

1. Úvod

S rozvíjejícím se archeologickým výzkumem vzrůstal zájem badatelů o provenienci kamenných artefaktů. Je třeba věnovat se jim i po stránce geologické a tento fakt se ukazuje jako důležitý faktor při rozvoji interdisciplinárního výzkumu archeologických lokalit. Díky provenienci surovin, ať už štípané, broušené nebo ostatní kamenné industrie, je možné získat cenné informace. Projevuje se závislost některých kultur na určitých surovinových zdrojích. Dle surovin používaných na lokalitě se dají usuzovat mezikulturní kontakty, neboť některé suroviny byly transportovány na velké vzdálenosti a v neposlední řadě surovinové spektrum vypovídá o znalosti nejbližšího okolí sídliště a jeho surovinové základny tehdejšími obyvateli.

Zatím co suroviny štípané industrie stály od začátku v popředí zájmu a jejich proveniencie byla většinou dobře probádaná, zdroje surovin broušené industrie (dále v textu BI) byly po dlouhou dobu předmětem dohadů. Vzhledem k tomu, že najít na našem území hlavní zdroj suroviny vhodné k výrobě broušené industrie nebylo jednoduché a často se nevyskytují v blízkém okolí archeologického sídliště, byly zřejmě v minulosti předmětem dálkového obchodu a spolu s ním předmětem mezikulturních kontaktů. Situace kolem proveniencie surovin broušených artefaktů se vyjasňuje až v posledních letech. Těšetice-Kyjovice jsou lokalitou evropského významu, proto bude práce zaměřena na určení proveniencie předložené kolekce broušených artefaktů (obr. 1) z této lokality na základě srovnání s výsledky analýz z pravděpodobných zdrojových lokalit. Pro velké spektrum surovin používaných na lokalitě, bude práce soustředěna na hlavní skupiny surovin broušených artefaktů.

Práce byla zadána v návaznosti na vědeckovýzkumný záměr MSM0021622427 „Interdisciplinární centrum výzkumů sociálních struktur pravěku až vrcholného středověku, archeologický terénní a teoretický výzkum, využití přírodních věd, metodologie a informatika, ochrana kulturního dědictví“.



Obr. 1 Kamenná broušená industrie z Těšetic-Kyjovic.

2. Charakteristika neolitického sídliště Těšetice-Kyjovice

Podrobný úvod k této kapitole je rozpracován v bakalářské práci autorky (Valová 2007), proto jdou zde uvedeny pouze stručné informace.

2. 1. Lokalizace Těšetic-Kyjovic

Neolitická osada Těšetice-Kyjovice leží v Jihomoravském kraji asi 9 km sv. od města Znojma. Samotná archeologická lokalita se nachází asi 3 km sz. od obce Těšetice v poloze zvané „Sutny“ (obr. 2) situované na sprašovém návrší, které se k jihu sklání k potoku Únanovka. Ze západní strany polohu ohraničuje klín Tvořihrázského lesa a na sv. přechází v plošinu svažující se do povodí řeky Jevišovky.



Obr. 2 Topografická mapa okolí lokality (<http://castor.cenia.cz> 2008).
Poloha lokality označena šipkou.

2. 2. Geomorfologie

Podle geomorfologického členění v této oblasti dochází ke styku dvou provincií České vysočiny na západě a Karpat na východě. Celek s názvem Jevišovická pahorkatina (IIC - 7), spadající pod výše uvedenou provincii Česká vysočina, je v zájmové oblasti zastoupen podcelkem Znojemská pahorkatina (IIC - 7D). Jde o členitou pahorkatinu prořezanou hlubokými údolími řek. Provincii Karpaty náleží celek zvaný Dyjskosvratecký úval (VIII A - 1), který je reprezentován podcelkem Drnholecká pahorkatina (VIII A - 1B) vyznačující se z převážné části plochým nížinatým a nezalesněným reliéfem. Hranici mezi Dyjskosvrateckým úvalem a Jevišovickou pahorkatinou tvoří soustava hřbetů a sníženin (Demek - Mackovčín, ed. et al. 1987).

2. 3. Geologie

Neolitická osada u Těšetic-Kyjovic leží na styku Českého masivu a Západních Karpat, dvou geologických jednotek středoevropského významu. Geologická situace v okolí lokality je zachycena níže na obrázku (obr. 3).

Český masiv je zastoupen moravikem dyjské klenby. Moravikum je reprezentováno dyjskou klenbou, kterou tvoří autochtonní dyjský masiv s morávním příkrovem, který se skládá z šafovské, vranovské, bítešské a lukovské skupiny. V dyjském masivu se objevují především granitoidy, které jsou většinou překryté terciárními a kvartérními sedimenty a v důsledku násunové tektoniky při vzniku příkrovové stavby moravika dyjské klenby jsou na mnoha místech intenzivně mylonitizovány (tato mechanická deformace roste v sz. směru). Směrem na jihovýchod se objevují horniny bazičtější a přechody do granodioritu. Západní část masivu je tvořena různými typy biotitické žuly, která je většinou matečnou horninou kaolinu. Žilný doprovod dyjského masivu tvoří aplit, ojediněle lamprofyr (spessartit) paleozoického stáří (Čtyrský - Batík et al. 1983). V lomu u Tasovic, při východním okraji moravika dyjské klenby, vycházejí na povrch spodnodevonská bazální klastika v podobě arkózových pískovců. Dle výsledků vrtu provedeného v tomto lomu spočívají bazální klastika na granitoidech dyjského masivu (Batík-Skoček 1981), která jsou prorážena žilou lamprofyru (Přichystal 1994). Bloky bílého arkózového pískovce, vyskytující se sv. od Únanova, které byly původně považovány za zbytky spodnodevonských až střednědevonských bazálních klastik a za ekvivalent arkózových pískovců od Tasovic (Čtyrský - Batík et al. 1983), jsou dnes podle výzkumu Otavy (1997) založeném na studiu asociace průsvitných těžkých minerálů považovány za relikty terciární zvětrávací křemité kůry (silkrusty-durikrusty).

Karpatská předhlubeň a její miocénní sedimenty reprezentují jednotku Západní Karpaty. Jedná se především o jíly, písčité jíly, písky a písčité štěrky eggenburgu až otnangu, méně pak badenu. Písčité štěrky miocénu až pliocénu mohou obsahovat redeponované vltavíny.

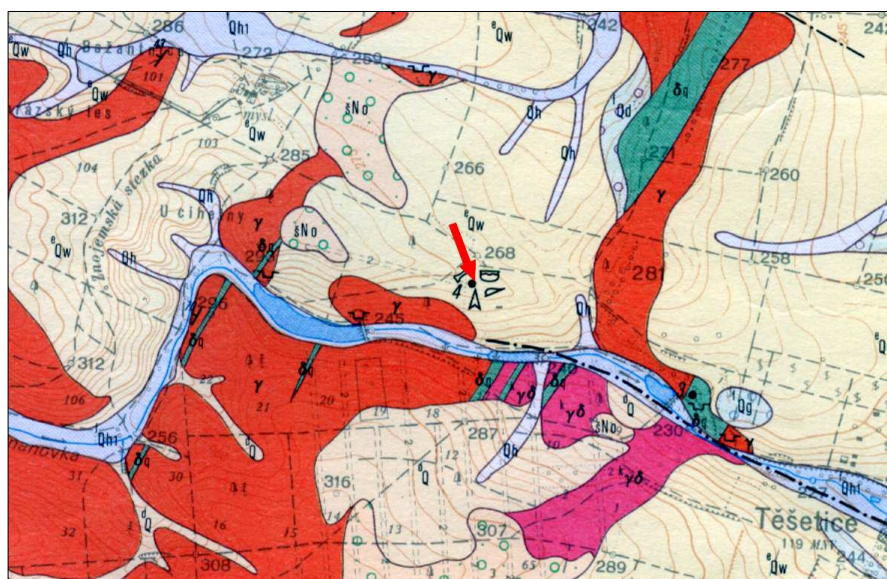
Kvartérní sedimenty jsou zastoupeny fluvialními písčitými štěrky, které v pleistocénu uložila řeka Jevišovka. Jejich nadloží tvoří mocný pokryv spraší, které vznikly jako mohutná závěj na jihovýchodním okraji Českomoravské vrchoviny. S nástupem holocénu se na povrchu spraší začaly vytvářet černozemě, které byly po ukončení neolitického osídlení rychle překryty hnědou lesní půdou.

2. 4. Archeologické výzkumy a vývoj osídlení lokality

Osadu neolitického lidu s moravskou malovanou keramikou v poloze „Sutny“ u Těšetic-Kyjovic objevila v roce 1956 archeologická expedice prof. Františka Kalouska. V roce 1967 zde byla založena terénní základna a započal systematický velkoplošný odkryv, který pokračuje dodnes (Podborský 2001). V roce 1968 byl na lokalitě poprvé objeven příkop s hrotitým dnem (Podborský 1988), jehož průběh byl identifikován pomocí geofyzikálního průzkumu (Podborský et al. 1971) a pomocí leteckého

snímkování. Tímto způsobem byl poprvé ve střední Evropě objeven kruhový příkopový areál-rondel, do té doby neznámý typ sociokultovní pravěké architektury.

Neolitické sídliště u Těšetic-Kyjovic je v mnoha směrech výjimečná lokalita, která má význam nejen v rámci České republiky, ale i evropský. Výjimečnost lokality potvrzují výzkumy, které prokázaly, že jde o polykulturní naleziště. Jsou zde pozůstatky hlavních neolitických kultur, které reprezentují kultura s lineární (volutovou) keramikou, kultura s vypíchanou keramikou a kultura s moravskou malovanou keramikou (MMK). Z následujícího období eneolitu jsou zde zachyceny pozůstatky osídlení lidu s kanelovanou keramikou a se zvoncovými poháry, z dalších období se objevuje osídlení ze starší doby bronzové a halštatské a později středověké osídlení (Kazdová 1993).



Obr. 3 Základní geologická mapa ČSSR 1:25 000, list 34-113 Znojmo (Čtyrský et al. 1983), upravila P.Valová. Zájmová lokalita označena šipkou.

Legenda:

Q_{h1}	fluviální písčitohlinité sedimenty, vyšší nivní stupeň
Q_h	deluviofluviální hlinitopísčité slabě humózní sedimenty
Q_d	deluviální sedimenty
Q_w	spraše, würm
Q_{g1}	fluviální písčité štěrky a písky „mladšího štěrkopískového pokryvu“, günz
Q_{g2}	fluviální štěrkovité písky „staršího štěrkopískového pokryvu“, donau
sNo	křemenné písky a štěrky, prachovité jíly, kaolinické jíly a písky, ottang
γ	biotitická žula, proterozoikum
$\gamma\delta$	zbrídlíčenatělý biotitický granodiorit s xenolity, proterozoikum
δq	biotit-amfibolický křemenný diorit, proterozoikum

3. Přehled dosavadních výzkumů broušené industrie z Těšetic-Kyjovic

První a v současné době jediný petrografický rozbor kolekce z Těšetic-Kyjovic založený na studiu výbrusů provedli Štelcl a Malina (1969, 1970, 1972). Menší kolekci BI z některých objektů MMK (určenou M.Vokáčem) uvádí ve své práci Kuča (2005). V poslední době se BI z tohoto neolitického sídliště věnoval ve své doktorské práci Vokáč (2005, 2008). Na jeho výsledky navazuje předložená práce.

3. 1. Suroviny broušené industrie

Výsledky dosavadních výzkumů BI z lokality Těšetice-Kyjovice jsou shrnuty v následující tabulce (tab. 1). Dle rozboru provedeného Štelclem a Malinou (1969, 1970, 1972) je patrné, že převažující surovinou jsou aktinolit-amfibolické břidlice, které jsou ve studii Vokáče (2008) a v této práci považovány za metabazity typu Jizerské hory. Druhou nejvíce zastoupenou surovinou BI jsou v Těšeticích-Kyjovicích amfibolity. Ojedinele jsou podle nich zastoupeny aktinolitické břidlice, serpentinity a kontaktní břidlice.

Výsledky analýzy méně početné kolekce surovin uvádí Kuča (2005), jde ovšem o suroviny určené M.Vokáčem. I zde je zřetelná úplná převaha metabazitů typu Jizerské hory.

Nejpočetnější soubor BI z Těšetic zpracoval Vokáč (2008). Jednalo se o kolekci o počtu 623 kusů BI, ve které podle něj jasně převažují metabazity typu Jizerské hory, ve větší míře jsou zde zastoupeny také amfibolity, v menší míře pak jiný typ zelené břidlice dnes označovaný jako typ Želešice. Ostatní suroviny jsou zastoupeny podřadně.

3. 2. Typologie broušené industrie

Dle tabulky (tab. 2) shrnující výsledky typologických rozborů BI z lokality je patrné, že nejčastějším typem BI jsou sekerky, následují sekeromlaty a kopytovité klíny. Motyky, mlaty a vývrtky jsou zastoupeny pouze v menší míře. Výjimečně se vyskytují i polotovary. Menší množství artefaktů nebylo možné typologicky zařadit.

Druh BI	Štelcl-Malina (1969)		Štelcl-Malina (1970)		Kuča (2005)		Vokáč (2008)	
	kusy	%	kusy	%	kusy	%	kusy	%
Aktinolit-amfibolická břidlice	41	69,9	45	71,4	-	-	-	-
Metabazit typu Jizerské hory	-	-	-	-	10+5?	62,5	308+27?	53,8
Aktinolitická břidlice	1	1,7	1	1,6	-	-	-	-
ZB typu Želešice	-	-	-	-	1+1?	8,3	41 +2?	6,9
Metabazit	-	-	-	-	-	-	17+22?	6,3
Amfibolit	16	27,11	15	23,8	3+2?	20,8	99	15,9
Spilitový tufit	-	-	-	-	-	-	7	1,1
Serpentinit	1	1,7	1	1,6	-	-	4	0,6
Vulkanit	-	-	-	-	-	-	6	1,0
Amfibolický diorit	-	-	-	-	-	-	3	0,5
Břidlice	-	-	-	-	-	-	2	0,3
Metamorfit (kontaktní břidlice)	-	-	1	1,6	-	-	2	0,3
Granit	-	-	-	-	-	-	1	0,2
Dioritový porfyrít	-	-	-	-	-	-	1	0,2
Jadeitit-nefrit	-	-	-	-	-	-	1	0,2
Neurčeno/nejisté zařazení	-	-	-	-	2	8,3	80	12,8
Celkem	59	100	63	100	24	100	623	100

Tab. 1 Přehled surovinového spektra BI z Těšetic-Kyjovic na základě dosud publikovaných výsledků rozborů BI z této lokality.

Typ BI	Štelcl-Malina (1969)		Štelcl-Malina (1970)		Kuča (2005)		Vokáč (2008)	
	kusy	%	kusy	%	kusy	%	kusy	%
Sekerky	24	40,7	29	46,0	11	45,8	226	36,3
Sekeromlaty	16	27,1	17	27,0	5	20,8	77	12,4
Kopytovité klíny	10	16,9	11	17,5	3	12,5	128	20,5
Mlaty	-	-	-	-	2	8,3	51	8,2
Vývrtky	2	3,4	-	-	1	4,2	9	1,4
Polotovary	1	1,7	-	-	-	-	8	1,3
Kladivo	-	-	-	-	-	-	2	0,3
Klín	-	-	-	-	-	-	2	0,3
Motyky	2?	3,4	2	3,2	-	-	1	0,2
Zlomek	-	-	-	-	-	-	21	3,4
Neurčeno/nejisté zařazení	4	6,8	4	6,3	2	8,3	98	15,7
Celkem	59	100	63	100	24	100	623	100

Tab. 2 Přehled typologických rozborů BI z Těšetic-Kyjovic na základě dosud publikovaných výsledků prací.

4. Potenciální místa provenience

Pro předloženou práci jsou stěžejní potenciální místa provenience, se kterými budou srovnávány vzorky z Těšetic-Kyjovic. Problémem této lokality je fakt, že kolekce artefaktů byla, až na práci Štelcla a Maliny (1972), zpracována pouze pomocí makroskopického hodnocení. Suroviny byly rozděleny do skupin na základě makroskopického popisu, proto je nutné brát je pouze jako předběžné členění. Tyto výsledky bude nutné podpořit studiem výbrusů, případně analýzami z mikrosondy nebo geochemickými analýzami. Na základě jejich srovnání s výsledky již hotových výzkumů z potenciálních míst provenience bude pak možné tato místa jako zdrojové lokality potvrdit, případně poukázat na fakt, že je třeba hledat zdroje jinde.

Jak již vyplývá z výše uvedených informací (tab. 1), nejpoužívanější surovinou na lokalitě byly, stejně jako na jiných velkých neolitických sídlištích Čech a Moravy (Přichystal, v tisku), metabazity ze skupiny zelených břidlic, ve větším množství byly používány také amfibolity, v menší míře pak vulkanity, spilitové tufy a serpentinity, další suroviny byly zastoupeny jen zřídka.

Vzhledem k tomu, že je nutné nejprve určit provenienci základních typů surovin, je následující přehled potenciálních míst provenience věnován především zeleným břidlicím. Dále je pak zaměřen na amfibolity, serpentinity, vulkanoklastika a vulkanity. Přechodné typy surovin a suroviny využívané výjimečně budou předmětem dalšího výzkumu.

4. 1. Metabazity

Jak uvádí ve své monografii Přichystal (v tisku), dnes již víme že nejpoužívanější surovinou k výrobě broušené industrie ve starém neolitu byly pouze zelené břidlice, které prošly následnou kontaktní metamorfózou v blízkosti velkých granitoidních plutonů. Zřejmě nejvýznamnější zdroj byl objeven v Jizerských horách (Přichystal 2002b, Šrein et al. 2002). Další, v pravěku intenzivně využívané horniny, představují metabazity brněnského masivu od Želešic u Brna (Přichystal 2002a, Přichystal, v tisku), dále pak zdroj hornin v pezinocko-pernecké skupině v Malých Karpatech na západě Slovenska (Mérés et al. 2001, 2004) a v okolí Felsőcsatáru na západě Maďarska (Szakmány-Kasztovszky 2004). Rovněž se uvažuje o zelených břidlicích z Hrubého Jeseníku a Rychlebských hor nebo o amfibolických břidlicích z Pyszczyńské Góry v jižním Polsku (Wójcik – Sadowski 2006). V následujícím přehledu jsou uvedeny potenciální lokality, které přicházejí v úvahu po makroskopickém zhodnocení a rozdělení kolekce z Těšetic-Kyjovic na skupiny surovin. Vzhledem k tomu, že výzkumy slovenských a maďarských autorů zatím poukazují na fakt, že zelené břidlice z Malých Karpat a z Maďarska z okolí Felsőcsatáru byly využívány spíše lokálně, Želešice a Jizerské

hory se jeví jako nejpravděpodobnější potenciální zdrojové lokality. Malé Karpaty jsou uváděny jako možná zdrojová oblast surovin BI ze slovenských lokalit (Méres et al. 2004, Méres et al. 2001, Hovorka-Illášová 2000).

V kolekci se vyskytují i celistvé metabazity, které Vokáč (2008) uvádí pod názvem jemnozrnné amfibolity, jejichž provenience nebyla dosud vyjasněna. V úvahu přichází oblast Jizerských hor, kde se vyskytují podobné horniny a nabízí se možnost transportu spolu s metabazity typu Jizerské hory.

4. 1. 1. Metabazity typu Jizerské hory (metabazity kontaktní aureoly krkonošského-jizerského plutonu)

I když zatím nejsou přímé důkazy o provenienci materiálu z Těšetic-Kyjovic z tohoto území, všimli si někteří geologové (Gränzer 1933, Bukovanská 1992), že materiál z této oblasti je makroskopicky analogický s horninami užívanými k výrobě neolitické kamenné broušené industrie. Primární výskyty těchto hornin zde nezávisle na sobě objevili V. Šrein (Šrein et al. 2002), v katastru obce Jistebsko u Dolní Černé Studnice (rozsáhlý těžební areál), a A. Přichystal (Přichystal 2002b) v náplavech říčky Kamenice v podobě oválených úlomků a jako těžební areál na katastru obce Velké Hamry. Podrobný průzkum Šídy (2007) přinesl další lokality se zdroji suroviny. Petrografické výzkumy ukázaly, že označení zelená břidlice v tomto konkrétním případě není příliš vhodné, proto se v současné době používá název amfibol-plagioklasový kontaktní rohovec (Klomínský et al. 2004) nebo kontaktně metamorfovaná zelená břidlice (Přichystal, v tisku), pro zjednodušení se začal používat termín metabazit typu Pojizeří (Šída 2007) respektive Jizerské hory (Přichystal, v tisku), který je užíván i v předložené práci.

4. 1. 1. 1. Lokalizace a charakteristika oblasti

Potenciální zdrojová oblast se nachází při kontaktu železnobrodského krystalinika s krkonoško-jizerským plutonem. Přesněji jsou výchozy těchto kontaktních metabazitů vázány na kontaktní zónu tanvaldského granitu (obr. 4), který je na západě ukončen machnínským zlomem (okolí Jeřmanického sedla – výchoz na Rádle) a nejzápadněji zasahuje až na jv. okraj Liberce, na východě až k Tanvaldu (Ješkrabecké údolí).



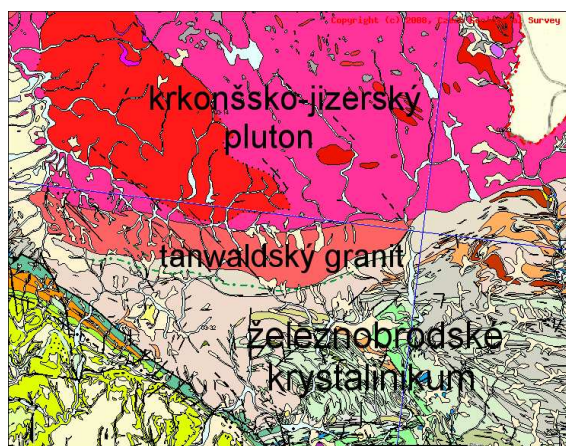
Obr. 4 Topografická mapa okolí kontaktní aureoly, červeně označen průběh kontaktu (<http://www.mapy.cz> 2008).

4. 1. 1. 2. Geologie oblasti

Jak již bylo výše uvedeno metabazity se nachází při kontaktu železnobrodského krystalinika s krkonošsko-jizerským plutonem, přesněji s tanvaldským granitem (obr. 5). Tvoří tělesa v horninách ponikelské skupiny, a to ve dvou hlavních horninových typech, kterými jsou sericitické a chlorit-sericitické fylity nebo albitické sericit-muskovit-chloritické fylity, které se vyskytují pouze severně od Plavů a jižně od Zásady. Tělesa metabazitů jsou uložena konformně s vrstevnatostí okolních fylitů. Jejich mocnost se pohybuje od centimetrů k metrům (Šída 2007).

Šířka kontaktně metamorfovaného pásma se pohybuje v rozmezí několika set metrů až k jednomu kilometru a stupeň metamorfózy klesá směrem od kontaktu. Nejvyšší surovina se nachází do vzdálenosti 100 m od kontaktu. Největší koncentrace metabazitů se vyskytují ve střední části kontaktní aureoly (Šída 2007).

Dnešní rozmístění metabazitů je ovlivněno přítomností zlomových poruch sz.-jv. směru, které zřejmě segmentují původní průběh tufů či tufitů (u porfyrických variet mohlo jít o ložní žíly). Nejdůležitější vlastností byla jejich jemnozrná struktura, která byla výchozí pro získání důležitých vlastností kontaktně metamorfovaných metabazitů, kterými jsou především pevnost a opracovatelnost (Šída 2007).



Obr. 5 Geologická situace v okolí kontaktní aureoly (<http://nts5.cgu.cz> 2008).

4. 1. 1. 3. Mineralogie

Z hlediska mineralogického složení a struktury hornin můžeme metabazity rozdělit do 3 skupin (Šída 2007):

- ***Jemnozrnné metabazity s porfyrickými vyrostlicemi***

Nejhojněji zastoupené jemnozrnné metabazity mají původ zřejmě v jemnozrnných tufech či tufitech a jsou uloženy konformně s okolními fylity.

- ***Porfyrické metabazity***

V menším množství se vyskytují porfyrické metabazity, které vznikly z bazaltů s výraznější porfyrickou strukturou. Jednalo se zřejmě o diabasové žíly nebo přímo výlevy. Mezi artefakty z Těšetic-Kyjovic nebyly zastiženy.

- ***Kontaktně metamorfované tufitické fylity***

Vyskytují se mezi vzorky výjimečně a jsou přechodnou horninou mezi vulkanoklastickými tufity a okolními klastiky.

4. 1. 2. Zelené břidlice typu Želešice

Také pro původ této suroviny nebyly zatím přímé důkazy. V kolekci surovin z Těšetic-Kyjovic se objevují horniny, které jsou makroskopicky podobné horninám z okolí Želešic. Tato myšlenka je podepřena i zvýšenou magnetickou susceptibilitou. Byla naměřena jak na artefaktech, tak i na horninách vyskytujících se v okolí Želešic (Přichystal 2002a, Kuča 2005, Vokáč 2005). Tyto horniny vykazují s ohledem na velikost artefaktu 10x až 50x vyšší magnetickou susceptibilitu než metabazity typu Jizerské hory (až 45,8-46,9 x 10⁻³ SI). Faktu, že jde zřejmě o zdrojovou oblast tohoto druhu zelených břidlic nasvědčují i zpracované kolekce BI z jiných moravských lokalit, jako jsou Vedrovice (Přichystal 2002a).

4. 1. 2. 1. Lokalizace a charakteristika oblasti

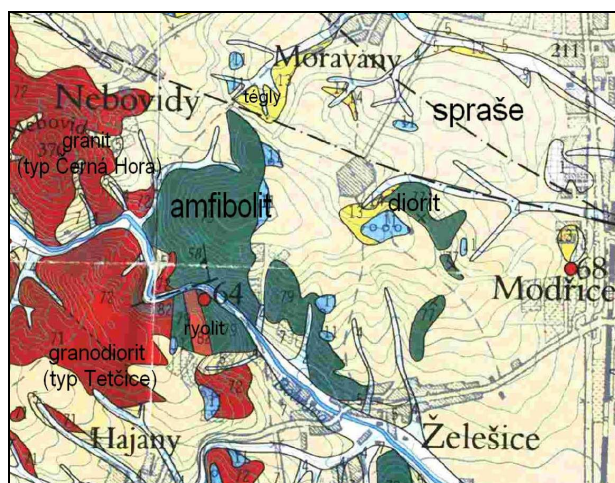
Druhá potenciální zdrojová oblast, ze které zřejmě pochází menší množství surovin artefaktů z těšetické kolekce, se nachází v okolí Želešic u Brna (obr. 6). Patří k souboru hornin ultrabazických a bazických hornin, které se vyskytují mezi obcemi Nebovidy, Hajany a Želešice, tvoří pokračování jižní části metabazitové zóny brněnského masivu.



Obr. 6 Topografická mapa okolí potenciální zdrojové lokality, zájmové území označeno červeně (<http://www.mapy.cz> 2008).

4. 1. 2. 2. Geologie oblasti

V okolí obce Želešice intrudovaly granitoidy brněnského masivu do mafických a ultramafických hornin a tvoří jižní pokračování metabazitové zóny brněnského masivu (obr. 7).



Obr. 7 Geologická situace v okolí Želešic dle Hanžl et al. (1999), výřez z geologické mapy 1:50 000.

Břidličnaté metabazity, zastoupené různými typy amfibolitů, amfibolických, aktinolitických, aktinoliticko-chloritických až chloritických břidlic (Gregerová et al. 1986), jsou těženy v lomu na levém břehu řeky Bobravy. Jejich menší výchozy se vyskytují podél levého břehu Bobravy až k samotné obci Želešice. V opuštěném lomu na pravé straně Bobravy vychází na povrch mafické a ultramafické horniny tvořené většinou amfibolem. Tyto břidličnaté horniny mají charakter amfibolitů až zelených břidlic. Do amfibolitů intrudovaly nepravidelná tělesa rhyolitů, která jsou prořezávána žilami olivinických bazaltů o tloušťce do 1 m (Hanžl - Buriánková - Přichystal 1999).

4. 1. 2. 3. Mineralogie

Převažujícími horninami jsou různé typy amfibolových hornin. Dle Gregerová et al. (1986) tyto horniny lze rozdělit na základě látkového složení na amfibolity, epidotické amfibolity, jemnozrné až celistvé amfibolity, aktinolitické, chloriticko-aktinolitické až chloritické břidlice. Aktinolitické, chloriticko-aktinolitické až chloritické břidlice se vyskytují v užších pruzích nebo v podobě nepravidelných čoček v amfibolitech a amfibolových břidlicích v sz. části amfibolitového komplexu u Želešic. Břidlice s převahou aktinolitu se vyskytují v blízkosti amfibolitů, směrem ke granitoidním horninám roste podíl chloritu. Aktinolitické břidlice tak přecházejí do břidlic chloritických. Minerální složení odpovídá facií zelených břidlic (chlorit, aktinolitický amfibol, minerály zoisit-epidotové skupiny, plagioklas, opakní minerály a akcesoricky zastoupen křemen, kalcit a sericit). Obdobné horniny vystupují i v pásu severojižního směru mezi Želešicemi a Černou Horou.

4. 2. Amfibolity

Amfibolity jsou druhou nejvíce zastoupenou surovinou BI v Těšeticích-Kyjovicích. Jejich provenience nebyla dosud spolehlivě objasněna. V těšetické kolekci se vyskytují středně zrnité amfibolity s výrazným páskováním. Jejich provenience je s největší pravděpodobností západomoravská. Tělesa amfibolitů se nacházejí v desítkách kilometrů od lokality v krystalinických jednotkách moldanubika. Na některých artefaktech zhotovených z amfibolitu se objevují zbytky valounového povrchu, proto jsou za jejich zdroje považovány štěrkové terasy potoků a řek z jz. Moravy (Přichystal 2001). Podobná je i situace na Slovensku. Slovenští autoři (Hovorka - Illášová 2002) uvádějí, že je obtížné určit konkrétní zdrojovou lokalitu pro suroviny kamenných artefaktů, neboť amfibolity se vyskytují v krystalinických komplexech všech základních jednotek (tatrika, veporika i gemerika).

Dalším typem jsou jemnozrné amfiboly, jejichž provenience se předpokládá v oblasti Dolního Rakouska, jižně a jihozápadně od Hornu (Přichystal, v tisku).

4. 3. Serpentinity

Provenience serpentinitů je dosud diskutovanou a ne zcela vyjasněnou otázkou. Serpentinity se vyskytují ve starých krystalinických jednotkách na Moravě i ve Slezsku, především v moldanubiku, lugiku a metabazitové zóně brněnského masivu (Přichystal - Šebela 1992). Zdroje serpentinitu je možné najít i v Burgenlandu v tektonickém okně Rechnitz a v jižním Polsku (Hovorka - Illášová 2000). Nejbližší zdroje serpentinitů se vyskytují v okruhu desítek kilometrů od lokality v krystalinických

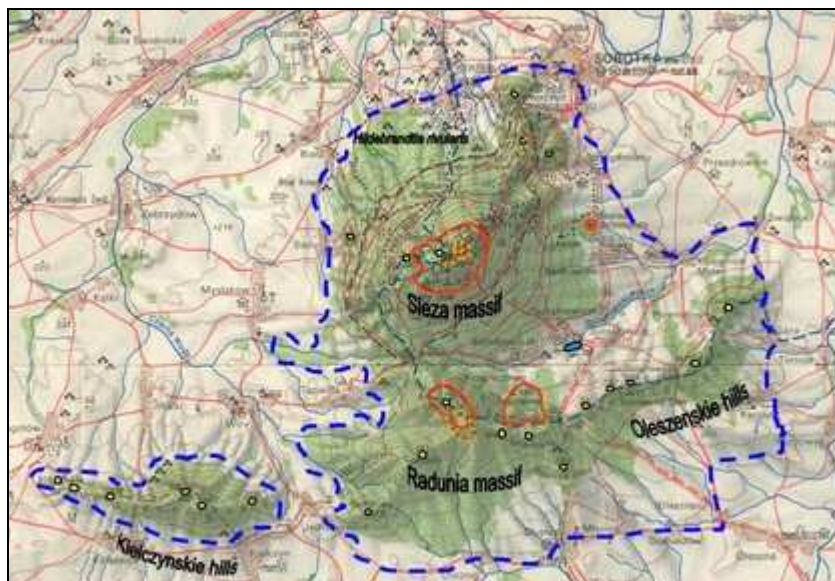
jednotkách moldanubika jižní Moravy, ale v úvahu přicházejí i zdroje na severní Moravě a jižním Polsku v okolí hory Šléžy (Přichystal - Šebela 1992, Přichystal 2001, Hovorka - Illášová 2000).

4. 3. 1. Moldanubikum a metabazitová zóna brněnského masivu

Na základě studia kolekcí serpentinitů z moldanubika, kutnohorsko-svratecké oblasti, východní části lugika, Západních Karpat, metabazitové zóny brněnského masivu a masivu Gogolów-Jordanów a jejich srovnáním se surovinami artefaktů kultury se šňůrovou keramikou bylo zjištěno, že se od sebe liší přítomností olivínu, pyroxenu a relikty amfibolu. Jako zdroj mohou být vyloučeny výskyty serpentinizovaných metamorfovaných hornin v metabazitové zóně brněnského masivu i moldanubické serpentinity (Přichystal - Šebela 1992).

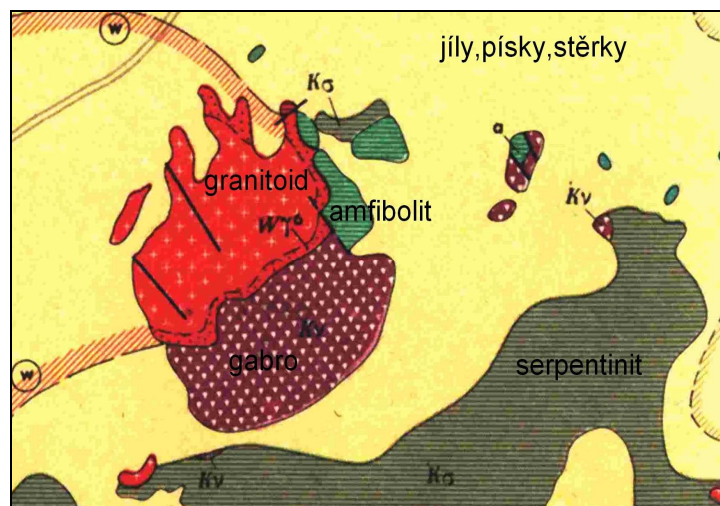
4. 3. 2. Severní Morava a jižní Polsko (okolí hory Šléža)

Ze všech výše jmenovaných potenciálních zdrojů se jako nejpravděpodobnější jeví masiv Gogolów-Jordanów v Polsku v okolí hory Šléža.



Obr. 8 Mapa nejblíže okolí hory Šléža (<http://www.summitpost.org> 2008).

Tento závěr je podpořen i distribucí směrem po Odře až na naše území (kumulace v severní části Moravské brány a v okolí Opavy) a typologická vazba suroviny na typ sekeromlatu popsaného právě z provenienční oblasti v okolí hory Šléža (obr. 8). Z geologického hlediska se serpentinity vyskytují jižně od hory Šléža v rámci serpentinitového masivu Gogolów-Jordanów. Zde popsali polští archeologové dobývání těchto serpentinitů v období kultury s nálevkovitými poháry a se šňůrovou keramikou (Wojciechowski 1983).



Obr. 9 Geologická situace v okolí hory Ślęża, výřez z geologické mapy 1:200 000 Dolního Slezska (Sawicki, ed. et al. 1967).

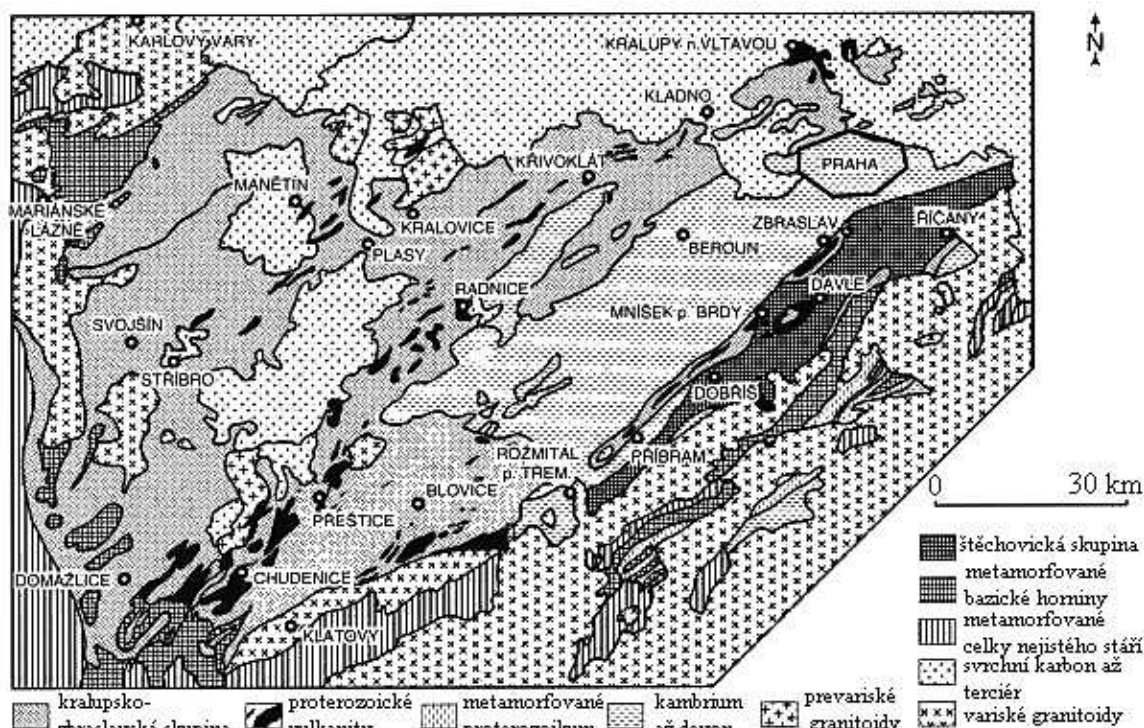
Z těchto závěrů je možné usoudit, že sekerky z období kultury se šňůrovou keramikou (eneolit) na Moravě pocházejí z oblasti masivu Gogolów-Jordanów jižně od hory Ślęża (obr. 9), proto se nabízí předpoklad, že by serpentinitové artefakty z Těšetic-Kyjovic mohly mít původ právě v této oblasti. Vzhledem k tomu, že v neolitu nejsou doloženy kontakty tímto směrem nelze zatím tato tvrzení potvrdit ani vyvrátit.

4. 4. Vulkanoklastika

V kolekci z Těšetic-Kyjovic se objevují také v malém množství spilitové tufy a tufity. Dříve byly uváděny jako charakteristická surovina BI řívnáčské kultury. V současné době se předpokládá, že tato surovina byla na lokalitu importována z oblasti středních Čech. Zde se jižně od Prahy u Vraného nad Vltavou objevují výchozy páskovaných vulkanoklastických hornin (spilitů) v davelském souvrství kralupsko-zbraslavské skupiny (obr. 10). V tomto místě měly být nalezeny doklady pravěkého dobývání (Fridrich-Kovářík 1980).

Mezi vulkanity davelského souvrství vystupují intermediální a kyselé typy (andezity, dacity, ryolity) a hojná pyroklastika.

K. Domečka (in Turek - Daněček 1997) provedl popis suroviny používané především na sídlištích řívnáčské kultury. Jednalo se o slabě metamorfované krystalové tufy intermediálního až bazického složení s reliktní krystalickou strukturou. Po srovnání s výbrusy z Vraného nad Vltavou se ukázalo, že chybí reliktky krystaloklastické struktury a polohy bohaté plagioklasem. Proto zatím Vrané nad Vltavou není jako provenienční lokalita spolehlivě doloženo a bude třeba zpracovat soubor surovin z více zdrojových lokalit.



Obr. 10 Rozšíření a stratigrafické členění proterozoika barrandiensko-tepelské oblasti (Chlupáč et al. 2002).

4. 5. Olivinické bazalty až nefelinické bazanity

Další surovinou používanou k výrobě BI v Těšeticích-Kyjovicích jsou olivinické bazalty až bazanity, i když v těšeticé kolekci se tato surovina vyskytuje spíše výjimečně. Jedná se o porfyrické horniny s vyrostlicemi olivínu a pyroxenu. Bazalty jsou produkty pozdně terciární a čtvrtohorní vulkanické aktivity a jsou známy z několika provincií střední Evropy (obr. 11). Jejich výskyty byly popsány z Dolního Rakouska (Burgenlandu), z Maďarska z okolí Balatonského jezera a ze severního Maďarska (Szákmány 2004) a z jižního a středního Slovenska (Illášová 2001). V České republice připadají v úvahu zdroje v Čechách a ze sv. okraje Českého masivu, kde se jedná o zdroje v okolí Opavy, severního Polska a Nížkého Jeseníku. Jako nejpravděpodobnější se jeví oblast mezi Krnovem a Opavou (Přichystal 2001, Přichystal - Šebela 1992).

Při řešení provenience je nutné uvážit tehdejší kontakty pravěkých osadníků s ostatními kulturami. Vzhledem ke kontaktům doložených výskytem surovin na lokalitě je třeba brát v úvahu především zdroje v Maďarsku a vzhledem ke značné blízkosti zdroje v Dolním Rakousku. Naopak orientace na severní Moravu je zatím nepravděpodobná. Čechy lze téměř s jistotou vyloučit.



Obr. 11 Mapka s potenciálními oblastmi zdrojů kenozoických bazaltů
(<http://www.mapy.cz> 2008).

5. Metodika

V terénní části výzkumu byla pomocí stereomikroskopu prohlédnuta kolekce 623 kusů artefaktů. Artefakty byly rozčleněny do skupin o stejných surovinách a z každé významné skupiny surovin byly vybrány nejtypičtější a k analýzám vhodné suroviny. Vzhledem k tomu, že makroskopicky surovinový rozbor zpracoval již M. Vokáč, autorka ve větší míře navázala na jeho rozčlenění. Jejím úkolem bylo především vybrat typické suroviny z každé významnější nebo jinak zajímavé skupiny, na kterých byly provedeny další analýzy, na základě kterých by měla být určena provenience těchto surovin. Na všech artefaktech byla měřena magnetická susceptibilita příručním kapametrem KT-5.

V laboratorní části výzkumu byly vybrané suroviny nafoceny fotoaparátem Canon A510 a makroskopicky popsány. Barva artefaktů byla popsána pomocí Munsellovy barevné škály (Rock-Color Chart 1995). Následně z nich byly zhotoveny panem J. Povolným na ÚGV PřF MU v Brně leštěné výbrusové preparáty, které pak byly mikroskopicky zkoumány a podrobně petrograficky popsány. Mikroskopická pozorování byla realizována na mikroskopu Jenapol. Všechny vzorky byly pak fotograficky zdokumentovány M. Gregerovou a autorkou na ÚGV PřF MU v Brně pomocí petrografického mikroskopu Olympus BX51 a digitálního fotoaparátu Olympus.

Vybrané leštěné výbrusové preparáty byly napařeny uhlíkem a následně podrobeny analýze na elektronovém mikroanalýzátoru (dále v textu elektronové mikrosondě) Cameca SX100 v Laboratoři elektronové mikroskopie a mikroanalýzy na ÚGV PřF MU v Brně (analytici R. Škoda, Š. Benedová a P. Gadas), přičemž byly pořízeny mikrofotografie ve zpětně odražených elektronech (BSE). Měření byla provedena při urychlovacím napětí 15 kV. Proud svazku elektronů o průměru 5 – 10 μm činil 10 nA. Pro stanovení chemického složení bylo použito těchto standardů :

Amfiboly: Cl (vanadinit), Cr (chromit), Ba (benitoit), Ti (hornblend), Na (albit A), Si, Al, K (sanidin), Mg (MgAl_2O_4), Ca (andradit), P (fluorapatit), Fe (almandin), Mn (spessartin), Ni (Ni), Zn (gahnit), F (topaz)

Živce: Fe, Ca (andradit), Ba (baryt), P (fluorapatit), Cl (NaCl), Na (albit), Si, Al, K (sanidin), Sr (SrSO_4), Pb (PbS)

Získané obsahy oxidů byly zpracovány a graficky vyhodnoceny pomocí programů Microsoft Excel a FormCalc 0.6 beta.

Vybrané vzorky byly podrobeny i chemické analýze. Po přípravě vzorků (mletí v automatickém achátovém mlýnku Retsch PM100) byly práškové preparáty odeslány k provedení chemických analýz do Acme Analytical Laboratories Ltd. ve Vancouveru v Kanadě. Metodou ICP-ES byly stanoveny SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO, CaO, Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO, Cr_2O_3 , Ba, Ni, Sc, Mo, Cu, Pb, Zn, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Hg, Tl a Se. Metodou ICP/MS byly stanoveny Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta,

Th, Tl, U, V, W, Zr, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu a REE. Získaná data byla vyhodnocena a graficky zpracována programem GCDkit 2.3.

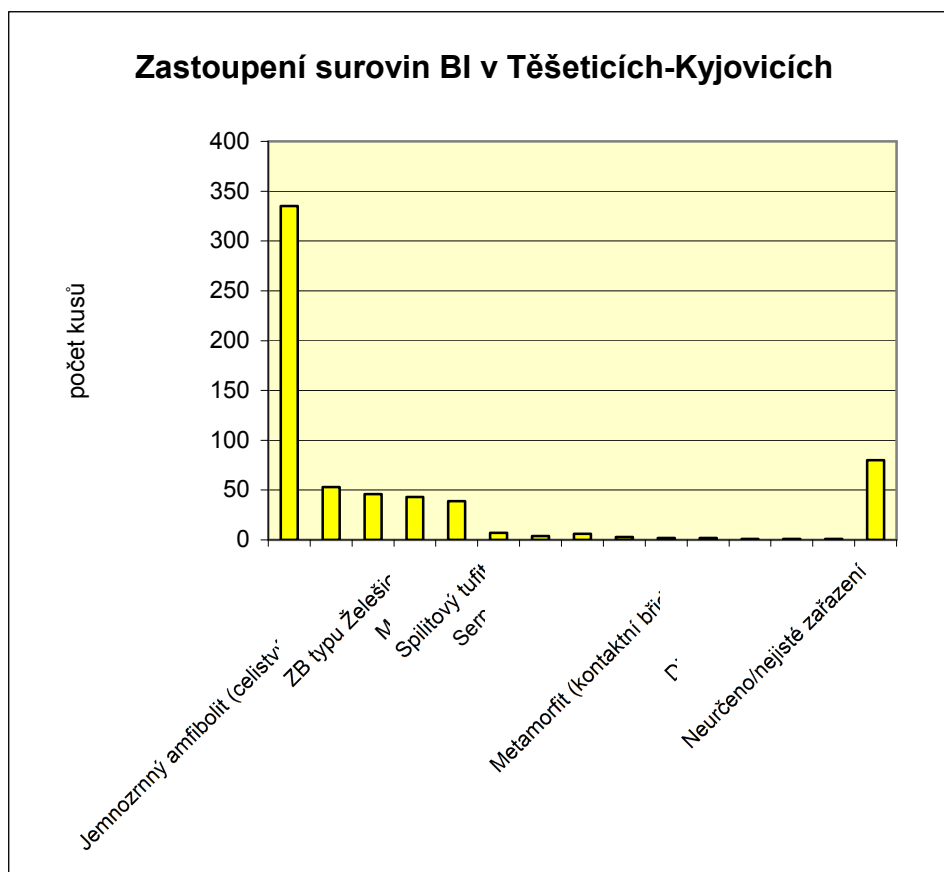
Ze vzorků vybraných na chemickou analýzu bylo odebráno malé množství prášku, který byl pak podroben rtg-difrakční analýze, kterou provedl D. Všianský na VUSTAH v Brně. Analýza byla provedena na aparatuře Bruker D8 Advance s Cu anodou ($\lambda K\alpha = 1,54184 \text{ \AA}$), variabilními divergenčními clonami a lineárním pozičně citlivým detektorem (PSD). při Θ - Θ reflexní Bragg-Brentano parafokusační geometrii. Napětí: 40kV, proud: 30mA, měřena úhlová oblast 6-130° úhlu 2 Θ . Obdržená data byla vyhodnocena a graficky zpracována programem Eva.

6. Vlastní výzkum

6.1. Surovinový rozbor

Byl proveden surovinový rozbor předložené kolekce 623 kusů artefaktů. Tyto artefakty byly rozděleny dle použitých surovin do skupin. Suroviny, které se v kolekci vyskytují, jsou shrnuty v kap. 3 (3. 1. Suroviny broušené industrie). V přiloženém grafu 1, který byl vytvořen na základě tab.1 (příloha I), je uvedeno surovinové spektrum předložené kolekce artefaktů. Z grafu je patrné, že pravděpodobné metabazity typu Jizerské hory zcela převažují (335 kusů), další hojně zastoupenou surovinou jsou amfibolity, které se dělí na hrubozrnné amfibolity (53) a jemnozrnné amfibolity, dále v textu celistvé metabazity (46 kusů), následují zelené břidlice typu Želešice (43 kusů) a blíže neurčené metabazity (39 kusů). Další suroviny jsou již zastoupeny pouze v malém množství. Jedná se o spilitové tufity (7 kusů), serpentinity (4 kusy), amfibolické diority (3 kusy). Vzácněji se objevují břidlice a metamorfity (2 kusy). Ostatní skupiny surovin jako jsou granity, dioritové porfyrity, jadeitit-nefrit se vyskytují pouze sporadicky (1 kus). Další suroviny nebyly blíže určeny (80 kusů surovin), ať již z důvodů, že artefakty nebyly k dispozici nebo nebyly dohledány a nebo jejich zařazení bylo velmi nejisté.

Amfibolity jsou zde rozděleny do dvou skupin. Vzhledem k tomu, že u jemnozrnných amfibolitů autorka předpokládá možnou spojitost s metabazity typu Jizerské hory, narozdíl od hrubozrnných amfibolitů. Proto skupinu, kterou uvádí Vokáč (2008) jako jemnozrnné amfibolity dále nazývá celistvé metabazity.



Graf 1 Zastoupení surovin BI na lokalitě v Těšeticích-Kyjovicích v kusech.
Graf sestaven s ohledem na výsledky Vokáče (2008).

6.2. Magnetická susceptibilita

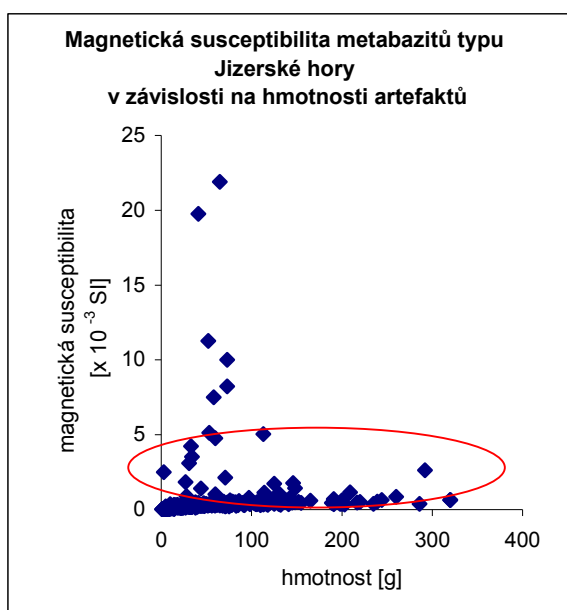
Na všech 623 artefaktech předložené kolekce byla měřena kapametrem KT-5 magnetická susceptibilita (vyjádřena v SI jednotkách). Na každém artefaktu bylo provedeno 5 měření nejvhodnější plochy a hodnoty byly zprůměrovány. Tyto hodnoty byly pak použity při vynášení do grafů.

Výsledky těchto měření byly sledovány především u dvou skupin surovin, a to u metabazitů typu Jizerské hory a u zelených břidlic typu Želešice, neboť zmíněné skupiny jsou tímto způsobem dobře odlišitelné. Dále byla magnetická susceptibilita sledována u početnější skupiny amfibolů a celistvých metabazitů. Bylo sledováno jak se shoduje určení dle tohoto měření s výsledky makroskopického rozlišení těchto dvou skupin dle Vokáče (2008). Výsledky měření magnetické susceptibility všech výše uvedených skupin byly v závislosti na hmotnosti vyneseny do grafů 2-5, které byly vytvořeny na základě tab. 2-5 (příloha I).

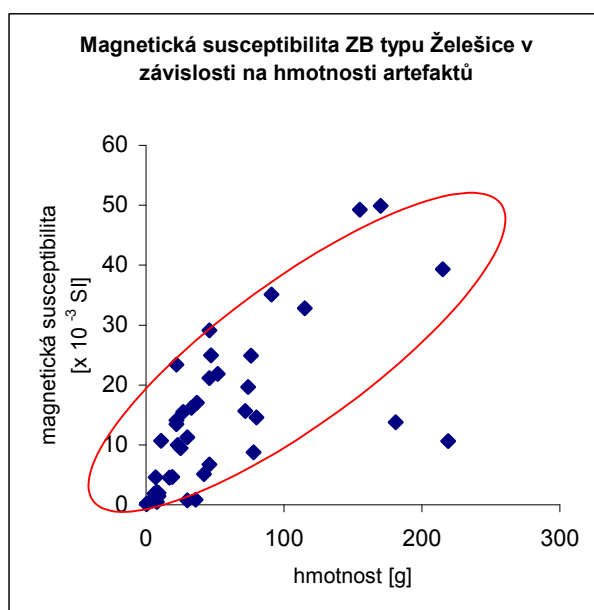
U metabazitů typu Jizerské hory bylo vyneseno měření 294 artefaktů. Hodnoty magnetické susceptibility byly naměřeny u většiny vzorků mezi $0,2 - 0,7 \times 10^{-3}$ SI, přičemž průměrná hodnota činí $0,69 \times 10^{-3}$ SI. Výjimečně se vyskytují hodnoty u drobných artefaktů $0,006 \times 10^{-3}$ SI nebo u artefaktů s nejistým zařazením do této skupiny $21,9 \times 10^{-3}$ SI. Průměrná magnetická susceptibilita zelených břidlic typu Želešice činí $14,8 \times 10^{-3}$ SI. Bylo vyneseno 41 měření. V závislosti na hmotnosti se

výjimečně vyskytovaly hodnoty $0,114 - 49,88 \times 10^{-3}$ SI. U amfibolitů bylo měření provedeno na 53 artefaktech a hodnoty kolísaly v rozmezí $0,02 - 18,84 \times 10^{-3}$ SI. Průměrná hodnota činí $1,05 \times 10^{-3}$ SI, přičemž většina hodnot se pohybuje od $0,07$ do $0,5 \times 10^{-3}$ SI. Ze skupiny celistvých metabazitů bylo vyneseno 44 měření s hodnotami v rozmezí $0,014 - 29,3 \times 10^{-3}$ SI. Průměrná hodnota je $2,32 \times 10^{-3}$ SI. Magnetická susceptibilita serpentinitů zaujímá rozmezí $10,8 - 35,8 \times 10^{-3}$ SI. U vulkanitů se magnetická susceptibilita pohybuje poměrně vysoko od $12,7$ do $40,9 \times 10^{-3}$ SI. U spilitových tufitů je magnetická susceptibilita naopak nízká $0,01 - 0,3 \times 10^{-3}$ SI.

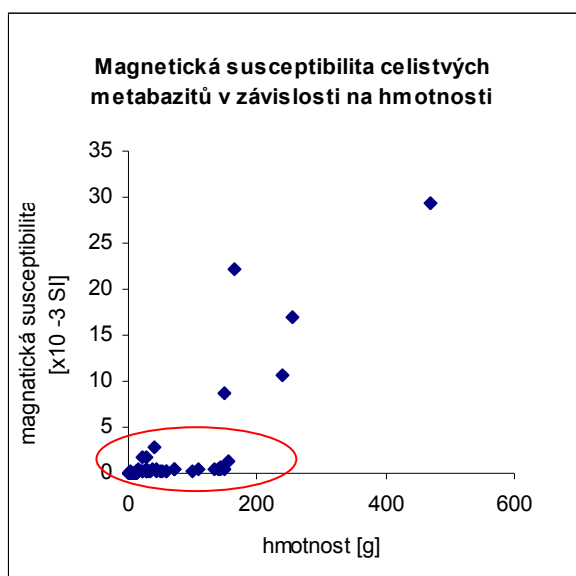
Většina makroskopických zařazení odpovídá zařazení dle měření magnetické susceptibility. Objevily se však i zařazení která bude nutné přezkoumat (graf 2-5). Z grafů je patrné, že metabazity typu Jizerské hory nevykazují zřetelnou závislost na hmotnosti a magnetická susceptibilita se spolu se zvyšující se hmotností výrazně nemění, zatím co u druhé skupiny zelených břidlic typu Želešice magnetická susceptibilita prudce roste s hmotností, což je způsobeno obsahem magnetitu, jehož krystaly jsou v těchto surovinách viditelné již pouhým okem. Při těchto měřeních je tedy třeba brát v úvahu velikost, respektive hmotnost artefaktu. U skupiny amfibolů a celistvých metabazitů se u většiny měření magnetická susceptibilita s rostoucí hmotností výrazně nemění, stejně jako u metabazitů typu Jizerské hory.



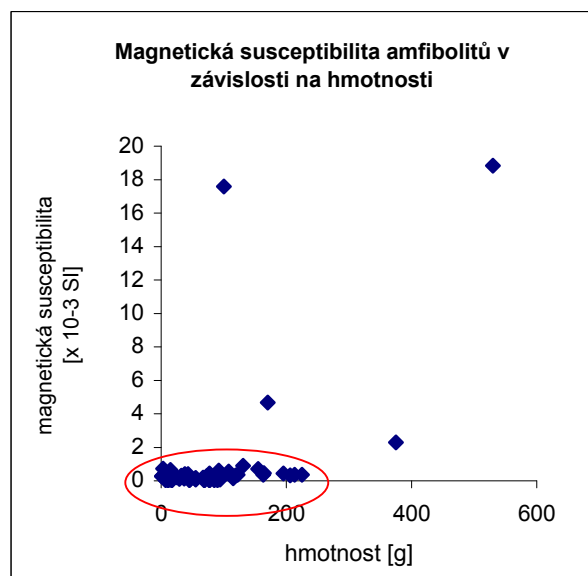
Graf 2 Magnetická susceptibilita metabazitů typu Jizerské hory v závislosti na jejich hmotnosti.



Graf 3 Magnetická susceptibilita zelených břidlic typu Želešice v závislosti na jejich hmotnosti.



Graf 4 Magnetická susceptibilita celistvých metabazitů v závislosti na jejich hmotnosti.



Graf 5 Magnetická susceptibilita amfibolitů v závislosti na jejich hmotnosti.

6. 3. Popisy a výsledky analýz vybraných artefaktů

Z každé důležité skupiny surovin byly vybrány nejvhodnější vzorky (15 artefaktů). Jedná se o artefakty z období kultury s lineární keramikou a kultury s moravskou malovanou keramikou, u kterých byl proveden makroskopický popis a zhotoveny výbrusové preparáty, které byly sledovány pod polarizačním mikroskopem a vybrané vzorky (15 výbrusových preparátů) byly analyzovány pod elektronovým mikroanalýzátozem (dále v textu mikrosondou). Fotografická dokumentace makrovzorků, výbrusových preparátů a mikrofotografie v BSE jsou v příloze II (obr. 1-97). Tabulky, na jejichž základě byly vyneseny mikrosondové analýzy do klasifikačních diagramů obsahuje příloha III (tab. 2 – tab. 33). Dále bylo z 15 vybraných artefaktů vyčleněno 10, ze kterých bylo možné připravit práškové preparáty a ty byly podrobeny rtg-difrakční analýze a studovány geochemicky. Kompletní výsledky chemických analýz jsou shrnuty v příloze III (tab. 1). Výsledky silikátových a chemických analýz získaných z literatury jsou uvedeny v příloze III (tab. 34-48). Podrobné záznamy rtg-difrakční analýzy jsou v příloze IV. U zkoumání složení surovin artefaktů je značnou nevýhodou použití destruktivních metod, kdy je třeba oddělit větší část artefaktu, aby mohl být zhotoven výbrus. Proto je třeba hledat metody, při kterých by se artefakt poškodil pouze minimálně. Vzhledem k tomu, že k rtg-difrakční analýze je třeba jen malé množství prášku, bylo jejím cílem ověření míry korelace s výsledky pozorování pod polarizačním mikroskopem a výsledky analýz z mikrosondy. Cílem geochemického studia bylo podání základní geochemické charakteristiky a srovnání s již provedenými analýzami z potenciální zdrojové lokality. V případě, že nejsou srovnávací analýzy zatím dostupné, je uvedena alespoň základní geochemická charakteristika surovin z lokality Těšetice-Kyjovice, kterou bude možné v budoucnu srovnat s daty z potenciálních zdrojových lokalit. Na základě skutečnosti, že analýzy

artefaktů ze skupiny nazvané metabazity typu Jizerské hory, celistvé metabazity a vzácně se vyskytující suroviny nazvané aktinolitická břidlice až nefrit budou srovnávány z analýzami z potenciální zdrojové lokality publikované v práci Šídy (2007) byly vyhodnoceny do stejných diagramů, aby bylo možné přehledné srovnání dat.

6. 3. 1. Metabazity typu Jizerské hory

6. 3. 1. 1. Popisy vybraných vzorků

L323 – metabazit typu Jizerské hory

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Středová partie nízkého kopytovitého klínu pocházející z období kultury s lineární keramikou. Hornina se světle zelenošedou patinou (10Y 8/2 a 10Y 6/2) na povrchu má na čerstvém lomu černozeleň barvu (5G 2/1). Jedná se o horninu s výraznou foliací, na povrchu jsou patrné světlé a tmavší šlíry, které jdou paralelně s foliací, na lomu se hornina jeví jako jemnozrnná a její minerální složení není pouhým okem možné určit (přílohy II/obr. 1-2). Magnetická susceptibilita tohoto artefaktu činí $0,6 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Jedná se o horninu s granonematoblastickou mikrostrukturou (přílohy II/obr. 3) s tmavými a světlými polohami. V tmavých polohách jsou zastoupeny jehličkovité až xenomorfní amfiboly (aktinolity) a rudní minerály roztroušené v základní hmotě (přílohy II/obr. 4). Světlé pásy tvoří především xenomorfní živce a v menším množství křemen. Aktinolit se zde vyskytuje ve formě xenomorfně omezených zrn nebo v podobě větších jehličkovitých krystalů, které místy vytvářejí vějířovité až sférolitické agregáty (přílohy II/obr. 5-6). Drobná hypautomorfně až xenomorfně omezená zrna živce zcela převládají nad zrny křemene. Xenomorfně omezené rudní minerály jsou rozptýleny rovnoměrně, místy se soustřeďují do zřetelných pruhů. Vzhledem k nízké magnetické susceptibilitě se bude jednat převážně o ilmenity. Akcesoricky je zastoupen apatit.

Popis z mikrosondy

Hornina s granonematoblastickou mikrostrukturou, ve které se vyskytují dva druhy amfibolu. Jedná se o nehomogenní xenomorfně až hypautomorfně omezené sloupečkovité až jehlicovité krystaly amfibolu (přílohy II/obr. 7) nebo o automorfně omezené jehlicovité krystaly amfibolu ve formě vějířovitých až sférolitických agregátů. Agregáty se objevují především v podobě světlejších amfibolů s vyšším obsahem Fe a nižším obsahem Ca, které odpovídají většinou Mg-Fe-Mn-Li amfibolům (cummingtonitům). Tyto amfiboly, místy nedokonale vyvinuté v sloupečkovité krystaly, jsou zatlačovány mladšími tmavšími xenomorfně omezenými bazičtějšími amfiboly s nižším obsahem Fe a vyšším obsahem Ca, které odpovídají aktinolitům (přílohy II/obr. 8). Místy se vyskytují polohy čočkovitého charakteru tvořené xenomorfně omezeným křemenem. V rámci těchto poloh jsou

zastoupeny větší hypautomorfně omezené krystaly amfibolů, které zarůstají do xenomorfně omezených křemenů. Objevují se i monominerální až 1 mm mocné polohy tvořené výhradně amfiboly výše zmíněných dvou druhů, v některých partiích se vyskytuje křemen. Prostor mezi krystaly amfibolů vyplňují živce, které jsou poměrně homogenní, xenomorfně omezené a značně bazické (bytownity). Z akcesorií je často možné najít drobná automorfně omezená zrna apatitu (do 30 μm) a xenomorfně až hypautomorfně omezený ilmenit, který výjimečně srůstá se sulfidem niklu – nikelinem (do 5 μm), jenž se zde vyskytuje jako vzácná akcesorie. Běžnější jsou srůsty ilmenitu s chromitem nebo chromit. Vzácně jsou přítomna drobná zrnka chalkopyritu zarostlé v plagioklasu.

L8641 – metabazit typu Jizerské hory

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Menší sekerka obdélného nárysu s rovným ostřím a méně zabroušeným rovným nesníženým týlem pocházející z období kultury s lineární keramikou. Jedná se o horninu šedočerné barvy (N4), místy až černošedé barvy (N2) s mírným namodralým odstínem. Hornina se jeví jako jemnozrná s nepřítelnou foliací, pouze na boku artefaktu jsou viditelné jemné tmavší a světlejší šlíry (přílohy II/obr. 9-10). Magnetická susceptibilita artefaktu činí $0,3 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Hornina s granonematoblastickou mikrostrukturou s tmavšími a světlejšími polohami (přílohy II/obr. 11). V tmavších partiích se objevují xenomorfně omezené jehličkovité aktinolity a ve světlejších partiích jsou zastoupeny hypautomorfně až xenomorfně omezená zrna živce a křemene. Místy se v základní hmotě vyskytují čočkovité až šlírovité útvary tvořené křemenem a jehličkovitými aktinolity (přílohy II/obr. 12-13). V těchto polohách nejsou přítomny rudní minerály, které jsou jinak xenomorfně omezeny a rozptýleny v základní hmotě, a to především v polohách s aktinolitem. Vzhledem k nízké magnetické susceptibilitě se zřejmě jedná o ilmenity. Místy se akcesoricky objevuje apatit.

Popis z mikrosondy

Hornina s granonematoblastickou mikrostrukturou obsahuje hypautomorfně až xenomorfně omezená nepravidelně zonální zrna amfibolu, která odpovídají většinou magnesiohornblendu, místy se vyskytuje i aktinolit a ferrohornblend (přílohy II/obr. 14). V zrnech amfibolů se objevují světlejší ostrůvky (více Fe), což svědčí o tom, že se mírně mění obsah Al a Fe v rámci těchto zrn. Tyto světlejší partie odpovídají Mg-Fe-Mn-Li amfibolům (cummingtonitům). V základní hmotě je možné najít hypautomorfně až xenomorfně omezená zrna živců, v nichž se zastupuje labradorit a méně bazický živec (andezín), nikoliv však albit. V menším množství je zastoupen křemen, z opakních minerálů hojně xenomorfně omezený ilmenit. Z akcesorií se vyskytují automorfně omezená zrna apatitu (10 – 20 μm). Vzácně se objevují Fe- sulfidy (pyrit, pyrotin).

Živce v metabazitech typu Jizerské hory jsou homogennější než u ZB typu Želešice (Ca, Na v takové míře nekolísá). Mají zvýšený obsah Sr. Ilmenity jsou také homogenní, obsahy Mn tak nekolísají a mají lehce zvýšený obsah niobu.

6. 3. 1. 2. Výsledky a srovnání analýz metabazitů typu Jizerské hory

Výsledky z mikrosondy

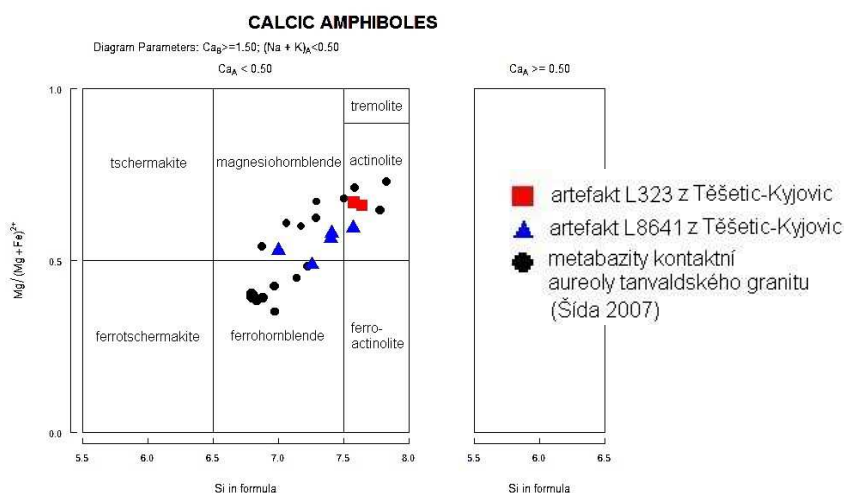
Pro srovnání byly spolu s analýzami artefaktů vyneseny i analýzy z metabazitů kontaktní aureoly tanvaldského granitu (Šída 2007).

V obou vzorcích jsou přítomny dva typy amfibolů. Prvním typem jsou vápenaté amfiboly, které v artefaktu L323 odpovídají v diagramu Leake et al. (1997) aktinolitům a v artefaktu L8641 řadě ferrohornblend, magnesiohornblend, aktinolit (obr. 12). Obsahy TiO_2 a MnO v těchto amfibolech jsou velmi nízké. Obsahy TiO_2 se pohybují v rozmezí 0,1 – 0,8 % a obsahy MnO od 0,1 do 0,4 %. Dále se vyznačují nízkým obsahem alkálií, přičemž Na_2O (0,1 – 0,6 %) převažuje nad K_2O (0,1 – 0,5 %). Jako druhý typ se objevují hořečnato-železnaté amfiboly, které jsou v obou vzorcích podle diagramu Hawthorne (1981) zastoupeny cummingtonitem (obr. 13). Tyto amfiboly se vyznačují vyššími hodnotami FeO (18,0 – 25, 3 %) a nízkými obsahy CaO (většinou nepřevyšují 1,5 %). Obsahy TiO_2 i alkálií jsou nižší než u vápenatých amfibolů. U TiO_2 většinou dosahují hodnot do 0,1 %, u Na_2O se pohybují od 0,03 do 0,4 % a u K_2O od 0,0 do 0,1 %.

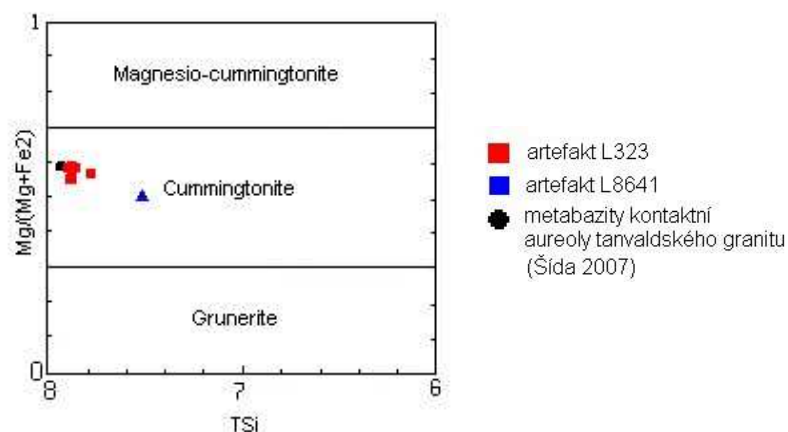
V obou vzorcích byly zjištěny dva druhy živců, které po vynesení do diagramu Ab-Or-An spadají do pole andezínu až labradoritu (obr. 14).

Rentgenová difrakce

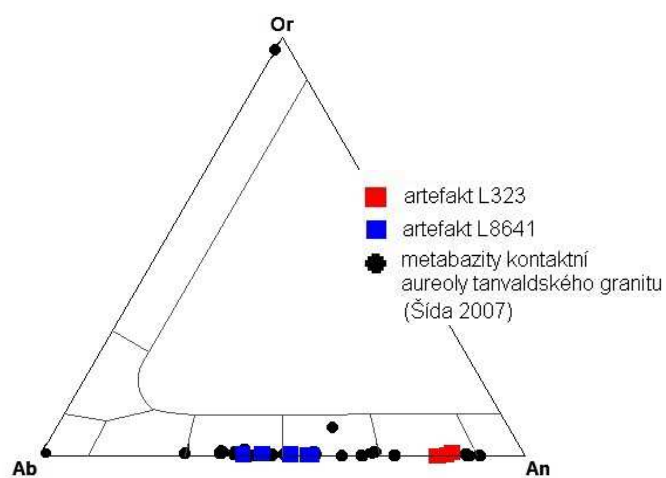
U vzorku z artefaktu L323 analýza zachytila přítomnost amfibolů (tremolitu, magnesiohornblendu, aktinolitu), živců (anortitu) a křemene. Z akcesorií se vyskytují ilmenit a pyrit. U vzorku z artefaktu L8641 byla zjištěna přítomnost amfibolů (aktinolitu), živců (anortitu), dále pak křemene. Z akcesorií je zastoupen ilmenit, titanit, hematit a pyrit. Při podrobnějším průzkumu piků bylo zjištěno, že se zde objevuje sodný anortit (labradorit) a anortit, může být přítomen i andezín. Z obr. 15, kde jsou vyneseny výsledky rtg-difrakce obou vzorků, je patrné, že jsou si oba vzorky svým minerálním složením velmi podobné.



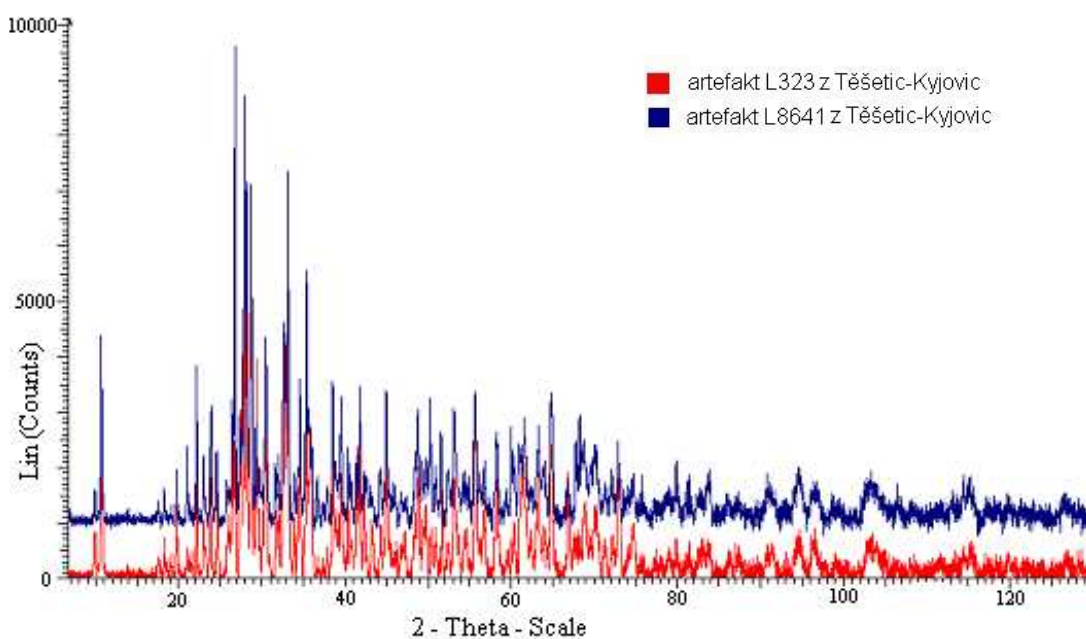
Obr. 12 Klasifikace vápenatých amfibolů z artefaktů ze skupiny označené metabazity typu Jizerské hory a z metabazitů z oblasti Jizerských hor (Leake et al. 1997).



Obr. 13 Klasifikace Mg-Fe amfibolů z artefaktů ze skupiny označené metabazity typu Jizerské hory a z metabazitů z oblasti Jizerských hor (Hawthorne 1981).



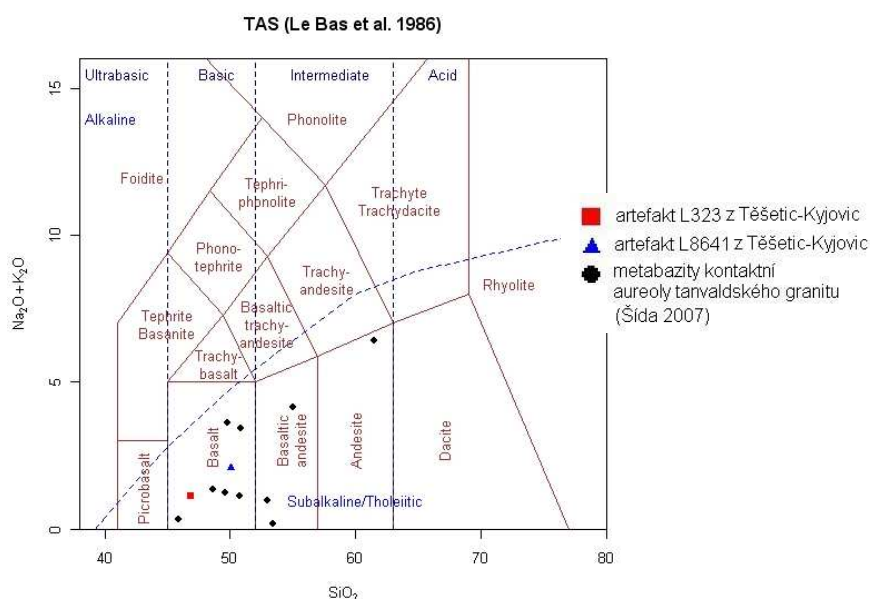
Obr. 14 Klasifikace živců z artefaktů ze skupiny označené metabazity typu Jizerské hory a z metabazitů z oblasti Jizerských hor v diagramu Ab-Or-An.



Obr. 15 Difraktogram z artefaktů ze skupiny označené metabazity typu Jizerské hory.

Chemická analýza:

Pro srovnání jsou spolu se vzorky z artefaktů uvedeny v diagramech i analýzy Šídy (2007), který se zabýval metabazity z oblasti Jizerských hor, kde je předpokládáné místo provenience. Podle chemické klasifikace vulkanitů spadají oba vzorky v diagramu TAS (Le Bas et al. 1986) do pole bazaltů a ocitají se tak v poli subalkalických hornin (obr. 16). Oba vzorky, zejména však L323 se vyznačují nízkým obsahem alkálií, především K_2O , ale i Na_2O . Poměr Na_2O/K_2O je 3,52 (L323) a 28,2 (L8641).



Obr. 16 Chemická klasifikace (TAS) z artefaktů ze skupiny označené metabazity typu Jizerské hory a z metabazitů z oblasti Jizerských hor (Le Bas et al. 1986).

Vzhledem k složitým metamorfním procesům, jež metabazity prodělaly, byly ke klasifikaci použity méně mobilní prvky (Zr, Ti, Nb, Y). V diagramu Winchestra a Floyda (1977), který využívá poměru $Zr/TiO_2 - SiO_2$ spadají vzorky do pole subalkalických bazaltů (obr. 17). V jiném diagramu Winchestra a Floyda (1977) s využitím poměru $Nb/Y - Zr/TiO_2$ se vzorky posunuly do pole alkalických bazaltů (obr. 18).

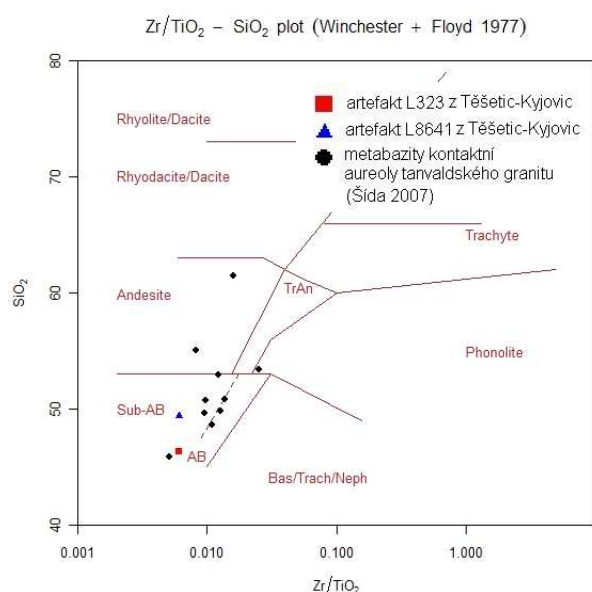
Tyto vzorky vykazují obsah SiO_2 46,3 % (L323) a 49,38 % (L8641), mají poměrně vysoký obsah TiO_2 (3,47% - L323 a 3,35 % - L8641) a Fe_2O_3 (14% - L323 a 13,8 % - L8641). Jak již bylo zmíněno, mají snížené obsahy alkálií, především K_2O (0,25% - L323 a 0,07 % - L8641).

Obsahy stopových prvků byly vyneseny do multivariačního diagramu distribuce vybraných stopových prvků a prvků vzácných zemin (normalizace dle Thompsona et al. 1984). Z diagramu (obr. 19) je patrné, že obě křivky mají téměř stejný průběh. Jejich chování se liší pouze u Rb a Sr, kde vzorek L323 je nabohacen Rb (11 ppm), zatím co L8641 vykazuje obsah nižší (0,6 ppm). Obsahy Sr jsou u obou vzorků poměrně vysoké, u L323 činí obsah Sr 277 ppm, zatím co L8641 je Sr výrazněji nabohacen (619 ppm). Oba vzorky jsou výrazně ochuzeny Ba. Jeho obsahy se pohybují od 8 ppm

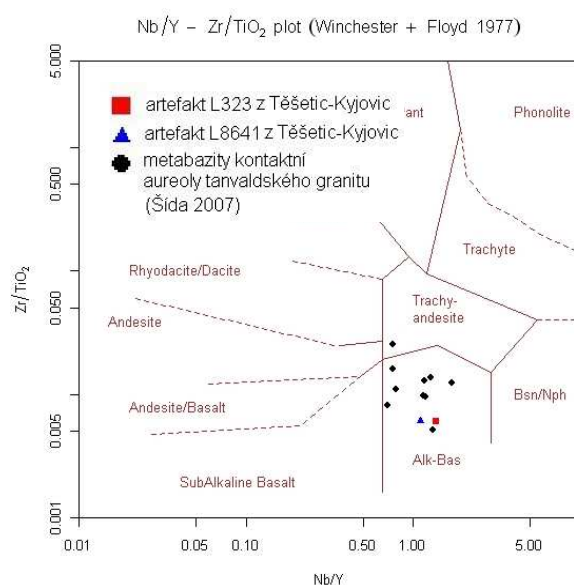
(L8641) do 10 ppm (L323). Vzorky vykazují zvýšené obsahy prvků jako jsou Nb, Ta, Zr a Hf. Zvýšené jsou i obsahy Th (1,8 – 2 ppm).

Chování REE prvků v metabazitech typu Jizerské hory a jejich porovnání s chondritem dle Nakamury (1974) znázorňuje obr. 20. Celkový obsah REE je poměrně vysoký, činí 139 ppm (L323) a 130 ppm (L8641). Obě křivky mají téměř shodný průběh. Není zde přítomná negativní Eu anomálie. Vzorky jsou téměř stejně nabohaceny LREE, vzorek L8641 vykazuje vyšší stupeň nabohacení HREE než vzorek L323.

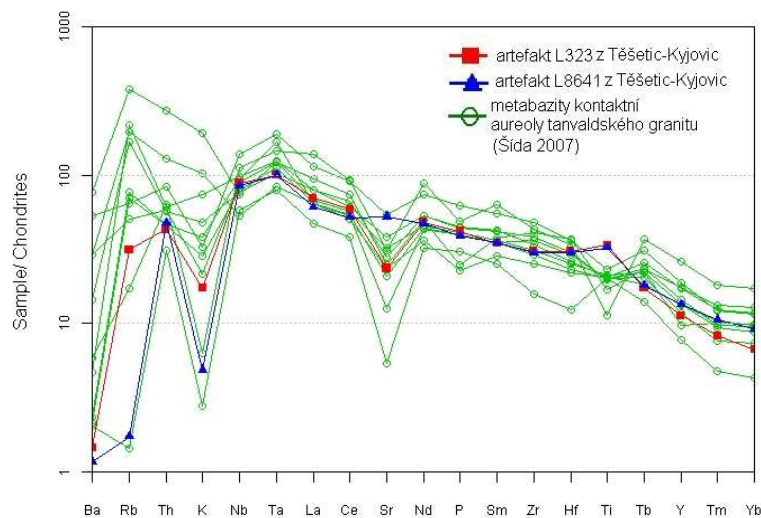
Z hlediska zařazení do geotektonických prostředí spadají oba vzorky v Zr/Y- Zr diagramu Pearce-Norryho (1979) do pole vnitrodeskových bazaltů (obr. 21), stejně tak na obr. 22 v Zr-Sr-Ti – diagramu Pearce-Canna (1973).



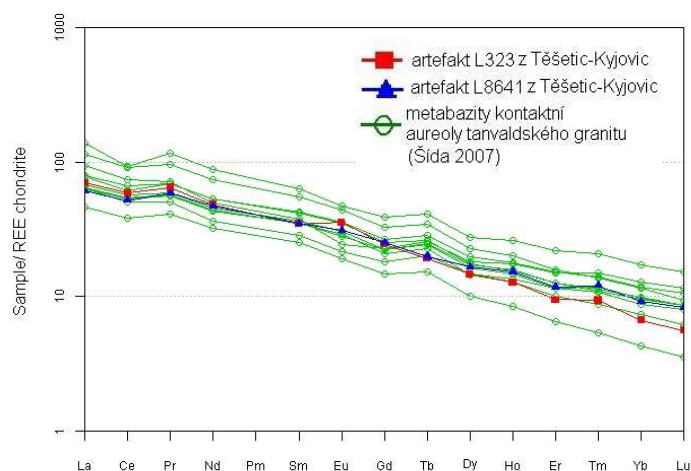
Obr. 17 Diskriminační diagram $Zr/TiO_2 - SiO_2$ (Winchester - Floyd 1977).



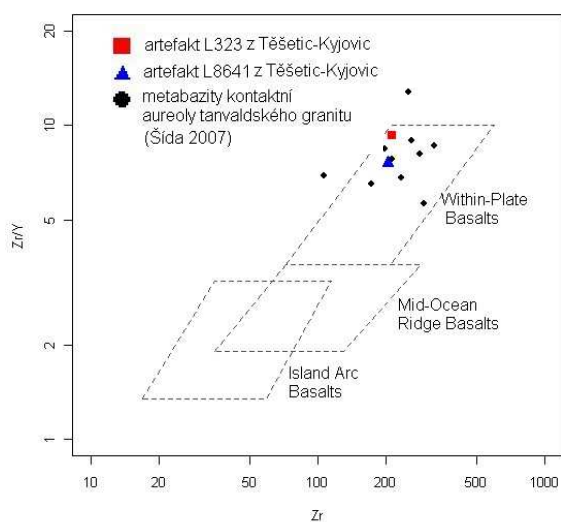
Obr. 18 Diskriminační diagram $Nb/Y - Zr/TiO_2$ (Winchester - Floyd 1977).



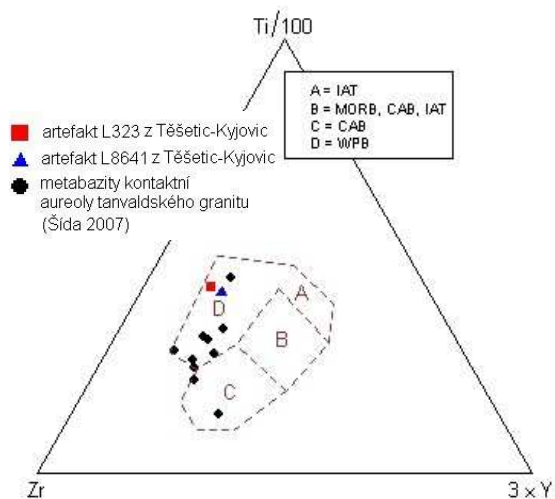
Obr. 19 Multivariační diagram distribuce vybraných stopových prvků a některých REE (normalizace na chondrit dle Thompsona et al. 1984).



Obr. 20 Distribuce REE v artefaktech ze skupiny označené metabazity typu Jizerské hory (normalizace chondrity dle Nakamury 1974).



Obr. 21 Zr/Y- Zr diagram (Pearce-Norry 1979) – tektonická pozice: A – vnitrodeskové bazalty, B – bazalty oceánských ostrovů, C – bazalty Středoocéánských hřbetů.



Obr. 22 Zr-Sr-Ti – diagram (Pearce-Cann 1973): OFB - bazalty oceánského dna, WPB - vnitrodeskové bazalty, CAB - vápenato - alkalické bazalty, LKT – tholeity.

6. 3. 2. Zelené břidlice typu Želešice

6. 3. 2. 1. Popisy vybraných vzorků

L4530 – PV 64 – ZB typu Želešice

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Polotovar sekerky trojúhelníkového nárysů s nepravidelným příčným průřezem a osekáným povrchem pocházející z období kultury s moravskou malovanou keramikou. Hornina má světlejší šedozelenou barvu (5GY 7/2 až 5GY 5/2) a zřetelnou foliaci. Na povrchu se objevuje světlá patina (přílohy I/obr. 15-16). Místy se vyskytují světlé šliry jdoucí paralelně s foliací až tenké žilky šikmo

k foliaci. Pouhým okem jsou zde viditelné větší šedočerné krystaly magnetitu (do 1 mm) s kovovým leskem. Že se jedná o magnetit soudíme dle vysoké magnetické susceptibility, kterou vzorek vykazuje ($49,3 \times 10^{-3}$ SI).

Popis výbrusu

Hornina má nemagranotblastickou mikrostrukturu, která se koncentruje do světlejších až tmavších šlírů. V tmavých šlírách jsou zastoupeny jehličkovité až xenomorfně omezené aktinolity a v méně častých světlejších šlírách hypautomorfně až xenomorfně omezené živce, vzácněji křemen. Xenomorfně omezené opakní minerály – magnetity (vysoká magnetická susceptibilita horniny) se vyskytují především v tmavších polohách. Magnetit se v hornině objevuje také v podobě automorfně omezených vyrostlic (přílohy II/19-20), u kterých jsou přítomny „tlakové stíny“ (přílohy II/obr. 17). V místech přechodu živcových šlírů do tmavších je možné najít drobné jehlicovité aktinolity (přílohy II/obr. 18).

Popis z mikrosondy

Hornina s nematogranoblastickou mikrostrukturou, ve které se nacházejí xenomorfní až zcela automorfní sloupečkovité amfiboly (max. 50 μm). Vyšší míru automorfie mají amfiboly v místech bohatších živců. V nehomogenních zrnech jsou aktinolitová jádra, která lemuje amfibol s vyšším obsahem Al a Fe (ovšem lemy jsou tak tenké, že je nebylo možné analyzovat). Dále se v základní hmotě vyskytují zcela xenomorfní živce, které tvoří výplň mezi krystaly amfibolů v jemnozrnné matrix nebo výplň tenkých pásků a poloh. Všechny plagioklasy dle analýz spadají do pole andezínu (přílohy II/obr. 21). Sporadicky je možné najít křemen v podobě drobných xenomorfně omezených krystalků v rámci živcových poloh. Místy se objevuje v jemnozrnné matrix epidot ve formě xenomorfních útvarů (velikost do 30 μm). V základní hmotě je magnetit v podobě velkých hypautomorfně až automorfně omezených vyrostlic (metakrysty) s nerovně vyvinutými krystalovými plochami (až 0,5 mm). Místy jsou podél trhlin přítomny oxidy a hydroxidy Fe jako produkt alterace magnetitu. Magnetit se v základní hmotě nachází také ve formě drobných hypautomorfně omezených krystalků (do 30 μm), rozptýlen je převážně rovnoměrně, pouze v rámci živcových pásků se vyskytuje méně často (přílohy II/obr. 22). Lokálně se hojně objevuje ilmenit (objevují se i partie kde není skoro zastoupen), který tvoří hypautomorfně až automorfně omezené lištkovité útvary (o velikosti 20 – 40 μm). Z akcesorií jsou výjimečně zastoupeny hypautomorfně omezené krystaly apatitu (do 20 μm).

L5859 – ZB typu Želešice

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Zlomek středové partie sekerky se zaobleně obdélným příčným průřezem (zbytek olámaný) pocházející z období kultury s moravskou malovanou keramikou. Hornina má na povrchu světlejší světle zelenou patinu (10Y 6/2 až 10Y 8/2), na lomu má tmavší šedozelenou barvu (5GY 4/1). Viditelná je zřetelná foliace a střídání světlejších a tmavších pásků jdoucích paralelně s foliací. V hornině jsou

pouhým okem viditelné šedočerné krystaly magnetitu s kovovým leskem (přílohy II/obr. 23-24), o jejichž přítomnosti svědčí i vysoká magnetická susceptibilita ($22,9 \times 10^{-3}$ SI).

Popis výbrusu

Jde o horninu s nematogranoblastickou mikrostrukturou (přílohy II/obr. 25), ve které jsou méně často zastoupeny světlé pásy tvořené xenomorfně omezenými živci, vzácněji křemenem a hojnější tmavší pásy s vláknitým až xenomorfním aktinolitem. V základní hmotě jsou roztroušené xenomorfně omezené rudní minerály v podobě magnetitu. Magnetit se ve výbruse vyskytuje i ve formě automorfně omezených metakrystalů (vyrostlic) v základní hmotě (přílohy II/obr. 26). Akcesoricky se objevuje titanit. V základní hmotě je možné najít ledvinité útvary oxihydroxidů Fe (přílohy II/obr. 27).

Popis z mikrosondy

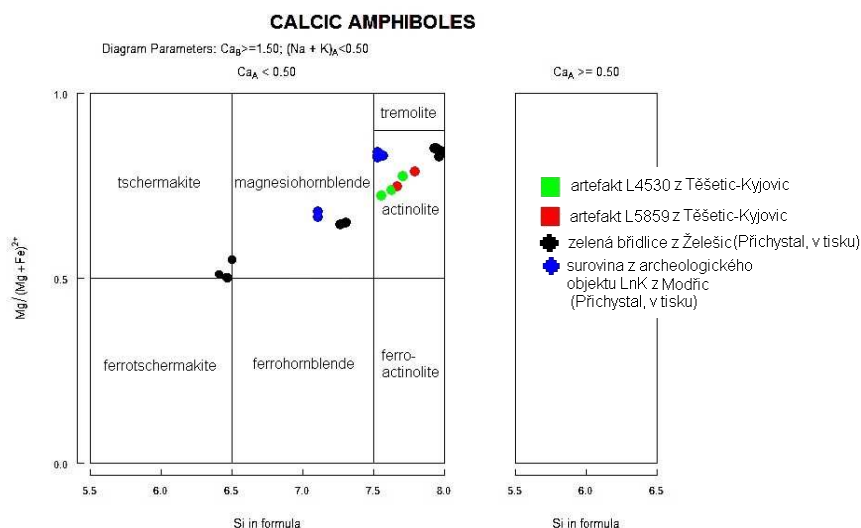
Hornina má nematogranoblastickou mikrostrukturou s porfyrickými vyrostlicemi magnetitu. V základní hmotě se nachází hypautomorfně až xenomorfně omezený sloupečkovitý amfibol. Amfiboly jsou zonální, světlejšího odstínu při okrajích, což znamená, že k jeho okrajům přibývá obsah Fe a Al (odpovídají feropargasitu), zatímco střed je tmavší a odpovídá aktinolitě (přílohy II/obr. 28). Dále se v základní hmotě objevují xenomorfně omezená zrna živců, mezi nimiž jsou zastoupeny tři druhy plagioklasů, které do sebe volně přecházejí. V nejtmaších partiích je albit, ve světlejších jsou bazičtější plagioklasy (andezín, místy až andezín/labradorit) a v nejsvětlejších až bazický plagioklas odpovídající bytownitu. Magnetit tvoří jak automorfně omezené porfyrické vyrostlice (velikost až $500 \mu\text{m}$), tak drobná hypautomorfně až xenomorfně omezená zrna v základní hmotě (většinou $10 - 20 \mu\text{m}$). Porfyrické vyrostlice magnetitu obsahují uzavřeniny epidotu, plagioklasu, amfibolu nebo prorůstající se epidot s plagioklasem. Z akcesorií se objevuje titanit, místy s ilmenitovými jádry.

6. 3. 2. 2. Výsledky a srovnání analýz zelených břidlic typu Želešice

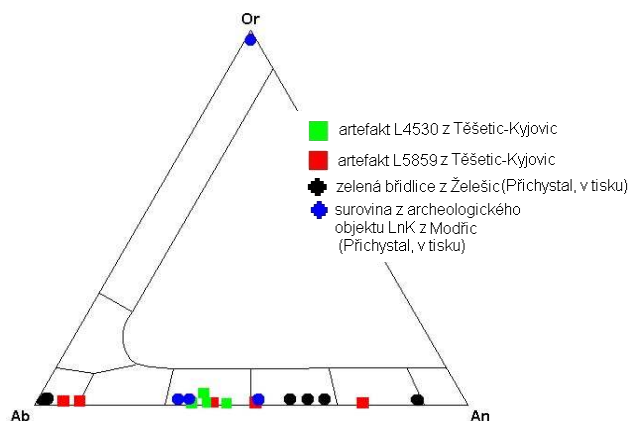
Výsledky z mikrosondy

V obou vzorcích z artefaktů L4530 a L5859 jsou přítomny pouze vápenaté amfiboly, které v diagramu Leake et al. (1997) odpovídají aktinolitům (obr. 23). Obsahy TiO_2 a MnO jsou velmi nízké, srovnatelné s metabazity typu Jizerské hory. Obsahy TiO_2 se pohybují v rozmezí $0,1 - 2,4 \%$, většinou však do $1,0 \%$ a obsahy MnO od $0,3$ do $0,5 \%$. Tyto amfiboly se vyznačují také nízkým obsahem alkálií. Na_2O ($0,2 - 1,9 \%$) převažuje nad K_2O ($0,0 - 0,3 \%$).

U artefaktu L5859 byly zjištěny živce s poměrně širokým rozsahem ve směsi albitové a anortitové komponenty. V klasifikaci živců v diagramu Ab-Or-An spadají do pole albitu, andezínu, labradoritu až bytownitu, zatímco u artefaktu L4530 se ocitají všechny analýzy živců pouze v poli andezínu (obr. 24).



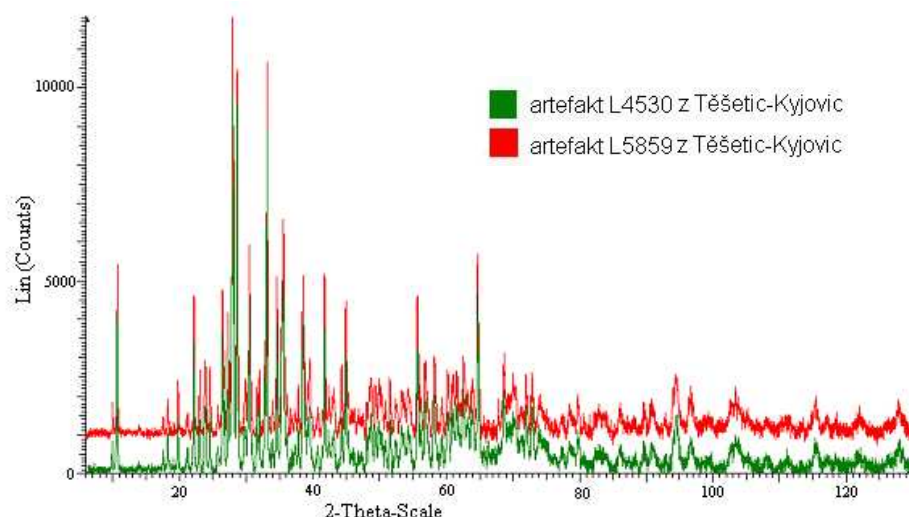
Obr. 23 Klasifikace amfibolů z artefaktů ze skupiny označené ZB typu Želešice, mateřské horniny z Želešic a artefaktu z archeologického objektu z okolí Želešic.



Obr. 24 Klasifikace živců z artefaktů ze skupiny označené ZB typu Želešice, mateřské horniny z Želešic a artefaktu z archeologického objektu z okolí Želešic v diagramu Ab-Or-An.

Rentgenová difrakce

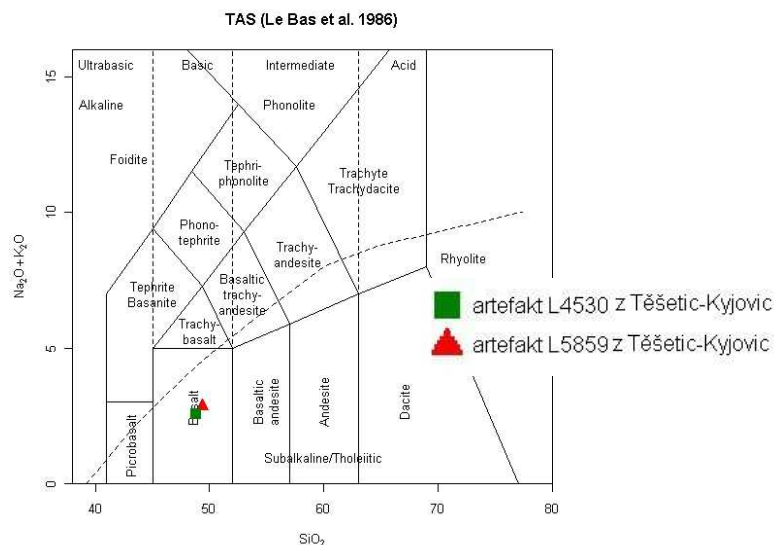
U vzorku z artefaktu L4530 byly analýzou zachyceny z amfibolů aktinolit, z živců anortit a vápenatý albit (andezín), dále pak křemen, z akcesorií byly indikovány epidot, ilmenit, magnetit, hematit a titanit. Zjištěna byla i přítomnost oxidů Fe. Analýzou vzorku z artefaktu L5859 byl zastižen aktinolit, z živců pak sodný anortit (bytownit) a albit. Dále se objevuje křemen a z akcesorií epidot, magnetit a hematit, ilmenit, titanit. Detailnější průzkum píků prokázal výskyt Na-bohatého anortitu (bytownitu) a andezínu až labradoritu. Z obr. 25, kde jsou vyneseny výsledky rtg-difrakce obou vzorků je patrné, že jsou si oba vzorky svým minerálním složením velmi podobné.



Obr. 25 Difraktogram z artefaktů ze skupiny nazvané ZB typu Želešice.

Chemická analýza

Podle chemické klasifikace vulkanitů v diagramu TAS (Le Bas et al. 1986) spadají oba vzorky z artefaktů L4530 a L5859 do pole bazaltů a ocitají se tak v poli subalkalických hornin (obr. 26). Oba vzorky se vyznačují nízkým obsahem alkálií, především K_2O , ale i Na_2O . Poměr Na_2O/K_2O je 27,2 (L4530) a 26,4 (L5859).

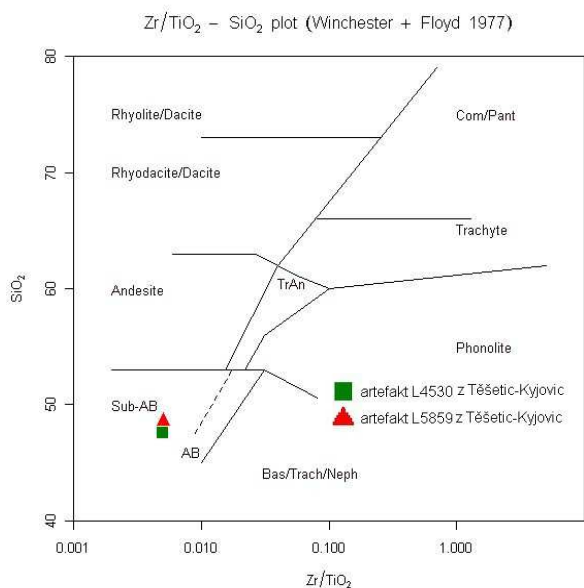


Obr. 26 Chemická klasifikace (TAS) artefaktů ze skupiny nazvané ZB typu Želešice (Le Bas et al. 1986).

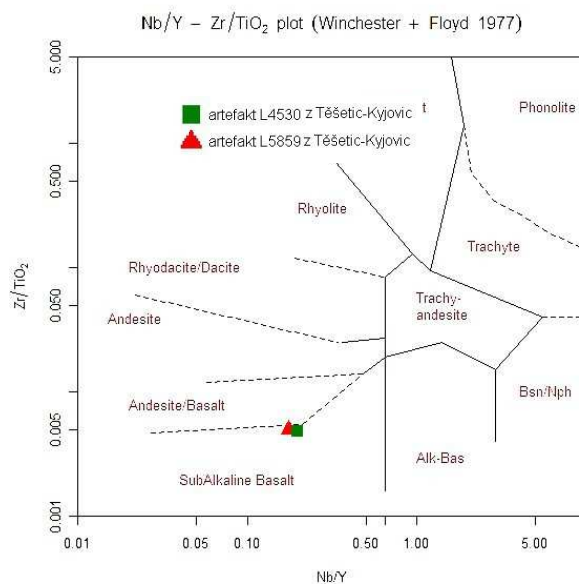
V diagramu Winchestera a Floyda (1977), který využívá poměru $Zr/TiO_2 - SiO_2$ spadají vzorky do pole subalkalických bazaltů (obr. 27). V jiném diagramu Winchestera a Floyda (1977) s využitím poměru $Nb/Y - Zr/TiO_2$ spadají taktéž do pole subalkalických bazaltů (obr. 28).

Tyto vzorky z artefaktů si jsou svým složením velmi blízké. Vykazují obsahy SiO_2 47,8 % (L4530) a 48,3 % (L5859), obsahy TiO_2 mají nižší než metabazity typu Jizerské hory (1,3 % u obou vzorků), zatím co obsahy Fe_2O_3 jsou s metabazity typu Jizerské hory srovnatelné (13,4 % u obou

vzorků). Obsahy alkálií jsou snižené, především K_2O (0,1 % u obou vzorků). Obsahy P_2O_5 jsou nižší než u metabazitů typu Jizerské hory (0,1%).

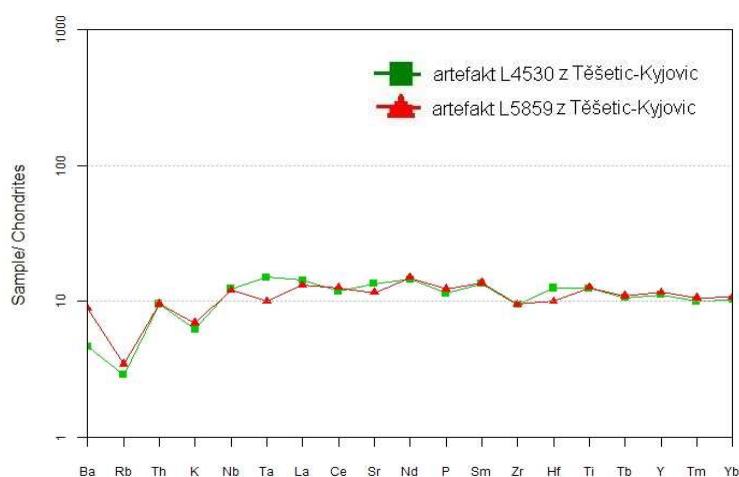


Obr. 27 Diskriminační diagram $Zr/TiO_2 - SiO_2$ (Winchester - Floyd 1977).



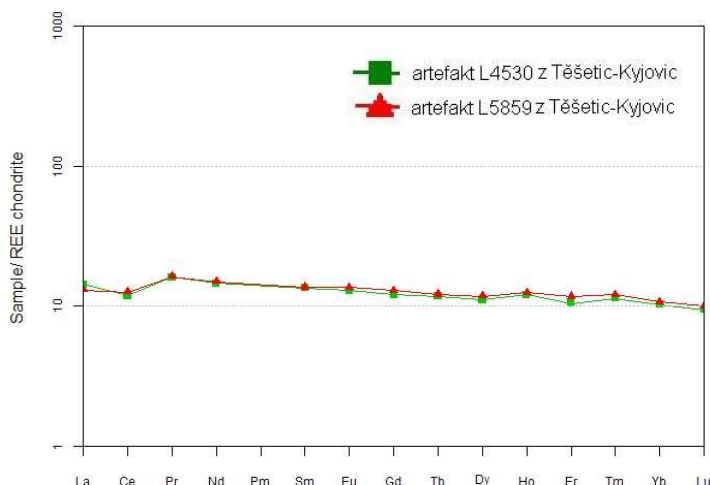
Obr. 28 Diskriminační diagram $Nb/Y - Zr/TiO_2$ (Winchester - Floyd 1977).

Obsahy stopových prvků byly vyneseny do multivariačního diagramu distribuce vybraných stopových prvků a prvků vzácných zemin (normalizace dle Thompsona et al. 1984). Z diagramu (obr. 29) je patrné, že obě křivky mají téměř stejný průběh. Jejich chování se liší pouze u Ta (0,3 ppm - L4530 a 0,2 ppm - L5859) a Hf (2,5 ppm - L4530 a 2 ppm - L5859) a mírně u Sr. Oba vzorky jsou bohatší Ba (32 ppm – L4530 a 61 ppm – L5859), zatím co mají nižší hodnoty Rb (1 ppm - L4530 a 1,2 ppm - L5859). Jinak mají křivky téměř stejný průběh, kromě počátku vykazují plochý průběh.



Obr. 29 Multivariační diagram distribuce vybraných stopových prvků a některých REE ZB typu Želešice (normalizace na chondrit dle Thompsona et al. 1984).

Chování REE prvků v ZB typu Želešice a jejich porovnání s chondritem dle Nakamury (1974) znázorňuje obr. 31. Celkový obsah REE je poměrně nízký, činí 43 ppm (L4530) a 45 ppm (L5859). Obě křivky mají téměř shodný průběh. Není zde přítomná negativní Eu anomálie. Obsahy LREE téměř korespondují s obsahy HREE, což dává křivce plochý průběh.



Obr. 30 Distribuce REE v ZB typu Želešice (normalizace na chondrity dle Nakamury 1974).

6. 3. 3. Aktinolitická břidlice až nefrit

6. 3. 3. 1. Popisy vybraného vzorku

L8650 – aktinolitická břidlice až nefrit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Zlomek břítové partie sekeromlatu se zaobleně čtvercovým příčným průřezem pocházející z období kultury s moravskou malovanou keramikou. Hornina má méně zřetelnou foliaci, v jejímž směru jsou protaženy šlíry až čočky několika odstínů, které mají světle šedozelené (5Y 5/2), tmavošedé (N3) a místy i černošedé (N2) odstíny. Hornina má celistvý až rohovecový charakter (přílohy II/obr. 29-30). Magnetická susceptibilita činí $0,08 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Hornina s nematogranoblastickou mikrostrukturou, ve které jsou zastoupeny automorfně omezené jehličky aktinolitu, méně pak hypautomorfně až xenomorfně omezená zrna živců, místy až polohy křemene (přílohy II/obr. 31). Jehličky aktinolitu tvoří vějířovité až sférolitické agregáty (přílohy II/obr. 32), někdy zarostlé v křemenu. V základní hmotě jsou roztroušené automorfně omezené drobné vyrostlice opakních minerálů. Mimo tyto drobné vyrostlice se vyskytují i drobná xenomorfně omezená zrnka roztroušená v základní hmotě, a to převážně v polohách s živci a křemenem.

Popis z mikrosondy

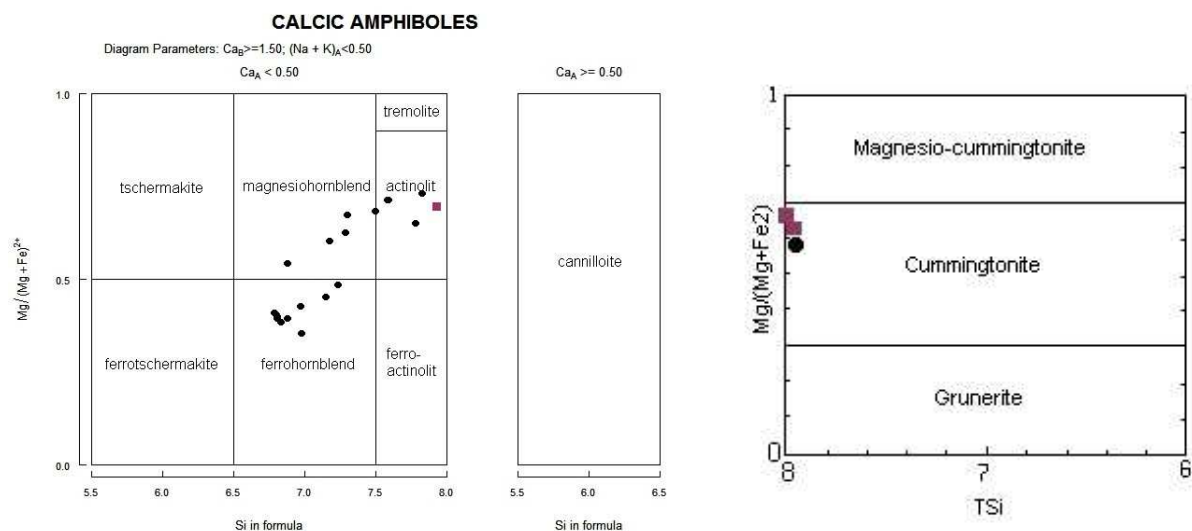
Hornina s nematogranoblastickou mikrostrukturou, která je tvořena polohami bohatými na amfiboly a polohami bohatšími na živce, vzácněji s křemenem. Xenomorfně, většinou však hypautomorfně až automorfně omezené sloupečkovité krystaly amfibolů jsou v takových polohách neusměrněné, orientované i kolmo k sobě (přílohy II/obr. 33). Amfiboly jsou místy zonální, s tmavšími středy (odpovídají složením aktinolitů), ostatní světlejší plochy odpovídají Mg-Fe-Mn-Li amfibolům (cummingtonitům), v jednom případě sodnovápenatému amfibolu winchitu. Xenomorfně omezená zrna nehomogenních živců a homogenního křemene vyplňují mezery mezi amfiboly a místy tvoří i polohy bohaté živci, méně křemenem. V živcích se objevují světlejší a tmavší polohy, většinou složením odpovídají andezínům, místy světlejší polohy přecházejí až do labradoritu. Z akcesorií je hojně zastoupen xenomorfně omezený ilmenit (5 – 10 μm), místy tvořící až automorfně omezené lištky (30 μm). Dále se vyskytují hypautomorfně omezená zrna chromitu (50 – 120 μm). Některá jsou zonální (tmavé okraje – více Al). Místy je možné najít srůsty ilmenitu a chromitu (přílohy II/obr. 34).

6. 3. 3. 2. Výsledky analýz

Výsledky z mikrosondy

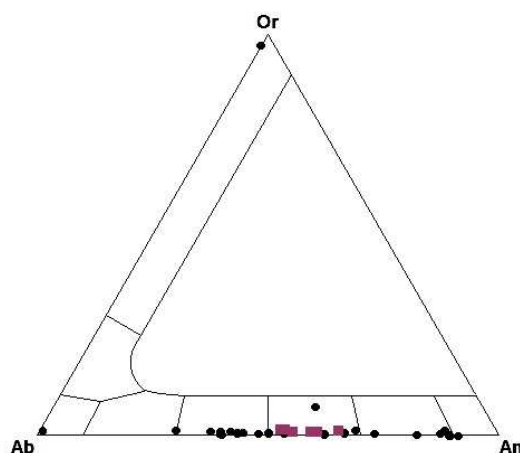
Ve vzorku z artefaktu L8650 byly zastiženy tři typy amfibolů. Prvním typem jsou vápenaté amfiboly, které odpovídají v diagramu Leake et al. (1997) aktinolitům (obr. 31). Obsahy TiO_2 a MnO jsou velmi nízké. Obsahy TiO_2 se pohybují v rozmezí 0,14 – 0,17 %, obsahy MnO od 0,2 do 0,3 %. Dále se tyto amfiboly vyznačují nízkým obsahem alkálií, přičemž Na_2O (0,4 %) převažuje nad K_2O (0,01 – 0,03 %). Jako druhý typ se objevují hořečnato-železnaté amfiboly, které jsou podle diagramu Hawthorne (1981) zastoupeny cummingtonitem (obr. 32). Tyto amfiboly se vyznačují vyššími hodnotami FeO (19 – 19,3 %) a nízkými obsahy CaO (0,7 – 1,4 %). Obsahy TiO_2 i alkálií jsou nižší než u vápenatých amfibolů. U TiO_2 většinou dosahují hodnot do 0,05 %, u Na_2O kolísají od 0,0 do 0,6 % a u K_2O od 0,01 do 0,04 %. Jedna analýza odpovídá sodno-vápenatému amfibolu (winchitu). Tento amfibol má snížené hodnoty FeO (9,5 %), vyšší hodnoty CaO (8 %) a Al_2O_3 (9,5 %). Stejně jako výše uvedené skupiny má nízké hodnoty alkálií (Na_2O 2,6 % a K_2O 0,03 %).

Ve vzorku byly zjištěny živce, které mají poměrně jednotné složení, všechny analýzy po vynesení do diagramu Ab-Or-An spadají do pole labradoritu (obr. 33).



Obr. 31 Klasifikace vápenatých amfibolů aktinolitické břidlice až nefritu (Leake et al. 1997).

Obr. 32 Klasifikace Mg-Fe amfibolů aktinolitické břidlice až nefritu (Hawthorne 1981)



Obr. 33 Klasifikace živců z aktinolitické břidlice až nefritu v diagramu Ab-Or-An.

6. 3. 4. Celistvé metabazity

6. 3. 4. 1. Popisy vybraných vzorků

L6076 – celistvý metabazit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Sekerka trapézovitého nárysu s obdélným příčným průřezem, rovným ostřím, nezabroušeným rovným týlem a hráněnými boky. Artefakt pochází z období kultury s moravskou malovanou keramikou. Jedná se o černošedou (N2) horninu, která je tak jemnozrnná, že se jeví jako celistvá s všesměrnou texturou (přílohy II/obr. 35-36). Magnetická susceptibilita artefaktu činí $0,4 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Hornina s nematogranoblastickou mikrostrukturou (přílohy II/obr. 37), která je tvořena světlými a tmavými šlírami. Světlejší méně časté šlíry tvoří hypautomorfně až xenomorfně omezené živce, na jejichž okrajích se vyskytují jehličkovité aktinolity, vzácněji křemen. Tmavší šlíry tvoří vláknitý až xenomorfní aktinolit. Xenomorfně omezené rudní minerály jsou poměrně rovnoměrně roztroušeny v základní hmotě (přílohy II/obr. 38). Místy se zdá, že větší xenomorfně omezená zrna se vyskytují v rámci světlých šlír.

Popis z mikrosondy

Hornina s nematogranoblastickou mikrostrukturou, která je tvořena nehomogenními xenomorfně omezenými zrny amfibolů, místy až hypautomorfně omezenými jehlicemi amfibolů a xenomorfně omezenými živci, které jsou místy nehomogenní a tvoří vyplň mezi zrny amfibolů. V amfibolech se vyskytují světlejší polohy a tmavší polohy – dva druhy amfibolů (přílohy II/obr. 39). Světlejší polohy se blíží Mg-Fe-Mn-Li amfibolů, mají vyšší obsah Fe, nižší obsah Ca, stejný obsah Mg a nízký obsah Al v porovnání s okolními tmavšími amfiboly. Tmavší polohy odpovídají vápenatým amfibolům (magnesiohornblendům, místy aktinolitu). V živcích jsou místy polohy bohatší na Na (nejde ovšem o albit), ale jinak se ve všech případech jedná o bazické živce (labradority). Místy se objevuje xenomorfně omezený křemen, který ovšem není tak hojný jako živce. Z akcesorií je poměrně často možné najít drobná automorfně omezená zrna apatitu (do 20 µm). Dále se hojně vyskytuje hypautomorfně až xenomorfně omezený ilmenit. Místy jsou přítomny polohy se srůsty ilmenitu (100 až 200 µm) s xenomorfně omezenými zrny pyritu (přílohy II/obr. 40).

L3078 – celistvý metabazit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Středová a týlová partie sekeromlatu se zaobleným obdélným vysokým příčným průřezem. Patrná reutilizace – v týlu zbytek staršího provrtu (zabroušen). Artefakt pochází z období kultury s moravskou malovanou keramikou. Hornina má tmavší šedočernou barvu (N3), na povrchu místy se světlejší šedozelenou patinou (10Y 8/2 až 10Y 6/2). Jedná se o jemnozrnnou až celistvou horninu (ovšem méně jemnozrnnou než L6076) s mírnou foliací (přílohy II/obr. 41-42). Magnetická susceptibilita artefaktu činí $2,2 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Hornina s nematogranoblastickou mikrostrukturou, ve které jsou zastoupeny jemné tmavší a světlejší šlíry (přílohy II/obr. 43). Tmavší šlíry tvoří xenomorfní až jehličkovitý aktinolit a xenomorfně omezené zrnka rudních minerálů. Ve světlejších šlírách se objevuje xenomorfně až hypautomorfně omezený živec a méně křemen. Na výbruse je patrné, že se rudní minerály vážou především na tmavší polohy s aktinolitem. Na přechodech tmavších šlír do světlejších se vyskytuje jehličkovitý aktinolit

zarůstající do živce nebo křemene (přílohy II/obr. 44). V základní hmotě je možné najít chlorit lupenitého tvaru.

Popis z mikrosondy

Hornina s nematogranoblastickou mikrostrukturou, ve které jsou zastoupena xenomorfně až hypautomorfně omezená zrna amfibolů (přílohy II/obr. 45). Amfiboly převážně o složení magnesiohornblendu (místy aktinolitu) jsou poměrně homogenní, místy u okrajů s vyšším obsahem Fe (světlejší). V rámci monominerálních poloh tvořených pouze amfiboly (až 200 μm) se objevují hypautomorfně omezené sloupečkovité krystaly. V aktinolitech se vyskytují uzavřená drobná automorfně omezená zrnka titanitů. Výplň mezi amfiboly tvoří xenomorfně omezené nehomogenní živce, i přesto všechny svým složením spadají do bazických živců (labradoritů). Místy je ve výplni mezi amfiboly i xenomorfně omezený křemen. Z akcesorií jsou přítomna automorfně omezená zrna apatitu (do 20 μm). Hojněji se vyskytují hypautomorfně, převážně však xenomorfně omezená zrna ilmenitů (do 30 μm), které místy tvoří srůsty s magnetitem (přílohy II/obr. 46). Magnetit je také možné najít v podobě drobných zrněk v základní hmotě (kolem 10 μm). Vzácně jsou zastižena drobná zrnka pyritu až chalkopyritu (1 μm).

Vokáč (2008) pro tyto horniny používá označení jemnozrný amfibolit, ovšem dle výsledků mikroskopie a srovnání s výbrusy jiných metabazitů se zdá být vhodnější označení této horniny jako celistvý metabazit.

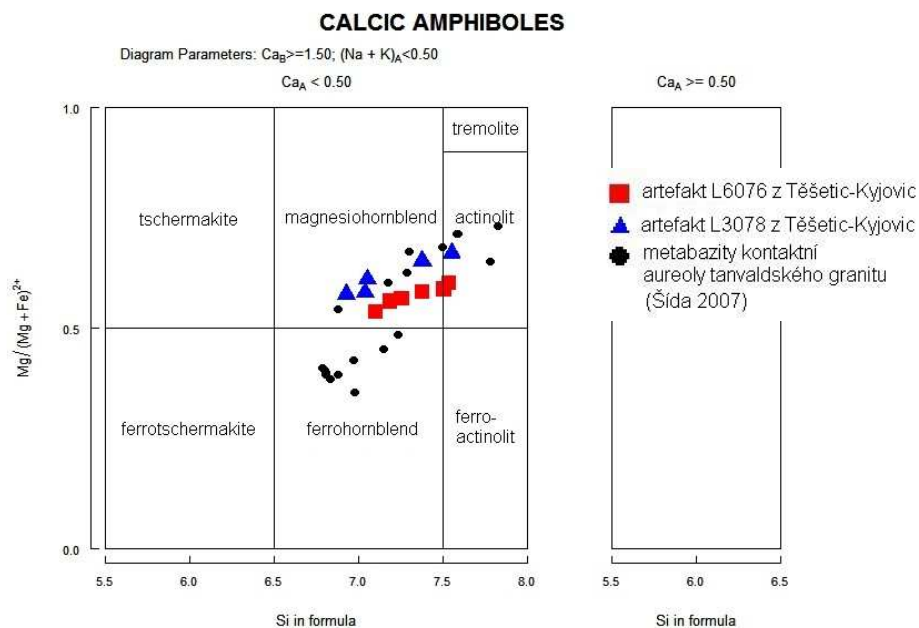
6. 3. 4. 2. Výsledky a srovnání analýz celistvých metabazitů

Výsledky z mikrosondy

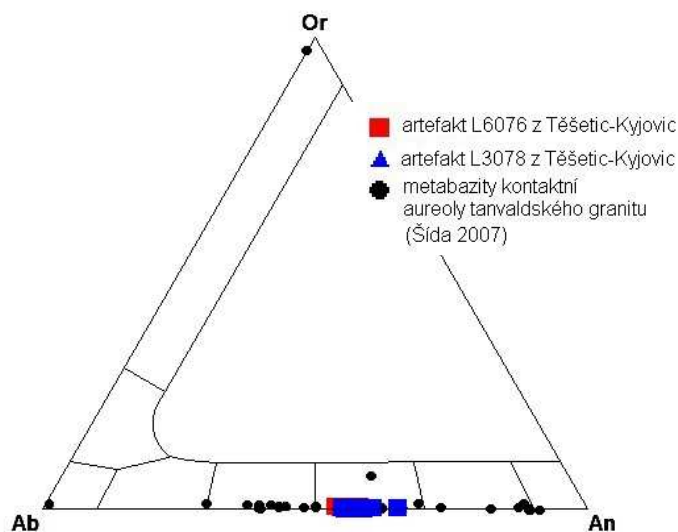
V obou artefaktech byly zjištěny pouze vápenaté amfiboly, které odpovídají v diagramu Leaka et al. (1997) aktinolitům až magnesiohornblendům (obr. 34). Obsahy TiO_2 a MnO jsou velmi nízké. Obsahy TiO_2 se pohybují v rozmezí 0,2 – 0,9 %, obsahy MnO od 0,1 do 0,5 %. Dále se tyto amfiboly vyznačují nízkým obsahem alkálií, přičemž Na_2O (0,3 – 0,9 %) mírně převažuje nad K_2O (0,1 – 0,3 %).

V obou artefaktech se vyskytují živce jednotného složení. Všechny analýzy po vynesení do diagramu Ab-Or-An spadají do pole labradoritu (obr. 35).

Vzhledem k možnosti, že suroviny artefaktů pocházejí z Jizerských hor, byly pro srovnání spolu s analýzami artefaktů vyneseny i výsledky analýz Šídy (2007), který zpracoval metabazity kontaktní aureoly tanvaldského granitu.



Obr. 34 Klasifikace vápenatých amfibolů z artefaktů ze skupiny označené celistvé metabazity a z metabazitů z Jizerských hor (Leake et al. 1997).



Obr. 35 Klasifikace živců z artefaktů ze skupiny označené celistvé metabazity a z metabazitů z Jizerských hor v diagramu Ab-Or-An.

6. 3. 5. Amfibolity

6. 3. 5. 1. Popisy vybraných vzorků

L1150 – páskovaný amfibolit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Sekerka obdélného nárysu s obdélným příčným průřezem a obloukovitým ostřím pocházející z období kultury s moravskou malovanou keramikou. Z části osekaná týlová partie a bok, jeden bok

je lehce obroušen. Jedná se o středně zrnitou horninu černošedé barvy (N3) s lesknoucími se tmavými minerály – amfiboly (přílohy II/obr. 47-48). Na boku artefaktu jsou patrné světlé a tmavé pásy paralelní s foliací, místy i silnější světlý pás bohatý živci (živcová poloha). Magnetická susceptibilita artefaktu činí $0,4 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu:

Hornina s granonematoblastickou mikrostrukturou s méně patrným páskováním. Tmavší pásy tvoří protáhlá až sloupečkovitá hypautomorfně až automorfně omezená zrna amfibolu (přílohy II/obr. 49). Světlejší pásy pak tvoří hypautomorfně až xenomorfně omezená zrna křemene, místy plagioklasy. V některých partiích se mezi zrny amfibolu objevují xenomorfně omezené pyroxeny. Z akcesorií se vyskytuje automorfně omezený titanit klínovitého tvaru (přílohy II/obr. 50).

Popis z mikrosondy:

Hornina s granonematoblastickou mikrostrukturou, ve které jsou přítomna hypautomorfně až automorfně omezená zrna amfibolů (250 μm) dvou druhů. Ve většině případů spadají do pole ferropargasitu, vzácněji aktinolitu. Dále se zde objevují větší xenomorfně omezená zrna pyroxenů (400 – 500 μm), která odpovídají diopsidu. Mezi nimi se vyskytují xenomorfně omezené živce, které jsou zde zastoupeny ve třech druzích (přílohy II/obr. 51). Nejtmavší albit, světlejší více bazický (labradorit) a nejsvětlejší K-živec (ortoklas). Z akcesorií je možné najít automorfně omezený titanit (150 μm) a xenomorfně omezená drobná zrnka chalkopyritu (přílohy II/obr. 52).

L3525 – páskovaný amfibolit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Středová partie sekeromlatu s obdélným příčným průřezem pocházející z období kultury s moravskou malovanou keramikou. Hornina je zřetelně zrnitá s výraznou foliací. Střídají se zde tmavošedá zrna amfibolů (N3) s bělavými zrny živců (N9), které na boku artefaktu vytvářejí tmavé a světlé pásy jdoucí paralelně s foliací (přílohy II/obr. 53-54). Magnetická susceptibilita artefaktu činí $0,2 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Hornina s granonematoblastickou mikrostrukturou (přílohy II/obr. 55), ve které jsou zastoupeny výraznější tmavší a méně mocné světlejší pásy. Tmavší pásy jsou tvořeny protaženými až sloupečkovitými amfiboly s hypautomorfním až automorfním omezením, v některých partiích i polohami amfibolů s chloritem a karbonáty. Ve světlých páskách se objevuje hypautomorfně až xenomorfně omezený křemen a živce, místy větší světlejší polohy bohaté živci (přílohy II/obr. 57). Z akcesorií se poměrně hojně vyskytuje titanit, místy s ilmenitovými jádry (přílohy II/obr. 56).

Popis z mikrosondy

Hornina s granonematoblastickou mikrostrukturou. Mezi hypautomorfně omezenými sloupečkovitými zrny amfibolů (200 μm) jsou zastoupena xenomorfně omezená zrna živců. Amfiboly

spadají většinou do pole edenitu až magnesiohastingsitu, vzácně magnesiohornblendu. Živce se zde vyskytují ve třech druzích (přílohy II/obr. 58). Nejtmavší který vytváří žilky je albit, dále se objevuje světlejší více bazický živec a tmavší K-živec. Analýzy ukazují široké spektrum živců, které se pohybuje od albitu, přes oligoklas, andezín, labradorit až po bytownit. Je možné zde najít i větší vyrostlice (1 mm) plagioklasu, z části albitizované. Dále jsou zastoupeny zoisity nebo prehnity, karbonáty a chlority. Z akcesorií se v amfibolech vyskytují drobná zrnka zirkonů a automorfně omezená zrnka titanitů, místy s ilmenitovými jádry. Akcesorie také tvoří automorfně omezená zrna apatitů a vzácněji xenomorfně omezená zrnka pyritu nebo chalkopyritu.

6. 3. 5. 2. Výsledky a srovnání analýz amfibolitů

Výsledky z mikrosondy

Ve vzorcích z artefaktů L1150 a L3525 byly zjištěny pouze vápenaté amfiboly, které odpovídají v diagramu Leake et al. (1997) u L1150 edenitu až pargasitu, v jednom případě i magnesiohornblendu. U vzorku L3525 spadají amfiboly do pole ferropargasitu a v jednom případě aktinolitu (obr. 36-37). Obsahy TiO_2 a MnO jsou velmi nízké. Obsahy TiO_2 činí u vzorku L3525 0,8 – 0,9 % a obsahy MnO 0,2 – 0,4 %. U vzorku L1150 se obsahy TiO_2 pohybují 0,03 % (aktinolit) – 2,5 % (ferropargasit). Dále se tyto amfiboly vyznačují nízkým obsahem alkálií, přičemž Na_2O (1,5 – 1,8 % - L3225 a 0,3 – 2,1 % - L1150) převažuje nad K_2O (0,3 – 0,4 % - L3225 a 0,2 – 1,6 % - L1150).

V obou vzorcích byly zjištěny živce pestrého složení (obr. 38). Ve vzorku L1150 se vyskytují jak K-živce, kdy se analýzy po vynesení do diagramu Ab-Or-An ocitají v poli ortoklasu, tak plagioklasy o složení albitu a labradoritu. Ve vzorku L3525 jsou zastoupeny plagioklasy s poměrně širokým rozpětím ve směsi albitové a anortitové komponenty. Analýzy odpovídají poli albitu, oligoklasu, andezínu, labradoritu až bytownitu. Pro srovnání byly spolu s oběma vzorky vyneseny i analýzy amfibolitů ze staroměstského krystalinika, které byly zpracovány Poubovou a Sokolem (1992) a analýzy amfibolitů z jihovýchodního okraje Českého masivu (Matějovská 1987).

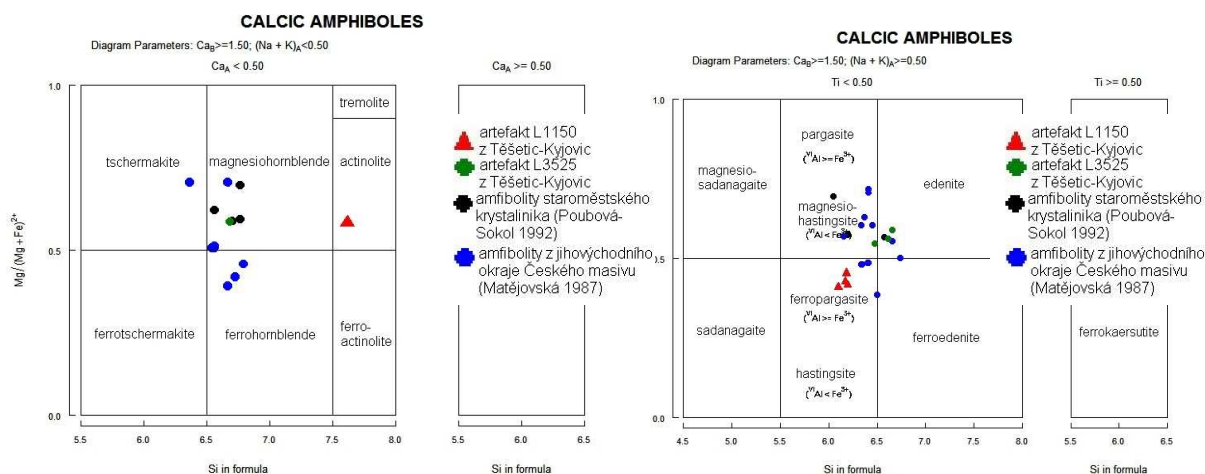
Rentgenová difrakce

Rtg-difrakci byl podroben vzorek z artefaktu L1150 (obr. 39). Analýza zachytila přítomnost pyroxenů (diopsidu, Fe-diopsidu, klinopyroxenu), amfibolů (tremolit, magnesiohornblend, edenit) a živců (Na-anortit = labradorit, Ca-albit = andezín) a akcesorie (titanit, ilmenit).

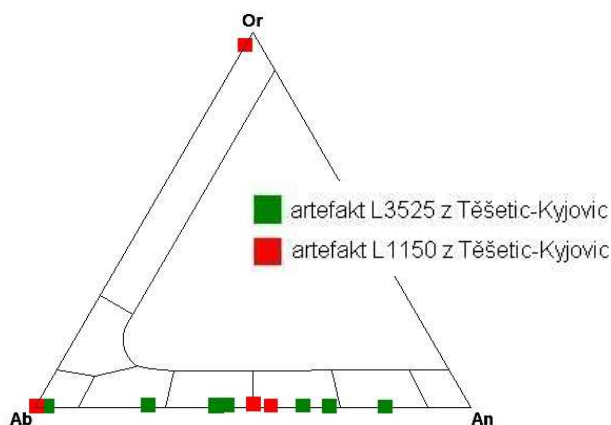
Chemická analýza

Chemicky byl studován artefakt z amfibolitu L1150. Pro srovnání byly spolu s ním vyneseny analýzy amfibolitů staroměstského krystalinika (Poubová - Sokol 1992) a analýzy z amfibolitů z jihovýchodního okraje Českého masivu (Matějovská 1987). Podle chemické klasifikace vulkanitů spadá studovaný artefakt v diagramu TAS (Le Baas et al. 1986) do pole bazaltů a patří tak k subalkalickým horninám, i když je téměř na jejich hranici (obr. 40). Vzorek se vyznačuje velmi nízkým

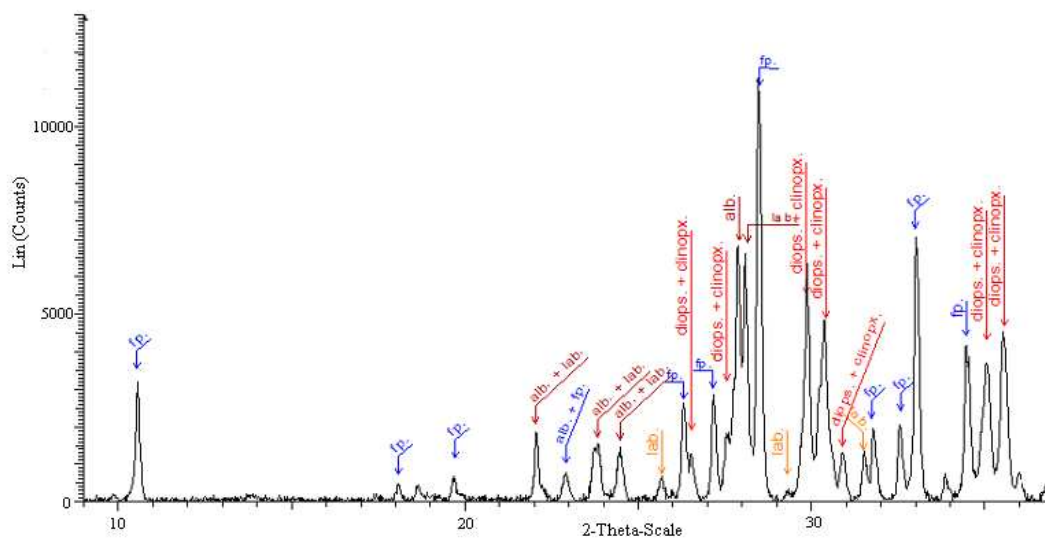
obsahem alkálií, především K_2O (0,8 %), ale i Na_2O (2,7 %). Poměr Na_2O/K_2O je 3,31. Srovnávané amfibolity ze staroměstského krystalinika spadají do pole bazaltů až bazaltických andezitů.



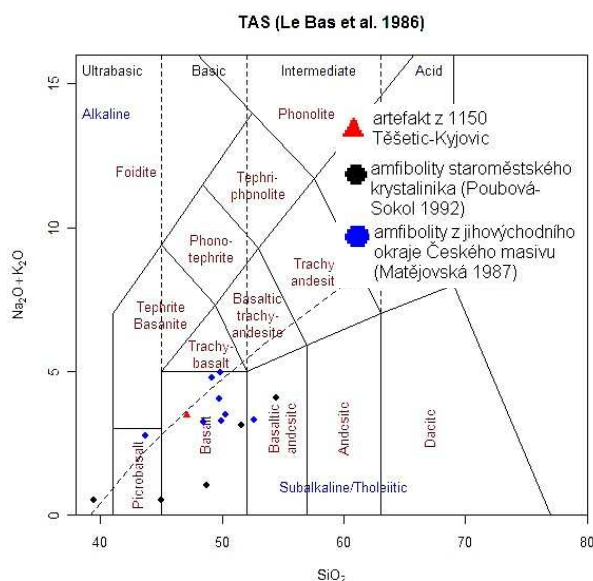
Obr. 36 - 37 Klasifikace vápenatých amfibolů z amfibolitů (Leake et al. 1997).



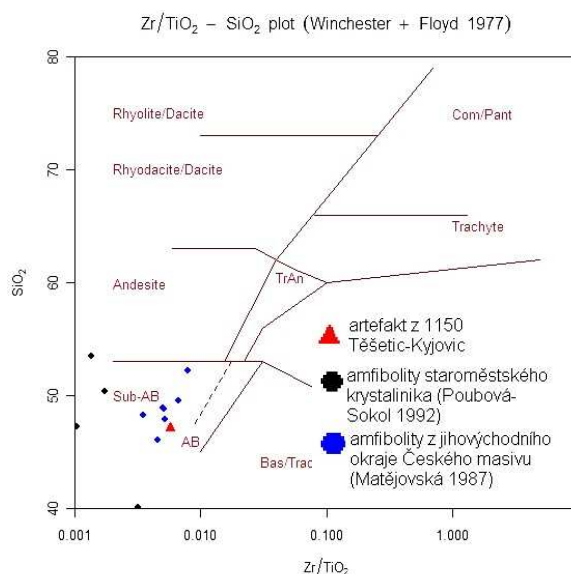
Obr. 38 Klasifikace živců z amfibolitů v diagramu Ab-Or-An.



Obr. 39 Difraktogram amfibolitového artefaktu L1150 - výřez.



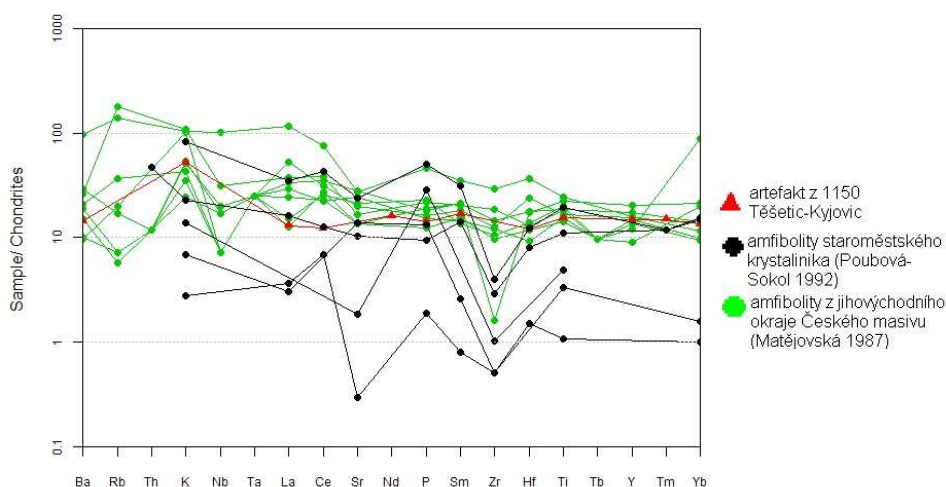
Obr. 40 Chemická klasifikace (TAS) amfibolitu (Le Bas et al. 1986).



Obr. 41 Diskriminační diagram $Zr/TiO_2 - SiO_2$ (Winchester - Floyd 1977).

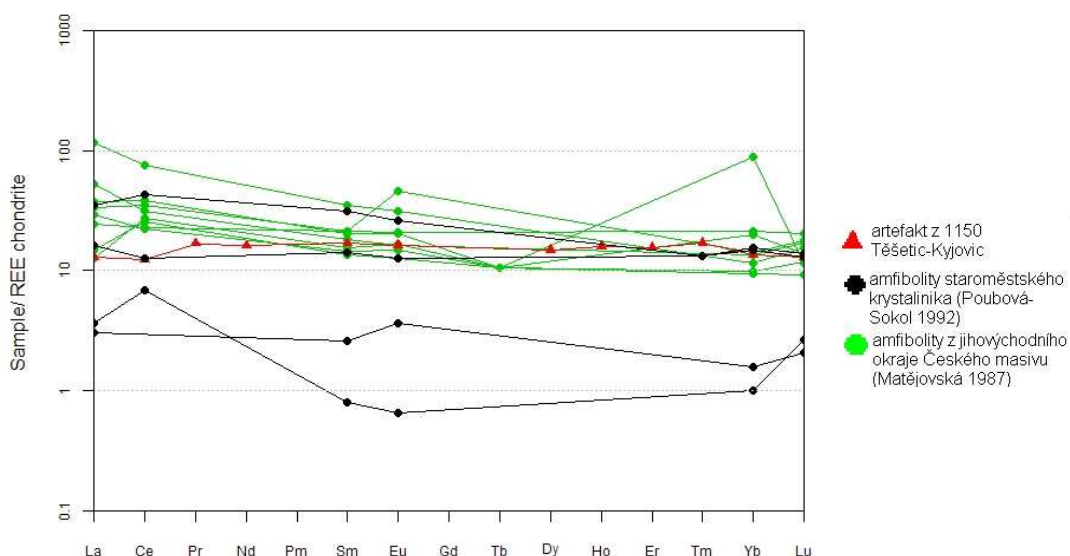
V diagramu Winchestra a Floyda (1977), který využívá poměru $Zr/TiO_2 - SiO_2$, spadá vzorek do pole subalkalických bazaltů (obr. 41) stejně jako většina amfibolitů staroměstského krystalinika. Artefakt vykazuje obsahy SiO_2 46,4 %, obsahy TiO_2 jsou poměrně nízké (1,6 %), zatím co obsahy Fe_2O_3 jsou vyšší (12,3 %). Obsahy alkálií jsou snižené, především K_2O (0,8 %). Obsahy P_2O_5 jsou nízké (0,2 %).

Obsahy stopových prvků byly vyneseny do multivariačního diagramu distribuce vybraných stopových prvků a prvků vzácných zemin (normalizace dle Thompsona et al. 1984). Pro srovnání byly vyneseny spolu s analýzami amfibolitů staroměstského krystalinika (Poubová-Sokol 1992) a analýzy z amfibolitů z jihovýchodního okraje Českého masivu (Matějovská 1987). Z diagramu (obr. 42) je patrné, že zkoumaný vzorek sice nevykazuje stejný trend s žádným z amfibolů, ale v zásadě se od některých z nich výrazně neliší.



Obr. 42 Multivariační diagram distribuce vybraných stopových prvků a některých REE artefaktu z amfibolitu (normalizace na chondrit dle Thompsona et al. 1984).

Chování REE prvků v artefaktu L1150 z amfibolitu bylo vyneseno do diagramu dle Nakamury (1974). Pro srovnání jsou spolu s ním uvedeny analýzy amfibolitů ze staroměstského krystalinika (Poubová-Sokol 1992) a analýzy z amfibolitů z jihovýchodního okraje Českého masivu (Matějovská 1987), což znázorňuje obr. 43. Celkový obsah REE v artefaktu z amfibolitu je nízký, činí 50 ppm. Není zde přítomná negativní Eu anomálie, stejně jako u amfibolitů staroměstského krystalinika a jihovýchodního okraje Českého masivu.



Obr. 43 Distribuce REE v amfibolitu (normalizace na chondrit dle Nakamury 1974).

6. 3. 6. Serpentinity

6. 3. 6. 1. Popisy vybraných vzorků

L1138 – serpentinit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Olámaný zlomek středové partie mlatu s oválným příčným průřezem a s klenutým středem a bokem (přílohy II/obr. 59-60). Artefakt pochází z období kultury s lineární keramikou. Hornina má všesměrnou texturu černozeleňé barvy (5G 2/1), místy na povrchu se světlezelenou až bělavou patinou (5GY 6/1 až N9). Magnetická susceptibilita artefaktu činí $10,8 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Jedná se o horninu s mřížovitou mikrostrukturou, ve které jsou zastoupeny především minerály serpentínové skupiny (přílohy II/obr. 61-62). Tato mřížovitá mikrostruktura je tvořena opakujícími se minerály, které zvýrazňují okraje původních vyrostlic amfibolů, pyroxenů nebo olivínů. Minerály serpentínové skupiny jsou doprovázeny karbonáty (přílohy II/obr. 63), do nichž na okrajích zarůstají

jehličky minerálů serpentínové skupiny. Okolo karbonátů jsou soustředěny opakní minerály (přílohy II/obr. 64). Místy se vyskytují relikt pyroxenů.

Popis z mikrosondy

Hornina s mřížovitou mikrostrukturou, kde jsou zastoupeny především minerály serpentínové skupiny a pseudomorfózy po amfibolech vyplněné drobnými xenomorfně omezenými zrny magnetitu (s vysokým obsahem Cr). Magnetity vyplňují místa, kde se původně nacházely amfiboly (přílohy II/obr. 65). V základní hmotě, kterou tvoří většinou minerály serpentínové skupiny, se místy vyskytují karbonáty – dolomity (500 – 600 μm).

L1147 – serpentinit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Středová partie dvouramenného mlatu s plankonvexním příčným průřezem (přílohy II/obr. 66-67). Artefakt pochází z období kultury s lineární keramikou. Hornina má skvrnitou černozeleň (5G 2/1), v některých partiích zelenavou barvu (5GY 7/2). Jeví se jako celistvá bez zřetelné foliace. Na povrchu se místy objevuje světlejší světlezelená patina (5GY 7/2). Magnetická susceptibilita artefaktu činí 24×10^{-3} SI.

Popis výbrusu

Hornina s rekrystalizační mikrostrukturou (přílohy II/obr. 68-69). Jsou zde zastoupeny především minerály serpentínové skupiny, ve kterých se vyskytují karbonáty (zřejmě dolomity) s většími xenomorfně omezenými zrny opakních minerálů a lupenitými agregáty minerálů serpentínové skupiny. Opakní minerály jsou v podobě drobných xenomorfně omezených zrněk v celé základní hmotě, ale netvoří již tak zřetelnou mřížovitou mikrostrukturu jako u vzorku z artefaktu L1138. Místy se objevují relikt pyroxenů (přílohy II/obr. 70), ve kterých jsou patrné „Schillerovy inkluze“ – jedná se o inkluze magnetitu ve směru lepší pyroxenové štěpnosti (přílohy II/obr. 71).

Popis z mikrosondy

Hornina s rekrystalizační mikrostrukturou, kde je základní hmota tvořena minerály serpentínové skupiny (přílohy II/obr. 72). V těchto minerálech se místy vyskytují xenomorfně omezené větší plochy tvořené oxidy a hydroxidy Fe (magnetity až chromity). Jsou zde zastoupena jak tmavší xenomorfně omezená zrna, která jsou nepravidelně zonální a kde magnetit přechází do chromitu (magnetit – tmavší místa, chromit – světlejší místa), tak xenomorfně omezená zrna chromitu, která se jeví světlejší. V některých zrnech chromitu jsou uzavřeny karbonáty. Kromě těchto větších ploch (1 – 2 mm) se hydroxidy a oxidy Fe v základní hmotě objevují také v podobě drobných zrněk (20 μm). Kolem větších ploch oxidů a hydroxidů Fe se vyskytují hypautomorfně až automorfně omezená lištkovitá zrna flogopitu (bohatší na Al ve srovnání s okolními minerály serpentínové skupiny – ty mají více Mg). V minerálech serpentínové skupiny je možné najít relikt pyroxenů (kolem 500 μm), kde jsou dobře viditelné „Schillerovy inkluze“ (přílohy II/obr. 73). Jedná se o inkluze magnetitu ve směru lepší pyroxenové štěpnosti. Pyroxeny odpovídají složením diopsidu, místy až wo-bohatému pyroxenu.

V těchto zrnech, především v jejich okrajích, jsou často uzavřené automorfně omezené jehlice minerálů serpentínové skupiny.

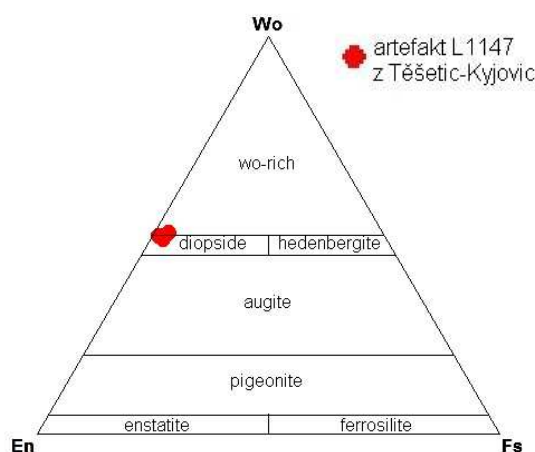
6. 3. 6. 2. Výsledky a srovnání analýz serpentinitů

Výsledky z mikrosondy

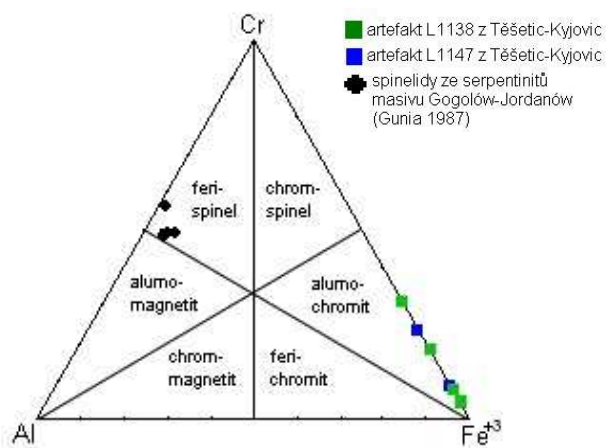
Ve vzorku z artefaktu L1147 se objevují relikt pyroxenů, které v klasifikačním diagramu spadají do pole diopsidu až wo-bohatého pyroxenu (obr. 44). V obou vzorcích se vyskytují spinelidy. V klasifikačním diagramu Stevense (1944) se ocitají v poli alumochromitu (obr. 45). Pro srovnání byly spolu s nimi vyneseny spinelidy ze serpentinitů a z masivu Gogolów-Jordanów (Gunia 1987), které zaujímají v diagramu Stevense (1944) pole ferispinelu.

Rentgenová difrakce

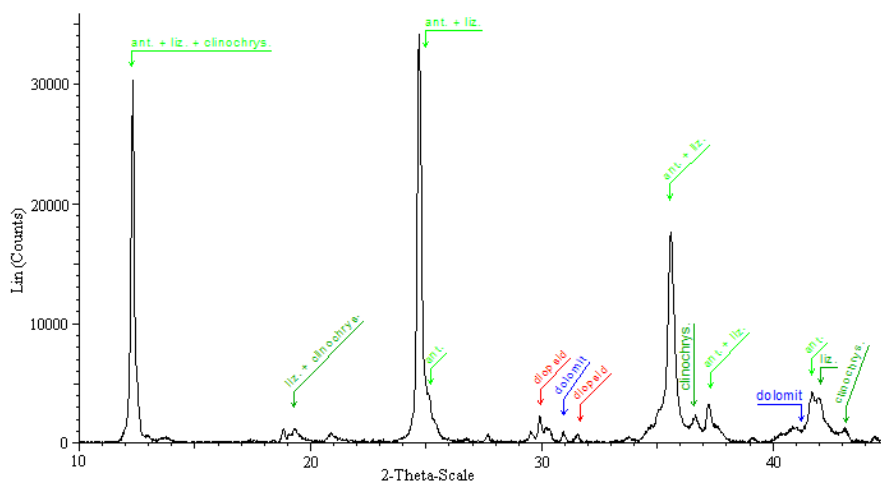
Analýza vzorku z artefaktu L1138 (obr. 46) zachytila přítomnost minerálů serpentínové skupiny (antigoritu, lizarditu, serpentinu - klinochrysilu), dále pak pyroxenů (diopsidu) a chloritů (klinochlor), z akcesorií se vyskytují magnetit, hematit, chromit a spinel. Přítomen je i karbonát (dolomit).



Obr. 44 Pyroxeny ze serpentinitu L1147 v diagramu En-Fs-Wo.



Obr. 45 Složení spinelidů ze serpentinitů z masivu Gogolów-Jordanów v diagramu dle Stevense (1944).

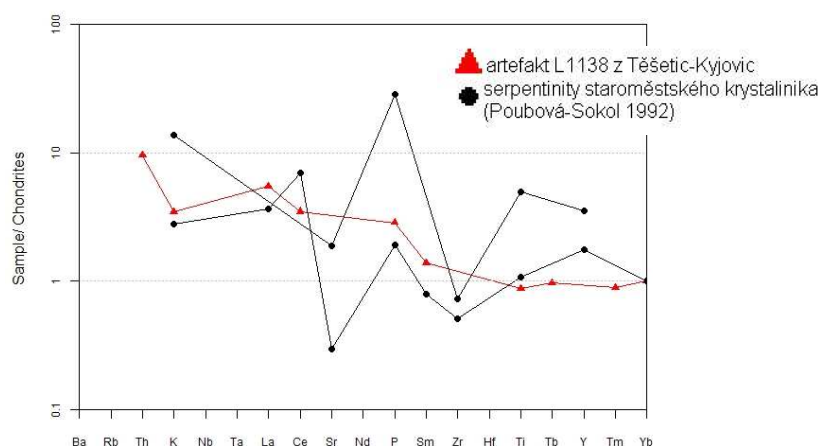


Obr. 46 Difraktogram serpentinitového artefaktu L1138 - výřez.

Chemická analýza

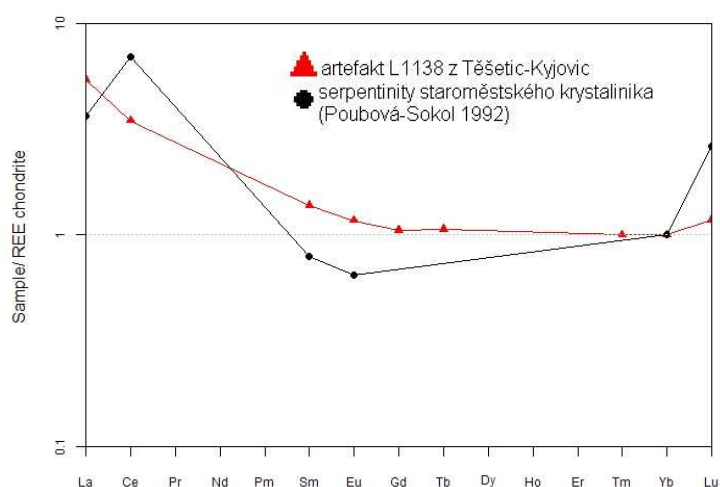
Chemicky byl studován vzorek z artefaktu L1138. Vzorek obsahuje 40 % SiO_2 a 34 % MgO . Má velmi nízký obsah alkálií (0,05 % a Na_2O 0,1 %) a vykazuje vyšší obsah Cr_2O_3 (0,3 %), dále obsahuje 8 % FeO a 3 % Al_2O_3 . Poměr $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ je 2.

Obsahy stopových prvků artefaktu L1138 ze serpentinitu byly vyneseny do multivariačního diagramu distribuce vybraných stopových prvků a prvků vzácných zemin (normalizace na chondrit dle Thompsona et al. 1982). Vzorek byl srovnán s analýzami serpentinitů ze staroměstského krystalinika (Poubová - Sokol 1992). Srovnání je patrné z diagramu (obr. 47).



Obr. 47 Multivariační diagram distribuce vybraných stopových prvků a některých REE serpentinitu (normalizace na chondrit dle Thompsona et al. 1984).

Chování REE v artefaktu ze serpentinitu L1148 bylo spolu s analýzou serpentinitu ze staroměstského krystalinika (Poubová - Sokol 1992) vyneseno do diagramu normalizovaného na chondrit dle Nakamury (1974), což znázorňuje obr. 48. Celkový obsah REE v artefaktu je velmi nízký, činí 8 ppm. Není zde přítomná negativní Eu anomálie, na rozdíl od serpentinitu ze staroměstského krystalinika, kde se mírná Eu anomálie vyskytuje.



Obr. 48 Distribuce REE v serpentinitu (normalizace na chondrity dle Nakamury 1974).

6. 3. 7. Bazalty a bazanity/tefrity

6. 3. 7. 1. Popisy vybraných vzorků

L3546 – pyroxenický bazanit nebo tefrit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Sekerka mírně trapézovitého až obdélného nárysu s plankovexním až čočkovitým příčným průřezem. Patrná reutilizace – silně obité póly, druhotně roztěrač. Artefakt pochází z období neolitu. Hornina má světle šedou barvu (N6) se zbytky červeného barviva. Jedná se o horninu s masivní texturou s patrnými lištíkami (1-4 mm) všesměrně uspořádaných tmavých minerálů (přílohy II/obr. 74-75). Magnetická susceptibilita artefaktu činí $38,1 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

V porfyrické mikrostruktuře s hypautomorfní strukturou základní hmoty (přílohy II/obr. 76) se nacházejí automorfně omezené vyrostlice zonálních pyroxenů. Pyroxeny mají xenomorfně omezenou centrální část, na kterou pak narůstá automorfně omezená okrajová část, což svědčí o změně krystalizačních podmínek (přílohy II/obr. 77). Směrem k okrajům výbrusů se objevují poikylitické vyrostlice pyroxenů (Obr. 78, viz. Přílohy II), ve kterých tvoří inkluze sklo. Dále se ve výbruse vyskytují pseudomorfózy pyroxenů po olivínu, které jsou vyplněné rudními minerály (přílohy II/79). V základní hmotě jsou zastoupeny drobné automorfně omezené lištíky pyroxenů a xenomorfně omezené živce.

Popis z mikrosondy

Hornina s porfyrickou mikrostrukturou (přílohy II/obr. 80), která je tvořena automorfně omezenými vyrostlicemi pyroxenů (0,5 - 1 mm). Pyroxeny se v základní hmotě také vyskytují jako hypautomorfně až automorfně omezené lištíky (většinou 50 až 100 μm) o podobném složení jako okraje zonálních pyroxenů (wo-bohatý pyroxen až diopsid). Dále jsou zde pyroxeny zastoupeny jako vyrostlice (přílohy II/obr. 81), které jsou silně zonální (přes 1 mm). Jádru je xenomorfně omezené a bohaté na Fe (složením odpovídá wo-bohatému pyroxenu), zatím co okraj je automorfně omezený a horečnatější (Wo-bohatý pyroxen, spíše diopsid). Jádra jsou postižena magmatickou korozí a mají v sobě uzavřeniny jílových minerálů a živců, okraj dorůstal později a jeho složení je totožné se složením drobnějších lištek pyroxenů. V základní hmotě je možné najít pseudomorfózy po olivínech (500 μm), které jsou především směrem k okraji vyplněné magnetitem (obsahuje hodně Ti). Magnetity tvoří hypautomorfně omezená zrna i v základní hmotě. Prostor mezi lištíkami pyroxenů vyplňují xenomorfně omezené živce spadající do pole andezínu. V základní hmotě tvořené živci se vyskytují zřejmě minerály zeolitové skupiny. Z akcesorií jsou zastoupena drobná automorfně omezená zrnka apatitu.

L6314 – olivinický bazalt

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Břítová partie středně vysokého kopytovitého klínu s mírně hráněným průřezem pocházející z období neolitu. Hornina světle šedé barvy (N7) s masivní texturou (přílohy II/obr. 82-83). Pouhým okem jsou viditelné drobné všesměrně uspořádané tmavé minerály (0,5-1mm). Nejsou ovšem tak hustě zastoupené jako u L3546. Magnetická susceptibilita artefaktu činí $12,7 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Hornina má porfyrickou mikrostrukturu s hemikrystalickou základní hmotou, ve které jsou zastoupeny lišt'ky plagioklasů a mezi nimi sloupečkovité pyroxeny (přílohy II/obr. 84). Porfyrické vyrostlice tvoří převážně automorfně omezené krystaly olivínu (přílohy II/obr. 85). Olivín se vyskytuje i v podobě menších automorfně omezených zrn v základní hmotě. Ve výbrusech je bezbarvý, má výrazně vystupující reliéf a velmi často bývá magmaticky korodovaný. Při okrajích olivínových krystalů bývá vyvinutý nápadný červený reakční lem. Na okrajích jsou patrné i shluky opakního minerálu. Opakní minerály jsou dále roztroušeny v podobě drobných xenomorfně omezených zrn i v celé základní hmotě. V základní hmotě se objevují i hnízda drobných automorfně omezených sloupečkovitých pyroxenů a tabulky plagioklasů. Jako alteraci živců je možné najít jílové minerály, místy ve shlucích kalcity.

Červenohnědé zbarvení dokládá zvýšené obsahy fayalitové složky v okrajových partiích olivínových krystalů (potvrzeno mikroanalyticky) a pravděpodobně částečnou oxidaci Fe.

Popis z mikrosondy

Hornina s porfyrickou mikrostrukturou a hemikrystalickou mikrostrukturou základní hmoty. Porfyrické vyrostlice tvoří automorfně omezená zrna olivínů (kolem 500 μm) s inkluzemi plagioklasů (přílohy II/obr. 86). Některé vyrostlice olivínu jsou zonální, kdy střed je bohatý Mg a směrem k okrajům přibývá Fe (přílohy II/obr. 87). Kromě těchto vyrostlic (300 – 500 μm) jsou olivíny zastoupeny v základní hmotě také v podobě drobnějších automorfně omezených zrn (100 μm). Základní hmotu tvoří xenomorfně až hypautomorfně omezené lišt'ky pyroxenů spadající do pole diopsidu, prostor mezi pyroxeny vyplňují xenomorfně omezené plagioklasy, jejichž složení kolísá mezi andezínem a labradoritem (světlejší partie). Jako alterace živce se objevují jílové minerály. Místy se vyskytují shluky kalcitu, výjimečně automorfně omezená lišt'ka flogopitu. Z akcesorií je možné najít automorfně omezená zrna apatitu, z opakních minerálů xenomorfně omezená zrna magnetitu nebo méně ilmenitu, vzácně i jejich srůsty.

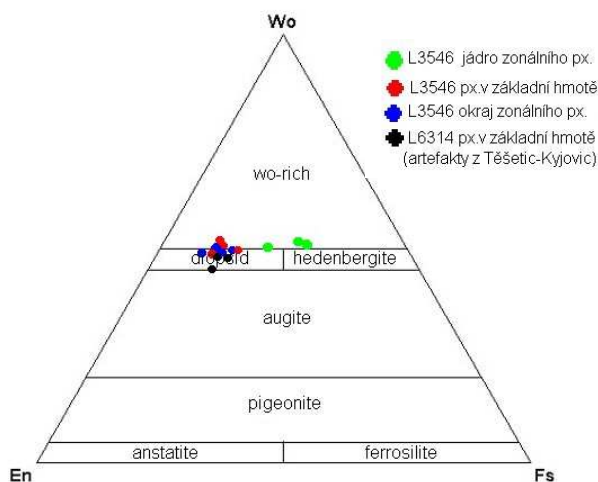
6. 3. 7. 2. Výsledky a srovnání analýz bazanitů/tefritů a bazaltů

Výsledky z mikrosondy

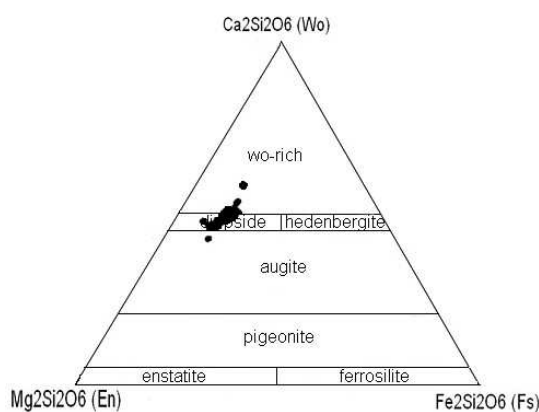
Ve vzorku z artefaktu L3546 byly zjištěny zonální pyroxeny (jádro – wo-bohatý pyroxen, okraj – wo-bohatý pyroxen až diopsid), tak i drobnější pyroxeny v základní hmotě, zatím co ve vzorku z artefaktu L6314 byly zjištěny pouze drobné pyroxeny v základní hmotě spadající do pole diopsidu (obr. 49). Na vedlejším obrázku (obr. 50) jsou pro srovnání uvedeny i výsledky analýz Foltýnové (2003), která zpracovala severomoravské vulkanické horniny. Dále byly v obou vzorcích zachyceny plagioklasy (obr. 51), které u artefaktu L3546 spadají do pole andezínu a u L6314 do pole andezínu až labradoritu, v jednom případě do pole anortoklasu. Ve vzorku z artefaktu L6314 tvoří vyrostlice olivín (Fo_{68-79}), jehož výsledky byly vyneseny do ternárního diagramu se zastoupením hlavních oxidů Mg-Fe-Mn (obr. 52).

Rentgenová difrakce

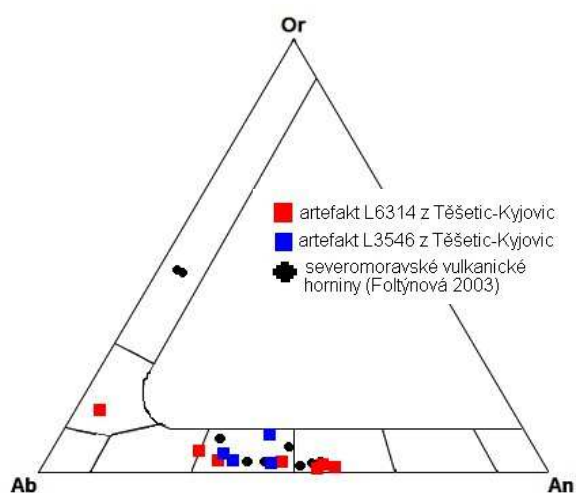
Na obou vzorcích z artefaktů L6314 a L3546 byla provedena rtg-difrakční analýza (obr. 53). Analýzou vzorku z artefaktu L3546 byla zjištěna přítomnost pyroxenů (augitu, diopsidu a klinopyroxenu), z živců byl zastižen sanidin, sodný ortoklas (albit), anortit a vápenatý albit (labradorit). Objevují se zeolity (analcim) a slídy (biotit). Z akcesorií je zastoupen magnetit, hematit a manganochromit. U vzorku z artefaktu L6314 analýza prokázala přítomnost pyroxenů (augitu, Fe-diopsidu, klinopyroxenů), dále olivínu (forsteritu), z živců se objevuje sodný anortit (vápenatý albit, labradorit), z akcesorií pak magnetit, hematit a manganochromit.



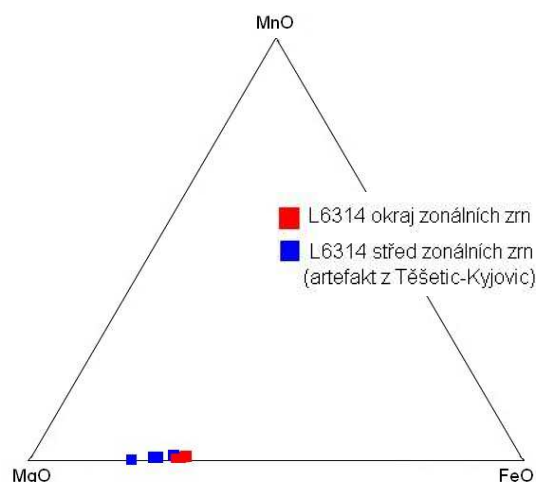
Obr. 49 Pyroxeny z artefaktu z pyroxenického bazanitu/tefritu a olivinického bazaltu v klasifikačním diagramu.



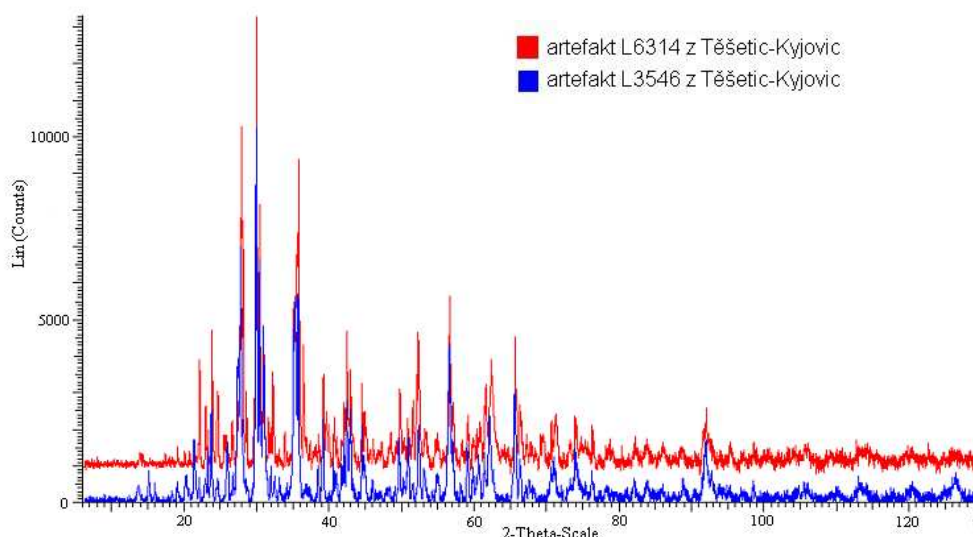
Obr. 50 Pyroxeny ze severomoravských hornin (Foltýnová 2003).



Obr. 51 Živce z artefaktu z pyroxenického bazanitu/tefritu a olivinického bazaltu v diagramu Ab-Or-An.



Obr. 52 Zastoupení oxidů Mg-Fe-Mn v olivínech artefaktu L6314.

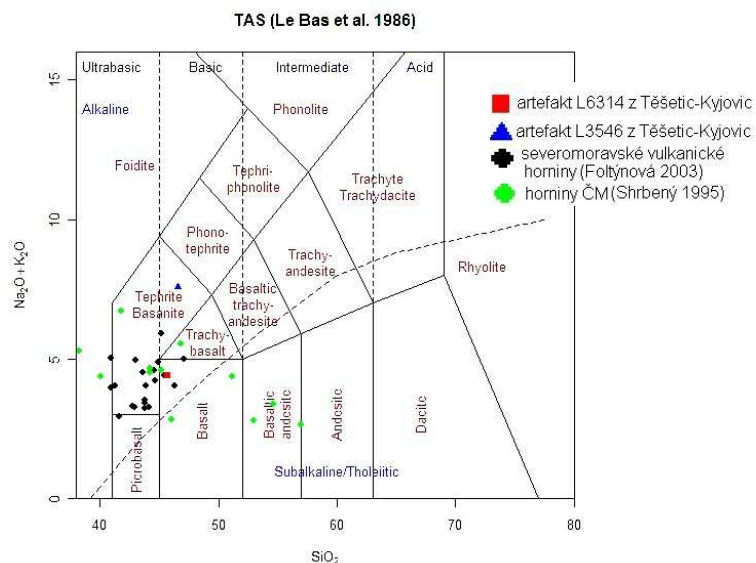


Obr. 53 Difraktogram artefaktů z pyroxenického bazanitu/tefritu a olivinického bazaltu.

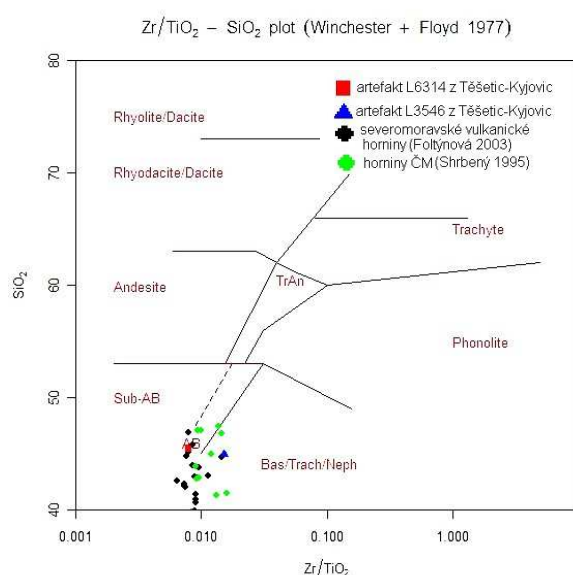
Geochemie:

Pro srovnání jsou v následujících diagramech uvedeny vedle vzorků z artefaktů L3543 a L8668 i výsledky analýz Foltýnové (2003), která zpracovávala severomoravské vulkanické horniny a Shrbeného (1995), který se zabýval vulkanickými horninami Českého masivu. Podle chemické klasifikace vulkanitů v diagramu TAS (Le Baas et al. 1986) spadá vzorek L3546 do pole bazanit/tefrit a vzorek L6314 do pole bazaltů a ocitají se tak v poli bazických hornin (obr. 54). Oba vzorky mají obsahy SiO₂ 45 %. V obsazích alkálií se poněkud liší (7,4 % - L3546 a 4,4 % - L6314).

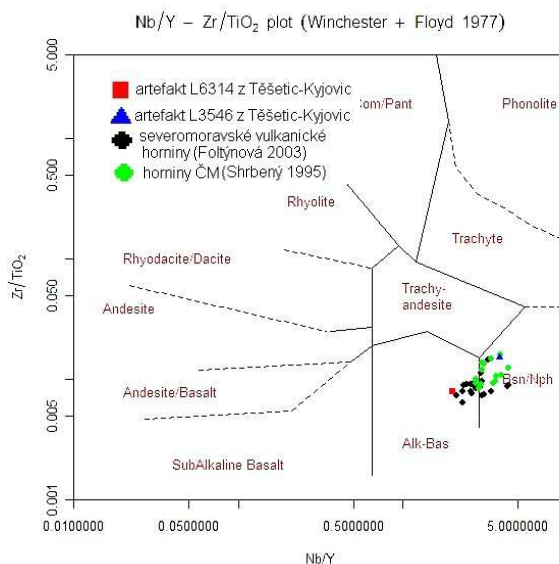
V diagramu Winchestra a Floyda (1977), který využívá poměru Zr/TiO₂ – SiO₂, zaujímá vzorek L3546 pozici v poli bazalt/trachyt/nefelinit a vzorek L6314 v poli alkalických bazaltů (obr. 55). V jiném diagramu Winchestra a Floyda (1977) s využitím poměru Nb/Y – Zr/TiO₂ spadá vzorek L3546 do pole bazalt/nefelinit a vzorek L6314 do pole alkalických bazaltů (obr. 56).



Obr. 54 Chemická klasifikace TAS (Le Bas et al. 1986).



Obr. 55 Diskriminační diagram $Zr/TiO_2 - SiO_2$ (Winchester - Floyd 1977).



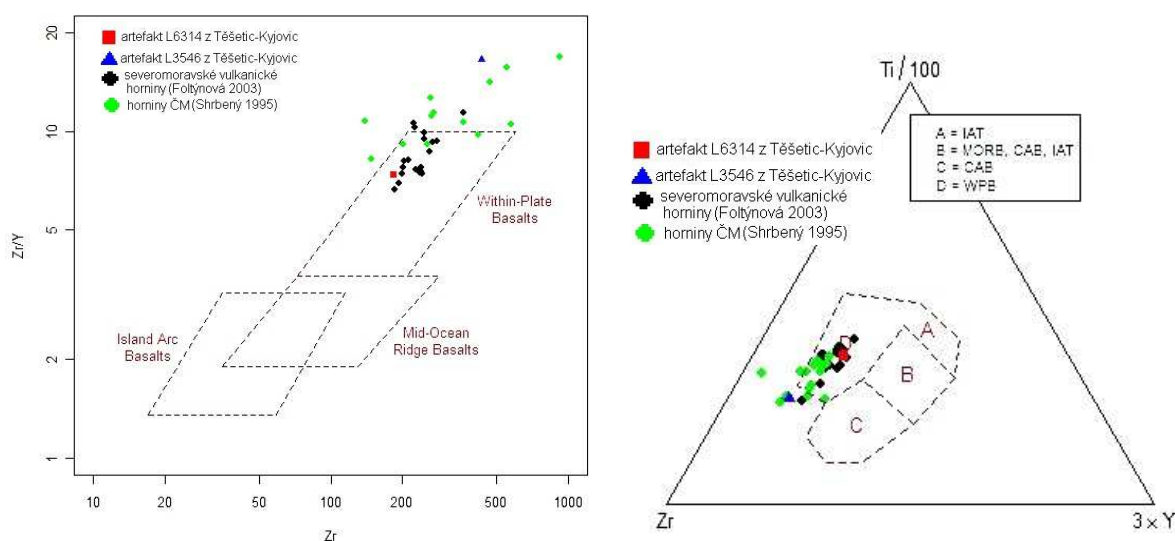
Obr. 56 Diskriminační diagram $Nb/Y - Zr/TiO_2$ (Winchester - Floyd 1977).

Při řešení vzniku bylo využito diagramů Pearce – Norry (1979) a Pearce – Cann (1973), které vymezují pole pro bazalty dle hlavních geotektonických prostředí. Olivinický bazalt i bazanit/tefrit spadají v obou typech diagramů do pole vnitrodeskových bazaltů (obr. 57-58).

Obsahy stopových prvků byly vyneseny do multivariačního diagramu distribuce vybraných stopových prvků a prvků vzácných zemin (normalizace dle Thompsona et al. 1984). Z diagramu (obr. 59) je patrné, že oba vzorky jsou výrazně nabohaceny téměř všemi stopovými prvky. Vzorek z artefaktu L3546 je nabohacen více než L6314, jinak však mají křivky podobný průběh, který se mírně liší jen u prvků Rb, Zr a Hf. Jsou výrazně nabohaceny jak Ba (837 ppm – L3546 a 461 ppm – L6314), tak Rb (85 ppm – L3546 a 24 ppm – L6314 ppm), dále jsou velmi výrazně nabohaceny Th (16 ppm – L3546 a 4 ppm – L6314). Mírně se liší v obsahu Zr (433 ppm – L3546 a 184 ppm – L6314) a

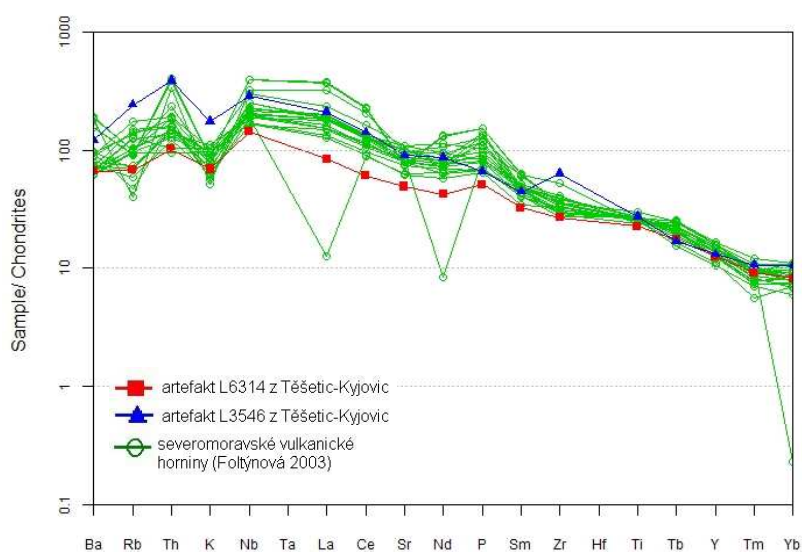
Hf (10 ppm – L3546 a 5 ppm – L6314). Ve srovnání s křivkami severomoravských vulkanitů je v některých případech vzorek L3546 stopovými prvky více nabohacen, naopak vzorek L6314 méně nabohacen. Je možné konstatovat, že křivky obou artefaktů mají podobný průběh jako křivky srovnávacích vulkanitů.

Chování REE prvků a jejich porovnání s chondritem dle Nakamury (1974) znázorňuje obr. 60. Celkový obsah REE je poměrně vysoký, činí 142 ppm (L6314) a 294 ppm (L3546). Není zde přítomná negativní Eu anomálie. Ve srovnání se severomoravskými vulkanity je vzorek z artefaktu L6314 méně nabohacen LREE, jinak jsou srovnávací křivky téměř identické s křivkami zkoumaných artefaktů.

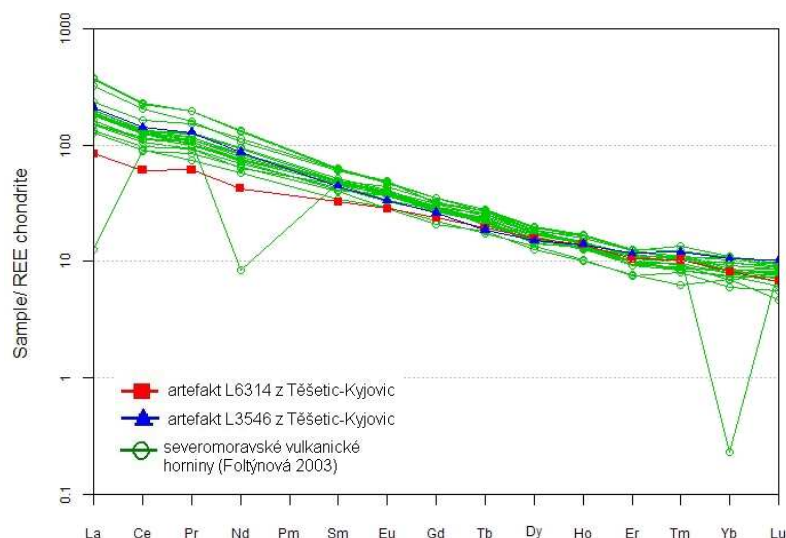


Obr. 57 Zr/Y- Zr diagram (Pearce-Norrey 1979) – **Obr. 58** Zr-Sr-Ti – diagram (Pearce-Cann 1973):
tektonická pozice: A – vnitrodeskové bazalty,
B – bazalty oceánských ostrovů, C – bazalty
středoocéánských hřbetů.

OFB - bazalty oceánského dna, WPB -
vnitrodeskové bazalty, CAB - vápenato -
alkalické bazalty, LKT – tholeity.



Obr. 59 Multivariační diagram distribuce vybraných stopových prvků a některých REE
pyroxenického bazanitu/tefritu a olivinického bazaltu (normalizace na chondrit dle
Thompsona et al. 1984).



Obr. 60 Distribuce REE v pyroxenického bazanitu/tefritu a olivinického bazaltu. (normalizace na chondrity dle Nakamury 1974).

6. 3. 8. Spilitové tufity (vulkanoklastika)

6. 3. 8. 1. Popisy vybraných vzorků

L3543 – spilitový tufit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Středová partie mlatu s patrnou reutilizací – druhotně oštípán na drásadlo. Artefakt pochází z období neolitu. Jedná se horninu světle zelenošedé barvy (5GY 6/1). Hornina je pevná s masivní všesměrnou texturou (přílohy II/obr. 88-89). Magnetická susceptibilita artefaktu činí $0,5 \times 10^{-3}$ SI.

Popis z výbrusu

Hornina s porfyroklastickou mikrostrukturou s tholeitickou základní hmotou (přílohy II/obr. 90), ve které tvoří plagioklas drobné hypautomorfně omezené vyrostlice. Na těchto zrnech je patrná přeměna živce – epidotizace (přílohy II/obr. 91). Základní hmota je tvořená drobnými barevně probleskujícími lištkovitými klasty pyroxenů a úlomky plagioklasů, které mají místy polysyntetické lamely (přílohy II/obr. 92), minerály epidotové skupiny (epidotizace živce) a sklovitou fází. V základní hmotě jsou roztroušeny zrnka rudních minerálů.

Popis z mikrosondy

Hornina s porfyroklastickou mikrostrukturou, kde se vyskytují hypautomorfně až automorfně omezené sloupečkovité až jehličkovité krystaly amfibolů (10 μm), které spadají do pole aktinolitu. Místy i relikt pyroxenu až amfibolu (200 μm). Dále se objevují reliktní xenomorfní zrna K-živců (ortoklasu), která jsou zatlačována xenomorfními zrny albitu. Ze sekundárních minerálů jsou zastoupeny xenomorfně omezená zrna epidotů a prehnity (přílohy II/obr. 93). Z akcesorií je možné najít

drobná hypautomorfně až automorfně omezená zrna titanitů, místy xenomorfně omezená zrna pyritu nebo chalkopyritu, v některých partiích i ve větších plochách (300 µm).

L8668 – spilitový tufit

Makroskopický popis a magnetická susceptibilita

Zlomek středové partie středně vysokého kopytovitého klínu s mírně plankonvexním příčným průřezem, který pochází z období neolitu. Jedná se o pevnou horninu světle zelenošedé barvy (5GY 6/1) s masivní všesměrnou texturou (přílohy II/obr. 94-95). Hornina je makroskopicky velmi podobná hornině L3543. Magnetická susceptibilita artefaktu činí $0,14 \times 10^{-3}$ SI.

Popis výbrusu

Jedná se o horninu s porfyroklastickou mikrostrukturou s tholeitickou základní hmotou (přílohy II/obr. 96). V základní hmotě se vyskytují drobné vyrostlice barevně probleskujících xenomorfně omezených a již silně alterovaných amfibolů a silně přeměněné živce. Dále je v základní hmotě možné najít minerály epidotové skupiny a chlority. Po celé ploše výbrusu jsou roztroušena drobná zrnka nepravidelně omezených rudních minerálů.

Popisy z mikrosondy

Hornina s porfyroklastickou mikrostrukturou, kde drobnější vyrostlice tvoří hypautomorfně až automorfně omezené amfiboly (10-20 µm), které spadají do pole aktinolitů a xenomorfně omezené K-živce (ortoklasy) a křemen. Kolem nich jsou minerály epidotové skupiny s minerály prehnit-pumpelitové facie (přílohy II/obr. 97). Místy se vyskytují Ca-Fe-Mn-karbonáty. Po celé ploše jsou roztroušena drobná zrnka xenomorfně omezených chalkopyritů.

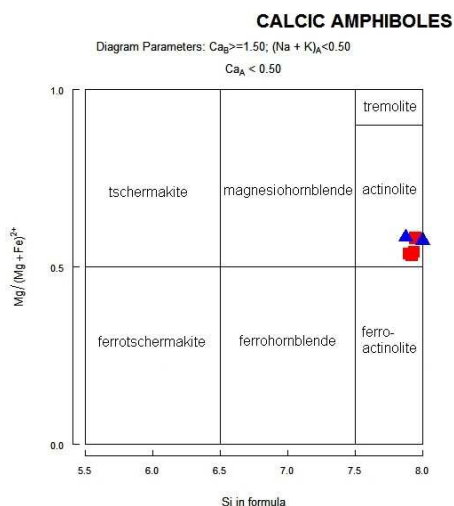
6. 3. 8. 2. Výsledky a srovnání analýz spilitových tufitů

Výsledky z mikrosondy

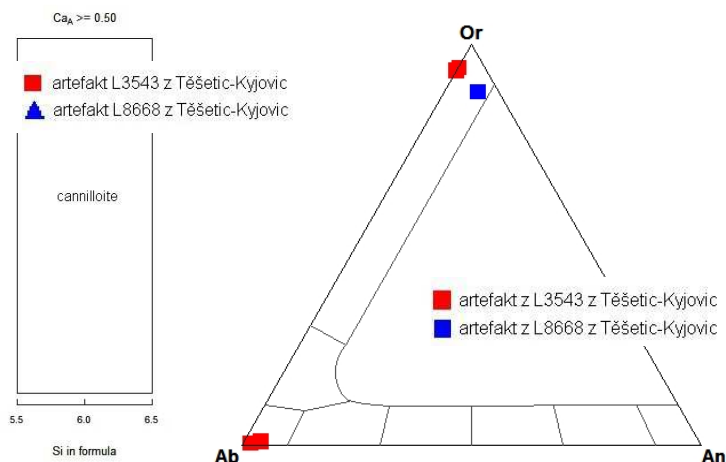
Ve vzorku L3543 byly zjištěny amfiboly ocitající se v diagramu Leake et al. (1997) v poli aktinolitů (obr. 61). Z živců jsou zastoupeny jak K-živce spadající do pole ortoklasu, tak albitu. Ve vzorku L8668 byl zastížen pouze K-živce, který zaujímá v diagramu Ab-Or-An pole ortoklasu (obr. 62).

Rentgenová difrakce

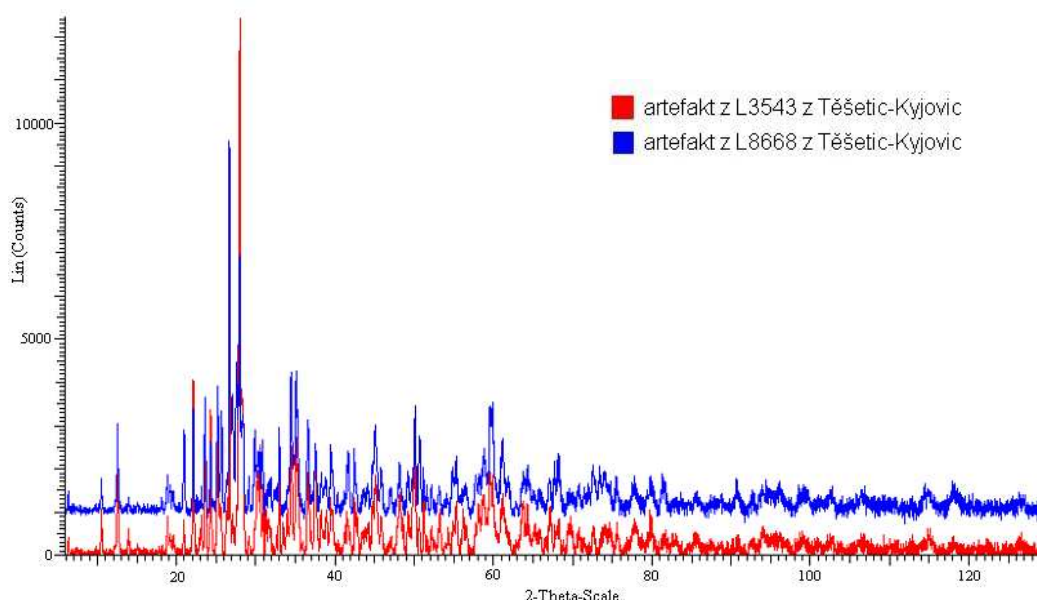
Analýzou vzorku z artefaktu L3543 (obr. 63) byl zastížen z živců albit a anortit, z chloritů klinochlor, z pyroxenů pak Fe-diopsid a disopsid, z amfibolů aktinolit, dále byl zachycen křemen. Analýza vzorku z artefaktu L8668 zachytila živce (albit, anortit), chlority (klinochlor), pyroxeny (Fe-diopsid, diopsid), amfiboly (aktinolit, tremolit) a křemen.



Obr. 61 Klasifikace vápenatých amfibolů z artefaktů ze spilitových tufitů (Leake et al. 1997).



Obr. 62 Klasifikace živců z artefaktů ze spilitových tufitů v diagramu Ab-Or-An.



Obr. 63 Záznam rtg-difrakce artefaktů ze spilitových tufitů.

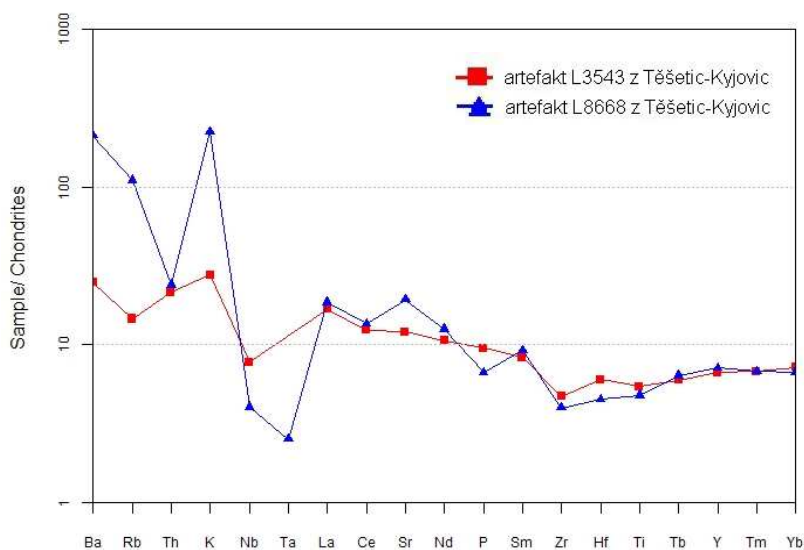
Geochemie:

Oba vzorky z artefaktů L3543 a L8668 jsou si svým chemismem velmi blízké. Obsahy SiO_2 jsou u obou vzorků 52 %, rovněž obsah Al_2O_3 je stejný (16 %). Obsahy Fe_2O_3 jsou 11 % u L8668 a 12 % u L3543. Oba vzorky mají nízké obsahy alkálií. Obsahy K_2O činí 0,4 % (L3543), 3,2 % (L8668) a u Na_2O (5 % - L3543 a 3 % - L8668). Poměr Na_2O/K_2O kolísá v rozmezí od 0,9 (L8668) do 12,5 (L3543). Obsahy TiO_2 jsou poměrně nízké (0,6 % - L3543 a 0,5 – L8668), stejně tak obsahy P_2O_5 (0,1 % - L3543 a 0,07 – L8668).

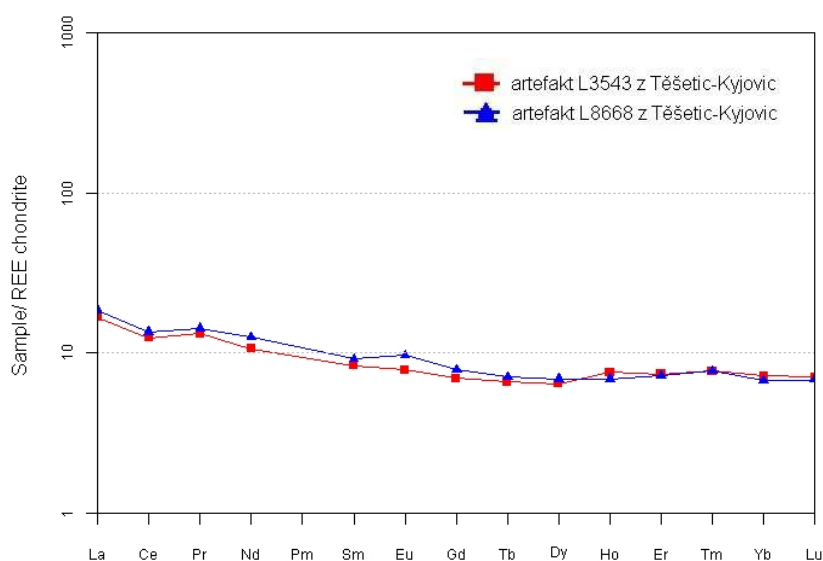
Obsahy stopových prvků byly vyneseny do multivariačního diagramu distribuce vybraných stopových prvků a prvků vzácných zemin (normalizace dle Thompsona et al. 1984). Z diagramu

(obr. 64) je patrné, že křivky mají rozdílný průběh, především jejich počáteční části. Vzorek L8668 je mnohem výrazněji nabohacen Ba a Rb. Obsah Ba činí 171 ppm u L3543 a 1458 ppm u L8668. Obsah Rb se pohybuje od 5 % (L3543) do 39 % (L8668). Oba vzorky jsou také nabohaceny K, vzorek L8668 opět mnohem výrazněji. Mírně se odlišují v obsazích Sr (142 % - L3543 a 227 % – L8668), P a Hf. Koncová část křivek má podobný průběh.

Celkový obsah REE je poměrně nízký (obr. 65), činí 35 ppm (L4543) a 39 ppm (L8668). Tato situace je patrná z diagramu v porovnání s chondritem Nakamury (1974). Není zde přítomná negativní Eu anomálie a obě křivky jsou poměrně ploché. Oba vzorky mají téměř identický průběh křivek.



Obr. 64 Multivariační diagram distribuce vybraných stopových prvků a některých REE artefaktů ze spilitových tufitů (normalizace na chondrit dle Thompsona et al. 1984).



Obr. 65 Distribuce REE v artefaktech ze spilitových tufitů (normalizace na chondrity dle Nakamury 1974).

7. Diskuze

V rámci této kapitoly bude diskutován původ výše uvedených skupin surovin a jeho korelace s dostupnými daty ze zdrojových lokalit. Předmětem diskuze jsou pouze data, kde bylo možné srovnání se zdrojovými lokalitami. Výsledky, pro které zatím nejsou srovnávací materiály, jsou uvedeny v předchozí kapitole pro budoucí využití.

Nejpočetnější skupinou v předložené kolekci je skupina metabazitů typu Jizerské hory, která byla nazvána podle předpokládané zdrojové lokality v oblasti Jizerských hor. Zkoumané artefakty se shodují se zdrojovou lokalitou jak při makroskopickém popisu, tak při studiu výbrusů a minerálů na mikroskopu. Kromě hlavních minerálů jsou si podobné i v zastoupení akcesorií (ilmenitu, apatitu, chromitu, pyrofitu....). I když v artefaktech byly nalezeny i vzácné akcesorie, které pro horninu ze zdrojové lokality nejsou uváděny jako typické (nikelín), shoda je víc než patrná. Především složení amfibolů a živců u jednoho z autorkou zkoumaných artefaktů a zdrojové horniny je téměř identické (kap. 6.3.1.2./obr. 12-13). Jak uvádí Šída (2007), zdrojová hornina se vyznačuje dvěma druhy amfibolů. Objevují se zde jak vápenaté amfiboly, které odpovídají řadě aktinolit, magnesiohornblend až ferohornblend, tak hořečnaté-železnaté amfiboly zastoupené cummingtonitem. Hornina se vyznačuje vysoce bazickým živci charakteru labradoritu či bytownitu. Klomínský (2004) uvádí jako převládající amfibol magnesiohornblend, méně aktinolit a cummingtonit. S výše uvedenými fakty se naprosto ztotožňuje artefakt L323, který složením amfibolů i živců naprosto odpovídá zdrojové hornině. U artefaktu L8641 není shoda již tolik patrná. Přítomny jsou opět dva druhy amfibolů, kdy z hořečnaté-železnatých amfibolů je, stejně jako u hornin ze zdrojové lokality, zastoupen cummingtonit a z vápenatých amfibolů se zde objevují pouze aktinolity. Živce jsou charakteru andezínu až labradoritu. I přesto se dá konstatovat, že do charakteru hornin zdrojové lokality zapadají. Horniny z geologického zdroje i oba artefakty byly studovány geochemicky. V základním dělicím diagramu TAS na alkalické a subalkalické horniny většinou spadají oba artefakty do pole subalkalických hornin a vyznačují se nízkým obsahem alkálií, v čemž korespondují se závěry Šídy (2007). V podstatě se všichni autoři shodují, že v diskriminačních diagramech založených na málo mobilních stopových prvcích jako jsou Nb, Ti, Zr, Y se jedná o horniny ochuzené alkáliemi a litofilními prvky, nabohacené lehkými vzácnými zeminami, s vysokými obsahy Zr, Nb, Ta (Přichystal, v tisku). Tato skutečnost poukazuje na intradeskové vulkanity nebo alkalické vulkanity spojené s vývojem riftů (Šída 2007). Těmto závěrům odpovídají i výsledky analýz obou artefaktů (kap. 6. 3. 1. 2./obr. 16-22). Zastoupení TiO_2 je poměrně vysoké (Christensen – Ramminger 2004, Christensen et al. 2006, Přichystal, v tisku), v analýzách uvedených Šídou (2007) je TiO_2 vždy nižší. U autorkou analyzovaných artefaktů vycházejí obsahy TiO_2 vyšší. Je otázkou, zda se nejedná o chybu laboratoře (Přichystal, v tisku). Všichni autoři se shodují na relativně vysokém obsahu P_2O_5 . U obou artefaktů byla provedena rtg-difrakční analýza, jejímž hlavním úkolem bylo ověřit, zda by mohla zastoupit destruktivní metody, kdy je třeba z artefaktů

zhotovit výbrus. Vzhledem k tomu, že hlavní minerály (amfiboly, živce), důležité pro zjištění provenience, jsou většinou izostrukturní, není možné přesně určit, kterému z amfibolů či živců píky náleží. Proto se zatím jeví metoda práce na elektoronové mikrosondě jako nezastupitelná. Rtg-difrakční analýza však zřetelně prokázala podobnost zkoumaných artefaktů, což je dobře vidět na obr. 15 (kap. 6.3.1.2.), kde jsou křivky uvedeny nad sebou. Vzhledem k výše uvedeným faktům je možné konstatovat, že studované artefakty s velkou pravděpodobností pocházejí z oblasti Jizerských hor.

Další významněji zastoupenou surovinou jsou celistvé metabazity. Z předložené kolekce byl vybrán jeden vzorek celistvého metabazitu, který Vokáč (2008) uvádí jako jemnozrnný amfibolit a dále artefakt, který označuje amfibolický diorit typu Rokle (brněnský masiv). Oba tyto artefakty se ovšem autorce makroskopicky jevily spíše jako celistvé metabazity. Vzhledem k tomu, že po podrobnějším zkoumání se obě suroviny artefaktů blížily svým charakterem horninám z okolí Jizerských hor, byly srovnány s výsledky analýz z potenciální zdrojové lokality Jizerské hory. Při makroskopickém pozorování se vyznačují celistvějším vzhledem než metabazity typu Jizerské hory. Při detailnějším pozorování pod polarizačním mikroskopem a elektronovou mikrosondou je nutné podotknout, že se jedná o velmi podobné horniny a zařazení na základě makroskopického pozorování dle Vokáče (2008) se nejeví příliš vhodné a je nutné uvažovat, zda by nebylo přesnější označit horninu jako celistvý metabazit, jak je uváděno v předložené práci. I celkové srovnání výsledků analýz poukazuje na původ v oblasti Jizerských hor. Byly zjištěny vápenaté amfiboly charakteru aktinolitu, ale především magnesiohornblendu, což odpovídá jak výsledkům Šídy (2007), tak výsledkům Klomínského (2004), kteří se zabývali horninami z oblasti Jizerských hor. Živce z obou artefaktů padají do pole labradoritu (kap. 7.3.4.2./obr. 34-35), což také odpovídá výsledkům analýz Šídy (2007). Je tedy možné konstatovat, že srovnání analýz artefaktů a potenciální zdrojové lokality podporuje tvrzení, že jde o suroviny z oblasti Jizerských hor. Což nepotvrzuje předpoklad Vokáče (2008), že artefakt L3078 reprezentuje jako jediný zástupce suroviny amfibolický diorit typu Rokle.

V předložené kolekci se vyskytla hornina, která se již při makroskopickém pozorování blíží nefritu a byla nazvána nefritoid (Vokáč 2008). V předložené práci je uváděna pod názvem aktinolitická břidlice až nefrit. Jak uvádí Šída (2007) nebo Klomínský (2004), v okolí Jizerských hor se vyskytují horniny, které mají místy až charakter nefritu. Proto se domnívám, že i tato surovina by mohla pocházet z Jizerských hor. Při srovnání mikrosondových analýz se prokazuje podobnost s výsledky analýz hornin z Jizerských hor (Velké Hamry, Jistebsko). V hornině se vyskytují, stejně jako v horninách z okolí Jizerských hor, dva druhy amfibolů. Vápenaté zastoupené aktinolitem a hořečnato-železnaté zastoupené cummingtonitem (kap. 6.3.3.2./obr. 31-32). Všechny živce spadají v klasifikačním diagramu do pole labradoritu (kap. 6.3.3.2./obr. 33), což opět odpovídá výsledkům ze zdrojové lokality a výsledkům z artefaktů označených jako metabazity typu Jizerské hory.

Z výše uvedeného vyplývá, že z oblasti Jizerských hor bude zřejmě pocházet širší škála surovin než se původně předpokládalo. Kromě metabazitů jsou Jizerské hory zřejmě zdrojová oblast některých druhů celistvých metabazitů a v kolekci vzácně se vyskytující aktinolitické břidlice až nefritu.

Skupina zelených břidlic typu Želešice byla pojmenována podle zdrojů v okolí obce Želešice. Předpokládá se, že právě tam byly získávány suroviny typické především svou vysokou magnetickou susceptibilitou, která je způsobena už makroskopicky patrnou přítomností magnetitu v hornině. Oba artefakty odpovídají svou magnetickou susceptibilitou tomuto zdroji. Výsledky jejich analýz byly srovnány s výsledky Přichystala (v tisku), který uvádí analýzy horniny z Želešic a artefaktu získaného z archeologického objektu v okolí Želešic (z Modřic). Reliktní amfiboly lze zařadit většinou mezi magneziohornblendy a aktinolity. Živce jsou zastoupeny plagioklasy, které mají charakter andezínu až labradoritu, zjištěn byl i albit a na mladších žilkách draselný živec. U autorkou studovaných artefaktů se objevují vápenaté amfiboly charakteru aktinolitu, v čemž se v podstatě shoduje s výsledky Přichystala (v tisku), nebyly ovšem zjištěny magneziohornblendy. Složení živců se pohybuje především v rozmezí andezín až labradorit, vyskytuje se i albit a bytownit (kap. 6.3.3.2./obr. 23-24). Rtg-difrakční analýza opět prokázala, že oba studované artefakty jsou si svým složením velmi blízké (kap. 6.3.3.2./obr. 25).

Vzhledem k výše uvedeným faktům, proměnlivosti a pestrosti hornin v okolí Želešic, je možné konstatovat, že oba artefakty by jak svým minerálním složením, tak vysokou magnetickou susceptibilitou mohly odpovídat této zdrojové lokalitě. Oba artefakty byly studovány také z geochemického hlediska (kap. 6.3.2.2./obr. 26-30), přičemž pro tyto výsledky zatím nejsou srovnávací analýzy z potenciální zdrojové lokality. Je nutné upozornit, že se jedná horniny jiného charakteru než jsou horniny z okolí Jizerských hor. Do budoucna by bylo dobré podpořit tato tvrzení dalšími analýzami jak artefaktů, tak hornin zdrojové lokality a rozšířit databázi výsledků o chemické analýzy.

Hojně používanou surovinou byly na této lokalitě také amfibolity. Vzhledem k tomu, že provenience amfibolitů je dosud diskutovaná a existuje mnoho zdrojů, které přicházejí v úvahu jako místa exploatace, včetně zdrojů v okolí lokality, byly mikrosondové analýzy srovnány s výsledky analýz z různých míst. K porovnání byly použity výsledky Klákové (1977), která se věnovala amfibolitům strážeckého moldanubika. Ve strážeckém moldanubiku se vyskytují převážně sodno-vápenaté amfiboly (kap. 6.3.5.2./obr. 36-37) zastoupené především baroisitem a vápenaté amfiboly (ferrotschermakity a magnesiophornblendy), což nevykazuje téměř žádnou shodu s amfibolity zkoumané kolekce z Těšetic-Kyjovic, kde jsou zastoupeny pouze vápenaté amfiboly reprezentované především edenitem až ferropargasitem, vzácněji aktinolitem až ferrohornblendem. Z živců Kláková (1977) uvádí nejčastěji andezín až labradorit, což opět neodpovídá analýzám zkoumaných artefaktů, kde má spektrum živců větší rozsah (kap. 6.3.5.2./obr. 38). Dále byly artefakty z amfibolů srovnány s mikrosondovými a chemickými analýzami amfibolů staroměstského krystalinika (Poubová - Sokol 1992). Na základě mikrosondových analýz je možné říci, že přesto že nevykazují výraznou shodu, blíží se složením amfibolů (převážně magnesiophornblend, edenit, pargasit) studovaným artefaktům více než amfibolity z moldanubika. Podobným způsobem by se dalo popsat i srovnání z hlediska stopových prvků a REE. I když nedošlo k výrazné shodě, není možné říci, že by se artefakt svým složením výrazně lišil od amfibolitů ze staroměstského krystalinika. Je nutné podotknout, že v době neolitu, kam

spadá studovaná lokalita, se nepředpokládají kontakty tímto směrem. Proto byly artefakty porovnány i s výsledky analýz amfibolitů z jihovýchodního okraje Českého masivu, který je předpokládaným zdrojem těchto hornin v období neolitu (Vokáč 2008). V těchto amfibolitech se vyskytují především amfiboly o složení magnesiohornblendu až tschermakitu a magnesiohastingsitu až ferropargasitu, což by částečně odpovídalo složení amfibolů v artefaktech z Těšetic-Kyjovic, ale opět zde není možné najít výraznější shodu. K podobným závěrům je možné dospět i po srovnání z hlediska chemického složení. Nezbyvá než konstatovat, že provenience amfibolitů z této lokality bude vyžadovat podrobnější a systematické srovnávání s jednotlivými možnými zdroji s přihlédnutím ke směru kontaktů tehdejší doby.

Další málo početnou skupinou jsou serpentinity. Zatím co v období kultury se šňůrovou keramikou jsou doloženy mezikulturní kontakty s Polskem, kde byly z okolí hory Šlęża získávány suroviny na výrobu broušené industrie (Wojciechowski 1983), v období lengyelu (neolit), kam především spadá studovaná lokalita Těšetice-Kyjovice, nejsou takové kontakty doloženy. Předpokládá se spíše místní původ těchto surovin. Vzhledem k tomu, že srovnávacího materiálu týkajícího se serpentinitů z potenciální zdrojové lokality v Polsku je málo, byly porovnány alespoň spinelidy ze serpentinitů z masivu Gogółów-Jordanów (Gunia 1987) a z mnou studovaných artefaktů. Z obr. 45 (kap. 6.3.6.2.) je patrné, že polské horniny spadají do pole ferispinelu, zatím co suroviny artefaktů z Těšetic-Kyjovic do pole alumochromitu, což nepodporuje hypotézu, že i v období lengyelu byly serpentinity transportovány na naše území z Polska. V budoucnu však bude nutné podpořit tento fakt dalšími komplexními analýzami surovin broušené industrie a této potenciální zdrojové lokality.

V kolekci se vyskytují také olivinické bazalty a bazanity/tefrity. Analýzy z mnou studovaných artefaktů byly srovnávány s výsledky práce Foltýnové (2003), která se zabývala severomoravskými a slezskými vulkanickými horninami a Shrbeného (1995), jenž studoval vulkanické horniny Českého masivu. Pyroxeny ze studovaných artefaktů spadají většinou do pole diopsidu až wo-bohatého pyroxenu, v čemž se shodují se závěry Foltýnové (2003). Podobná je situace i ve složení živců, kdy spadají analýzy artefaktů i závěry Foltýnové (2003) do pole andezínu až labradoritu (kap. 7.3.7.2./obr. 49-51). Rtg-difrakční analýza prokazuje při srovnání křivek mírně odlišný charakter obou vzorků obr. 53 (kap. 6.3.7.2.), o čemž svědčí i závěry geochemických analýz a srovnání s výsledky Shrbeného (1995) a Foltýnové (2003), které jsou vyneseny na obr. 54-58 (kap. 6.3.7.2.). Jak je na první pohled patrné vzorek L3546, který spadá v do pole bazanitu/tefritu, inklinuje ve většině diagramů spíše k vulkanickým horninám Českého masivu, zatím co artefakt L6314, který spadá do pole bazaltu, se naopak řadí spíše k vulkanickým horninám severomoravským. Z výše uvedeného je možné konstatovat, že jeden z artefaktů nevylučuje kontakty s Čechami. Orientace na Čechy ovšem není podložena tehdejšími mezikulturními kontakty, proto se dají jako zdrojová lokalita s největší pravděpodobností vyloučit. Analýzy druhého artefaktu poukazují na severní Moravu. Je nutné podotknout, že v období neolitu, kam spadá studovaná lokalita, se tyto kontakty nejvíce jako pravděpodobné. Mnohem reálnější je zde možná vazba na Maďarsko, kde jsou kopytovité klíny z olivinických bazaltů typickou surovinou

tohoto období (Szakmány 2004). Zatím však nejsou dostupné srovnávací analýzy, kterými by se dala tato tvrzení prokázat. Hypotézu také podporuje distribuce surovin štípané industrie, v rámci níž se v Těšeticích-Kyjovicích vyskytují velmi často maďarské suroviny.

Další málo početnou skupinou jsou spilitové tufity. Pro tyto horniny je v současné době málo srovnávacího materiálu, proto byly zhodnoceny pouze na základě makroskopického a mikroskopického pozorování. Do budoucna jsou nutné detailnější analýzy surovin z Vraného nad Vltavou, což je potenciální zdrojová lokalita, na které měly být objeveny i doklady pravěké těžby. S artefakty z Těšetic-Kyjovic byl porovnán vzorek a výbrus suroviny z Vraného nad Vltavou a artefaktu z Hostivic-Palouků, což je archeologická lokalita z širšího okolí. Je nutné podotknout, že již při shlednutí makrovzorků a výbrusů se jeví podobnost artefaktu z Hostivic-Palouků i mnou studovaných artefaktů s potenciální zdrojovou lokalitou (přílohy II/obr. 98-105). Tato tvrzení však bude nutné podložit dalšími analýzami.

8. Závěr

V předložené práci byla zpracována podrobná petrografická a geochemická charakteristika vybraných artefaktů kolekce z lokality Těšetice-Kyjovice. Je ovšem nutné podotknout, že se jedná o první výsledky a závěry co se týče podrobnějšího petrografického zkoumání broušené industrie z této lokality. Práce navazuje na doktorskou práci Vokáče (2008), který hodnotil suroviny především na základě makroskopických pozorování. Rozčlenil artefakty celé kolekce do skupin o stejné surovině, ke kterým přiřadil potenciální zdrojové lokality. Úkolem předložené práce bylo podložit tato tvrzení mikrosondovými, geochemickými a rentgenovými analýzami a tím doložit možnost, že tyto skupiny surovin pocházejí z předpokládaných zdrojových lokalit. Byly analyzovány artefakty ze všech důležitých vyčleněných skupin surovin. Možnost porovnání s potenciální zdrojovou lokalitou závisela na množství dostupného materiálu. Důležitým faktorem při výběru těchto lokalit jsou doložené mezikulturní kontakty a tím předpokládaná místa provenience.

Výsledky analýz vybraných artefaktů a srovnání s potenciálními zdroji jasně ukazují na okolí Jizerských hor, odkud zřejmě byla získávána nejen skupina hornin označená metabazity typu Jizerské hory, ale s velkou pravděpodobností i skupina nazvaná celistvé amfibolity a v kolekci vzácně se vyskytující aktinolitická břidlice až nefrit. Jako zdroj bazaltů nelze předběžně vyloučit vulkanické horniny severní Moravy, naopak u bazanitů spíše vulkanity z Čech, i když se jeví z hlediska kontaktů nepravděpodobné, neboť na tato místa nepoukazují mezikulturní kontakty tehdejší doby. Bude nutné srovnat tyto analýzy s větším počtem zdrojů, nejen v rámci České republiky. První porovnání analýz artefaktů ze serpentinitu a potenciální zdrojové lokality, ukazují na fakt, že zdrojem zřejmě nebudou polské serpentinity jako u pozdější kultury se šňůrovou keramikou. U páskovaných amfibolitů se dá podotknout, že inklinují, spíše než k severomoravským amfibolitům a především k amfibolitům z jihovýchodního okraje Českého masivu, čemuž nasvědčují i tehdejší mezikulturní kontakty. Pro spilitové tufity zatím nejsou srovnávací analýzy. Je tedy možné pouze konstatovat, že při makroskopickém pozorování a při studiu výbrusů vykazují podobnost s potenciální zdrojovou lokalitou Vrané nad Vltavou.

Je třeba zdůraznit, že tato práce je počátečním krokem, který poskytuje základní přehled o možných zdrojích surovin broušené industrie z Těšetic-Kyjovic. Do budoucna bude nutné věnovat se každé skupině surovin zvlášť a prokázat nastíněné závěry této práce větším počtem analýz a srovnáním analýz z více možných potenciálních zdrojů.

9. Literatura

Batík P. – Skoček V. (1981): Litologický vývoj paleozoika na východním okraji dyjského masivu. - Věst.Ústř.Úst.geol., 56, 6, 337-347. Praha.

Bukovanská M. (1992): Petroarcheology of Neolithic Artifacts from Central Bohemia, Czechoslovakia. – Scripta, vol. 22, Geology, 7-16. Brno.

Čtyroký P. – Batík P. – Dlabáč M. – Dudek A. – Martinec P. – Zeman A. (1983): Základní geologická mapa ČSSR 1 :25 000, list 34-113 Znojmo. – ÚÚG. Praha.

Čtyroký P. – Batík P. – Gabriel M. – Holásek O. – Kučák J. – Líbalová J. – Matějovská O. – Mátl V. – Strída M. – Šalanský K. – Štych J. – Zeman A. (1983): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, list 34-113 Znojmo. – ÚÚG. Praha.

Demek J. - Mackovčín P. (ed.) et al.: Balatka B. – Buček A. – Cibulková P. – Culek M. – Čermák P. – Dobiáš D. – Havlíček M. – Hrádek M. – Kirchner K. – Lacina J. – Pánek T. – Slavík D. – Vašátko J. (2006): Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny. – AOPAK ČR, 2. vydání, 582 s. Brno.

Foltýnová R. (2003): Geochemicko-petrografická charakteristika neovulkanitů severní Moravy a Slezska. – MS, diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy university, Brno.

Fridrich J. – Kovářik J. (1980): Příspěvek k dobývání a zpracování kamenných surovin v neolitu. – Archeol. Pragensia 1, 39-54, Praha.

Gränzer J. (1933): Nephrit aus dem Phyllitkontakt im Südwesten des Isergebirgsgranits. – Firgenwald, 3, 89-96. Reichenberg.

Gregerová M. – Staněk J. – Štelcl J. – Štelcl J. ml. – Weiss J. (1986): Metabazitová zóna. – In: Štelcl J. – Weiss J. et al. (1986): Brněnský masiv. – UJEP, 87-140. Brno.

Gunia P. (1987): O znaczeniu chemizmu spineli chromowych dla petrogenyzy niektórych ultrabazitów dolnośląskich. – Archiwum Mineralogiczne, T. XLII, 2, 59-67.

Hanžl P. – Buriánková K. – Přichystal A. (1999): Želešice - abandoned quarry. 4th Meeting of the Czech Tectonic Studies Group - Excursion Guide. – Geolines, 8, 86-95. Praha.

Hanžl P. – Krejčí Z. – Vít J. – Otava J. – Novák Z. – Stráník Z. (1999): Geologická mapa Brna a okolí 1:50 000. – ČGÚ. Praha.

Hawthorne F. C. (1981): Crystal chemistry of the amphiboles. – In: D. R. Veblen (Ed.): Amphiboles and other hydrous pyroboles - mineralogy. – Reviews in Mineralogy, Mineralogical Society of America, 1-102. Washington.

Hovorka D. – Illášová Ľ. (2000): What do we know about abiotic raw materials used by the Neolithic /Aeneolithic populations on the territory of nowadays Slovakia. – Krystalinikum, 26, 81-110. Brno.

Hovorka D. – Illášová Ľ. (2002): Anorganické suroviny doby kamennej. – univerzita Konštantína FF, 187 s. Nitra.

Chlupáč I. – Brzobohatý R. – Kovanda J. – Stráník Z. (2002): Geologická minulost České Republiky. – Academia, 436 s. Praha.

- Christensen, A.M. – Ramming, B. (2004): On the provenance of Neolithic amphibolitic axe blades from the Wetterau (Hessen, Germany). – *Slovak. Geol. Mag.* 10, 1-2, 135-138. Bratislava.
- Christensen, A. M. – Holm, P. M. – Schüssler, U. – Petrasch, J. (2006): Indication of a major Neolithic trade route? An archaeometric geochemical and Sr, Pb isotopy study on amphibolitic raw material from present day Europe. – *Applied Geochemistry* 21, 1635-1655. Elsevier.
- Illášová L. (2001): Alkali basalts: raw material of the Neolithic and Aeneolithic implements (Slovakia). – *Slovak Geol. Mag.*, vol. 7, č. 4, 365-368. Bratislava.
- Kazdová E. (1993): Výsledky archeologického výzkumu v Těšeticích-Kyjovicích. – *Cesty*, 5, 5, 10-12. Prosiměřice.
- Klápová H. (1977): Metabasites of the Strážek Moldanubicum, rukopis, UK Praha.
- Klomínský J. – Fediuk F. – Schovánek P. – Gabašová A. (2004): The hornblende-plagioclase hornfels from the contact aureole of the Tanvald granite, northern Bohemia - the raw material for Neolithic tools. – *Bulletin of Geoscience* 79, 1, 63-70. Praha.
- Kuča M. (2005): Osídlení lidu s moravskou malovanou keramikou v prostoru mezi příkopem a vnější palisádou rondelu v Těšeticích-Kyjovicích. – MS, diplomová práce. Filosofická fakulta Masarykovy university, Brno.
- Leake B. – Wooley A.R. – Arps C.E.S. – Birch W. – Gilbert M.C. – Grice J.D. – Hawthorne F. C. – Kato A. – Kisch H.J. – Krovichev V.G. – Linthout K. – Laird J. – Mandarino J. A. – Maresch W. V. – Nickel E. H. – 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. - *The Canadian Mineralogist*, 35, 219-246.
- Le Bas M. J. – La Maitre R. W. – Streckeisen A. – Zanettin B. (1986): A chemical classification of volcanic rocks. – *J. Petrol.*, 27, 745-750.
- Matějovská (1987): Fe-rich amphibolites with tholeiitic affinity from the SE margin of the Bohemian Massif. – *Jb. Geol. B.-A.*, 130, 4, 493-503. Wien.
- Méres Š. – Hovorka D. – Cheben I. (2001): Provenience of polished stone artefacts raw materials from the site Bajč - Medzi kanálmi (Neolithic, Slovakia). – *Slovak Geological Magazine*, vol. 7, č. 4, 369-379. Bratislava.
- Méres Š. – Dubíková K. – Hovorka D. – Cheben I. (2004): Rock-forming minerals in contact-metamorphosed greenschists of the polished stone artefacts (Neolithic, Slovakia, site Bajč-Medzi kanálmi). – *Slovak Geol. Mag.*, vol. 10, č. 1-2, 153-162. Bratislava.
- Nakamura N. (1974): Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. – *Chemoschima and Cosmochemica Acta*, 38, 757-773.
- Otava J.(1997): Křemenné arkóзовé pískovce mezi Únanovem a Tvořihrází : devonská klastika nebo reliktý terciární durikrusty? – *Geol.výzk.Mor.Slez.v r.1996*, 37-38, Brno.
- Pearce J. A. – Cann J. R. (1983): Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. – *Earth Sci. Lett.*, 19, 290-300. Amsterdam.
- Pearce J. A. – Norry M. H. (1979): Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. – *Contr. Mineral. Petrology* 69, 33-47. Berlin – New York.

- Podborský V. (1988): Těšetice-Kyjovice 4. Rondel osady lidu s moravskou malovanou keramikou. – Univerzita J.E.Purkyně, 311 s. Brno.
- Podborský V. (2001): 50 let archeologických výzkumů Masarykovy univerzity na Znojemsku. – Masarykova univerzita, 13-21. Brno.
- Podborský V. – Vildomec V. – Weber Z. (1971): Zjišťování průběhu neolitického příkopu pomocí indukčního indikátoru v Těšeticích-Kyjovicích. – Sborník prací filosofické fakulty brněnské university, E 16, 67-74. Brno.
- Přichystal A. (1994): Žíla lamprofyru v bazálních devonských klastikách od Tasovic u Znojma (dyjský masiv). – Geol.výzk.Mor.Slez.v r.1993, 59-60. Brno.
- Přichystal A. (2001): Neolitické-eneolitické broušené artefakty v České Republice z hlediska kamenných surovin. – Pravěk NŘ 10, 2000, 41-70. Brno.
- Přichystal A. (2002a): Petrografický výzkum broušené a ostatní kamenné industrie z vedrovických pohřebišť. – In: Podborský V. et al.(2002): Dvě pohřebišť neolitického lidu s lineární keramikou ve Vedrovicích na Moravě. – Ústav archeol. a muzeol. FF MU v Brně, 343 s. Brno.
- Přichystal A. (2002b): Objev neolitické těžby zelených břidlic na jižním okraji Jizerských hor(severní Čechy). – Kvartér, 8, 12-14. Brno
- Přichystal A. (v tisku): Kamenné suroviny v pravěku východní části střední Evropy. – MS, monografie. PřF MU, Brno.
- Přichystal A. – Šebela L. (1992): Lithic raw materials used by the people with Corded Ware in Moravia and the adjoining part of Upper Silesia. – Scripta, Geology, vol. 22, 29-39. Brno.
- Poubová E. – Sokol A. (1992): The petrology and geochemistry of the metaophiolitic rocks of Staré Město crystalline unit. – Krystalinikum, 21, 67-88. Brno.
- Rock-color chart with genuine Munsell color chips (1995). – 8th printing. Geological Society of America, Boulder.
- Sawicki L. – Bulewicz L. – Burlińska L. – Gorczyński J. – Kornaś I. – Walczak M. – Wójcik L. – (1967): Geological map of Lower Silesia (without quaternary deposits). – Wydaw. Geol., Warszawa.
- Šrbený O. (1995): Chemical composition of young volcanites of the Czech Republic. – Práce Čes. Geol. Úst. 4, 1-52. Praha.
- Stevens R. F. (1944): Composition of some chromites of the western hemisphere. – Am. Min., vol. 29, 1-34.
- Szarmány G. (2004): Volcanic rocks as possible raw material for Neolithic stone artefacts in Europe – an overview. – Slovak. Geol. Mag., vol. 10, č. 1-2, 81-95. Bratislava.
- Szarmány G. – Kasztovszky Z. (2004): Prompt Gamma Activation Analysis, a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials. – Eur. J. Mineral, 16, 285-295. Stuttgart.
- Šída P. (2007): Metabazity kontaktní aureoly tanwaldského granitu mezi Rádlem a Příchovicemi využívané pro výrobu neolitických kamenných nástrojů. – Diplomová práce, MS UK, Praha.

Šrein V. – Šreinová B. – Šťastný M. – Šída P. – Prostředník J. (2002): Neolitický těžební areál na katastru obce Jistebko. – Archeologie ve středních Čechách, 6, 91-99. Praha.

Štelcl J. – Malina J. (1969): Kamenná industrie z neolitického sídliště u Kyjovic (okres Znojmo). – Sborník prací filosofické fakulty brněnské university, E 14, 267-271. Brno.

Štelcl J. – Malina J. (1970): Anwendung der Petrographie in der Archäologie. – Universita J. E. Purkyně, 111s. Brno.

Štelc J. – Malina J. (1972): Základy petroarcheologie. – Universita J. E. Purkyně, 151s. Brno.

Thompson R. N. – Hendry G. L. – Parry S. J. (1984): An Assessment of the relative roles of crust and mantle in magma genesis: an elemental approach. – Phil. Trans. R. Soc., 310, 549-590. London.

Turek J. – Daněček V. (1997): Nově objevená neolitická naleziště na Kladensku a Slánsku. – Archeologie ve středních Čechách 1, 127-141. ÚAPP středních Čech.

Valová P. (2007): Geologický a petrografický výzkum na neolitickém sídlišti Těšetice-Kyjovice u Znojma se zřetelem na kvartérní sedimenty. – MS, bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy university, Brno.

Vokáč M. (2005): Předběžné výsledky studia kamenné broušené industrie a ostatní industrie z Těšetic-Kyjovic (okres Znojmo). – Otázky neolitu a eneolitu našich zemí. AÚ SAV, 351-358. Nitra.

Vokáč (2008): Broušená a ostatní kamenná industrie z neolitu a eneolitu na jižní Moravě se zvláštním zřetelem na lokalitu Těšetice-Kyjovice. – MS, doktorská práce. Filosofická fakulta Masarykovy university, Brno.

Winchester J. A. – Floyd P. A. (1977): Chemochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. – Chem. Geol., 20, 325-343.

Wojciechowski W. (1983): Neolityczne górnictwo dolnoslaskich serpentynitów w świetle badań wykopaliskowych na Jańskie Górze. – Przegląd Archeol 31, 5-46. Wrocław.

Wójcik, A. – Sadowski K. (2006): Sprawozdanie z analizy petrograficznej zabytków ze stanowiska archeologicznego w Kostomłotach. – MS, 8 p., Instytut archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego.

<http://www.summitpost.org> – The Sleza Massif. Dostupný (5.2.2008) na adrese:
<http://www.summitpost.org/area/range/270483/the-sleza-massif.html>.

<http://www.mapy.cz> – Mapy.cz. Dostupný (5.2.2008) na adrese:
<http://www.mapy.cz/#x=139493376@y=135577600@z=6@mm=ZP>.

<http://castor.cenia.cz> – Portál veřejné správy České republiky. Dostupný (12.1.2008) na adrese:
<http://castor.cenia.cz/mapmaker/cenia/portal/index.php>.

<http://nts5.cgu.cz> – Česká geologická služba. Dostupný (12.2.2008) na adrese:
<http://www.geology.cz/extranet/geodata/mapserver>.

