

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

**Mineralogická charakteristika granitoidů**  
**Rudné hory u Vernířovic v Hrubém Jeseníku**

**bakalářská práce**

**Ludmila Nejeschlebová**

**Environmentální geologie (B1201)**

**prezenční studium**

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

**Olomouc 2011**

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Ludmila Nejeschlebová

Název práce: Mineralogická charakteristika granitoidů Rudné hory u Vernířovic v Hrubém Jeseníku

Typ práce: bakalářská

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

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

Rok obhajoby práce: 2011

Abstrakt: Tato práce se zabývá granitoidy Rudné hory v Hrubém Jeseníku. Zaměřuje se na mineralogickou charakteristiku intruze Rudné hory a její srovnání s dalšími intruzemi v Hrubém Jeseníku. Ke studiu bylo využito mikroskopického studia výbrusů, WDX analýz a studia chemismu ACME Vancouver.

Klíčová slova: silezikum, Hrubý Jeseník, variské granitoidy, mineralogie, chemismus

Počet stran: 36

Počet příloh: 12

Jazyk: čeština

**Bibliographical identification:**

Autor's first name and surname: Ludmila Nejeschlebová

Title: Mineralogical characterization of granitoids of Rudná Hora near Vernířovice in the Hrubý Jeseník Mts.

Type of thesis: bachelor

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

Supervisor: doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.

The year of presentation: 2011

Abstract: This thesis deals with granitoids of Rudná hora in the Hrubý Jeseník Mountains. It focuses on mineralogical characterization of Rudná Hora intrusion and its comparison with another intrusions in the Hrubý Jeseník Mts. Microscopic research of cuts, WDX analysis and ACME Vancouver were studied there.

Keywords: Silesicum, Hrubý Jeseník Mts., Variscan granitoids, mineralogy, chemistry

Number of pages: 36

Number of appendices: 12

Language: Czech

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu doc. RNDr. Jiřímu Zimákovi, CSc., za vstřícný přístup, ochotu, odborné vedení a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce a také své rodině a přátelům za jejich pomoc a trpělivost.

## **Prohlášení**

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

V Újezdě u Uničova dne 28.4.2011

.....

## OBSAH:

Úvod .....	1
Metody a cíle práce .....	2
Geomorfologie .....	5
Geologie .....	5
Geologické jednotky silezika .....	6
Skupina Branné .....	6
Keprnická skupina .....	6
Desenská skupina .....	7
Vrbenská skupina .....	7
Jesenický amfibolitový masív .....	7
Sobotínský amfibolitový masív .....	7
Tektonika .....	8
Variské granitoidy v sileziku .....	8
Žulovský pluton .....	8
Šumperský pluton .....	10
Granitoidy u Hanušovic .....	11
Intruze Rudné hory .....	11
Výsledky terénních prací .....	13
Výsledky laboratorního studia hornin intruze Rudné hory .....	14
Modální analýza .....	14
Magnetická susceptibilita .....	15
Mineralogická charakteristika intruze Rudné hory .....	16
Výsledky chemické analýzy ACME Vancouver .....	31
Diskuse .....	32
Závěr .....	34
Literatura: .....	35

## **Úvod**

Téma své bakalářské práce „Mineralogická charakteristika granitoidů Rudné hory u Vernířovic v Hrubém Jeseníku“ jsem si zvolila hned z několika důvodů. Bydlím v Újezdě u Uničova, v obci, která se nachází jen pár desítek kilometrů od pohoří Hrubého Jeseníku, a je tudíž logické, že jsem se ve své práci zaměřila právě na tuto oblast. Pro oblast Rudné hory a její blízké okolí je typický výskyt amfibolitů, rul, svorů, pegmatitů a také granitoidů, které zde tvoří intruzi označovanou jako intruze Rudné hory. Tato intruze zatím nebyla podrobněji petrograficky a mineralogicky prozkoumána. A to byl další důvod, proč jsem se rozhodla pro dané téma. Domnívám se, že podrobnější prozkoumání intruze Rudné hory má své opodstatnění a může být přínosem pro poznání variských granitoidů v jesenické oblasti.

## **Metody a cíle práce**

Dle zadání bakalářské práce jsem po literárně-rešeršní přípravě, zaměřené na geologii silezika a zejména na výskyty variských granitoidů v této jednotce, provedla rekognoskaci terénu v prostoru intruze Rudné hory a odběr vzorků granitoidů k dalšímu výzkumu. Současně s odběrem vzorků jsem provedla i fotodokumentaci lokalit a strukturně geologická měření. Polohu lokalit jsem zanášela do topografických map s měřítkem 1 : 10 000 a následně do geologických map. Získané údaje jsem srovnala s dostupnými informací o granitoidech šumperského a žulovského masivu a s výskyty granitoidů v okolí Hanušovic.

V terénu odebrané vzorky byly zpracovány broušením a leštěním do výbrusů. Výbrusy zhotovil pan Jiří Povolný na PřF MU Brno. Následně jsem výbrusy posuzovala v optickém polarizačním mikroskopu Olympus BX50, na němž byly též pořízeny mikrofotografie pomocí fotoaparátu Olympus C-7070.

Chemismus některých minerálů byl studován pomocí vlnově disperzní analýzy (WDX) na elektronové mikrosondě Cameca SX100 na PEMM PřF MU Brno (analytici RNDr. Radek Škoda, PhD. a Mgr. Petr Gadas, PhD.); současně byly pořizovány snímky ve zpětně odražených elektronech (tzv. BSE snímky). WDX analýzy byly provedeny za těchto podmínek:

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

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

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

použité standardy: albit (Na), almandin (Si, Fe), sanidin (Al,K), MgO (Mg), grossular (Ca), chromit (Cr), benitoit (Ba), titanit (Ti), spessartin (Mn), vanadinit (V), Ni (Ni), NaCl (Cl), gahnit (Zn), fluorapatit (P), topaz (F).

**Euxenit-(Y), fergusonit-(Y):** průměr svazku 2  $\mu\text{m}$  (vzorky 1a, 1b, 2 a 4), vzorek 6 < 1  $\mu\text{m}$ , 15 keV, 20nA

použité standardy pro vzorky 1a, 1b, 2 a 4: albit (Na), YAG (Y),  $\text{Cr}_2\text{Ta}_2\text{O}_6$  (Ta), zirkon (Zr), sanidin (Al,Si,K), andradit (Ca),  $\text{ScPO}_4$  (Sc), TiO (Ti), rhodonit (Mn), kolumbit (Fe,Nb), U (U),  $\text{ThO}_2$  (Th), Sn (Sn), W (W),  $\text{LaB}_6$  (La),  $\text{CeAl}_2$  (Ce),  $\text{PrF}_3$  (Pr),  $\text{SmF}_3$  (Sm),  $\text{NdF}_3$  (Nd),  $\text{GdF}_3$  (Gd), REE4 (Dy), YErAg (Er), YbGl (Yb),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Mg), topaz (F),  $\text{EuF}_3$  (Eu), fluorapatit (P), vanadinit (Pb).

použité standardy pro vzorky pro vzorek 6: albit (Na), YAG (Y), sanidin (Al,Si,K),  $\text{Cr}_2\text{Ta}_2\text{O}_6$  (Ta), lammerit (AS), zirkon (Zr), andradit (Ca),  $\text{ScPO}_4$  (Sc), kolumbit (Fe,Nb), TiO (Ti),



rhodonit (Mn), U (U), ThO<sub>2</sub> (Th), Sn (Sn), W (W), LaB<sub>6</sub> (La), CeAl<sub>2</sub> (Ce), PrF<sub>3</sub> (Pr), SmF<sub>3</sub> (Sm), NdF<sub>3</sub> (Nd), GdF<sub>3</sub> (Gd), REE<sub>4</sub> (Dy), YErAg (Er), YbGl (Yb), MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (Mg), topaz (F), fluorapatit (P), vanadinit (Pb).

**Zirkon:** průměr svazku < 1 μm, 15 keV, 20 nA

použité standardy: albit (Na), titanit (Si, Ti), zirkon (Zr), Hf (Hf), YAG (Y), sanidin (Al), fluorapatit (P), ThO<sub>2</sub> (Th), U (U), andradit (Fe), rhodonit (Mn), topaz (F), kolumbit (Nb), Bi (Bi), ScVO<sub>4</sub> (Sc), vanadit (Cl), W (W), YbPO<sub>4</sub> (Yb).

**Rutil, ilmenit:** průměr svazku < 1 μm, 15 keV, 20nA

použité standardy: MgO (Mg), sanidin (Si,Al,K), chromit (Cr), Sn (Sn), almandin (Fe), spessartin (Mn), V (V), titanit (Ti), kolumbit (Nb), ScVO<sub>4</sub> (Sc), CrTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (Ta), gahnit (Zn), zirkon (Zr), W (W).

**Xenotim-(Y):** průměr svazku < 1 μm, 15 keV, 20 nA

použité standardy: brabantit (Ba), wolastonit (Ca), LaPO<sub>4</sub> (La), CePO<sub>4</sub> (Ce), PbSe (Pb), ThO<sub>2</sub> (Th), U (U), InAs (As), zirkon (Zr), almandin (Fe), andradit (Si, Fe), YbP<sub>5</sub>O<sub>14</sub> (Yb), YErAG (Er), DiGI (Dy), GdF<sub>3</sub> (Gd), SmF<sub>3</sub> (Sm), NdF<sub>3</sub> (Nd), rhodonit (Mn), ScVO<sub>4</sub> (Sc).

**Monazit-(Ce), cheralit:** průměr svazku < 1 μm, 15keV, 20 nA

použité standardy pro vzorky 1a, 1b: brabantit (P, Ca, Th), baryt (S), LaPO<sub>4</sub> (La), CePO<sub>4</sub> (Ce), U (U), PbS (Pb), YAG (Y), spessartin (Si), almandin (Al), DyPO<sub>4</sub> (Dy), PrF<sub>3</sub> (Pr), NdF<sub>3</sub> (Nd), GdF<sub>3</sub> (Gd), SmF<sub>3</sub> (Sm), YErAG (Er), rhodonit (Mn), andradit (Fe), InAs (As), topaz (F), ScVO<sub>4</sub> (Sc), SrSO<sub>4</sub> (Sr).

použité standardy pro vzorky 8 a 11: brabantit (P, Ca, Th), baryt (S), LaPO<sub>4</sub> (La), CePO<sub>4</sub> (Ce), U (U), PbS (Pb), YAG (Y), spessartin (Si), almandin (Al), DyPO<sub>4</sub> (Dy), PrF<sub>3</sub> (Pr), NdF<sub>3</sub> (Nd), GdF<sub>3</sub> (Gd), SmPO<sub>4</sub> (Sm), YErAG (Er), rhodonit (Mn), andradit (Fe), InAs (As), topaz (F), ScVO<sub>4</sub> (Sc), SrSO<sub>4</sub> (Sr).

**Bastnazit-(Ce):** průměr svazku 5 μm, 15keV, 20 nA

použité standardy: LaBO<sub>6</sub> (La), CeAl<sub>2</sub> (Ce), apatit (P), CaF<sub>6</sub> (Ca), sanidin (K), ThO<sub>2</sub> (Th), U (U), NaCl (Cl), PbSe (Pb), albit (Na), YAG (Y), andradit (Si, Fe), almandin (Al), DyPO<sub>4</sub> (Dy), PrF<sub>3</sub> (Pr), SmF<sub>3</sub> (Sm), YErAG (Er), baryt (S, Ba), YbP<sub>5</sub>O<sub>14</sub> (Yb), rhodonit (Mn), InAs (As), PrF<sub>3</sub> (F), SrSO<sub>4</sub> (Sr), pyrop (Mg), ScVO<sub>4</sub> (Sc).

**Allanit-(Ce):** průměr svazku 2 μm, 15 keV, 20 nA

použité standardy: albit (Na), almandin (Fe), sanidin (Al, K), YAG (Y), SrSO<sub>4</sub> (Sr), Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> (Mg), LaB<sub>6</sub> (La), CeAl<sub>2</sub> (Ce), U (U), ScVO<sub>4</sub> (Sc), fluorapatit (P), grossular (Ca), titanit (Ti), spessartin (Mn), NdPO<sub>4</sub> (Nd), SmF<sub>3</sub> (Sm), PrF<sub>3</sub> (Pr), DyPO<sub>4</sub> (Dy), ErPO<sub>4</sub> (Er), GdPO<sub>4</sub> (Gd), Th (Th), topaz (F), YbPO<sub>4</sub> (Yb), PbS (Pb).

Přepočty výsledků WDX analýzy byly provedeny pomocí programu EXCEL.

U každého z odebraných horninových vzorků byla stanovena magnetická susceptibilita na přístroji KLY-4, KAPPABRIDGE, pick-up unit.

Tři vybrané vzorky z intruze Rudné hory o hmotnosti cca 1kg byly homogenizovány a zaslány do laboratoří ACME ve Vancouveru ke stanovení makroelementů i mikroelementů. Pro vyhodnocení výsledků a zhotovení klasifikačních diagramů byl použit program GDC kit.

Aby mohly být vzorky zařazeny dle Streckeisenovy klasifikace, bylo sedm z nich podrobena planimetrické analýze (stanovoval se křemen, draselný živec, plagioklas, biotit, muskovit, opakní minerály a zirkon), bazicita plagioklasu byla zjištěna metodou symetrické zóny.

V Diskusi jsem srovnávala získané údaje o granitoidech Rudné hory s výsledky výzkumů na jiných lokalitách v sileziku (granitoidy šumperského a žulovského masivu a granitoidy v okolí Hanušovic).

## **Geomorfologie**

Hrubý Jeseník a k němu přilehlá pohoří tvoří jak geograficky, tak i geologicky výraznou a do značné míry samostatnou oblast Českého masivu. Hrubý Jeseník se rozkládá na ploše přibližně 530 km<sup>2</sup>, se střední výškou 887,6 m. Patří společně se Zábřežskou vrchovinou, Mohelnickou brázdou, Hanušovickou vrchovinou, Králickým Sněžníkem, Rychlebskými horami, Zlatohorskou vrchovinou a Nízkým Jeseníkem do Jesenické podsoustavy (oblasti). S nížinami, které jej obklopují, jako je např. Vidnavská nížina, Šumperská kotlina a Hornomoravský úval tvoří morfologicky velmi pestrý celek, v němž můžeme dobře sledovat geologickou historii celé této oblasti (Demek et al., 1987).

Reliéf Hrubého Jeseníku byl intenzivně modelován především v období kvartéru, kdy na starší horniny výrazně působila činnost ledovců, mrazové zvětrávání a intenzivní erozní činnost řek. Tím docházelo, zejména ve vrcholových partiích, ke vzniku mrazových srubů (Petrovy kameny), kamenných moří, ledovcových karů (Velký kotel) a ledovcových morén. Zároveň se však jedná o pohoří s výrazně stupňovitou tektonickou stavbou, kde jsou jeho nejvýraznější masivy vzájemně odděleny mohutnými sedly a hluboce zaříznutými údolními (např. Šerák, Keprník – Červenohorské sedlo – Praděd). V severní části Jeseníků, v okolí Vidnavy, docházelo v průběhu kvartéru působením ustupujícího ledovce ke vzniku tzv. oblíkové krajiny s množstvím souvků, bludných kamenů a hranců (Vlček, 2008).

## **Geologie**

Oblast Hrubého Jeseníku je součástí silezika moravskoslezské oblasti Českého masivu. Moravskoslezská oblast tvoří východní část Českého masivu až k hranici s karpatskou soustavou. Zabírá území severní Moravy a část Moravy západní a střední i část Slezska. Na S a SV se noří pod mezozoikum a terciér slezské nížiny, na JV pod neogén karpatské předhlubně a paleogén a křídou flyšových Karpat (Kočárek et al., 1967).

Silezikum je na západě omezeno nýznerovským a ramzovským nasunutím, na východě hraničí s kulmem Nízkého Jeseníku. Za jižní hranici je považován systém zlomů, z nichž nejvýznamnější jsou zlom bušínský a zlomové pásmo Hané. Na severu se silezikum noří pod terciérní a kvartérní formace na jih od oderského hlubinného zlomu (Cháb et al., 2008).

Silezikum bylo intenzivně deformováno a regionálně metamorfováno. Intenzita prevariské regionální metamorfózy odpovídá převážně amfibolitové facií, ale na jihovýchodě keprnické skupiny klesá až do facie zelených břidlic. Variská metamorfóza byla v celém

rozsahu jaderné série pravděpodobně velmi intenzivní a stará tektonická stavba byla přepracovaná natolik, že došlo k jejímu ztotožnění s mladší stavbou (Cháb et al., 2008). Intenzita metamorfózy klesá od západu k východu (Mísař et al., 1983).

## **Geologické jednotky silezika**

Hlavní geologické jednotky silezika jsou: skupina Branné, keprnická skupina, skupina Červenohorského sedla, desenská skupina, vrbenská skupina, jesenický amfibolitový masiv, sobotínský amfibolitový masiv, šumperský pluton a žulovský pluton (Svoboda et al., 1983) (obr. a - fototabule 1).

### **Skupina Branné**

Byla v minulosti označována také jako série kolštýnská. Tato skupina se dělí na spodní a svrchní část a jedná se o petrograficky i stratigraficky velmi pestrá jednotku, kterou reprezentují svory, ruly s vložkami kvarcitů a metamorfovaných slepenců, grafitické horniny, bazické a kyselé vulkanity a krystalické vápence. Skupina Branné je situována na východ od linie ramzovského nasunutí a západně od keprnické skupiny (Svoboda et al., 1983).

### **Keprnická skupina**

Podle Chába et al. (1994) tuto skupinu tvoří keprnická ortorula obklopená vnitřním a vnějším obalem. Vnitřní obal se skládá ze staurolitových svorů a rul a biotitických rul s erlanovými vložkami. Vnější obal se dělí na spodní část (biotitické a biotit-kalcitické fylity, muskovit-chloritické fylity, mramory, metadacity) a svrchní část, již zastupuje devonská skupina Branné. Keprnická klenbová struktura je porušena řadou poklesových zlomů (Cháb et al. 2008).

### **Skupina Červenohorského sedla**

Skupinu Červenohorského sedla tvoří řada pestrých tektonických šupin. Devonské kvarcity, fylity, svory, zelené břidlice, amfibolity, metagabra a mramory se v nich prolínají s retrográdně metamorfovanými mylonitizovanými rulami, svory, neoproterozoickými metadacity a menšími tělesy metagranitu (Cháb a Opletal, 1984, Cháb et al. 1994)

Mísař (1983) zmiňuje skupinu Červenohorského sedla jako součást desenské skupiny vzniklou tektonickým spojením předdevonských krystalinických hornin s devonskými obalovými horninami.

## **Desenská skupina**

Ohraničení krystalinika desenské skupiny na severozápadě tvoří metamorfované horniny jesenického amfibolitového masivu. Na jihu tvoří hranici horniny sobotínského amfibolitového masivu (Chlupáč et al., 2002). Na západě je ohraničena skupinou Červenohorského sedla a dále na jihozápadě tvoří hranici keprnická skupina (Chlupáč et al., 2002).

Desenská skupina je tvořena podložními slabě metamorfovanými monotónními biotitickými a dvojslídnyými rulami, místy s vložkami pestřejších hornin (amfibolity, kvarcity, erlany). Nadloží těchto hornin tvoří varisky metamorfované (devonské) pestré horniny od klastických sedimentů a vápenců až k bazickým vulkanitům (Mísař et al., 1983).

## **Vrbenská skupina**

Devonské vrstvy vrbenské skupiny jsou tvořeny: kvarcity, fylity, metakonglomeráty, metabazity a železnými rudami typu Lahn-Dill. Nejmladšími horninami této skupiny jsou pak vápence, vápnité fylity a droby v podloží kulmských sedimentů (Mísař et al., 1983). Mocnost vrbenské skupiny dosahuje 2000-3000 m, reálná mocnost ovlivněná tektonickými redukcemi je ale obvykle nižší (Cháb et al. 2008).

Vrbenskou skupinu lze sledovat v souvislém pruhu od Hornomoravského úvalu u Uničova až k Zlatým Horám při česko-polské hranici (Chlupáč et al., 2002).

## **Jesenický amfibolitový masív**

Někdy bývá řazen k vrbenské skupině. Jesenický amfibolitový masív je těleso velmi členité, přibližně trojúhelníkovitého tvaru, tvořené vulkanosedimentárním komplexem původně efuzivních bazických hornin postižených variskou metamorfózou. Jedná se o jemnozrné a drobnozrné amfibolity tvořené erlan-amfibolovými a amfibol-erlanovými stromatity (Souček, 1981). Dále jsou typické vápnité amfibolity s ložisky magnetitové rudy, které jsou nejčastěji páskované a střídají se v nich magnetitové polohy s polohami kalcitokřemennými s magnetitem a titanitem (Svoboda et al., 1964).

## **Sobotínský amfibolitový masív**

Masív se nachází v širším okolí Sobotína na kontaktu s předdevonskými horninami silezika a jeho výběžky sahají na jih k Novému Malínu a na sever do jižní části pradědské kry a zóny Červenohorského sedla. Horniny sobotínského amfibolitového masivu představují střednězrnité až hrubozrné amfibolity, amfibolitické ruly a metadiority, chloriticko-

aktinolitické břidlice, maskové břidlice, hornblendity, serpentinity a krupníky (Mísař et al. 1983).

Pukliny probíhající amfibolity a amfibolickými rulami sobotínského masívu jsou vyplněny mineralizací alpského typu, která je tvořena především albitem, epidotem a prehnitem (např. lokalita Farský vrch) (Zimák et al., 1995).

## **Tektonika**

Silezikum je tektonicky je velmi složitá oblast s pestrými škálou metamorfovaných hornin od silně po slabě přeměněné. Metamorfóza hornin je podmíněna kadomskou a variskou tektogenezi, přičemž variská etapa metamorfózy byla výrazně silnější a do značné míry zakryla známky tektogeneze kadomské (Řehoř, 1998).

Devonské horniny postižené variskou tektogenezi byly nasouvány od západu k východu, přičemž vznikaly ležaté vrásy, vrásové přesmyky až příkrovy a často došlo i k jejich zavrásnění do jádrových krystalinických hornin v podobě šupin.

Místy (např. ve kře Pradědu v desenské skupině) se setkáváme se zpětnou metamorfózou hornin rulové zóny do hornin fylitové zóny, zejména chlorit-sericitických břidlic a fylonitů (Řehoř, 1998).

## **Variské granitoidy v sileziku**

Pouba (1962) řadí k variskému orogénu horniny, které intrudují do devonských sérií, metamorfují je nebo mají s takovými intruzivními horninami stejné složení. Jedná se o horniny usměrněné, syntektonické, tvořící plutony, které bývají lemované migmatity. Dále k nim řadí i postoregenní žulové masivy a jejich žilný doprovod.

K prvnímu typu patří granit Rudné a také některé usměrněné pegmatity. Druhý typ pak zastupuje žulovský a šumperský pluton se svým žilným doprovodem a některé menší výchozy žuly v desenské a keprnické skupině (Pouba et al., 1962).

## **Žulovský pluton**

Žulovský pluton (někdy též masiv) je největším intruzivním tělesem v sileziku, má přibližně tvar trojúhelníku a rozkládá se v širokém okolí Žulové u česko-polských hranic (obr. b - fototabule 1).

Severní a západní část plutonu pokrývají terciární a kvartérní ledovcové sedimenty. Východní okraj tvořící kontakt s devonem velkovrbenské skupiny je intruzivní. Od skupiny

Branné a Starého města je na jihu oddělen okrajovým sudetským zlomem (Zachovalová et al. 2002).

Tento masiv tvoří Žulovskou pahorkatinu, která je od Rychlebských hor oddělena okrajovým sudetským zlomem, podél kterého byla kra původně ležící severně od keprnické skupiny zvednuta i s žulovským masivem. Ten byl denudací obnažen a tvoří dnes těleso vystupující na povrch na ploše 125 km<sup>2</sup> (Pouba et al., 1962).

Masiv vznikl množstvím po sobě následujících intruzí, během nichž docházelo k diferenciaci (Štelcl et al., 1980).

Jedlička (1997) v žulovském plutonu vyčleňuje následující typy hornin: alkalicko-živcový granit, syeno - a monzogranity (dříve Randgranit, typy Steinberg a Hauptgranit), granodiority, tonality a dioritické horniny (dříve křemenné diority typu „Hutberg“). Alkalicko-živcový granit je v žulovském plutonu zastoupen nejméně ze všech jmenovaných horninových typů. Syeno-a monzogranity jsou hlavní horninové typy dané oblasti, přitom monzogranity převažují. Granodiority jsou roztroušené v celém plutonu, nejvíce se však objevují v jižní a střední části, kde tvoří i rozměrnější enklávy. Tonality jsou ve zkoumaném území zastoupeny velmi málo, většinou společně s granodiority nebo dioritickými horninami. Dioritické horniny se ve svém mineralogickém složení značně liší, jsou zastoupeny nejvíce amfibol-biotitickými křemennými monzodiority, méně monzodiority a křemennými diority.

Jedlička (1997) stanovoval stáří žulovského masivu na vzorcích z hlavní intruze - typ „Hauptgranit“ a „Steinberg“ a vzorcích granodioritu - „typ Sorge“. Tímto radiometrickým datováním bylo zjištěno stáří hlavní intruze žulovského masivu na 341±20 Ma (pro typ Steinberg 335±7,5 Ma), stáří granodioritu typu „Sorge“ bylo datováno na 349±10 Ma.

Novák et al. (2003) řadí žulovský pluton mezi nejmladší granitové intruze v Českém masivu.

Při analýze minerálů na elektronové mikrosondě byl Jedličkou (1997) sledován mikrochemismus koexistujících fází amfibol-biotit. U těchto fází byl sledován distribuční koeficient  $K_D$ , který je vyjádřením poměru Mg/Fe v biotitu versus Mg/Fe v amfibolu. Koeficienty v rozmezí 0,84-0,98 u vybraných vzorků granitoidů žulovského plutonu odpovídají vysokotlakému prostředí a tedy i hlubší oblasti vzniku. Granitoidy žulovského plutonu je možno, podle tohoto autora, na základě širokého rozsahu obsahu SiO<sub>2</sub> (53 do 78 hm. %) a poměrně vysokého obsahu Na<sub>2</sub>O (více než 3,2% u felzických i mafických typů) přiřadit k I-typům kaledonského typu, CU-typům nebo k magnetitové sérii. Tyto horniny k I-typům řadí také Zachovalová et al. (2002), přestože je v hornině zastoupen ilmenit místo magnetitu, což vysvětluje redukčním prostředím okolí, do kterého horniny žulovského

plutonu intrudovaly (skupina Branné a velkovrbenská skupina). Nicméně podle Hroudy et al. (2001) tyto granity patří k S-typu, pro který je přítomnost ilmenitu typická.

U všech typů granitů jsou patrné nízké obsahy Cr, průměrný obsah u granitů je 16 ppm, u granodioritů 17 ppm. Obsahy Ni byly stanoveny pouze u křemenných monzodioritů, kde činí v průměru 12 ppm. U ostatních typů byla všechna stanovení pod mezí detekovatelnosti.

## Šumperský pluton

Šumperský pluton (obr. c - fototabule 1) se rozkládá v okolí Bludova, Šumperka a Horní a Dolní Temenice, v jižní části keprnické skupiny. Masiv proráží diskordantně obě série (jadernou i obalovou), kterými je tvořena keprnická skupina, je tedy mladší (Mísař, 1959). Na kontaktu plutonu a hornin pláště (vápenců) vznikly erlany s hojným hessonitem, tato hornina se označuje jako „bludovit“ (Chlupáč et al., 2002). Na povrch vystupuje toto celistvé těleso jako řada ostrůvků, obnažených denudací a oddělených od sebe zbytky krystalinického pláště. V místech kde krystalinický plášť chybí je pluton překryt až 20 m mocnými polohami sprašových hlín, svahových a aluviálních sedimentů (Mísař, 1959).

Šumperský pluton rozděluje na dvě části (severní a jižní) temenický zlom, táhnoucí se od SZ k JV. Větší rozlohu zaujímá část jižní. Těleso protíná systém puklin (QLS). Pukliny Q jsou nejčastější, vyvinuté ve směru 320° a padající k JZ, někdy bývají tyto pukliny vyplněny hydrotermální mineralizací - křemen, křemen se spektularitem a pegmatit. Pukliny L a S se objevují méně často (Svoboda et al., 1964).

Pluton není čistě posttektonické těleso, ale pravděpodobně utuhl při dozívajících fázích variské orogeneze za působení tlaku, dokazuje to oscilační zonálnost plagioklasu, usměrnění biotitu a optických os křemene (Svoboda et al., 1964).

Horniny vyskytující se v šumperském plutonu jsou petrograficky poměrně jednoduché. Rozdíly je možné vysledovat jen v rozdílném množství a velikosti vyrostlic živců, rozdílném množství biotitu a drobných změnách v zrnitosti (Mísař, 1959).

Všechny hlubinné a dosud dostupné horniny jsou leukokrátní, slabě kontaminované asimilovaným materiálem a mají výrazně makroskopicky i mikroskopicky usměrněné horninové komponenty (Mísař, 1959).

Dle Mísaře (1959) je základním a hlavním typem je světlá středně zrnitá hornina s makroskopicky rozlišitelnými bílými plagioklasy, čirými křemeny, špinavě bílými až narůžovělými draselnými živci, vzácnými šupinkami biotitu a nepravidelnými shluky magnetitu, z akcesorických a sekundárních minerálů: apatit, zirkon, hematit, rutil, granát,



titanit, allanit, chlorit, sericit, kaolinit a limonit. Tuto horninu můžeme označit jako leukokráttní biotitický granodiorit.

Strukturu horniny můžeme označit jako granitickou. Velmi dobře idiomorfne omezené jsou zde akcesorické minerály, dobře lupínky biotitu, plagioklasy jsou různě idiomorfne omezené. Draselný živec a křemen se potom přizpůsobují tvarům výše jmenovaných minerálů (Mísař, 1959).

## **Granitoidy u Hanušovic**

Granitoidy se vyskytují v podobě různě mocných žil, od několika desetin metrů až do stovek metrů (nejmocnější těleso 250 m) mezi Hanušovicemi, Hynčicemi a Jindřichovem (obr. d - fototabule 1). V této oblasti dochází ke kontaktu skupiny Branné a keprnické skupiny, granitová tělesa však leží ve skupině Branné. (Opletal et al., 2000). Jedná se o drobně zrnitý biotitický granodiorit, místy kataklazovaný.

Přesněji se tato intruze nachází východně od Hanušovic, před odbočkou k obci Potůčnick. Horniny jsou zvrásněny spolu se svory, do nichž pronikají. Jedná se o světle šedé horniny, většinou masivní, místy usměrněné, především v okolí kóty Branská. Mají granitickou strukturu a obsahují malé množství biotitu, jsou tedy takřka leukokráttní (Opletal et al., 2000). Podle určení stáří provedeného prof. A. Krönerem (2000) má hornina zirkonové stáří 581 Ma, přičemž xenokrysty zirkonu ukazují reliktní stáří 1109 Ma.

## **Intruze Rudné hory**

Intruze Rudné hory se nachází mezi desenskou skupinou a sobotínským amfibolitovým masivem, asi 1 km severozápadně od Vernířovic. Podle Pouby et al. (1962) spadá do oblasti desenské skupiny. Intruze vystupuje na ploše přibližně 4 km<sup>2</sup>.

Ze severu granit Rudné hory utíná bukovický zlom a dochází zde ke styku s desenskými rulami, v ostatních směrech sousedí s bazickými horninami sobotínského amfibolitového masivu (Vávra, 2002). Těleso je značně heterogenní, obsahuje velké množství uzavřenin a je ohraničeno lemem migmatitizovaných metamorfovaných hornin, jehož šířka nepřesahuje několik m (Svoboda et al., 1964). Pod kótou Rudné hory (915 m) je granitová intruze otevřena dnes již nečinným lomem (Pouba et al., 1962).

Pouba et al. (1962) a Svoboda et al. (1964) označují horninu jako leukokráttní biotitický granit se zřetelně usměrněnou texturou, Mísař et al. (1983) jako „leukokráttní biotitický granit místy usměrněný a přecházející až do typů ortorulových.“ Knotek (1960) horninu klasifikoval jako „mikroklinovou dvojslídnu žulu, svým charakterem blízkou krušnohorské žule“.

Dále předpokládá greisenizaci žuly v apikální části intruze podél stěn puklin SZ-JV, do vzdálenosti 5-10 mm. Podle Vávry (2000) „jsou jím uváděné spektrální analýzy málo přesvědčivé a podle údajů v citované práci může popisovaná puklinová mineralizace odpovídat nejspíše alpské paragenezi.“

Vávra (2000) popisuje granit Rudné hory jako světle růžově šedou horninu se středně zrnitou všesměrnou stavbou, kterou můžeme podle nejběžnějších klasifikací zařadit do pole alkalicko-živcového granitu. V porovnání s jinými granitoidními horninami silezika (žulovský a šumperský pluton) má granit Rudné hory vysoký obsah alkálií (K převažuje nad Na), všechny ostatní sledované prvky nijak nevybočují z běžného průměru.

Hlavní horninotvorné minerály jsou: křemen, K-živce, plagioklas, muskovit a biotit. Granit Rudné hory obsahuje poměrně velké množství akcesorických minerálů, ale jejich absolutní zastoupení je nízké a velikost minerálních zrn je ve většině případů pod 0,1 mm. V hornině byly zjištěny: allanit-(Ce), zirkon, magnetit, hematit, ilmenit, pyrit, apatit, xenotim-(Y), monazit-(Ce), rutil a bastnazit-(Ce) (Vávra, 2000).

Křemen se vyskytuje v podobě xenomorfních, oválných, mírně tlakově postižených zrn (undulózně zháší). Plagioklas bývá sericitizovaný, svým složením odpovídá nejčastěji kyselému albitu. K-živce byly opticky stanoveny jako mikroclin a ortoklas. Muskovit srůstající často s biotitem vytváří obvykle malé lišty mezi ostatními minerály. Biotit se ve formě lištovitých zrn objevuje zřídka a obvykle je značně chloritizovaný (Vávra, 2000).

S výjimkou jednoho případu (Nb/Y) spadá granit Rudné hory do oblasti WPG kontinentálních granitů, jak je patrné z diagramů Pearceho (1984). Na multiprvkovém diagramu inkompatibilních prvků (normalizace na plášť, Wood, 1979) vykazuje křivka alkalicko-živcového granitu dobrou shodu s křivkami žulovského i šumperského plutonu, i když v případě šumperského plutonu mají jednotlivá maxima a minima větší rozptyl. Zvlášť výrazné jsou negativní anomálie Sr, P a Ti.

Normalizovaná křivka zastoupení prvků vzácných zemin má plochý průběh s výraznou negativní Eu anomálií a méně výraznou negativní Ho anomálií. Relativní nabožení LREE je nízké ( $Ce/Yb = 3,8$ ) vzhledem k jiným granitoidním horninám na sv. okraji Českého masivu. Ve většině zmíněných ukazatelů je granit Rudné hory podobný horninám žulovského a částečně i šumperského plutonu, o úplné shodě ale mluvit nelze (Vávra, 2000).

## **Výsledky terénních prací**

V oblasti intruze Rudné hory jsem odebrala celkem dvanáct reprezentativních vzorků z jedenácti lokalit. U vybraných lokalit jsem provedla fotodokumentaci a u tří strukturně tektonická měření. Polohu všech lokalit jsem zaznamenala do topografických map s měřítkem 1 : 10 000 a následně do geologických map v měřítku 1: 50 000 (obr. e, f - fototabule 1).

### **Lokalita č. 1**

Je dnes již nečinný lom pod kótou Rudné hory (915 m). Lom je přibližně 30 m široký a 12 m vysoký, značně porostlý vegetací, ale i tak je možné dobře pozorovat stavbu horniny, s kostkovou až blokovou odlučností a systémy puklin, které intruzi prostupují. Z této lokality byly odebrány dva vzorky a provedeno strukturně tektonické měření. Na základě vynesení dat tohoto měření do stereogramu bylo zjištěno, že na lokalitě lze identifikovat tři základní směry puklin, které jsou na sebe téměř kolmé. V tomto puklinovém systému dominují pukliny V-Z směru uklánějící se pod úhlem přibližně 75° k S (obr. a-f - fototabule 2).

### **Lokalita č. 2**

Je skalní výchoz o rozměrech 8 x 8 x 10 m, který je tvořen kompaktním blokem horniny. Nachází se cca 700 m od kóty Rudné hory. Pod skalním výchozem se nachází osypy s prostupující vegetací. Na lokalitě byl opět dobře pozorovatelný rozpad horniny a systém tektonických poruch. Byl zde odebrán jeden vzorek a provedeno strukturně tektonické měření. Po vynesení dat do stereogramu bylo zjištěno, že na lokalitě můžeme rozlišit také tři základní směry puklin, podobně jako v případě lokality č. 1. Výrazné jsou zejména pukliny směru SSV - JJZ uklánějící se pod úhlem přibližně 85° k VVJ a pukliny směru SZ – JV uklánějící se pod úhlem přibližně 80° k SV (obr. a-f - fototabule 3).

### **Lokalita č. 3.**

Jedná se o umělý skalní výchoz vystupující v délce přibližně 9 m a vytvářející cca 2 m vysokou strž. Výchoz se nachází při lesní cestě od lomu pod vrcholem Rudné hory k Lysé hoře. Na tomto místě byl odebrán jeden vzorek a provedeno strukturně tektonické měření. Na stereogramu jsou patrné pukliny dvou převládajících směrů, které jsou na sebe téměř kolmé. Absenci třetí skupiny puklin, která byla pozorována na obou předchozích lokalitách lze vysvětlit jeho relativně menšími rozměry a značným porušením výchozu (obr. a-f - fototabule 4).

#### **Lokalita č. 4**

Je agrární haldička o rozměrech 5x5 m při okraji lesa pod vrcholem Lysé hory. Byl odebrán jeden vzorek (obr. a-c - fototabule 5).

#### **Lokality č. 5 až 11**

Jsou různě rozsáhlá deluvia s úlomky granitu, na jižním (lokality č. 5 - 7) a severním svahu Rudné hory (lokality č. 8 - 11) z každé z lokalit bylo odebráno po jednom vzorku (obr. d-f - fototabule 5. a obr. a-g - fototabule 6.).

### ***Výsledky laboratorního studia hornin intruze Rudné hory***

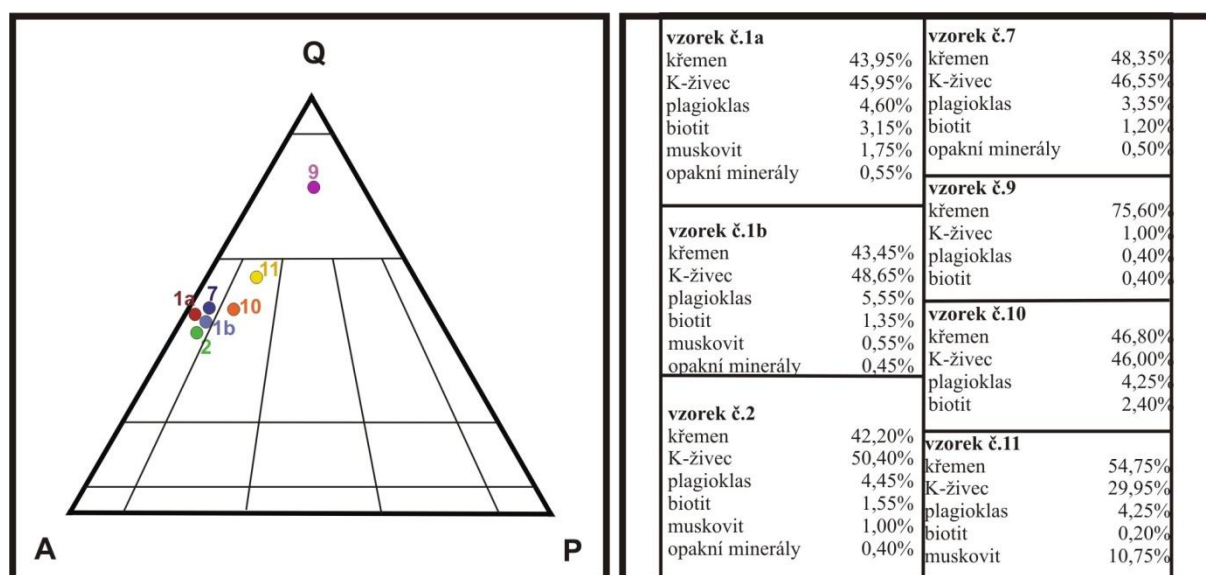
#### **Modální analýza**

Z hodnot zjištěných planimetrickou analýzou lze pozorovat rozdíly mezi horninami v severní a jižní části intruze, i mezi jednotlivými vzorky viz obr. 1. Bazicitu plagioklasů byla zjištěna mikroskopicky na základě metody symetrické zóny (Gregerová et al., 2002). Bazicita plagioklasu se pohybuje v intervalu mezi  $An_{25}$  a  $An_{45}$ , jedná se tedy o oligoklas až andezin. Pro grafické zobrazení zjištěných hodnot byl použit QAPF diagram, respektive jeho část pro horniny obsahující křemen (viz obr. 1), spodní část diagramu, určená ke klasifikaci hornin obsahujících foidy nebyla vykreslena.

Vzorky 10 a 11 odebrané v severní části intruze můžeme podle Streckeisenoovy klasifikace označit jako syenogranity, vzorek 9 jako křemenem bohatý granitoid. Horniny této oblasti jsou podstatně heterogennější než horniny odebrané z jižní části, obecně lze říci, že křemen převažuje nad alkalickým živcem a také je zde hojněji zastoupen muskovit, na úkor biotitu.

Vzorky hornin odebrané v jižní části intruze (1a, 1b, 2 a 7) řadíme dle Streckeisenoovy klasifikace mezi alkalicko-živcové granity. U vzorku 1a, 1b a 2 převažuje alkalický živec nad křemenem, u vzorku 7 je větší zastoupení křemene. U všech vzorků, s výjimkou 7, je přítomen plagioklas ve větším množství než u hornin odebraných v severní části intruze.

**Obr. 1: QAPF diagram pro intruzi Rudné hory**



### Magnetická susceptibilita

U všech dvanácti vzorků byla stanovena magnetická susceptibilita (vzorky z 1. lokality jsou označeny jako a, b). Z každého vzorku horniny byly odebrány tři dílčí vzorky (o průměrné hmotnosti 15 g), které byly podrobeny měření magnetické susceptibilita, ze získaných výsledků byl vytvořen aritmetický průměr pro daný vzorek (viz tabulka č. 1). Hodnoty magnetické susceptibilita u vzorků z jednotlivých lokalit výrazně kolísají, nejvyšší hodnota je u vzorku č. 1 a, z lomu pod kótou Rudné hory ( $0,566 - 0,649 \cdot 10^{-3}$ ) a nejnižší u vzorku č. 5, z deluvia ( $0,000595 - 0,00107 \cdot 10^{-3}$ ). Tyto rozdíly jsou způsobeny rozdílným zastoupením feromagnetických minerálů (magnetit) v jednotlivých partiích intruze. Výsledky získané měřením magnetické susceptibilita korelují s výsledky získanými planimetrickou analýzou a studiem výbrusů v optickém mikroskopu.

**Tab. 1: Magnetická susceptibilita**

Lokalita	Magnetická susceptibilita
1a	$0,566 - 0,649 \cdot 10^{-3}$
1b	$0,342 - 0,578 \cdot 10^{-3}$
2	$0,257 - 0,564 \cdot 10^{-3}$
3	$0,00174 - 0,0433 \cdot 10^{-3}$
4	$0,45 - 0,54 \cdot 10^{-3}$
5	$0,000595 - 0,00107 \cdot 10^{-3}$
6	$0,233 - 0,296 \cdot 10^{-3}$
7	$0,385 - 0,405 \cdot 10^{-3}$
8	$0,07 - 0,20 \cdot 10^{-3}$
9	$0,001 - 0,002 \cdot 10^{-3}$
10	$0,001 - 0,002 \cdot 10^{-3}$
11	$0,004 - 0,008 \cdot 10^{-3}$

## Mineralogická charakteristika intruze Rudné hory

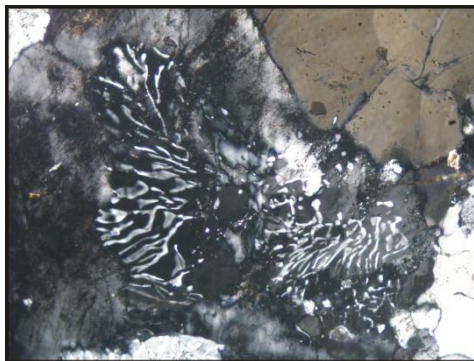
Horniny intruze Rudné hory jsou mineralogicky poměrně pestré. Z hlavních horninotvorných minerálů byl zjištěn křemen, K-živce a plagioklas, z vedlejších biotit, v menší míře muskovit a z akcesorických magnetit, hematit, ilmenit, pyrit, granát, apatit, zirkon, chlorit, euxenit-(Y), rutil, xenotim-(Y), monazit-(Ce), bastnázit-(Ce), allanit-(Ce), fergusonit-(Y) a cheralit.

Makroskopicky pozorovatelné jsou křemen, živce, šupinky biotitu i muskovitu a drobná černá zrníčka opakních minerálů, v jednom vzorku (č. 11) i drobná zrnka granátu.

Křemen je nejhojnější minerál v horninách severní části intruze, v jižní části je jeho zastoupení nepatrně menší. Tvoří xenomorfní, výjimečně hypautomorfní zrna bílé až světle šedé barvy, která undulózně zháší. V některých případech jsou zrna rozpukána. Křemen tvoří červíkovité srůsty s plagioklasem – myrmekit (viz obr. 2).

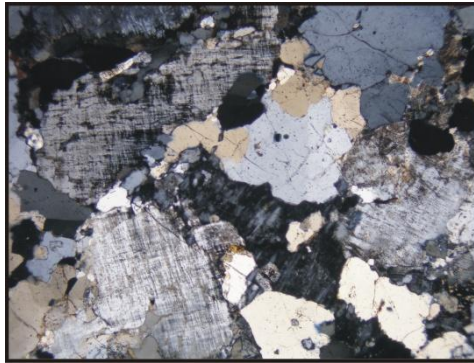
### **Obr. 2: Červíkovité prorůstání křemene a plagioklasu.**

**Výbrus z lokality č. 10, XPL, šířka snímku 1mm.**



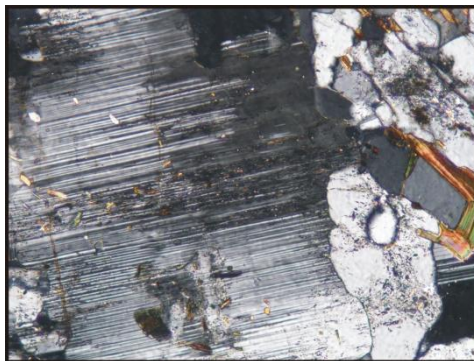
Draselný živce (viz obr. 3) je stejně jako křemen, jedním z hlavních horninotvorných minerálů granitoidů Rudné hory, na rozdíl od něj je však více zastoupen v jižní části intruze. Většinou má šedobílou, až nahnědlou barvu a vyskytuje se v podobě xenomorfně až hypautomorfně omezených zrn. Na některých jedincích je zřetelné mřížování, které je typické pro mikroklin, jiná individua draselných živců lze určit jako ortoklas. Ortoklas často tvoří dvojčata podle karlovarského zákona. Jak mikroklin, tak ortoklas bývá někdy značně alterovaný – sericitizovaný nebo kaolinizovaný (obr. a-f - fototabule 7).

**Obr. 3: Draselný živec. Výbrus z lokality č. 1b,  
XPL, šířka snímku 0,8 mm.**



Plagioklas (viz obr. 4) je v obou částech intruze Rudné hory zastoupen podstatně méně než K-živec, i když v jižní části je jeho obsah poněkud vyšší. Plagioklas je v PPL bezbarvý a je obvykle hypautomorfně, případně automorfně omezen, někdy jsou zrna plagioklasu alterovaná (sericitizovaná). Při zkřížených nikolech je jasně patrné polysyntetické lamelování. U některých individuí je opět možné pozorovat karlovarské dvojčatění a undulózni zhášení. Bazicitu plagioklasu byla zjištěna na základě metody symetrické zóny (Gregerová et al., 2002), pohybuje se v intervalu  $An_{25}$  -  $An_{45}$ , jedná se tedy o oligoklas až andezit (obr. a-f - fototabule 8).

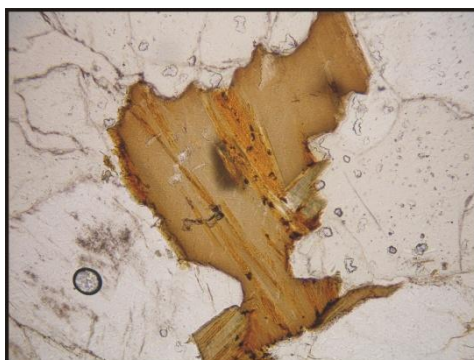
**Obr. 4: Plagioklas. Výbrus z lokality č. 3,  
XPL, šířka snímku 0,4 mm.**



Biotit (viz obr. 5) se v horninách intruze Rudné hory vyskytuje častěji než muskovit. Tvoří xenomorfní lupínky, někdy výrazně postižené chloritizací. Některá individua obsahují inkluze zirkonu nebo apatitu, kolem kterých se potom tvoří pleochroické dvůrky. Biotit tvoří v některých případech srůsty s muskovitem (obr. a-f - fototabule 9).

**Obr. 5: Biotit. Výbrus z lokality č. 5,**

**PPL, šířka snímku 0,8 mm.**



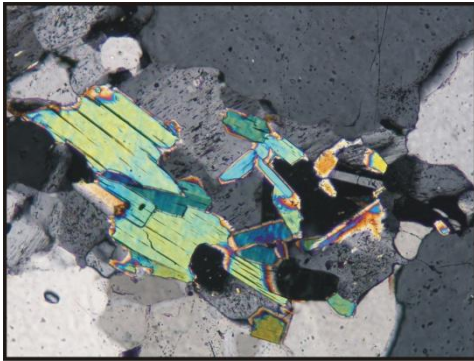
Muskovit (viz obr. 6, 7, 9 a 19) se vyskytuje v podobě lištovitých a šupinkovitých xenomorfně omezených zrn. Je zastoupen více v severní části intruze, ve vzorku č. 9 tvoří 22,6 % horniny. V tomto křemenem bohatém granitoidu tvoří jak makroskopicky tak mikroskopicky dobře viditelné pásy (viz obr. 7) střídající se s pásy obsahujícími křemen a živce. Ve výbrusu je patrné usměrnění lišt muskovitu. Výsledky WDX analýzy ukazují, že jde o muskovit se zvýšenými obsahy Mg, Fe a F (viz tab. 2).

**Tab. 2: Výsledky WDX analýz muskovitu (4., 5.) a chloritu (6.)**

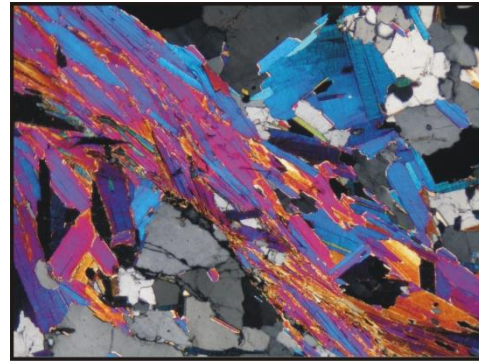
číslo analýzy	4.	5.	6.	na 11 O <sub>2</sub>	4.	5.	6.
lokality	1b	1b	1b		1b	1b	1b
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,06	0,02	Na <sup>1+</sup>	0,01	0,01	0,00
SiO <sub>2</sub>	46,61	45,65	25,55	Si <sup>4+</sup>	3,20	3,20	2,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,04	27,16	20,92	Al <sup>3+</sup>	2,27	2,24	2,09
MgO	4,11	2,96	11,88	Mg <sup>2+</sup>	0,42	0,31	1,50
K <sub>2</sub> O	10,23	9,98	0,09	K <sup>1+</sup>	0,90	0,89	0,01
CaO	0,01	0,00	0,02	Ca <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,03	Cr <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
BaO	0,05	0,01	0,00	Ba <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,56	0,52	0,05	Ti <sup>4+</sup>	0,03	0,03	0,00
FeO	4,39	7,04	28,09	Fe <sup>2+</sup>	0,25	0,41	1,99
MnO	0,01	0,04	0,29	Mn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,02
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,03	0,00	V <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
NiO	0,00	0,01	0,00	Ni <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00
Cl	0,00	0,06	0,00	Cl <sup>1-</sup>	0,00	0,01	0,00
ZnO	0,00	0,05	0,11	Zn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,09	0,02	P <sup>5+</sup>	0,00	0,01	0,00
F	1,26	0,86	0,25	F <sup>1-</sup>	0,27	0,19	0,07
Total	95,36	94,52	87,33	CATSUM	7,08	7,09	7,79



**Obr. 6: Muskovit. Výbrus z lokality č. 4, XPL, šířka snímku 0,8 mm.**

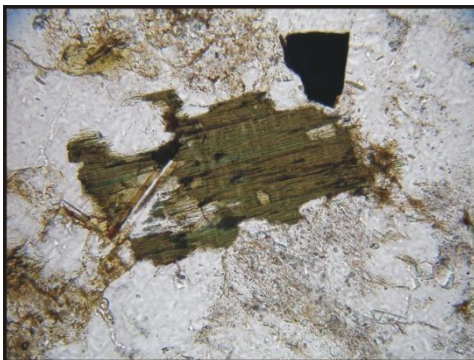


**Obr. 7: Muskovit. Výbrus z lokality č. 9, XPL, šířka snímku 2 mm.**

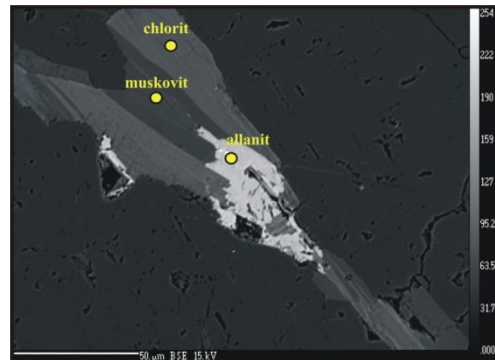


Chlorit (viz obr. 8, 9) vzniká jako sekundární minerál, přeměnou biotitu, byl identifikován jak mikroskopicky, tak WDX analýzou (viz. tab. 2).

**Obr. 8: Chloritizovaný biotit. Výbrus z lokality č. 6, PPL, šířka snímku 0,4 mm.**



**Obr. 9: Chlorit (6.), muskovit (5.) a allanit-(Ce) (60.) ve zpětně dražených elektronech.**



Z opakních minerálů byl identifikován magnetit, hematit, ilmenit a pyrit (obr. a-f fototabule 10 a 11). Výsledky WDX analýz těchto minerálů jsou uvedeny v tab. 3. a 4.

Magnetit (viz obr. 10) tvoří xenomorfně až automorfně omezená zrna, někdy jsou individua magnetitu korodována nebo přeměněna na hematit. Automorfně omezená zrna mají tvar šestiúhelníku nebo čtyřúhelníku.

Hematit (viz obr. 11) se obdobně jako magnetit vyskytuje v podobě xenomorfních až automorfních zrn, které na tenkých okrajích červeně prosvítají.

Ilmenit (viz obr. 11) tvoří odmíšeniny v hematitu nebo se objevuje i samostatně, na rozdíl od magnetitu a hematitu je zcela nepravidelně omezen.

Pyrit (obr. c, d, f - fototabule 11) bývá ve většině případů druhotně nahrazen limonitem nebo pyrit tvoří jádro obklopené limonitovým lemem.

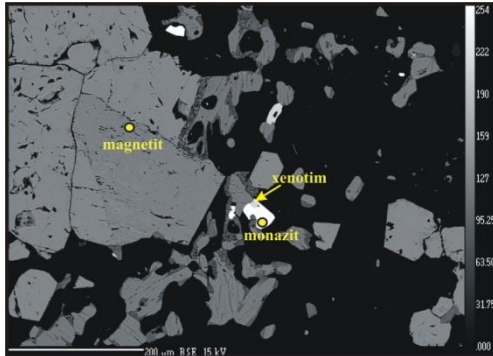
**Tab. 3: Výsledky WDX analýz hematitu (č. 1. a 3.) a magnetitu (č.2).**

číslo analýzy	1.	2.	3.	na 3 O <sub>2</sub>	1.	3.	na 4 O <sub>2</sub>	2.
lokalita	1a	1a	1a		1a	1a		1a
FeO	88,20	94,73	90,08	Fe <sup>2+</sup>	2,78	2,95	Fe <sup>2+</sup>	0,99
							Fe <sup>3+</sup>	2,00
NiO	0,02	0,00	0,00	Ni <sup>2+</sup>	0,00	0,00	Ni <sup>2+</sup>	0,00
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,05	V <sup>3+</sup>	0,00	0,00	V <sup>3+</sup>	0,00
MnO	0,01	0,02	0,02	Mn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	Mn <sup>2+</sup>	0,00
TiO <sub>2</sub>	4,09	0,04	0,19	Ti <sup>4+</sup>	0,10	0,01	Ti <sup>4+</sup>	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,00	0,39	Al <sup>3+</sup>	0,00	0,02	Al <sup>3+</sup>	0,00
MgO	0,00	0,01	0,01	Mg <sup>2+</sup>	0,00	0,00	Mg <sup>2+</sup>	0,00
ZnO	0,00	0,04	0,18	Zn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	Zn <sup>2+</sup>	0,00
SiO <sub>2</sub>	0,05	0,03	0,04	Si <sup>4+</sup>	0,00	0,00	Si <sup>4+</sup>	0,00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,00	0,01	Cr <sup>3+</sup>	0,00	0,00	Cr <sup>3+</sup>	0,00
CaO	0,00	0,02	0,01	Ca <sup>2+</sup>	0,00	0,00	Ca <sup>2+</sup>	0,00
Total	102,51	105,69	101,24	CATSUM	2,89	2,98	CATSUM	3,00

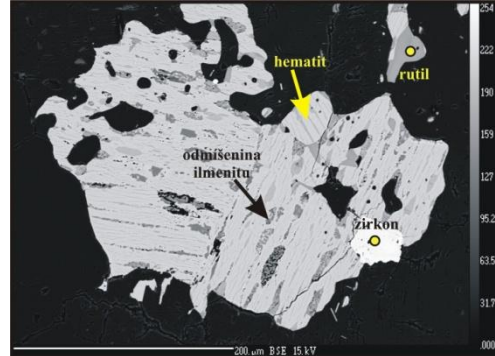
**Tab. 4: Výsledky WDX analýz hematitu (č. 38. a 40) a ilmenitu (č. 39., 42. a 43.).**

číslo analýzy	38.	39.	40.	42.	43.	na 3 O <sub>2</sub>	38.	39.	40.	42.	43.
lokalita	1a	1a	2	2	6		1a	1a	2	2	6
MgO	0,00	0,08	0,00	0,01	0,02	Mg <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	0,04	0,05	0,03	0,41	0,02	Si <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07	0,01	0,00	0,08	0,00	Al <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	Cr <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SnO <sub>2</sub>	0,06	0,02	0,01	0,00	0,05	Sn <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	79,47	45,71	88,74	20,16	34,77	Fe <sup>2+</sup>	2,35	0,99	2,70	0,44	0,76
MnO	0,34	4,14	0,02	14,76	12,40	Mn <sup>2+</sup>	0,01	0,09	0,00	0,32	0,27
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,00	0,02	0,00	0,08	V <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO <sub>2</sub>	11,69	48,97	5,49	56,40	49,69	Ti <sup>4+</sup>	0,31	0,95	0,15	1,10	0,98
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,21	0,01	0,22	0,07	Nb <sup>5+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	Ca <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,05	0,00	0,01	0,00	Sc <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	Ta <sup>5+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,00	0,18	0,00	0,02	0,27	Zn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
ZrO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Zr <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WO <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	W <sup>6+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	91,76	99,41	94,34	92,11	97,38	CATSUM	2,68	2,04	2,85	1,88	2,47

**Obr. 10: Magnetit (2.), xenotim-(Y) (45.) a monazit-(Ce) (52.) ve zpětně odražených elektronech.**

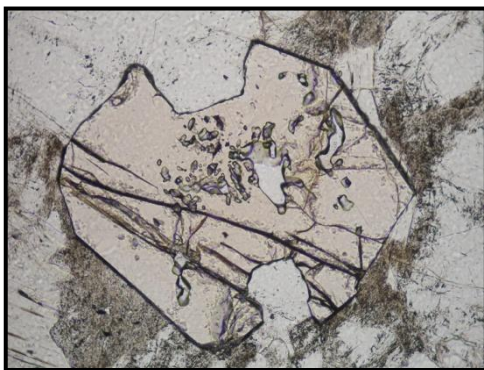


**Obr. 11: Hematit (38.) (světější část) s odměšeninami ilmenitu (39.) (tmavší část), rutil (37.) a zirkon (31.) ve zpětně odražených elektronech.**

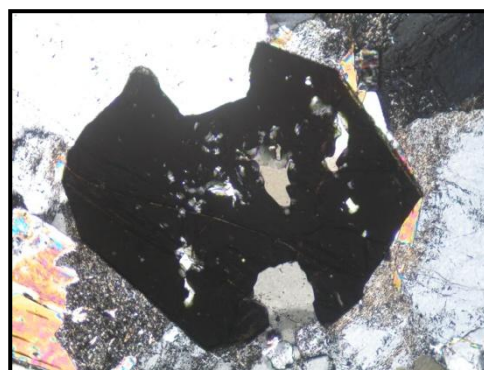


Granát (viz obr. 12, 13) byl zjištěn pouze ve vzorku č. 11. Jedná se o hypautomorfně až automorfně omezená, lehce narůžovělá zrna s vystupujícím reliéfem. Byl určen makroskopicky a následně mikroskopicky.

**Obr. 12: Granát. Výbrus z lokality č. 11, PPL, šířka snímku 0,8 mm.**



**Obr. 13: Granát. Výbrus z lokality č. 11, XPL, šířka snímku 0,8 mm.**



Apatit tvoří drobné jehličkovité krystaly, při uzavření v biotitu se kolem něj tvoří pleochroické dvůrky (obr. c - fototabule 9).

Zirkon (viz obr. 11, 14, 15) je přítomen v podobě hypautomorfně až automorfně omezených zrn, která jsou bezbarvá nebo světle hnědě zbarvená. Vyskytuje se samostatně nebo tvoří uzavřeniny v biotitu, v takovém případě je odklopen pleochroickým dvůrkem (obr. a-f - fototabule 12). Byl zjištěn již při mikroskopickém studiu výbrusů a následně potvrzen WDX analýzou (viz tab. 5).

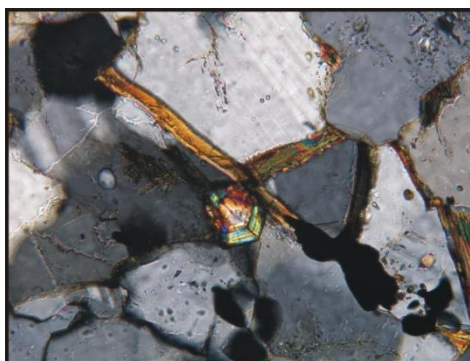
**Tab. 5 :Výsledky WDX analýz zirkonu**

šleto analyz	30 .	31 .	32 .	33 .	34 .	35 .	36 .	na 4 O <sub>2</sub>	30 .	31 .	32 .	33 .	34 .	35 .	36 .
lokality	1a	1a	1b	8	8	11	10		1a	1a	1b	8	8	11	10
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Na <sup>+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	31,71	32,26	31,59	27,90	31,86	32,29	30,12	Si <sup>4+</sup>	1,00	0,99	0,99	0,94	1,00	1,00	0,97
ZrO <sub>2</sub>	62,87	65,26	64,16	56,65	59,97	63,24	57,47	Zr <sup>4+</sup>	0,97	0,98	0,98	0,93	0,91	0,95	0,90
HfO <sub>2</sub>	2,06	0,99	1,88	1,80	6,04	2,96	3,40	Hf <sup>4+</sup>	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03	0,03
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,28	0,56	0,26	1,88	0,62	0,34	1,55	Y <sup>3+</sup>	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,02	Al <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	0,14	0,12	1,22	0,35	0,29	0,73	P <sup>5+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,02
CaO	0,03	0,00	0,02	0,53	0,03	0,10	0,86	Ca <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03
ThO <sub>2</sub>	0,04	0,11	0,07	0,23	0,03	0,04	0,38	Th <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UO <sub>2</sub>	0,46	0,18	0,15	2,05	0,93	0,79	2,30	U <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02
FeO	0,13	0,07	0,01	0,01	0,09	0,19	0,04	Fe <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,02	0,03	0,01	0,03	0,00	0,03	0,01	Mn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	F <sup>1-</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	Ti <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Nb <sup>5+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,08	Bi <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,02	0,01	0,02	0,05	0,02	0,05	Sc <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,01	0,02	0,01	0,09	0,00	0,00	0,01	Cl <sup>1-</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WO <sub>3</sub>	0,16	0,08	0,16	0,44	0,27	0,02	0,40	W <sup>6+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,19	0,11	0,11	0,62	0,26	0,12	0,56	Yb <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Total	98,11	99,81	98,55	93,52	100,56	100,45	97,95	CATSUM	2,00	2,00	2,00	2,01	2,00	2,00	2,02

**Obr. 14: Zirkon. Výbrus z lokality č. 3, PPL, šířka snímku 0,4 mm.**



**Obr. 15: Zirkon. Výbrus z lokality č. 3, XPL, šířka snímku 0,4 mm.**



Pomocí WDX analýz byl určen rutil, euxenit-(Y), xenotim-(Y), monazit-(Ce), bastnázit-(Ce), allanit-(Ce), fergusonit-(Y) a cheralit.

Rutil (viz obr. 11) tvoří drobná xenomorfně omezená zrna nebo odmíšeniny. V jednom případě byl zjištěn zvýšený obsah Nb (viz tab. 6 analýza č. 37).

**Tab. 6: Výsledky WDX analýz rutilu**

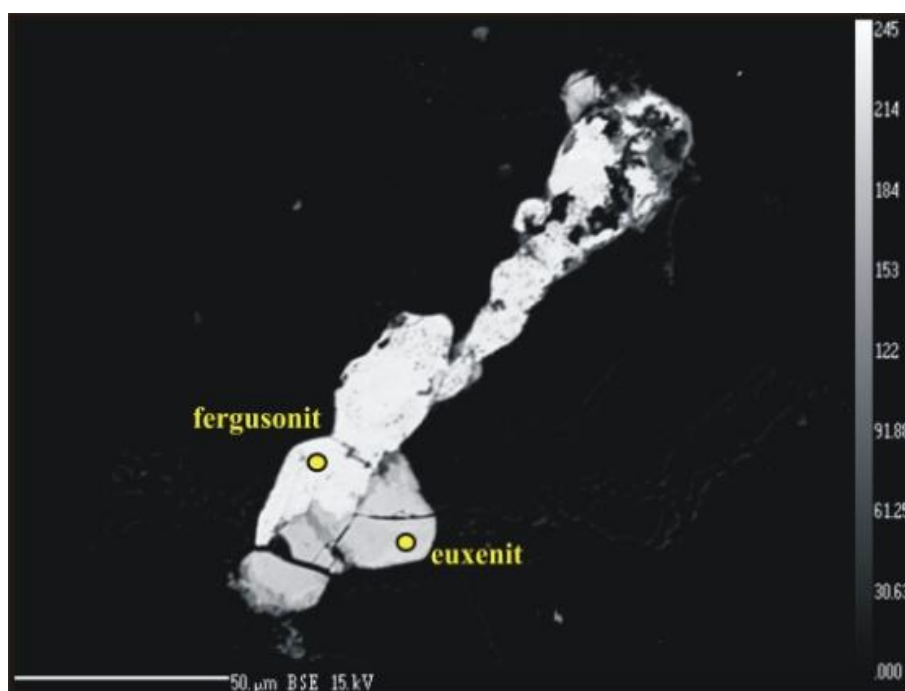
číslo analýzy	37.	41.	na 2 O <sub>2</sub>	37.	41.
lokalita	1a	2		1a	2
MgO	0,01	0,00	Mg <sup>2+</sup>	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	0,04	0,03	Si <sup>4+</sup>	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	0,01	Al <sup>3+</sup>	0,00	0,00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,00	Cr <sup>3+</sup>	0,00	0,00
SnO <sub>2</sub>	0,31	0,01	Sn <sup>4+</sup>	0,00	0,00
FeO	7,54	1,30	Fe <sup>2+</sup>	0,09	0,01
MnO	0,01	0,04	Mn <sup>2+</sup>	0,00	0,00
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	0,05	V <sup>3+</sup>	0,00	0,00
TiO <sub>2</sub>	77,73	98,33	Ti <sup>4+</sup>	0,84	0,99
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13,11	0,04	Nb <sup>5+</sup>	0,08	0,00
CaO	0,00	0,01	Ca <sup>2+</sup>	0,00	0,00
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,00	Sc <sup>3+</sup>	0,00	0,00
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,89	0,00	Ta <sup>5+</sup>	0,02	0,00
ZnO	0,01	0,00	Zn <sup>2+</sup>	0,00	0,00
ZrO <sub>2</sub>	0,01	0,00	Zr <sup>4+</sup>	0,00	0,00
WO <sub>3</sub>	0,22	0,00	W <sup>6+</sup>	0,00	0,00
Total	100,13	99,83	CATSUM	1,04	1,01

Euxenit-(Y) (viz obr. 16) je přítomen jako akcesorický minerál, tvoří xenomorfní zrna do velikosti 50  $\mu\text{m}$ .

Fergusonit-(Y) (viz obr. 16) se vyskytuje v podobě nepravidelně omezených zrn, o velikosti do 60  $\mu\text{m}$ .

WDX analýza euxenitu-(Y) (viz tab. 7) a fergusonitu-(Y) (viz tab. 8).

**Obr. 16: Euxenit-(Y) (23.) a fergusonit-(Y) (22.) ve zpětně odražených elektronech.**





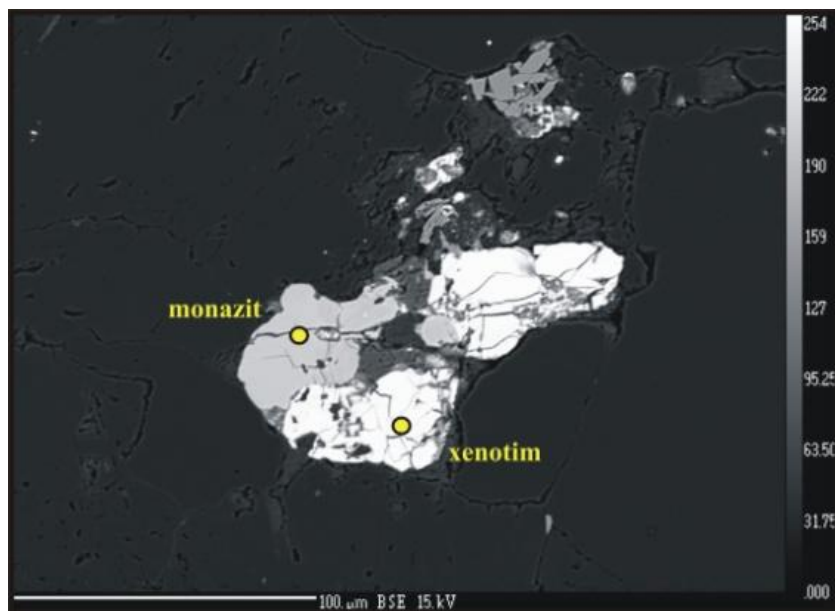
Tab. 8: Výsledky WDX analýz fergusonitu-(Y).

číslo analýzy	14.	22.	28.	na 4 O <sub>2</sub>	14.	22.	28.
lokalita							
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,02	0,01	Na <sup>1+</sup>	0,00	0,00	0,00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,05	26,66	27,49	Y <sup>3+</sup>	0,70	0,68	0,67
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,45	0,47	0,88	Ta <sup>6+</sup>	0,22	0,04	0,07
ZrO <sub>2</sub>	0,00	0,02	0,00	Zr <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	Al <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	0,11	0,07	0,04	Si <sup>4+</sup>	0,01	0,00	0,00
CaO	0,38	0,74	0,20	Ca <sup>2+</sup>	0,02	0,04	0,01
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,03	0,00	Sc <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,02	0,04	0,00	K <sup>1+</sup>	0,00	0,00	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,96	0,03	0,82	Ti <sup>4+</sup>	0,04	0,00	0,03
MnO	0,01	0,01	0,00	Mn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00
FeO	0,45	0,03	0,26	Fe <sup>2+</sup>	0,02	0,00	0,01
UO <sub>2</sub>	2,43	2,85	1,73	U <sup>4+</sup>	0,03	0,03	0,02
ThO <sub>2</sub>	0,35	0,18	0,63	Th <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,01
SnO <sub>2</sub>	0,00	0,01	0,00	Sn <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41,32	45,64	47,77	Nb <sup>6+</sup>	0,91	0,98	0,98
WO <sub>3</sub>	1,21	0,15	0,90	W <sup>6+</sup>	0,02	0,00	0,01
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,03	0,00	La <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	Ce <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,02	Pr <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	0,05	0,36	Sm <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,01
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05	0,08	0,16	Nd <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,48	2,50	2,91	Gd <sup>3+</sup>	0,04	0,04	0,04
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,75	3,98	3,41	Dy <sup>3+</sup>	0,06	0,06	0,05
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,17	4,61	4,18	Er <sup>3+</sup>	0,06	0,07	0,06
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,97	5,09	4,92	Yb <sup>3+</sup>	0,07	0,07	0,07
MgO	0,00	0,00	0,00	Mg <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00
F	0,24	0,21	0,18	F <sup>1-</sup>	0,04	0,03	0,03
P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	0,00	0,00	0,00	P <sup>5+</sup>	0,01	0,01	0,00
PbO	0,45	0,51	0,47	Pb <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,01
EuO	0,68	0,72	0,00	Eu <sup>2+</sup>	0,01	0,01	0,00
Total	93,79	94,72	97,34	CATSUM	2,24	2,08	2,07



Xenotim-(Y) (viz obr. 10 a 17, tab. 9) vytváří xenomorfní zrna o velikosti průměrně 60 µm. Na standardu xenotimu byl zjištěn fosfát Ca, Y a Si (viz analýza č. 49).

**Obr. 17: Xenotim-(Y) (47.) a monazit-(Ce) (54.) ve zpětně odražených elektronech.**



**Tab. 9: Výsledky WDX analýz xenotimu-(Y).**

Úloha analýzy	44 .	45 .	46 .	47 .	48 .	49 .	50 .	51 .	na 4 O <sub>2</sub>	44 .	45 .	46 .	47 .	48 .	49 .	50 .	51 .
lokality	1a	1a	1b	1b	4	6	8	10		1a	1a	1b	1b	4	6	8	10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	33,79	33,68	33,71	33,02	33,81	27,72	32,95	31,87	P <sup>4+</sup>	1,01	1,00	1,01	0,99	0,99	0,76	0,97	0,95
SO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	S <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,02	0,03	0,09	0,04	0,03	37,65	0,03	0,08	Ca <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	0,00	0,00
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,07	0,00	La <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	0,06	0,00	0,03	0,01	0,33	0,06	0,09	Ce <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PbO	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,09	0,41	0,38	Pb <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ThO <sub>2</sub>	0,48	0,15	0,22	0,97	0,36	0,14	1,60	2,46	Th <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
UO <sub>2</sub>	0,46	0,19	0,08	0,25	0,81	0,06	1,79	2,57	U <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,57	43,17	42,31	41,67	44,38	19,87	40,99	40,39	Y <sup>3+</sup>	0,72	0,81	0,79	0,79	0,82	0,34	0,76	0,76
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	As <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,58	0,65	Zr <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	0,00	0,00	Al <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	0,33	0,19	0,34	0,30	0,41	5,59	0,89	1,23	Si <sup>4+</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,18	0,03	0,04
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,00	3,25	5,14	3,83	4,59	0,67	4,75	4,25	Yb <sup>3+</sup>	0,02	0,03	0,06	0,04	0,05	0,01	0,05	0,05
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,61	3,63	4,14	3,33	4,06	0,60	3,88	3,88	Er <sup>3+</sup>	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,01	0,04	0,04
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,71	5,55	4,80	5,92	4,18	2,69	5,12	5,38	Dy <sup>3+</sup>	0,09	0,06	0,05	0,07	0,05	0,03	0,06	0,06
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,56	2,31	1,16	2,86	0,93	1,05	2,16	2,26	Gd <sup>3+</sup>	0,06	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,54	0,60	0,13	0,71	0,10	0,29	0,58	0,62	Sm <sup>3+</sup>	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,60	0,34	0,00	0,27	0,00	0,54	0,30	0,32	Nd <sup>3+</sup>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
MnO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	Mn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
FeO	0,00	0,00	0,06	0,07	0,16	1,41	0,00	0,00	Fe <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	Sc <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	95,03	93,48	92,56	93,68	94,29	101,65	96,17	96,44	CATSUM	0,94	0,95	0,94	0,94	0,96	1,27	0,95	0,94

Monazit-(Ce) (viz obr. 17, tab. 10) se objevuje často společně s xenotimem-(Y), se kterým tvoří zákonité srůsty. Vyskytuje se v podobě xenomorfních zrn o velikosti do 70  $\mu\text{m}$ .

Cheralit byl identifikován ze vzorku č. 8, jedná se o analýzu č. 55. v tab. 10.

**Tab. 10: Výsledky WDX analýz monazitu-(Ce) a cheralitu (č. 55)**

číslo analýzy	52.	53.	54.	55.	56.	na 4 O <sub>2</sub>	52.	53.	54.	56.	na 8 O <sub>2</sub>	55.
lokality	1a	1a	1b	8	11		1a	1a	1b	11		8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	28,59	29,81	26,38	23,71	27,73	P <sup>5+</sup>	0,98	0,99	0,88	0,92	P <sup>5+</sup>	1,80
SO <sub>3</sub>	0,19	0,11	0,33	0,04	0,00	S <sup>6+</sup>	0,01	0,00	0,01	0,00	S <sup>6+</sup>	0,00
CaO	0,56	0,29	0,17	5,74	0,91	Ca <sup>2+</sup>	0,02	0,01	0,01	0,03	Ca <sup>2+</sup>	0,43
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,47	12,52	11,88	1,54	8,85	La <sup>3+</sup>	0,10	0,18	0,17	0,13	La <sup>3+</sup>	0,05
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,77	28,43	26,33	0,09	22,73	Ce <sup>3+</sup>	0,32	0,41	0,38	0,33	Ce <sup>3+</sup>	0,00
ThO <sub>2</sub>	2,15	0,83	7,85	52,18	10,84	Th <sup>4+</sup>	0,02	0,01	0,07	0,10	Th <sup>4+</sup>	1,07
UO <sub>2</sub>	0,12	0,17	0,17	1,11	0,67	U <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,01	U <sup>4+</sup>	0,02
PbO	0,05	0,03	0,12	0,13	0,19	Pb <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	Pb <sup>2+</sup>	0,00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,14	2,29	1,85	2,13	2,53	Y <sup>3+</sup>	0,05	0,05	0,04	0,05	Y <sup>3+</sup>	0,10
SiO <sub>2</sub>	0,42	0,28	2,32	1,35	1,80	Si <sup>4+</sup>	0,02	0,01	0,09	0,07	Si <sup>4+</sup>	0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,00	0,00	0,47	0,00	Al <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	Al <sup>3+</sup>	0,05
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,20	1,06	0,78	0,63	1,01	Dy <sup>3+</sup>	0,02	0,01	0,01	0,01	Dy <sup>3+</sup>	0,02
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,70	3,28	3,10	0,28	3,06	Pr <sup>3+</sup>	0,05	0,05	0,04	0,04	Pr <sup>3+</sup>	0,01
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,20	13,61	12,36	1,28	12,29	Nd <sup>3+</sup>	0,28	0,19	0,17	0,17	Nd <sup>3+</sup>	0,04
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,97	2,61	1,88	0,67	2,38	Gd <sup>3+</sup>	0,05	0,03	0,02	0,03	Gd <sup>3+</sup>	0,02
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,98	3,55	2,75	0,45	3,89	Sm <sup>3+</sup>	0,08	0,05	0,04	0,05	Sm <sup>3+</sup>	0,01
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11	0,14	0,13	0,19	0,13	Er <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	Er <sup>3+</sup>	0,01
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Mn <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	Mn <sup>2+</sup>	0,00
FeO	0,00	0,27	0,09	0,16	0,00	Fe <sup>2+</sup>	0,00	0,01	0,00	0,00	Fe <sup>2+</sup>	0,01
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,16	0,05	0,08	0,00	0,06	As <sup>5+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	As <sup>5+</sup>	0,00
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	Sc <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	Sc <sup>3+</sup>	0,00
SrO	0,00	0,02	0,00	0,48	0,00	Sr <sup>2+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	Sr <sup>2+</sup>	0,02
Total	96,77	99,35	98,56	92,63	99,06	CATSUM	2,00	2,00	1,95	1,96	CATSUM	3,80

Bastnázit-(Ce) (viz obr. 18, tab. 11) je přítomen ve formě silně nepravidelně omezených zrn a velikost přibližně 100  $\mu\text{m}$ .

**Obr. 18: Bastnázit-(Ce) (57.) a muskovit (4.) ve zpětně odražených elektronech.**



**Tab. 11: Výsledky WDX analýz bastnázitu-(Ce).**

číslo analýzy	57.	na 1,5 O <sub>2</sub>	57.
lokalita	1b		1b
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11	La <sup>3+</sup>	0,00
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53,57	Ce <sup>3+</sup>	0,40
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,24	P <sup>5-</sup>	0,14
CaO	0,15	Ca <sup>2+</sup>	0,00
K <sub>2</sub> O	0,38	K <sup>1+</sup>	0,01
ThO <sub>2</sub>	0,08	Th <sup>4+</sup>	0,00
UO <sub>2</sub>	0,06	U <sup>4+</sup>	0,00
Cl	0,09	Cl <sup>1-</sup>	0,00
PbO	0,08	Pb <sup>2+</sup>	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,20	Na <sup>1+</sup>	0,01
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,21	Y <sup>3+</sup>	0,00
SiO <sub>2</sub>	3,94	Si <sup>4+</sup>	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,76	Al <sup>3+</sup>	0,11
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	Dy <sup>3+</sup>	0,00
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	Pr <sup>3+</sup>	0,00
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	Nd <sup>3+</sup>	0,00
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	Gd <sup>3+</sup>	0,00
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,66	Sm <sup>3+</sup>	0,00
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	Er <sup>3+</sup>	0,00
SO <sub>3</sub>	0,21	S <sup>6-</sup>	0,00
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07	Yb <sup>3+</sup>	0,00
MnO	1,03	Mn <sup>2+</sup>	0,02
FeO	8,64	Fe <sup>2+</sup>	0,15
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	As <sup>5+</sup>	0,00
F	1,26	F <sup>1-</sup>	0,08
SrO	0,00	Sr <sup>2+</sup>	0,00
BaO	0,01	Ba <sup>2+</sup>	0,00
MgO	0,04	Mg <sup>2+</sup>	0,00
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	Sc <sup>3+</sup>	0,00
Total	84,55	CATSUM	1,03

Allanit-(Ce) (viz obr. 19, tab. 12) se vyskytuje v podobě drobných oválných zrněk, o velikosti maximálně 10 µm.

Obr. 19: Allanit-(Ce) (60.) ve zpětně odražených elektronech.



Tab. 12: Výsledky WDX analýz allanitu-(Ce).

číslo analýzy	58.	59.	60.	61.	62.	63.	na 12,5 O <sub>2</sub>	58.	59.	60.	61.	62.	63.
lokality	1b	1b	1b	4	2	2		1b	1b	1b	4	2	2
Na <sub>2</sub> O	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	Na <sup>1+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	30,83	32,01	30,97	30,87	31,19	31,67	Si <sup>4+</sup>	3,08	3,09	3,06	3,06	3,10	3,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,01	17,66	16,49	15,75	15,84	15,66	Al <sup>3+</sup>	1,88	2,01	1,92	1,84	1,85	1,81
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,31	0,30	0,39	0,41	0,17	0,09	Y <sup>3+</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00
MgO	0,00	0,04	0,02	0,25	0,02	0,01	Mg <sup>2+</sup>	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,56	4,98	4,01	3,80	4,17	4,72	La <sup>3+</sup>	0,17	0,18	0,15	0,14	0,15	0,17
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,50	7,27	9,29	10,05	9,84	9,96	Ce <sup>3+</sup>	0,35	0,26	0,34	0,36	0,36	0,36
UO <sub>2</sub>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	U <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	Sc <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	P <sup>5+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	13,50	12,32	13,17	14,06	13,36	13,63	Fe <sup>2+</sup>	1,13	0,99	1,09	1,16	1,11	1,12
CaO	10,69	12,58	10,92	10,69	10,50	11,10	Ca <sup>2+</sup>	1,14	1,30	1,16	1,13	1,12	1,17
K <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	K <sup>1+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,38	0,39	0,13	0,69	Ti <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,05
MnO	0,17	0,38	0,28	0,13	0,10	0,17	Mn <sup>2+</sup>	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,09	3,61	5,07	5,25	6,10	4,48	Nd <sup>3+</sup>	0,28	0,19	0,28	0,29	0,34	0,24
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,11	0,70	1,06	1,02	1,15	0,70	Sm <sup>3+</sup>	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,24	0,85	1,12	1,39	1,40	1,24	Pr <sup>3+</sup>	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	Dy <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,10	0,08	0,06	0,08	0,08	Er <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,64	0,39	0,43	0,40	0,43	0,17	Gd <sup>3+</sup>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ThO <sub>2</sub>	0,08	0,00	0,10	0,11	0,04	0,02	Th <sup>4+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,23	0,21	0,26	0,24	0,26	0,25	F <sup>1-</sup>	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
Total	94,14	93,47	94,10	94,92	94,89	94,65	CATSUM	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50

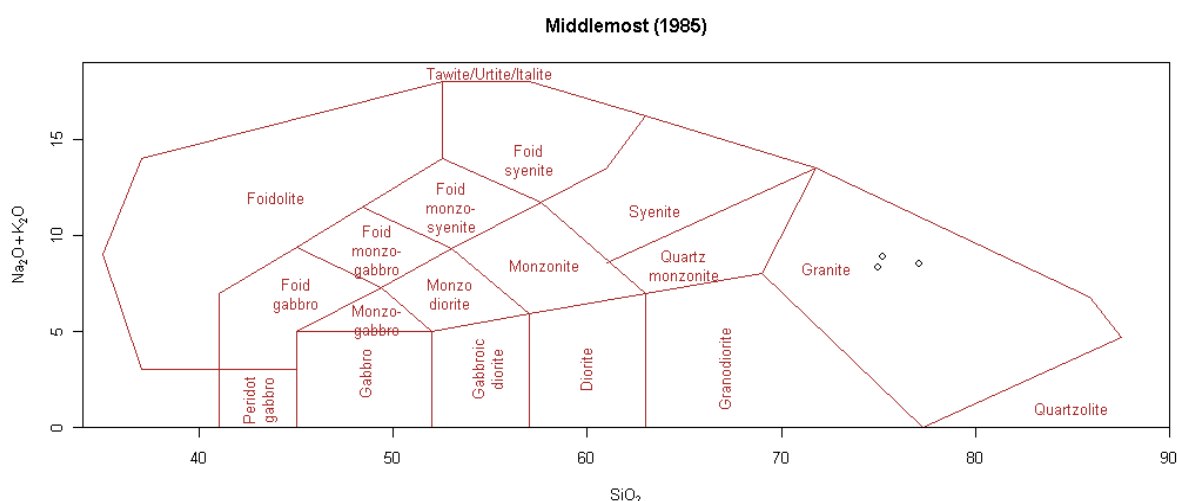
## Výsledky chemické analýzy ACME Vancouver

Z výsledků chemické analýzy je patrné, že se jedná o kyselé horniny, jak bylo stanoveno i modální analýzou. U vzorku č. 8 nebyla modální analýza provedena, protože se jednalo o komponovaný výbrus a zjištěné hodnoty by tím pádem byly zkreslené. Podle klasifikačního diagramu dle Middlemosta (1985) (viz klasifikační diagram 1.) spadají studované vzorky do oblasti granitu, podle De la Roche et al. (1980) (viz klasifikační diagram 2.) jsou na hranici mezi alkalicko-živcovým granitem a granitem.

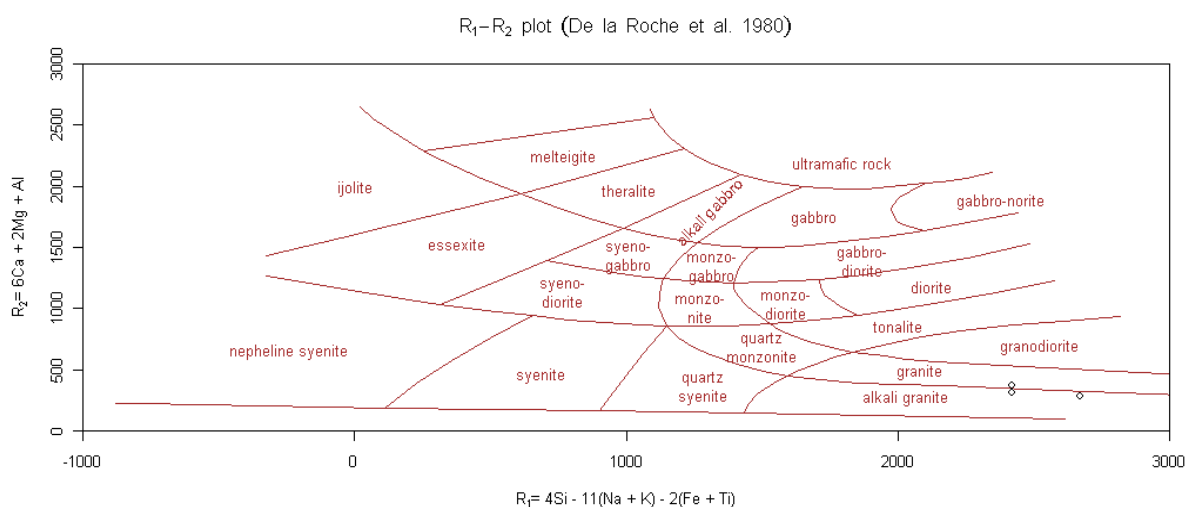
**Tab. 13** Výsledky chemické analýzy

analýza	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
č. 1a	75,29	13,07	2,11	0,11	0,48	3,79	5,09	0,13	0,01	0,02	<0,002
č. 7	76,89	12,31	1,5	0,06	0,39	3,5	4,98	0,09	0,01	0,01	0,002
č. 8	74,39	13,99	1,42	0,15	0,84	4,63	3,65	0,07	0,02	0,05	<0,002

### 1. Klasifikační diagram pro plutonické horniny, Middlemost, 1985



### 2. Klasifikační digram pro vulkanické a plutonické horniny, De la Roche et al., 1980



## **Diskuse**

Intruze Rudné hory je značně heterogenní těleso, jednotlivé partie se liší barvou (kolísá od bílé, přes světle narůžovělou a žlutou až k šedé), zrnitostí a usměrněním (relativně hrubozrnná neusměrněná až jemnozrnná takřka dokonale usměrněná hornina) i minerálním a chemickým složením a s tím spojenými rozdílnými hodnotami magnetické susceptibility.

Horninu nelze jednotně klasifikovat jako „mikroklinovou dvojslídnu žulu, svým charakterem blízkou krušnohorské žule“ jak uvádí Knotek (1960), ani podle Pouby et al. (1962) a Svobody et al. (1964) jako „leukokrání biotitický granit se zřetelně usměrněnou texturou“. Nejpřesnější komplexní popis granitů Rudné hory podal Mísař et al. (1983),

který granit Rudné označil jako „leukokrání biotitický granit místy usměrněný a přecházející až do typů ortorulových“ a Vávra (2000) který ji popisuje jako alkalicko-živcový granit.

Při klasifikaci granitoidů Rudné hory je nutné brát zřetel na určitou heterogenitu dané oblasti a rozdílný trend v zastoupení hlavních horninotvorných minerálů severní a jižní části intruze. S ohledem k těmto faktorům můžeme v intruzi Rudné hory rozlišit dva horninové podtypy, a to alkalicko-živcový granit pro jižní část a syenogranit pro severní část. Tomuto rozdělení se vymyká pouze vzorek č. 9, který svým složením odpovídá křemenem bohatému granitoidu. To by se dalo vysvětlit sekundárním prokřemeněním nebo greisenizací (jak uvádí i Knotek, 1960).

Z hlavních horninotvorných minerálů je zastoupen bílý až šedobílý undulózně zhášeující křemen, K-živce (mikroklin a ortoklas) a plagioklas. Živce jsou často postiženy alterací a přeměněny na sericit. Plagioklas a křemen červíkovitě srůstá a tvoří myrmekit. Bazicitu plagioklasu se pohybuje v intervalu  $An_{25}$  a  $An_{45}$  (jedná se tedy o oligoklas až andezin) a její zjištění proběhlo metodou symetrické zóny (Gregerová et al., 2002).

Vedlejší horninotvorné minerály reprezentuje poměrně hojný biotit, méně muskovit. Biotit je většinou silně chloritizovaný a nejčastěji tvoří nepravidelně omezené lupínky, zrna někdy obsahují inkluze jiným minerálů (zirkon, apatit), kolem kterých se tvoří pleochroické dvůrky. Muskovit je méně hojný a objevuje se v podobě drobných lištovitých zrn, někdy srůstajících s biotitem.

Granity Rudné hory obsahují, jak uvádí i Vávra (2000), relativně velké množství akcesorických minerálů, jejichž zastoupení je však poměrně malé a ani velikost zrn není nijak neobvyklá. Mikroskopicky a WDX analýzou byly identifikovány magnetit, hematit, ilmenit,

granát, apatit, zirkon, chlorit, euxenit-(Y), rutil, xenotim-(Y), monazit-(Ce), bastnázit-(Ce), allanit-(Ce), fergusonit-(Y) a cheralit.

Opakní minerály zastupuje magnetit, hematit, ilmenit a pyrit, jejich obsahy v jednotlivých partiích značně kolísají, což dokazují i poměrně proměnlivé hodnoty magnetické susceptibility. Zrna těchto minerálů mají různé idiomorfnní omezení.

Při srovnání informací z literatury o granitoidech žulovského a šumperského plutonu a granitoidech v okolí Hanušovic s mými poznatky o intruzi Rudné hory vyvstávají následující rozdíly: intruzi Rudné hory tvoří přibližně z poloviny alkalicko-živcový granit, ten je u ostatních variských intruzí spíše vzácným horninovým typem, intruze Rudné je syntektonické těleso a její horninové součástky jsou viditelně usměrněné na rozdíl od neusměrněných hornin žulovského a šumperského masivu a granitoidů v okolí Hanušovic a v neposlední řadě se granit Rudné liší obsahem akcesorických minerálů.

Šumperský pluton je na rozdíl od granitu Rudné hory, žulovského plutonu i granitoidů u Hanušovic poměrně jednotvárné těleso. Hlavní a nejběžnější horninou šumperského plutonu je leukokráttní biotitický granodiorit (Mísař, 1959), v intruzi Rudné hory jsem zjistila tři horninové podtypy: alkalicko-živcový granit, syenogranit a křemenem bohatý granitoid. V žulovském plutonu vyčleňuje Jedlička (1997) tyto horninové typy: alkalicko-živcový granit, syeno - a monzogranity, granodiority, tonality a dioritické horniny. Granitoidy u Hanušovic klasifikoval Pospíšil (2011) jako syenogranity a monzogranity.

Pro všechny srovnávané intruze je společná přítomnost (i když v proměnlivém množství) biotitu, magnetitu, apatitu, zirkonu a chloritu. Hematit, granát, allanit a rutil se objevují v intruzi Rudné a v šumperském plutonu. Xenotim a monazit v horninách Rudné a v žulovském plutonu. Euxenit, bastnázit, cheralit a fergusonit se vyskytuje pouze v granitech Rudné hory, naopak amfibol pouze v žulovském plutonu.

## **Závěr**

Z intruze Rudné hory bylo odebráno 12 vzorků, které zahrnují všechny horninové typy vyskytující se v zájmové oblasti. V rámci intruze byly dle Streckeisenova klasifikovány: syenogranit, alkalicko-živcový granit a křemenem bohatý granitoid. Tyto horniny se od sebe liší již pouhým okem viditelnou rozdílnou zrnitostí či barvou, petrograficky a také rozdílným chemickým složením přítomným minerálů. Nejvíce zastoupené jsou v těchto horninách: křemen, K-živec a plagioklas, dále biotit a muskovit. Jako běžná akcesorie se zde objevují opakní minerály jako magnetit, hematit, ilmenit a pyrit, dále zirkon, granát a apatit, méně často se vyskytuje xenotim-(Y), monazit-(Ce), chlorit, euxenit-(Y), rutil, bastnázit-(Ce), allanit-(Ce), fergusonit-(Y) a cheralit.

Jak uvádí i Vávra (2002) je granit Rudné hory v mnoha znacích velmi podobný granitoidům žulovského i šumperského plutonu, o dokonalé shodě ovšem mluvit nemůžeme.



## **Literatura:**

- Demek, J., Balatka, B., Czudek, T., Dědečková, M., Hrádek, M., Antonín, I., Lacina, J., Loučková, J., Raušer, J., Stehlík, O., Sládek, J., Vaněčková, L., Vašátko, J. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR – Hory a nížiny – Academia. Praha
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P., and Marchal, M., 1980, A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and majorelement analyses--Its relationships with current nomenclature: *Chemical Geology*, v. 29, p. 183-210.
- Gregerová, M., Fojt, B., Vávra, V. (2002): Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů. Moravské zemské muzeum a Přírodovědecká fakulta MU Brno.
- Hrouda, F., Aichler, J., Chlupáčová, M., Chadima, Ch. (2001): The Magnetic Fabric in the Žulová Pluton and its Tectonic Implications- *Geolines*, 13
- Cháb J., Fišera M., Fediuková E., Novotný P., Opletal M., Skácelová D. (1984): Problémy tektonického a metamorfního vývoje východní části Hrubého Jeseníku, severní Morava, Československo. – *Sb. Geol. Věd, Geol.* 39, 27-72. Praha
- Cháb J., Mixa P., Vaněček M., Žáček V. (1994): Geology of NW part of the Hrubý Jeseník Mts. (Bohemian massif, central Europe). – *Bull. Czech Geol. Surv.* 69, 3, 17-26. Praha
- Cháb J., K. Breitr, O. Fatka, J. Hladil, J. Kalvoda, Z. Šimůnek, P. Štorch, Z. Vašíček, J. Zajíc, J. Zapletal (2008): *Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu.* - Vydavatelství České geologické služby Praha 2008
- Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z. (2002): *Geologická minulost České republiky.* — Academia. Praha.
- Kočárek E., Novák T., Richterová J. (1967): *Geologie všeobecná, historická a regionální* — Nakladatelství technické literatury, n. p., Praha
- Kröner, A., Štípská, P., Schulmann, K., Jaeckel, P. (2000): Chronological constraints on the pre-Variscan evolution of the northeastern margin of the Bohemian Massif, Czech Republic. – *Jour. Geol., Soc., London*, pap. No. 4. London
- Middlemost, E. A. K. (1985). *Magma and Magmatic Rocks.* London: Longman.
- Mísař, Z. (1959): Geologicko-petrologická studie šumperského granodioritového tělesa. - *Sbor. Ústř. Úst. geol., Odd. geol.*, 25: 335-376.
- Mísař Z., Dudek A., Havlena V., Weiss J. (1983): *Geologie ČSSR I, Český masív.* — Státní pedagogické nakladatelství. Praha.

- Novák, M., Kimborough, D. L., Taylor, M. C., Černý, P., Ercit, S.T. (2003): Radiometric U/Pb age of manazite from granitic pegmatite at Velká Kraš, Žulová granite pluton, Silesia, Czech Republic. *Geologica Carpathica*.
- Opletal, M., Adamová, M., Čurda, J., Chlupáčová, M., Kočandrlé, J., Manová, M., Nekovařík, Č., Pecina, V., Šalanský, K., Večeřa, J., Vít, J. (2000): Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, 14-234, Hanušovice, Praha 2000, Český geologický ústav
- Pospíšil, J. (2011): Petrografická charakteristika hanušovické intruze. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. (v tisku)
- Řehoř F. (1998): Přehled historické geologie a regionální geologie České republiky, Ostravská univerzita v Ostravě
- Souček J. (1981): Geochemie devonských metabazitů Hrubého a Nížkého Jeseníku. – Čas. Mineral. Geol., 26, 2, 125-142
- Svoboda J., Beneš K., Dudek A., Holubec J., Chaloupský J., Kodým O., Malkovský M., Odehnal L., Polák A., Pouba Z., Sattran V., Škvor V., Weiss J. (1964): Regionální geologie ČSSR, díl 1, Český masiv, Nakladatelství Československé akademie věd. Praha
- Svoboda J., Beneš K., Buday T., Bucha V., Cimbáliková A., Čech F., Guth V., Hejl V., Holubář V., Koutek J., Ložek V., Pačes T., Palivcová M., Petránek J., Pokorný V., Suk M., Šilar J., Vejnar Z., Záruba Q. (1983): Encyklopedický slovník geologických věd. Nakladatelství Československé akademie věd, Český geologický úřad.
- Štelcl, J et al.: Petrologie brněnského masivu a jeho korelace s některými kadomskými plutony evropských variscid. MS PF UJEP, Brno 1980
- Vávra, V. (2002): Lokalita č. 11. Vernířovice: Rudná hora. In: Zimák J. et al.: Exkurzní průvodce po mineralogických lokalitách na Sobotínsku, 42-46. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Wood, D. A., Joron, J. L., Treuil, M., (1979): A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonics settings. - *Earth Planet. Sci. Lett.*, 45, 326-336.
- Zachovalová, K., Leichmann, J., Švancara, J. (2002): Žulová Batholith: a post-orogenic, fractionated ilmenite-allanite I-type granite. - *J.Czech Geol.Soc.*, 47, 1-2, 35-44. Praha.
- Zimák J., Demek J., Janoška J., Pek I. a Zapletal J. (1995): Průvodce ke geologickým exkurzím. Střední a severní Morava, Slezsko. UP Olomouc.
- Vlček M., Geomorfologie CHKO Jeseníky. Správa CHKO Jeseníky. 2008, [cit. 2010-10-21]. Dostupný z WWW: <http://www.jeseniky.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=1017>