diagram pro chlority z lokality Horní Moravice, upraveno dle Melky (1965).



WDX analýzami uvedenými v tab. 3 bylo prokázáno, že ve vzorcích jaspilitových rud a hydrotermálních mineralizací (žilek) z lokality Horní Moravice jsou živce zastoupeny především K-živci s výjimkou jedné analýzy, jež v jaspilitové rudě prokázala přítomnost albitu (An_{00}).

Slídy jsou na lokalitě Horní Moravice zastoupeny muskovitem a biotitem. Chemické složení uvádí tabulka 4, klasifikace biotitu je na obrázku 30, z něhož je zřejmé, že se jedná o annit.



Obr. 30. Klasifikace biotitů z lokality Horní Moravice v diagramu siderofyllit – eastonit – annit – flogopit.

Tab. 2. WDX analýzy chloritů z lokality Horní Moravice.

	chlority												
anal. č.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
hor. typ	Mgt-Pt	Mgt-Pt	Mgt-Pt	Mgt-Pt	Mgt-Pt	žil.	žil.	Mgt-Stp	Mgt	Mgt	žil.	žil.	Mgt-Chl
P ₂ O ₅	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
SiO ₂	22,69	22,41	23,65	22,82	22,08	23,62	22,36	27,11	26,84	26,43	23,89	23,90	26,50
TiO ₂	0,06	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04	0,11	0,18	0,03	0,06	0,05	0,05
Al ₂ O ₃	19,57	19,52	20,36	18,93	18,42	19,92	18,77	16,67	18,30	19,03	19,55	20,00	19,08
Sc ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
V ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,03	0,05	0,00	0,02
Cr ₂ O ₃	0,02	0,00	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
FeO	41,18	41,88	40,72	40,29	40,11	39,10	39,04	35,53	25,75	26,53	40,14	40,16	26,33
MnO	0,20	0,10	0,16	0,17	0,21	0,20	0,25	0,12	0,19	0,15	0,23	0,29	0,08
NiO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00
ZnO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,05	0,00	0,13	0,17	0,06
MgO	3,70	3,46	3,75	4,02	3,86	5,16	4,96	7,53	15,36	14,82	5,33	5,41	15,03
CaO	0,07	-	0,02	0,09	0,14	0,04	0,07	0,10	0,06	0,04	0,02	0,00	0,04
SrO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
BaO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
Na ₂ O	0,06	0,03	-	-	0,04	-	0,10	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	0,04	0,03	0,02	0,07	0,03	0,04	0,05	1,81	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01
Rb ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,07	0,04	0,00	0,00	0,06
Cl	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
-O=F	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	-0,03	-0,02	0,00	0,00	-0,03
-O=Cl	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
suma	87,59	87,47	88,74	86,48	84,93	88,13	85,64	88,99	86,92	87,19	89,40	90,02	87,28
P ⁵⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Si ⁴⁺	2,64	2,62	2,69	2,68	2,65	2,69	2,64	3,01	2,86	2,82	2,69	2,67	2,82
Ti ⁴⁺	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Al ³⁺	2,68	2,69	2,73	2,62	2,61	2,67	2,62	2,18	2,30	2,39	2,60	2,63	2,39
Sc ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
V ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Cr ³⁺	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	4,01	4,10	3,87	3,96	4,03	3,72	3,86	3,30	2,30	2,37	3,78	3,75	2,34
Mn ²⁺	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01
Ni ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Mg ²⁺	0,64	0,60	0,64	0,70	0,69	0,87	0,87	1,25	2,44	2,36	0,90	0,90	2,39
Ca ²⁺	0,01	-	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Sr ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ⁺	0,01	0,01	-	-	0,01	-	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
K ⁺	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02
Cl ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ²⁻	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	13,97	13,98	14,00	14,00	13,97

	živce					
anal. č.	23	24	25	26	27	28
hor. typ	Jasp	Jasp	Jasp	Jasp	žil.	žil.
P ₂ O ₅	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
SiO ₂	64,66	64,58	64,53	69,18	64,63	64,61
Al ₂ O ₃	18,01	17,81	18,31	19,28	18,16	18,40
CaO	0,09	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
FeO	0,09	0,09	0,01	0,04	0,02	0,01
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,38	0,30	0,14	0,00	0,04	0,13
PbO	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03
Na ₂ O	0,39	0,31	0,23	11,29	0,18	0,23
K ₂ O	16,32	16,70	16,07	0,09	16,02	16,01
suma	99,95	99,81	99,31	99,90	99,06	99,43
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si	3,00	3,01	3,00	3,02	3,01	3,00
Al	0,99	0,98	1,00	0,99	1,00	1,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,04	0,03	0,02	0,95	0,02	0,02
K	0,97	0,99	0,95	0,01	0,95	0,95

Tab. 3. WDX analýzy živců z lokality Horní Moravice.

Na základě WDX analýz uvedených v tab. 5 bylo zjištěno, že v jednom vzorku magnetitové rudy byla v hematitu zjištěna relativně vysoká koncentrace Ti dosahující až 5,18 hm%, v BSE obrazu byly v analyzovaném agregátu hematitu zjištěny drobné nepravidelné uzavřeniny minerálu obsahujícího Ti. Vzhledem k malým rozměrům nebylo možné tento minerál blíže identifikovat, snad se jedná o ilmenit či mineral skupiny TiO₂. Výsledek WDX analýzy hematitu s vysokým obsahem Ti mohl být ovlivněn přítomností Ti minerálu v excitačním objemu. Magnetit z lokality Horní Moravice analyzovaný pomocí metody WDX je chemicky velmi čistý, příměsi zastupující železo jsou přítomny jen v nepatrném množství (viz. tab. 6).

WDX analýzami stilpnomelanu (viz. tab. 7) z lokality Horní Moravice byla prokázána variabilita obsahu draslíku. Rozpočet mocností železa nebylo možno vzhledem ke komplikované struktuře provést. WDX analýzami uvedenými v tab. 8 byly zjištěny vysoké obsahy fluoru v apatitech z lokality Horní Moravice. Vysoké obsahy F v apatitech dokládají, že se jedná o fluorapatit.

Tab. 4. WDX analýzy slíd z lokality Horní Moravice.

	biotit				muskovit		
anal. č.	29	30	31	32	33	34	35
hor. typ	Mgt	Mgt-Stp	Mgt-Stp	Mgt-Stp	Mgt	Mgt-Pt	Mgt-Pt
P ₂ O ₅	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
SiO ₂	37,32	32,76	34,62	34,65	47,73	35,82	34,84
TiO ₂	1,1	0,19	0,2	0,32	0,32	0,25	0,28
Al ₂ O ₃	15,04	14,96	15,7	15,32	24,87	21,92	22,38
Sc ₂ O ₃	0,03	nest.	nest.	nest.	0	nest.	nest.
V ₂ O ₃	0,06	nest.	nest.	nest.	0,06	nest.	nest.
Cr ₂ O ₃	0,04	0	0	0	0,03	0,03	0,01
FeO	23,46	30,19	27,74	29,47	9,09	7,99	7,39
MnO	0,12	0,04	0,07	0,06	0,03	0,01	0
NiO	0,04	nest.	nest.	nest.	0,02	nest.	nest.
ZnO	0,13	nest.	nest.	nest.	0,03	nest.	nest.
MgO	9,26	5,84	6,18	6,07	2,32	0,89	0,86
CaO	0,03	0,01	0,04	0,02	0,01	0	0
SrO	0	nest.	nest.	nest.	0	nest.	nest.
BaO	0,01	nest.	nest.	nest.	0,06	nest.	nest.
Na ₂ O	0,02	0,02	0,07	0,03	0,05	0,06	0,03
K ₂ O	9,49	8,68	9,52	8,29	11,03	11,1	11,14
Rb ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F	0,26	nest.	nest.	nest.	0,1	nest.	nest.
Cl	0,01	nest.	nest.	nest.	0	nest.	nest.
-O=F	-0,11	nest.	nest.	nest.	-0,04	nest.	nest.
-O=Cl	0	nest.	nest.	nest.	0	nest.	nest.
suma	96,42	92,69	94,14	94,23	95,75	78,07	76,93
P ⁵⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Si ⁴⁺	2,866	2,734	2,801	2,804	3,314	3,128	3,084
Ti ⁴⁺	0,064	0,012	0,012	0,019	0,017	0,016	0,019
Al ³⁺	1,361	1,471	1,497	1,461	2,035	2,256	2,335
Sc ³⁺	0,002	nest.	nest.	nest.	0	nest.	nest.
V ³⁺	0,004	nest.	nest.	nest.	0,003	nest.	nest.
Cr ³⁺	0,002	0	0	0	0,002	0,002	0,001
Fe ²⁺	1,507	2,107	1,877	1,994	0,528	0,584	0,547
Mn ²⁺	0,008	0,003	0,005	0,004	0,002	0,001	0
Ni ²⁺	0,002	nest.	nest.	nest.	0,001	nest.	nest.
Zn ²⁺	0,007	nest.	nest.	nest.	0,002	nest.	nest.
Mg ²⁺	1,06	0,727	0,745	0,732	0,24	0,116	0,113
Ca ²⁺	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0	0
Sr ²⁺	0	nest.	nest.	nest.	0	nest.	nest.
Ba ²⁺	0	nest.	nest.	nest.	0,002	nest.	nest.
Na ⁺	0,003	0,003	0,011	0,005	0,007	0,01	0,005
K ⁺	0,93	0,924	0,983	0,856	0,977	1,237	1,258
Rb ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F ⁻	0,063	nest.	nest.	nest.	0,022	nest.	nest.
Cl ⁻	0,001	nest.	nest.	nest.	0	nest.	nest.
O ²⁻	10,89	11	11	11	10,96	11	11

Tab. 5 a 6. WDX analýzy hematitu a magnetitu z lokality Horní Moravice.

hematit				magnetit									
anal. č.	36	37	38	anal. č.	39	40	41	42	43	44	45	46	
hor. typ	Jasp	Jasp	Mgt	hor. typ	Jasp	Jasp	Jasp	Mgt	Mgt	Mgt-Chl	Jasp	Jasp	
WO ₃	0,00	0,14	0,00	SiO ₂	0,23	0,46	0,71	0,31	0,43	0,19	1,10	1,91	
Nb ₂ O ₅	0,06	0,01	0,03	TiO ₂	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	
Ta ₂ O ₅	0,04	0,01	0,03	Al ₂ O ₃	0,00	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,00	
SiO ₂	0,01	0,07	0,11	V ₂ O ₃	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,03	0,02	
TiO ₂	0,43	0,25	5,18	Cr ₂ O ₃	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	
ZrO ₂	0,00	0,01	0,02	FeO ^{tot.}	93,81	92,74	92,78	93,24	92,95	94,11	92,08	91,40	
SnO ₂	0,00	0,02	0,00	MnO	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	
UO ₂	nest.	nest.	nest.	CoO	0,07	0,08	0,08	0,06	0,03	0,03	0,06	0,08	
Al ₂ O ₃	0,01	0,01	0,01	NiO	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
Sc ₂ O ₃	0,02	0,01	0,02	ZnO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	
V ₂ O ₃	0,06	0,00	0,14	MgO	0,01	0,07	0,09	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	
Cr ₂ O ₃	0,00	0,01	0,00	CaO	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	
Fe ₂ O ₃	95,38	95,31	90,50	PbO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	
MnO	0,00	0,01	0,06	suma	94,23	93,42	93,70	93,70	93,63	94,43	93,41	93,43	
CoO	nest.	nest.	nest.	Si ⁴⁺	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,04	0,07	
NiO	nest.	nest.	nest.	Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ZnO	0,01	0,08	0,07	Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MgO	0,00	0,00	0,00	V ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CaO	0,00	0,00	0,01	Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PbO	0,06	0,01	0,06	Fe ³⁺	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
suma	96,08	95,95	96,24	Fe ²⁺	0,98	0,96	0,94	0,97	0,96	0,98	0,91	0,86	
W ⁶⁺	0,00	0,00	0,00	Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Nb ⁵⁺	0,00	0,00	0,00	Co ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ta ⁵⁺	0,00	0,00	0,00	Ni ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Si ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ti ⁴⁺	0,01	0,01	0,12	Mg ²⁺	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zr ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	Ca ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sn ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	Pb ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	
U ⁴⁺	nest.	nest.	nest.										
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00										
Sc ³⁺	0,00	0,00	0,00										
V ³⁺	0,00	0,00	0,00										
Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00										
Fe ³⁺	1,98	1,99	1,84										
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00										
Co ²⁺	nest.	nest.	nest.										
Ni ²⁺	nest.	nest.	nest.										
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00										
Mg ²⁺	0,00	0,00	0,00										
Ca ²⁺	0,00	0,00	0,00										
Pb ²⁺	0,00	0,00	0,00										

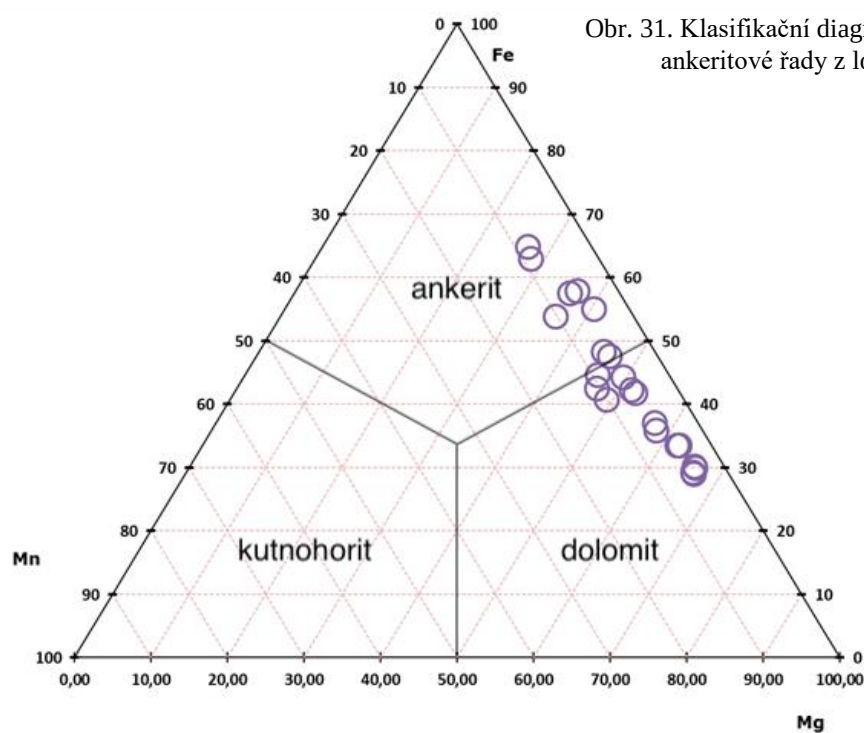
Tab. 7 a 8. WDX analýzy stilpnomelanu a apatitu z lokality Horní Moravice.

stilpnomelan							apatit			
anal. č.	48	48	49	50	51	52	anal. č.	53	54	55
hor. typ	Mgt-Pt	Mgt-Pt	Mgt-Pt	Mgt-Pt	Jasp	Mgt-Chl	hor. typ	Jasp	žil.	žil.
SiO ₂	44,61	43,51	42,73	43,11	45,10	45,20	SO ₃	0,01	0,00	0,01
TiO ₂	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	P ₂ O ₅	40,39	42,28	41,72
Al ₂ O ₃	6,80	7,15	7,22	6,86	6,59	6,42	As ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00
V ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	SiO ₂	0,07	0,13	0,11
Cr ₂ O ₃	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	TiO ₂	0,00	0,01	0,00
FeO	32,86	34,15	33,56	33,34	31,54	31,86	ThO ₂	0,00	0,03	0,03
MnO	0,33	0,33	0,35	0,34	0,34	0,41	UO ₂	0,00	0,01	0,02
NiO	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	Y ₂ O ₃	0,09	0,04	0,00
ZnO	nest.	nest.	nest.	nest.	0,02	0,06	La ₂ O ₃	0,00	0,10	0,00
MgO	2,45	2,58	2,54	2,61	3,81	3,81	Ce ₂ O ₃	0,03	0,04	0,01
CaO	0,51	0,47	0,36	0,14	0,39	0,41	Pr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,01
SrO	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	Nd ₂ O ₃	0,14	0,00	0,00
BaO	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,01	FeO	0,07	0,01	0,19
Na ₂ O	0,04	0,04	0,05	0,04	0,06	0,03	MnO	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	1,15	0,90	1,23	2,61	1,26	1,44	CaO	54,27	56,08	55,92
F	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	SrO	0,00	0,00	0,00
Cl	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	Na ₂ O	0,02	0,02	0,02
-O=F	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	F	3,13	4,14	4,31
-O=Cl	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	Cl	0,01	0,00	0,00
suma	88,76	89,13	88,06	89,05	89,13	89,67	-O=F	-1,32	-1,75	-1,82
Si ⁴⁺	3,66	3,59	3,57	3,59	3,66	3,66	-O=Cl	0,00	0,00	0,00
Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	suma	98,23	102,89	102,35
Al ³⁺	0,66	0,70	0,71	0,67	0,63	0,61	S ⁶⁺	0,00	0,00	0,00
V ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	P ⁵⁺	2,77	2,68	2,66
Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	As ⁵⁺	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	2,26	2,35	2,35	2,32	2,14	2,16	Si ⁴⁺	0,01	0,01	0,01
Mn ²⁺	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
Ni ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	Th ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
Zn ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	U ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
Mg ²⁺	0,30	0,32	0,32	0,32	0,46	0,46	Y ³⁺	0,00	0,00	0,00
Ca ²⁺	0,05	0,04	0,03	0,01	0,03	0,04	La ³⁺	0,00	0,00	0,00
Sr ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	Ce ³⁺	0,00	0,00	0,00
Ba ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,01	Pr ³⁺	0,00	0,00	0,00
Na ⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	Nd ³⁺	0,00	0,00	0,00
K ⁺	0,12	0,10	0,13	0,28	0,13	0,15	Fe ²⁺	0,01	0,00	0,01
F ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	Ca ²⁺	4,72	4,51	4,51
O ²⁻	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	Sr ²⁺	0,00	0,00	0,00
							Na ⁺	0,00	0,00	0,00
							F ⁻	0,80	0,98	1,02
							Cl ⁻	0,00	0,00	0,00
							O ²⁻	11,68	11,25	11,18

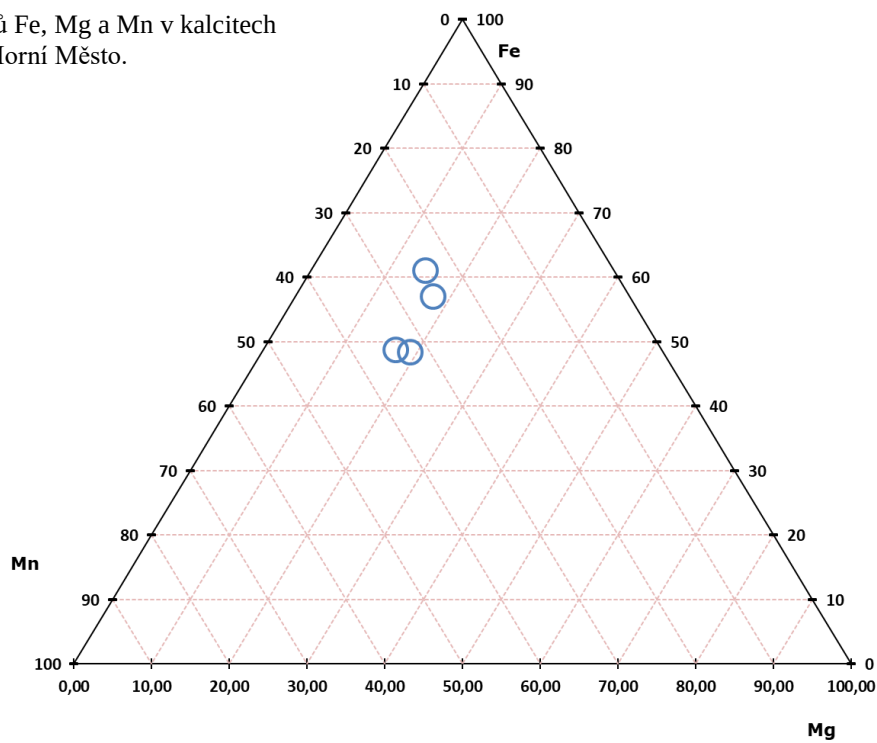
V hornoměstském revíru, zastoupeném lokalitami Horní Město a Rešov, jsou karbonáty zastoupeny jak kalcitem, tak karbonáty dolomit-ankeritové řady. Oba karbonáty jsou zastoupeny jak v rudách, tak i na hydrotermálních žilkách., na rozdíl od zrudnělých mramorů (viz. tab. 9a, 9b a 12), kde je zastoupen pouze kalcit.

Karbonáty dolomit-ankeritové řady odpovídají Fe-dolomitu až Mg-ankeritu (viz obr. 31). Množství kutnohoritové složky v nich dosahuje maximálně cca 10 %. Kalcit z hydrotermálních žilek obsahuje značnou příměs Fe, Mg a Mn (viz tab. 9a, 12), na obr. 30 je

tento kvantitativní poměr mezi Fe, Mg a Mn vyjádřen graficky. v případě kalcitu z mramoru z lokality Rešov stojí za zmínku zvýšený obsah Zn.



Obr. 32. Diagram poměrů Fe, Mg a Mn v kalcitech z lokality Horní Město.



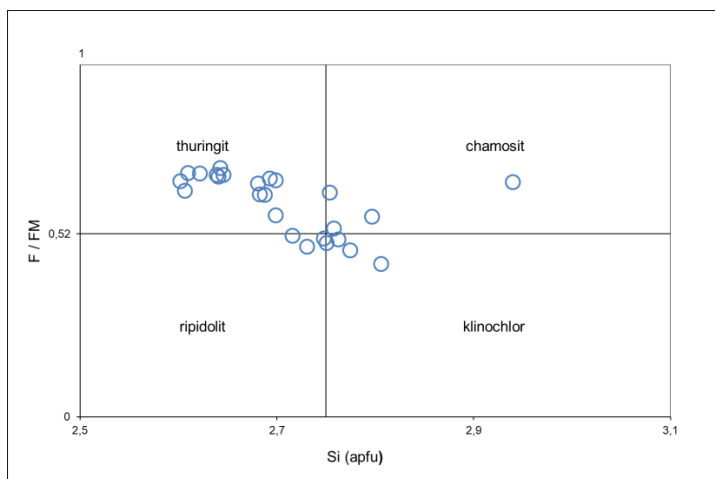
Tab. 9a. WDX analýzy karbonátů z lokality Horní Město. Analýzy č 56 – 59 odpovídají kalcitu. Ostatní analýzy odpovídají karbonátům dolomit-ankeritové řady.

	karbonáty												
analýza č.	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
hor. typ	žil.	žil.	žil.	žil.	Mgt-Hem	žil.	Mgt	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.
SO ₃	0	0,01	0	0,01	nest.	nest.	nest.	0	0	nest.	nest.	nest.	nest.
P ₂ O ₅	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,02	0,02	0	0,01
SiO ₂	0,05	0	0,05	0	0,13	0,09	0,06	0,02	0,01	0	0,02	0,01	0,04
Al ₂ O ₃	0,02	0	0,01	0	0,01	0,01	0	0	0,01	nest.	nest.	nest.	nest.
FeO	3,38	2,66	3,05	3,03	14,84	18,73	10,89	14,45	13,86	17,1	13,67	16,54	12,54
MnO	1,48	1,77	2,12	1,19	2,03	3,51	1,43	2,99	2	2,34	2,28	2,16	1,67
ZnO	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0	0	0	0	0,06	0,02
MgO	0,59	0,59	0,6	0,41	10,47	7,04	13,56	8,39	9,54	8,97	12,48	9,06	13,12
CaO	52,37	53,98	52,82	53,38	29,5	28,31	29,42	27,82	28,39	26,96	28,88	27,4	27,79
SrO	0,37	0,24	0,23	0,34	0,34	0,16	0,29	0	0	0,21	0,31	0,24	0,26
BaO	0	0,01	0	0,01	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0
PbO	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,1	0,06	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
K ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,01	0,01	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Na ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0	0,07	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F	nest.	nest.	nest.	nest.	0,11	0,14	0,11	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
-O=F	nest.	nest.	nest.	nest.	-0,05	-0,06	-0,05	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
suma	58,26	59,26	58,88	58,37	57,45	58,15	55,95	53,67	53,81	55,6	57,66	55,47	55,45
S ⁶⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00	nest.	nest.	nest.	nest.
P ⁵⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00
Si ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,05	0,04	0,04	0,04	0,40	0,52	0,29	0,42	0,40	0,49	0,36	0,47	0,34
Mn ²⁺	0,02	0,02	0,03	0,02	0,06	0,10	0,04	0,09	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,50	0,35	0,65	0,44	0,49	0,46	0,59	0,46	0,64
Ca ²⁺	0,91	0,92	0,91	0,93	1,02	1,01	1,01	1,05	1,05	0,98	0,98	1,00	0,97
Sr ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Ba ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
K ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Na ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,01	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,02	0,01	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
O ²⁻	1,00	1,00	1,00	1,00	1,95	1,94	1,95	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Tab. 9b. WDX analýzy karbonátů z lokality Horní Město.

	karbonáty												
analýza č.	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
hor. typ	Mgt	Mgt	Mgt	Mgt	Mgt	žil.	žil.	žil.	žil.	Mgt	Mgt-Chl	Mgt-Chl	žil.
SO ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,01	0	0,02	nest.	nest.	nest.	0
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0,02	0,01	0,04	nest.	nest.	nest.	0,01
SiO ₂	0,03	0	0,01	0,01	0,02	0	0,04	0	0,01	0,12	0,09	0,19	0,01
Al ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0	0,01	0,02	0	0,01	0,03	0,02
FeO	10,69	11,08	20,07	10,58	12,41	14,99	20,95	14,76	13,5	18,94	15,56	20,07	21,42
MnO	1,64	1,44	1,86	1,69	1,55	3,66	2,94	3,61	2,04	1,58	2,15	2,24	2,72
ZnO	0,03	0,06	0	0,06	0,08	0,01	0	0,1	0	0,01	0,07	0,02	0,04
MgO	13,63	13,64	7,19	13,68	13	9,34	5,28	10,04	11,76	7,83	9,81	7,07	5
CaO	27,89	28,12	26,66	28,42	27,57	26,6	26,46	27,03	26,7	28,51	28,82	28,71	27,29
SrO	0,32	0,35	0,16	0,26	0,26	0,19	0,2	0,14	0,22	0,2	0,28	0,15	0,17
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PbO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,03	0,1	nest.
K ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,04	0	0	nest.
Na ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0
F	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,09	0,13	0,11	nest.
-O=F	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	-0,04	-0,05	-0,05	nest.
suma	54,24	54,7	55,97	54,71	54,9	54,79	55,91	55,7	54,31	57,33	56,95	58,69	56,68
S ⁶⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	nest.	nest.	nest.	0,00
P ⁵⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	nest.	nest.	nest.	0,00
Si ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,29	0,30	0,58	0,29	0,34	0,43	0,62	0,41	0,38	0,53	0,43	0,55	0,62
Mn ²⁺	0,05	0,04	0,06	0,05	0,04	0,11	0,09	0,10	0,06	0,05	0,06	0,06	0,08
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg ²⁺	0,67	0,66	0,37	0,67	0,64	0,48	0,28	0,50	0,59	0,39	0,48	0,35	0,26
Ca ²⁺	0,98	0,98	0,99	0,99	0,97	0,98	1,00	0,97	0,96	1,02	1,01	1,01	1,02
Sr ²⁺	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Ba ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00
K ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,01	0,01	0,00
O ²⁻	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,96	1,95	1,95	2,00

Chemické složení chloritů z rud a hydrotermálních žilek je uvedeno v tab. 10a, 10b (lokalita Horní Město) a 13 (lokalita Rašov). V klasifikačním diagramu dle Melky (1965) na obr. 33 je převážně u rozhraní mezi poli thuringitu (většina analýz), ripidolitu, klinochloru a chamositu. Odlehlý výsledek analýzy v poli chamositu pochází z hydrotermální žilky. Ojedinelý chlorit z mramoru z lokality Rešov odpovídá penninu.



Obr. 33. Klasifikační diagram pro chlority z lokality Horní Město, upraveno dle Melky (1965).

Výsledky WDX analýz živců z hornoměstského revíru jsou uvedeny v tab. 11 (lokalita Horní Město) a 14 (lokalita Rešov). Na základě těchto výsledků je možné konstatovat, že chemické složení živců z hornoměstského revíru (zastoupeného lokalitami Horní Město a Rešov) přítomných v rudách i v hydrotermálních alteracích odpovídá albitu (An00).

Slídy, jejichž chemismus stanovený na základě analýz WDX je uveden v tab. 15 na lokalitách hornoměstského revíru jsou zastoupeny pouze muskovitem. Je pro něj charakteristický vysoké obsahy železa (dosahující i přes 6 % FeO – viz. analýza č. 128 provedená na muskovitu z hydrotermální alterace na lokalitě Horní Město).

Tab. 10a. WDX analýzy chloritů z lokality Horní Město.

	Hormě chlority											
anal. č.	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
hor. typ.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	Mgt-Hem	Mgt-Hem
P ₂ O ₅	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
SiO ₂	23,52	23,49	23,55	23,99	23,87	23,37	24,24	24,3	23,01	24,41	26,02	25,82
TiO ₂	0,04	0,03	0,04	0,05	0,02	0,02	0,01	-	0,04	0,04	0,03	0,03
Al ₂ O ₃	20,53	21,06	20,67	19,4	20,92	20,77	20,43	20,46	20,47	18,89	19,92	20,37
Sc ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
V ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Cr ₂ O ₃	0,02	0,02	nest.	nest.	0,01	nest.	0,02	nest.	0,02	nest.	0	0
FeO	33,63	34,23	34,38	33,94	33,87	33,85	33,04	32,91	32,83	31,61	28,38	27,48
MnO	0,22	0,23	0,2	0,28	0,19	0,24	0,17	0,19	0,17	0,17	0,12	0,26
NiO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,03
ZnO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,08	0,15
MgO	8,65	8,63	8,08	9,19	8,72	8,56	9,51	9,11	9,17	10,17	13,94	14,69
CaO	0,02	nest.	0,02	0,04	nest.	0,01	nest.	nest.	0,07	0,04	0,06	0,12
SrO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
BaO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0,04
Na ₂ O	0,1	0,02	0,06	nest.	0,01	nest.	nest.	0,01	0,11	0,01	0	0
K ₂ O	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	nest.	0,01	0,08	-	0,03	0
Rb ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
Cl	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,02	0,01
-O=F	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
-O=Cl	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
suma	86,77	87,73	87,02	86,9	87,63	86,83	87,42	86,99	85,97	85,34	88,6	89
P ⁵⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
Si ⁴⁺	2,64	2,61	2,64	2,69	2,65	2,62	2,68	2,7	2,6	2,75	2,76	2,72
Ti ⁴⁺	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Al ³⁺	2,72	2,76	2,73	2,57	2,73	2,75	2,66	2,68	2,73	2,51	2,49	2,53
Sc ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
V ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Cr ³⁺	0	0	nest.	nest.	0	nest.	0	nest.	0	nest.	0	0
Fe ²⁺	3,16	3,18	3,23	3,19	3,14	3,18	3,06	3,06	3,11	2,98	2,52	2,42
Mn ²⁺	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Ni ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
Zn ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,01
Mg ²⁺	1,45	1,43	1,35	1,54	1,44	1,43	1,57	1,51	1,55	1,71	2,2	2,3
Ca ²⁺	0	nest.	0	0,01	nest.	0	nest.	nest.	0,01	0,01	0,01	0,01
Sr ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
Ba ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
Na ⁺	0,02	0	0,01	nest.	0	nest.	nest.	0	0,02	0	0	0
K ⁺	0,01	0	0	0	0	0	nest.	0,01	0,01	-	0	0
Rb ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
Cl ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0
O ²⁻	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Tab. 10b. WDX analýzy chloritů z lokality Horní Město.

	Horně chlority											
anal. č.	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
hor. typ.	Mgt-Hem	Mgt-Hem	Mgt	Mgt	Mgt	Mgt	46	48	18	41	Mgt	Mgt-Chl
P ₂ O ₅	0	0	0,01	0,03	0	0,02	0,02	0,02	0,05	nest.	nest.	nest.
SiO ₂	26,08	25,93	26,35	25,77	25,55	25,94	23,92	24,79	24,08	27,22	26,75	24,63
TiO ₂	0,02	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,1	0,06	0,06	0,07	0,06
Al ₂ O ₃	19,97	20,02	19,73	19,52	18,26	20,02	20,59	20,41	21,17	19,4	19,6	20,13
Sc ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,03	0	0,04
V ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,03	0,07	0	0	0,03	0
Cr ₂ O ₃	0,01	0	0	0,04	0	0,01	0,01	0	0	0,01	0,01	0,01
FeO	26,63	26,14	25,31	26,94	29,83	26,1	34,06	32,3	32,91	32,18	22,96	32,19
MnO	0,11	0,08	0,12	0,15	0,16	0,09	0,22	0,26	0,27	0,11	0,16	0,2
NiO	0,01	0,02	0	0	0,02	0	0	0,04	0,06	0,04	0,02	0
ZnO	0,19	0,2	0,18	0,19	0,3	0,24	0,37	0,37	0,24	0,18	0,26	0,3
MgO	14,77	15,74	15,97	14,89	12,81	15,08	8,99	10,64	10,42	9,06	16,92	10,69
CaO	0,03	0,03	0	0,01	0	0,03	0	0	0	0	0,03	0
SrO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0	0
BaO	0	0	0	0,02	0	0,01	0,08	0	0	0,02	0	0
Na ₂ O	0,05	0	0,06	0,04	0,02	0,02	0,05	0,02	0,03	0	0,02	0
K ₂ O	0,03	0	0,03	0	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,02
Rb ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,22	0,04
Cl	0	0	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0	0	0
-O=F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,01	-0,09	-0,02
-O=Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
suma	87,9	88,2	87,79	87,65	87	87,61	88,38	89,04	89,31	88,35	87,06	88,31
P ⁵⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	nest.	nest.	nest.
Si ⁴⁺	2,76	2,73	2,78	2,75	2,8	2,75	2,64	2,68	2,61	2,94	2,81	2,69
Ti ⁴⁺	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Al ³⁺	2,49	2,49	2,45	2,45	2,36	2,5	2,68	2,6	2,7	2,47	2,43	2,59
Sc ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0	0
V ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,02	0	0	0,01	0
Cr ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	2,36	2,3	2,23	2,4	2,73	2,32	3,15	2,92	2,98	2,91	2,01	2,94
Mn ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02
Ni ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0
Zn ²⁺	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02
Mg ²⁺	2,33	2,47	2,51	2,37	2,09	2,38	1,48	1,72	1,68	1,46	2,65	1,74
Ca ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sr ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0	0	0
Ba ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na ⁺	0,01	0	0,01	0,01	0	0	0,01	0	0,01	0	0	0
K ⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rb ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F ⁻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl ⁻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O ²⁻	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13,99	13,91	13,98

Tab. 11. WDX analýzy živců z lokality Horní Město.

	Horně žilce					
analýza č.	106	107	18	109	110	111
hor. typ	žil.	Mgt	žil.	Mgt	Mgt-Chl	Mgt-Chl
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
SiO ₂	69,24	69,15	68,82	69,52	69,62	69,29
Al ₂ O ₃	19,35	19,03	19,17	19,52	19,44	19,32
CaO	0,03	0,04	0,03	0,03	0,08	0,04
FeO	0,01	0,07	0,12	0,08	0,29	0,22
SrO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PbO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06
Na ₂ O	11,88	11,71	11,17	11,91	11,67	11,50
K ₂ O	0,03	0,05	0,05	0,07	0,00	0,04
Cl	0,01	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
-O=Cl	0,00	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
suma	100,60	100,05	99,36	101,13	101,12	100,48
P ⁵⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si ⁴⁺	3,01	3,02	3,02	3,00	3,01	3,01
Al ³⁺	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
Ca ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Sr ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Na ⁺	1,00	0,99	0,95	1,00	0,98	0,97
K ⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	0,00	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
O	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

Chemismus hematitu a magnetitu je u vybraných analýz zajímavý díky zvýšenému obsahu Ti dosahujícímu až 3,33 hm% TiO₂ (u hematitu – viz. analýza č. 133 provedná na vzorku magnetitové rudy u Horního Města) a 2,2 u magnetitu (analýza č. 140 z magnetitové rudy u Horního Města). Výsledky WDX analýz hematitu jsou uvedeny v tab. 16 a 18, výsledky analýz magnetitu v tab. 17 a 19.

Chemismus apatitu uvedený v tab. 20 a 22 odpovídá u vzorků z obou lokalit fluorapatitu. Zirkon obsahuje zvýšenou příměs Hf dosahující až 0,9 hm% (viz tab. 21). . Výsledky analýz titanitu, přítomného jako akcesorie v mramoru z lokality Rešov, jsou uvedeny v tabulce 23, jeho chemismus je zajímavý mírně zvýšenými obsahy fluoru. Chemismus analyzovaných turmalínů uvedený v tab. 24 odpovídá skoryl-dravitové řadě na základě poměrů Mg/Fe – dva z analyzovaných turmalínů odpovídají skorylu a další dva dravitu

Tab. 12, 13 a 14. WDX analýzy karbonátu, chloritů a živce z lokality Rešov.

	karbonát
anal. č.	112
hor. typ	mram.
SiO ₂	0,04
Al ₂ O ₃	nest.
La ₂ O ₃	0,00
Ce ₂ O ₃	0,02
FeO	0,53
MnO	1,07
ZnO	0,23
MgO	0,33
CaO	55,87
SrO	0,00
BaO	0,00
PbO	nest.
K ₂ O	nest.
Na ₂ O	nest.
F	0,00
-O=F	0,00
suma	58,09
Si ⁴⁺	0,00
Al ³⁺	0,00
La ³⁺	0,00
Ce ³⁺	0,00
Fe ²⁺	0,02
Mn ²⁺	0,04
Zn ²⁺	0,01
Mg ²⁺	0,02
Ca ²⁺	2,90
Sr ²⁺	0,00
Ba ²⁺	0,00
Pb ²⁺	0,00
K ⁺	0,00
Na ⁺	0,00
F ⁻	0,00
O ²⁻	3,00

	chlority	
anal. č.	113	114
hor. typ	mram.	mram.
SO ₃	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0,00	0,05
SiO ₂	26,65	33,48
TiO ₂	0,27	0,21
Al ₂ O ₃	19,22	21,65
Sc ₂ O ₃	0,00	0,03
V ₂ O ₃	0,04	0,07
Cr ₂ O ₃	0,01	0,04
FeO	23,15	18,08
MnO	0,34	0,25
NiO	0,00	0,01
CuO	0,08	0,00
ZnO	0,08	0,16
MgO	16,64	11,76
CaO	0,07	0,01
SrO	0,00	0,00
BaO	0,00	0,05
PbO	0,10	0,00
Na ₂ O	0,03	0,05
K ₂ O	0,17	3,66
F	0,03	0,01
Cl	0,01	0,01
-O=F	0,00	0,00
-O=Cl	0,00	0,00
suma	86,89	89,58
S ⁶⁺	0,00	0,00
P ⁵⁺	0,00	0,00
Si ⁴⁺	2,81	3,32
Ti ⁴⁺	0,02	0,02
Al ³⁺	2,39	2,53
Sc ³⁺	0,00	0,00
V ³⁺	0,01	0,01
Cr ³⁺	0,00	0,00
Fe ²⁺	2,04	1,50
Mn ²⁺	0,03	0,02
Ni ²⁺	0,00	0,00
Cu ²⁺	0,00	0,00
Zn ²⁺	0,01	0,01
Mg ²⁺	2,62	1,74
Ca ²⁺	0,01	0,00
Sr ²⁺	0,00	0,00
Ba ²⁺	0,00	0,00
Pb ²⁺	0,00	0,00
Na ⁺	0,01	0,01
K ⁺	0,02	0,46
F ⁻	0,00	0,00
Cl ⁻	0,00	0,00
O ²⁻	14,00	14,00

	živec
anal. č.	115
hor. typ	mram.
P ₂ O ₅	0,07
SiO ₂	69,51
Al ₂ O ₃	19,38
CaO	0,14
FeO	1,11
MnO	0,00
SrO	0,00
BaO	0,00
PbO	0,02
Na ₂ O	12,17
K ₂ O	0,06
Cl	nest.
-O=Cl	nest.
suma	102,46
P	0,00
Si	2,98
Al	0,98
Ca	0,01
Fe	0,04
Mn	0,00
Sr	0,00
Ba	0,00
Pb	0,00
Na	1,01
K	0,00
O ²⁻	8,00

Tab. 15. WDX analýzy slíd z lokality Horní Město.

	muskovit													
anal.č.	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129
hor. typ	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	žil.	Mgt-Chl	Mgt-Hem	Mgt-Hem	žil.	žil.	žil.
P ₂ O ₅	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	45,63	46,36	45,71	45,86	45,63	45,89	45,98	45,70	47,14	47,43	47,56	47,64	46,91	46,74
TiO ₂	0,003	0,002	0,16	0,14	0,08	0,08	0,04	0,03	0,39	0,13	0,07	0,25	0,03	0,35
Al ₂ O ₃	31,07	30,45	30,5	30,42	29,98	30,75	31,57	30,62	28,28	28,83	28,38	28,92	29,62	29,03
Sc ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
V ₂ O ₃	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,02	nest.	nest.	0,13	0,08	0,06
Cr ₂ O ₃	nest.	0,02	nest.	0,02	nest.	nest.	nest.	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01
FeO	5,37	4,86	4,86	4,68	5,11	4,75	4,03	4,67	5,33	5,09	5,43	5,37	6,26	5,12
MnO	0,01	nest.	0,01	nest.	0,02	0,02	nest.	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01
NiO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,04	0,00	0,01	0,03	0,04	0,00
ZnO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,02	0,00	0,09	0,10
MgO	0,73	1,29	1,36	1,32	1,31	1,27	1,21	1,24	1,66	1,32	1,83	1,69	1,12	1,35
CaO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02
SrO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
BaO	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,21	0,16	0,23	0,26	0,32	0,34
Na ₂ O	0,42	0,32	0,38	0,43	0,35	0,41	0,46	0,38	0,18	0,31	0,44	0,30	0,31	0,35
K ₂ O	11,1	10,76	10,69	10,75	10,76	10,71	10,57	10,71	11,02	10,48	11,07	10,36	10,73	10,48
Rb ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.
F	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,37	0,20	0,32	0,22	0,15	0,18
Cl	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
-O=F	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	-0,16	-0,08	-0,14	-0,09	-0,06	-0,08
-O=Cl	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
suma	94,33	94,06	93,67	93,62	93,24	93,88	93,86	93,37	94,68	93,98	95,43	95,25	95,71	94,15
P ⁵⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si ⁴⁺	3,15	3,19	3,16	3,17	3,18	3,17	3,16	3,17	3,26	3,27	3,26	3,25	3,21	3,23
Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
Al ³⁺	2,53	2,47	2,49	2,48	2,46	2,50	2,56	2,50	2,30	2,35	2,29	2,33	2,39	2,37
Sc ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01
Cr ³⁺	nest.	0,00	nest.	0,00	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,31	0,28	0,28	0,27	0,30	0,27	0,23	0,27	0,31	0,29	0,31	0,31	0,36	0,30
Mn ²⁺	0,00	nest.	0,00	nest.	0,00	0,00	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Mg ²⁺	0,08	0,13	0,14	0,14	0,14	0,13	0,12	0,13	0,17	0,14	0,19	0,17	0,11	0,14
Ca ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba ²⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Na ⁺	0,06	0,04	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,02	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05
K ⁺	0,98	0,95	0,94	0,95	0,96	0,94	0,93	0,95	0,97	0,92	0,97	0,90	0,94	0,93
Rb ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	nest.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ²⁻	11	11	11	11	11	11	11	11	10,84	10,92	10,86	10,91	10,94	10,91

Tab. 16 a 17. WDX analýzy hematitu a magnetitu z lokality Horní Město.

	hematit						magnetit					
anal. č.	130	131	132	133	134	anal. č.	135	136	137	138	139	140
hor. typ	Mgt	žil.	Mgt-Hem	Mgt	Mgt-Hem	hor. typ	Mgt	Mgt	žil.	Mgt-Hem	Mgt	Mgt
WO ₃	0,00	nest.	nest.	0,10	0,00	SiO ₂	0,17	0,20	0,25	0,12	0,11	0,10
P ₂ O ₅	nest.	0,00	0,03	nest.	nest.	TiO ₂	0,01	0,01	0,16	0,01	0,02	2,20
Nb ₂ O ₅	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00	Al ₂ O ₃	0,03	0,02	0,06	0,04	0,00	0,02
Ta ₂ O ₅	0,01	nest.	nest.	0,00	0,00	Cr ₂ O ₃	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
SiO ₂	0,05	0,12	0,06	0,07	0,34	V ₂ O ₃	0,01	0,03	0,02	0,02	0,00	0,04
TiO ₂	1,83	0,01	1,73	3,33	0,04	FeO ^{tot.}	93,49	93,12	93,45	92,84	93,42	88,87
ZrO ₂	0,00	nest.	nest.	0,01	0,00	MnO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
SnO ₂	0,00	nest.	nest.	0,01	0,00	MgO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,03	0,02	0,02	0,02	0,17	ZnO	0,03	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00
Sc ₂ O ₃	0,01	nest.	nest.	0,01	0,01	CaO	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00
V ₂ O ₃	0,06	0,06	0,03	0,13	0,03	NiO	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
Cr ₂ O ₃	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	CoO	0,07	0,10	0,09	0,06	0,08	0,10
Fe ₂ O ₃	99,06	101,49	98,17	96,10	98,97	suma	93,91	93,49	94,09	93,14	93,68	91,37
MnO	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	Si ⁴⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
CoO	nest.	0,00	0,08	nest.	nest.	Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06
NiO	nest.	0,00	0,00	nest.	nest.	Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,00	0,05	0,00	0,03	0,01	Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	V ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,19	0,00	0,01	0,02	0,01	Fe ³⁺	2,00	2,00	1,99	2,00	2,00	2,00
PbO	0,05	nest.	nest.	0,05	0,00	Fe ²⁺	0,98	0,99	0,98	0,99	0,99	0,87
suma	101,35	101,81	100,16	99,91	99,61	Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W ⁶⁺	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00	Mg ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P ⁵⁺	nest.	0,00	0,00	nest.	nest.	Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb ⁵⁺	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00	Ca ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta ⁵⁺	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00	Ni ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	Co ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti ⁴⁺	0,04	0,00	0,04	0,07	0,00	O ²⁻	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Zr ⁴⁺	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00							
Sn ⁴⁺	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00							
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01							
Sc ³⁺	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00							
V ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Fe ³⁺	1,94	1,99	1,94	1,90	1,98							
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Co ²⁺	nest.	0,00	0,00	nest.	nest.							
Ni ²⁺	nest.	0,00	0,00	nest.	nest.							
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Mg ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Ca ²⁺	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00							
Pb ²⁺	0,00	nest.	nest.	0,00	0,00							
O ²⁻	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00							

	hematit
anal. č.	141
hor. typ	Jasp
SiO ₂	0,12
TiO ₂	0,02
Al ₂ O ₃	0,00
V ₂ O ₃	0,02
Cr ₂ O ₃	0,01
Fe ₂ O ₃	99,97
MnO	0,00
CoO	0,08
NiO	0,00
ZnO	0,00
MgO	0,00
CaO	0,00
suma	100,22
Si ⁴⁺	0,00
Ti ⁴⁺	0,00
Al ³⁺	0,00
V ³⁺	0,00
Cr ³⁺	0,00
Fe ³⁺	1,99
Mn ²⁺	0,00
Co ²⁺	0,00
Ni ²⁺	0,00
Zn ²⁺	0,00
Mg ²⁺	0,00
Ca ²⁺	0,00

	magnetit	
anal. č.	142	143
hor. typ	mram.	mram.
SiO ₂	0,29	0,89
TiO ₂	0,01	0,43
Al ₂ O ₃	0,02	0,19
V ₂ O ₃	0,04	0,05
Cr ₂ O ₃	0,00	0,03
Fe ₂ O ₃	70,49	70,99
FeO	30,88	28,45
FeO ^{tot.}	94,31	92,33
MnO	0,03	0,03
CoO	0,07	0,11
NiO	0,03	0,01
ZnO	0,02	0,02
MgO	0,01	0,05
CaO	0,00	0,40
suma	101,89	101,65
Si ⁴⁺	0,01	0,03
Ti ⁴⁺	0,00	0,01
Al ³⁺	0,00	0,01
V ³⁺	0,00	0,00
Cr ³⁺	0,00	0,00
Fe ³⁺	2,00	1,99
Fe ²⁺	0,97	0,89
Mn ²⁺	0,00	0,00
Co ²⁺	0,00	0,00
Ni ²⁺	0,00	0,00
Zn ²⁺	0,00	0,00
Mg ²⁺	0,00	0,00
Ca ²⁺	0,00	0,02

Tab. 18 a 19. WX analýzy hematitu a magnetitu z lokality Rešov.

Tab. 20 a 21. WDX analýzy apatitu a zirkonu z lokality Horní Město.

apatit			
anal. č.	144	145	146
hor. typ	Mgt-Hem	Mgt	Mgt
SO ₃	0,04	0,00	0,01
P ₂ O ₅	37,49	41,21	40,28
As ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	0,46	0,10	0,63
TiO ₂	0,01	0,02	0,01
ThO ₂	0,00	0,02	0,03
UO ₂	0,02	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	0,51	0,06	0,08
La ₂ O ₃	0,05	0,02	0,14
Ce ₂ O ₃	0,18	0,00	0,26
Pr ₂ O ₃	0,03	0,06	0,18
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00
FeO	2,64	0,17	0,50
MnO	0,00	0,00	0,06
CaO	51,65	54,61	53,98
SrO	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,18	0,04	0,04
F	4,12	4,43	3,78
Cl	0,01	0,00	0,12
-O=F	-1,74	-1,87	-1,59
-O=Cl	0,00	0,00	-0,02
suma	97,39	100,74	100,10
S ⁶⁺	0,00	0,00	0,00
P ⁵⁺	2,35	2,42	2,44
As ⁵⁺	0,00	0,00	0,00
Si ⁴⁺	0,03	0,01	0,05
Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
Th ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
U ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
Y ³⁺	0,02	0,00	0,00
La ³⁺	0,00	0,00	0,00
Ce ³⁺	0,01	0,00	0,01
Pr ³⁺	0,00	0,00	0,01
Nd ³⁺	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,16	0,01	0,03
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00
Ca ²⁺	4,10	4,05	4,13
Sr ²⁺	0,00	0,00	0,00
Na ⁺	0,03	0,01	0,01
F ⁻	0,96	0,97	0,85
Cl ⁻	0,00	0,00	0,00
O ²⁻	11,26	11,13	11,39

zirkon			
anal. č.	147	148	149
hor. typ	Mgt	Mgt	Mgt
WO ₃	nest.	nest.	0,15
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,07
As ₂ O ₅	nest.	nest.	0,01
Nb ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00
Ta ₂ O ₅	0,00	0,00	nest.
SiO ₂	32,45	32,41	33,02
TiO ₂	0,02	0,00	0,00
ZrO ₂	63,65	63,47	63,65
HfO ₂	0,80	0,90	0,73
ThO ₂	0,37	0,06	0,30
UO ₂	0,24	0,12	0,22
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00
Sc ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	1,14	1,43	0,95
La ₂ O ₃	0,00	0,00	nest.
Ce ₂ O ₃	0,05	0,04	nest.
Gd ₂ O ₃	0,08	0,14	nest.
Dy ₂ O ₃	0,11	0,19	nest.
Er ₂ O ₃	0,16	0,17	nest.
Yb ₂ O ₃	0,16	0,30	nest.
Bi ₂ O ₃	nest.	nest.	0,00
FeO	0,17	0,24	0,06
MnO	0,01	0,01	0,01
CaO	0,00	0,03	0,00
PbO	0,03	0,03	nest.
F	0,00	0,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,03
-O=F	0,00	0,00	0,00
-O=Cl	0,00	0,00	-0,01
suma	99,44	99,54	99,20
W ⁶⁺	nest.	nest.	0,00
P ⁵⁺	0,00	0,00	0,00
As ⁵⁺	nest.	nest.	0,00
Nb ⁵⁺	0,00	0,00	0,00
Ta ⁵⁺	0,00	0,00	nest.
Si ⁴⁺	1,01	1,00	1,02
Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
Zr ⁴⁺	0,96	0,96	0,96
Hf ⁴⁺	0,01	0,01	0,01
Th ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
U ⁴⁺	0,00	0,00	0,00
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00
Sc ³⁺	0,00	0,00	0,00
Y ³⁺	0,02	0,02	0,02
La ³⁺	0,00	0,00	nest.
Ce ³⁺	0,00	0,00	nest.
Gd ³⁺	0,00	0,00	nest.
Dy ³⁺	0,00	0,00	nest.
Er ³⁺	0,00	0,00	nest.
Yb ³⁺	0,00	0,00	nest.
Bi ³⁺	nest.	nest.	0,00
Fe ²⁺	0,00	0,01	0,00
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00
Ca ²⁺	0,00	0,00	0,00
Pb ²⁺	0,00	0,00	nest.
F ⁻	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	0,00	0,00	0,00
O ²⁻	4,00	4,00	3,99

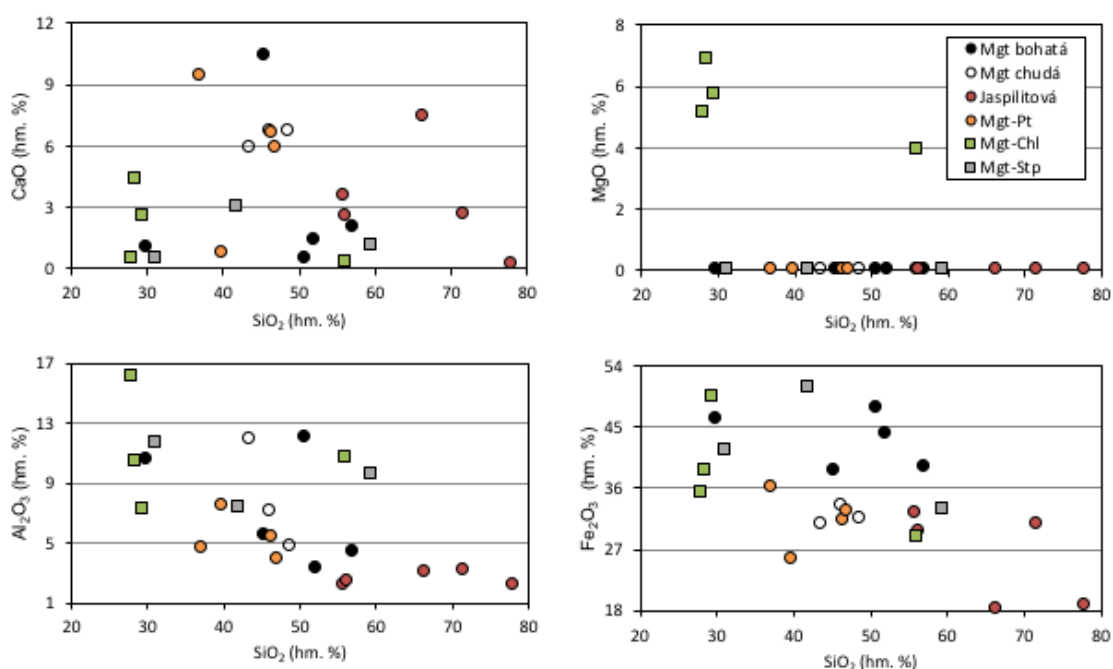
Tab. 22, 23 a 24. WDX analýzy apatitu titanitu a turmalínů z lokality Rešov.

apatit		titanit				turmalíny				
anal. č.	150	anal. č.	151	152	153	anal. č.	154	155	156	157
hor. typ	mram.	hor. typ	mram.	mram.	mram.	hor. typ	mram.	mram.	mram.	mram.
SO ₃	0,01	SiO ₂	30,33	30,57	30,93	SiO ₂	35,96	35,94	36,01	33,01
P ₂ O ₅	40,74	ThO ₂	0,00	0,00	0,00	TiO ₂	0,51	1,02	0,22	0,69
As ₂ O ₅	0,00	TiO ₂	38,07	38,28	35,92	Al ₂ O ₃	26,51	27,12	30,28	24,49
SiO ₂	0,06	UO ₂	0,06	0,06	0,00	Sc ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₂	0,00	Ce ₂ O ₃	0,16	0,15	0,19	V ₂ O ₃	0,01	0,07	0,01	0,05
ThO ₂	0,00	Dy ₂ O ₃	0,07	0,01	0,00	Cr ₂ O ₃	0,02	0,00	0,03	0,02
UO ₂	0,00	Gd ₂ O ₃	0,13	0,08	0,10	FeO	11,88	14,04	10,19	13,04
Y ₂ O ₃	0,00	La ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	MnO	0,06	0,03	0,03	0,04
La ₂ O ₃	0,01	Nd ₂ O ₃	0,08	0,05	0,04	NiO	0,01	0,00	0,02	0,02
Ce ₂ O ₃	0,01	Pr ₂ O ₃	0,00	0,02	0,00	ZnO	0,00	0,00	0,02	0,02
Nd ₂ O ₃	0,07	Sm ₂ O ₃	0,00	0,00	0,12	MgO	8,51	6,07	6,78	6,60
Pr ₂ O ₃	0,06	Y ₂ O ₃	0,05	0,00	0,03	CaO	2,03	0,40	0,20	0,40
CaO	57,04	Al ₂ O ₃	0,94	0,95	2,29	PbO	0,02	0,00	0,00	0,00
MnO	0,01	Sc ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	Na ₂ O	1,76	2,83	2,94	2,26
FeO	0,52	CaO	28,70	28,78	28,78	K ₂ O	0,07	0,04	0,04	0,04
SrO	0,00	FeO	1,11	1,00	0,95	Rb ₂ O	nest.	nest.	nest.	nest.
Na ₂ O	0,00	MgO	0,00	0,00	0,02	F	0,21	0,12	0,06	0,11
F	4,17	K ₂ O	0,00	0,02	0,02	Cl	0,01	0,00	0,00	0,02
Cl	0,00	Na ₂ O	0,02	0,00	0,05	-O=F	-0,09	-0,05	-0,03	-0,05
-O=F	-1,76	ZrO ₂	0,10	0,00	0,00	-O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00
-O=Cl	0,00	Nb ₂ O ₅	0,08	0,03	0,03	suma	87,57	87,68	86,83	80,81
suma	102,70	Nb ₂ O ₆	0,00	0,00	0,06	Si ⁴⁺	6,00	6,04	5,97	6,02
S ⁶⁺	0,00	V ₂ O ₃	0,00	0,00	0,05	Ti ⁴⁺	0,07	0,14	0,03	0,10
P ⁵⁺	2,62	SnO ₂	0,01	0,00	0,06	Al ³⁺	5,21	5,37	5,91	5,27
As ⁵⁺	0,00	MnO	0,07	0,03	0,00	Sc ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00
Si ⁴⁺	0,00	F	0,33	0,41	0,82	V ³⁺	0,00	0,01	0,00	0,01
Ti ⁴⁺	0,00	Cl	0,00	0,01	0,01	Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00
Th ⁴⁺	0,00	-O=F	-0,14	-0,17	-0,35	Fe ²⁺	1,66	1,97	1,41	1,99
U ⁴⁺	0,00	-O=Cl	0,00	0,00	0,00	Mn ²⁺	0,01	0,00	0,00	0,01
Y ³⁺	0,00	suma	100,31	100,45	100,47	Ni ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00
La ³⁺	0,00	Si ⁴⁺	0,84	0,97	0,98	Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce ³⁺	0,00	Th ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	Mg ²⁺	2,12	1,52	1,67	1,80
Nd ³⁺	0,00	Ti ⁴⁺	0,87	1,00	0,94	Ca ²⁺	0,36	0,07	0,04	0,08
Pr ³⁺	0,00	U ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	Pb ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca ²⁺	4,64	Ce ³⁺	0,00	0,00	0,00	Na ⁺	0,57	0,92	0,94	0,80
Mn ²⁺	0,00	Dy ³⁺	0,00	0,00	0,00	K ⁺	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe ²⁺	0,03	Gd ³⁺	0,00	0,00	0,00	Rb ⁺	nest.	nest.	nest.	nest.
Sr ²⁺	0,00	La ³⁺	0,00	0,00	0,00	F ⁻	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ⁺	0,00	Nd ³⁺	0,00	0,00	0,00	Cl ⁻	0,00	0,00	0,00	0,00
F ⁻	1,00	Pr ³⁺	0,00	0,00	0,00	O ²⁻	24,41	24,45	24,47	24,45
Cl ⁻	0,00	Sm ³⁺	0,00	0,00	0,00					
O ²⁻	11,24	Y ³⁺	0,00	0,00	0,00					
		Al ³⁺	0,03	0,04	0,09					
		Sc ³⁺	0,00	0,00	0,00					
		Ca ²⁺	0,85	0,98	0,98					
		Fe ²⁺	0,03	0,03	0,03					
		Mg ²⁺	0,00	0,00	0,00					
		K ⁺	0,00	0,00	0,00					
		Na ⁺	0,00	0,00	0,00					
		Zr ⁴⁺	0,00	0,00	0,00					
		Nb ⁵⁺	0,00	0,00	0,00					
		Ta ⁵⁺	0,00	0,00	0,00					
		V ³⁺	0,00	0,00	0,00					
		Sn ⁴⁺	0,00	0,00	0,00					
		Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00					
		F ⁻	0,00	0,00	0,00					
		Cl ⁻	0,00	0,00	0,00					
		O ²⁻	4,86	4,83	4,65					

7.4 Chemismus rud

Chemismus rudních hornin byl stanoven na základě výsledků XRF analýz. V této kapitole jsou tyto výsledky znázorněny formou Harkerova diagramu (obsahů CaO, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃ ve vztahu k obsahu SiO₂), který byl vytvořen pro každou lokalitu zvlášť. Pro účely této kapitoly rozlišujeme chudé magnetitové rudy a bohaté magnetitové rudy na základě obsahů Fe₂O₃, kdy za hraniční hodnotu považujeme 37 hm% obsah Fe₂O₃. Typy rud, jejichž chemismus je znázorněn Harkerovým diagramem, jsou uvedeny pod následujícími zkratkami: Mgt – magnetitová ruda; Mgt-Chl – ruda magnetit-chloritová; Mgt-Stp – ruda magnetit-stilpnomelanová; Mgt-Hem – ruda magnetit-hematitová; Jasp-Hem – ruda jaspilit-hematitová. Percentuální obsahy jednotlivých komponent uváděné v této kapitole odpovídají hm%.

Z výsledků XRF analýz uvedených v tabulce 25 a znázorněných v obr. 34 vyplývá, že na lokalitě Horní Moravice, která zastupuje rudy ložiska Franz-Franz, jsou bsahy CaO v rámci rudních typů variabilní, obecně však lze hodnotit, že vyšší obsahy vykazují rudy magnetitové, jaspilitové a magnetit-pyritové, zatímco magnetit-chlritové a magnetit-stilpnomelanové rudy mají obsahy CaO průměrně nižší (v průměru 1,79 % CaO). Nejvyšší průměrný obsah mají chudé magnetitové rudy (6,45 % CaO), pro srovnání zrudněné mramory, které nebyly do diagramu zahrnuty, vykazují průměrný obsah CaO 25,4 %. Obsahy MgO jsou u všech rudních typů shodně pod mezí detekce metody (2 hm%) s výjimkou magnetit-chloritových rud, u nich obsah MgO dosahuje až 6,9 % (3,10 % v průměru). Hodnoty obsahů Al₂O₃ jsou opět relativně variabilní, lze pozorovat opačný trend, než u obsahů CaO – vyšší hodnoty u rud magnetit-chloritových a magnetit-stilpnomelanových (pro tuto skupinu průměrně 10,44 % Al₂O₃) a nižší u rud magnetitových, jaspilitových a magnetit-pyritových (nejméně jaspilitové s průměrnými 2,57 % Al₂O₃). Obsahy Fe₂O₃ vykazují podobný trend. Obsahy Fe₂O₃ v jaspilitových rudách jsou téměř na úrovni zrudněného mramoru – průměrný obsah Fe₂O₃ v jaspilitových rudách je 25,85 % zatímco ve slabě zrudnných mramorech 24,22 % Fe₂O₃. Průměrně nejbohatší jsou bohaté magnetitové rudy s průměrnými 43,17 % Fe₂O₃, za nimi následují rudy magnetit-chloritové a magnetit stilpnomelanové s 39,61 % Fe₂O₃ a po nich rudy magnetitové chudé rudy, jejichž obsahy Fe₂O₃ jsou obdobné (31,9 % a 31,4 %). Obsahy K₂O, jež nebyly vyznačeny do Harkerova diagramu, se průměrně pohybují u všech rudních typů na obdobné úrovni 2,51 – 2,67 % K₂O s výjimkou rud magnetit pyritových, u nichž se průměrná hodnota pohybuje okolo 1,06 % K₂O, a jaspilitových rud, jejichž průměrný obsah dosahuje pouze 0,08 % K₂O.



Obr. 34. Harkerův diagram pro rudy z lokality Horní Moravice.

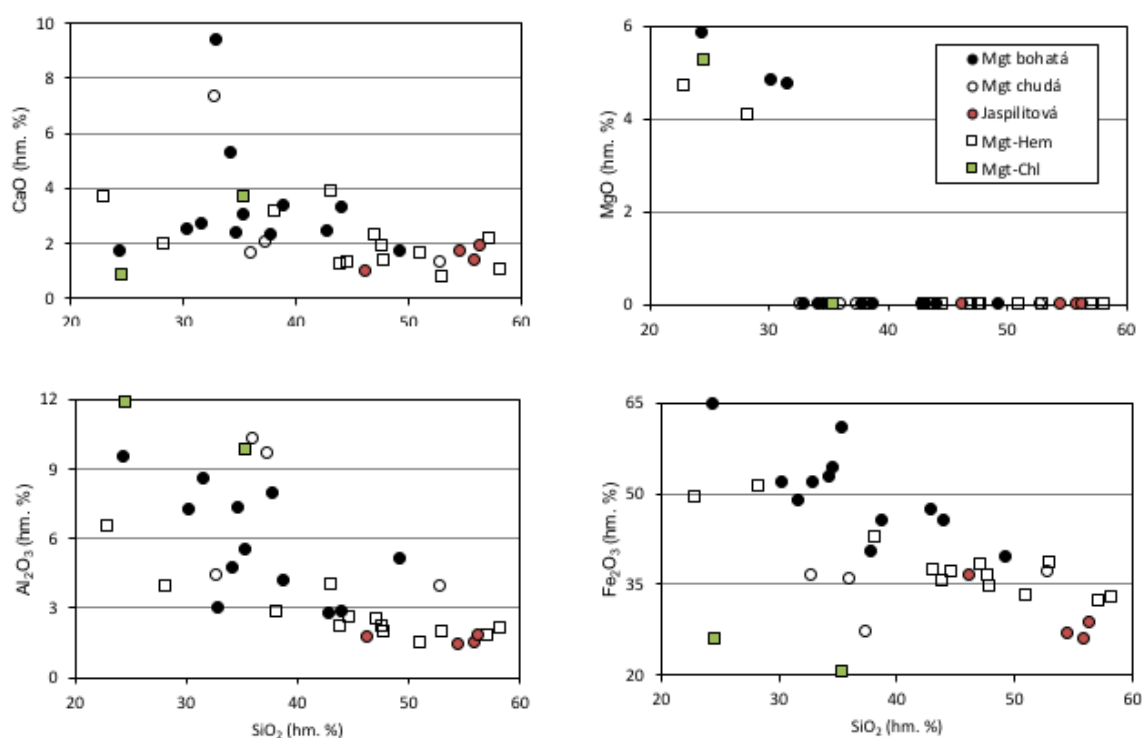
Tab. 25. Výsledky XRF analýz udávající chemismus rud na lokalitě Horní Moravice (n = počet vzorků).

	Fe ₂ O ₃			SiO ₂			CaO		
	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr
Bohaté magnetitové rudy (n = 5)	38,51	47,85	43,17	29,83	57,03	47,02	0,46	10,40	3,06
Chudé magnetitové rudy (n = 3)	30,78	33,47	31,90	43,51	48,63	46,11	5,87	6,75	6,45
Magnetit-hematitové rudy	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy (n = 5)	18,12	32,19	25,85	55,88	77,95	65,60	0,18	7,40	3,27
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy (n = 4+3)	28,76	50,86	39,61	28,07	59,43	39,22	0,33	4,40	1,79
Zrudněný mramor (n = 4)	10,39	48,49	24,22	19,39	32,19	23,36	18,10	38,76	25,40
Magnetit-pyritové rudy (n = 4)	25,59	36,18	31,43	37,08	46,99	42,59	0,80	9,38	5,69

	Al ₂ O ₃			MgO			K ₂ O		
	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr
Bohaté magnetitové rudy (n = 5)	3,24	12,01	7,13	0,00	0,00	0,00	0,43	6,12	2,64
Chudé magnetitové rudy (n = 3)	4,82	11,95	7,97	0,00	0,00	0,00	0,80	5,52	2,67
Magnetit-hematitové rudy	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy (n = 5)	2,12	3,20	2,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,08
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy (n = 4+3)	7,25	16,04	10,44	0,00	6,90	3,10	0,07	6,08	2,51
Zrudněný mramor (n = 4)	2,62	10,04	5,58	0,00	0,00	0,00	0,56	4,89	2,61
Magnetit-pyritové rudy (n = 4)	3,95	7,48	5,36	0,00	0,00	0,00	0,72	1,55	1,06

Rudy hornoměstského revíru, které jsou zastoupeny lokalitou Horní Město, jsou dle výsledků XRF analýz uvedených v tab. 26 a znázorněných v obr. 35 co se týče obsahů CaO značně vyrovnané, průměrné obsahy variují v rozmezí 1,47 – 3,31 % CaO. Nejvyšších obsahů

CaO dosahují zpravidla bohaté magnetitové rudy s průměrným obsahem 3,31 % CaO a maximem 9,32. Nejméně CaO obsahují rudy jaspilitové. Obsahy MgO jsou opět u většiny hodnocených vzorků shodně pod mezí detekce (2 hm%). Výjimku tvoří pouze izolované vzorky rud magnetitových (bohatých), magnetit-hematitových a magnetit-chloritových, s maximem 5,82 % MgO. Obsahy Al_2O_3 jsou nejvyšší u rud magnetit-chloritových (okolo 11 %), nejnižší u rud jaspilitových (průměrně 1,59 % Al_2O_3) a rud magnetit-hematitových s průměrnými 2,75 % Al_2O_3 , u rud magnetit-hematitových se však na rozdíl od rud jaspilitových hodnoty pohybují ve výraznějším rozpětí 1,5 – 6,52 % Al_2O_3 . Rudy magnetitové bohaté a magnetitové chudé v tomto případě nelze tak dobře rozlišit, souhrnně se pohybují v širokém rozpětí 2,69 – 10,22 % Al_2O_3 . Obsahy Fe_2O_3 jsou nejvyšší u bohatých magnetitových rud, průměrně 50,05 %, po nich následují rudy magnetit-pyritové s průměrnými 38,99 % Fe_2O_3 . Na Fe_2O_3 nejchudší jsou rudy magnetit-chloritové s průměrným obsahem 23,09 % Fe_2O_3 a rudy jaspilitové (průměrně 29,39 % Fe_2O_3). Množství K_2O se pohybuje mezi 0,17 % v průměru pro jaspilitové rudy a 0,32 % u bohatých magnetitových rud (s maximem 1,08 % K_2O).



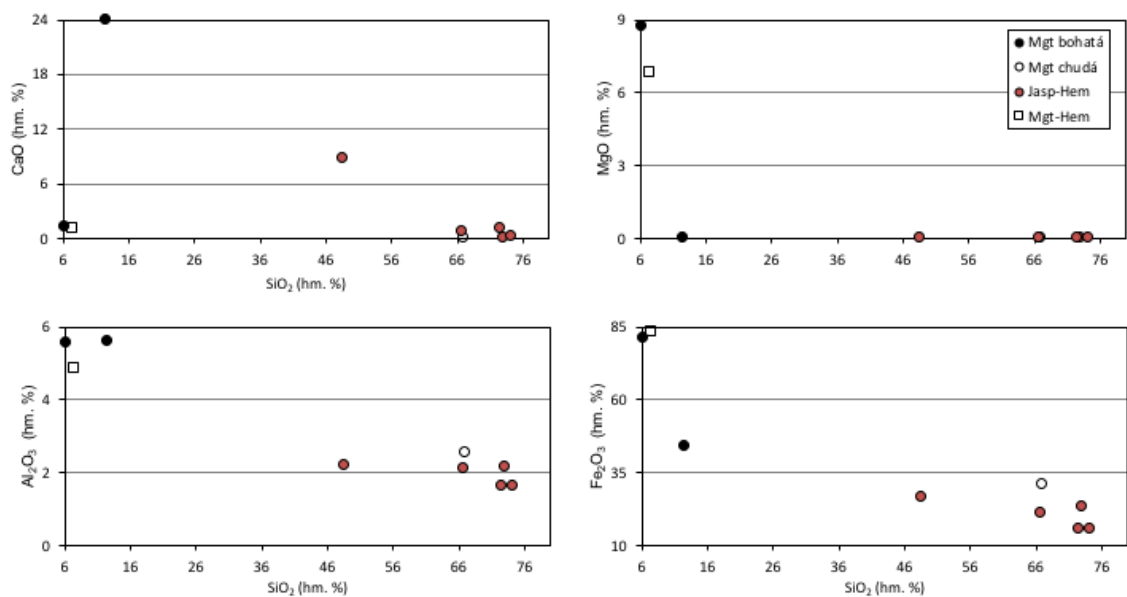
Obr. 35. Harkerův diagram pro rudy z lokality Horní Město.

Tab. 26. Výsledky XRF analýz udávající chemismus rud na lokalitě Horní Město (n = počet vzorků).

	Fe ₂ O ₃			SiO ₂			CaO		
	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr
Bohaté magnetitové rudy (n = 12)	39,21	64,44	50,05	24,49	49,40	36,45	1,69	9,32	3,31
Chudé magnetitové rudy (n = 5)	27,09	36,84	33,99	32,79	52,84	39,79	1,30	7,31	3,06
Magnetit-hematitové rudy (n = 13)	32,15	50,92	38,29	22,94	58,25	44,89	0,75	3,86	2,01
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy (n = 4)	25,92	36,26	29,37	46,32	56,43	53,33	0,95	1,88	1,47
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy (n = 2)	20,40	25,78	23,09	24,64	35,47	30,06	0,85	3,64	2,25
Zrudněný mramor	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Magnetit-pyritové rudy	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	Al ₂ O ₃			MgO			K ₂ O		
	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr
Bohaté magnetitové rudy (n = 12)	2,69	9,50	5,68	0,00	5,82	1,28	0,17	1,08	0,32
Chudé magnetitové rudy (n = 5)	3,87	10,22	7,02	0,00	0,00	0,00	0,17	0,41	0,23
Magnetit-hematitové rudy (n = 13)	1,50	6,52	2,75	0,00	4,68	0,67	0,17	0,51	0,19
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy (n = 4)	1,40	1,80	1,59	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,17
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy (n = 2)	9,81	11,81	10,81	0,00	0,00	0,00	0,17	0,47	0,32
Zrudněný mramor	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Magnetit-pyritové rudy	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Na lokalitě Rešov, jež je dalším zástupcem hornoměstského revíru, je situace obdobná jako u lokality Horní Město. Dle výsledků XRF analýz uvedených v tab. 27 a znázorněných v obr. 36 většina hodnocených vzorků patří mezi jaspilitové rudy, jejich obsah CaO je obecně nízký pod 1,1 % (s maximální výjimkou 8,66 % CaO), obdobně u chudých magnetitových rud a magnetit pyritových rud. v případě bohatých magnetitových rud tento obsah silně kolísá od 1,21 % CaO oproti 23,95 % CaO. Obsahy MgO se u většiny vzorků pohybují pod mezí detekce 2 hm% se dvěma výjimkami – vzorek bohaté magnetitové rudy o obsahu 8,72 % MgO a vzorek magnetit-hematitové rudy s obsahem MgO 6,82 %. Obsahy Al₂O₃ se u jaspilitových rud pohybují shodně okolo 2 % (v průměru 1,92 % Al₂O₃), obdobně tomu je u chudé magnetitové rudy. Oproti tomu bohaté magnetitové rudy a magnetit hematitové rudy dosahují až trojnásobných hodnot – průměrně okolo 5,2 % Al₂O₃. Pro srovnání v případě zrudněného mramoru dosahuje obsah Al₂O₃ 9,48 %. u hodnot Fe₂O₃ je situace analogická. u jaspilitových se průměrný obsah Fe₂O₃ pohybuje okolo 20 %, u chudé magnetitové rudy dosahuje 30,81 % Fe₂O₃. v případě bohatých magnetitových rud obsah Fe₂O₃ skokově roste z 43,6 % na 81,16 % Fe₂O₃. Největší obsah Fe₂O₃ vykazuje ruda magnetit-pyritová s 83,31 % Fe₂O₃. Obsahy K₂O jsou u většiny rud nulové, s výjimkou bohatých magnetitových rud, kde nepřekročí 0,6 %, v případě zrudněného mramoru dosahuje 2,24 % K₂O.



Obr. 36. Harkerův diagram pro rudy z lokality Rešov.

Tab. 27. Výsledky XRF analýz udávající chemismus rud na lokalitě Rešov (n = počet vzorků).

	Fe_2O_3			SiO_2			CaO		
	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr
Bohaté magnetitové rudy (n = 2)	43,60	81,16	62,38	6,38	12,56	9,47	1,21	23,95	12,58
Chudé magnetitové rudy (n = 1)	–	–	30,81	–	–	67,10	–	–	0,04
Magnetit-hematitové rudy (n = 1)	–	–	83,31	–	–	7,53	–	–	1,05
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy (n = 5)	15,31	26,62	20,17	48,68	74,35	67,13	0,00	8,66	2,14
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zrudněný mramor (n = 1)	–	–	18,13	–	–	27,15	–	–	21,19
Magnetit-pyritové rudy	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	Al_2O_3			MgO			K_2O		
	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr
Bohaté magnetitové rudy (n = 2)	5,55	5,59	5,57	0,00	8,72	4,36	0,27	0,57	0,42
Chudé magnetitové rudy (n = 1)	–	–	2,54	–	–	0,00	–	–	0,00
Magnetit-hematitové rudy (n = 1)	–	–	4,84	–	–	6,82	–	–	0,00
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy (n = 5)	1,60	2,16	1,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zrudněný mramor (n = 1)	–	–	9,48	–	–	0,00	–	–	2,24
Magnetit-pyritové rudy	–	–	–	–	–	–	–	–	–

8 Diskuse

Na ložisku Horní Moravice lze rozlišit rudy magnetitové, z nichž jsou některé velice bohaté a jiné naopak vlivem vysokého obsahu křemene chudé. Hojně se zde vyskytují rudy, v nichž je magnetit provázen fylosilikáty, jedná se o rudy magnetit-chloritové a magnetit-stilpnomelanové, často s výrazným obsahem dalších fylosilikátů, a to biotitu, zpravidla silně chloritizovaného, a též muskovitu. Kromě těchto typů rud byly na ložisku Horní Moravice pozorovány zjištěny ojediněle rudy magnetit-pyritové a také nepříliš hojné jaspilitové rudy, obdobně jako na Horním Městě s velmi nízkým obsahem železa. Na ložiscích hornoměstského revíru a Horní Moravice lze rozlišit několik mineralogicky rozdílných typů železné rudy, přičemž k tomu na železo nejbohatším patří rudy magnetitové, magnetit-hematitové a také rudy, v nichž je magnetit provázen Fe-fylosilikáty, a to chloritem nebo stilpnomelanem. Obsahy železa ve všech v této práci vyčleněných rudních typech na studovaných lokalitách jsou zřejmé z tabulky 28. Průměrné obsahy hlavních oxidů stanovených XRF analýzami v jednotlivých rudních typech jsou náplní tabulky 29 (tabulky oxidů dle XRF).

V předchozí kapitole byly magnetitové rudy rozlišeny na bohaté a chudé na základě hranice 37 hm% Fe_2O_3 , ta v přepočtu na hm% Fe odpovídá hranici 26 hm% Fe. Na základě toho můžeme konstatovat, že v hornoměstském revíru odpovídají bohatým rudám nejen rudy označené jako bohaté magnetitové rudy, ale též rudy magnetit hematitové. v případě ložiska Franz-Franz lze za bohaté rudy označit mimo magnetitových bohatých rud i rudy magnetit-chloritové a magnetit-stilpnomelanové.

Tab. 28. Obsahy Fe v jednotlivých horninových typech srovnávaných lokalit.

Fe (hm%)	Horní Moravice			Horní Město			Rešov		
	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr
Bohaté magnetitové rudy	26,93	33,46	30,19	27,42	45,06	35,00	30,49	56,76	43,62
Chudé magnetitové rudy	21,52	23,41	22,31	18,94	25,76	23,77	–	–	21,55
Magnetit-hematitové rudy	–	–	–	22,48	35,61	26,77	–	–	58,26
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy	12,67	22,51	18,08	18,13	25,36	20,54	10,71	18,61	14,11
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy	20,11	35,57	27,70	14,27	18,03	16,15	–	–	–
Zrudněný mramor	7,27	33,91	16,94	–	–	–	–	–	12,68
Magnetit-pyritové rudy	17,89	25,30	21,98	–	–	–	–	–	–

Chemismus rudních typů koresponduje s jejich minerálním složením. Proto je například v jaspilitových rudách dominantní složkou SiO_2 , v rudách s obsahy karbonátů jsou tudíž nutně zvýšené obsahy CaO , rudy bohaté na fylosilikáty (chlorit, slídy, stilpnomelan) mají zpravidla vysoké obsahy Al_2O_3 . Obsahy hořčíku v rudních vzorcích jsou vázány na dvě skupiny

minerálů – na fylosilikáty reprezentované především chloritem a na karbonáty dolomit-ankeritové řady. Draslík je vázán jedině ve fylosilikátech, přítomnost K-živců na ložisku Franz-Franz souvisí s hydrotermální mineralizací.

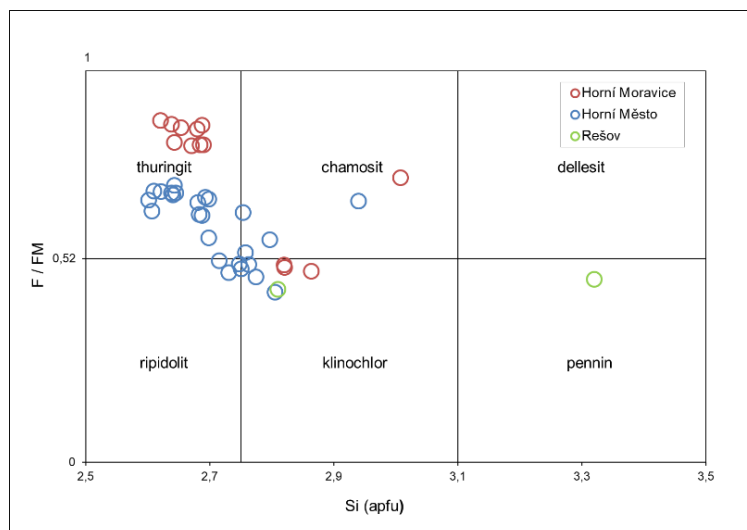
Tab. 29. Chemismus horninových typů na srovnávaných lokalitách.

průměrný obsah:	Fe ₂ O ₃			SiO ₂		
	Horní Moravice	Horní Město	Rešov	Horní Moravice	Horní Město	Rešov
Bohaté magnetitové rudy	43,17	64,44	62,38	47,02	36,45	9,47
Chudé magnetitové rudy	31,90	36,84	30,81	46,11	39,79	67,10
Magnetit-hematitové rudy	–	50,92	83,31	–	44,89	7,53
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy	25,85	36,26	20,17	65,60	53,33	67,13
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy	39,61	25,78	–	39,22	30,06	–
Zrudněný mramor	24,22	–	18,13	23,36	–	27,15
Magnetit-pyritové rudy	31,43	–	–	42,59	–	–

průměrný obsah:	Al ₂ O ₃			CaO		
	Horní Moravice	Horní Město	Rešov	Horní Moravice	Horní Město	Rešov
Bohaté magnetitové rudy	7,13	9,50	5,57	3,06	3,31	12,58
Chudé magnetitové rudy	7,97	10,22	2,54	6,45	3,06	0,04
Magnetit-hematitové rudy	–	6,52	4,84	–	2,01	1,05
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy	2,57	1,80	1,92	3,27	1,47	2,14
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy	10,44	11,81	–	1,79	2,25	–
Zrudněný mramor	5,58	–	9,48	25,40	–	21,19
Magnetit-pyritové rudy	5,36	–	–	5,69	–	–

průměrný obsah:	MgO			K ₂ O		
	Horní Moravice	Horní Město	Rešov	Horní Moravice	Horní Město	Rešov
Bohaté magnetitové rudy	0,00	1,28	4,36	2,64	0,32	0,42
Chudé magnetitové rudy	0,00	0,00	0,00	2,67	0,23	0,00
Magnetit-hematitové rudy	–	0,67	6,82	–	0,19	0,00
Jaspilitové (Jasp-Hem) rudy	0,00	0,00	0,00	0,08	0,17	0,00
Mgt-Chl a Mgt-Stp rudy	3,10	0,00	–	2,51	0,32	–
Zrudněný mramor	0,00	–	0,00	2,61	–	2,24
Magnetit-pyritové rudy	0,00	–	–	1,06	–	–

Chlority v hornoměstských rudách svým chemickým složením většinou odpovídají thuringitu, ovšem nezanedbatelná část se pohybuje okolo hranice thuringit/chamosit/klinochlor/ripidolit, jak je znázorněno v obr. 37. Výjimečně se objevuje chamosit s vyšším poměrem F/FM a Si, ojediněle byl u lokality Rešov zjištěn pennin. u ložiska Franz-Franz reprezentovaného lokalitou Horní Moravice odpovídá thuringitu drtivá většina analyzovaných vzorků, pouze malá část vzorků odpovídá hranici klinochlor/chamosit, jeden jediný chamositu uvnitř klasifikačního pole. Ze získaných informací je patrné, že neexistuje výrazný rozdíl mezi chemismem chloritů přítomných v rudách a na hydrotermálních žilkách.

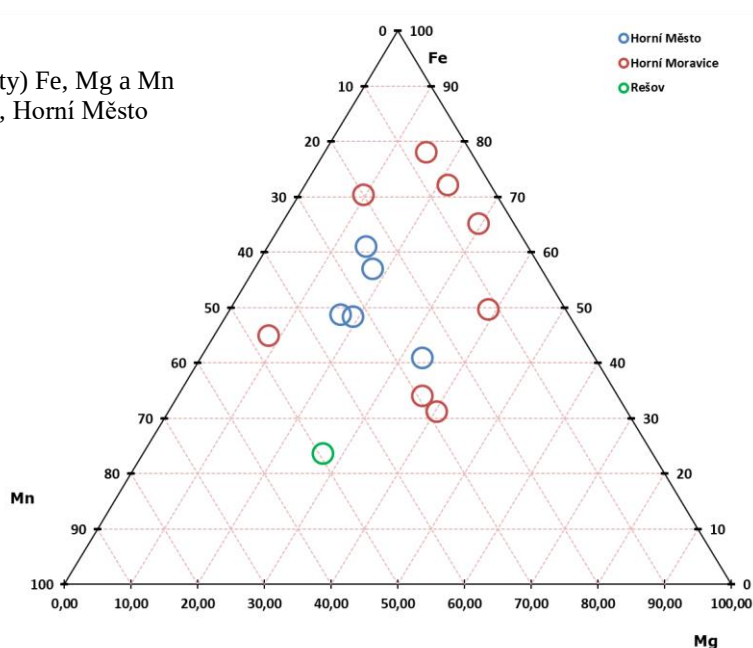


Obr. 37. Klasifikační diagram pro chlority z lokalit Horní Moravice, Horní Město a Rešov, upraveno dle Melky (1965).

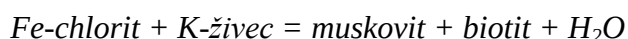
V hornoměstských rudách je hojně přítomen karbonát dolomit-ankeritové řady (na rozdíl od ložiska u Horní Moravice). Vysoký obsah karbonátu dolomit-ankeritové řady dovoluje přiřadit tato ložiska k subtypu Teliuc-Ghelar, pro nějž je přítomnost Fe-karbonátů charakteristická (např. Kräutner 1977 a Dill 2010). v prostoru vrbenké skupiny byla přítomnost karbonátů dolomit-ankeritové řady nebo sideritu zaznamenána na ložiscích Tvrdkov (Zimák 2001a), Maria Trost u Heřmanovic (Zimák 2001b), Malý Děd u Bělé pod Pradědem (Mücke et al. 2010).

Na všech lokalitách byl však shodně zjištěn kalcit. Má značnou příměs Fe, Mg a Mn, poměr mezi těmito prvky je znázorněn v obr 38. Z obrázku je zjevné, že v případě lokality Rešov je z těchto tří příměsí dominující Mn.

Obr. 38. Ternární diagram (at. kvocienty) Fe, Mg a Mn v kalcitech z lokalit Horní Moravice, Horní Město a Rešov.



Rudy z hornoměstského revíru a z ložiska Horní Moravice se liší přítomností biotitu. Zatímco v hornoměstských rudách biotit zjištěn nebyl, na Horní Moravici je někdy podstatnou složkou avšak bývá silně chloritizován. Výskyt biotitu ve studovaných rudách souvisí patrně se stupněm metamorfózy rud a celého horninového prostředí. Při progradní metamorfóze pelltů při překročení biotitové izogrady dochází ke tvorbě biotitu reakcí, která je v systému KFASH vyjádřena schematicky jako



(Konopásek et al. 1998). Tato reakce vede ke koexistenci biotitu a muskovitu v hornině, probíhá dle citovaného autora nejspíše mezi 300 – 400 °C. Pokud se hornina s asociací chlorit + K-živec (+ křemen + muskovit) v podmínkách chloritové zóny dostane při progradní metamorfóze do biotitové zóny, může být výše uvedenou reakcí nejdříve zkonsumován K-živec, a výsledná asociace pak bude muskovit + biotit + chlorit (+ křemen). Tato asociace byla zjištěna v některých horninových vzorcích z ložiska Horní Moravice. Ve vrbenské skupině roste intenzita regionální metamorfózy ve směru od jihu k severu (tj. od hornomoravského úvalu do prostoru Zlatých Hor), což uvádí Souček (1978). Citovaný autor klade biotitovou izogradu přibližně do prostoru Vrbna pod Pradědem, tedy Horní Město i Horní Moravice jsou dle Součka (1978) v chloritové zóně. Přítomnost biotitu v horninách a rudách u Horní Moravice naznačuje, že i v rámci Součkem vymezené chloritové zóny mohly být splněny podmínky pro vznik biotitu.

9 Závěr

Na základě podrobného mineralogického studia haldového materiálu na historických ložiscích železných rud Lahn-Dillského typu v hornoměstském revíru (lokality Horní Město, Rešov) a na lokalitě Horní Moravice (historické ložisko Franz-Franz) bylo možno rozlišit několik rudních typů.

Na ložiscích hornoměstského revíru se jedná o rudy magnetitové, magnetit-hematitové a magnetit-chloritové, přičemž ve všech třech rudních typech se určitá část železa váže na karbonát dolomit-ankeritové řady. Mezi uvedenými třemi rudními typy existují plynulé přechody. Čtvrtým rudním typem ložisek hornoměstského revíru jsou jaspilitové rudy, které však mají vzhledem k nízkému obsahu železa spíše charakter hlušiny.

Na ložisku Horní Moravice lze rozlišit rudy magnetitové, z nichž jsou některé velice bohaté a jiné naopak vlivem vysokého obsahu křemene chudé. Hojně se zde vyskytují rudy, v nichž je magnetit provázen fylosilikáty, jedná se o rudy magnetit-chloritové a magnetit-stilpnomelanové, často s výrazným obsahem dalších fylosilikátů, a to biotitu, zpravidla silně chloritizovaného, a též muskovitu. Kromě těchto typů rud byly na ložisku Horní Moravice pozorovány zjištěny ojediněle rudy magnetit-pyritové a také nepříliš hojné jaspilitové rudy, obdobně jako na Horním Městě s velmi nízkým obsahem železa.

Rudy z obou hornoměstského revíru a ložiska u Horní Moravice jsou do značné míry mineralogicky podobné, mají obdobné textury a struktury, ale lze zaznamenat dva zásadní rozdíly. V rudách hornoměstského revíru je hojnou složkou magnetitových rud karbonát dolomit-ankeritové řady, jehož přítomnost na ložisku u Horní Moravice zjištěna nebyla. Na základě přítomnosti tohoto karbonátu by bylo možné železnorudné akumulace u Horního Města přiřadit k subtypu Teliuc-Ghelar. Druhým rozdílem je přítomnost biotitu v rudách u Horní Moravice, která patrně souvisí s vyšším stupněm regionální metamorfózy vrbenské skupiny v prostoru Horní Moravice. Mineralogický charakter studovaných železnorudných ložisek v obou úsecích vrbenské skupiny zcela odpovídá ložiskům typu Lahn-Dill popisovaným z této geologické jednotky v literatuře.

10 Literatura

- Bernard J. H. (1991): Empirical types of ore mineralizations in the Bohemian massif. ÚÚG, Praha.
- Dill H. (1985): Die Vererzung am Westrand der Böhmisches Masse. – Geologisches Jahrbuch Reihe D, Heft 73, 3–461.
- Dill H. (2010): The „chessboard“ classification scheme of mineral deposits: Mineralogy and geology from aluminium to zirkonium. – Earth-Science Reviews 100, 1–420.
- Fojt B., Dolníček Z., Hoffman V., Škoda R., Trdlička Z., Zeman J. (2007): Paragenetická charakteristika ložisek Zn–Pb rud v širším okolí Horního Města u Rýmařova (Nízký Jeseník). – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol. LXXXII (2007): 3–57.
- Havelka J., Rozložník L. (1990): Ložiska rud. SNTL Praha.
- Cháb J., Fediuková E., Fišera M., Novotný P., Opletal M. (1990): Variská orogeneze v silesiku. – Sbor. geol. Věd, ložisk. geol. mineral., 29: 9 – 39. Praha.
- Cháb J., Breitr K., Fatka O., Hladil J., Kalvoda J., Šimůnek Z., Štorch P., Vašíček Z., Zajíc J., Zapletal J. (2008): Stručná geologie základu Českého masívu a jeho karbonského a permského pokryvu. – Vydavatelství ČGS. Praha.
- Chlupáč I. (1989): Fossil communities in the metamorphic Lower Devonian of the Hrubý Jeseník Mts., Czechoslovakia. – Neu. Jb. Geol. Paläont. Abh. 177, 3, 367 – 392. Stuttgart
- Karel J. (2011): Vývoj rudných dolů Rýmařovska. – Hornická Příbram ve vědě a technice, 50 (2011), sekce T (Evropské hornictví – tradice a památky), T 14, str. 8.
- Konopásek J., Štípská P., Klápová H., Schulmann K. (1998): Metamorfni Petrologie. Karolinum Praha
- Koutek J. (1951): K petrografii železnorudných ložisek v nemetamorfovaném devonu moravskoslezských Jeseníků. – Věstník Ústř. Úst. Geol., XXVI, 55 – 58, Praha
- Königshof P., Nesbor H.-D., Flick H. (2010): Volcanism and reef development in the Devonian: A case study from the Lahn syncline, Rheinisches Schiefergebirge (Germany). – Gondwana Research 17, 264–280.
- Kräutner H. G. (1977): Hydrothermal-sedimentary iron ores related to submarine volcanic rises: The Teliuc-Ghelar type as a carbonatic equivalent to the Lahn-Dill Type. In:

Klemm, D.D., Schneider, H.J. (Eds.): Time- and Stratabound Ore Deposits. Springer Verlag, Berlin, 232–253.

- Large D., Walcher E. (1999): The Rammelsberg massive sulphide Cu-Zn-Pb-Ba-Deposit, Germany: an example of sediment-hosted, massive sulphide mineralisation. – Mineralium Deposita, 34 (1999), str. 522–538.

- Melka, K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. – Věst. Ústř. Úst. geol., 40, 23-27. Praha.

- Misař Z., Dudek A., Havlena V., Weiss J. (1983): Geologie ČSSR I. Český masív. – SPN. Praha.

- Mücke et al 2010: Mücke A., Fojt B., Dolníček Z. (2010): Petrografie, mineralogie, geochemie a genetické aspekty ložiska typu Lahn-Dill Malý Děd (=Leitberg) v devonské vrbenské skupině (silesikum), Česká Republika. – Acta, Mus. Morav., Sci. Geol. 92 (2010), No. 2, str. 95–129)

- Novák J., Štěpán V. (1987): Horní města na severní Moravě – Severní Morava, 54 (1987), str. 37 – 43.

- Schulmann K., Gayer R. (2000): A model for a continental accretionary wedge developed by oblique collision: the NE Bohemian Massif - J. Geol. Soc. London 157, 2, 401 - 416, London.

- Skácel J. (1959): Železoruďná ložiska Jeseníků. - Geol. Průzk., 1(1959), No. 11, str. 334-337.

- Skácel J. (1966): Železoruďná ložiska moravskoslezského devonu. - Rozpr. ČSAV, Ř.MPV, 76(1966), seš. 11, str. 3–59.

- Skácel J. et al. (1968): Oblastní surovinová studie Jeseníky. MS. Geologický průzkum Ostrava.

- Skácel J. (1993): Železářství na Rýmařovsku. – Geol Průzk., 35 (1993), No. 2, str. 48 – 49.

- Skácel J. (2000): Přehled geologicko-průzkumných akcí na železné rudy v Jeseníkách a okolí po 2. světové válce. - Minerál, 8(2000), No. 4, str. 309-312.

- Smirnov V.I. (1983): Geologie ložisek nerostných surovin. SNTL Praha.

- Souček J. (1978): Metamorphic zones ov Vrbno and Rejvíz series, the Hrubý Jeseník Mts., Czechoslovakia. – Tschermaks Min. Petr. Mitt 25, 3, 195–217. Wien.

- Svoboda J., Beneš K., Dudek A., Holubec J., Chaloupský J., Kodým O. ml., Malkovský M., Odehnal L., Polák A., Pouba Z., Sattran V., Škvor V., Weiss J. (1964): Regionální geologie ČSSR I, Český masív, Krystalinikum. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- Svoboda J., et al. (1983): Encyklopedický slovník geologických věd, 2. svazek – Academia, Praha.
- Tomšík J. (1993): Vulkanosedimentární ložiska Fe rud na Severní Moravě a ve Slezsku – Geologie Moravy a Slezska, 71-78. Moravské muzeum Brno a PřF MU Brno 1993.
- Vykoupil L. (2002): Slovník českých dějin. Druhé, přepracované a doplněné vydání. Julius Zirkus Brno.
- Zelinger O. et al. (1998): RD Jeseník 1958-1998. 213 stran. Vydal RD Jeseník.
- Zimák 2001a: Mineralogie železných rud typu Lahn-Dill na lokalitě „Tvrdkovská leč“ u Tvrdkova ve vrbenské skupině – Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 2000, 66–68
- Zimák 2001b: Mineralogie železných rud typu Lahn-Dill na lokalitě „Maria Trost“ u Heřmanovic. – Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 2000, 63–65
- Zimák J. (2013): Ložiska nerostných surovin. Univerzita Palackého v Olomouci.

11 Internetové zdroje

www1 – Mapová aplikace geology.cz – geologické okolí Rýmařova, ke dni 5. 10. 2021
http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=550323&x=1070594&r=7000&s=1&legselect=0

www2 – Aplikace Geoportál ČÚZK – Základní mapa České republiky 1 : 25 000,
[https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(wg2eewanb2mpalnfvn02jbc\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy25&text=dsady_mapy25&menu=224](https://geoportal.cuzk.cz/(S(wg2eewanb2mpalnfvn02jbc))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy25&text=dsady_mapy25&menu=224)