

DP 2850

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta,  
Ústav petrologie a strukturní geologie

# **Petrologický a strukturní vývoj vybraných typů žilných hornin, středočeský plutonický komplex**

Diplomová práce

Martina Studená



Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. František Holub, CSc.  
Konzultant: RNDr. Kryštof Verner

Praha 2007

Na tomto místě bych velice ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Františku Holubovi a konzultantovi Kryštofu Vernerovi. Dále bych chtěla poděkovat M. Voskovi za pomoc s odběrem vzorků, p. Letkovi za zpracování výbrusů, P. Týcové, R. Procházkovi, L. Nosálovi za pomoc s analýzami a všem ostatním, kteří nějakým způsobem přispěli ke vzniku této práce. Dále bych chtěla poděkovat Davidu Čapkovi za jeho optimismus a Jaromíru Peroutkovi a jeho rodině za držení palců. Především velice děkuji svým rodičům za inspiraci, podporu a důvěru během mého studia.

V Přísece dne 31.8. 2007

## English Abstract

This thesis presents results of petrographical, geochemical, structural and magnetic study of selected rock dykes in the northern part of the Central Bohemian Plutonic Complex. (SE of Prague). These dykes of generally NW-SE strike are hosted by the Sázava-type granodiorite and correspond with minettes (ultrapotassic mica lamprophyres) and granitoid porphyries. In particular we studied (i) composite dyke of minette and granite porphyry at Poříčí nad Sázavou, (ii) minette dykes at Nespeky and (iii) granodiorite porphyry at Kamenný Újezdec. Geochemical data show that minette magmas originated from a mantle source and underwent only weak fractionation prior their intrusions. The granite porphyry, though much more acid, shares many geochemical and petrographical features with minette and originated by mixing of the minette and more acid granite magmas. The granodiorite porphyry is geochemically related to the surrounding Sázava granodiorite of calc-alkaline composition. All the dykes under study show low degrees of magnetic anisotropy and the shape parameter of AMS is mostly oblate. The preferred orientation of rock-forming minerals was also studied using the EBSD with results in accordance with the AMS.

## OBSAH

### English Abstract

1. ÚVOD .....	1
1.1. Použité metody .....	1
1.2. Struktura práce.....	2
1.3. Charakteristika, vznik a umístění žil.....	3
2. GEOLOGIE.....	4
2.1. Středočeský plutonický komplex.....	4
2.1.1. Typy plutonických hornin.....	4
2.1.2. Žilné horniny.....	6
2.2. Geologie studovaných žil.....	8
2.2.1. Přehled dosavadních výzkumů.....	8
2.2.2. Terenní měření.....	9
3. PETROGRAFIE.....	14
3.1. Smíšená žíla u Poříčí nad Sázavou.....	14
3.1.1. Mineta.....	14
3.1.2. Granitový porfyr.....	16
3.2. Žíly v Nespekách.....	18
3.3. Žíla biotitického granodioritového porfyru u Kamenného Újezdce.....	20
4. MINERALOGIE.....	23
4.1. Biotit.....	23
4.2. Amfibol.....	26
4.3. Živce.....	28
4.4. Klinopyroxen.....	30
5. GEOCHEMIE .....	32
5.1. Mineta a granitový porfyr z Poříčí nad Sázavou.....	32
5.2. Mineta z Nespek.....	33
5.3. Granodioritový porfyr z Kamenného Újezdce.....	33
6. ANIZOTROPIE MAGNETICKÉ SUSCEPTIBILITY.....	35
6.1. Teorie.....	35
6.2. Metodika.....	37
6.3. Výsledky.....	38
6.3.1. Magnetická susceptibilita (MS).....	38
6.3.2. Výsledky AMS na jednotlivých lokalitách.....	39
6.4. Stanovení trajektorií toku magmatu v žilách.....	43
7. METODA ZPĚTNĚ ODRAŽENÝCH ELEKTRONŮ.....	44
7.1. Teorie.....	44
7.2. Metodika.....	45
7.3. Výsledky EBSD analýzy.....	46
7.3.1. Lokalita Poříčí nad Sázavou.....	47
7.3.2. Kamenný Újezdec.....	47
7.4. Dílčí shrnutí.....	48
8. DISKUZE.....	49
8.1. Původ magmat studovaných žilných hornin a látkové vztahy k plutonitům SPK.....	49
8.2. Magmatický vývoj.....	49
8.2.1. Zonální žíla od Poříčí nad Sázavou.....	49
8.2.2. Žíla od Kamenného Újezdce.....	51
8.2.3. Minety z Nespek.....	51
8.3. Přednostní prostorová orientace krystalů a podmínky umístění žil.....	52
9. ZÁVĚRY.....	55
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	56
PŘÍLOHY.....	60
Příloha A: Mikrosondové analýzy biotitů.....	60
Příloha B: Mikrosondové analýzy amfibolů.....	63
Příloha C: Mikrosondové analýzy živců.....	67

<b>Příloha D: Mikrosondové analýzy klinopyroxenů.....</b>	<b>71</b>
<b>Příloha E: Anizotropie magnetické susceptibility.....</b>	<b>72</b>
<b>Příloha F: Pólové diagramy metody EBSD.....</b>	<b>77</b>

# 1. ÚVOD

Diplomová práce se zabývá petrologickými a strukturními aspekty geneze a mechanismů vmístění žilných hornin, jejichž pozice je vázána na rozsáhlý komplex magmatických hornin (středočeský plutonický komplex) v rámci evropských variscid. Uvedená problematika byla řešena a diskutována mnoha autory na světových lokalitách (např. Knight and Walker, 1988; Ernst and Baragar, 1992; Raposo et al, 2004), nicméně v případě středoevropských variscid syntetický petrostrukturní výzkum žilných hornin v širší míře neprobíhal. Uvedené fenomény byly studovány na třech výchozových lokalitách v oblasti dolního Posázaví (Poříčí nad Sázavou, Nespeky a Kamenný Újezdec). Předmětem práce v rámci magmatických těles byla: (i) podrobná petrologická charakteristika dílčích horninových typů, (ii) analýza látkového složení a jeho variace a (iii) detailní mezo a mikro strukturní analýza staveb za použití analytických metod AMS a EBSD. Cílem práce je také interpretace geneze magmatu, petrochemických aspektů při jeho výstupu a mechanismů vmístění.

Tato diplomová práce byla financována z grantu č. 267/2006 B GEO *Žilné roje z oblasti středočeského plutonického komplexu a jejich postavení ve vývoji variského orogénu* (Grantová agentura Univerzity Karlovy).

## 1.1. Použité metody

### **Terénní práce.**

Studované žilné horniny se nacházejí na mapovém listu 13-33-01 (tři žíly minet – Nespeky, smíšená žíla – Poříčí nad Sázavou) a na hranici mapových listů 12-44-03 a 12-44-04 (granodioritový porfyr – Kamenný Újezdec). V případě všech tří lokalit proběhla detailní terénní strukturní analýza (byla změřena geometrie žilných systémů, orientace magmatických staveb a křehkého porušení). Dále na vybraných lokalitách proběhlo terénní měření struktur v okolních horninách. Byly odebrány vrtané vzorky pro: (i) analýzu anizotropie magnetické susceptibility (AMS) a EBSD, (ii) petrochemické studium hornin.

### **Petrologie.**

Pro účely petrologického studia bylo zhotoveno 35 výbrusů (16 ze smíšené žíly u Poříčí nad Sázavou, 6 z minety v Nespekách, 13 z granodioritového porfyru u Kamenného Újezdece), které byly studovány pomocí optické mikroskopie. Z nich bylo vybráno 6 výbrusů, u kterých

bylo analyzováno chemické složení minerálů na pracovišti mikrosondy Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Celkem bylo provedeno asi 200 bodových analýz, které byly přepočítány v programu MINPET.

#### **Analýza anizotropie magnetické susceptibility.**

Na analýzu AMS (studium magnetické stavby v žilných tělesech) bylo z vybraných lokalit odebráno 150 orientovaných vzorků. Měření magnetické susceptibility proběhlo ve firmě AGICO a. s. v Brně.

#### **Analýza zpětně odražených elektronů.**

Pro účely EBSD analýzy (studium přednostní orientace vybraných horninotvorných minerálů) bylo připraveno 6 orientovaných výbrusů ze dvou lokalit. Měření byla provedena v laboratoři elektronové mikroskopie ČGS Praha - Barrandov.

## **1.2. Struktura práce**

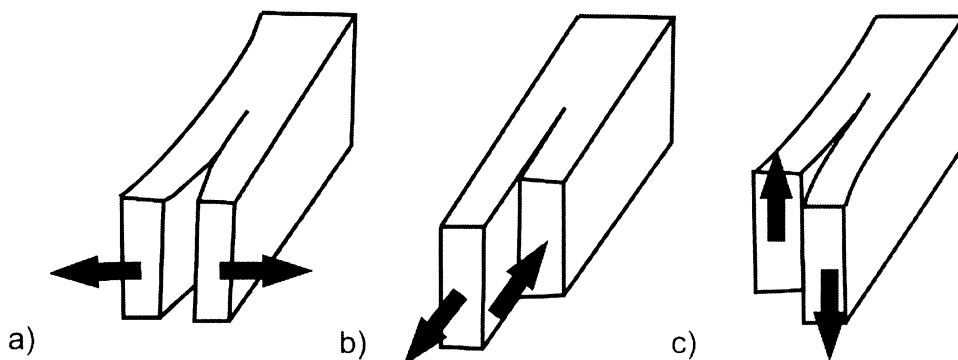
V první kapitole jsou uvedeny cíle práce, použité metody v diplomové práci a obecná podkapitola o žilách. Po úvodu následuje kapitola 2, která je věnována geologii středočeského plutonického komplexu a žilných hornin a následné dosavadní výzkumy a terénní měření na studovaných žilách. Kapitola 3 je věnována detailní petrografii studovaných žilných hornin. V kapitole 4 Mineralogie jsou popisovány minerály, především biotit, amfibol, živce a klinopyroxeny a jejich porovnání ve studovaných žilách. Kapitola 5 je věnována geochemii žilných hornin. V kapitole 6 je popsána metoda Anizotropie magnetické susceptibility – obecně o metodě, odběr vzorků, výsledky měření studovaných žil a výpočet trajektorií toku magmatu v žilách. Kapitola 7 je věnována metodě EBSD, je popsána teorie, metodika a výsledky z této metody. V kapitole 8 jsou diskutovány zjištěná fakta. V kapitole 9 pak závěry diplomové práce. V přílohách jsou tabulky mikrosondových analýz minerálů, tabulky měření anizotropie magnetické susceptibility a výsledné pólové diagramy metody EBSD.

### 1.3. Charakteristika, vznik a vmístění žil

Žíly jsou planární (deskovitá) magmatická tělesa, která mají poměr šířky ku délce 1:100 až 1:1000, jejichž geometrie je dána orientací nejmenšího vektoru napěťového elipsoidu v čase jejich vzniku. Vznikají v horninách, které mají převážně elastické reologické vlastnosti ve vztahu k působícímu napětí. Vystupující magma pak nejčastěji vyplňuje puklinové systémy (obr 1.1). Rozlišují se dva základní typy žilných těles: (i) ložní žíly, které jsou paralelní s již existující vrstevnatostí okolní horniny a (ii) pravé žíly, které tuto vrstevnatost proráží. Výstup a vmístění magmat žilnými kanály je jedním z obecně přijímaných modelů, které vysvětlují mechanismy migrace magmat v prostředí svrchní kůry.

Vmístění žil je spjaté s následujícími vlastnostmi (Ramsay a Huber, 2002):

- 1) Pukliny se propagují: (i) dilatací kolmo na plochu pukliny nebo (ii) stříhem podél plochy pukliny (viz obr.1.1.).



Obr. 1.1. Propagace (šíření) puklin v hornině. a) dilatací kolmo k ploše pukliny, b) a c) stříhem podél plochy pukliny.

- 2) Šíření puklin se může utlumit nebo úplně zastavit, pokud: (i) dojde ke křížení pukliny se zónami duktilní deformace, (ii) se vyskytne napěťová bariéra nebo (iii) dojde k přechodu přes zónu neutrálního vztlaku.
- 3) Výstup magmat do mělkých krustálních úrovní je dán zejména tlakem magmatu a rozdílem hustot magma/okolní hornina.
- 4) Výstup a vmístění magmatu žilnými kanály ovlivňuje zejména: (i) rychlost výstupu magmatu, (ii) jeho viskozita a hustota, (iii) deformační procesy probíhající v okolních horninách.



## 2. GEOLOGIE

### 2.1. Středočeský plutonický komplex

Středočeský plutonický komplex (SPK) je rozsáhlé těleso variských plutonitů, rozkládající se na ploše ~ 3000 km<sup>2</sup> mezi městy Tábor, Písek, Strakonice, Klatovy, Příbram a Říčany. Jedná se o magmatický oblouk nad subdukční zónou variského stáří, jeho vznik je předpokládán v časovém rozmezí 335-356 Ma (např. Holub et al., 1997b, Žák et al., 2005a) opakovanými intruzemi magmatu různého složení v zóně středočeské sutury na rozhraní mezi Moldanubikem a Tepelsko-Barrandienskou oblastí (TBO), které má směr SV-JZ..

Na severozápadě se SPK stýká se svrchním proterozoikem a částečně i se spodním paleozoikem Barrandienem (jako součást TBO), převážně v podmínkách slabé regionální metamorfózy nižší facie zelených břidlic. Podél intruzivní hranice SPK je pozorován metamorfní přetisk - kontaktní metamorfóza v podmínkách facie amfibolických rohovců o šířce cca 2km (např. Scheuvens a Zulauf, 2000). Svrchnoproterozoické až devonské horniny Barrandienem tvořící dnes reliktové pláště SPK (mj. ve formě metamorfovaných ostrovů). Jižní a východní hranice SPK s Moldanubikem je strukturně komplikovaná, granitoidy SPK mají více variabilní vztahy k výše metamorfovaným horninám moldanubika. Na severovýchodě jsou do hornin SPK tektonicky zaklesnuty sedimenty Blanické brázdy permského stáří.

V nejstarších členech SPK byl Žákem et al. (2005a) interpretován strukturní záznam regionální transprese, zatímco v mladších členech (podél jihovýchodního okraje SPK) přechod extenzní tektonice spojené s exhumací moldanubických hornin (kořene variského orogenu). Vmístění plutonů SPK zřejmě vedlo k vytvoření reologicky poddajnější zóny, která akomodovala deformace vyvolané exhumačními procesy.

Pravděpodobně jedním z důležitých mechanismů vmístění granitoidů SPK byl magmatický stoping (Žák et al. 2006).

#### 2.1.1. Typy plutonických hornin v SPK

SPK má pestré složení magmatických hornin od gaber a dioritů se vzácnými hornblendity přes nejrozšířenější granodiority a tonality až po leukogranity. V severovýchodní části vystupují (spolu s tělesy gaber) granitoidy sázavského typu, které patří k nejstarším

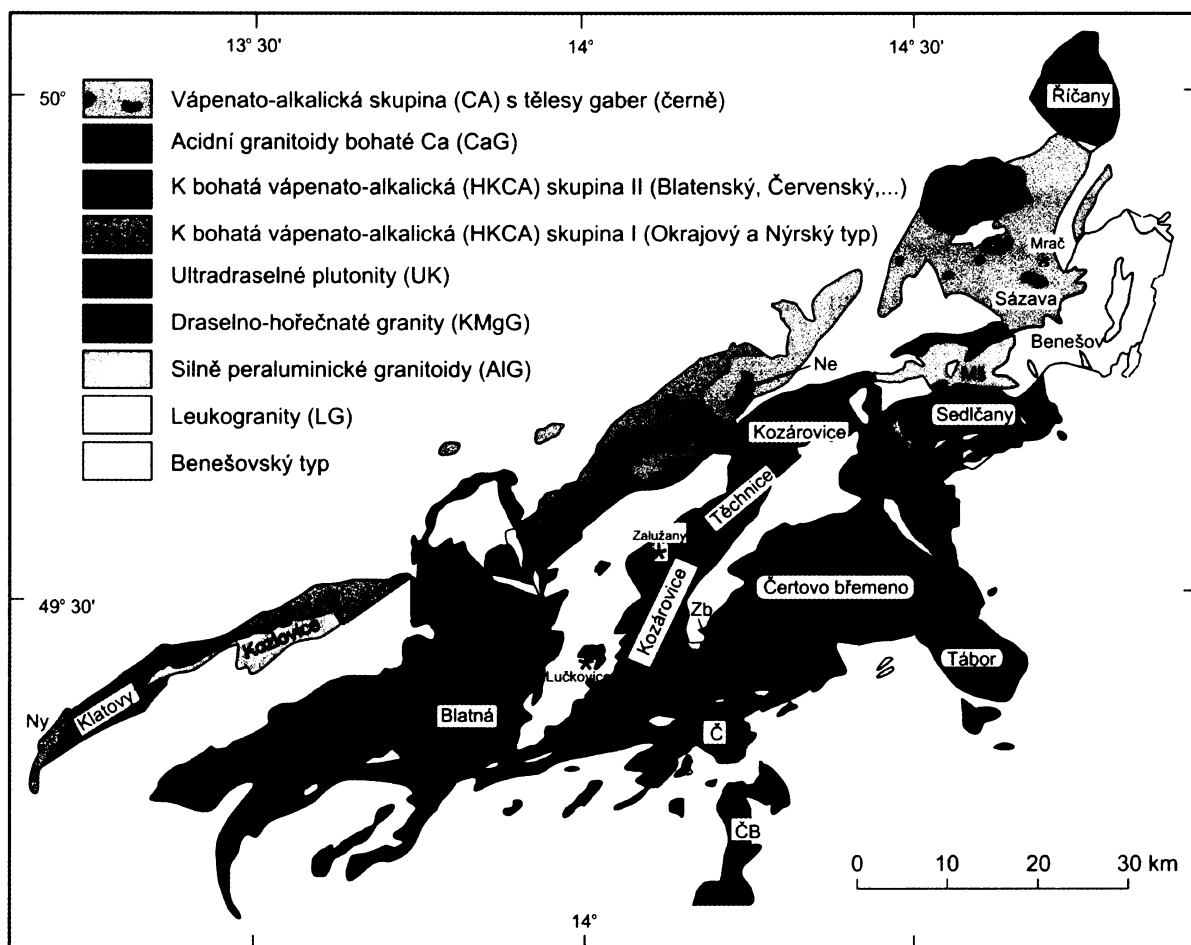
horninám SPK ( $351 \pm 11$  Ma podle Holuba et al., 1997b;  $354.1 \pm 3.5$  Ma podle Janouška a Gerdese, 2003). Jihozápadní část je budována mladšími vápenato-alkalickými granitoidy kozárovického, blatenského ( $346 \pm 10$  Ma, Holub et al., 1997b), červenského, klatovského a dalšími typy. Na jihovýchodě SPK v okolí Milevska vystupují durbachity typu Čertovo břemeno ( $343 \pm 6$  Ma, Holub et al., 1997b). Jedním z nejmladších typů je říčanský granit v severním výběžku SPK.

Granitoidy SPK většinou odpovídají genetickému typu I či H a obsahují mafické mikroranulární enklávy (Holub et al., 1997a), zatímco S-typy jsou podružné.

Holub et al. (1997) rozlišují v SPK několik skupin plutonitů (viz obr.2.1.):

- *Skupina vápenato-alkalická (CA)*. Vyskytuje se především v severní části SPK. Zahrnuje tonality až granodiority sázavského typu, ale také mafické plutonity se složením gaber až dioritů a vzácněji i hornblenditů. Horniny této skupiny často obsahují mikrogranulární enklávy (diorit-gabro). Těmito horninami často prostupují žíly drobnozrnných gaber až kvarcdioritů, amfibolických lamprofyrů, granodioritových, syenitových a granitových porfyrů, minet. Skupina CA je považována za čistý typ I granitoidů.
- *Draslíkem bohatá vápenato-alkalická až šošonitická (HKCA)*. Do této skupiny se zařazují amfibol-biotitické granitoidy kozárovického, technického, červenského, klatovského a blatenského typu. Pro tyto horniny jsou typické zvýšené obsahy draslíkem bohatých minerálů – biotitu a zejména K-živce, který je velmi často porfyrický. Hojné jsou žíly minet, melasyenitových až melagranitových porfyrů.
- *Ultradraselné plutonity (UK)*. Zahrnuje melasyenity až melagranity s vysokými obsahy silně hořečnatého biotitu a aktinolitů. Tyto horniny vykazují zvýšené množství apatitu. Sem patří i typ Čertovo břemeno. Tyto horniny jsou velice často prostupovány žíly biotitických a muskovit-biotitických leukogranitů, mnohdy s turmalínem.
- *Draselno-hořečnaté granity (KMgG)*. Tato skupina zahrnuje amfibol-biotitické a biotitické granity se silně hořečnatým biotitem. Sem patří například sedlčanský typ a říčanský granit, v kterém se nacházejí žíly leukogranitů, aplitů a čočky pegmatitů.
- *Silně peraluminické granitoidy (AIG)*. Jsou typické výskytem minerálů bohatých na Al (biotit, muskovit, cordierit), metasedimentárních xenolitů a nepřítomností mikrogranulárních enkláv. Jedná se například o granodiority typu kozlovického, maršovického a Kosovy Hory. Tato skupina náleží ke granitoidům typu S.

- *Acidní granitoidy bohaté vápníkem (CaG)*. Jedná se o světlé biotitické granodiority až trondhjemitu požárského a něčínského typu. V požárském typu se vyskytují žíly (jedná se o minety) v menší míře než u sousedního sázavského typu. Něčínský granodiorit prostupují žíly světlých granitových porfyrů v-z směru, žíla granodioritového porfyru a žíla minety.
- *Leukogranity (LG)*. Často obsahují slídy a turmalín a zřejmě patří mezi S-granity.
- *Benešovský typ*. Tento typ se vyčleňuje mimo ostatní skupiny, protože má velmi variabilní složení, od amfibol-biotitického granodioritu přes biotitický či muskovit-biotitický granit až po leukogranit, a je silně tektonicky postižen.



Obr. 2.1. Mapa SPK s rozlišenými typy plutonických hornin. Podle Holuba (osobní komunikace).

### 2.1.2. Žilné horniny SPK

SPK je velmi bohatý na různé typy žilných hornin. Holub (nepublikovaná data) uvádí v SPK následující typy:

- *Diabasy, gabrové až dioritové porfyry*. Intrudovaly v několika fázích, některé jsou starší než horniny skupiny vápenato-alkalických plutonitů SPK. Mezi tyto horniny patří například

mandlovcovité diabasy (Vlašimský, 1971) a gabrové porfyry (Tonika a Vejnar et al., 1985).

- *Granodioritové až granitové porfyry*. Rozlišuje se několik typů. Žíly v draslíkem bohatých vápenato-alkalických až šošonitických granitoidech (Krásná Hora, Příbramsko) a v něčínském granodioritu. Mají většinou v-z směr a někdy sférolitickou strukturu. Dále žíly v durbachitickém melagranitu typu Čertovo břemeno (okolí Milevska) směru s-j a v blatenském granodioritu směru s-j až ssv-jjz. Pro tyto horniny jsou typické drobné (několik desetin mm) vyrostlice křemene a plagioklasu a 5 mm krychle pyritů. Biotitické a amfibol-biotitické granodioritové až granitové porfyry studovala například Žežulková (1982). Žíly těchto hornin jsou v-z směru a vyznačují se drobnými vyrostlicemi živeců, biotitů a někdy též křemene či amfibolů. Mají často tmavší okrajové části usměrněně rovnoběžně s kontaktem.
- *Melasyenitové až melagranitové porfyry*. Jsou to hrubě porfyrické amfibol-biotitické až pyroxen-biotitické žilné horniny se silně hořečnatými mafickými minerály. Amfibol má složení magnesiohornblendu až aktinolitu. Obsahují pilitické pseudomorfózy a křemen s reakčními lemy.
- *Biotitické lamprofyry, minety a kersantity*. Minety jsou převažujícím typem lamprofyřů v SPK, zatímco kersantity se vyskytují zřídka. Většinou tvoří subvertikální žíly v-z směru o mocnostech 0,5 m až 5 m. Časté jsou minety s pilitickými pseudomorfózami po olivínu či ortopyroxenu, obsahující aktinolit. Některé žíly minet mají sférolitickou strukturu, která je patrná především v krajních částech žil.
- *Amfibolické lamprofyry*. Zahrnují spessartity, ve starší literatuře také odinity a malchity. Spessartity se vyskytují především v sázavském granodioritu až tonalitu, v jílovském pásmu a v exokontaktech granitoidů na Příbramsku.
- *Peralkalické horniny – karlsteinit*. Jediný jeho výskyt byl popsán Machartem (1979) z žíly u Jemnice na Strakonicku.
- *Leukogranity, aplity, pegmatity*. Pronikají všemi typy plutonitů, přičemž jsou nejčastější ve východní a jihovýchodní části SPK.

## 2.2. Geologie studovaných žil

### 2.2.1. Přehled dosavadních výzkumů

Smíšenou žílu od Poříčí nad Sázavou studoval Jelínek (1932). Žílu popisuje jako šedý granodioritový porfyrít lemovaný pruhy tmavé minety s žulovým porfyrem v centru žíly. Detailně popisuje minerály jednotlivých horninových typů. Na základě obsahu minerálů v jednotlivých partiích (vyrostlice tmavých minerálů při okrajích a salické minerály v centrální části žíly) vysvětluje vznik této smíšené žíly pomocí gradientu teploty: na zchlazených okrajích žíly dříve krystalizují mafické složky amfibol a biotit (krystalizační posloupnost podle Bowenova schematu), zatímco v pomaleji chladnoucím centru žíly se koncentrují světlé minerály jako je živec a křemen.

Touto žílou se zabýval také Němec (1988). Smíšenou žílu popisuje jako minetu (okraje žíly), která postupně přechází v syenitový porfyr a granitový porfyr v centru žíly. Krajní části popsal jako minetu běžného typu s fenokrysty flogopitu a uralitizovaného pyroxenu. Tyto pyroxeny se směrem do centra žíly vyskytují méně, zatímco obsah fenokrystů plagioklasu, K-živce a také křemene narůstá. V granitovém porfyru jsou tedy dominantní fenokrysty K-živce, následovány plagioklasem a křemenem, zatímco fenokrysty pyroxenu se vyskytují zřídka. Němec (1988) dále předpokládá, že minerální obsahy od kontaktů do středu žíly, indikují vzrůstající teplotu tuhnutí. Příkladně se k vysvětlení vzniku této žíly, jako opakované intruze dvou různých magmat. První bylo umístěno magma o složení minety a v době kdy bylo v magmatickém stavu, bylo následováno intruzí granitového magmatu. Přechodnou zónu syenitového porfyru mezi minetou a granitovým porfyrem vysvětluje jako výsledek magmatického mixingu.

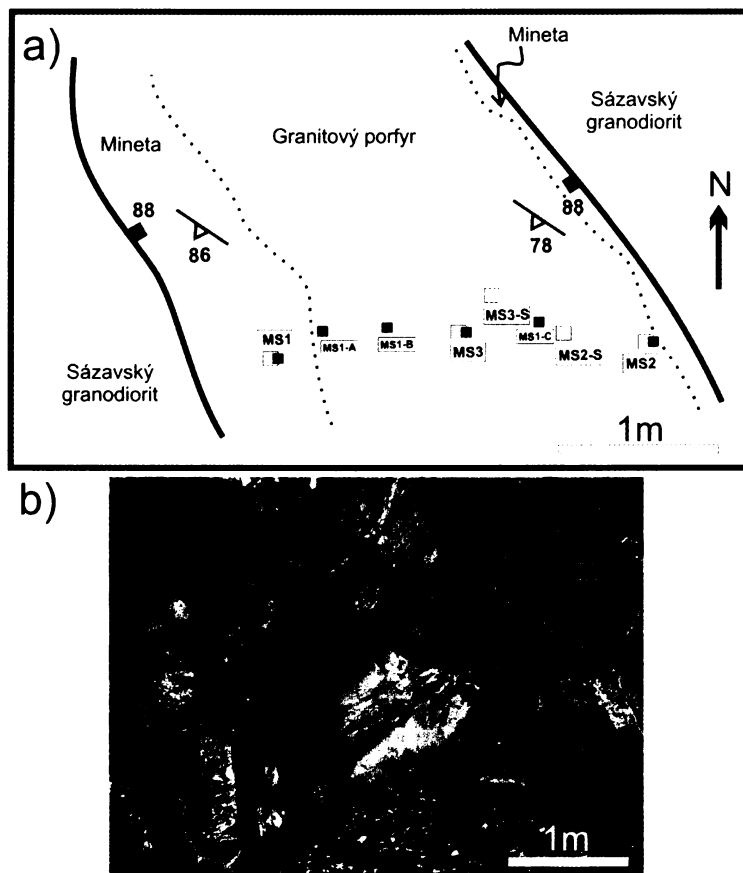
Na lokalitě Nespeky Jelínek J. (1935b), podrobně popisuje charakter hornin, které se zde nacházejí, mimo jiné i dvě žíly porfyrických minet.

### **2.2.2. Terénní měření**

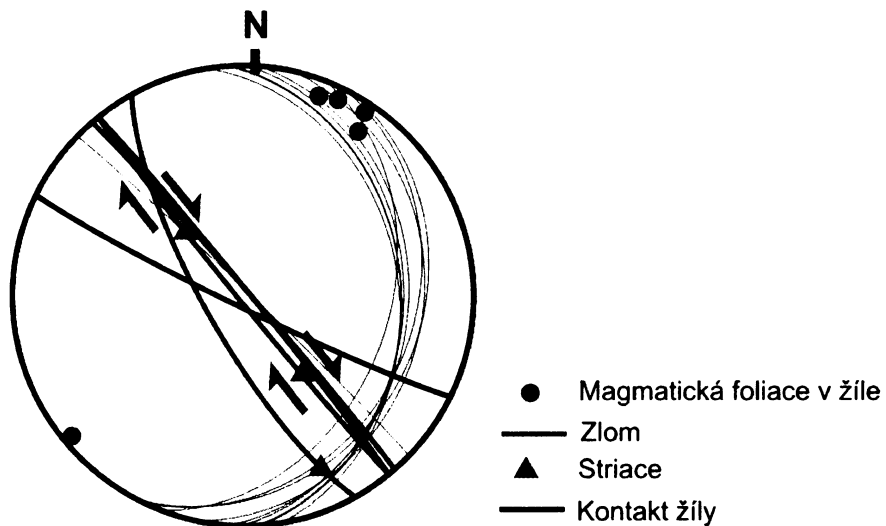
Předmětem studia v rámci diplomové práce jsou vybrané typy žilných hornin na lokalitách: (i) Poříčí nad Sázavou (střed lomu: 49° 50,525' s.š., 14° 41,493' v.d.), (ii) Nespeky (prostřední žíla, vrtané místo: 49° 51,569' s.š., 14° 39,757' v.d.) a (iii) Kamenný Újezdec (lůmek na hřbetě: 49° 51,713' s.š., 14° 31,375' v.d.). Tyto žilné horniny byly vmístěny do granodioritu až tonalitu sázavského typu.

#### **Lokalita Poříčí nad Sázavou**

Nachází se 1 km východně od obce Poříčí nad Sázavou, v malém lomu u železniční trati a nedalekého Benešovského potoka. Smíšená žíla se subvertikální orientací je SZ-JV směru. Tato žíla je 3 m mocná. Jihozápadní kontakt žíly s okolním sázavským granodioritem má intruzivní charakter, severovýchodní je pak částečně modifikován zlomovou tektonikou. Okrajové části smíšené žíly jsou tvořeny minetou. U jihozápadního kontaktu žíly má mineta mocnost ~25 cm (obr.2.2.). Severovýchodní kontakt žíly tvoří mineta s mocností do 10-20 cm. Směrem do středu žíly mineta postupně přechází v granitový porfyr, který je objemově dominantní. Mezoskopická magmatická stavba (planární přednostní prostorová orientace horninotvorných minerálů – magmatická foliace) v porfyru je méně zřetelná než v minetě – převládá subvertikální orientace v průběhu ZSZ-VJV. Žíla má dobře vyvinuté dva systémy puklin (obr.2.3.): (i) subparalelní s kontakty žíly (~44/88) a (ii) mírně diskordantní (~95/30), které pokračují do okolního sázavského granodioritu.



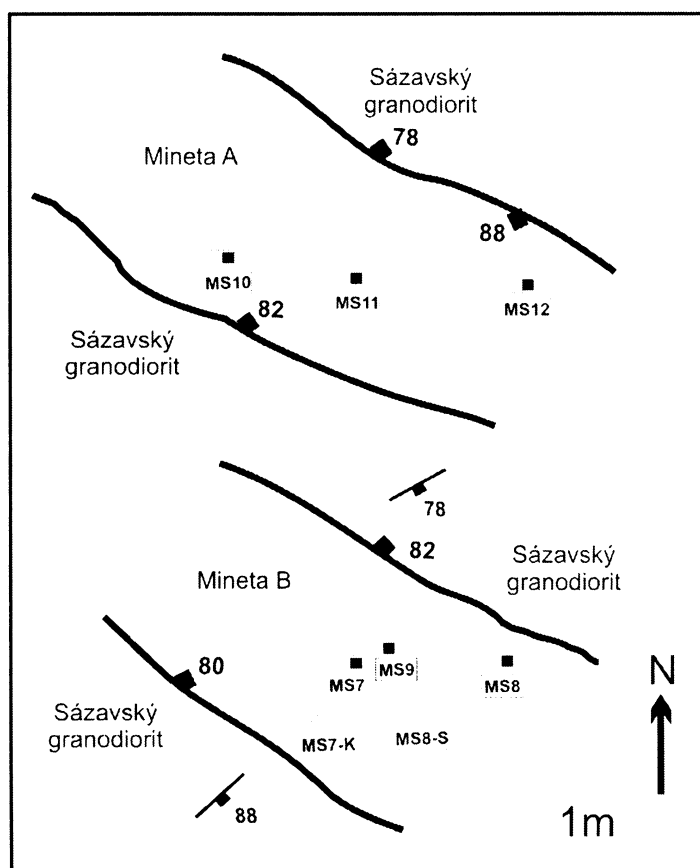
Obr.2.2. a) Strukturální skica smíšené žíly (mineta-granitový porfyr) z Poříčí nad Sázavou. V mapě jsou zakreslené orientace kontaktů (51/88, 206/86), mezoskopická stavba (214/86, 215/78) a místa odběru orientovaných vzorků (černé čtverečky – petrologické studium, šedé čtverečky – metoda AMS, bílé čtverečky – metody AMS a EBSD). b) fotografie žíly z Poříčí nad Sázavou.



Obr.2.3. Orientace magmatické foliace, kontaktů žíly a křehkých struktur v rámci smíšené žíly v Poříčí nad Sázavou. Stereografická projekce na spodní polokouli.

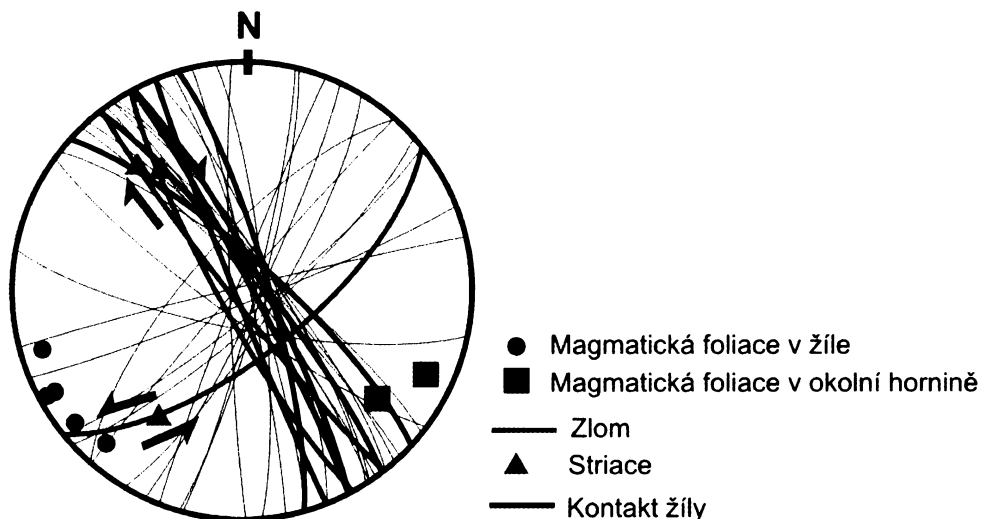
## Nespeky

Ve vzdálenosti 2 km severozápadně od Poříčí nad Sázavou v obci Nespeky se nacházejí na skalním defilé vyskytují tři žíly minet o mocnostech ~1m. Nejsevernější z těchto žil tvoří v terénu výraznou elevaci. Tyto žíly mají subvertikální geometrii a probíhají ve směru SZ-JV (tj. ~62/86). Žíly mají převážně intruzivní kontakty, které jsou výrazně diskordantní orientace vůči průběhu subsolidových staveb (měření 128/88 a 142/78) v okolním sázavském granodioritu (viz obr.2.4. zakresleny jsou dvě žíly a to nejsevernější - pro lepší orientaci pojmenovaná jako mineta A a nejjihnější – pojmenovaná jako mineta B). Pouze v případě prostřední žíly je kontakt modifikován zlomem s násunovou kinematikou. Mezoskopické stavby nebyly vzhledem k jemnozrnné textuře horniny pozorovány. V rámci lokality byl pozorován výrazný systém subvertikálních puklin regionálního charakteru (obr.2.5.): (i) průběhu SSV-JJZ (systém paralelní s intruzivními kontakty žil a (ii) ~SV-JZ.



Obr. 2.5. Strukturní skica dvou žil minet z Nespek. Zakresleny jsou jejich změřené kontakty, dále strmá magmatická stavba v okolním sázavském granodioritu a místa odběru orientovaných vzorků (černé čtverečky – petrologické studium, šedé čtverečky – metoda AMS).

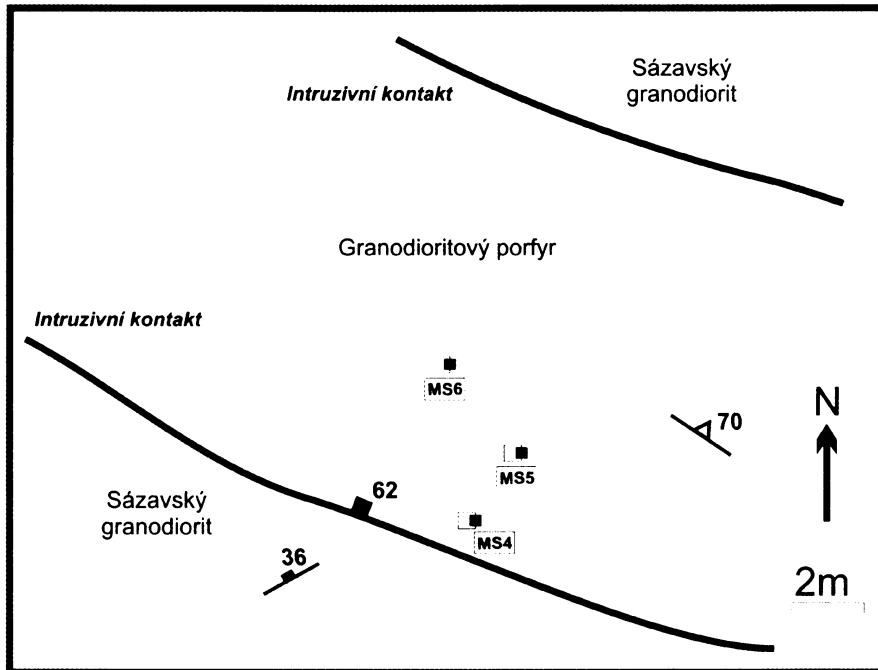




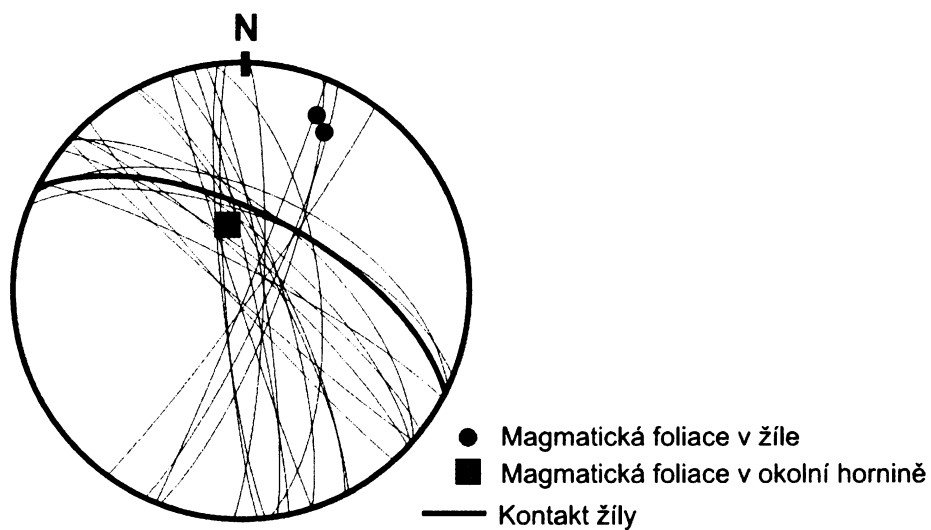
Obr. 2.5. Orientace puklin v žilách na lokalitě Nespeky. Dominantní systém puklin je paralelní s kontakty žíly (61/86). Stereografická projekce na spodní polokouli.

## Kamenný Újezdec

Tato lokalita se nachází 7 km severozápadně od Týnce nad Sázavou. Žíla tvoří výraznou elevaci (průběhu ZSZ-VJV) severovýchodně od obce Kamenný Újezdec. Velké množství výchozů v rámci elevace umožňuje studium žíly v celém SV-JZ profilu. Jedná se o žílu granodioritového porfyru o mocnosti ~15 m, která probíhá ve směru ZSZ-VJV se středním úklonem k SSV. Mezoskopické magmatické stavby (planární přednostní orientace vyrostlic živců) jsou v rámci žíly výrazně homogenní orientace (21/70). Jejich průběh je subparalelní s intruzivními kontakty a zřetelně diskordantní k vnitřní stavbě okolního sázavského granodioritu (obr.2.6.). Pukliny tvoří tři systémy, z nichž dominantní systém je směru SZ-JV, tedy paralelní s kontaktem žíly (obr.2.7.).



Obr. 2.6. Strukturální skica žíly granodioritového porfyru z Kamenného Újezdce. Znázorněná jsou místa odběru orientovaných vzorků (černé čtverečky – petrologické studium, šedé čtverečky – metoda AMS, bílé čtverečky – metody AMS a EBSD), intruzivní kontakt žíly (27/62), foliace v okolním sázavském granodioritu (341/36) a magmatická stavba v žíle (21/70).



Obr. 2.7. Orientace puklin na lokalitě Kamenný Újezdec. Lze vidět tři systémy, z nichž dominantní systém je směru SZ-JV. Stereografická projekce na spodní polokouli.

### 3. PETROGRAFIE

Petrologicky byla zkoumána smíšená žíla v Poříčí nad Sázavou (mineta, granitový porfyr), žíly minety v Nespekách a granodioritový porfyr v Kamenném Újezdci. Ze žíly v Poříčí nad Sázavou bylo zhotoveno 16 výbrusů, z minety z Nespek 6 výbrusů a z granodioritového porfyru v Kamenném Újezdci 13 výbrusů.

#### 3.1. Smíšená žíla u Poříčí nad Sázavou

##### 3.1.1. Mineta

Má porfyrickou strukturu, přičemž vyrostlice jsou tvořeny biotitem (obr.3.1.) a v menší míře zrnky amfibolu. Také obsahuje shluky amfibolu, biotitu, chloritu a opakních minerálů (pravděpodobně pilitické pseudomorfózy po olivínu) o velikosti až 5 mm (obr.3.2.). Dále se vyskytují xenokrysty křemene s lemy z amfibolu. V základní hmotě (která tvoří ~70% objemu horniny) o velikosti zrna do 0,2 mm se nachází především K-živec, ale také kyselý plagioklas, biotit, amfibol, křemen a akcesoricky apatit.

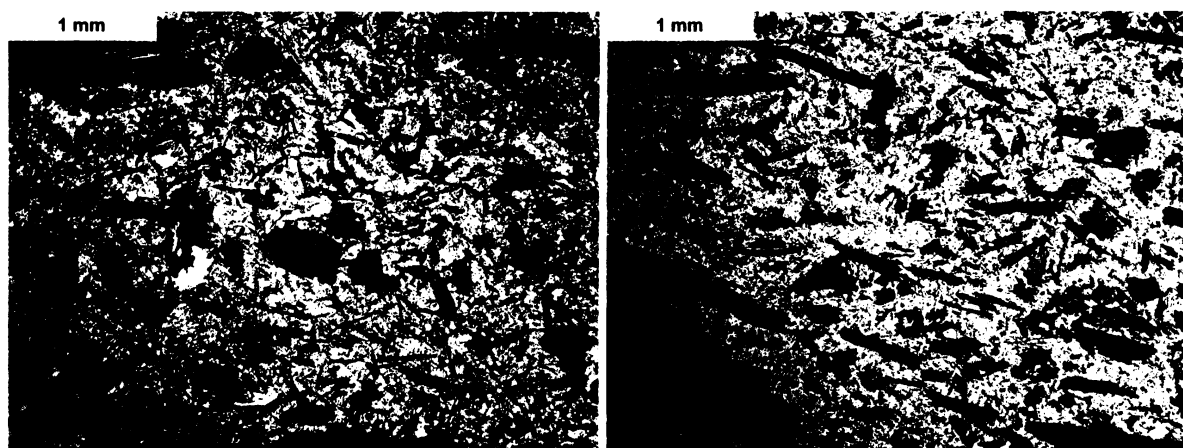
**Biotit** tvoří tabulkovité hypidiomorfní až idiomorfní vyrostlice 1 až 4 mm velké se světlými středy a tmavými tenkými lemy. Je silně pleochroický od bezbarvé ve směru X po tmavě hnědou (Y) a světle hnědou (Z). Místy je patrná jeho deformace. Na okrajích uzavírá velmi často jehlice rutilu tvořící síť. Byly pozorovány pleochroické dvůrky kolem velmi jemných neurčitelných inkluzí. Častá je částečná chloritizace.

Kromě samostatných vyrostlic biotit také lemuje pilitické pseudomorfózy a je hojně obsažen v základní hmotě.

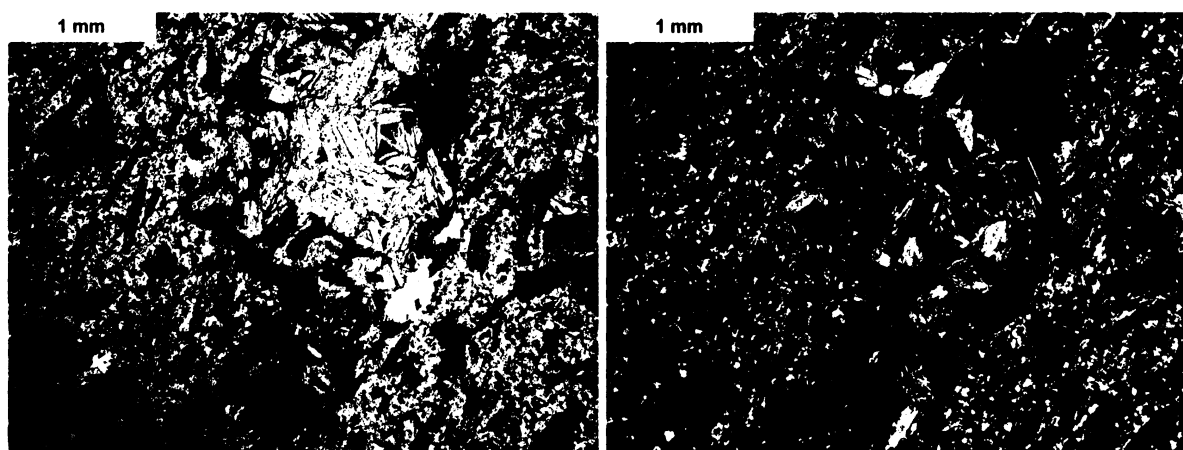
**Amfibol** tvoří hypidiomorfní světle zelená zrna do ~1 mm bez zřetelného pleochrosimu, která vznikla uralitizací původních pyroxenů, V pilitických pseudomorfózách (po olivínu) je nazelenalý nebo bezbarvý a koncentruje se (na rozdíl od biotitu) v jejich jádrech. V základní hmotě tvoří amfibol hypidiomorfní světle zelená zrna.

**K-živec** se vyskytuje v základní hmotě jako jemná allotriomorfní zrnka.

**Plagioklas** tvoří pouze základní hmotu.



Obr. 3.1. Smíšená žíla z Poříčí nad Sázavou. Levý obrázek představuje minetu ze severovýchodního okraje žíly, vpravo z jihozápadního okraje žíly (vyrostlice biotitu jsou zde více usměrněny než u minety ze sv. okraje žíly). Vrostlice jsou tvořeny biotitem (hnědý) a amfibolem (sv. zelený), základní hmota je tvořena především K-živcem. Mikrofotografie s jedním nikolem.

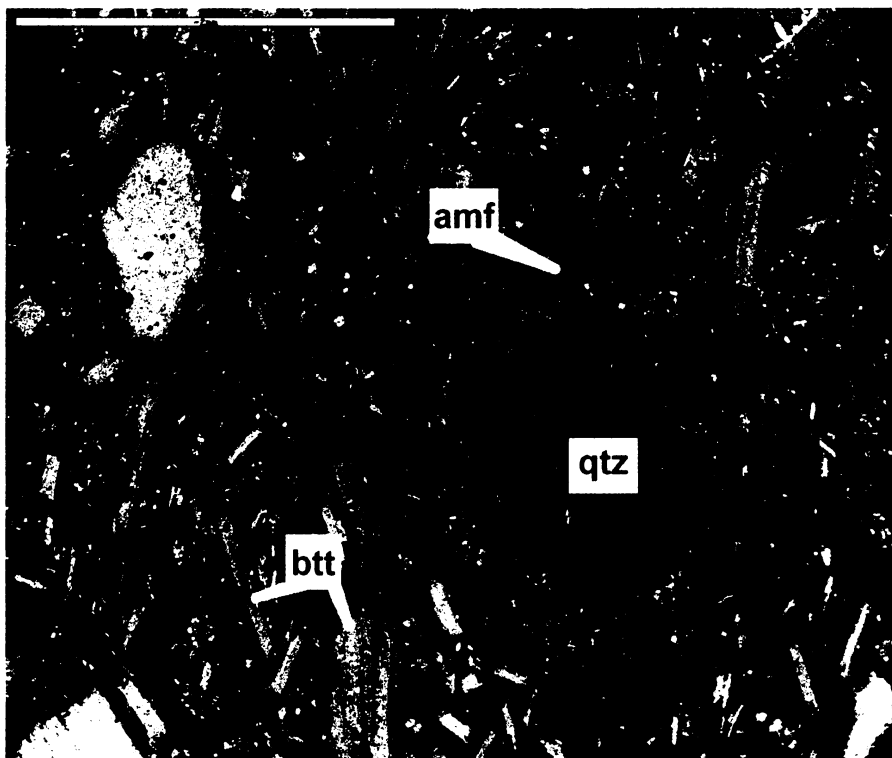


Obr. 3.22. Pilitická pseudomorfóza po olivínu v minetě z Poříčí nad Sázavou. Je tvořena téměř bezbarvým jehličkovitým amfibolem a lemována biotitem. Mikrofotografie vlevo s jedním nikolem, vpravo se zkříženými nikoly.

**Křemen** se podružně vyskytuje v základní hmotě jako allotriomorfní zrna a občas se objevuje jako zaoblené xenokrysty s amfibolovými lemy (obr.3.3.).

**Apatit** se vyskytuje hojně v podobě idiomorfních jehlic a krátkých sloupečků.

**Rutil** se vyskytuje velmi často jako hexagonální síť tenkých jehliček, uzavřených především v okrajových partiích biotitu. Jeho objemové zastoupení je nepatrné.



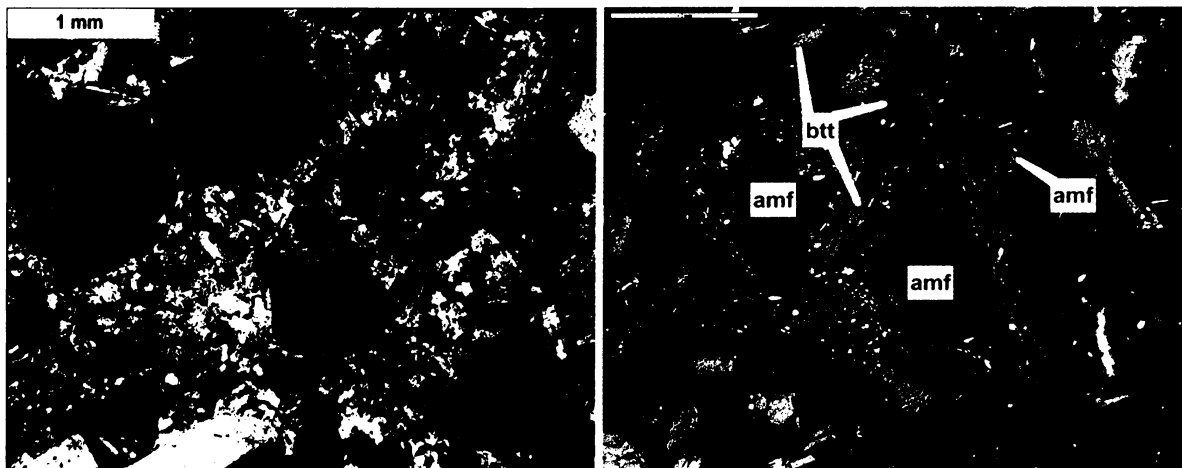
Obr. 3.3. Xenokryst křemene s amfibolovým lemem z minety na lokalitě Poříčí n.S., Fotografie ve zpětně odražených elektronech. Měřítka v levé horní části obrázku odpovídá 2 mm.

### 3.1.2. Granitový porfyr

Má porfyrickou strukturu s granitickou základní hmotou. Vyrostlice tvoří K-živce, plagioklas, biotit, amfibolu a křemen (obr.3.4.a). Objevují se i shluky amfibolu a biotitu s rudními minerály, představující pilitické pseudomorfózy, ale jsou méně hojné než u minety (obr.3.4.b). Základní hmota (~60% objemu horniny) o velikosti zrna 0,02 až 0,3 mm se skládá především z K-živce, plagioklasu a křemene, méně z biotitu a amfibolu. Živce a křemen tvoří velmi často orientované prorůstání, tedy mikrografickou strukturu. Akcesoricky je přítomný apatit, zirkon a rutil.

**K-živce** tvoří idiomorfnní vyrostlice až 8 mm velké, někdy dvojčatí. Často uzavírá tabulky biotitu. Vyskytuje se také v základní hmotě jako allotriomorfnní zrna.

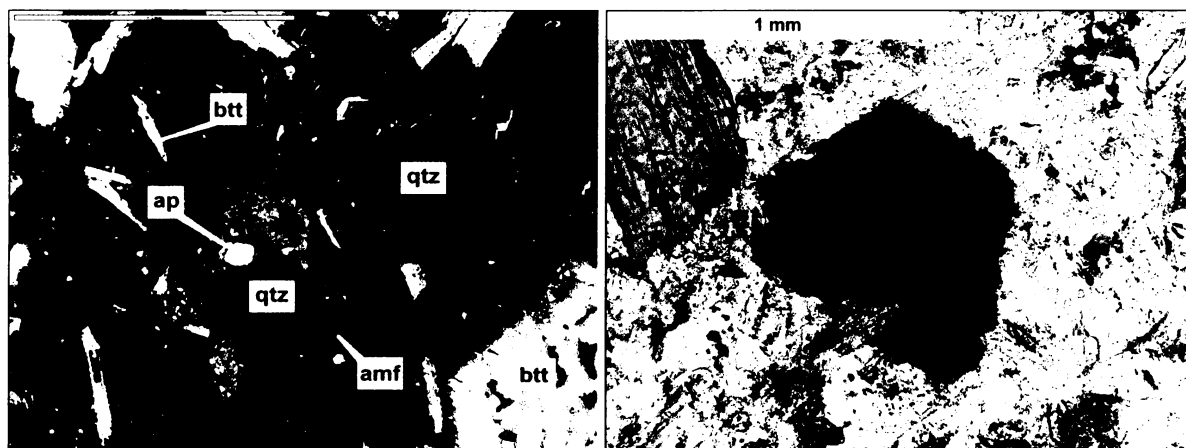
**Plagioklas** se vyskytuje jako idiomorfnní vyrostlice až 8 mm velké, často dvojčatí a je zonální. Často uzavírá tabulky biotitu a v jádrech je mnohdy sericitizován. Tvoří též základní hmotu a to jako allotriomorfnní zrna.



Obr. 3.4. Granitový porfyr ze smíšené žíly z Poříčí n.S. Vlevo (a) struktura porfyru v optickém mikroskopu se zkříženými nikoly. Vpravo (b) pilitické pseudomorfózy po olivínu ve zpětně odražených elektronech. Idiomorfní vyrostlice amfibolu vpravo u shluku je magnesiohornblend. Měřítka v levé horní části obrázku odpovídá 1 mm.

**Křemen.** Allotriomorfní oblá zrna křemene o velikosti vyrostlic do 5 mm se vyskytují ve dvou formách: a to jako (i) xenokrysty s lemem z drobného jeličkovitého amfibolu a (ii) fenokrysty bez lemu amfibolu (obr.3.5.a). Zaoblení zrn je způsobeno částečným rozpouštěním (magmatickou korozí). Křemen často uzavírá drobnější tabulkovitý biotit. Vyskytuje se též v základní hmotě jako allotriomorfní zrna.

**Biotit** tvoří tabulkovité hypidiomorfní vyrostlice 1 až 5 mm velké. Lze nalézt biotity dvojího typu. Prvý typ vyrostlic se vyznačuje světlým jádrem a tenkým tmavým lemem, silně pleochroickým od skoro bezbarvé ve směru X po tmavě hnědou (Y,Z). Druhý typ představují podle Y a Z červenohnědá a podle X světle žlutohnědá zrna bez optické zonality. Biotit uzavírá jehlice rutilu (obr.3.5.b), obsahuje drobné pleochroické dvůrky a bývá místy chloritizován. Lemuje též pilitické pseudomorfózy, které jsou méně hojné než u minety. Je obsažen v menší míře než u minety i v základní hmotě jako drobné jehličky.



Obr. 3.5. Vlevo (a) Dva typy zrn křemene velikosti vyrostlic v granitovém porfyru z Poříčí n.S. Xenokryst (těsně pod středem obrázku) je lemován amfibolem, zatímco fenokrysty (vpravo nahoře) jsou bez lemu. Obrázek ve zpětně odražených elektronech. Měřítka v levé horní části obrázku odpovídá 1 mm. Vpravo (b) hypidiomorfní vyrostlice biotitu s hexagonální sítí jehlicovitých inkluzí rutilu z téže lokality. Mikrofotografie v polarizovaném světle (s jedním nikolem).

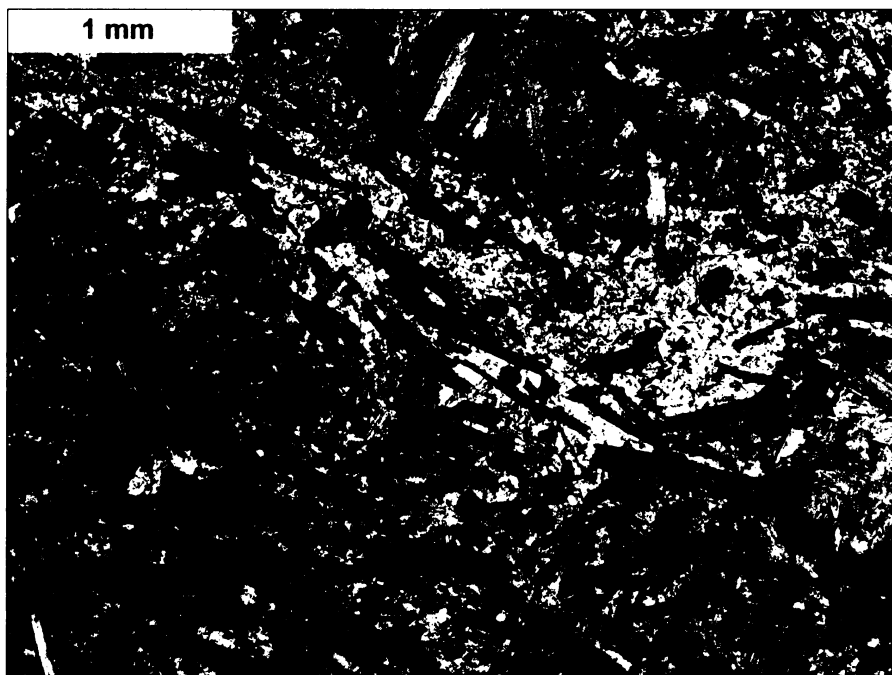
**Amfibol** tvoří hypidiomorfní světle zelená zrna ~0,7 mm (uralitizované pyroxeny). Vyskytuje se i jako zelenohnědé až hnědé idiomorfní vyrostlice o velikosti též do 0,5 mm se zřetelným pleochroismem od světle žlutozelené ve směru X po hnědou (Y) a hnědozelenou (Z). V pilitických pseudomorfózách se koncentruje v jejich jádrech. Drobné zelené jehličky amfibolu lemují xenokrysty křemene. Zřídka se vyskytuje i v základní hmotě a to jako hypidiomorfní zrna.

**Apatit** je přítomný akcesoricky v podobě idiomorfních tenkých jehlic a krátkých sloupečků.

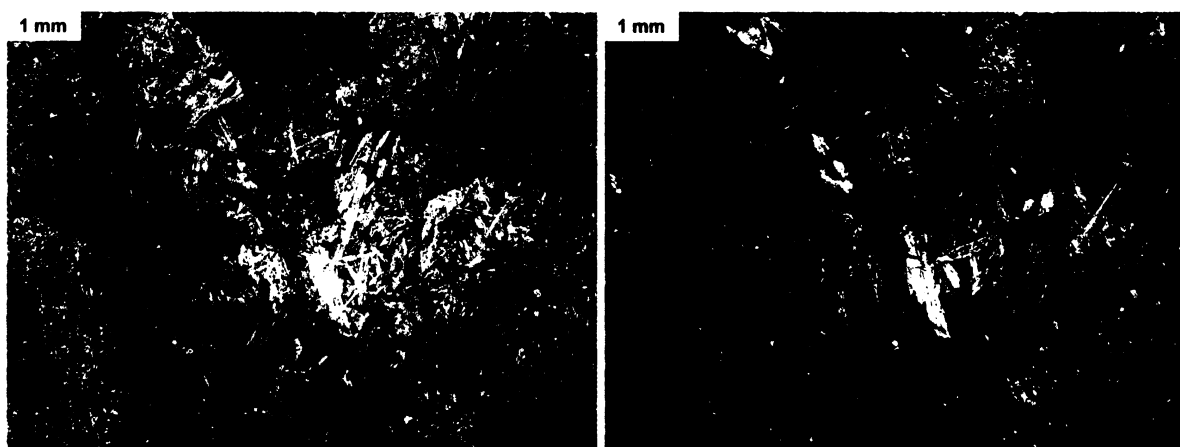
**Rutil** tvoří tenké jehlice uzavřené v biotitu.

### 3.2. Žíly v Nespekách

Mají porfyrickou strukturu, vyrostlice jsou tvořeny biotitem a zrna amfibolu (pseudomorfózy po pyroxenu), ale i pyroxenem, pokud nebyl uralitizován. Textura je daná přednostním uspořádáním tabulkovitých vyrostlic biotitu (viz obr.3.6.). Minety také obsahují shluky amfibolu, biotitu, chloritu, karbonátu a rudních minerálů o velikosti až 7 mm, interpretované jako pilitické pseudomorfózy po olivínu (obr.3.7.). V základní hmotě (která tvoří ~50% objemu horniny) o velikosti zrna do 0,2 mm je K-živec, biotit, amfibol a v menší míře křemen a plagioklas. Akcesoricky se vyskytuje apatit.



Obr. 3.6. Mineta z lokality Nespeky. Na obrázku lze vidět usměrněné vyrostlice biotitu a v horní části pilitickou pseudomorfózu po olivínu. Světle zelená zrna jsou amfibol (uralitové pseudomorfózy po pyroxenu). Mikrofotografie s jedním nikolem.



Obr. 3.7. Pilitická pseudomorfóza po shluku vyrostlic olivínu v minetě z Nespek. Je tvořena velmi světle nazelenalým až skoro bezbarvým jehličkovitým amfibolem a lemována biotitem. Mikrofotografie vlevo s jedním nikolem, vpravo se zkříženými nikoly.

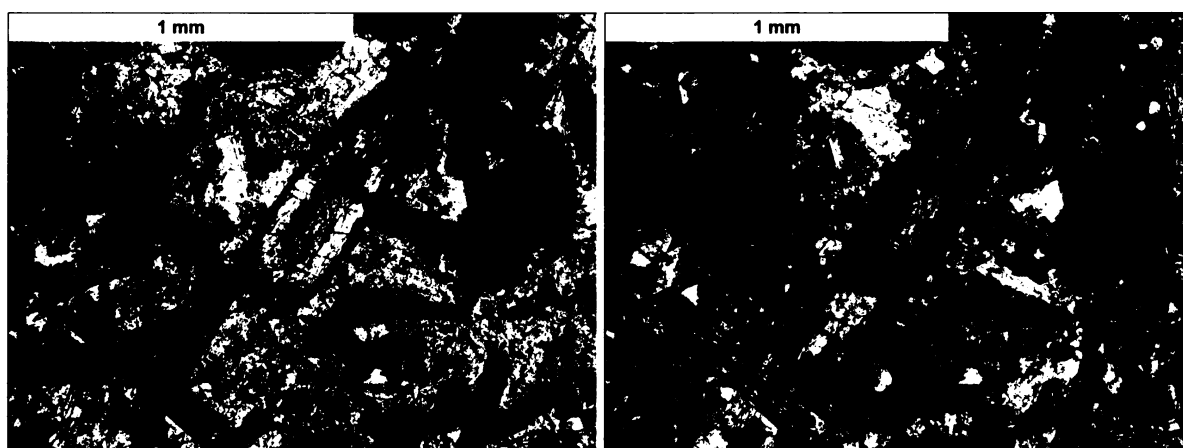
**Biotit** tvoří většinou usměrněné tabulkovité hypidiomorfní vyrostlice až 5 mm velké se světlými středy a tmavými tenkými lemy. Je silně pleochroický od skoro bezbarvé ve směru X po světle až tmavě hnědou (Y,Z). Biotit uzavírá jehlice **rutilu**, obsahuje pleochroické dvůrky a bývá často chloritizován a deformován. Lemuje též pilitické pseudomorfózy.

**Amfibol** tvoří většinou hypidiomorfní sloupečkovitá, někdy až jehlicovitá světle zelená zrna do ~1 mm bez zřetelného pleochroismu. Evidentně vzniká uralitizací z původních pyroxenů. Dále se seskupuje v pilitických pseudomorfózách spolu s akcesorickými rudními minerály.



**Pyroxen** tvoří allotriomorfně omezené vyrostlice do 0,5 mm. Většina vyrostlic pyroxenu podléhá uralitizaci a vzniká aktinolit. Někdy jsou zachovány už jen relikty pyroxenu. Některé zachovalé vyrostlice vykazují zonalitu, většina z nich má diopsidová jádra a augitové lemy (obr.3.8.).

**Základní hmota** je složena převážně z allotriomorfních zrníček K-živce s menším zastoupením kyselého plagioklasu a křemene, hypidiomorfních šupinek biotitu, akcesorického jehličkovitého až sloupečkovitého apatitu.



Obr. 3. 8. Zonální vyrostlice pyroxenu z minety z Nespek. Střed (světle zelený) je tvořen diopsidem a lem (bezbarvý) augitem. Mikrofotografie vlevo s jedním nikolem, vpravo zkřížené nikoly.

### **3.3. Žíla biotického granodioritového porfyru u Kamenného Újezdce**

Má porfyrickou strukturu a všesměrně zrnitou stavbu (obr.3.9.) v centrální části žíly. V kontaktních částech žíly se charakter struktury mění, základní hmota (~75% objemu horniny) má složení jemnozrného kersantitu o velikosti zrna do 0,2 mm. Vyrostlice tvoří převážně plagioklas, K-živce a biotit, který však chybí v okrajové části žíly, a amfibol, který se vyskytuje jen v okrajové části žíly. Byl pozorován i xenokrysty křemene s lemem z amfibolu. Základní hmota (v centrální části žíly o velikosti zrna až do 0,5 mm) se skládá z plagioklasu, K-živce, biotitu a křemene. Akcesoricky se vyskytuje apatit, zirkon a rudní minerály.

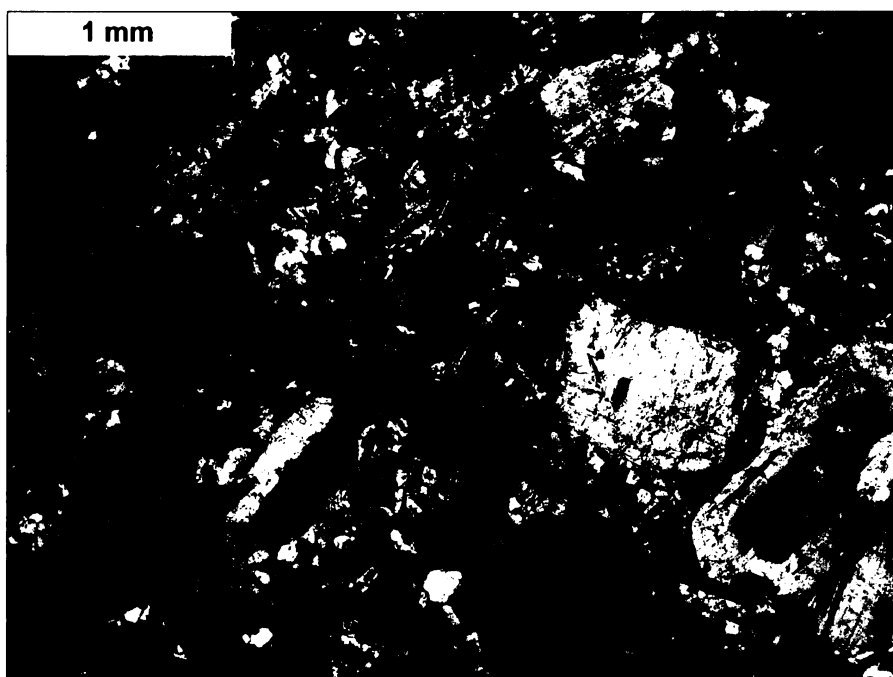
**Plagioklas** se vyskytuje jako idiomorfni vyrostlice až 10 mm velké, často dvojčatí a je zonální. Plagioklas uzavírá tabulky biotitu a je velmi často sericitizován (v mnohých

případech je sericitizován střed, jindy sericit tvoří výrazné lemy kolem vyrostlic). Tvoří i základní hmotu a to jako allotriomorfní zrna.

**K-živce** tvoří nehojně idiomorfnní vyrostlice o velikosti do 10 mm.

**Biotit**, v centrální části žíly, tvoří tabulkovité hypidiomorfní vyrostlice až 5 mm velké (červenohnědé s pleochroismem od světle žlutohnědé ve směru X po červenohnědou (Y) a zelenohnědou ve směru Z), v okrajových částech jeho vyrostlice chybí. Vyskytují se též pleochroické dvůrky a bývá místy chloritizován. Vyskytuje se v lemech pilitických pseudomorfóz a hojně v základní hmotě.

**Křemen** se vyskytuje převážně v základní hmotě jako allotriomorfní zrnka. Velmi často s K-živcem mikrograficky prorůstá. V okrajových částech žíly někdy tvoří i oblé xenokrysty, které jsou lemovány drobnými jehličkami amfibolu (obr.3.10.a).

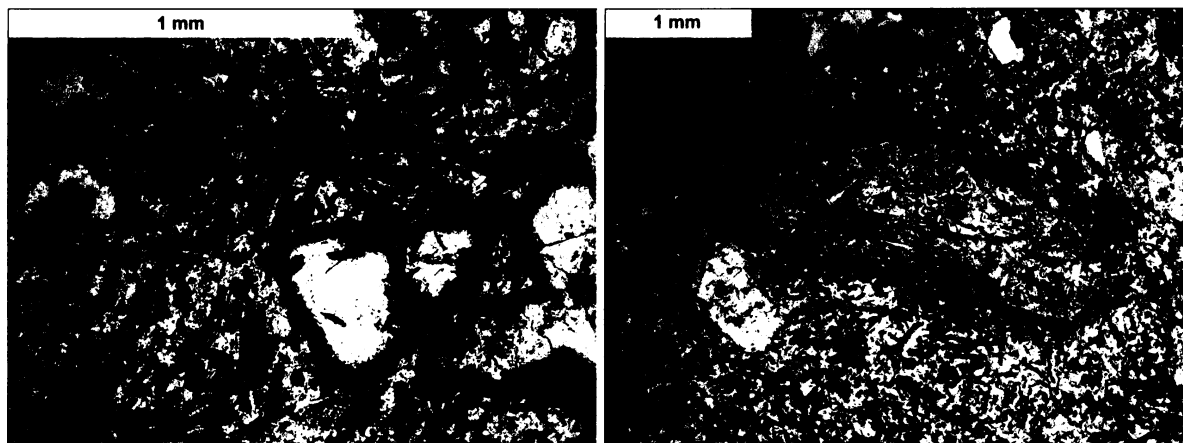


Obr. 3.9. Struktura granodioritového porfyru z lokality Kamenný Újezdec z centrální části žíly v optickém mikroskopu se zkříženými nikoly.

**Amfibol** byl zjištěn v několika formách. Pouze v okrajových partiích žíly se podružně vyskytuje jako drobné tence sloupečkovité hnědé vyrostlice se zřetelným pleochroismem od světle žlutozelené (X) po hnědou (Y) a hnědozelenou (Z). Amfibol se slabým pleochroismem od nažloutlé ve směru X po žlutě zelenou (Y) a světle zelenou (Z) tvoří pseudomorfózy po pyroxenu (do 0,7 mm) a ojediněle i jemnozrné shluky velikosti do 3 mm s karbonátem a rudními minerály, interpretované jako pilitické pseudomorfózy (obr. 3.10.b). Amfibol se

vyskytuje i v základní hmotě a to jako hypidiomorfní zrnka. V centrálních partiích žíly se téměř nevyskytuje.

**Apatit** se vyskytuje akcesoricky v podobě idiomorfních jehliček.



Obr. 3.10. Kontaktní část žíly z lokality Kamenný Újezdec. Vlevo (a) xenokryst křemene se světle zeleným amfibolovým lemem a vpravo (b) shluk jemného velmi světle zeleného amfibolu, který je lemován světle hnědým biotitem a může představovat pilitickou pseudomorfózu. Obě mikrofotografie jsou pořízeny s jedním nikolem.

## 4. Mineralogie

Vedle optického výzkumu pomocí polarizačního mikroskopu byly horninotvorné minerály podrobeny rentgenové mikroanalýze, a to ze smíšené žíly v Poříčí nad Sázavou (mineta, granitový porfyr) ve 4 výbrusek, ze žíly minety v Nespekách a granodioritového porfyru v Kamenném Újezdci po 1 výbrusu. Měření byla provedena na pracovišti mikrosondových analýz na Přírodovědecké fakultě UK v Praze pod vedením R. Procházky a L. Nosála na skenovacím elektronovém mikroskopu (SEM) Camscan S4 od Cambridge, který je vybavený EDS detektorem (electron dispersion spectroscopy), procesor a software link ISIS 300 je od firmy Oxford Instruments. Vlastní měření: urychlovací napětí je 20 kV, proud na katodě je 0,5 až 2 nA. Doba načítání při analýzách byla 100s. Svazek byl kalibrován na kobaltovém standardu od firmy MAC Micro-Analysis Consultants Ltd. a jednotlivé prvky byly standardizovány na sadě mineralních standardů od firmy SPI Supplies, číslo sady SPI#2753 53. Všechny analýzy byly přepočítány na krystalochemické vzorce v programu MINPET (L.L. Richard, 1995, Minpet for Windows - Version 2.02. Minpet Geological Software, Québec.). U tmavých minerálů byly dále spočteny tzv. *mg*-hodnoty, ukazující relativní hořečnatost jako  $mg = 100Mg/(Mg+Fe_{tot.})$

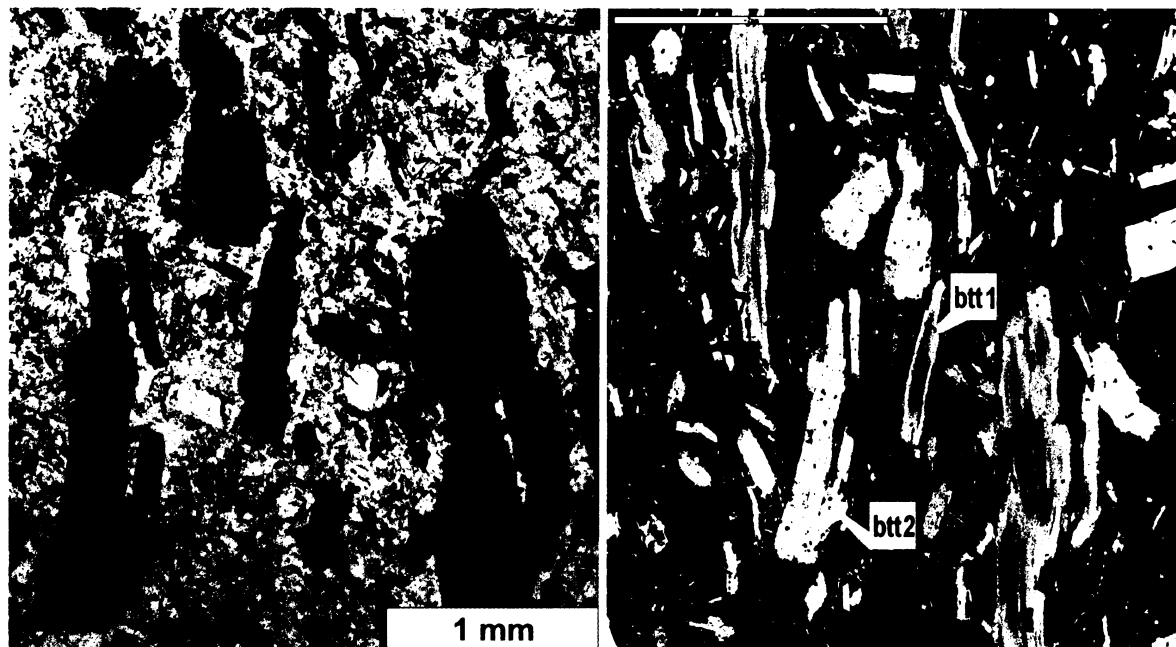
### 4.1. Biotit

Celkem bylo analyzováno asi 60 zrn biotitu. Výpočet krystalochemického vzorce byl proveden na 22 ekvivalentních atomů kyslíku, odpovídajících teoretickým 20 O a 4 (OH, F) s předpokladem, že všechno Fe je dvojmocné. Vybrané analýzy biotitů i příslušné přepočty lze nalézt v příloze A.

Biotit se vyskytuje ve všech studovaných horninách. Tvoří jak tabulkovité idiomorfní až hypidiomorfní vyrostlice o velikostech až 5mm, tak je také obsažen v základní hmotě. Vyskytuje se na okrajích pilitických pseudomorfóz a někdy také lemuje zrna křemene. Ve vyrostlicích byly pozorovány pleochroické dvůrky a jehlicovité inkluze rutilu, který v některých biotitech ze smíšené žíly v Poříčí nad Sázavou tvoří pravidelnou šestiúhelníkovou síť.

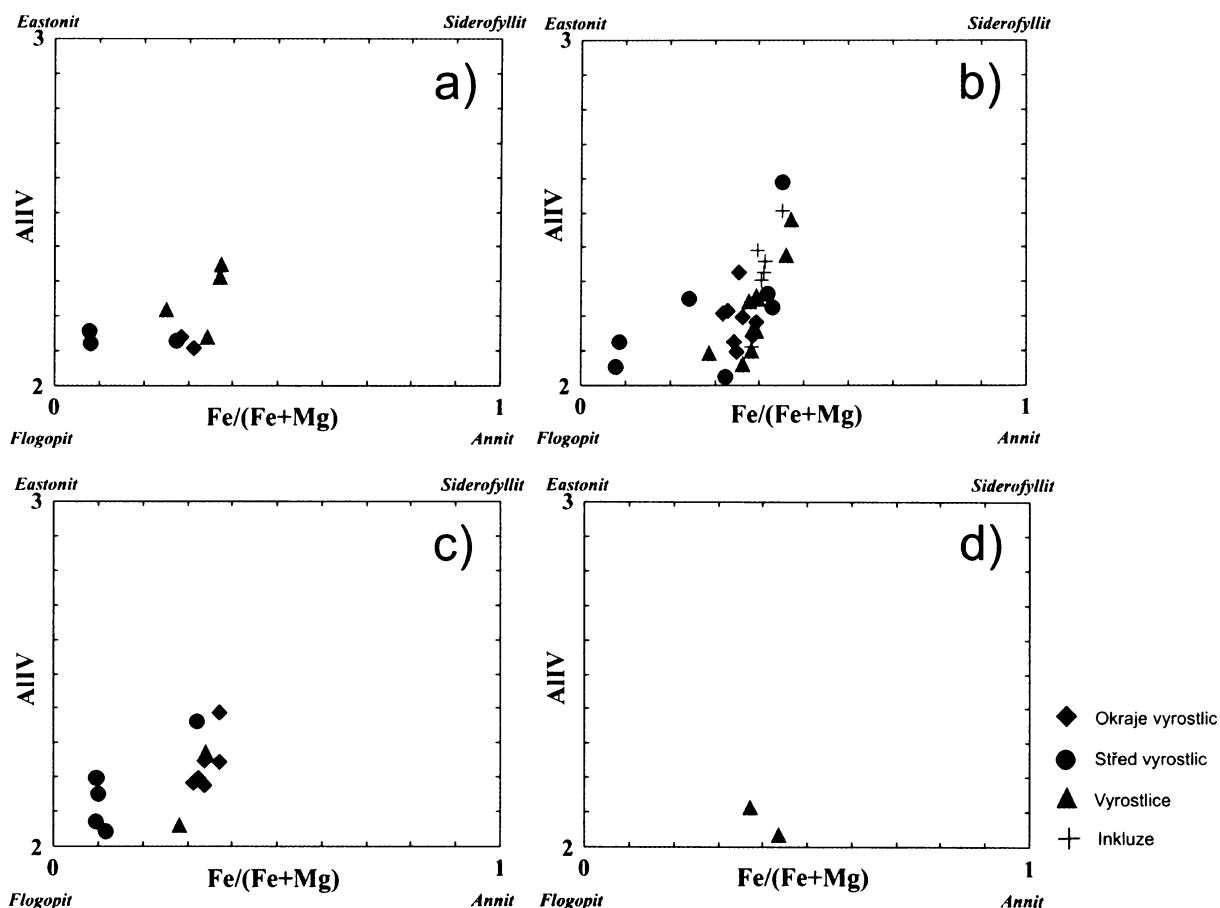
V granitovém porfyru ze smíšené žíly Poříčí nad Sázavou je biotit jednak v základní hmotě, kromě toho tvoří chemicky nezonální vyrostlice s *mg*-hodnotou kolem 61, které odpovídají červenohnědým vyrostlicím. Naproti tomu chemicky zonální vyrostlice mají hořečnatější jádra ( $mg = 60-90$ ) a železnatější okraje ( $mg = 61-68$ ). Odpovídají tedy světlým

středům a tmavým lemům (viz obr.4.1.). Tvoří též okraje pilitických pseudomorfóz ( $mg = 53-63$ ) a někdy se vyskytuje podružně v amfibolových lemech okolo některých xenokrystů křemene ( $mg = 63$ ).



Obr. 4.1. Zonální (btt1) a nezonální (btt2) vyrostlice biotitu z lokality granitového porfyru v Poříčí n.S. Jádra zonálních vyrostlic odpovídají flogopitu. Vlevo obrázek z optického mikroskopu (s jedním nikolem), vpravo obrázek ve zpětně odražených elektronech (měřítko vlevo nahoře odpovídá 2mm).

Mineta ze smíšené žíly Poříčí nad Sázavou obsahuje zonální vyrostlice s hořečnatějšími jádry ( $mg$  až 90) a železnatějšími okraji ( $mg = 70-80$ ). Biotity z pilitických pseudomorfóz jsou hořečnatější ( $mg = 75$ ), než jejich obdoba v granitovém porfyru. Biotit je rovněž v základní hmotě. Žíly minet v Nespekách obsahují biotit opět jednak v základní hmotě a také jako vyrostlice, které mají opět hořečnatější středy ( $mg \sim 86$ ) a železnatější okraje ( $mg \sim 66$ ). V granodioritovém porfyru z Kamenného Újezdce se biotit nachází v základní hmotě ( $mg = 50$ ) a v centrálních částech žíly tvoří vyrostlice s  $mg$  hodnotou 63. Seskupuje se též do shluků, kde má hořečnatost 57-63 (viz obr.4.2.).



Obr. 4.2. Chemické složení analyzovaných biotitů. Z grafů je patrné, že většina středů zonálních vyrostlic je bohatší Mg než okraje. a) Mineta ze smíšené žíly z Poříčí n.S.; b) granitový porfyr z smíšené žíly z Poříčí n.S.; c) mineta z lokality Nespeky; d) granodioritový porfyr z Kamenného Újezdce. Klasifikace dle Rieder et al. 1998.

Obsah  $Al$  v oktaedrické pozici biotitů z granitového porfyru z Poříčí n. Sáz. je nejnižší pro středy zonálních vyrostlic a inkluze biotitu, pro lemy zonálních vyrostlic nejvyšší (viz. tabulka 4.1). V minetě z téže žíly dosahuje  $Al^{VI}$  opět nejnižší hodnoty ve středech zonálních vyrostlic, více v lemech (což je však méně, než u biotitů v granitovém porfyru). V biotitech z granodioritového porfyru z Kamenného Újezdce má  $Al^{VI}$  v průměru vyšší obsahy:  $\sim 0.55$ , oproti tomu v minetách z Nespek se  $Al^{VI}$  pohybuje okolo nuly (maximálně 0.08).

Obsah  $TiO_2$  v biotitech pro granitový porfyr z Poříčí n. Sáz. dosahuje hodnot okolo 2,96 hm%, přičemž byly pozorovány rozdíly pro různé typy analýz. Nejméně  $TiO_2$  obsahují okraje zonálních vyrostlic, jejich středy spolu s nezonálními vyrostlicemi více a nejbohatší na Ti jsou pak inkluze biotitu (viz tabulka 4.1). V biotitech minety z téže lokality dosahuje  $TiO_2$  kolem  $\sim 2.69$  hm%. Biotity z minety v Nespekách mají nejčastěji  $TiO_2 \sim 3,47$  hm%. Přitom jsou středy zonálních vyrostlic chudší na Ti než jejich okraje. Vyrostlice biotitů v Kamenném Újezdci pak mají  $TiO_2$  okolo 1,06 hm%.

**Tabulka 4.1: Průměrná složení biotitů z jednotlivých studovaných hornin. Blíží popis v textu.**

Hornina	Granitový porfyr				Mineta		Mineta		Gr.dior.porf.
Lokalita	Poříčí nad Sázavou				Poříčí n.Sáz.		Nespeky		K. Újezdec
	lemý	středy	vyrostlice	inkluz	lemý	středy	lemý	středy	vyrostlice
SiO <sub>2</sub>	39,52	39,47	38,51	37,94	41,02	40,96	38,68	40,92	40,99
TiO <sub>2</sub>	2,10	2,92	2,88	3,73	2,44	2,29	3,71	2,68	1,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,35	13,42	14,29	13,76	13,35	13,19	12,68	12,89	14,66
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0,97	-	-	0,40	1,83	0,15	0,79	0,34
FeO	14,87	11,99	16,01	16,22	10,90	6,23	14,57	4,72	15,58
MnO	0,26	0,28	0,27	0,24	0,14	0,19	0,16	0,10	0,22
MgO	14,81	17,25	13,82	13,59	18,06	21,58	15,94	23,61	13,93
CaO	0,06	-	0,08	0,08	-	0,00	0,08	0,03	0,32
Na <sub>2</sub> O	0,37	0,40	0,46	0,38	0,22	0,22	0,22	0,40	0,11
K <sub>2</sub> O	9,67	9,97	9,89	9,64	10,13	10,28	9,73	10,01	9,16
Total	96,00	95,81	96,16	95,52	96,40	95,55	95,77	95,94	96,16
Si	5,84	5,78	5,74	5,70	5,92	5,86	5,79	5,87	6,01
Al <sup>IV</sup>	2,16	2,22	2,26	2,30	2,08	2,14	2,21	2,13	1,99
Al <sup>VI</sup>	0,34	0,10	0,25	0,14	0,20	0,09	0,01	0,02	0,55
Ti	0,23	0,33	0,32	0,42	0,27	0,25	0,45	0,36	0,12
Fe <sup>2</sup>	1,84	1,49	2,00	2,04	1,32	0,75	1,81	0,56	1,91
Cr	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,07	0,00	0,07	0,03
Mn	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03
Mg	3,26	3,74	3,07	3,04	3,89	4,59	3,53	4,98	3,04
Ca	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03
Na	0,11	0,11	0,13	0,11	0,06	0,06	0,06	0,11	0,03
K	1,82	1,86	1,88	1,85	1,87	1,88	1,85	1,81	1,72
Cations	15,64	15,70	15,69	15,63	15,63	15,71	15,67	15,77	15,46
O	22	22	22	22	22	22	22	22	22
mg#	0,64	0,71	0,61	0,60	0,75	0,86	0,66	0,90	0,62

## 4.2. Amfibol

Celkem bylo na mikrosondě analyzováno asi 50 zrn amfibolu. Výpočet krystalochemického vzorce byl proveden na 15 kationtů bez Na a K a na 13 kationtů bez Ca, Na a K a výsledek byl dán průměrem obou metod. Vybrané chemické analýzy amfibolů lze nalézt v Příloze B.

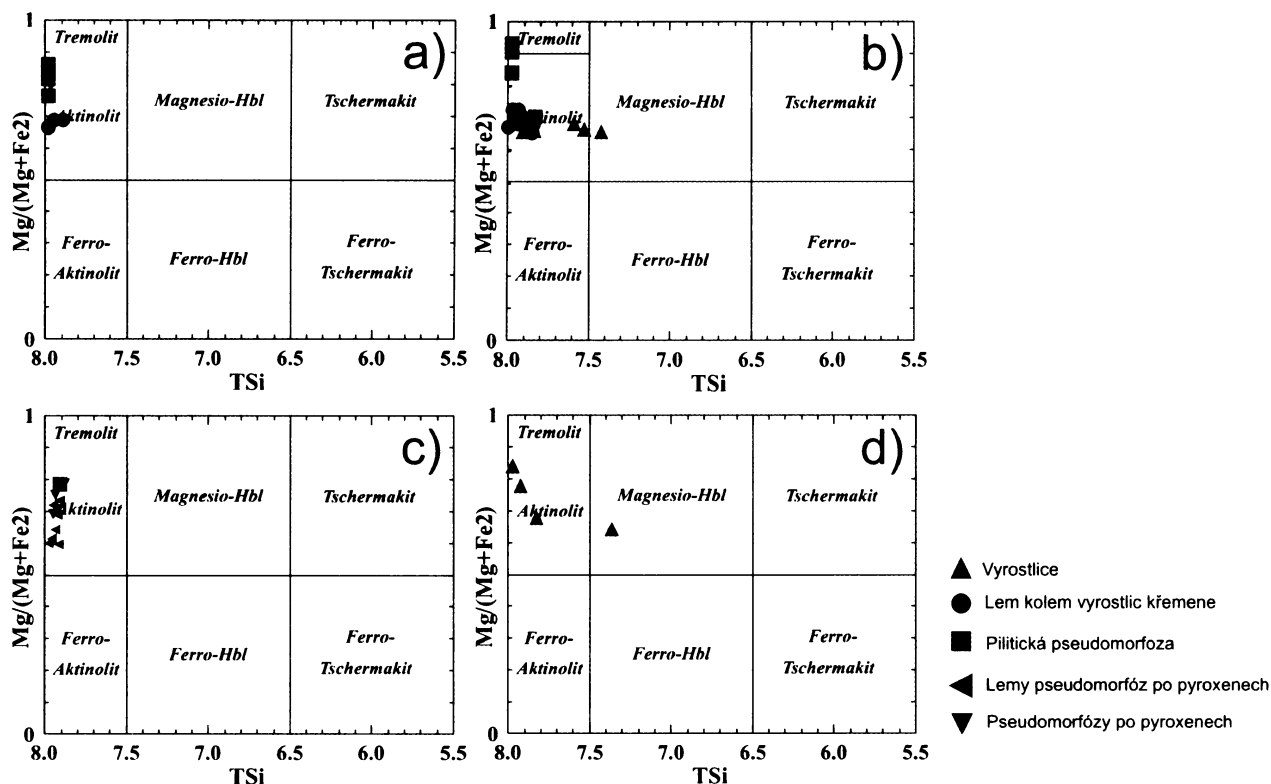
Amfibol se vyskytuje ve všech studovaných horninách. Tvoří vyrostlice, pseudomorfózy po pyroxenu, jádra pilitických pseudomorfóz a někdy lemuje křemen. Je též obsažen v základní hmotě.

V minetě ze smíšené žíly Poříčí nad Sázavou se vyskytují hypidiomorfní zrna aktinolitu do 1mm velikosti. Hypidiomorfní aktinolit je přítomen i v základní hmotě. V jádrech pilitických pseudomorfóz se pak koncentruje aktinolit anebo tremolit.

V granitovém porfyru ze smíšené žíly Poříčí nad Sázavou se opět vyskytují hypidiomorfní zrna aktinolitu o velikostech do 0,5mm, byly však zjištěny i idiomorfní vyrostlice magnesiohornblendu až 0,5mm velké. V základní hmotě se vyskytuje ojedinele. Jádra pilitických pseudomorfóz jsou podobně jako u minety tvořena aktinolitem anebo tremolitem. Byly pozorovány i lemy drobných jehlic aktinolitu okolo xenokrystů křemene.

Amfiboly v minetě mají méně hliníku (0,1) v oktaedrické pozici krystalografického vzorce než v porfyru (0,3) a obsah  $\text{TiO}_2$  u minety je menší (~0,13 hm%) než u porfyru (~0,20 hm%). V minetových žilách z Nespek se vyskytují dlouze sloupcovité až jehlicovité, do 1mm velké hypidiomorfní zrna aktinolitu. Aktinolit se též seskupuje v pilitických pseudomorfózách. Amfiboly jsou chudé hliníkem (0,1) stejně jako u minety v Poříčí n. S. a mají podobné i obsahy  $\text{TiO}_2$  (~ 0,16 hm%). V okrajových partiích granodioritovém porfyru z Kamenného Újezdce (na centrálních částech žíly se téměř nenachází) se vyskytují aktinolitické pseudomorfózy po pyroxenu. Byly zde také pozorovány hypidiomorfní hnědé vyrostlice amfibolu o složení magnesiohornblendu (viz obr.4.3.), které mají obsahy  $\text{TiO}_2$  vyšší než u předchozích lokalit (~ 0,39 hm%) a pargasitu s obsahem  $\text{TiO}_2$  3,04 hm%. Hypidiomorfní aktinolit se vyskytuje i v základní hmotě. Amfiboly na této lokalitě mají hodnoty Al v oktaedrické pozici krystalografického vzorce ~ 0,2.



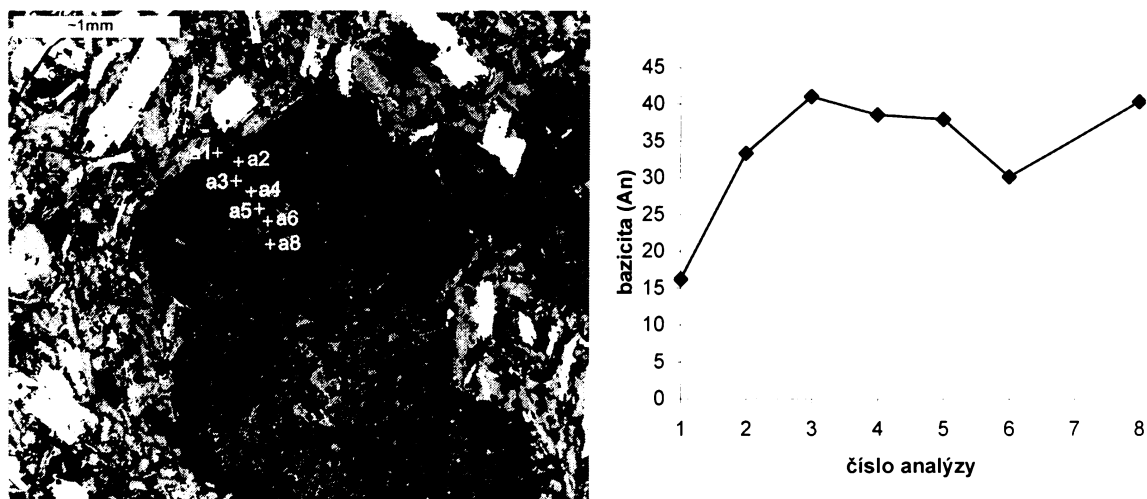


Obr. 4.3. Chemické složení analyzovaných amfibolů. a) mineta ze smíšené žíly z Poříčí n.S., b) granitový porfyr ze smíšené žíly z Poříčí n.S, c) mineta z lokality Nespeky, d) granodioritový porfyr z Kamenného Újezdce. Klasifikace dle Leake et al., 1997.

### 4.3. Živce

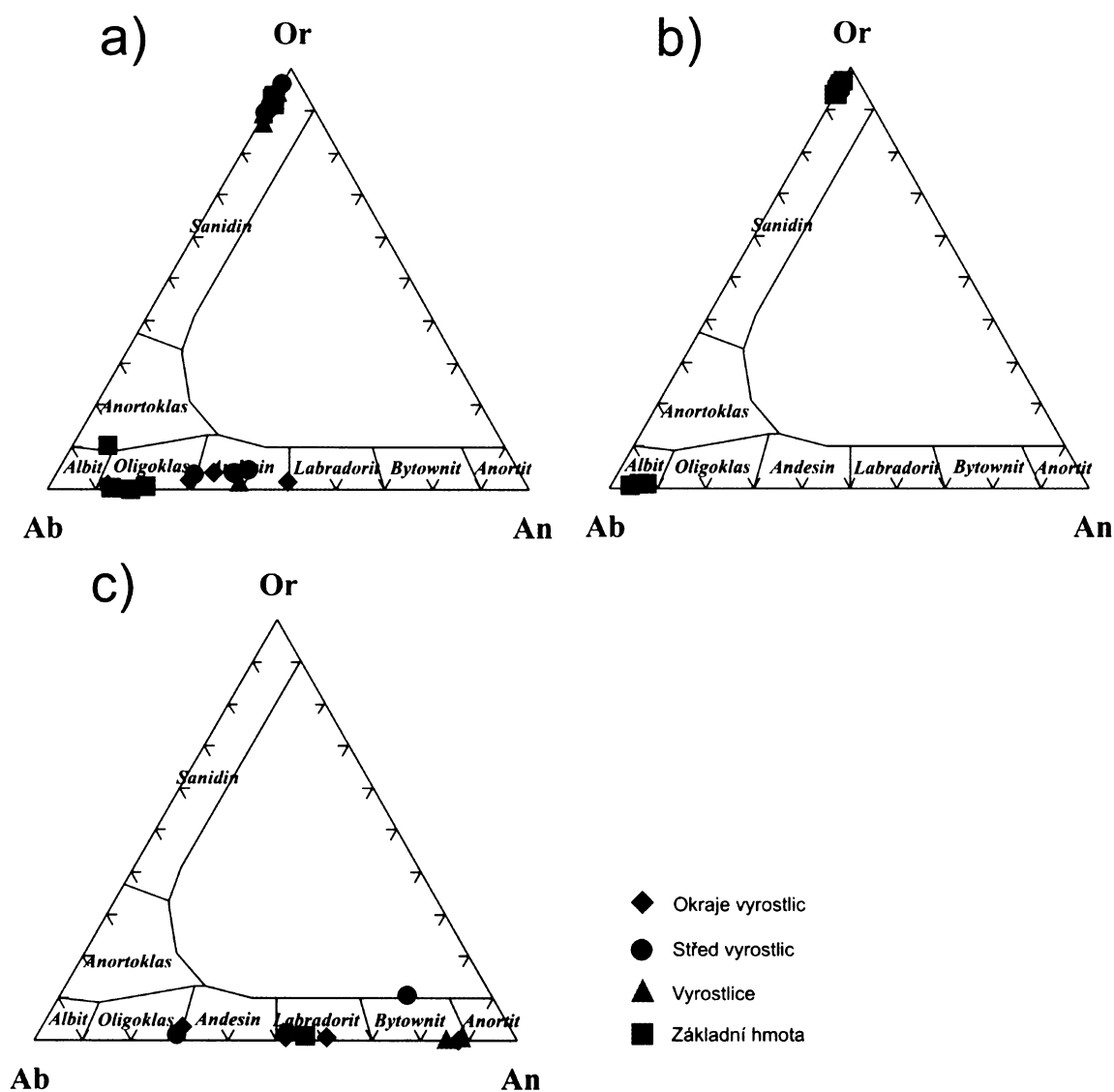
Celkem bylo na mikrosondě analyzováno asi 75 zrn živců. Výpočet krystalochemického vzorce byl proveden na 32 O. Vybrané chemické analýzy živců lze nalézt v Příloze C.

V minetě ze smíšené žíly Poříčí nad Sázavou se v základní hmotě vyskytuje albit (An09) a draselný živec se 4% albitové komponenty. V granitovém porfyru ze smíšené žíly Poříčí nad Sázavou tvoří allotriomorfní albit až oligoklas (An08-20) spolu s allotriomorfním K-živcem (obsahujícím 4-7% albitové složky) základní hmotu. K-živec tvoří též idiomorfní, až 8mm velké, vyrostlice s 6-10% albitové komponenty a lze v nich pozorovat jistou chemickou zonalitu. Rozdíl v obsahu albitové složky v jádře a lemu je 2-4%, přičemž bohatší touto komponentou mohou být jak jádra, tak v jiných případech zase lemy. Plagioklas zde též tvoří idiomorfní, až 8mm velké, zonální vyrostlice, které často dvojčatí. Většina vyrostlic má bazičtější jádra (An32-40) a kyselejší okraje (An12-32). Ovšem asi ¼ studovaných vyrostlic má tuto zonalitu inverzní: Jádro je tvořeno bazičtějším oligoklasem An29, zatímco okraj tvoří bazický andezín An49. Některé vyrostlice jsou pak oscilačně zonální (obr.4.4.). Plagioklasy často uzavírají tabulky biotitu a mají často sericitizovaná jádra.



Obr. 4.4. Vlevo vyrostlice zonálního plagioklasu z žíly granitového porfyru z Poříčí n.S. (zpětně odražené elektrony) a jednotlivé bodové mikrosondové analýzy. Vpravo složení této vyrostlice zonálního plagioklasu .

V minetových žilách z Nespek tvoří allotriomorfní K-živec s 3-6% albitové složky a také albit An04-07 základní hmotu. Živec se zde jako vyrostlice nevyskytuje. V granodioritovém porfyru z Kamenného Újezdce je základní hmota převážně tvořena allotriomorfním labradoritem An55. Až 1cm velké idiomorfní vyrostlice tvoří hlavně plagioklas, ale v menším množství také K-živec. Ten bývá buď zonální, s bazičtějšími okraji (kyselý labradorit až bazický bytownit, An52-88) a kyselejšími jádry (oligoklas-andezín až kyselý bytownit An29-72), nebo skoro nezonální se složením bytownitu (An85-88) (viz obr.4.5.). Plagioklas zde bývá v jádrech sericitizován a uzavírá drobné tabulky biotitu.

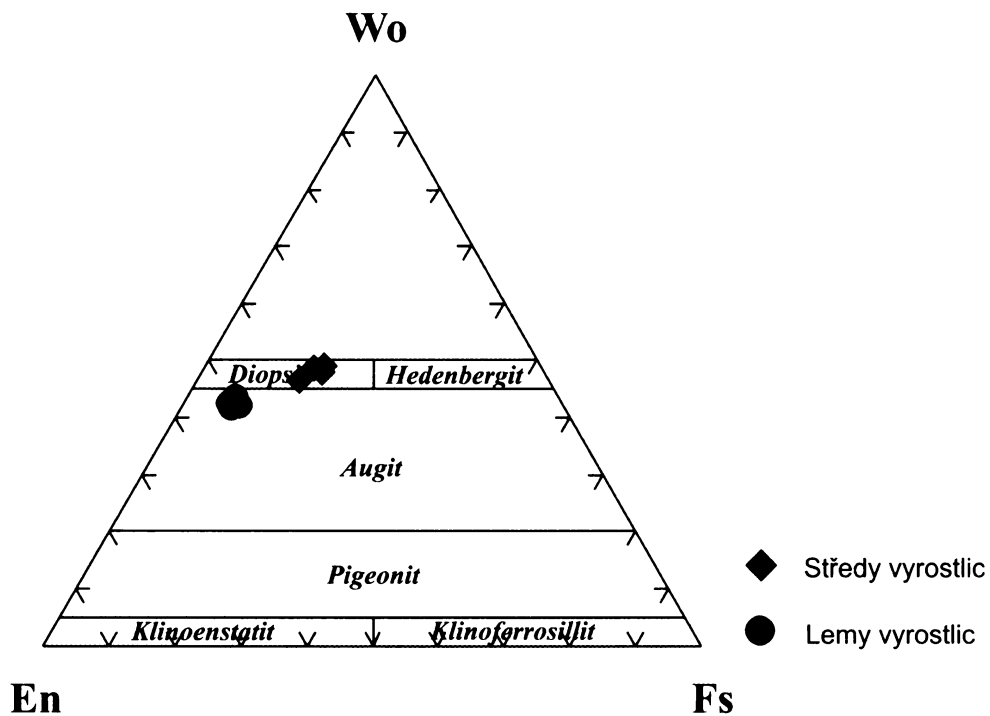


Obr. 4.5. Chemické složení analyzovaných živců. a) smíšená žíla z Poříčí n.S., b) mineta z lokality Nespeky c) granodioritový porfyr z Kamenného Újezdce.

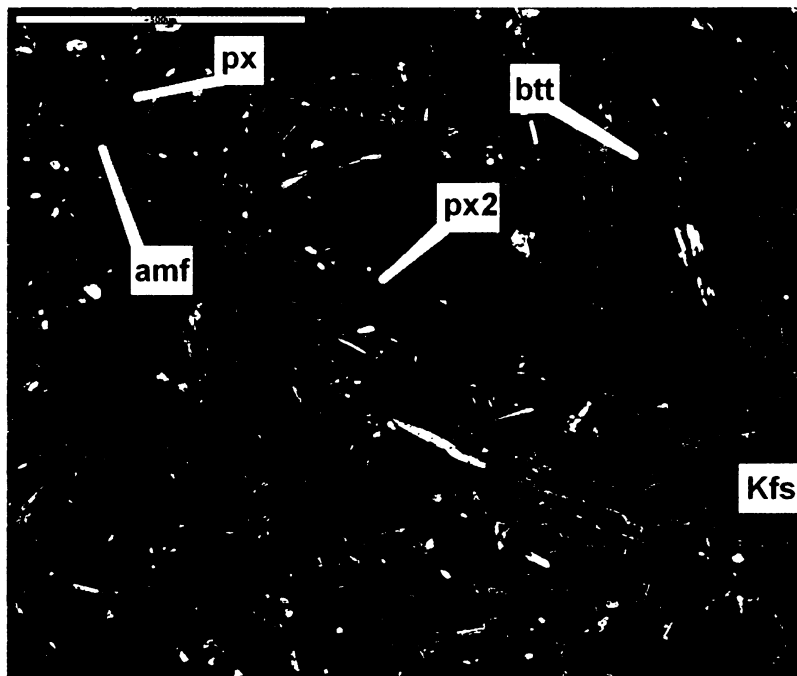
#### 4.4. Klinopyroxen

Vzhledem ke sporadickému zachování tohoto minerálu bylo na mikrosondě provedeno 9 bodových analýz klinopyroxenů. Krystalochemické vzorce byly spočteny na 4 kationty a 6 kyslíků. Vybrané analýzy klinopyroxenů lze nalézt v Příloze D.

Klinopyroxen se vyskytuje jako allotriomorfne omezené vyrostlice do 0,5mm pouze v žilách minet z Nespek. Složením odpovídá diopsidu až augitu. Některá analyzovaná zrna byla zonální: jádra mají bez výjimky vyšší obsah Fe a Ca, zatímco lemy jsou bohatší na Mg a chudší na Ca (obr.4.6., obr. 4.7.). Tyto klinopyroxeny obsahují zanedbatelné množství hliníku pouze v setinách atomu na vzorcovou jednotku).



Obr. 4.6. Ternární diagram pro analyzované klinopyroxeny z minety v Nespekách (klasifikace dle Morimoto, 1989). U zonálních klinopyroxenů jsou jejich lemy bohatší Mg a chudší Ca, naopak středy mají více Fe a Ca.



Obr. 4.7. Vyroستlice zonálního klinopyroxenu (px2) v minetě z Nespek. Světlé jádro je tvořeno diopsidem, zatímco tmavý okraj je budován augitem. Zpětně odražené elektrony (měřítko v levém horním rohu odpovídá 0,5 mm).

## 5. GEOCHEMIE

V dosavadní literatuře bylo ze zkoumaného území nalezeno celkem 5 silikátových analýz žilných hornin (Němec 1973, 1988; Holub 1990), u pěti z nich jsou k dispozici i analýzy většího počtu stopových prvků (Poříčí nad Sázavou – Němec 1988; mineta z Nespek – Holub 1990). Nově bylo odebráno 5 vzorků, a to metodou ICP (hlavní a některé stopové prvky) a ICP-MS (většina stopových prvků) v Activation Laboratories, Ltd., v Ancasteru (Ontario, Kanada). V této laboratoři jsou navážky homogenizovaného horninového vzorku nejprve taveny a pak teprve rozpouštěny směsí kyselin, čímž se dosahuje toho, že do roztoku jsou převedeny i jinak často obtížně rozpustitelné akcesorické minerály.

Chemická data (analýzy hlavních oxidů a vybraných stopových prvků) ze studovaných žil jsou uvedeny spolu s vybranými srovnávacími analýzami z literatury v Tabulce 5.1.

### 5.1. Mineta a granitový porfyr z Poříčí nad Sázavou

V příčném profilu žilou od okrajových partií minety přes přechodnou zónu do centrálního granitového porfyru stoupá obsah  $\text{SiO}_2$  a  $\text{Na}_2\text{O}$ , zatímco obsahy  $\text{MgO}$ , sumy oxidů  $\text{Fe}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$  a  $\text{P}_2\text{O}_5$  systematicky klesají. Obsahy  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nejeví žádný systematický trend. Obsah  $\text{K}_2\text{O}$  je sice v centru mírně snížený proti okrajům, ale v minetě a přechodní hornině jsou obsahy v mezích analytické nejistoty stejné.

Mineta z okrajového lemu zonální žíly (LR 1751) patří v rámci minet SPK mezi nejbohatší  $\text{SiO}_2$  a značně se svým složením blíží nejtmašším a  $\text{SiO}_2$  nejchudším varietám tzv. „polyfyrových syenitových porfyrů“ z okolí Krásné Hory, jejichž analýzy byly publikovány v práci Žežulkové et al. 1977). Přechodní hornina již složením zapadá mezi tyto syenitové porfyry a střed žíly dobře odpovídá „polyfyrovým žulovým porfyrům“ z téže práce.

Srovnáme-li minetu z okraje žíly v Poříčí se světovým průměrným složením minet (Rock, 1990), vidíme podstatně vyšší obsah  $\text{SiO}_2$  v naší minetě, snížené  $\text{MgO}$  a zejména  $\text{CaO}$ . Ze stopových prvků se poříčská mineta odlišuje od průměru zejména vysokým obsahem  $\text{Rb}$ ,  $\text{Cs}$ ,  $\text{Th}$  a  $\text{U}$ , avšak sníženým  $\text{Sr}$ .

Porfyr má proti okrajové minetě snížené obsahy tranzitních kovů a také  $\text{Sr}$  a  $\text{Ba}$ , ale v mnoha ohledech je stále podobný minetě (např. hořečnatostí a zvýšenými obsahy  $\text{Cr}$ ) a nápadně odlišný od granodioritového porfyru z Kamenného Újezdce.

**Tabulka 5.1. Chemické složení studovaných žil.**

Vzorek Lokalita	LR 1751 Č e r č a n y		LR 1753	LR 150	Průměr	LR 1771	LR 1772
	Okraj	Přech.	Střed	Nespeky Mineta	Svět Mineta*	Kamenný Okraj	Újezdec Střed
SiO <sub>2</sub>	60,45	62,55	65,63	54,96	51,5	57,70	65,15
TiO <sub>2</sub>	0,831	0,86	0,629	1,058	1,3	0,652	0,511
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,05	13,93	14,10	12,03	12,8	15,38	15,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (T)	4,52	4,65	3,40	5,73	7,30	6,30	4,53
MnO	0,08	0,05	0,064	0,092	0,12	0,108	0,089
MgO	5,17	4,61	2,88	8,21	7,1	4,20	2,24
CaO	3,13	3,14	2,15	4,89	6,7	5,63	3,56
Na <sub>2</sub> O	2,22	2,50	2,68	1,87	2	2,49	3,07
K <sub>2</sub> O	7,08	6,32	6,50	6,74	5,6	3,11	4,18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,00	0,87	0,52	0,92	0,95	0,23	0,21
LOI	1,38		0,94	1,82		3,00	1,71
Suma	98,91		99,49	98,32		98,81	100,7
mg	69,4	65,8	62,7	74,0	65,8	56,9	49,5
V	78		47	112	165	129	85
Cr	340	(285)	160	560	360	170	60
Co	19		10	29	37	16	10
Ni	80	(105)	40	190	200	60	< 20
Rb	419	(401)	368	402	193	113	136
Sr	321		306	418	950	371	306
Y	29,3		27,2	22,1	25	24,6	20,5
Zr	371		301	553	300	130	164
Nb	27,6		22,3	33,5	19	8,5	8,6
Cs	32,6		23,5	24,6	2	10	7,8
Ba	1469		1226	2460	1800	1532	1334
La	41,3		43	60,5	86	33,5	36,2
Ce	100		97,6	140	176	69	71,5
Pr	12,8		11,5	17,8	24	7,56	7,51
Nd	56,8		45,5	73,7	100	28,2	27,1
Sm	14,1		10,3	15,1	18	5,75	5,07
Eu	2,32		1,66	2,57	4,4	1,31	1,1
Gd	8,93		6,89	9,75	12	4,68	4,13
Tb	1,17		0,98	1,1	1,5	0,76	0,69
Dy	5,45		4,95	4,74	5,2	4,23	3,8
Ho	0,89		0,85	0,76	1,4	0,8	0,72
Er	2,46		2,4	1,98	1,4	2,34	2,2
Tm	0,353		0,336	0,265	0,44	0,336	0,332
Yb	2,24		2,17	1,57	1,9	2,21	2,23
Lu	0,318		0,311	0,217	0,27	0,325	0,332
Hf	10,7		8,8	15,8	11	3,8	4,4
Ta	2,94		2,92	3,83	1,3	0,7	0,98
Th	60,3		48,7	75,8	26	14,5	21,7
U	21,1		17,2	21,5	6	4,04	5,99

mg-hodnota je atomový poměr 100Mg/(Mg+Fetot). \* - Průměrné složení minety je z knihy Rock (1990).

Analýza přechodní horniny v žile od Poříčí n. Sáz. je podle Němce (1988).

## 5.2. Mineta z Nespek

Mineta z Nespek (LR 150) je ultradraselná hornina proti minetě z Poříčí chudší  $\text{SiO}_2$  a silně hořečnatá, s obsahem  $\text{MgO}$  8,2 %. Toto složení je podobné jako v řadě dalších minetových žil z různých částí SPK (srov. Němec 1973; Žežulková et al. 1977; Žežulková 1982; Holub 1990).

Ve srovnání s celosvětovým průměrem minet podle Rocka (1990) je mineta z Nespek bohatší  $\text{SiO}_2$ , chudší  $\text{CaO}$  a má vyšší hořečnatost (viz mg-hodnoty v tabulce 5.1.). Ze stopových prvků je nápadně bohatší Cr, Rb, Cs (o řád), Th a U, i když tyto prvky jsou v minetách obecně zastoupeny více než v běžných horninách, ale proti průměru je výrazně chudší Sr.

## 5.3. Granodioritový porfyr z Kamenného Újezdce

Granodioritový porfyr od Kamenného Újezdce je reprezentován dvěma novými analýzami, žádná starší data nejsou k dispozici. Analýzy reprezentují jednak tmavší okrajovou zónu u sv. kontaktu (LR 1771) a jednak typický porfyr z centra žíly (LR 1772). Při okraji je hornina intermediální, v centru acidní, metaluminická. Od ostatních studovaných žilných hornin se tato žíla liší podstatně sníženou hořečnatostí i sníženým obsahem  $\text{K}_2\text{O}$  a jen mírnou převahou  $\text{K}_2\text{O}$  nad  $\text{Na}_2\text{O}$ . Úzké okrajové zóny jsou podstatně chudší  $\text{SiO}_2$  (57,7%) a bohatší komponentami mafických minerálů než naprosto převažující porfyr uvnitř žíly.

Proti všem ostatním studovaným žilným horninám se granodioritový porfyr výrazně liší silně sníženou hořečnatostí, převahou  $\text{CaO}$  nad  $\text{MgO}$ , i sníženými obsahy řady stopových prvků s výjimkou V, Co, Sr, Ba; např. obsahy Rb a Cs jsou pouze zhruba třetinové proti porfyru z Poříčí, podstatně snížené jsou i Th a U.

## 6. Anizotropie magnetické susceptibility

Pomocí metody anizotropie magnetické susceptibility (AMS) lze studovat přednostní orientaci magnetických minerálů v horninách (Bouchez, 1997; Tarling a Hrouda, 1993 a další), což vede za určitého předpokladu k zjištění strukturní anizotropie. Zejména v případě magmatických hornin je metoda aplikována za účelem zjištění strukturní anizotropie (přednostní orientace horninotvorných minerálů) a následně k interpretaci mechanismů výstupu a umístění magmatu (např. Borradaile a Henry 1997). Metodou AMS byla v rámci vybraných žil (kapitola 2.2.2.) studována prostorová orientace hlavních směrů magnetické susceptibility v návaznosti na průběh mezoskopických staveb v tělesech a geometrii intruzivních kontaktů. Magnetická stavba magmatických hornin bývá hojně v kombinaci s mezoskopickým strukturním popisem a mikrostrukturními poznatky využívána k pochopení tvorby vnitřních staveb a k interpretaci pozic a způsobů umístění magmatických těles (Bouchez, 1997; Olazabal, 1999; Verner et al, 2006).

### 6.1. Teorie

Magnetická susceptibilita ( $\kappa$ ) je míra schopnosti látky stát se pod vlivem vnějšího magnetického pole zdrojem vlastního indukovaného magnetického pole. Pro izotropní látky ji lze popsat vztahem

$$M = \kappa H \quad (1),$$

kde  $M$  je vektor indukované magnetizace,  $H$  je vektor intenzity magnetického pole a  $\kappa$  je magnetická susceptibilita (Tarling & Hrouda, 1993).

Podle velikosti magnetické susceptibility se horninové minerály dělí na diamagnetické, paramagnetické a feromagnetické.

**Diamagnetické minerály** jsou takové minerály, které mají zápornou magnetickou susceptibilitu  $\kappa$  pohybující se kolem  $10^{-5}$  (SI), která je nezávislá na okolním magnetickém poli a teplotě. Do této skupiny patří křemen, ortoklas, kalcit, opál, halit a také aragonit.

**Paramagnetické minerály** mají magnetickou susceptibilitu  $\kappa$  již kladnou v řádech  $10^{-4}$ – $10^{-2}$  (SI). Tyto minerály mají susceptibilitu nezávislou na okolním magnetickém poli a nepřímo úměrnou teplotě. Tuto vlastnost ovlivňují ionty Fe. Mezi paramagnetické minerály se řadí olivín, pyroxeny, amfiboly, slídy, chlorit, dolomit, granát.

**Feromagnetické minerály (s.l.)** mají nejvyšší kladné hodnoty magnetické susceptibility  $\kappa$  (řádově až  $10^5$  (SI)). Susceptibilita je závislá na intenzitě magnetického pole,



teplotě a orientaci jednotlivých magnetických momentů. Podle toho se feromagnetické minerály (s.l.) dále dělí na **feromagnetické minerály s.s.** (např. ryzí železo), **antiferomagnetické minerály** (hematit, hexagonální pyrrhotin) a **ferimagnetické minerály**, do kterých se řadí magnetit, titanomagnetit a monoklinický pyrrhotin.

Většina minerálů v hornině se však chová při magnetizaci anizotropně. Magnetizaci těchto anizotropních, lineárně magnetických materiálů lze popsat vztahem

$$\begin{aligned} M_1 &= k_{11}H_1 + k_{12}H_2 + k_{13}H_3 \\ M_2 &= k_{21}H_1 + k_{22}H_2 + k_{23}H_3 \\ M_3 &= k_{31}H_1 + k_{32}H_2 + k_{33}H_3 \end{aligned} \quad (2),$$

kde  $M_1, M_2, M_3$  jsou složky vektoru magnetizace,  $H_1, H_2, H_3$  jsou složky vektoru intenzity magnetického pole a  $k_{11}, k_{12}$  až  $k_{33}$  jsou složky tenzoru magnetické susceptibility.

V tomto tenzoru prvky na hlavní diagonále ( $k_{11}, k_{22}, k_{33}$ ) geometricky popisují velikosti a orientace os magnetického elipsoidu (ME) (obr.6.1.a.). Susceptibility ve směru os elipsoidu jsou hlavní susceptibility, pro které platí  $k_1 \geq k_2 \geq k_3$  a směry os elipsoidu jsou hlavní směry magnetické susceptibility.

Pomocí magnetického elipsoidu se určí přednostní orientace magnetických minerálů v hornině a další parametry:

**Stupeň anizotropie (P)**, který udává intenzitu přednostní magnetické stavby (Nagata, 1961):

$$P = k_1/k_3 \quad (3),$$

**Magnetická lineace (L)** je definována poměrem maximální a střední susceptibility (Balsley and Buddington, 1960):

$$L = k_1/k_2 \quad (4),$$

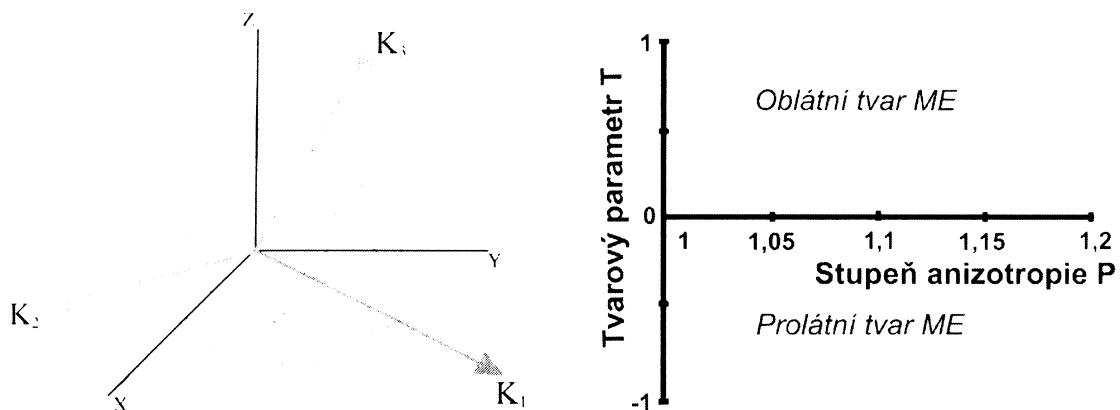
**Magnetická foliace (F)** je pak daná poměrem střední a minimální susceptibility (Stacey et al., 1960):

$$F = k_2/k_3 \quad (5),$$

**Tvarový parametr (T)** je dán vztahem (Jelínek, 1981):

$$\begin{aligned} T &= (2n_2 - n_1 - n_3)/(n_1 - n_3) \quad (6), \\ (n_1 &= \ln k_1, n_2 = \ln k_2, n_3 = \ln k_3) \end{aligned}$$

Pokud parametr T (obr.6.1.b.) nabývá hodnot  $+1 > T > 0$ , jedná se o planární magnetickou stavbu (tvar elipsoidu je oblátní), jestliže parametr T nabývá hodnot  $-1 < T < 0$  je magnetická stavba lineární (prolátní tvar elipsoidu).



Obr. 6. 1. Vlevo a) elipsoid magnetické susceptibility.  $K_1$  (maximální),  $K_2$  (střední) a  $K_3$  (minimální) hlavní susceptibility. Vpravo b) Jelínekův PT plot. Pokud parametr T nabývá kladných hodnot je tvar ME oblátní (zploštělý). Pokud dosahuje parametr T záporných hodnot, magnetický elipsoid (ME) má prolátní (protáhlý tvar).

## 6.2. Metodika

Orientované vzorky (válečky  $\varnothing$  25mm, 10x (výška 20mm) z jedné lokality) byly ke studiu AMS odebrány z 15 lokalit (MS1-MS8, MS2-S, MS3-S, MS7-K, MS8-S a MS10-MS12) přenosnou vrtací soupravou Yamaha. Příprava vzorků byla provedena na ÚPSG. K měření orientované magnetické susceptibility byl použit přístroj KLY-3S kappabridge firmy AGICO a. s. v Brně. Měření probíhalo ve slabém střídavém magnetickém poli (300 A/m, při frekvenci 920 Hz) s detekčním limitem  $4 \times 10^{-8}$  SI (Jelínek 1977, 1978). Zpracování dat včetně statistického vyhodnocení bylo provedeno za pomoci souboru počítačových programů ANISOFT (Hrouda, 1990). Magnetická lineární a planární stavba (póly ploch foliace) byly vyhodnoceny programem SPHERISTAT. Vztah stupně anizotropie P a tvarového parametru T byl vyjádřen pomocí programu MS Excel. Export dat byl proveden programem ANEXPORT (příloha E).

## 6.3. Výsledky

### 6.3.1. Magnetická susceptibilita (MS)

#### Terénní měření MS

Na studovaných lokalitách byl ke zjištění orientačních hodnot magnetické susceptibility hornin použit terénní přenosný kappametr KP-5 od výrobce Geofyzika Brno. Byla měřena celková magnetická susceptibilita, jejíž hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6.1. Celková magnetická susceptibilita žil se pohybuje průměrně  $\sim 0,24 \cdot 10^{-3}$ , zatímco změřené hodnoty susceptibility okolního sázavského granodioritu jsou výrazně vyšší (v Poříčí n.S.  $\sim 0,90 \cdot 10^{-3}$  a v Nespekách až  $2,66 \cdot 10^{-3}$ ).

Tabulka 6. 1. Výsledky terénního měření magnetické susceptibility žil na příslušných lokalitách.

Lokalita	Pozice v žíle	Magnetická susceptibilita ( $X \times 10^{-3}$ jednotek SI)		
		Průměr	Min.	Max
Poříčí n.S.	0,2 m od sv. kontaktu	0.21	0.17	0.24
		0.21	0.19	0.22
		0.19	0.18	0.20
	střed	0.15	0.14	0.16
		0.15	0.13	0.16
		0.23	0.21	0.28
	jz. kontakt	0.25	0.23	0.26
K. Újezdec	u sv. kontaktu	0.32	0.32	0.32
		0.18	0.16	0.21
	střed	0.17	0.15	0.19
		0.19	0.18	0.19
	jz. kontakt	0.37	0.36	0.38
Nespeky – žíla A	u jz. kontaktu	0.33	0.30	0.37
	střed	0.30	0.29	0.30

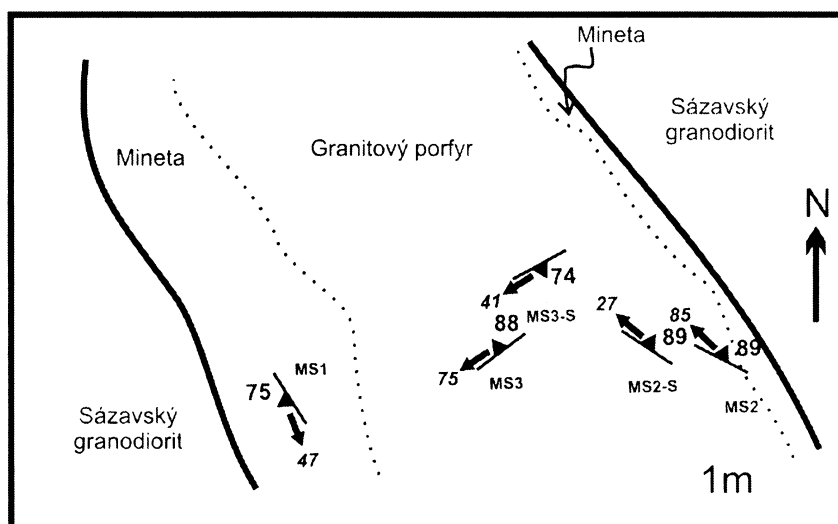
#### Měření MS pomocí kappa-můstku KLY-3S

Hodnoty celkové magnetické susceptibility se u studovaných žil liší. V případě žíly minety v Poříčí n.S. dosahuje hodnot v rozmezí  $3,7 \cdot 10^{-3}$  až  $4,31 \cdot 10^{-3}$ , zatímco u porfyru dosahuje hodnot větších ( $1,46 \cdot 10^{-2}$  až  $3,08 \cdot 10^{-3}$ ). U soustavy žil minet na lokalitě Nespeky lze vidět také rozdíl v hodnotách, nejnižší žíla  $3,35 \cdot 10^{-2}$  až  $6,21 \cdot 10^{-3}$  a nejsevernější žíla  $2,08 \cdot 10^{-2}$  až  $2,69 \cdot 10^{-2}$ . Na lokalitě Kamenný Újezdec je rozsah celkové magnetické susceptibility pro granodioritový porfyr  $3,10 \cdot 10^{-3}$  až  $5,00 \cdot 10^{-3}$  a pro okrajovou lamprofyrickou zónu pak  $5,41 \cdot 10^{-3}$  až  $6,80 \cdot 10^{-3}$ .

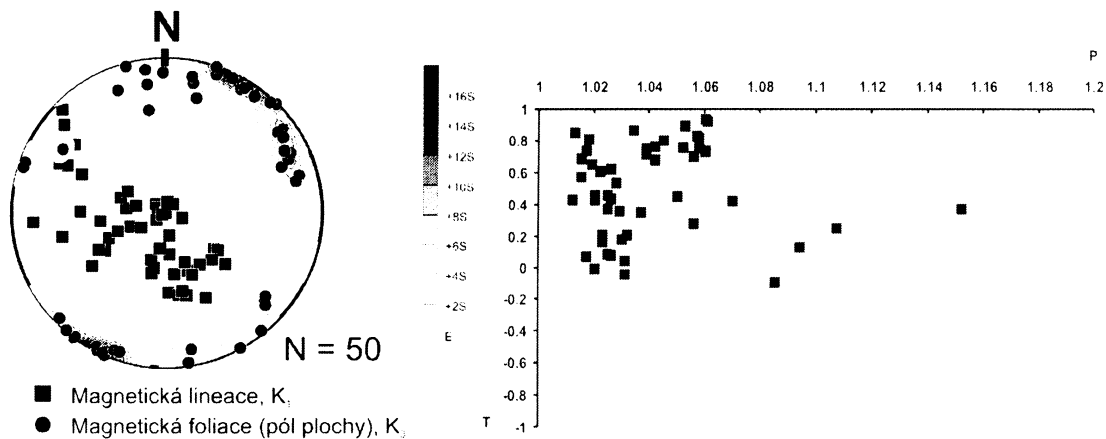
### 6.3.2. Výsledky AMS na jednotlivých lokalitách

#### Poříčí nad Sázavou

Magnetické stavby (foliace a lineace) jsou v rámci jednotlivých míst odběru homogenní orientace. Magnetické foliace jsou generelně strmé orientace, u okrajů žíly subparalelní s průběhem intruzivních kontaktů (~SZ-JV). Ve středních částech žíly jsou pak orientace magnetických foliací diskordantní, s náznakem obloukovité struktury (obr.6.2.). Magnetické lineace jsou pak nižší intenzity a více variabilní orientace (obr. 6.3.a). Studované vzorky dále vykazují nízké až střední hodnoty parametru P ( $P=1.012 - 1.061$ ). V případě vzorků MS2-S a MS3-S byly zjištěny hodnoty P mírně vyšší ( $P=1.07-1.152$ ). Tvarový parametr (T) nabývá převážně kladných hodnot ( $T=0,0-0,941$ ). Tvar magnetického elipsoidu je tedy převážně oblátní (planární). Pouze na odběrních místech MS2-S a MS3 byl zjištěn parametr ( $T=0,0$  až  $-0,091$ ), tedy neutrální (planárně - lineární). Hodnoty P a T parametru jsou vyjádřeny v obrázku 6.3.b.



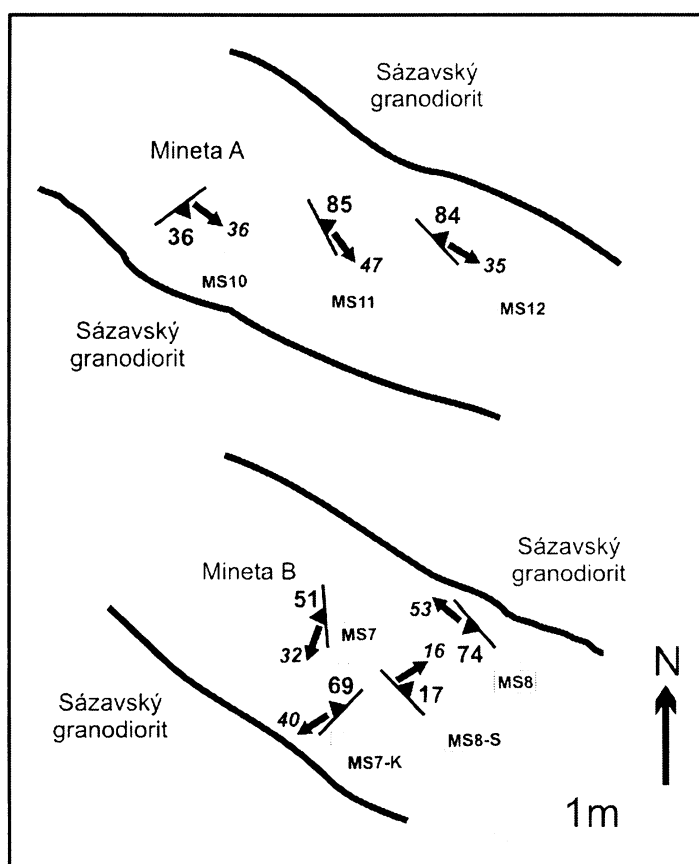
Obr.6. 2. Smíšená žíla z Poříčí nad Sázavou. Zakresleny jsou místa odběru vzorků, vyznačeny jsou směry a sklony magnetických lineací (černé šipky), magnetických foliací (značky s plnými zobáčky).



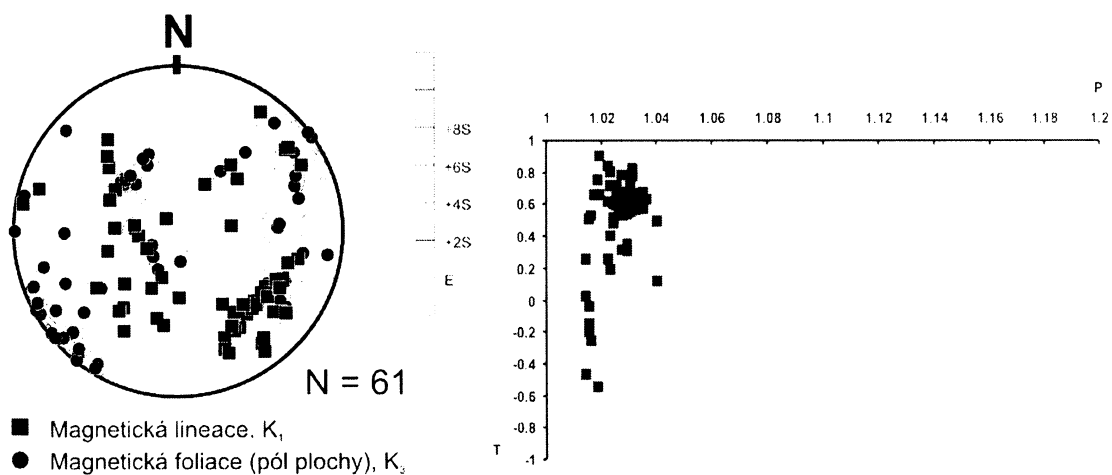
Obr.6.3. Vlevo a) magnetická stavba pro smíšenou žílu u Poříčí nad Sázavou. Projekce na spodní polokouli. Vpravo b) PT plot pro smíšenou žílu v Poříčí n. S. U měřených vzorků převládá oblátní tvar ME.

## Nespeky

Na lokalitě Nespeky byly pomocí metody AMS studovány dvě žíly (mineta A a mineta B viz kapitola 2.2.2.). V případě obou žil vykazují magnetické stavby nižší intenzitu a výraznou heterogenitu v orientaci magnetických foliací a lineací (obr. 6.4. a 6.5.a) Stupeň magnetické anizotropie P je nízký, pohybuje se v intervalu 1,014 - 1,04 (obr.6.5.b). Tvarový parametr (T) dosahuje převážně kladných hodnot ( $T = 0,0 - 0,916$ ). Tvar magnetického elipsoidu je tedy převážně oblátní (planární). Pouze na místech odběru MS7, MS7-Sa MS8-S (jižní žíla) byly zjištěny hodnoty parametru T slabě záporných hodnot ( $T = 0,0$  až  $-0,538$ ), to odpovídá slabě prolátnímu (lineárnímu) tvaru magnetického elipsoidu (obr.6.5.b).



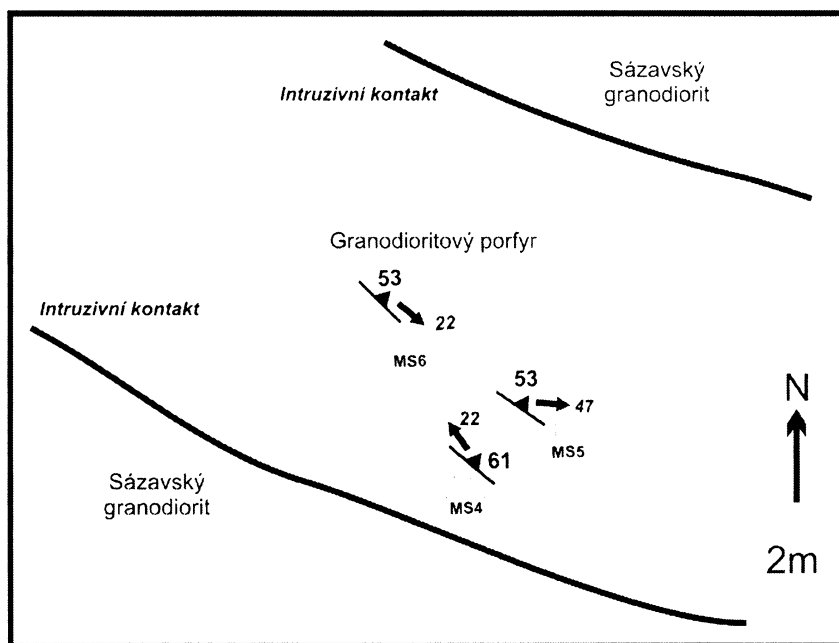
Obr.6.4. Žíly minet z lokality Nespeky se zakreslenými místy odběru vzorků a vyznačenými orientacemi magnetických lineací (černé šipky), magnetických foliací (značky s plnými zobáčky).



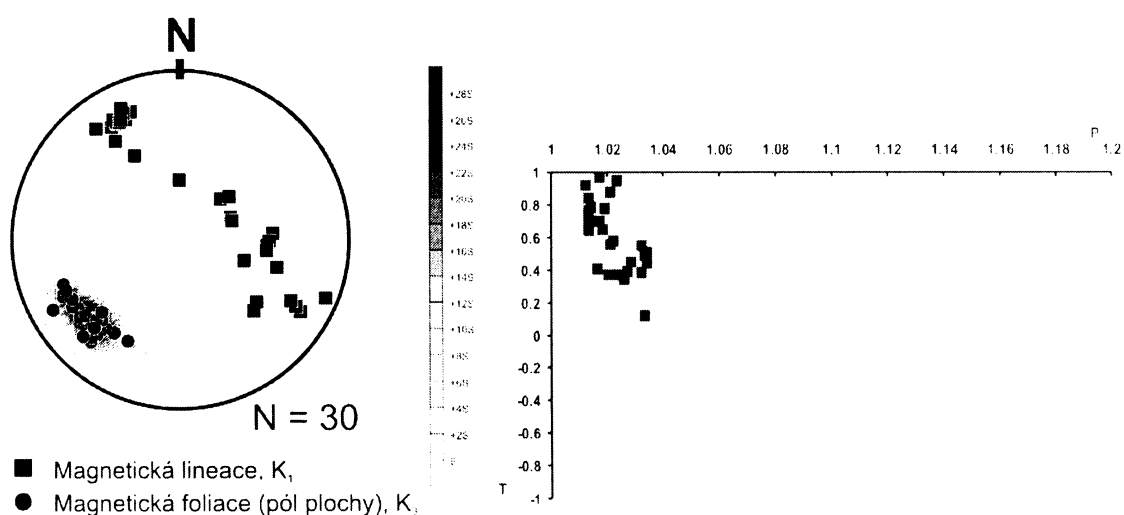
Obr. 6.5. Vlevo a) magnetická stavba žil minet z lokality Nespeky. Projekce na spodní polokouli. Vpravo b) Jelínkův PT plot pro lokalitu Nespeky.

## Kamenný Újezdec

Magnetické foliace v granodioritovém porfyru z této lokality jsou homogenní a silné (obr.6.7.a), vykazují identickou geometrii ve vztahu k průběhu mezoskopických staveb, magnetické lineace upadají převážně pod mírnými úhly k SSZ nebo VJV (obr.6.6.). Vzorky dále vykazují relativně nízké hodnoty parametru P ( $P=1.012 - 1.034$ ). Tvarový parametr (T) nabývá hodnot kladných ( $T=0,128-0,981$ ). Jedná se tedy o oblátní (planární) tvar magnetického elipsoidu (obr.6.7.b).



Obr. 6.6. Žíla granodioritového porfyru z Kamenného Újezdce. Zakreslená místa odběru vzorků a vyznačené orientace magnetických lineací (černé šipky), magnetických foliací (značky s plnými zobáčky).



Obr.6. 7. Vlevo a) magnetická stavba v žíle granodioritového porfyru u Kamenného Újezdce. Projekce na spodní polokouli. Vpravo b) Stupeň anizotropie P vs. parametr T. Lokalita Kamenný Újezdec.

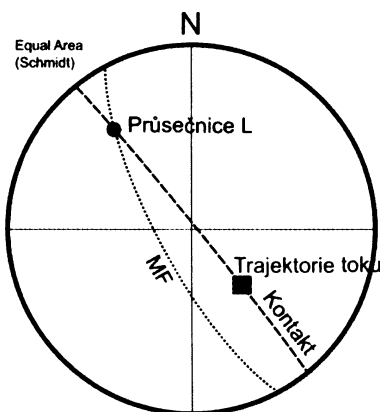
## 6.4. Stanovení trajektorií toku magmatu v žilách

Určení trajektorie toku magmatu (vmístění) v žilných tělesech na studovaných lokalitách proběhlo aplikací (i) metody „osa  $K_1$  elipsoidu magnetické susceptibility je paralelní se směrem toku“ (Knight & Walker, 1988) a (ii) „metody určení směru toku z imbrickovaných ploch magnetické foliace v planárních tělesech“ (Geoffroy et al., 2002). Aplikace této metody se z důvodu výskytu převážně planárních staveb v žilách jevila jako nejvhodnější. Metoda je založena na výpočtu směru z orientace stěny žilného tělesa a plochy magnetické foliace (plocha definována normálovým vektorem  $K_3$ ). V první fázi je určena průsečnice (L - linie) plochy intruzivního kontaktu žíly a plochy magnetické foliace. Orientace tokového vektoru je kolmicí na vypočtenou průsečnici L ve směru paralelním s okrajem žíly. Výpočet proběhl za použití softwaru SPHERISTAT. Výsledky na jednotlivých lokalitách jsou uvedeny v tabulce 6.2. Na obr.6.8. je znázorněna trajektorie toku na lokalitě Poříčí nad Sázavou u jihozápadního kontaktu žíly.

Tabulka 6. 2. Výsledky výpočtu směru toku v žilách na jednotlivých lokalitách.

Lokalita		Kontakt žíly	Magnetická foliace	Průsečnice L	Trajektorie toku	Magnetická lineace ( $K_1$ )
Poříčí n.S.		(JZ) 51/88 (SV) 206/88	242/75 26/89	322/32 116/0	141/58 116/90	168/47 305/85
Nespeky	Mineta A	(JZ) 52/82 (SV) 42/78	140/36 47/84	136/36 322/39	142/54 132/51	131/36 133/35
	Mineta B	(JZ) 74/80 (SV) 62/82	268/51 236/74	346/14 150/14	164/76 152/76	208/32 304/53
Kamenný Újezdec		(JZ) 27/62	51/61	45/61	117/29	334/22

Hodnoty ve sloupci Trajektorie toku jsou vypočteny metodou podle Geoffroy et al. (2002), ve sloupci Magnetická lineace ( $K_1$ ) metodou dle Knight & Walker (1988). (JZ) – jihozápadní kontakt žíly, (SV) – severovýchodní kontakt žíly.



Obr.6. 8. Výsledná trajektorie toku u lokality Poříčí nad Sázavou u jihozápadního kontaktu žíly (v tabulce 6.2. žlutý řádek). Projekce na spodní polokouli.

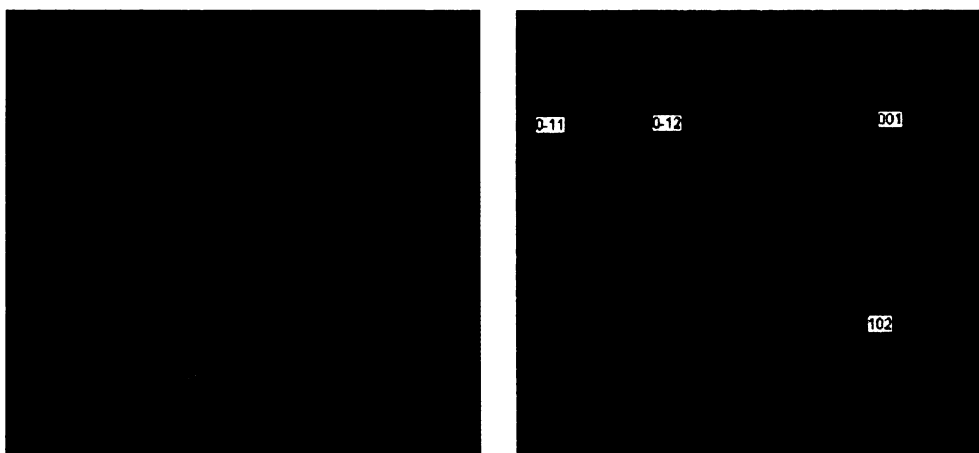


## 7. Analýza difrakce zpět odražených elektronů

Přednostní orientace vybraných minerálů (živců, amfibolu a biotitu), jejich variace v orientaci a intenzitě staveb byly z důvodu nutné korelace magmatických a magnetických staveb (AMS, kapitola 6) studovány za použití analytické metody “Analýzy difrakce ve zpětně odražených elektronech“ (EBSD) – electron back-scatter diffraction (Prior et al, 1999). Analýza proběhla na šesti vzorcích lokalit Poříčí nad Sázavou a Kamenný Újezdec.

### 7.1. Teorie

Analytická metoda EBSD je založena na detekci zpětně odražených elektronů, které vznikají interakcí urychlených primárních elektronů s atomy přítomnými v horninovém vzorku. Po dopadu elektronů dochází k difrakci na mřížkových rovinách příslušných minerálů a zpětně odražené elektrony jsou zesíleny v určitých směrech. Orientaci a charakter těchto zesílených elektronů lze snímat kamerou na scintilátoru, kde dochází k přeměně jejich energie na detekovatelné záření. Získané obrazy v digitální podobě jsou tzv. „Kikuchiho pásy“ (obr.7.1.). Každý minerál má z důvodu odlišné struktury krystalové mřížky charakteristické difrakční záznamy (Kikuchiho pásy daného minerálu). Za tohoto předpokladu je možné identifikovat příslušný minerál (jeho krystalovou souměrnost) a dále přesnou prostorovou orientaci krystalu (jeho krystalografických os). Data o krystalografické orientaci minerálů jsou získávána pomocí softwaru Channel 5 na základě srovnání detekovaných Kikuchiho pásů s rozsáhlou databází hodnot pro různé minerály.



Obr. 7.4. Vlevo detekční obrazy tzv. Kikuchiho pásy. Vpravo jejich indexace a identifikace, v tomto případě se jedná o plagioklas.

## **7.2. Metodika**

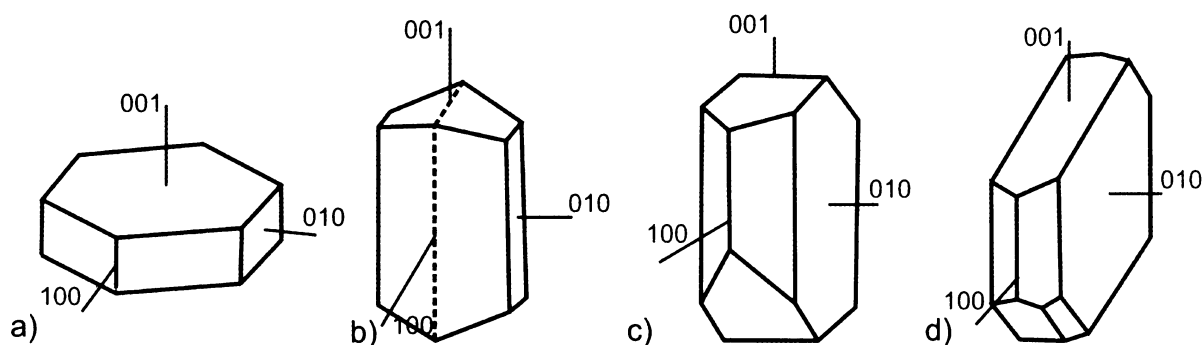
Výbrusové preparáty pro měření ve zpětně odražených elektronech byly vyrobeny z orientovaných horninových vzorků (z vrtných jader použitých pro analýzu AMS). Orientace plochy výbrusu byla volena v XZ strukturním řezu měřené magnetické stavby (rovina výbrusu je kolmá na magnetickou foliaci a je paralelní s magnetickou lineací). Zhotovené preparáty byly dále leštěny na požadovanou hladkost pomocí diamantové pasty a následně upraveny procesem chemického leštění na přístroji Kompakt 1031 s automatickým nástavcem APX 010. Finální preparát byl pokryt tenkou vrstvou uhlíku procesem napařování v elektrickém oblouku při tlaku 0,5-1 Pa.

Vlastní analýza ve zpětně odražených elektronech byla provedena na přístroji firmy HKL Technology, složený z detektoru Nordlys II. a zpracovatelského systému Channel 5. Detektor byl připojen na scanovací elektronový mikroskop CamScan 3200.

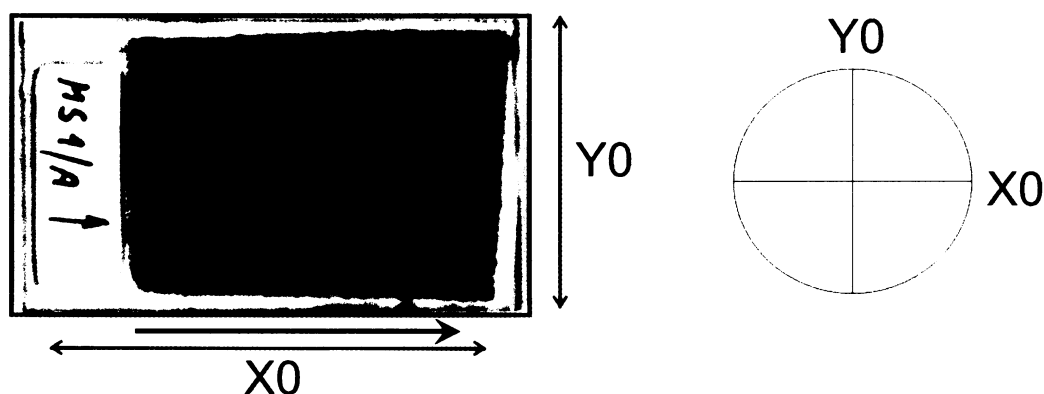
Podmínky měření byly stanoveny na (i) urychlovací napětí 20 KV, (ii) proud svazku 5 nA, (iii) velikost svazku 1 mikrometr, (iv) sklon stolku se vzorkem 70°. Kalibrace přístroje byla provedena na monokrystalu křemíku. Analýza EBSD byla provedena za použití softwaru Channel 5 - Flamenco, v režimu Interactive (manuální mód), k tvorbě a zpracování dat byl použit software Mambo. Finální příprava vzorků a laboratorní práce probíhaly pod vedením Patricie Týcové v Laboratoři rentgenové mikroskopie a mikroanalýzy České geologické služby na pracovišti Barrandov.

### 7.3. Výsledky EBSD analýzy

Z detekovaných Kikuchiho pásů, jejich identifikace a následného porovnání s modely minerálů v databázi (Channel 5) byla určena prostorová orientace krystalů měřených minerálů (krystalové tvary a osy jednotlivých minerálů zobrazeny v obr.7.2.). Jednotlivá měření (přednostní orientace krystalografických os) jsou vyjádřena pomocí stereografické projekce na spodní polokouli pólového diagramu. Plocha pólového diagramu pak představuje rovinu výbrusu. Delší strana výbrusu (obr 7.3.) je v pólovém diagramu směr X0 (směr paralelní s průběhem magnetické lineace) a kratší strana výbrusu je definována jako směr Y0 (směr kolmý na průběh magnetické foliace). Průběh magnetické lineace (kapitola 6) je zobrazen v pólových diagramech modrou šipkou.



Obr. 7.2. Krystalové tvary a osy (modře) měřených minerálních zrn a) biotitu, b) amfibolu, c) ortoklasu, d) albitu.



Obr. 7.3. Orientace roviny výbrusu ve vztahu k orientaci výsledného pólového diagramu. Modrá šipka ukazuje průběh magnetické lineace ve výbrusu. Magnetická foliace je kolmá k ploše výbrusu.

### 7.3.1. Lokalita Poříčí nad Sázavou

V rámci lokality Poříčí nad Sázavou byly analyzovány 4 výbrusové preparáty, které reprezentují okrajovou a středovou část magmatického tělesa. Jedná se o vzorek MS2 (okraj) a MS3 (střed). Lokalizace místa odběru vzorků jsou zaznamenány na obr. 2.2..

#### *Vzorek MS2*

V tomto vzorku se změřilo 172 zrn amfibolu, 152 zrn biotitu, 169 zrn ortoklasu a 202 zrn albitu. Výsledky měření (orientace příslušných krystalografických os) jsou uvedeny v příloze F1. Měřená zrna amfibolu (F1a) vykazují spíše planární přednostní orientaci nižší intenzity  $\{100\}$ . Zrna biotitu (F1b) nesou silnou přednostní orientaci a to zejména v ose c  $\{001\}$  ve 3. kvadrantu, živce (F1c,d) pak výraznou a homogenní planární stavbu podle osy b  $\{010\}$ . Agregáty živců a biotitu tedy vykazují podobný charakter staveb a prostorové orientace, které jsou konzistentní ve vztahu k magnetické stavbě vzorku MS2.

#### *Vzorek MS3*

V tomto vzorku bylo změřeno 62 zrn amfibolu, 217 zrn biotitu, 199 zrn ortoklasu a 168 zrn oligoklasu. Výsledky měření (orientace příslušných krystalografických os) jsou uvedeny v pólových diagramech v příloze F2. Zrna amfibolu (F2a) a živců (F2c,d) nevykazují v výrazné přednostní orientace. Měřené krystaly biotitu (F2b) naopak jeví silnou přednostní orientaci planárního charakteru, výrazných maxim dosahují v případě osy c  $\{001\}$  v 1. a 3. kvadrantu. Planární přednostní orientace agregátů biotitu je mírně diskordantní ( $\sim 20^\circ$ ) ve vztahu k zjištěné orientaci magnetických staveb.

### 7.3.2. Kamenný Újezdec

Z této lokality byly analyzovány 2 výbrusy. Vzorek MS4 představuje okrajovou část žíly a MS6 středovou část žíly.

#### *Vzorek MS4*

Z tohoto vzorku bylo změřeno 104 zrn amfibolu, 157 zrn biotitu a 175 zrn andezínu. Výsledky jsou prezentovány v příloze F3. Měřená zrna amfibolů (F3a) vykazují lineární přednostní orientace slabší intenzity, které jsou převážně diskordantní vůči magnetické stavbě. Zrna živců (F3c) vykazují dvě maxima v orientaci osy b  $\{010\}$ , tzn. planárního uspořádání, (i) paralelní s magnetickou stavbou a (ii) diskordantní k magnetické stavbě. Biotit

(F3b) nese výraznou přednostní prostorovou orientaci podle všech krystalografických os, přičemž osa  $b$  {010} je paralelní s průběhem magnetické lineace.

#### ***Vzorek MS6***

V tomto vzorku bylo změřeno 206 zrn biotitu, 183 zrn ortoklasu a 146 zrn andezínu. Výsledky jsou uvedeny v příloze F4. Zrna ortoklasu a plagioklasu (F4b,c) mají slabou planární přednostní orientaci, převážně identického průběhu s magnetickou stavbou. Měřená zrna biotitu (F4a) pak ve vzorku MS6 nevykazují přednostní orientaci.

### **7.3.3. Dílčí shrnutí**

Na těchto lokalitách výsledná měření metody EBSD převážně korelují se změřenými magnetickými stavbami v žilách. Lze soudit, že minerály nesoucí magnetickou anizotropii jsou paramagnetické, v tomto případě zejména biotit. Jelikož amfibol je převážně bez přednostní orientace a vznikl sekundárně, nelze ho zařadit do minerálů nesoucích magnetickou anizotropii.

## 8. Diskuse

### **8.1. Původ magmat studovaných žilných hornin a látkové vztahy k plutonitům SPK**

Minety z Nespek i minetové okraje zonální žíly od Poříčí nad Sázavou složením spadají mezi mafické horniny, u nichž musíme předpokládat původ magmatu ve svrchním plášti. Důkazem jsou vysoké obsahy MgO, vysoké mg-hodnoty a také vysoké koncentrace Cr a v menší míře i Ni, které odpovídají značně primitivním varietám bazaltických magmat a nelze je odvodit parciálním tavením korových hornin.

Mineta z Nespek, obsahující zhruba 8,2 % MgO, 560 ppm Cr a 190 ppm Ni, může reprezentovat složení primárního nebo téměř primárního magmatu, které nemá za sebou žádný nebo prodělalo jen velmi omezený diferenciační vývoj. Její geochemické charakteristiky proto mohou vypovídat o složení plášťového zdroje, který musel mít výrazně zvýšený obsah draslíku i řady dalších pro plášť inkompatibilních prvků.

Granitový porfyr z Poříčí i granodioritový porfyr z Kamenného Újezdce se svými vysokými obsahy SiO<sub>2</sub> a sníženými obsahy MgO výrazně odlišují od typických plášťových magmat. Mohly by pocházet buď (1) z korových zdrojů, nebo jsou (2) produktem magmatické diferenciace původně plášťového magmatu, nebo jsou to (3) směsné horniny z plášťového i korového materiálu.

Chemické složení granodioritového porfyru z Kamenného Újezdce má ze všech studovaných žil chemicky nejblíže ke granitoidům sázavského typu. Srovnáme-li ho ale s analýzami granitoidů SPK, a to jak s obsahy hlavních oxidů (srov. např. analýzy v práci Vejnar 1973) tak i stopových prvků (srov. Janoušek et al. 1995; Holub et al. 1997), je ale podobnost mnohem bližší k horninám skupiny blatenského a červenského typu. Analýza z centrální části žíly spadá do rozpětí obsahů hlavních oxidů a „klíčových petrochemických parametrů“ pro skupinu K-bohatých vápenatoalkalických (CA) hornin středočeského plutonického komplexu, jak ji vyčlenil Holub (1991). Proti sázavskému typu se liší převahou K<sub>2</sub>O nad Na<sub>2</sub>O, zvýšenou hořčnatostí při podobném SiO<sub>2</sub>, zvýšenými obsahy Rb, Zr apod. Rovněž tmavší okrajový lem je chemicky mnohem podobnější mafickým horninám, asociovaným s granitoidy blatenského a kozárovického typu než se sázavským typem.

## 8.2. Magmatický vývoj

### 8.2.1. Zonální žíla od Poříčí nad Sázavou

Výrazně zonální či smíšené žíly mohou teoreticky vznikat různým způsobem. Jelínek (1932) se domníval, že zonální složení žíly minety až granitového porfyru u Poříčí nad Sázavou je výsledkem diferenciačního procesu, kdy v rychleji ochlazovaných okrajových partiích žíly došlo k přednostní krystalizaci mafických minerálů (amfibolu a biotitu), zatímco vyvíjející se stále acidnější tavenina se postupně koncentrovala v centrální části žíly. Němec (1973) považoval obecně syenitové až granitové porfyry SPK za diferenciační produkty magmatu některých variet minet. Naproti tomu nověji Němec (1988) interpretoval vznik chemické a petrografické zonálnosti v žíle u Poříčí intruzí napřed minetového a následně již zčásti krystalizujícího granitového magmatu a procesem mísení obou magmat na jejich styku.

V této zonální žíle z Poříčí nad Sázavou (jak v minetě, tak v porfyru) byla pozorována přítomnost relativně velkých krystalů křemene zaobleného tvaru a s nápadným aktinolitovým lemem. Zaoblený tvar by mohl být způsoben magmatickou korozí fenokrystů při měnících se podmínkách v důsledku výstupu magmatu, avšak amfibolový lem indikuje zásadní nerovnováhu mezi křemenem a okolní taveninou a je v rozporu s takovou interpretací. V minetě navíc nelze předpokládat ranou krystalizaci křemene a přítomnost křemenných fenokrystů je vyloučena stejně jako v jiných typech mafických magmat. V porfyru vedle křemenů s amfibolovým lemem pozorujeme i skutečné fenokrysty křemene bez jakéhokoli náznaku nějakého reakčního lemu. Z toho lze odvodit, že křemeny s amfibolovými lemy jsou krystaly cizorodé, tedy xenokrysty. V lamprofyrovém magmatu byly tyto xenokrysty nestabilní a pozvolna se rozpouštěly za vzniku reakčního lemu, který je v mafických magmatech typicky klinopyroxenový, ale v minetě později došlo k amfibolizaci tohoto pyroxenu stejně jako u diopsidu krystalujícího z taveniny.

Křemenné xenokrysty uzavřené magmatem granitového porfyru by neměly mít žádný reakční lem, protože v acidním magmatu není žádný důvod ke vzájemné reakci. Existenci xenokrystů s reakčním lemem však můžeme vysvětlit mísením magmat – lamprofyrového (minetového) a acidního (granitového). Tyto křemeny mohly být původně buď fenokrysty v acidním magmatu, které se v raném stadiu mísení dostaly do prostředí výrazně bazičtějšího, v němž v dalším průběhu mísení s větším množstvím acidního magmatu docházelo k postupnému

nárůstu obsahu  $\text{SiO}_2$ , nebo se jednalo o xenokrysty z cizích hornin (např. granitoidů), uzavřené původně v lamprofyrovém magmatu, které následně prodělalo pokročilý stupeň mísení s magmatem granitickým.

Dalším důkazem mixingů mezi lamprofyrovým a granitickým magmatem je přítomnost pilitických pseudomorfóz po olivínu nejen v minetě, ale také v přechodní zóně a v menší míře i v centrálním granitovém porfyru. Rovněž silně variabilní složení a nejednotná zonálnost fenokrystů tmavých slíd v granitovém porfyru ukazuje na mixing, protože některé fenokrysty odpovídají vysoce hořečnatému flogopitu zcela odpovídající obdobným fenokrystům v minetě, zatímco jiné mají i v centrech krystalů hořečnatost podstatně sníženou.

### 8.2.2. Žíla od Kamenného Újezdce

V žíle granodioritového porfyru z Kamenného Újezdce byly i při rozdílném složení pozorovány některé podobné jevy jako na lokalitě Poříčí n.S. Jsou to velmi silná zonálnost plagioklasů, která je navíc obvykle inverzní při abnormálně vysoké bazicitě lemů vyrostlic na horninu obsahující křemen, dále amfibolové lemy kolem xenokrystů křemene v tmavší přikontaktní zóně žíly, a také přítomnost problematických pilitických pseudomorfóz. Nelze proto vyloučit, že zejména okrajové partie této žíly mohly vzniknout též mísením dvou magmat, jednoho mafického (podle poměru  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  šošonického?) a druhého granodioritového. Křemenné xenokrysty s amfibolovým lemem v tmavším okraji by však nemusely být výsledkem magmatického mísení, ale mohlo by se jednat i o normální xenokrysty derivované z okolního sázavského granodioritu. Rozdíly ve složení okrajů a centrálních partií žíly jsou s výjimkou  $\text{SiO}_2$  obvykle menší než v silně zonální žíle od Poříčí. V centrálním porfyru jsou indikace mixingů nejednoznačné. Problematika vývoje magmatu v této žíle vyžaduje další podrobnější studium.

### 8.2.3. Minety z Nespek

V žílech minet z lokality Nespeky se vyskytují pilitické pseudomorfózy po olivínu, zonální flogopit, pseudomorfózy po pyroxenech, ale i reliktů nebo méně často zachovalé vyrostlice klinopyroxenů. Všechny tyto vyrostlice zřejmě krystalizovaly z minetového magmatu a žádné petrograficky pozorovatelné projevy mixingů nebyly pozorovány. Vyrostlice tmavých slíd sice celé odpovídají flogopitu (tj. mají výraznou převahu Mg nad Fe), ale mezi centry a okraji fenokrystů se projevují velmi výrazné rozdíly a pokles hořečnatosti k okrajům. Odpovídá to



normálnímu vývoji mafického minerálu při krystalizaci ze silně hořčnaté taveniny, zároveň to však svědčí i o poměrně dlouhém krystalizačním vývoji flogopitových vyrostlic a jeho začátku již ve velmi raných stádiích krystalizace minetového magmatu, kdy jeho hořčnatost nebyla výrazně snížena krystalizací jiných mafitů. O raném vzniku velkých flogopitů svědčí i častá plastická deformace jejich vyrostlic, která mohla být způsobena při jejich relativně dlouhém transportu vystupujícím magmatem. Alternativou k této interpretaci je původ největších a současně deformovaných flogopitových krystalů ještě v protolitu minetového magmatu ve svrchním plášti.

Velmi silný pokles hořčnatosti krystalizujícího flogopitu jako hlavního tmavého minerálu v minetách dokazuje, že při krystalizační diferenciaci minetového magmatu se složení zbytkové taveniny musí vyvíjet k podstatně méně hořčnatému, jak je to obvyklé ve všech typech mafických magmat (souhrnně viz např. Hess, 1989). Je to další důkaz toho, že silně hořčnaté ultradraselné syenitové a granitové porfyry nemohou být normálním produktem diferenciaci minetového magmatu, jak se domníval např. Němec (1973).

### **8.3. Přednostní prostorová orientace krystalů a podmínky vmístění žil**

Strukturní analýzy v žilných tělesech (zejména identifikace přednostní orientace minerálů pomocí metody AMS) se používá zejména k určení orientace toku magmatu a mechanismu jejich vmístění, celkově tedy na určení geodynamického vývoje žil (např. Callot a Geoffroy, 2004).

Pomocí strukturní analýzy (mezoskopické studium a aplikace analytických metod AMS a EBSD) byly u studovaných žil zjištěny následující základní parametry: (i) jejich subvertikální orientace ve směru ~SZ-JV, (ii) diskordantní charakter intruzivních kontaktů vůči stavbám okolních hornin, (iii) jejich homogenní křehké porušení v regionálních směrech, (iv) větší texturní variabilita horniny v profilu žilným tělesem, (v) relativně nižší hodnoty celkové magnetické susceptibility (indikace minerálů paramagnetických vlastností jako hlavních nositelů magnetické susceptibility horniny), (vi) převaha oblátního tvaru magnetického elipsoidu (planárního charakteru staveb) a nízký stupeň anizotropie (přítomnost staveb magmatického charakteru), (vii). určitá variabilita v orientaci staveb a pravděpodobně jejich vzájemná superpozice a (viii) na konkrétních vzorcích dobrá shoda v orientaci hlavních horninotvorných minerálů (zejména živců a biotitu).

Magnetickou stavbu v žilách (dle Raposo & Ernesto, 1995) lze dělit na čtyři základní typy: (i) **typ I** – směr  $K_3$  je kolmý na plochu žíly, osa  $K_1$  leží v rovině žíly (ve směru paralelním nebo kolmým k trajektorii toku magmatu), (ii) **typ II** -  $K_3$  a  $K_1$  leží v rovině žíly (orientace  $K_1$  je paralelní nebo kolmá na směr toku magmatu), (iii) **typ III** -  $K_3$  leží v rovině žíly a  $K_1$  je kolmá k rovině žíly a (iv) **typ IV** -  $K_1$  a  $K_3$  jsou náhodně orientovány.

V případě lokality Poříčí se jedná o kombinaci typu I (okrajové části žíly) a II (středové části žíly), kde jsou dobře zachovány primární stavby, pravděpodobně tokového charakteru. Lokalita Nespeky vykazuje vyšší variabilitu v orientaci  $K_1 - K_3$ . Zde není možné jednoznačně určit typ. U lokality Kamenný Újezdec byl identifikován typ I. Vykazuje několik homogenních maxim v případě přednostní orientace krystalografických os jednotlivých minerálů. Tento fakt je pravděpodobně dán vzájemnou superpozicí alespoň dvou různých staveb. Žilné těleso tedy nese znaky výrazného přetisku primárních staveb.

Stanovení trajektorií toku magmatu v žilných tělesech je problematické a v řadě prací široce diskutováno (Knight & Walker, 1988, Staudigel et al., 1992, Callot et al., 2001). V případě studovaných lokalit z důvodu identifikace silných staveb planárního charakteru a časté absence lineací (kapitola 7 EBSD – 7.3.1. a 7.3.2.) byly tokové trajektorie určeny pomocí metody „Určení směru toku z imbrikovaných ploch magnetické foliace v planárních tělesech“ (Geoffroy et al., 2002). Stanovené trajektorie toku magmatu (viz. tabulka 6.2). na lokalitách Poříčí a Nespeky upadají protiklonně pod mírnými úhly (0-32°), na lokalitě Kamenný Újezdec pak pod úhlem středním (~62°). Směr toku magmatu byl z důvodu prokazatelné asymetrie v průběhu vnitřních staveb určen jen na lokalitě Poříčí. V tomto případě (i) vyklenutí magnetických foliací subvertikální orientace v severozápadním směru a (ii) subhorizontální orientace tokových trajektorií indikuje horizontální tok magmatu ve směru od jihovýchodu k severozápadu.

Složitější strukturní záznam (různá míra zachování tokových staveb a intenzita „přetisku“ vlivem elastické reologie okolních hornin) pravděpodobně indikuje různé rychlosti výstupu a krystalizace magmat či heterogenní napěťový režim v okolním tonalitu sázavského typu v čase vmístění.

U studovaných žil jsou nápadné velké rozdíly v mocnosti mezi minetami a granitoidovými porfyry. Toto pozorování je zcela v souladu s poměry na dalších lokalitách v rámci SPK i mimo něj. Minety mají obvykle malé mocnosti žil, většinou v desetinách m až prvních metrech, mocnosti kolem nebo nad 5 m jsou vzácné. Granitoidové porfyry se naopak vyznačují většími mocnostmi, obvykle 5-30 m, zatímco mocnosti pod 2 m jsou zcela výjimečné (např. Holub a Lantora 1999).

Tyto systematické rozdíly v mocnostech mohou souviset jednak s objemem zúčastněných porcí magmat různého složení, jednak s viskozitou magmatu. Vzhledem k tomu, že minety mají tendenci vytvářet sice tenčí, ale zato početnější žíly, není asi objem magmatu významným faktorem. Vliv rozdílné viskozity je naproti tomu pravděpodobně velmi důležitý. Vztahy mezi viskozitou a mocností žil se zabýval např. Wada (1994) a mocnosti minet a granitoidových porfyrů jsou s jeho závěry plně v souladu, i když tento autor studoval z mafických žil bazalty a ne lamprofyry.

Viskozita silikátových taveniny roste s obsahem SiO<sub>2</sub> a klesá s obsahem MgO (viz např. Hess 1989). Zvýšený obsah vody v SiO<sub>2</sub>-bohatých taveninách však může viskozitu snížit až o několik řádů. Efektivní viskozita magmatu, nesoucího fenokrysty, rychle stoupá s množstvím těchto pevných částic a fenokrysty „nabitá“ magmata se navíc chovají jako výrazně ne-newtonovské kapaliny. Magmata granitoidových porfyrů, která obsahovala významné množství fenokrystů a přitom nebyla nasycená vodou, se proto musela chovat výrazně odlišně ve srovnání s magmatem o složení silně hořečnatého lamprofyru. Minetová magmata musela mít viskozitu proti magmatům granitoidního složení podstatně nižší, podobnou jako mají magmata bazaltová s nízkým obsahem krystalů, tzn. že magma bylo schopné efektivně vystupovat kanálem malé mocnosti.

Studované žíly během intruze v prostředí sázavského granodioritu pravděpodobně využily preexistující systém subvertikálních puklin směru zhruba SZ-JV, tj. pukliny přibližně kolmé k průběhům foliačních staveb velmi nápadně vyvinutých hlavně na okrajích sázavského plutonu (Žák et al. 2005b). Tyto pukliny odpovídají klasickému systému Q podle Cloose a v hlavních typech granodioritů SPK jsou orientovány ve směru Z-V až SZ-JV (srov. Dudek a Fediuk, 1958). Nebyly zjištěny žádné důkazy střížného vývoje těchto puklin, které mají charakter puklin vznikajících dilatací v režimu extenze kolmé nebo skoro kolmé na směr horninových žil.

## 9. Závěry

Hlavní výsledky této práce lze shrnout do následujících bodů:

- Studované minety vznikly krystalizací mafických ultradraselných magmat pocházejících ze svrchního pláště. Minety z Nespek jsou značně primitivní, bez záznamu nějakého významnějšího diferenciačního procesu.
- Minety jsou velmi bohaté některými inkompatibilními prvky, zejména Rb, Ba, Cs, Th a U. Díky svým obsahům Th a U jsou to nejsilněji radioaktivní horniny v dané oblasti.
- Pomocí mikrostrukturního pozorování a vyhodnocení geochemických dat se prokázala důležitá role mísení dvou magmat při vzniku zonální žíly v Poříčí nad Sázavou. Na rozdíl od modelu publikovaného Němcem (1988) má i centrální granitový porfyr povahu výrazně hybridní horniny a je výsledkem mixingu minetového magmatu s podstatně acidnějším granitickým magmatem, přičemž granitická komponenta výrazně převažuje.
- Rovněž u zonální žíly granodioritového porfyru v Kamenném Újezdci se pravděpodobně uplatnilo mísení magmat, oba koncové členy však musely být výrazně odlišné od případu v Poříčí n. S. a méně draselné.
- Tvary magnetického elipsoidu u všech žil jsou převážně oblátního charakteru a převažuje nízký stupeň magnetické anizotropie. Relativně nízká celková magnetická susceptibilita indikuje jako nositele magnetických vlastností paramagnetické minerály, v tomto případě dominantně biotit.
- V žilách jsou přednostně prostorově orientovány převážně biotity, méně živce. Na konkrétních vzorcích biotity a živce mají podobné orientace foliačních ploch.
- Výsledná měření metody EBSD převážně korelují se změřenými magnetickými stavbami v žilách.
- Žíly intrudovaly do granodioritu sázavského typu do již existujícího systému subvertikálních puklin (směru zhruba SZ-JV) během extenzního tektonického režimu SPK.

## Seznam použité literatury

- Balsley, J.R., Buddington, A.F. 1960. Magnetic susceptibility anisotropy and fabric of some Adirondack granites and orthogneisses. *Am. J. Sci.*, **258A**, 6-20.
- Borradaile, G.J., Henry, B. 1997. Tectonic application of magnetic susceptibility and its anisotropy. *Earth Sci. Rev.*, **42**, 49-93.
- Bouchez, J.-L. 1997. Granite is never anisotropic: an introduction to AMS studies of granitic rocks, in *Granite: from Segregation of Melt to Emplacement Fabrics*. pp. 95-112, eds Bouchez, J.L., Hutton, D.H.W. and Stephens, W.E., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Callot, J.P., Geoffroy, L., Aubourg, C., Pozzi, J.P., Mege, D. 2001. Magma flow direction of shallow dykes from the East Greenland margin inferred from magnetic fabric studies. *Tectonophysics* **335**, 313-329.
- Callot, J.P., Geoffroy, L. 2004. Magma flow in the East Greenland dyke swarm inferred from study of anisotropy of magnetic susceptibility: magmatic growth of a volcanic margin. *Geophys. J. Int.* **159**, 816-830.
- Dudek A., Fediuk F. 1958. Velikost rozpinání intrusivního tělesa na příkladu ze středočeského plutonu (Quantitative Charakteristik der Dehnung eines Intrusionskörpers am Beispiel dem mittelböhmischen Pluton). - *Acta Univ. Carol., Geologica* **1958**, 73-76.
- Ernst, R.E., Baragar, W.R.A., 1992. Evidence from magnetic fabric for the flow pattern of magma in the MacKenzie giant radiating dyke swarm. *Nature*, **356**, 511-513.
- Foley, S.F., Venturelli, G., Green, D.H. and Toscani, L. 1987. The ultrapotassic rocks: characteristics, classification, and constraints for petrogenetic models. *Earth-Sci.Rev.* **2**, 81-134.
- Geoffroy, L., Callot, J.P., Aubourg, C., Moreira, M. 2002. Magnetic and plagioclase linear fabric discrepancy in dykes: a new way to define the flow vector using magnetic foliation. *Terra Nova* **14**, 183-190.
- Hess, P.C. 1989. *Origins of Igneous Rocks*. Harvard University Press, Cambridge.
- Holub, F.V. 1990. *Petrogenetická interpretace chemismu kaliových lamproidů evropských hercynid na příkladu centrální a jižní části Českého masív*. Kandidátská disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, 265 pp.
- Holub, F.V. 1991. Příspěvek k petrochemii středočeského plutonu.. - In: Souček J. (ed.), *Horniny ve vědách o Zemi*, 117-140. Univerzita Karlova, Praha.
- Holub, F.V., Machart, J., Manová, M. 1997a. The Central Bohemian Plutonic Complex: geology, chemical composition and genetic interpretation. *Sbor. Geol. Věd. Ložisk. Geol. Mineral.* **31**, 27-50.
- Holub, F.V., Cocherie, A., Rossi, P. 1997b. Radiometric dating of granitic rocks from the Central Bohemian Complex (Czech Republic): constraints on the chronology of thermal and tectonic events along the Molbanubian-Barrandian boundary. *C. R. Acad. Sci. Paris. Sci. Terre Planetes* **325**, 19-26.
- Holub, F.V., Lantora M. 1999. Žilné horniny v podzemním zásobníku plynu Háje. *Zpr. geol. Výzk. v r.* 1998, 133-135.
- Hrouda, F., Jelínek, V. , Hrušková, L. 1990. A package of programs for statistical evaluation of magnetic anisotropy data using IBM-PC computers. *EOS Trans. AGU. Fall Meeting*.
- Janoušek, V., Rogers, G., Bowes, D.R. 1995. Sr-Nd isotopic constraints on the petrogenesis of the Central Bohemian Pluton, Czech republic. *Geol Rundsch* **84**, 520-534.
- Janoušek, V., Gerdes, A. 2003. Timing the magmatic activity within the Central Bohemian Pluton, Czech

- Republic: conventional U-Pb ages for the Sázava and Tábora intrusions and their geotectonic significance. *J. Czech Geol. Soc.* **48**, 70-71.
- Jelínek, J. 1932. Smíšená žíla od Poříčí nad Sázavou. *Čas. Nár. Musea, Odd. přírodověd.* **106**, (3/4), 139-144.
- Jelínek, J. 1935b. Příspěvek k otázce diferenciaci ve středočeském plutonu II. (Nespeky u Poříčí n. Sázavou). (Contribution la connaissance de la différenciation magmatique dans le pluton de la Bohême centrale. Nespeky près de Poříčí sur la Sázava). *Věst. Stát. geol. Úst. Čs. Republ.* **11**, 129-137.
- Jelínek, V. 1977. The Statistical Theory of Measuring Anisotropy of Magnetic Susceptibility of Rocks and its Application. Geofyzika, Brno, 88pp.
- Jelínek, V. 1978. Statistical processing of anisotropy of magnetic susceptibility measured on groups of specimens. *Stud. Geophys. Geod.*, **22**, 50-62.
- Jelínek, V. 1981. Characterization of the magnetic fabric of rocks. *Tectonophysics* **79**, 63-67.
- Knight, M.D., Walker, G.P.L. 1988. Magma flow direction in dykes of the Koolau complex, Oahu, determined from magnetic fabric studies. *J. Geophys. Res.* **93**, 4301-4319.
- Lang, M., Cimbáliková, A., Kašpar, P., Palivcová, M., Pivec, E., Ulrych, J. 1978. Horniny teletínských lomů. Petrologie intruzivního kontaktu tonalitu u Teletína. *Studie ČSAV*, No.3, 111 pp.
- Le Maitre R.W. (editor), Streckeisen A., Zanettin B., Le Bas M.J., Bonin B., Bateman P., Bellieni G., Dudek A., Schmid R., Sørensen H., Woolley A.R. 2002. Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. 2nd Edition. - Cambridge University Press, Cambridge – New York. 236 pp.
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J.A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W., Youzhi, G. 1997. Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *Can. Mineral.* **35**, 219-246.
- Machart, J. 1979. Alkalický mikrokvarcsyenit až mikrogranit (karlsteinit) z Jemnice u Strakonice. *Čas. Mineral. Geol.* **24**, 165-173.
- Morimoto, N. 1989. Nomenclature of pyroxenes. *Can. Mineral.* **27**, 143-156.
- Nagata, T. 1961. *Rock Magnetism*. 2nd edition, Maruzen, Tokyo, Japan, 350 p.
- Němec, D. 1973. Differentiation series of minettes in the Central Bohemian Pluton. *J. Geol.* **81**, 632-642. Chicago.
- Němec, D. 1988. Origin of syenite porphyries in the Central Bohemian Pluton by magma mixing. *Neu. Jb. Mineral. Abh.* **159**, 59-71.
- Olazabal, A.A. et al., 1999. Petrology, magnetic fabric and emplacement in a strike-slip regime of zoned peraluminous granite: the Campanario-La Haba pluton, Spain. In: A. CASTRO (Editor). Understanding Granites: Integrating New and Classical Techniques. *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, **168**, 177-190.
- Prior, D.J., Boyle, A.P., Brenker, F., Cheadle, M.C., Day, A., Lopez, G., Peruzzo, L., Potts, G.J., Reddy, S.M., Spiess, R., Timms, N.E., Trimby, P.W., Wheeler, J., Zetterstrom, L. 1999. The application of electron

- backscatter diffraction and orientation contrast imaging in the SEM to textural problems in rocks. *Am. Min.* **84**, 1741–1759.
- Ramsay, J. G., Huber, M.I. 2002. The techniques of modern structural geology. *Folds and fractures* **2**.
- Raposo, M.I.B., Ernesto, M. 1995. Anisotropy of magnetic susceptibility in the Ponta Grossa dyke swarm (Brazil) and its relationship with magma flow direction. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* **87**, 183-196.
- Raposo, M.I.B., Chaves, A.O., Lojkasek-Lima, P., D'Agrella-Filho, M.S., Teixeira, W. 2004. Magnetic fabrics and rock magnetism of Proterozoic dike swarm from the southern Sao Francisco Craton, Minas Gerais State, Brazil. *Tectonophysics* **378**, 43– 63.
- Rieder, M. et al. 1998. Nomenclature of the micas. *Canadian Mineralogist*. **36**, (3), 905-917.
- Rock, N.M.S. 1977. The nature and origin of lamprophyres: some definitions, distinctions, and derivations. *Earth-Sci. Rev.* **13**: 123–169.
- Scheuvens, D., Zulauf, G. 2000. Exhumation, strain localization, and emplacement of granitoids along the western part of the Central Bohemian shear zone (Bohemian Massif). *Int. J. Earth Sci.* **89**, 617–630.
- Stacey, F.D., 1960. Magnetic anisotropy of igneous rocks. *Journal of Geophysical Research* **65**, 2429– 2442.
- Staudigel, H. G., Gee, J. S., Tauxe, L. & Varga, R. J. 1992. Shallow intrusive direction of sheeted dikes in the Troodos ophiolite: anisotropy of magnetic susceptibility and structural data. *Geology* **20**, 841-845.
- Tarling, D.H., Hrouda, F. 1993. *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. Chapman and Hall, London, United Kingdom, 217 p.
- Tonika, J., Vejnar, Z. et al. 1985. Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, 22-322 Radomyšl. Ústí. Úst. geol., Praha, 40 pp.
- Vejnar, Z. 1973. Petrochemistry of the Central Bohemian Pluton. *Geochem. Meth. Data*, 2.
- Verner, K., Žák, J., Hrouda, F., Holub, F. 2006. Magma emplacement during exhumation of the lower- to mid-crustal orogenic root: The Jihlava syenitoid pluton. Moldanubian Unit, Bohemian Massif. *J. Struct. Geol.* **28**, 8., 1553-1567.
- Vlašimský, P. 1971. Žilné horniny v příbramské rudní oblasti. *Sbor. geol. Věd., Geol.* **21**, 83-108.
- Žák, J., Holub, F.V., Verner, K. 2005a. Tectonic evolution of a continental magmatic arc from transpression in the upper crust to exhumation of mid-crustal orogenic root recorded by episodically emplacement plutons: the Central Bohemian Plutonic Complex (Bohemian Massif). *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch)* **94**, 385-400.
- Žák J., Schulmann K., Hrouda F. 2005b. Multiple magmatic fabrics in the Sázava pluton (Bohemian Massif, Czech Republic): a result of superposition of wrench-dominated regional transpression on final emplacement. *J. Struct. Geol.* **27** (5), 805-822.
- Žák, J., Holub, F.V., Kachlík, V. 2006. Magmatic stoping as an important emplacement mechanism of Variscan plutons: evidence from roof pendants in the Central Bohemian Plutonic Complex (Bohemian Massif). *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch)* **95**, 771-789.
- Žežulková, V. 1982. Žilné horniny jižní části středočeského plutonu. *Sbor. geol. Věd., Geol.* **37**, 71-102.
- Žežulková V., Rus V., Turnovec I. 1977. Žilné horniny krásnohorská-sedlčanské oblasti a jejich vztah k Sb-Au-zrudnění. *Sbor. geol. Věd. Geol.* **29**, 33-60.

Wada, Y. 1994. On the relationship between dike width and magma viscosity, *J. Geophys. Res.*, 99 (B9), 17, 743–17, 756.



## Příloha A: Mikrosondové analýzy biotitů

Tabulka A.1: smíšená žila Poříčí nad Sázavou - granitový porfýr

Sample Analysis Location Mineral	ms1B1 lem Por 1 5 btt	ms1B1 stred Por 1 6 btt	ms1B1 lem Por 1 9 btt	ms1B1 stred Por 1 8 btt	ms1B1 lem Por 4 5 btt	ms1B1 stred Por 4 4 btt	ms1B1 lem Por 7 5 btt	ms1B1 stred Por 7 6 btt	ms1B1 vyr Por 1 2 btt	ms1B1 vyr Por 3-6 btt
SiO2	39.17	39.70	39.43	38.54	39.11	40.31	39.54	42.58	39.66	38.49
TiO2	2.32	2.21	2.26	3.73	3.85	2.38	1.21	1.90	1.07	4.40
Al2O3	14.31	13.43	14.60	13.80	13.39	12.70	15.51	12.86	15.19	13.08
FeO	13.36	10.56	15.46	16.93	14.57	13.45	16.37	3.64	16.03	15.68
MnO	0.16	0.18	0.21	0.36	0.24	0.36	0.29	0.33	0.23	0.38
MgO	15.97	18.43	13.87	12.56	14.29	15.68	14.10	24.44	14.43	13.38
CaO	0.03	-	0.03	-	0.12	-	0.05	-	-	-
Na2O	0.28	0.41	0.24	0.46	0.42	0.59	0.34	0.51	0.34	0.75
K2O	9.76	9.86	9.42	9.60	9.93	9.88	9.24	10.33	9.79	10.08
Total	96.69	95.52	95.52	96.02	95.92	95.35	96.65	96.59	96.74	96.23
Si	5.79	5.75	5.86	5.77	5.80	5.97	5.82	5.94	5.84	5.75
AlIV	2.21	2.25	2.14	2.23	2.20	2.03	2.18	2.06	2.16	2.25
AlVI	0.28	0.04	0.41	0.21	0.14	0.19	0.50	0.06	0.47	0.05
Ti	0.26	0.24	0.25	0.42	0.43	0.27	0.13	0.20	0.12	0.50
Fe2	1.65	1.28	1.92	2.12	1.81	1.67	2.01	0.43	1.97	1.96
Mn	0.02	0.02	0.03	0.05	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.05
Mg	3.52	3.98	3.07	2.81	3.16	3.46	3.09	5.09	3.17	2.98
Ca	0.01	-	0.01	-	0.02	-	0.01	-	-	-
Na	0.08	0.12	0.07	0.13	0.12	0.17	0.10	0.14	0.10	0.22
K	1.84	1.82	1.78	1.84	1.88	1.87	1.73	1.84	1.84	1.92
Cations	15.66	15.72	15.54	15.57	15.59	15.67	15.62	15.79	15.69	15.67
O	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
mg#	0.68	0.76	0.62	0.57	0.64	0.68	0.61	0.92	0.62	0.6

Tabulka A.1: smíšená žila Poříčí nad Sázavou - granitový porfýr (pokračování)

Sample Analysis Location Mineral	ms1B1 vyr Por 3-8 btt	ms1B1 vyr Por 4 2 btt	ms1C vyr Por a13 btt	ms1C vyr Por a17 btt	ms1C vyr Por b1 btt	ms1C vyr Por c1 b btt	ms1C vyr Por e8 btt	ms1C inkluze Por e5 btt	ms1C lem Por b3 btt	ms1C stred Por b2 btt
SiO2	37.39	40.44	40.22	39.26	38.63	39.00	36.29	37.84	39.06	42.01
TiO2	4.57	1.43	2.75	3.75	2.43	3.60	0.50	3.82	2.90	1.83
Al2O3	14.27	13.97	13.07	12.84	14.85	14.24	16.64	14.60	13.67	13.62
FeO	17.80	15.31	12.01	16.01	15.89	15.02	19.43	15.48	13.67	4.09
MnO	0.21	0.20	0.28	0.17	0.26	0.32	0.29	0.25	0.20	0.03
MgO	11.72	15.07	16.73	13.85	13.81	13.93	12.26	12.82	15.70	24.03
CaO	-	-	0.16	0.07	-	-	-	0.08	0.04	-
Na2O	0.46	0.58	0.47	0.46	0.46	0.34	0.55	0.39	0.63	0.31
K2O	10.15	9.58	9.92	9.89	9.87	10.23	10.38	9.74	9.85	10.81
Total	96.56	96.58	95.61	96.31	96.19	96.69	96.33	95.01	95.71	96.72
Si	5.62	5.94	5.91	5.84	5.74	5.76	5.52	5.69	5.78	5.88
AlIV	2.38	2.06	2.10	2.16	2.26	2.24	2.48	2.31	2.22	2.13
AlVI	0.15	0.35	0.16	0.09	0.34	0.23	0.50	0.28	0.17	0.12
Ti	0.52	0.16	0.30	0.42	0.27	0.40	0.06	0.43	0.32	0.19
Fe2	2.24	1.88	1.48	1.99	1.98	1.85	2.47	1.95	1.69	0.48
Mn	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.00
Mg	2.63	3.30	3.66	3.07	3.06	3.07	2.78	2.88	3.47	5.01
Ca	-	-	0.03	0.01	-	-	-	0.01	0.01	-
Na	0.13	0.17	0.13	0.13	0.13	0.10	0.16	0.11	0.18	0.08
K	1.95	1.79	1.86	1.88	1.87	1.93	2.01	1.87	1.86	1.93
Cations	15.63	15.67	15.66	15.62	15.68	15.61	16.02	15.57	15.72	15.81
O	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
mg#	0.54	0.64	0.71	0.61	0.61	0.62	0.53	0.6	0.67	0.91

**Tabulka A.1: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr (pokračování)**

Sample	ms3_3 lem	ms3_3 lem	ms3_3 stred	ms3_3 stred	ms3_3 vyr	ms3_3 vyr	ms3_3 inkluzie	ms3_3 inkluzie	ms3_3 inkluzie	ms3_3 inkluzie
Location	Por b 2	Por b 3	Por a 6	Por a 8	Por a 10	Por d 8	Por a 1	Por a 2	Por d 6	Por d 7
Mineral	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt
SiO2	39.98	40.00	37.85	35.28	37.86	36.38	37.00	39.70	37.32	37.84
TiO2	1.29	1.08	3.90	4.51	2.50	4.62	4.02	2.97	4.01	3.85
Al2O3	14.47	14.47	12.85	14.68	14.25	14.81	13.48	12.82	13.98	13.91
FeO	14.55	14.62	17.13	18.10	15.03	17.94	16.26	16.19	16.57	16.63
MnO	0.33	0.29	0.39	0.27	0.35	0.33	0.26	0.16	0.28	0.24
MgO	15.25	15.68	13.35	12.29	15.29	11.59	13.90	14.64	13.20	13.39
Na2O	0.21	0.41	0.18	0.33	0.39	0.28	0.50	0.26	0.37	0.39
K2O	9.65	9.94	9.71	9.64	9.54	9.37	9.72	9.52	9.45	9.75
Total	95.74	96.49	95.36	95.08	95.21	95.32	95.14	96.26	95.17	96.00
Si	5.90	5.88	5.73	5.41	5.67	5.53	5.61	5.89	5.64	5.67
AlIV	2.10	2.13	2.27	2.59	2.33	2.47	2.39	2.11	2.36	2.33
AlVI	0.42	0.38	0.03	0.06	0.19	0.18	0.02	0.13	0.13	0.13
Ti	0.14	0.12	0.44	0.52	0.28	0.53	0.46	0.33	0.46	0.43
Fe2	1.80	1.80	2.17	2.32	1.88	2.28	2.06	2.01	2.09	2.09
Mn	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03
Mg	3.36	3.43	3.02	2.81	3.42	2.63	3.14	3.24	2.98	2.99
Na	0.06	0.12	0.05	0.10	0.11	0.08	0.15	0.07	0.11	0.11
K	1.82	1.86	1.88	1.89	1.82	1.82	1.88	1.80	1.82	1.87
Cations	15.63	15.74	15.64	15.73	15.75	15.56	15.74	15.60	15.62	15.65
O	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
mg#	0.65	0.66	0.58	0.55	0.64	0.54	0.6	0.62	0.59	0.59

**Tabulka A.2: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - mineta**

Sample	ms2-1 lem	ms2-1 stred	ms2-1 lem	ms2-1 stred	ms2-1 lem	ms2-1 stred	ms2-1 vyr	ms2-1 vyr	ms2-1 vyr	ms2-1 vyr
Location	Por a10	Por a9	Por a12	Por a11	Por a4	Por a5	Por a6	Por b4	Por b7	Por b8
Mineral	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt
SiO2	40.44	39.87	40.33	41.43	42.30	41.59	40.21	39.47	38.69	37.89
TiO2	3.06	3.12	2.45	1.67	1.82	2.09	1.78	3.48	2.97	2.72
Al2O3	13.53	13.03	13.79	13.07	12.73	13.46	15.47	12.64	15.23	15.22
FeO	13.06	11.43	12.06	3.59	7.59	3.67	10.76	14.27	15.11	15.22
MnO	0.19	0.28	0.07	0.01	0.16	0.28	0.23	0.20	0.16	0.15
MgO	16.04	17.15	17.10	23.81	21.06	23.78	17.96	15.40	14.33	14.24
CaO	-	-	-	-	-	-	-	0.74	0.31	0.26
Na2O	0.19	0.11	0.14	0.40	0.33	0.16	0.28	0.00	0.15	0.20
K2O	10.00	10.17	10.11	10.20	10.28	10.46	9.85	8.87	9.80	9.69
Total	96.50	95.15	96.45	95.98	96.27	95.51	96.55	95.18	96.75	95.58
Si	5.89	5.87	5.86	5.84	6.019	5.876	5.782	5.86	5.69	5.65
AlIV	2.11	2.13	2.14	2.16	1.981	2.124	2.218	2.14	2.31	2.35
AlVI	0.22	0.13	0.22	0.01	0.152	0.116	0.402	0.07	0.33	0.32
Ti	0.34	0.35	0.27	0.18	0.195	0.222	0.193	0.389	0.33	0.31
Fe2	1.59	1.41	1.47	0.42	0.903	0.433	1.294	1.772	1.86	1.90
Mn	0.02	0.04	0.01	0.00	0.019	0.034	0.028	0.025	0.02	0.02
Mg	3.49	3.77	3.70	5.00	4.467	5.008	3.85	3.408	3.14	3.17
Ca	-	-	-	-	-	-	-	0.117	0.05	0.04
Na	0.05	0.03	0.04	0.11	0.092	0.045	0.079	0	0.04	0.06
K	1.86	1.91	1.88	1.84	1.867	1.886	1.808	1.68	1.84	1.84
Cations	15.56	15.62	15.62	15.76	15.695	15.744	15.654	15.476	15.60	15.65
O	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
mg#	0.69	0.73	0.72	0.92	0.83	0.92	0.75	0.66	0.63	0.63

**Tabulka A.3: mineta Nespeky**

Sample	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8	ms8	ms8_1	ms8_1
Analysis	lem	stred	lem	stred	lem	stred	lem	stred	vyr	vyr
Location	Nes b 18	Nes b 19	Nes c 10	Nes d 9	Nes d 8	Nes d 7	Nes g 1	Nes g 2	Nes f 4	Nes f 7
Mineral	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt	btt
SiO2	38.99	41.50	38.40	40.93	38.58	40.76	38.75	40.47	39.89	38.63
TiO2	3.37	2.82	3.83	2.95	4.23	2.53	3.42	2.41	3.15	3.94
Al2O3	12.40	13.84	12.89	13.26	12.89	12.37	12.54	12.09	11.96	13.23
FeO	14.64	4.35	15.59	4.53	14.38	4.44	13.68	5.57	12.60	14.38
MnO	0.08	0.15	0.19	0.08	0.15	0.00	0.21	0.16	0.12	0.09
MgO	16.08	23.62	14.81	23.35	15.92	23.87	16.95	23.58	18.13	15.58
CaO	-	-	0.08	0.02	0.09	-	-	0.05	0.03	0.25
Na2O	0.17	0.13	0.13	0.33	0.24	0.43	0.33	0.71	0.00	0.27
K2O	9.70	10.27	9.30	10.24	9.44	9.85	10.49	9.70	9.92	9.29
Total	95.42	96.69	95.21	96.71	95.92	95.35	96.53	95.01	96.32	95.71
Si	5.82	5.80	5.76	5.80	5.75	5.92	5.82	5.95	5.94	5.73
AlIV	2.18	2.20	2.24	2.20	2.25	2.07	2.18	2.05	2.06	2.27
AlVI	0.00	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Ti	0.40	0.30	0.43	0.36	0.51	0.39	0.47	0.40	0.45	0.44
Fe2	1.82	0.51	1.95	0.53	1.78	0.53	1.69	0.67	1.54	1.78
Mn	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01
Mg	3.57	4.92	3.31	4.89	3.52	5.07	3.73	5.05	3.96	3.44
Ca	-	-	0.01	0.00	0.01	-	-	0.01	0.00	0.04
Na	0.05	0.04	0.04	0.09	0.07	0.12	0.10	0.20	0.00	0.08
K	1.84	1.83	1.78	1.84	1.78	1.79	1.98	1.78	1.85	1.76
Cations	15.67	15.69	15.58	15.74	15.61	15.78	15.83	15.87	15.68	15.59
O	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
mg#	0.66	0.91	0.63	0.9	0.66	0.91	0.69	0.88	0.72	0.66

**Tabulka A.4: Kamenný Újezdec**

Sample	ms4_1	ms4_1	ms4_1
Analysis	vyr	vyr	vyr
Location	Kam a 10	Kam c 7	Kam b 5
Mineral	btt	btt	btt
SiO2	42.91	39.91	40.16
TiO2	0.65	1.06	1.47
Al2O3	13.89	15.76	14.34
FeO	14.68	14.71	17.36
MnO	0.25	0.16	0.26
MgO	15.19	13.92	12.69
CaO	0.04	-	0.59
Na2O	0.08	0.19	0.07
K2O	8.59	9.62	9.26
Total	96.56	95.72	96.20
Si	6.19	5.88	5.96
AlIV	1.81	2.12	2.04
AlVI	0.55	0.62	0.47
Ti	0.07	0.12	0.17
Fe2	1.77	1.81	2.16
Mn	0.03	0.02	0.03
Mg	3.27	3.06	2.81
Ca	0.01	-	0.09
Na	0.02	0.05	0.02
K	1.58	1.81	1.75
Cations	15.34	15.54	15.50
O	22	22	22
mg#	0.65	0.63	0.57

## Příloha B: Mikrosondové analýzy amfibolů

Tabulka B.1: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr

Sample Analysis Location Mineral	ms1B1 5 2 asi Por amp	ms1B1 5 4 Por amp	ms1C d1 Por amp	ms1C d2 Por amp	ms1C d3 Por amp	ms1C e7 Por amp	ms3_3 a 11 asi Por amp	ms3_3 a 12 str Por amp	ms3_3 c 1 Por amp	ms3_3 c 2 Por amp
SiO2	56.63	56.12	54.20	55.99	54.49	55.73	55.44	57.56	51.67	52.89
TiO2	0.09	0.00	0.28	0.08	0.04	-	0.31	0.13	0.62	0.61
Al2O3	3.89	1.34	2.57	2.11	2.20	1.68	2.24	0.58	3.78	3.75
FeO	10.45	11.05	13.10	12.15	12.46	11.69	11.85	4.05	13.23	12.44
MnO	0.44	0.43	0.32	0.38	0.33	0.93	0.33	0.35	0.44	0.56
MgO	14.07	16.46	13.95	14.88	15.00	15.99	16.06	21.71	14.83	15.08
CaO	11.60	11.73	11.85	12.14	12.01	10.99	12.05	12.40	11.41	11.54
Na2O	1.89	0.76	0.70	0.83	0.89	0.61	0.44	0.33	0.89	1.04
K2O	0.04	0.04	0.19	0.15	0.15	0.09	0.18	0.06	0.39	0.39
Total	99.10	97.93	97.17	98.71	97.57	97.71	98.90	97.18	97.28	98.32
TSi	7.91	7.96	7.85	7.93	7.84	7.95	7.83	7.97	7.53	7.59
TAI	0.09	0.04	0.15	0.07	0.16	0.05	0.17	0.03	0.47	0.41
Sum_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0.55	0.19	0.28	0.28	0.22	0.23	0.20	0.07	0.18	0.22
CTi	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	-	0.03	0.01	0.07	0.07
CMg	2.93	3.48	3.01	3.14	3.22	3.40	3.38	4.48	3.22	3.23
CFe2	1.22	1.31	1.59	1.44	1.50	1.37	1.39	0.44	1.53	1.49
CMn	0.05	0.02	0.04	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sum_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BFe2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.03	0.08	0.01
BMn	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.11	0.04	0.04	0.06	0.07
BCa	1.50	1.78	1.79	1.76	1.83	1.68	1.82	1.84	1.78	1.77
BNa	0.50	0.18	0.20	0.23	0.17	0.17	0.12	0.08	0.08	0.15
Sum_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.01	0.02	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.01	0.17	0.14
AK	0.01	0.01	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.07	0.07
Sum_A	0.02	0.03	0.04	0.03	0.10	0.02	0.03	0.02	0.24	0.21
Sum_cat	15.02	15.03	15.02	15.01	15.10	15.00	15.03	15.02	15.24	15.21
Sum_oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
mg#	0.71	0.73	0.66	0.69	0.68	0.71	0.71	0.91	0.67	0.68

**Tabulka B.2: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - mineta**

Sample	ms2-1	ms2-1	ms2-1	ms2-1	ms2-1	ms2-1	ms2-1
Analysis	a2	a3	a7	b1	b2	b3	b6
Location	Por	Por	Por	Por	Por	Por	Por
Mineral	amp	amp	amp	amp	amp	amp	amp
SiO2	57.63	57.89	57.31	54.88	55.47	56.81	55.72
TiO2	-	-	-	0.35	0.05	0.19	-
Al2O3	0.35	0.80	0.10	1.18	1.00	0.87	0.88
FeO	7.33	5.54	9.45	12.15	12.15	13.16	12.92
MnO	0.39	0.45	0.19	0.46	0.38	0.51	0.45
MgO	19.53	20.63	17.87	15.67	15.51	15.10	14.97
CaO	12.15	11.99	12.58	12.07	12.32	12.73	12.38
Na2O	0.37	0.30	0.23	0.24	0.30	0.03	0.00
K2O	0.05	0.42	0.00	0.15	0.00	0.03	0.08
Total	97.79	98.01	97.73	97.14	97.20	99.41	97.40
TSi	8.00	8.00	8.00	7.91	7.97	8.00	8.00
TAI	0.00	0.00	0.00	0.09	0.03	0.00	0.00
Sum_T	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0.06	0.13	0.02	0.11	0.14	0.14	0.15
CTi	-	-	-	0.04	0.01	0.02	-
CMg	4.06	4.25	3.76	3.37	3.32	3.18	3.21
CFe2	0.86	0.62	1.11	1.46	1.46	1.55	1.55
CMn	0.03	0.00	0.02	0.02	0.05	0.06	0.06
Sum_C	5	5	5	5	5	5	5
BFe2	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BMn	0.02	0.05	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
BCa	1.82	1.78	1.81	1.86	1.89	1.88	1.89
BNa	0.10	0.08	0.06	0.07	0.08	0.01	0.00
Sum_B	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AK	0.01	0.08	0.00	0.03	0.00	0.01	0.02
Sum_A	0.01	0.08	0.00	0.03	0.00	0.01	0.02
Sum_cat	14.98	15.01	14.95	15.00	14.97	14.90	14.91
Sum_oxy	23	23	23	23	23	23	23
mg#	0.83	0.87	0.77	0.70	0.69	0.67	0.67

**Tabulka B.3: mineta Nespeky**

Sample	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1
Analysis	b 10 le	b 2	b 4 lem	b 5 str	b 6 tma	b 7 lem	b 8 str	c 9 lem	e 2	f 3
Location	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes
Mineral	amp	amp	amp	amp	amp	amp	amp	amp	amp	amp
SiO2	54.62	57.02	55.31	55.64	55.82	55.47	55.69	54.34	55.94	55.62
TiO2	0.13	0.03	0.14	0.10	0.06	0.23	0.22	0.25	0.20	0.21
Al2O3	0.61	1.32	1.03	1.30	1.43	1.23	0.87	0.97	1.02	1.09
FeO	12.69	8.95	16.04	12.27	10.83	14.18	12.05	15.29	9.74	8.75
MnO	0.32	0.32	0.31	0.59	0.42	0.36	0.40	0.52	0.49	0.26
MgO	15.63	18.83	13.38	15.40	16.90	14.23	16.25	13.50	16.50	17.91
CaO	12.44	12.81	11.89	12.11	12.35	12.59	12.47	11.67	13.44	11.94
Na2O	0.58	0.49	0.52	0.54	0.28	0.42	0.52	0.46	0.35	0.67
K2O	0.06	0.03	0.12	0.19	0.16	0.15	0.05	0.10	0.07	0.23
Total	97.07	99.80	98.75	98.14	98.23	98.86	98.54	97.09	97.74	96.69
TSi	7.92	7.88	7.97	7.95	7.90	7.93	7.92	7.95	7.93	7.91
TAI	0.08	0.12	0.03	0.05	0.10	0.07	0.08	0.05	0.07	0.10
Sum_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0.02	0.09	0.15	0.16	0.14	0.14	0.06	0.12	0.10	0.09
CTi	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
CMg	3.38	3.88	2.87	3.28	3.57	3.03	3.44	2.95	3.49	3.80
CFe2	1.54	1.03	1.93	1.47	1.28	1.70	1.43	1.87	1.15	1.04
CMn	0.04	0.00	0.03	0.07	0.00	0.04	0.04	0.03	0.06	0.01
Sum_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BFe2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BMn	0.00	0.04	0.01	0.00	0.05	0.00	0.01	0.03	0.00	0.03
BCa	1.93	1.90	1.84	1.84	1.87	1.87	1.90	1.83	1.89	1.82
BNa	0.07	0.06	0.14	0.15	0.08	0.12	0.09	0.13	0.10	0.16
Sum_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.03
AK	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.04
Sum_A	0.10	0.08	0.02	0.04	0.03	0.03	0.06	0.02	0.01	0.07
Sum_cat	15.10	15.08	15.01	15.03	15.02	15.01	15.06	15.01	15.00	15.07
Sum_oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
mg#	0.69	0.79	0.60	0.69	0.74	0.64	0.71	0.61	0.75	0.78

**Tabulka B.4: Kamenný Újezdec**

Sample	ms4_1	ms4_1	ms4_1	ms4_1	ms4_1
Analysis	a 7	b 3	b 8	c 4	c 5
Location	Kam	Kam	Kam	Kam	Kam
Mineral	amp	amp	amp	amp	amp
SiO2	50.12	55.00	43.61	56.67	58.07
TiO2	0.50	0.15	3.04	-	0.11
Al2O3	6.50	1.91	10.75	1.45	0.70
FeO	17.02	13.42	16.89	9.15	6.84
MnO	0.86	0.67	0.32	0.39	0.36
MgO	12.82	15.73	10.39	17.88	19.91
CaO	10.19	11.14	10.89	12.85	13.07
Na2O	0.35	0.34	1.79	0.01	0.22
K2O	0.36	0.61	0.87	0.08	0.02
Total	98.73	98.97	98.56	98.47	99.31
TSi	7.29	7.83	6.48	7.92	7.97
TAI	0.71	0.18	1.52	0.08	0.03
Sum_T	8	8	8	8	8
CAI	0.41	0.15	0.36	0.16	0.09
CTi	0.06	0.02	0.34	-	0.01
CMg	2.78	3.34	2.30	3.73	4.07
CFe2	1.76	1.49	1.99	1.07	0.79
CMn	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04
Sum_C	5	5	5	5	5
BFe2	0.32	0.11	0.11	0.00	0.00
BMn	0.11	0.08	0.04	0.02	0.00
BCa	1.58	1.70	1.73	1.93	1.92
BNa	0.00	0.09	0.11	0.00	0.06
Sum_B	2	2	2	2	2
ANa	0.10	0.00	0.41	0.00	0.00
AK	0.07	0.11	0.17	0.01	0.00
Sum_A	0.18	0.11	0.57	0.01	0.00
Sum_cat	15.18	15.09	15.57	14.96	14.99
Sum_oxy	23	23	23	23	23
mg#	0.57	0.68	0.52	0.78	0.84

## Příloha C: Mikrosondové analýzy živců

Tabulka C.1: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr

Sample Analysis Location Mineral	ms1B1 lem Por 3-4 plg	ms1B1 stred Por 3-5 plg	ms1B1 lem Por 7 3 plg	ms1B1 stred Por 7 2 plg	ms1B1 vyr Por 4 1 fsp	ms1B1 vyr Por 7 4 plg	ms1B1 inkluze Por 1 1 fsp	ms1B1 zakl Por 1 7 fsp
SiO2	60.12	59.43	55.22	62.35	65.53	58.39	64.48	65.21
Al2O3	23.55	25.10	27.03	24.17	17.62	25.52	17.85	18.23
FeO	-	-	0.22	0.05	-	0.19	0.10	-
BaO	-	-	-	0.02	-	0.10	0.06	-
CaO	6.00	7.72	9.85	5.96	-	7.93	-	0.21
Na2O	8.10	6.80	5.48	7.76	0.61	6.65	0.42	0.81
K2O	0.34	0.64	0.30	0.62	15.68	0.29	15.73	15.22
Total	98.11	99.69	98.09	100.92	99.45	99.06	98.63	99.68
Si	10.91	10.65	10.13	10.98	12.14	10.54	12.06	12.04
Al	5.03	5.30	5.84	5.01	3.84	5.43	3.93	3.96
Fe2	-	-	0.03	0.01	-	0.03	0.02	-
Ba	-	-	-	-	-	0.01	-	-
Ca	1.17	1.48	1.94	1.12	-	1.53	-	0.04
Na	2.85	2.37	1.95	2.65	0.22	2.33	0.15	0.29
K	0.08	0.15	0.07	0.14	3.71	0.07	3.75	3.59
Cations	20.03	19.95	19.95	19.91	19.90	19.94	19.92	19.92
Ab	70	59	49	68	6	59	4	7
An	29	37	49	29	0	39	0	1
Or	2	4	2	4	94	2	96	92

Tabulka C.1: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr (pokračování)

Sample Analysis Location Mineral	ms1C lem Por e2 plg	ms1C stred Por e4 plg	ms1C lem Por g4 fsp	ms1C stred Por g3 fsp	ms3_3 lem Por a 3 fsp	ms3_3 stred Por a 5 fsp	ms3_3 lem Por c 3 plg	ms3_3 stred Por c 4 plg
SiO2	59.80	56.75	64.91	63.21	63.35	64.92	64.09	58.86
Al2O3	25.29	25.90	18.73	18.94	18.22	18.66	21.63	26.41
FeO	0.32	0.04	0.18	0.02	0.11	-	0.05	0.03
BaO	-	-	0.63	1.70	0.47	0.49	0.05	-
CaO	6.48	7.56	-	-	-	-	2.54	8.14
Na2O	7.04	6.80	0.88	1.11	0.86	0.39	10.14	6.41
K2O	0.67	0.63	15.28	14.58	15.01	15.94	0.16	0.82
Total	99.58	97.67	100.62	99.56	98.02	100.40	98.66	100.67
Si	10.70	10.41	11.94	11.83	11.95	11.97	11.45	10.47
Al	5.33	5.60	4.06	4.17	4.05	4.05	4.55	5.53
Fe2	0.05	0.01	0.03	0.00	0.02	-	0.01	0.01
Ba	-	-	0.05	0.13	0.04	0.04	0.00	-
Ca	1.24	1.49	-	-	-	-	0.49	1.55
Na	2.44	2.42	0.32	0.40	0.32	0.14	3.51	2.21
K	0.15	0.15	3.59	3.48	3.61	3.75	0.04	0.19
Cations	19.92	20.07	20.02	20.14	20.02	19.98	20.05	19.96
Ab	64	60	8	10	8	4	87	56
An	32	37	0	0	0	0	12	39
Or	4	4	92	90	92	96	1	5



**Tabulka C.1: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr (pokračování)**

Sample Analysis Location Mineral	ms1C stred Por b6 fsp	ms1C lem Por a1 plg	ms1C stred Por a8 plg	ms1C vyr Por a10 fsp	ms1C vyr Por c3 fsp	ms1C vyr Por d4 fsp	ms1C inkluze Por e6 fsp	ms1C inkluze Por g2 plg
SiO2	64.52	65.36	56.92	64.28	64.83	64.45	64.80	57.70
Al2O3	19.18	20.53	26.98	19.20	18.10	18.14	18.33	25.90
FeO	-	-	-	-	-	-	0.21	-
BaO	0.68	0.14	0.03	0.65	0.18	0.12	-	0.03
CaO	0.02	3.13	8.56	0.20	-	-	-	7.74
Na2O	1.21	8.85	6.96	1.33	0.77	0.59	0.65	6.60
K2O	15.18	0.12	0.09	14.68	15.67	15.90	15.66	0.44
Total	100.80	98.13	99.52	100.34	99.55	99.21	99.65	98.40
Si	11.86	11.68	10.26	11.85	12.03	12.01	12.00	10.48
Al	4.15	4.32	5.73	4.17	3.96	3.98	4.00	5.54
Fe2	-	-	-	-	-	-	0.03	-
Ba	0.05	0.01	0.00	0.05	0.01	0.01	-	0.00
Ca	0.00	0.60	1.65	0.04	-	-	-	1.51
Na	0.43	3.07	2.43	0.48	0.28	0.22	0.23	2.32
K	3.56	0.03	0.02	3.45	3.71	3.78	3.70	0.10
Cations	20.10	19.71	20.10	20.08	20.00	20.00	19.96	19.96
Ab	11	83	59	12	7	5	6	59
An	0	16	40	1	0	0	0	38
Or	89	1	1	87	93	95	94	3

**Tabulka C.1: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr (pokračování)**

Sample Analysis Location Mineral	ms1C zakl Por a11 plg	ms1C zakl Por a9 fsp	ms1C zakl Por e1 plg	ms3_3 inkluze Por d 1 plg	ms3_3 zakl Por a 4 plg	ms3_3 zakl Por b 5 fsp	ms3_3 zakl Por b 6 plg
SiO2	63.63	65.57	67.93	60.32	61.91	63.80	64.18
Al2O3	22.83	18.57	19.86	24.67	22.48	18.99	23.43
FeO	-	-	-	0.09	0.13	-	-
BaO	-	0.05	-	0.02	-	0.59	0.07
CaO	3.65	-	2.50	5.94	4.25	-	1.59
Na2O	9.62	0.70	9.17	7.85	9.19	0.78	9.64
K2O	0.00	15.78	0.07	0.26	0.11	15.32	1.83
Total	99.72	100.68	99.52	99.16	98.07	99.48	100.73
Si	11.26	12.01	11.91	10.81	11.18	11.87	11.28
Al	4.76	4.01	4.10	5.21	4.78	4.16	4.85
Fe2	-	-	-	0.01	0.02	-	-
Ba	-	0.00	-	0.00	-	0.04	0.01
Ca	0.69	-	0.47	1.14	0.82	-	0.30
Na	3.30	0.25	3.12	2.73	3.22	0.28	3.29
K	0.00	3.69	0.02	0.06	0.03	3.64	0.41
Cations	20.01	19.96	19.61	19.97	20.05	20.04	20.14
Ab	83	6	87	70	79	7	82
An	17	0	13	29	20	0	8
Or	0	94	0	2	1	93	10

**Tabulka C.2: Oscilačné zonální vyrostlice, smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr**

Sample	ms1C a1	ms1C a2	ms1C a3	ms1C a4	ms1C a5	ms1C a6	ms1C a8
Location	Por lem	Por	Por	Por	Por	Por	Por stre
Mineral	plg	plg	plg	plg	plg	plg	plg
SiO <sub>2</sub>	66.80	58.10	56.08	57.11	58.33	59.98	57.54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.98	24.89	26.72	26.31	26.37	24.71	27.27
BaO	0.15	-	-	0.13	-	0.23	0.03
CaO	3.20	6.67	8.38	7.92	7.87	6.04	8.66
Na <sub>2</sub> O	9.04	7.11	6.34	6.63	7.05	7.59	7.03
K <sub>2</sub> O	0.12	0.45	0.47	0.57	0.13	0.25	0.09
Total	100.29	97.21	98.00	98.65	99.76	98.79	100.62
Si	11.68	10.65	10.26	10.38	10.45	10.80	10.26
Al	4.32	5.37	5.76	5.63	5.56	5.24	5.73
Ba	0.01	-	-	0.01	-	0.02	0.00
Ca	0.60	1.31	1.64	1.54	1.51	1.16	1.65
Na	3.07	2.53	2.25	2.34	2.45	2.65	2.43
K	0.03	0.10	0.11	0.13	0.03	0.06	0.02
Cations	19.71	19.97	20.03	20.04	20.00	19.94	20.10
Ab	83	64	56	58	61	68	59
An	16	33	41	39	38	30	40
Or	1	3	3	3	1	2	1

**Tabulka C.3: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - mineta**

Sample	ms2-1 zakl	ms2-1 zakl
Location	Por a8	Por a8
Mineral	fsp	plg
SiO <sub>2</sub>	63.75	68.33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.41	21.03
BaO	-	-
CaO	0.02	1.86
Na <sub>2</sub> O	0.43	10.08
K <sub>2</sub> O	15.50	0.03
Total	98.11	101.32
Si	11.97	11.78
Al	4.07	4.27
Ba	-	-
Ca	0.00	0.34
Na	0.16	3.37
K	3.71	0.01
Cations	19.92	19.77
Ab	4	91
An	0	9
Or	96	0

**Tabulka C.4: dioritový porfyr Kamenný Újezdec**

Sample Analysis Location Mineral	ms4_1 lem Kam a 2 plg	ms4_1 stred Kam a 1 plg	ms4_1 lem Kam a 4 plg	ms4_1 stred Kam a 6 plg	ms4_1 lem Kam c 2 plg	ms4_1 stred Kam c 1 plg	ms4_1 vyr Kam b 4 plg	ms4_1 zakl Kam a 11 plg
SiO2	52.83	54.43	45.24	47.79	56.95	60.10	44.34	52.94
Al2O3	28.70	27.24	33.68	32.67	26.78	23.46	33.49	27.94
FeO	0.72	0.24	0.48	0.29	0.13	0.26	0.33	0.41
BaO	0.44	-	0.12	0.13	-	0.08	-	0.26
CaO	12.38	10.59	17.61	13.96	10.56	6.10	17.84	11.19
Na2O	4.45	5.28	1.37	1.88	5.38	8.17	1.26	4.81
K2O	0.10	0.30	0.00	1.73	0.13	0.25	0.08	0.16
Total	99.61	98.08	98.49	98.45	99.94	98.41	97.34	97.71
Si	9.67	10.02	8.48	8.92	10.24	10.89	8.42	9.82
Al	6.19	5.90	7.44	7.18	5.67	5.01	7.49	6.11
Fe2	0.11	0.04	0.08	0.05	0.02	0.04	0.05	0.06
Ba	0.03	-	0.01	0.01	-	0.01	-	0.02
Ca	2.43	2.09	3.54	2.79	2.04	1.19	3.63	2.22
Na	1.58	1.88	0.50	0.68	1.87	2.87	0.46	1.73
K	0.02	0.07	0.00	0.41	0.03	0.06	0.02	0.04
Cations	20.06	20.00	20.05	20.04	19.87	20.06	20.07	20.02
Ab	39	47	12	18	48	70	11	43
An	60	52	88	72	52	29	88	56
Or	1	2	0	11	1	1	1	1

**Tabulka C.5: mineta Nespeky**

Sample Analysis Location Mineral	ms8_1 zakl Nes b 13 fsp	ms8_1 zakl Nes b 14 fsp	ms8_1 zakl Nes b 15 fsp	ms8_1 zakl Nes b 16 fsp	ms8_1 zakl Nes b 21 plg	ms8_1 zakl Nes b 22 fsp	ms8_1 zakl Nes c 15 fsp	ms8_1 zakl Nes c 16 fsp
SiO2	64.64	65.57	64.66	65.16	67.42	64.12	66.78	65.12
Al2O3	18.25	19.03	18.28	18.29	19.74	18.16	20.27	18.46
FeO	0.28	0.16	0.18	0.14	-	0.16	0.03	-
BaO	0.47	0.19	0.78	0.27	0.05	0.11	-	0.45
CaO	-	0.02	-	-	0.87	0.11	1.54	-
Na2O	0.40	0.71	0.45	0.57	10.93	0.62	10.65	0.33
K2O	15.46	15.75	15.65	15.50	0.09	15.18	0.16	15.69
Total	99.50	101.43	100.00	99.93	99.10	98.47	99.43	100.05
Si	12.01	11.94	11.99	12.03	11.90	12.00	11.77	12.02
Al	3.99	4.08	3.99	3.98	4.10	4.00	4.21	4.01
Fe2	0.04	0.03	0.03	0.02	-	0.03	0.00	-
Ba	0.03	0.01	0.06	0.02	0.00	0.01	-	0.03
Ca	-	0.00	-	-	0.16	0.02	0.29	-
Na	0.14	0.25	0.16	0.20	3.74	0.22	3.64	0.12
K	3.66	3.66	3.70	3.65	0.02	3.63	0.04	3.69
Cations	19.92	19.98	19.99	19.92	19.93	19.92	19.95	19.91
Ab	4	6	4	5	95	6	92	3
An	0	0	0	0	4	1	7	0
Or	96	94	96	95	1	94	1	97

## Příloha D: Mikrosondové analýzy klinopyroxenů

Tabulka D.1: mineta Nespeky

Sample	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1	ms8_1
Analysis	b 1 str	c 8 ja	c 1 str	c 2 lem	c 3 lem	d 1 str	d 2 bil	d 3 tma
Location	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes	Nes
Mineral	px	px	px	px	px	px	px	px
SiO2	54.25	53.72	54.18	54.58	55.29	55.18	53.24	54.66
TiO2	0.31	0.00	0.22	0.36	0.46	0.22	0.01	0.36
Al2O3	0.87	0.20	1.52	1.07	0.43	0.82	0.29	0.81
FeO	5.36	9.47	9.89	4.39	4.23	5.30	10.63	4.66
MnO	0.11	0.59	0.72	0.30	0.11	0.18	0.42	0.07
MgO	16.61	11.73	10.86	17.75	18.17	17.71	11.38	17.59
CaO	21.72	23.00	21.59	20.47	21.38	21.26	23.73	21.76
Na2O	0.56	0.49	1.19	0.38	0.35	0.00	0.00	0.00
Total	99.78	99.21	100.16	99.29	100.42	100.67	99.69	99.91
Si	2.00	2.00	1.99	2.00	1.99	2.00	1.99	2.00
Ti	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.03	0.01	0.03	0.03	0.04	0.07	0.05	0.02
Fe3+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Fe2+	0.16	0.34	0.14	0.29	0.16	0.30	0.13	0.13
Mn	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00
Mg	0.95	0.64	0.95	0.73	0.91	0.60	0.97	0.98
Ca	0.84	1.00	0.87	0.93	0.85	0.88	0.81	0.84
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.09	0.03	0.02
Total	4	4	4	4	4	4	4	4
Egirin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Jadeit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	0.03	0.02
Enstatit	0.48	0.32	0.48	0.36	0.45	0.30	0.48	0.49
Ferosilit	0.08	0.17	0.07	0.14	0.08	0.15	0.07	0.06
Wollastonit	0.40	0.48	0.42	0.44	0.42	0.43	0.40	0.41

- neměřeno

## Příloha E: Anizotropie magnetické susceptibility

Tabulka E.1: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - mineta

MS1									
mean	L	F	P	P'	T	dK1geo	iK1geo	dK3geo	iK3geo
3.91E+03	1.008	1.009	1.017	1.017	0.073	178	47	74	12
4.01E+03	1.007	1.019	1.026	1.027	0.443	193	57	68	21
3.81E+03	1.004	1.017	1.022	1.023	0.611	197	64	76	15
3.81E+03	1.003	1.015	1.019	1.02	0.659	171	45	66	15
4.10E+03	1.002	1.016	1.018	1.02	0.811	166	44	64	12
4.05E+03	1.002	1.015	1.017	1.019	0.745	168	47	62	15
3.70E+03	1.002	1.012	1.015	1.016	0.691	159	62	54	8
3.93E+03	1.004	1.009	1.012	1.013	0.435	157	54	54	9
3.85E+03	1.001	1.012	1.013	1.014	0.859	175	68	54	12
4.03E+03	1.003	1.012	1.015	1.016	0.578	155	39	57	11

Tabulka E.2: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - mineta

MS2									
mean	L	F	P	P'	T	dK1geo	iK1geo	dK3geo	iK3geo
3.82E+03	1.008	1.051	1.06	1.065	0.735	233	84	37	6
4.06E+03	1.003	1.051	1.053	1.06	0.898	284	74	32	5
3.74E+03	1.007	1.036	1.042	1.046	0.685	343	86	207	3
4.01E+03	1.005	1.033	1.039	1.042	0.717	313	83	203	3
4.13E+03	1.002	1.032	1.034	1.038	0.874	300	67	204	2
4.07E+03	1.013	1.036	1.05	1.052	0.452	305	85	206	1
4.04E+03	1.005	1.037	1.042	1.046	0.772	83	90	203	0
3.96E+03	1.005	1.034	1.039	1.043	0.759	8	84	200	6
4.31E+03	1.02	1.036	1.056	1.057	0.283	107	81	204	1
3.94E+03	1.004	1.04	1.045	1.049	0.807	39	84	198	6

Tabulka E.3: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr

MS3									
mean	L	F	P	P'	T	dK1geo	iK1geo	dK3geo	iK3geo
3.08E+03	1.01	1.01	1.02	1.02	-0.002	246	88	151	0
2.63E+03	1.006	1.014	1.02	1.021	0.433	249	70	345	2
2.75E+03	1.005	1.015	1.02	1.021	0.463	263	55	171	2
2.63E+03	1.01	1.014	1.023	1.024	0.17	271	44	169	11
2.83E+03	1.012	1.025	1.037	1.037	0.356	189	71	290	4
2.48E+03	1.016	1.015	1.031	1.031	-0.041	192	60	288	4
2.66E+03	1.007	1.018	1.025	1.026	0.463	246	57	132	15
2.34E+03	1.009	1.014	1.023	1.023	0.21	249	63	133	13
2.83E+03	1.012	1.019	1.032	1.032	0.21	239	75	141	2
2.86E+03	1.008	1.017	1.025	1.026	0.376	241	49	130	17

**Tabulka E.4: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr**

<b>MS2-S</b>									
<b>mean</b>	<b>L</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>P'</b>	<b>T</b>	<b>dK1geo</b>	<b>iK1geo</b>	<b>dK3geo</b>	<b>iK3geo</b>
2.19E+02	1.046	1.038	1.085	1.086	-0.091	127	58	12	15
2.18E+02	1.008	1.052	1.06	1.065	0.741	296	30	28	3
2.01E+02	1.005	1.052	1.057	1.064	0.834	295	25	26	3
1.88E+02	1.007	1.051	1.058	1.064	0.763	295	40	31	7
2.05E+02	1.008	1.048	1.056	1.061	0.705	126	56	216	0
2.50E+02	1.002	1.058	1.061	1.069	0.928	315	6	45	0
1.92E+02	1.005	1.052	1.058	1.064	0.822	307	27	216	1
2.11E+02	1.006	1.046	1.052	1.057	0.76	131	48	225	4
2.21E+02	1.04	1.052	1.094	1.094	0.133	136	55	43	2
2.61E+02	1.002	1.058	1.06	1.069	0.941	311	14	220	1

**Tabulka E.5: smíšená žíla Poříčí nad Sázavou - granitový porfyr**

<b>MS3-S</b>									
<b>mean</b>	<b>L</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>P'</b>	<b>T</b>	<b>dK1geo</b>	<b>iK1geo</b>	<b>dK3geo</b>	<b>iK3geo</b>
1.76E+02	1.045	1.102	1.152	1.156	0.378	172	57	302	23
1.46E+02	1.005	1.021	1.026	1.028	0.625	234	41	339	16
1.71E+02	1.015	1.016	1.031	1.031	0.045	266	15	359	10
1.63E+02	1.011	1.014	1.025	1.025	0.091	257	32	352	7
1.50E+02	1.012	1.018	1.03	1.03	0.186	238	52	352	17
1.50E+02	1.009	1.02	1.029	1.03	0.36	277	69	20	5
1.58E+02	1.012	1.014	1.026	1.026	0.086	171	78	11	11
1.74E+02	1.039	1.065	1.107	1.108	0.252	159	57	351	33
1.68E+02	1.02	1.049	1.07	1.072	0.424	147	57	15	24
1.56E+02	1.006	1.021	1.028	1.029	0.541	289	65	19	0

**Tabulka E.6: Kamenný Újezdec - lamprofyrická kontaktní zóna**

<b>MS4</b>									
<b>mean</b>	<b>L</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>P'</b>	<b>T</b>	<b>dK1geo</b>	<b>iK1geo</b>	<b>dK3geo</b>	<b>iK3geo</b>
6.58E+03	1.008	1.026	1.034	1.036	0.51	329	23	226	28
6.80E+03	1.009	1.024	1.034	1.035	0.446	331	20	228	31
5.94E+03	1.01	1.022	1.032	1.032	0.392	332	23	227	31
6.69E+03	1.008	1.018	1.026	1.027	0.354	332	22	228	30
5.97E+03	1.008	1.018	1.026	1.027	0.351	336	23	232	30
5.41E+03	1.008	1.019	1.027	1.027	0.397	339	20	238	28
6.15E+03	1.008	1.021	1.028	1.029	0.458	336	19	236	28
5.62E+03	1.008	1.017	1.024	1.025	0.375	333	23	232	26
6.58E+03	1.007	1.025	1.032	1.034	0.559	334	22	231	29
6.32E+03	1.008	1.024	1.033	1.034	0.495	336	16	238	26

**Tabulka E.7: Kamenný Újezdec - granodioritový porfyr**

<b>MS5</b>									
<b>mean</b>	<b>L</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>P'</b>	<b>T</b>	<b>dK1geo</b>	<b>iK1geo</b>	<b>dK3geo</b>	<b>iK3geo</b>
4.93E+03	1.006	1.014	1.02	1.02	0.374	112	8	207	33
4.90E+03	1	1.011	1.012	1.013	0.928	86	44	215	33
4.80E+03	1.001	1.012	1.014	1.015	0.793	91	46	220	32
4.85E+03	1.002	1.011	1.013	1.014	0.675	94	47	221	29
5.00E+03	1.002	1.011	1.013	1.014	0.743	134	39	244	24
4.83E+03	1.002	1.011	1.013	1.014	0.748	66	63	249	27
4.47E+03	1.001	1.011	1.013	1.014	0.772	45	62	241	28
4.95E+03	1.001	1.012	1.013	1.014	0.846	129	41	244	26
4.90E+03	1.002	1.01	1.013	1.013	0.661	108	57	245	25
4.93E+03	1.002	1.011	1.013	1.014	0.651	70	63	246	27

**Tabulka E.8: Kamenný Újezdec - granodioritový porfyr**

<b>MS6</b>									
<b>mean</b>	<b>L</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>P'</b>	<b>T</b>	<b>dK1geo</b>	<b>iK1geo</b>	<b>dK3geo</b>	<b>iK3geo</b>
3.38E+03	1.003	1.015	1.017	1.019	0.708	97	47	227	31
3.34E+03	1.004	1.017	1.022	1.023	0.583	121	18	224	34
3.42E+03	1	1.017	1.017	1.02	0.981	49	58	226	32
3.29E+03	1.005	1.011	1.016	1.016	0.41	106	40	221	26
3.10E+03	1.005	1.016	1.021	1.022	0.56	120	22	227	37
3.27E+03	1.003	1.015	1.018	1.019	0.655	332	43	221	21
3.50E+03	1	1.023	1.023	1.026	0.96	327	31	222	23
3.53E+03	1.002	1.017	1.019	1.021	0.786	119	26	224	28
3.47E+03	1.014	1.019	1.033	1.033	0.128	0	61	241	15
3.31E+03	1.001	1.02	1.021	1.024	0.888	323	19	225	20

**Tabulka E.9: mineta B Nespeky**

<b>MS7</b>									
<b>mean</b>	<b>L</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>P'</b>	<b>T</b>	<b>dK1geo</b>	<b>iK1geo</b>	<b>dK3geo</b>	<b>iK3geo</b>
6.21E+03	1.01	1.006	1.016	1.016	-0.252	215	43	100	24
5.84E+03	1.005	1.009	1.014	1.015	0.266	208	32	88	39
5.68E+03	1.007	1.007	1.014	1.014	0.035	193	45	75	25
6.00E+03	1.004	1.012	1.016	1.016	0.54	216	40	86	38

**Tabulka E.10: mineta B Nespeky**

<b>MS8</b>									
<b>mean</b>	<b>L</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>P'</b>	<b>T</b>	<b>dK1geo</b>	<b>iK1geo</b>	<b>dK3geo</b>	<b>iK3geo</b>
5.98E+03	1.003	1.028	1.031	1.034	0.835	263	71	35	13
5.89E+03	1.003	1.027	1.031	1.034	0.786	278	69	42	13
5.77E+03	1.003	1.025	1.027	1.03	0.79	304	53	56	16
5.95E+03	1.009	1.02	1.029	1.03	0.361	240	73	62	17
5.71E+03	1.004	1.024	1.028	1.03	0.683	313	43	65	22
5.95E+03	1.004	1.023	1.028	1.03	0.684	323	31	69	25
5.97E+03	1.005	1.024	1.029	1.031	0.647	317	38	65	22

Tabulka E.11: mineta B Nespeky

MS7-K									
mean	L	F	P	P'	T	dK1geo	iK1geo	dK3geo	iK3geo
4.24E+02	1.008	1.014	1.022	1.022	0.267	320	82	55	1
3.65E+02	1.006	1.018	1.024	1.025	0.487	188	42	283	5
4.15E+02	1.005	1.026	1.032	1.034	0.675	178	57	270	1
3.87E+02	1.002	1.016	1.018	1.02	0.762	198	66	312	10
3.35E+02	1.011	1.004	1.014	1.015	-0.462	225	53	41	37
3.59E+02	1.004	1.018	1.022	1.024	0.626	295	53	120	37
3.52E+02	1.003	1.015	1.019	1.02	0.665	204	59	99	9
3.45E+02	1.008	1.007	1.015	1.015	-0.03	254	54	124	26
3.60E+02	1.003	1.014	1.017	1.018	0.665	273	59	115	29
3.72E+02	1.009	1.006	1.015	1.015	-0.19	235	40	125	21

Tabulka E.12: mineta B Nespeky

MS8-S									
mean	L	F	P	P'	T	dK1geo	iK1geo	dK3geo	iK3geo
3.66E+02	1.014	1.004	1.018	1.019	-0.538	280	5	173	75
3.90E+02	1.009	1.013	1.023	1.023	0.202	31	63	229	26
3.51E+02	1.009	1.007	1.015	1.015	-0.139	287	13	36	53
4.05E+02	1.003	1.02	1.023	1.025	0.723	39	47	233	42
4.21E+02	1.001	1.018	1.019	1.021	0.916	53	19	206	69
3.64E+02	1.004	1.011	1.015	1.015	0.519	62	16	223	73
3.70E+02	1.004	1.021	1.025	1.027	0.653	49	50	269	32
3.83E+02	1.007	1.016	1.023	1.024	0.407	53	17	272	69
3.79E+02	1.002	1.021	1.023	1.025	0.809	35	13	241	76
3.87E+02	1.017	1.022	1.04	1.04	0.125	84	63	245	26

Tabulka E.13: mineta A Nespeky

MS10									
mean	L	F	P	P'	T	dK1geo	iK1geo	dK3geo	iK3geo
2.45E+02	1.006	1.018	1.024	1.025	0.526	114	31	340	49
2.25E+02	1.005	1.022	1.027	1.029	0.629	140	35	336	54
2.42E+02	1.006	1.02	1.026	1.027	0.556	145	40	335	50
2.48E+02	1.004	1.026	1.03	1.033	0.716	122	35	312	55
2.31E+02	1.006	1.022	1.028	1.03	0.574	103	26	319	59
2.31E+02	1.006	1.02	1.027	1.028	0.535	106	31	317	55
2.53E+02	1.005	1.019	1.024	1.026	0.607	132	37	315	53
2.44E+02	1.005	1.02	1.025	1.027	0.603	122	37	311	53
2.42E+02	1.006	1.023	1.03	1.031	0.558	135	36	315	54
2.40E+02	1.005	1.023	1.028	1.03	0.611	131	36	320	54



Tabulka E.14: mineta A Nespeky

MS11									
mean	L	F	P	P'	T	dK1geo	iK1geo	dK3geo	iK3geo
2.35E+02	1.007	1.025	1.032	1.034	0.574	130	25	226	12
2.61E+02	1.007	1.027	1.035	1.037	0.578	136	35	228	3
2.69E+02	1.007	1.022	1.029	1.031	0.545	126	37	226	13
2.49E+02	1.007	1.027	1.034	1.036	0.602	147	31	239	3
2.52E+02	1.006	1.03	1.036	1.039	0.639	150	31	241	2
2.56E+02	1.005	1.029	1.035	1.038	0.682	148	47	243	5
2.60E+02	1.006	1.025	1.031	1.033	0.63	156	30	249	6
2.58E+02	1.01	1.03	1.04	1.042	0.499	150	34	243	5
2.40E+02	1.009	1.018	1.027	1.028	0.321	158	24	255	17
2.59E+02	1.007	1.026	1.033	1.035	0.587	157	21	249	7

Tabulka E.15: mineta A Nespeky

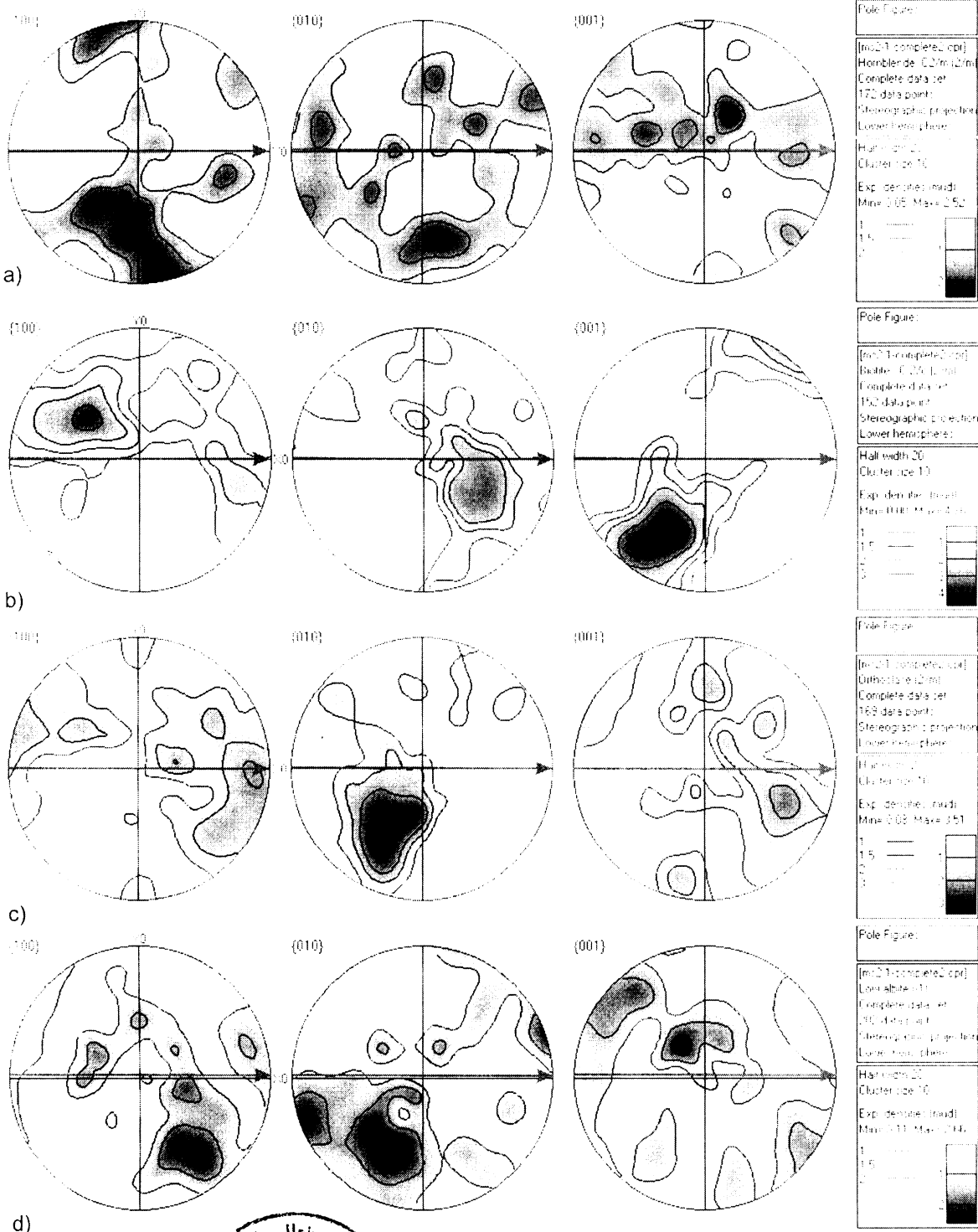
MS12									
mean	L	F	P	P'	T	dK1geo	iK1geo	dK3geo	iK3geo
2.39E+02	1.005	1.022	1.028	1.029	0.618	143	16	53	1
2.45E+02	1.01	1.019	1.029	1.029	0.315	133	35	227	6
2.21E+02	1.005	1.021	1.026	1.028	0.624	144	11	237	13
2.26E+02	1.004	1.022	1.025	1.028	0.696	141	18	231	2
2.40E+02	1.002	1.021	1.022	1.025	0.851	138	40	229	2
2.31E+02	1.003	1.022	1.025	1.027	0.726	126	33	219	5
2.08E+02	1.005	1.02	1.025	1.027	0.61	128	22	218	1
2.46E+02	1.005	1.021	1.027	1.028	0.583	127	19	220	8
2.33E+02	1.004	1.022	1.026	1.028	0.67	116	34	211	7
2.34E+02	1.005	1.021	1.025	1.027	0.639	119	30	211	4

**mean** - celková magnetická susceptibilita, **L** - magnetická lineace, **F** - magnetická foliace, **P** - stupeň anizotropie, **P'** - korigovaný stupeň anizotropie, **T** - tvarový parametr.

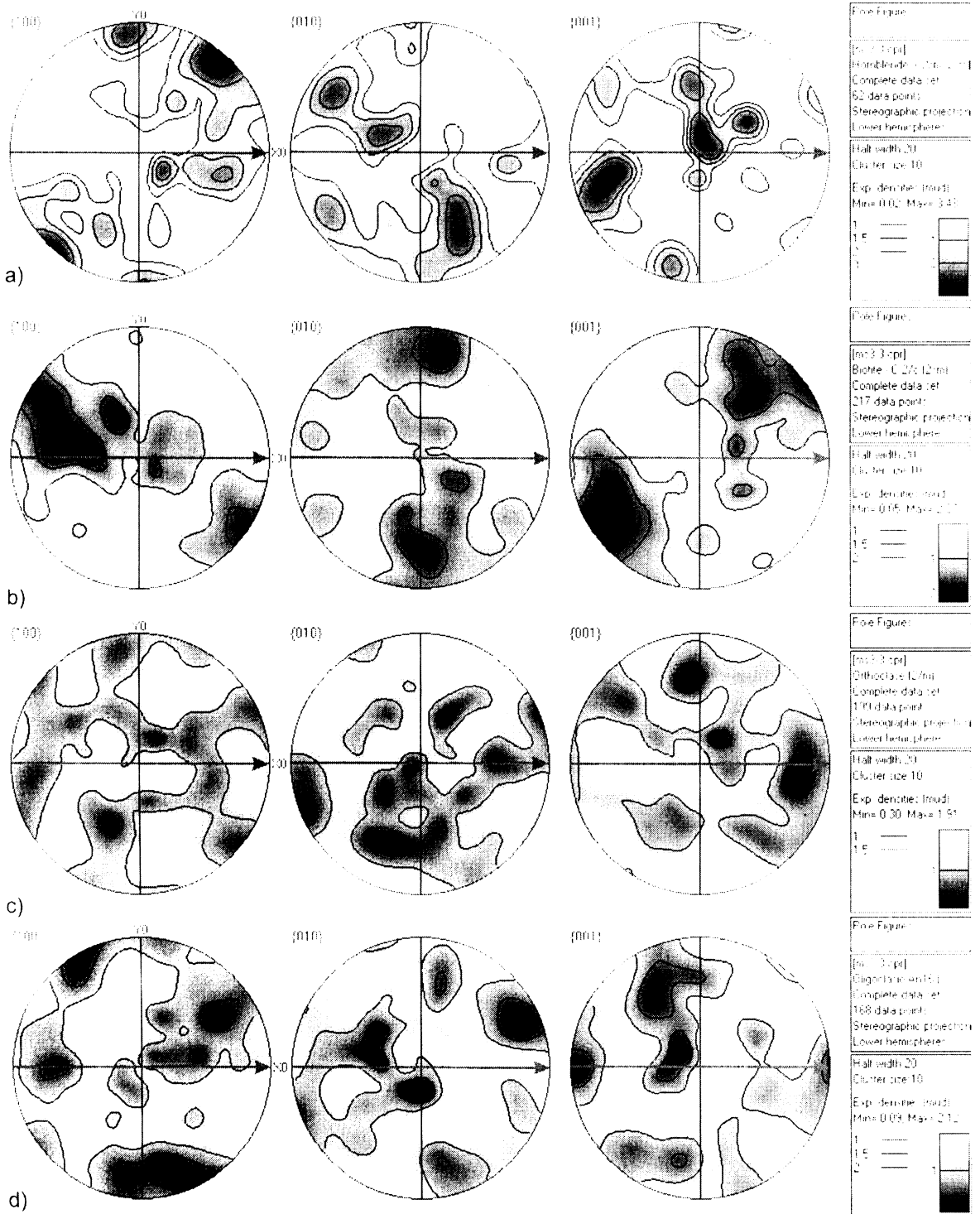
**dK1geo, iK1geo, dK3geo, iK3geo** - deklinace a inklinace v geografických souřadnicích os K1 a K3 AMS elipsoidu.

# Příloha F: pólové diagramy metody EBSD

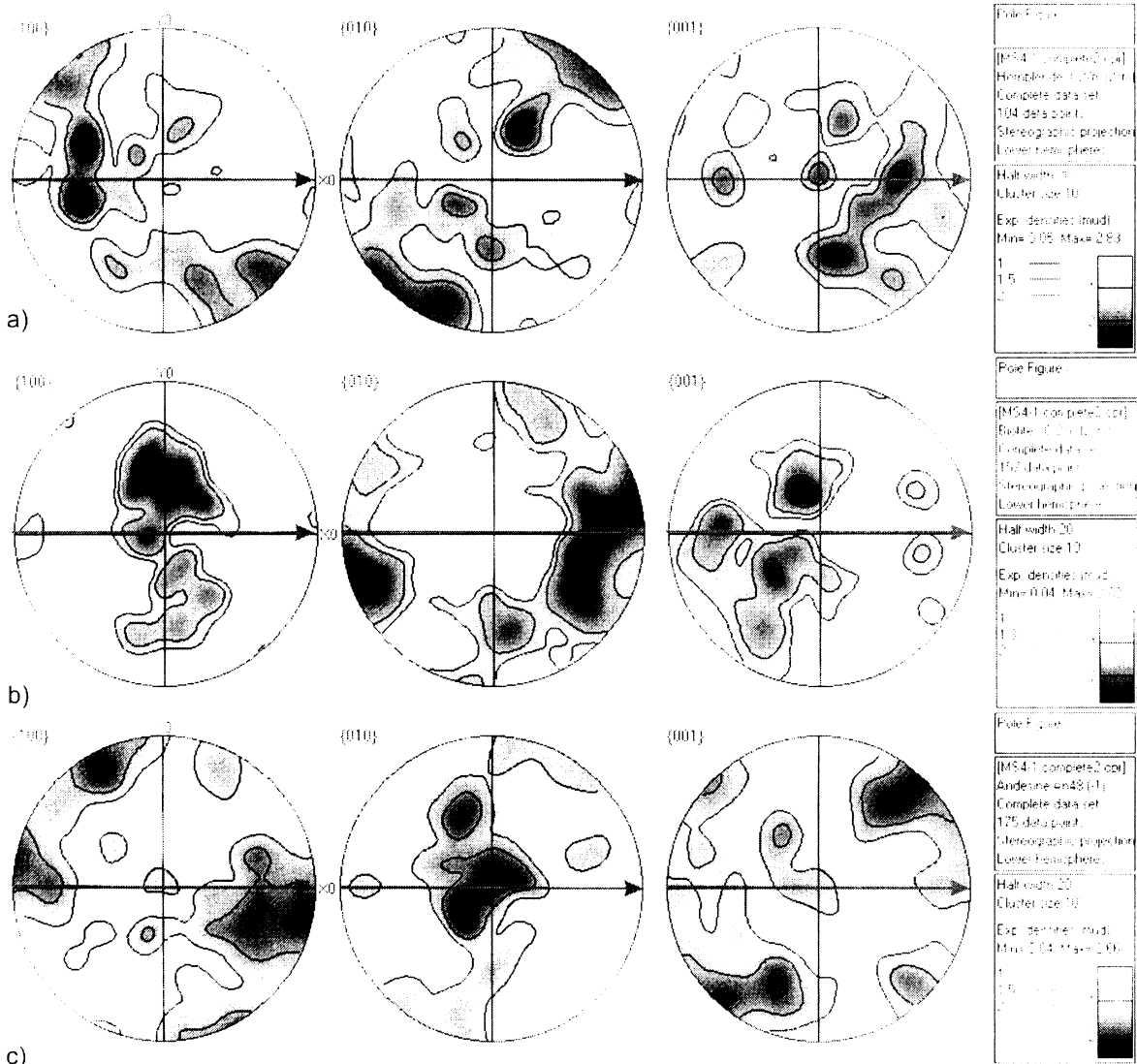
**Obr. F1. Lokalita Poříčí n.S. Vzorek MS2, okraj smíšené žíly, mineta. Kontury pólů ploch: a) amfibolu, b) biotitu, c) ortoklasu, d) albitu. {100}, {010}, {001} jsou orientace krystalografických směrů minerálů. Magnetická stavba je zobrazena šipkou. Projekce na spodní polokouli.**



**Obr. F2. Lokalita Poříčí n.S. Vzorek MS3 střed granitového porfyru. Kontury pólů ploch: a) amfibolu, b) biotitu, c) ortoklasu, d) oligoklasu. {100}, {010}, {001} jsou orientace krystalografických směrů minerálů. Magnetická stavba je zobrazena šipkou. Projekce na spodní polokouli.**



**Obr. F3. Lokalita Kamenný Újezdec. Vzorek MS4, okraj granodioritového porfyru. Kontury pólů ploch: a) amfibolu, b) biotitu, c) andezínu. {100}, {010}, {001} jsou orientace krystalografických směrů minerálů. Magnetická stavba je zobrazena šipkou. Projekce na spodní polokouli.**



**Obr. F4. Lokalita Kamenný Újezdec. Vzorek MS6, střed granodioritového porfyru. Kontury pólů ploch: a) biotitu, b) ortoklasu, c) andezínu. {100}, {010}, {001} jsou orientace krystalografických směrů minerálů. Magnetická stavba je zobrazena šipkou. Projekce na spodní polokouli.**

