

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA GEOLOGIE

**ŠLICHOVÁ PROSPEKCE POTOKA LUBENCE U FRÝDLANTU
NAD OSTRAVICÍ**

bakalářská práce

Veronika Boková

Environmentální geologie

prezenční studium

vedoucí práce: RNDr. Zdeněk Dolníček, Ph.D.

Olomouc 2016

Čestně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, a že všechna použitá literatura je řádně citována.

V Olomouci dne

.....

podpis

Na tomto místě bych ráda poděkovala mému vedoucímu RNDr. Zdeňku Dolníčkovi za velkou ochotu a také trpělivost s jakou snášel mé časté dotazy. Děkuji za jeho odbornou pomoc při terénním a laboratorním výzkumu. Dále mé poděkování patří analytikům Dr. P. Gadasovi (PřF MU Brno) a Mgr. J. Kapustovi (PřF UP v Olomouci) za vyhotovení chemických analýz. V neposlední řadě bych také ráda poděkovala mé rodině a přátelům, protože pomohli, když bylo třeba.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Veronika Boková

Název práce: Šlichová prospekce potoka Lubence u Frýdlantu nad Ostravicí

Typ práce: bakalářská

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

Vedoucí práce: RNDr. Zdeněk Dolníček, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2016

Abstrakt: Bakalářská práce zpracovává téma šlichové prospekce potočních sedimentů podél potoka Lubence včetně jeho přítoků. Vzhledem k nálezům korundu v této oblasti bylo záhodno přinést bližší informace o jeho výskytu a možné provenienci. Laboratorní část práce obsahuje studium těžkých minerálů, zpracování EDX a WDX analýz neznámých zrn, korundů a jejich inkluzí. Z analýz šlichových vzorků potočních sedimentů byla zjištěna zirkon-granát-rutil-staurolitová asociace. V asociaci těžkých minerálů godulských pískovců byla zjištěna převaha zirkonu. Vzorek prachovce z frýdeckého souvrství obsahoval zvýšené množství granátu a ve vzorku horniny těšínitové asociace převažoval apatit. V zájmové oblasti bylo nalezeno 32 zrn korundu v pěti vzorcích potočních sedimentů. Ze získaných výsledků vyplývá, že větší část zrn korundu (se zvýšeným obsahem chromu až 0,089 apfu) je přírodního původu. Bylo ovšem nalezeno zrno korundu obsahující inkluzi s fázemi tvořenými prvkovou asociací Zr-Ti-Mg-Al-Ca, což svědčí o antropogenním původu daného korundu. Další zdroj korundů může být z hornin těšínitové asociace, které se v blízkosti potoka nacházejí. Tato hypotéza však nebyla potvrzena, jelikož v horninách těšínitové asociace není výskyt korundů znám. Ojediněle byl potvrzen výskyt korundu i v godulských pískovcích.

Klíčová slova: flyšové pásmo, těžké minerály, korund

Počet stran: 53

Počet příloh: 0

Jazyk: čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Veronika Boková

Title: Heavy mineral prospecting of the Lubenec Stream near Frýdlant nad Ostravicí

Type of thesis: bachelor

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

Supervisor: RNDr. Zdeněk Dolníček, Ph.D.

The year of presentation: 2016

Abstract: This bachelor thesis deals with the topic of heavy mineral prospecting of the Lubenec stream sediments including its tributaries. Considering the findings of the corundum, it is welcome to collect more information about its occurrence and potential origin. Laboratory part of this thesis included study of heavy minerals, EDX and WDX analyses of unknown grains, corundum and its mineral inclusions. From analyses of concentrates of heavy minerals of the stream sediments the zircon-garnet-rutile-staurolite association was found. Zircon was found to be a dominant component of association of heavy minerals from the Godula sandstone. A sample of siltstone from Frýdek Formation contain higher amounts of garnet and rock of teschenite association was dominated by apatite in heavy fraction. In the area of interest 32 corundum grains were found in five samples of stream sediments. Obtained results show that the greater part of the corundum grains (with an increased chromium content up to 0,089 apfu) is of natural origin. However, it was found a corundum grain containing inclusions composed of phases formed by elemental association Zr-Ti-Mg-Al-Ca, suggesting anthropogenic origin of this grain. Another possible source of corundum can be interpreted in rocks of teschenite association which are close to the Lubenec stream. This hypothesis was not confirmed, because occurrence of corundum is not known from these rocks yet. The rare occurrence of corundum was confirmed in Godula sandstones.

Keywords: flysch zone, heavy minerals, corundum

Number of pages: 53

Number of appendices: 0

Language: Czech

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	GEOLOGICKÁ SITUACE ZÁJMOVÉ OBLASTI	8
2.1.	Flyšové sedimenty v zájmové oblasti	9
2.2.	Horniny těšínitové asociace	12
2.3.	Kvartérní pokryv	13
3	PŘEHLED LITERÁRNÍCH ÚDAJŮ O TĚŽKÝCH MINERÁLECH V ZÁJMOVÉ OBLASTI	15
4	METODIKA	17
5	VÝSLEDKY	19
5.1.	Terénní etapa	19
5.2.	Laboratorní etapa	19
5.2.1.	Makropopisy štěrkové frakce	19
5.2.2.	Popis těžké frakce v polarizačním mikroskopu	20
5.2.3.	Mikrosondové analýzy	33
5.2.4.	Popis hornin	41
6	DISKUZE	46
7	ZÁVĚR	51
8	LITERATURA	52

1 ÚVOD

Studovaná oblast se nachází sv. od města Frýdlantu nad Ostravicí (obr. 1). Samotný potok Lubenec spadá z geografického hlediska do Podbeskydské pahorkatiny. Hlavní část potoka Lubenec, včetně přítoků, se zanořují do podslezské a slezské jednotky, v širším okolí se také nachází několik drobnějších těles vyvřelin těšínitové asociace.

Nejstarší literární údaje o výskytu drahých kovů v zájmové oblasti jsou známy již ze 17. století. Podle Jana Jiřího Středovského, který v roce 1709 přejal do své práce starší zprávy kněze Václava, Jana Záborského a faráře Vektora, jež se týkaly výskytu drahých kovů v oblasti Beskyd, se v zájmové oblasti mělo nacházet zlato. Ve Středovského rukopisu nalezneme několik odkazů na konkrétní lokality, kde zmiňuje i Lubenský potok („Vhlubnem“) u Frýdlantu.

Tato bakalářská práce se tedy zabývá šlichovou prospekcí potoka Lubence u Frýdlantu nad Ostravicí. Cílem práce bylo provést podrobnější šlichovou prospekci podél celého potoka včetně jeho přítoků. Dále se pokusit potvrdit předchozí nálezy korundů (Janičková, 2010) a eventuálně i lokalizovat jejich možnou zdrojovou oblast. Nejdříve jsem se zaměřila na odběr vzorků šlichů a hornin z podloží pro zhotovení výbrusů. Poté byla na základě laboratorního studia zjištěna zastoupení těžkých minerálů na jednotlivých místech odběru a stanoveno chemické složení neznámých minerálních zrn a také nalezených korundů.



Obr. 1: Přehledná mapa s červeně zvýrazněným potokem Lubenec a jeho přítoky (<http://www.mapy.cz>).

2 GEOLOGICKÁ SITUACE ZÁJMOVÉ OBLASTI

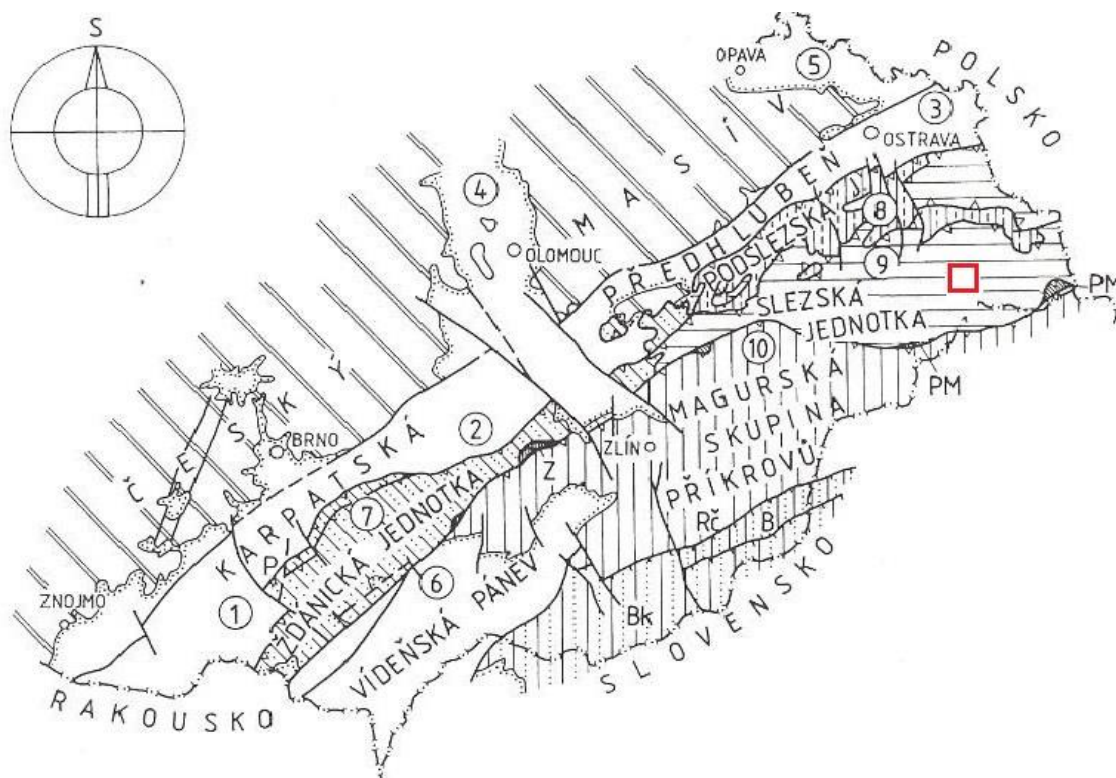
Česká republika sestává ze dvou odlišných geologických jednotek. Český masiv plošně dominuje, pouze na východ našeho území zasahuje malý úsek vnější části Západních Karpat, který tvoří příkrovy terciérních a mezozoických hornin. Tyto flyšové Karpaty se na východní okraj Českého masivu nasunuly od jihu a jihovýchodu především v průběhu miocénu, zhruba před 15-20 miliony let (Chlupáč et al., 2011).

Karpatská oblast se na našem území dále dělí na karpatskou předhlubeň, vídeňskou pánev a již zmiňované flyšové pásmo (Čtyroký a Stráník, 1995).

Flyšové pásmo se skládá z tektonicky definovaných jednotek s charakteristickou příkrovovou stavbou. Jednotlivé dílčí jednotky se vyznačují převahou flyšové sedimentace, tj. rytmického střídání jílovitých a písčitých sedimentů mezozoického a terciérního stáří. Příkrovy flyšového pásma byly na sebe nasunovány směrem od středu pohoří k jeho okraji (v případě Západních Karpat od jihovýchodu k severozápadu) ve výrazně plochých strukturách a násunové plochy byly na okrajích horstva převážně téměř horizontální. Z toho důvodu jsou jednotlivé skupiny příkrovů uloženy nad sebou. Flyšové pásmo představuje příkrovový alochton, ve kterém jsou vyčleněny vnitřní (magurská) a vnější (menilito-krosněnská) skupina příkrovů (Chlupáč et al., 2011).

Vnější skupina příkrovů je složena z flyšových a flyšoidních sedimentů, podřadně i z vápenců a silicitů. Tektonicky se člení na dílčí příkrovové jednotky: pouzdřanskou, ždánickou, podslezskou (také společně se ždánickou jednotkou označovaná jako ždánicko-podslezská jednotka), slezskou, dukelskou a předmagurskou (obr. 2) (Čtyroký a Stráník, 1995).

Zájmová oblast je budována flyšovými sedimentárními horninami podslezské a slezské jednotky, magmatickými horninami těšínské asociace, a kvartérním pokryvem.



Obr. 2: Schéma regionálního geologického členění Západních Karpat v České republice (Čtyroký; Stráník, 1995) se zaznačením pozice zájmové lokality.

1 - jižní část karpatské předhlubně, 2 - střední část předhlubně, 3 – severní část předhlubně, 4 – Hornomoravský úval a Mohelnická brázda, 5 – opavská pánev, 6 – vídeňská pánev; Vnější skupina příkrovů: 7 – ždánická j., 8 – podslezská j., 9 – slezská j., P – pouzdřanská j., PM – předmagurská jednotka, Z – zdounecká j., 10 - magurská skupina příkrovů: Rč – račanská j., B – bystrická j., Bk – bělokarpatská j.

2.1. Flyšové sedimenty v zájmové oblasti

Frýdecké souvrství

Frýdecké souvrství je nejstarším litostratigrafickým členem podslezské jednotky. Podslezská jednotka tvoří sv. úsek ždánicko-podslezské jednotky (Eliáš, 1998). Vystupuje v předpolí slezské jednotky. K sedimentaci jednotky docházelo od svrchní křídý do oligocénu. Podslezská jednotka dosahuje mocnosti až 600 m a tvoří značnou část Podbeskydské pahorkatiny (Stráník et al., 1993).

Začátek sedimentace frýdeckého souvrství je datován do turonu, kdežto jeho svrchní hranice je asynchronní (campan až dan). Litologicky v něm převládají šedé až šedohnědé prachovito-písčité vápnité jílovce nad podřadnými polohami střednězrnných až jemnozrnných drobových a vápnitých pískovců, zpravidla jen centimetrových mocností (Eliáš, 1998). Rytmicky se střídající prachovito-písčité vápnité jílovce se ve frýdeckých vrstvách vyskytují společně s lávkami jemně až středně zrnitých silně vápnitých glaukonitických pískovců, které ve svrchní části lávek přecházejí do světle šedých, jemně písčitých vápenců. Dále se ve vrstevním sledu vyskytují lávky světle šedých soudržných vápenců, které jsou nepravidelně modrošedě proužkované (jde o silicifikované proužky) (Menčík – Pesl – Pelička, 1965 in Menčík, 1983). Místy se v pelitech vyskytují bloky a valouny exotických hornin reprezentované kvarcity, vápenci, křemeny, krystalinickými či karbonskými horninami. Tyto horniny vypovídají o existenci skluzů a bahnotoků (Menčík et al., 1983).

Godulské souvrství

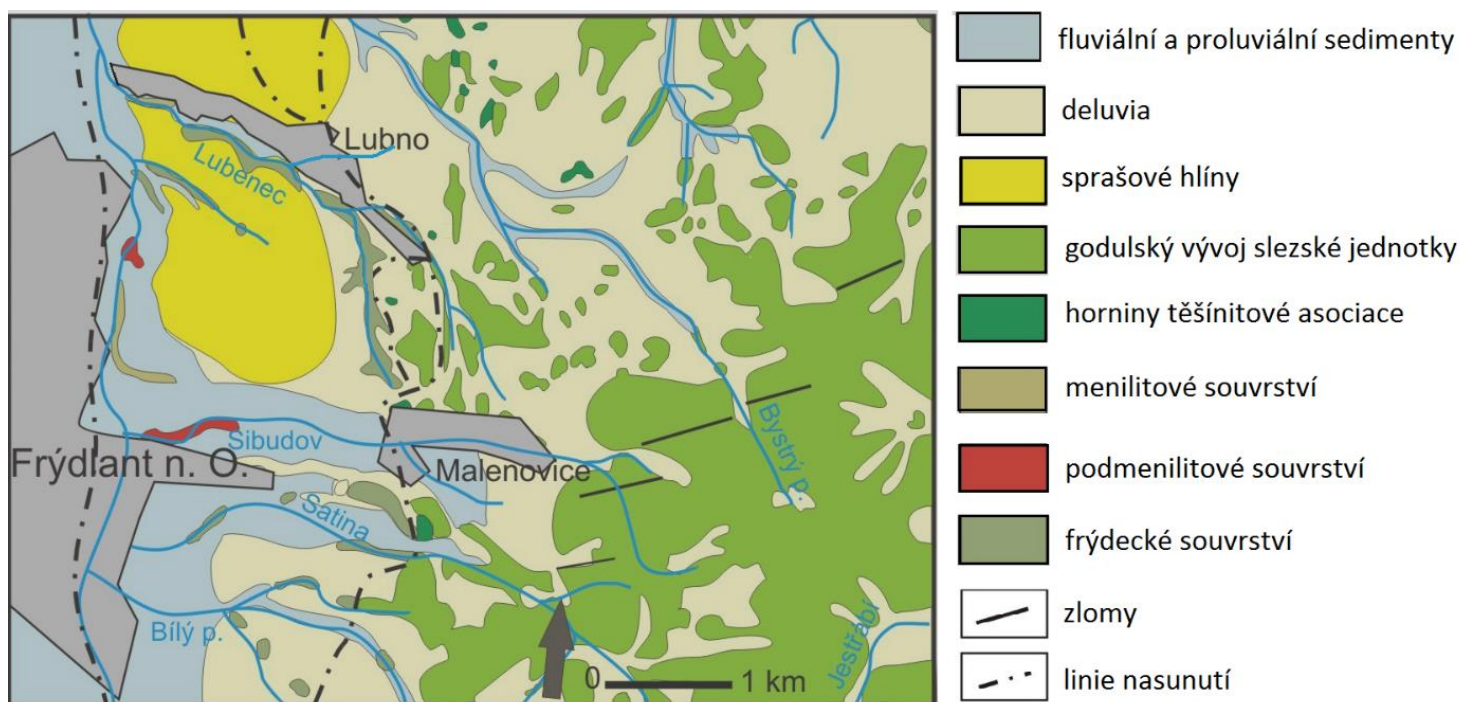
Godulské souvrství je členem slezské jednotky (Menčík et al., 1983). Na území Moravskoslezských Beskyd a Podbyskydské pahorkatiny je slezská jednotka charakterizována třemi vývoji – godulským, bašským a kelčským (obr. 3) (Matějka a Roth 1949a, 1955 in Menčík et al., 1983). Zájmová oblast je situována ve vývoji godulském (obr. 4).

Pestré godulské vrstvy jsou datovány do cenomanu až spodního turonu. Litologicky v nich převažují měkké, podřadné i prokřemenělé, nevápnité jílovce rudohnědých a zelených barev, vzájemně proužkovitě se střídající nebo vzájemně skvrnitě. Jílovce jsou charakteristické čočkami, tenkými lávkami a bochníčkovitými konkracemi pelosideritů. Dále se na složení vrstev podílejí prokřemenělé prachovce, které jsou většinou tenké laminární s barvou od šedozelené až zelené. Také se zde vyskytují jemnozrnné pískovce, jež jsou ve vrstevním sledu nepravidelně rozmístěny. Jílovce rudohnědé až cihlově červené barvy pak převažují v pelitických partiích. Ve vyšších částech godulských vrstev se náhodně vyskytují až několik metrů mocné izolované lavice jemně až středně zrnitých glaukonitických pískovců (Menčík et al., 1983).

MA	STRATIGRAFIE				VNĚJŠÍ SKUPINA PŘÍKROVŮ			
	neogén	miocén	sp.		PODSLEZSKÁ JEDNOTKA	SLEZSKÁ JEDNOTKA		
						KELČSKÝ V.	BAŠSKÝ V.	GODULSKÝ V.
15				karpát				
				ottang				
20				eggenburg				
				aquitán				
25		oligocén	sv.	chatt	ženklavské s.			krosněnské s.
30			sp.	ruppel	menilitové s.			menilitové s.
35		paleogén	sv.	priabon	šešorské slíny			šešorské slíny
40			střed.	barion	třínecké vr. (svrtná facie)			podmenilitové s.
45			sp.	ypres	gutské vr. (redukční facie)			
50			sv.	thanet	frýdlantské s.			ciezkow p.
55		paleocén	sp.	dan	skvrnitá a pestrá facie			pestré vr.
60				maastricht		milotické s.	pálkovické s.	istebňanské s.
75		svrchní	senon	campan	frýdecké s.			
70				santon				
85				coniac			bašské s.	sv.g. vr.
80				turon				stř. g. vr.
95		křída	spodní	cenoman		dubské s.		sp. g. vr.
100				alb		němetické s.		mazácké s.
110				apt		jasenické s.		lhotecké s.
120				barrem		veřovické s.		veřovické vr.
130		neocom		hauteriv		těšínsko-hradištské s.		hradištské vr.
140				valangin				sv. těšínské vr.
150				berrias				těšínsko-hradištské s.
160		jura	malm	tithon				těšínské váp.
				kimmeridž				sp. těšínské vr.
				oxford				

Obr. 3: Stratigrafické schéma vybraných jednotek flyšového pásma (upraveno podle

Chlupáče et al. (2002)).



Obr. 4: Geologická situace v okolí potoka Lubenec (upraveno podle Opletala 1990).

2.2. Horniny těšínové asociace

Vyvěřeliny těšínové asociace se v zájmové oblasti vyskytují v podobě několika drobných těles (obr. 4). Popisované horniny se vyskytují v oblasti Moravskoslezských Beskyd, Podbeskydské pahorkatiny a přilehlé části flyšových Karpat v Polsku, kde byly těšínity datovány metodou $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, již bylo zjištěno stáří $122,3 \pm 1,6$ Ma (Lucińska-Anczkiewicz et al., 2002 in Buriánek a Skácelová, 2007).

Horniny těšínové asociace jsou úzce spjaty se sedimenty těšínsko-hradíšťského souvrství, ve kterém tvoří hypoabysální žíly, podmořské výlevy a pyroklastika. Magmatické horniny se nejčastěji vyskytují v podobě hypoabysálních ložních žil, jejichž mocnost je od několika decimetrů až do 10 m. Sedimenty ležící v nadloží i v podloží žil jsou kontaktně metamorfovány (Menčík et al., 1983).

Tělesa magmatických hornin mohou být intruzivní, efuzivní či extruzivní. Ve výlevných tělesech se často vyskytují xenolity sedimentárních hornin různých velikostí. Polštářové texture jsou hlavním znakem efuzivních těles. Extruzivní tělesa se vyskytují v podobě autoklastických lávových brekcií (Hovorka a Spišiak, 1988). Horniny těšínové asociace můžeme rozdělit do 4 základní skupin: pikrity, bazalty, těšínity a monchiquity. Těšínity se

nacházejí v podobě pravých i ložních žil. Vyznačují se jemnozrnnou až hrubozrnnou stavbou, nejčastěji mají ofitickou, porfyrickou a hypautomorfně zrnitou strukturu. Z makroskopického hlediska jsou to leukokratní, mezokratní i melanokratní eruptivní horniny (Hovorka a Spišiak, 1988).

Bazalty, pikrity a monchiquity jsou součástí řady přechodných horninových subtypů, jež jsou charakteristické velkou variabilitou obsahů olivínů, živců a pyroxenů. Jedná se především o tmavé, jemnozrnné horniny s občasnou orbikulární stavbou (Buriánek a Skácelová, 2007). Horniny této asociace obsahují především plagioklas, amfibol, analcim a klinopyroxen blízký augitu. V proměnlivém množství pak mohou obsahovat alkalické živce, olivín, biotit, nefelín, různé zeolity, prehnit, egirinový augit a další minerály (Hovorka a Spišiak, 1988).

2.3. Kvartérní pokryv

Sedimenty kvartérního pokryvu se v popisované oblasti nacházejí ve větším rozsahu (obr. 4). Jedná se především o fluviální terasy, proluviální štěrkové kužely a okrajové facie kontinentálního zalednění. Velmi rozšířené jsou v oblasti Moravskoslezských Beskyd svahové sedimenty. V drobných mocnostech a pouze jen místy se vyskytují ostatní typy kvartérních sedimentů (Menčík et al., 1983).

Fluviální terasy jsou typické pro středohorské a nížinné oblasti. Jedná se o velmi rozsáhlé, hrubé akumulace štěrkopískového materiálu a nivních uloženin pleistocenního stáří (Kováč et al., 1993).

Z obr. 4 je zřejmé, že dalšími velmi hojnými usazeninami jsou svahoviny. Deluviální uloženiny vznikly podle tvaru terénu a typu substrátu. Řadí se sem kamenná moře, svahové hlíny, sutě a také přemístěné jíly. Svahové uloženiny mohou být transportovány na velmi malou vzdálenost (např. u hákování vrstev) nebo je jejich transport dlouhý i stovky metrů (např. u soliflukce). Uložení vrstev je přizpůsobené svahu, kde jde o materiál vytvořený svahovým posunem, sesuvem, ronem, opadem či splachem (Demek, 1987 in Chlupáč et al., 2011). Glaciální deluvia jsou tvořeny ostrohrannými úlomky, které jsou většinou bez hlinité základní hmoty. Hrubě balvanité uloženiny pocházejí z interglaciálů a holocénu (Chlupáč et al., 2011).

Proluviální sedimenty jsou pleistocenního stáří. Genezi mají velmi podobnou jako dejekční kužely. Vyznačují se rychlým a přerušovaným ukládáním sedimentů. Ukládaný materiál je téměř vždy z glaciálního období. Velmi hojné jsou jevy, které jsou vyvolané promrzáním, tzv. kryogenní textury (Chlupáč et. al., 2011). V zájmové oblasti se nacházejí proluviální uloženiny mnoha generací, avšak jejich litologie je velmi podobná. Největší zastoupení mají poloostrohranné a špatně opracované klasty flyšových pískovců, uložené v proměnlivém množství hlinité matrice. Hrubé až balvanité jsou štěrky s valouny o velikosti v průměru 10 až 20 cm, valouny mohou dosahovat 30 až 50 cm. V Podbeskydské pahorkatině se ve vyšších polohách na hřebetech a izolovaných elevacích zachovaly nejstarší staropleistocenní akumulace ve formě denudačních reliktnů (Menčík et al., 1983).

Sedimenty kontinentálního zalednění zanechal v zájmové oblasti kontinentální ledovec, který zasáhl na severozápadě oblasti dvakrát v období pleistocénu. Patrný výskyt horského zalednění je v Moravskoslezských Beskydech. Na vývoji rozšířených sesuvných polí a geomorfologickém vývoji je patrný dopad periglaciálního klimatu (Menčík et al., 1983).

Dalším významným členem kvartérního pokryvu jsou spraše a sprašové hlíny, které jsou charakteristické pro vrcholnou fázi studeného období pleistocénu (Kováč et al., 1993).

3 PŘEHLED LITERÁRNÍCH ÚDAJŮ O TĚŽKÝCH MINERÁLECH V ZÁJMOVÉ OBLASTI

Podle Eliáše (1998) je ve frýdeckém souvrství jasně převažujícím těžkým minerálem zirkon, jiné minerály neuvádí.

Menčík (1983) uvádí v godulském vývoji slezské jednotky v těžké frakci převážně zirkon, granát, rutil, turmalín a také apatit. V malém množství, ale typicky přítomen je také staurolit. Další těžké minerály vyskytující se ovšem zřídka jsou: monazit, korund, amfibol, kyanit, skupina epidotu, pyroxen, titanit, spinel a chloritoid.

Rost (1956) zmiňuje J. Brože, který popsal výskyt korundu v godulském pískovci.

Dle studií Janíčkové (2010) je v těžké frakci získané z potočních sedimentů na zájmové lokalitě zcela dominující složkou zirkon (40 %). Ve většině případů byl xenomorfní a vždy bezbarvý. Dále je zastoupen rutil (25 %), který měl barvu od sytě červené přes hnědou až po žlutohnědou, většinou byl oválný, méně často měl hypautomorfní omezení. Granát (10 %) se vyskytoval ve vzorcích jako bezbarvý, zřídka pak světle až sytě růžový, zrna byla často okrouhlá s automorfním omezením. Také se objevoval baryt (téměř 9 %), který byl bezbarvý a často se objevoval jako automorfní krystal kosočtverečného průřezu. Naopak nízké zastoupení měl turmalín (pouze 5 %), který se vyskytoval ve vzorcích jako hnědý až modrý, okrouhlého až oválného tvaru, s pleochroismem od světle žluté až po černou. Nejméně byl ve vzorcích zastoupen apatit, který byl šedě zakalený, někdy však bezbarvý s automorfním až hypautomorfním omezením.

Janíčková (2010) našla zrna korundu na dvou lokalitách v potoce Lubenec. Celkově se korund nacházel v těžkém podíle velmi málo (4 zrna ze 404 průhledných zrn v jednom vzorku). Korundy svým chemickým složením a optickými vlastnostmi odpovídají korundu přírodního původu. Jednalo se o růžová a sytě růžová zrna s výrazným modrým pleochroismem po okrajích. Chemické složení korundu bylo stanoveno u dvou zrn. V obou případech jde o téměř čistý Al_2O_3 , což nasvědčuje jeho přírodnímu původu. Korund z jedné lokality obsahoval 0,39 hm. % Cr_2O_3 , což odpovídá 0,005 apfu Cr. U zrna z druhé lokality byl naopak zvýšený obsah Ti (1,37 hm. % TiO_2 , což odpovídá 0,017 apfu Ti). Obsahy Si^{4+} , V^{3+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Na^+ či Fe byly velmi nízké (max. první setiny hm. % oxidů).

V následném článku byly publikovány výše zmíněné údaje o nálezech korundu ve východní části Beskyd v těsné blízkosti Lubna (Janíčková a Dolníček, 2013). Možný původ korundu autoři nastínili několika možnostmi. Díky mechanické odolnosti tohoto minerálu během zvětrávacích pochodů lze uvažovat o resedimentaci z flyšových sedimentů v zájmové oblasti. Druhou možností je eventuální vazba korundu na vyvřelé horniny těšínitové asociace. Řada výskytů korundu je známá z metamorfitů bohatých na hliník, vzniklých z Al-bohatého protolitu (reprezentovaného nejčastěji jílovými sedimenty) kontaktním působením těles vyvřelých hornin, což odpovídá geologické situaci na mnoha místech podbeskydských vyvřelin. Další možností je, že korundy vznikly magmatickou krystalizací v hlubších částech kůry a byly vyneseny magmatem vyvřelých hornin k povrchu.

Ve šlichových mapách (Šimek et al., 1994), které jsou výstupem systematické šlichové prospekce území ČR (v dané oblasti probíhala v letech 1990-1994), není výskyt korundu zmiňován. Mapy šlichové prospekce uvádějí v naší oblasti výskyt především granátu, zirkonu, rutilu, pyroxenu, amfibolu, méně pak apatitu, barytu, epidotu a monazitu.

4 METODIKA

Během terénního výzkumu bylo odebráno 12 sypkých vzorků potočních sedimentů na hlavním toku potoka Lubence a jeho přítocích. Na místě odběru bylo odebráno průměrně 10 l sypkého materiálu. Získané vzorky byly přímo na místě odkaleny a přesítovány na síť 1 mm, což způsobilo odstranění kalu a nadsítného podílu. Z každého vzorku se odebral i vzniklý nadsítný podíl, k provedení pozdějšího makropopisu. Vzorky odebrané z vyschlých koryt byly dodatečně přesítovány a odkaleny v laboratoři Katedry geologie v Olomouci.

V první fázi proběhlo usušení hrubé frakce (>2 mm) a poté byla makroskopicky popsána. Z každého vzorku bylo spočítáno 100 úlomků, které byly následně identifikovány.

Dále proběhlo rýžování odebrané písčité frakce na rýžovací misce do stádia tzv. „šedého šlichu“.

Vyrýžovaný koncentrát se vysušil a následně byl rozdělen pomocí bromoformu (1,1,1 - tribrommetan).

Získaný těžký podíl byl následně rozdělen stálým magnetem na magnetickou a nemagnetickou frakci. Nemagnetický podíl byl orientačně prohlédnut pod binokulární lupou Olympus pro identifikaci možného výskytu korundu.

Poté byly vzorky zhomogenizovány a z každého vzorku byla vykvartována malá část, jež byla zakápnuta imerzní kapalinou (1,1,2,2 – tetrabrometan) na podložním skle. Určení a spočítání jednotlivých průhledných a opakních zrn bylo provedeno v polarizačním mikroskopu Olympus CX 41. K určování zrn byla použita literatura Gregerová et al. (2002) a dále také dírkovací klíč (Rost, 1956).

Zajímavá a neznámá zrna byla vyseparována z jednotlivých vzorků a zalita do epoxidové tablety, která byla následně nabroušena, vyleštěna a pokovena uhlíkem. Poté proběhla analýza chemismu jednotlivých zrn na elektronové mikrosondě.

Zrna byla identifikována nejprve na Katedře geologie PřF UP v Olomouci panem Mgr. J. Kapustou na rastrovacím elektronovém mikroskopu JEOL JXA-8600 s EDX analyzátozem SAMx. Při této analýze bylo použito napětí 15 kV a proudu 10 nA. Pro stanovení jednotlivých složek bylo využito těchto standardů: diopsid (Mg, Ca), mikroklin (Al, Si, K), Mn (Mn), magnetit (Fe),

sfalerit (S, Zn), baryt (Ba), PbSe (Pb), ilmenit (Ti), albit (Na), Cr (Cr), zirkon (Zr), apatit (P). V případě analýzy č. 10 a 13 byl analýzou stanoven i obsah kyslíku (standard - ilmenit).

Poté proběhla kvantitativní analýza vybraných zrn na Ústavu geologických věd PřF MU Brno panem Dr. P. Gadasem elektronovou mikrosondou Cameca SX100 ve WDX módu. Při ní bylo použito napětí 15 keV, proudu 20 nA a průměru elektronového svazku 3 μm . Zde pro stanovení jednotlivých složek bylo využito těchto standardů: MgAl_2O_4 (Mg, Al), spessartin (Si, Mn), chromit (Cr), TiO (Ti), wollastonit (Ca), hematit (Fe), ScVO_4 (V), Ni_2SiO_4 (Ni), gahnite (Zn), Co (Co).

Kromě vzorků potočních sedimentů byly z některých lokalit odebrány i reprezentativní vzorky hornin, ze kterých byly následně zhotoveny 4 kryté výbrusy a pohlédnuty v polarizačním mikroskopu v procházejícím světle.

Zbytek horninových vzorků byl nadrcen a přesítován na síť 1 mm. Podsítná frakce se poté vyrýžovala na rýžovací misce. Získané šluchy byly následně zpracovány stejným způsobem jako šluchy z potočních sedimentů.

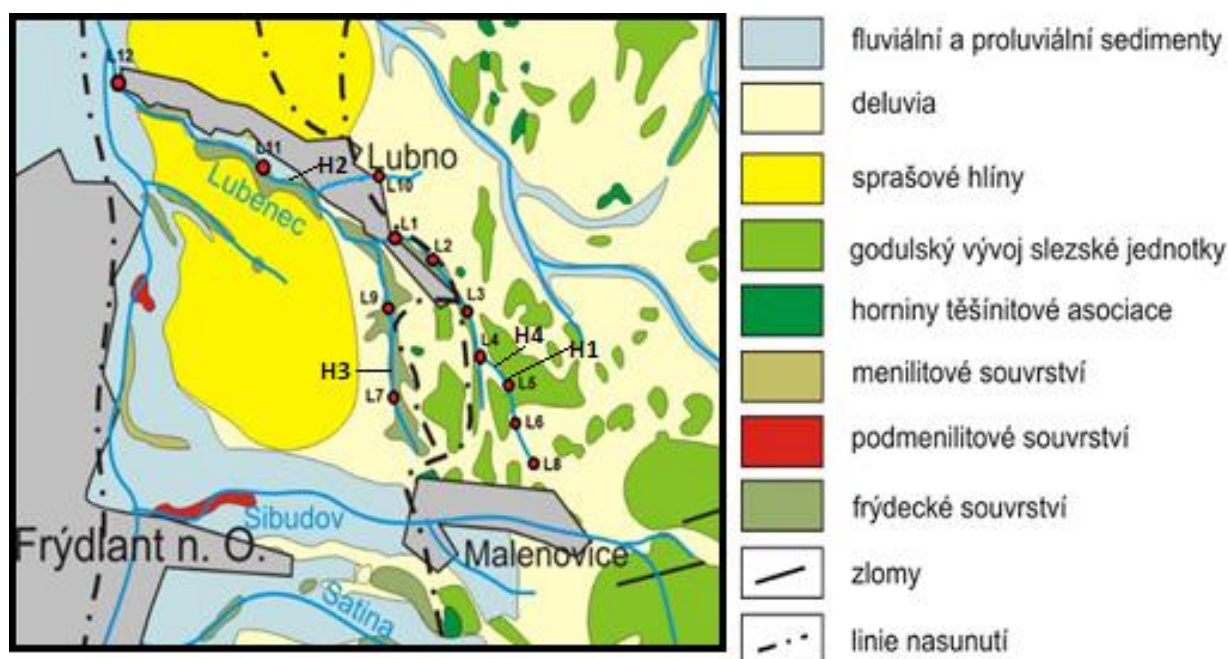
Pro fotodokumentaci mikroskopických preparátů byl použit fotoaparát Olympus BX 50.

5 VÝSLEDKY

5.1. Terénní etapa

Z potoka Lubenec bylo odebráno 12 vzorků říčních sedimentů (L1-L12) (obr. 5). Nad místem odběru L2 byl malý splav, tudíž byl říční sediment předrýžovaný. Na téže lokalitě se v korytě potoka nacházelo mnoho úlomků betonu. Ostatní odběrová místa nebyla ničím specifická.

Podél toku potoka byly také odebrány 4 vzorky hornin. Šlo o jemnozrnný pískovec (H1), hrubozrnný pískovec (H2), prachovec (H3) a horninu těšínové asociace (H4) (obr.5).



Obr. 5: Lokalizace odběrových míst potočních sedimentů (L1-L12) a vzorků hornin (H1-H4) v geologické mapě (podklad upraven podle Opletala 1990).

5.2. Laboratorní etapa

5.2.1. Makropopisy šterkové frakce

Vzorky hrubé frakce (>2 mm) se lišily v zastoupení úlomků jednotlivých hornin a stupněm antropogenního znečištění. V téměř každém vzorku převažují poloostrohranné úlomky jílovců (tab. 1). Jílovce měly ve všech vzorcích tmavě šedou barvu. Jejich velikost se pohybovala od 0,2 cm do 3 cm. Ve vzorcích se také hojně nacházely polozaoblené a zaoblené valouny

bílošedého křemene. Pouze ve vzorcích L4, L5 a L11 se jejich zastoupení pohybovalo pod 10 % (tab. 1). Jejich velikost dosahovala od 0,2 cm do 2 cm. Kromě vzorku L1 a L2 se v hrubé frakci také vykytovaly polozaoblené valouny pískovce. Žlutohnědé pískovce byly středně zrnité o velikosti od 0,3 cm do 2 cm. Na složení hrubé frakce se také v malém množství v některých vzorcích podílel poloostrohranný živec. Jeho barva byla světle oranžová a dosahoval velikosti od 0,2 cm do 2 cm. Dále se také ve vzorcích L4, L6, L10 a L11 v malém množství nacházel bělošedý drobnozrnný slepenec, který obsahoval asi 25 % valounů křemene a 75 % matrice (tab. 1). Zřídka se objevovaly také drobné úlomky krystalických břidlic s dobře patrnou foliací a bohaté na muskovit, které měly velikost od 0,5 cm do 1,5 cm. V nejmenším množství se objevovaly i růžové granáty, které měly velikost pouze do 3 mm. Obsah antropogenního znečištění se pohyboval mezi 3 a 50 %. Ve vzorcích se často nacházely ostrohranné úlomky oranžových cihel. Jejich velikost byla od 0,5 cm do 2 cm. Dále zde byly časté zelené či bílé střepy lahvého skla. Velikost střepů se pohybovala od 0,3 cm do 1,5 cm. Ve vzorcích se také ojediněle nacházely nemagnetické strusky modré a černé barvy s viditelnými póry nepravidelných tvarů. Velikost pórů byla od 0,3 cm do 1 cm. Strusky byly zaoblené až polozaoblené. Velikost strusek byla od 0,5 cm do 3 cm.

Tab. 1: Složení štěrkové frakce potočních sedimentů v %.

vzorek	jílovec	křemen	pískovec	slepenec	živec	metamorfity	granát	antropogenní znečištění
L1	60	28	0	0	5	1	1	5
L2	40	25	0	0	0	0	0	35
L3	51	15	5	0	3	1	0	25
L4	69	5	15	1	0	0	0	10
L5	65	8	17	0	0	0	0	10
L6	55	30	8	2	0	0	0	5
L7	37	55	3	0	2	0	0	3
L8	30	34	11	0	4	0	0	20
L9	54	36	7	0	0	0	0	3
L10	21	16	8	1	3	1	0	50
L11	41	5	6	1	1	1	0	45
L12	51	12	14	0	1	2	0	20

5.2.2. Popis těžké frakce v polarizačním mikroskopu

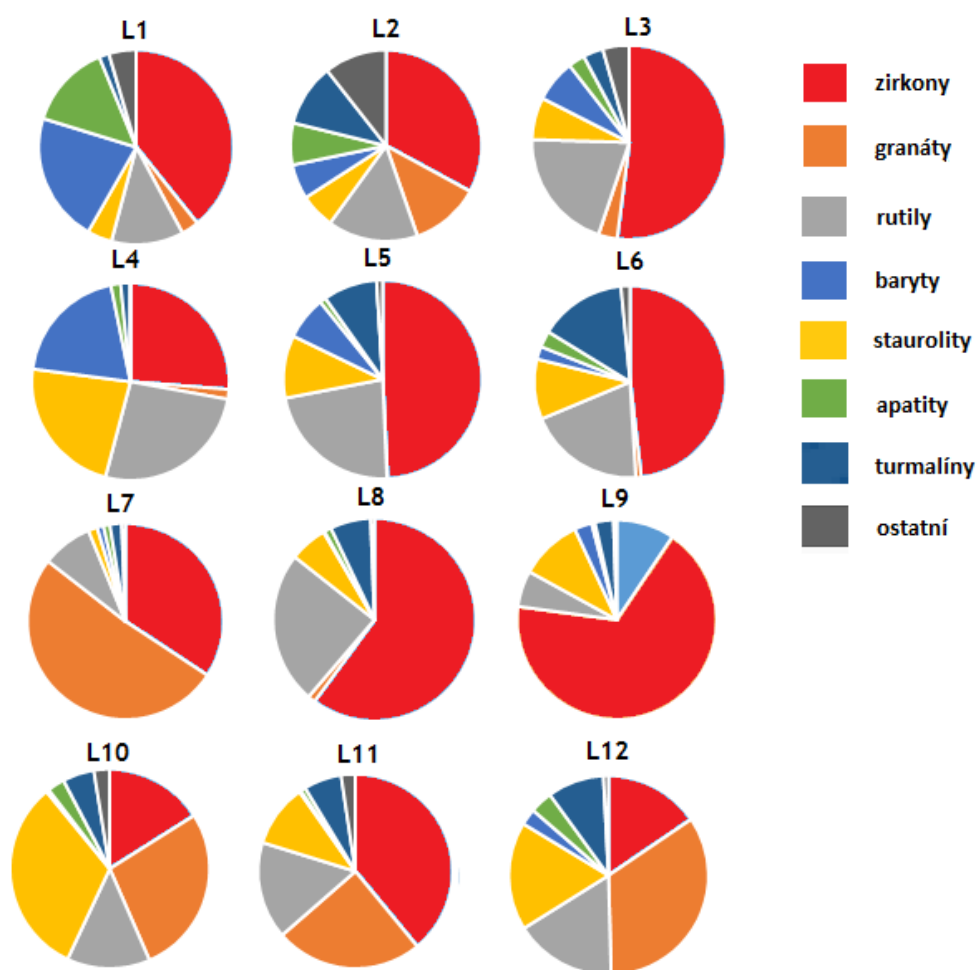
Pod polarizačním mikroskopem bylo ze šlichů z potočních sedimentů určeno celkem 14 930 zrn (tab. 2). Z toho bylo 53 neznámých zrn vyseparováno a analyzováno pomocí elektronové mikrosondy.

*Tab. 2: Zastoupení jednotlivých průhledných minerálů v koncentrátech těžkých minerálů v %
(znaménko „+“ vyjadřuje nalezení více zrn v celém šlichovém vzorku), poslední tři řádky
uvádějí počty identifikovaných zrn.*

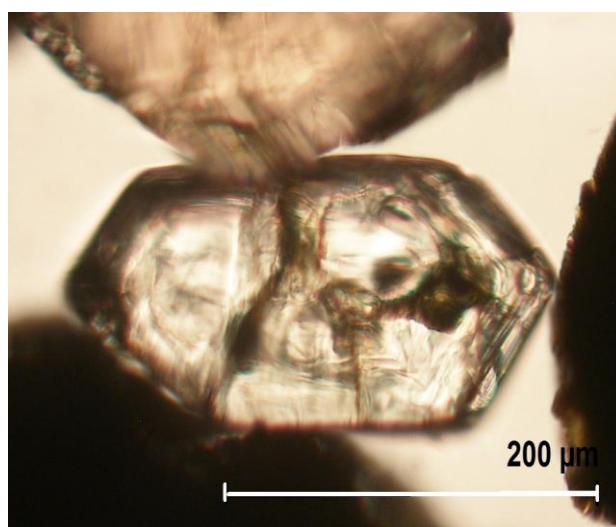
vzorek	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12
Zirkon	39,2	33,3	52,0	26,2	49,2	48,1	33,7	59,7	9,1	16,0	38,6	15,3
Granát	3,1	12,0	3,1	1,8	0,2	0,9	50,9	1,2	68,2	27,3	24,8	34,0
Rutil	12,3	15,1	20,3	26,2	22,6	20,2	8,2	23,8	5,7	14,2	16,0	16,8
Staurolit	4,0	5,8	6,8	22,9	10,2	9,8	1,7	6,0	10,1	32,0	11,3	18,2
Baryt	22,2	5,9	7,0	19,7	7,0	2,1	1,0	0,2	2,7	1,0	0,2	2,6
Apatit	13,5	7,1	2,8	1,6	1,0	2,7	1,1	1,1	1,0	3,1	0,8	3,8
Turmalín	1,6	10,8	3,8	1,6	8,8	15,0	1,9	7,0	2,9	5,2	6,2	8,9
Glaukonit	2,1	1,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,2	0,0	1,0	0,2
Korund	0,0 (+)	0,0 (+)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0 (+)	0,0 (+)	0,2 (+)
Amfibol	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Pyroxen	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0
Monazit	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Limonit	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Karbonát	0,0	2,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Karbid křemíku	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suma průhl.	360	346	542	320	795	326	1137	1501	564	430	717	490
Opakní	462	385	899	559	921	667	309	464	651	560	655	870
Suma celkem	822	731	1441	879	1716	993	1446	1965	1215	990	1372	1360

Nejčastěji se ve vzorcích vyskytoval zirkon (obr. 6). V téměř každém vzorku se jeho procentuální zastoupení pohybovalo nad 10 % (tab. 2). Ve vzorku se nacházela zrna omezená jak automorfně, tak xenomorfně. Často byly k vidění krátce sloupcovité krystaly s automorfním omezením, které byly dokonale omezeny plochami dipyramidy a prizmatu (obr. 7). Zrna okrouhlá s xenomorfním omezením jednoznačně ve vzorku převažovala. Zirkony byly bezbarvé. Jejich velikost se pohybovala od 150 μm do 480 μm . U některých zrn se objevovala zonálnost, která se projevovala rozdílnými interferenčními barvami v jednotlivých zónách. Zřídka se v zrnech objevovaly opakní či špatně průhledné inkluze nepravidelného tvaru.

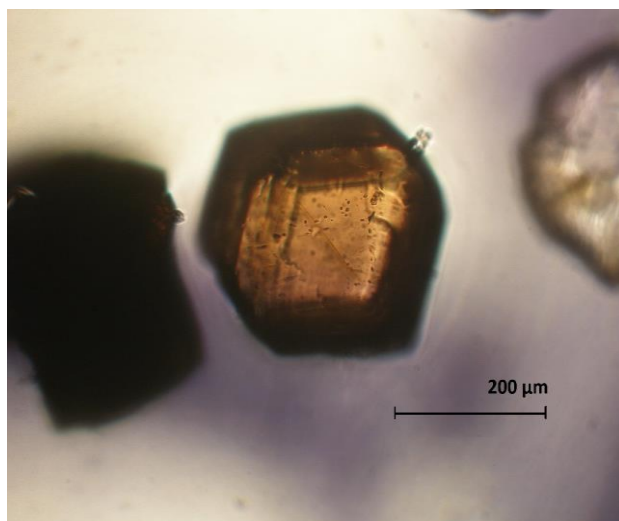
Dále byl ve všech vzorcích přítomen granát. Ve vzorcích L7 a L9 jeho zastoupení dosahovalo nad 50 % (obr. 6). Naopak ve vzorcích L5 a L6 bylo jeho zastoupení menší než 1 % (tab. 2). Ve většině případů šlo o světle až sytě růžová zrna, jindy byla oranžová až oranžovohnědá. V jiných případech byla zrna bezbarvá. Některá zrna byla automorfně omezená s tvarem rombického dodekaedru (obr. 8). Jiná zrna byla xenomorfně omezená s izometrickými tvary. Velikost zrn granátu byla od 160 μm do 460 μm . V zrnech se nacházely pseudosekundární fluidní inkluze okrouhlých tvarů, které byly uspořádané na řádcích



Obr. 6 : Grafické znázornění zastoupení jednotlivých průhledných těžkých minerálů ve šlichových vzorcích v % (ostatní: glaukonit, korund, amfibol, pyroxen, monazit, karbid křemíku, limonit).

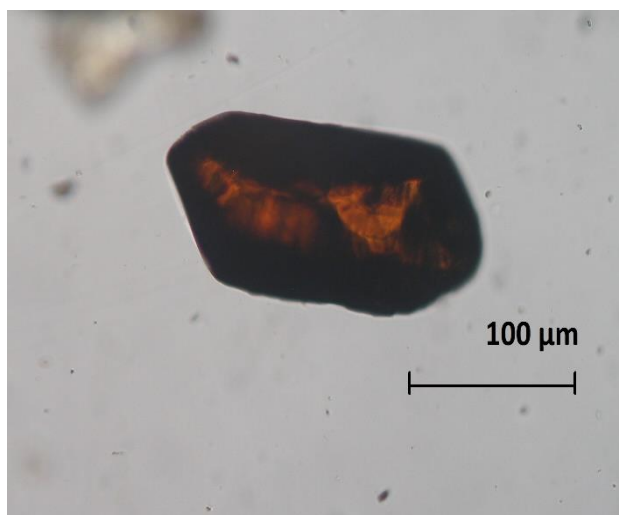


Obr. 7: Zrno automorfního zirkonu v těžké frakci ze vzorku L12 (v PPL).



Obr. 8: Automorfně omezené zrno granátu v těžké frakci ze vzorku L10 (PPL).

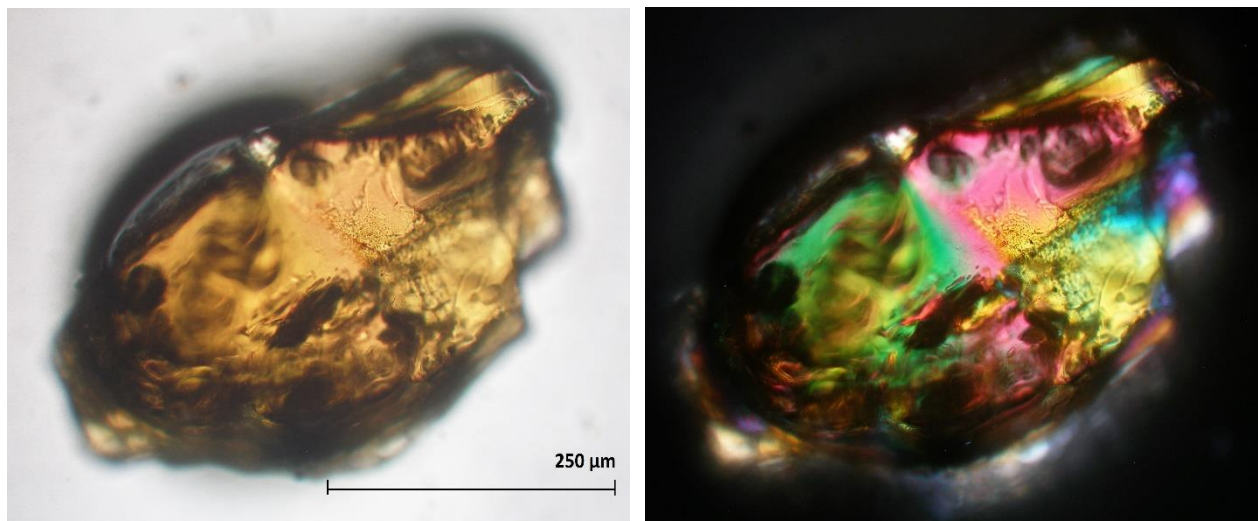
Rutil byl zastoupen ve všech vzorcích více jak 5 % (obr. 6). Ve vzorku L5 a L8 dokonce jeho zastoupení dosahovalo nad 20 % (tab. 2). Zrna se jevila jako oranžová, žlutohnědá, hnědá až sytě červená. Jeho hypautomorfní omezení v podobě krátkých sloupečků bylo ve vzorcích velmi časté (obr. 9). Mnoho z nich ovšem nebylo učeno díky tomu, že se jevily jako opakní. Velikost zrn se pohybovala od 200 μm do 250 μm.



Obr. 9: Hypautomorfně omezené zrno rutilu v těžké frakci ze vzorku L3 (PPL).

Staurolity byly ve vzorcích L4, L5, L10, L11 a L12 zastoupeny v množství nad 10 % (tab. 2). Nacházely se převážně jako ostrohranná a poloostrohranná zrna s xenomorfním omezením (obr. 10). Jejich povrch byl velmi nerovný. Některá zrna byla oválná s drsným povrchem. Barva staurolitu byla světle žlutá, tmavě žlutá až žlutohnědá. Zrna vykazovala slabý pleochroismus

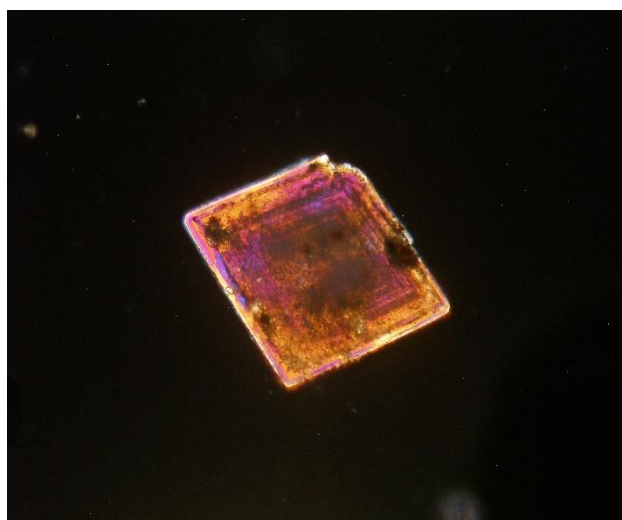
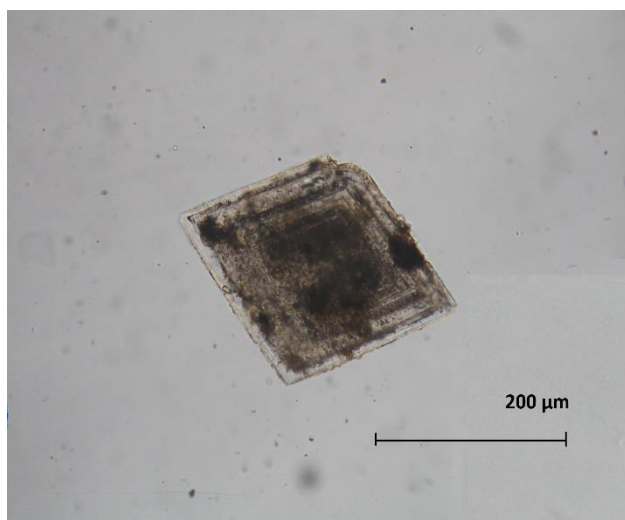
od světle žluté po tmavě žlutou. Jejich velikost dosahovala od 400 μm do 500 μm . Inkluze ve staurolitech nebyly pozorovány.



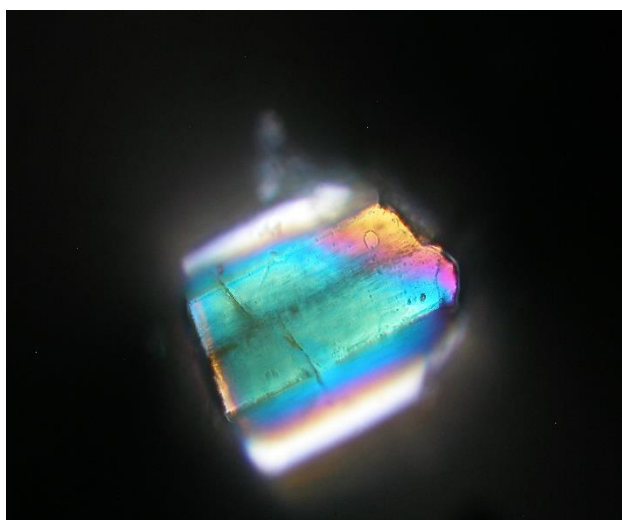
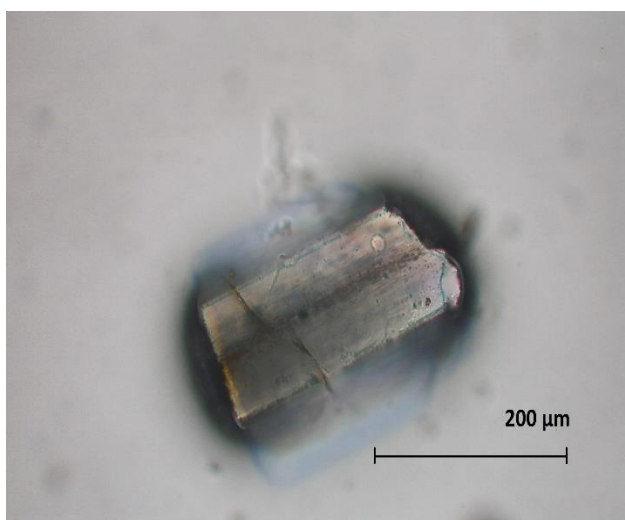
Obr. 10: Zrno staurolitu v těžké frakci ze vzorku L1 (PPL a XPL).

Ve vzorcích L1 a L4 se také hojněji nacházel baryt (tab. 2). Ten se vyskytoval především s dokonale automorfním omezením v podobě kosočtverečných tabulek (obr. 11). Někdy se však vyskytoval pouze jako hypautomorfní. Jeho velikost se pohybovala od 200 μm do 290 μm . U zrn bylo často pozorovatelné silné zakalení v PPL, někdy jen v určitých růstových zónách, díky špatně průhledným fluidním inkluzím (obr. 11).

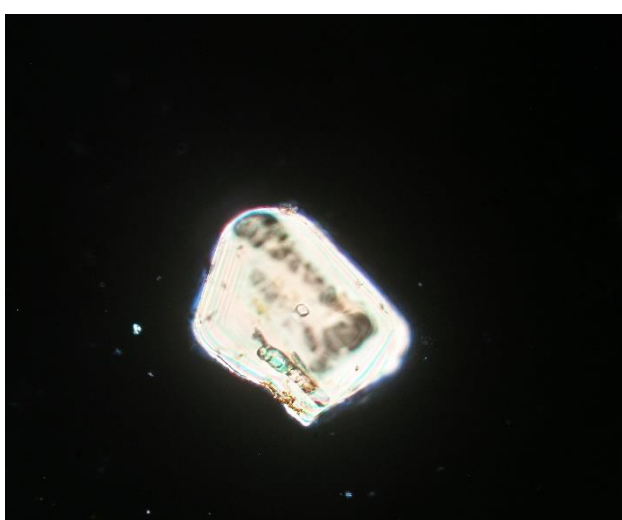
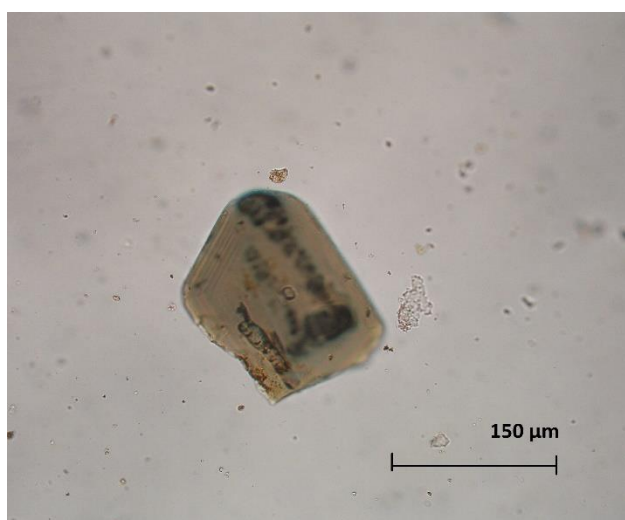
Apatit měl největší zastoupení se 13,5 % ve vzorku L1 (obr. 6). Jinde se jeho zastoupení pohybovalo pod 7 % (tab. 2). Automorfně až hypautomorfně omezená zrna apatitu byla téměř vždy zakalená, šedé barvy, méně často byla zcela bezbarvá. Zrna měla krátce či dlouze sloupcovitý tvar (obr. 12). Velikost zrn se pohybovala od 200 μm do 350 μm . V některých zrnech byly pozorovatelné sekundární fluidní inkluze uspořádané na řádku. U některých zrn byla patrná zonálnost, která byla způsobena zakalením, díky fluidním inkluzím v určitých zónách.



Obr. 11: Automorfně omezené zrna barytu v těžké frakci ze vzorku L5 (PPL a XPL).

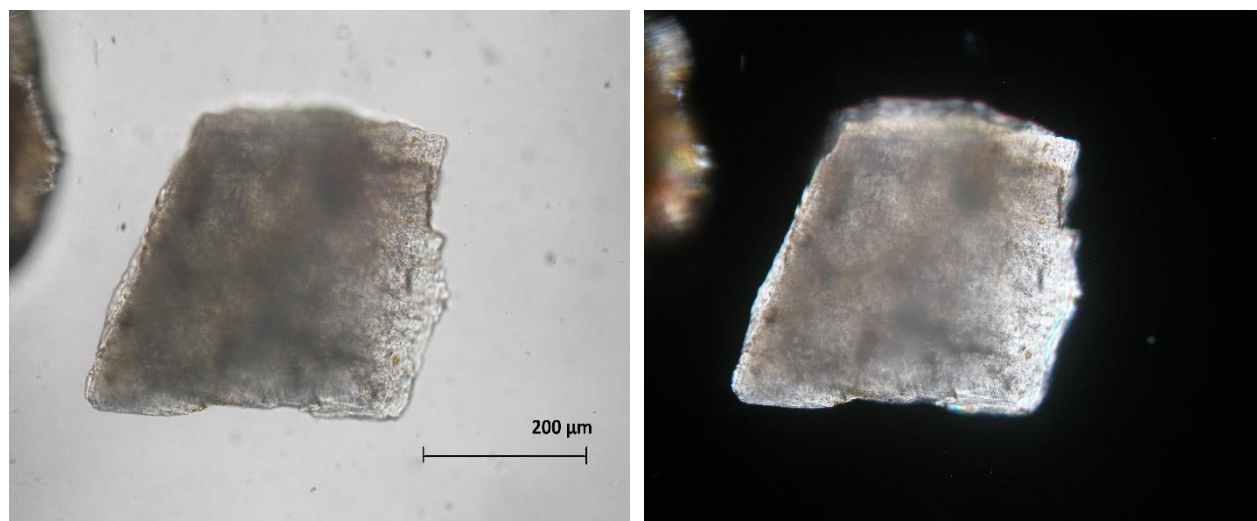


Obr. 12: Hypautomorfně omezený sloupeček apatitu v těžké frakci ze vzorku L1 (PPL a XPL).



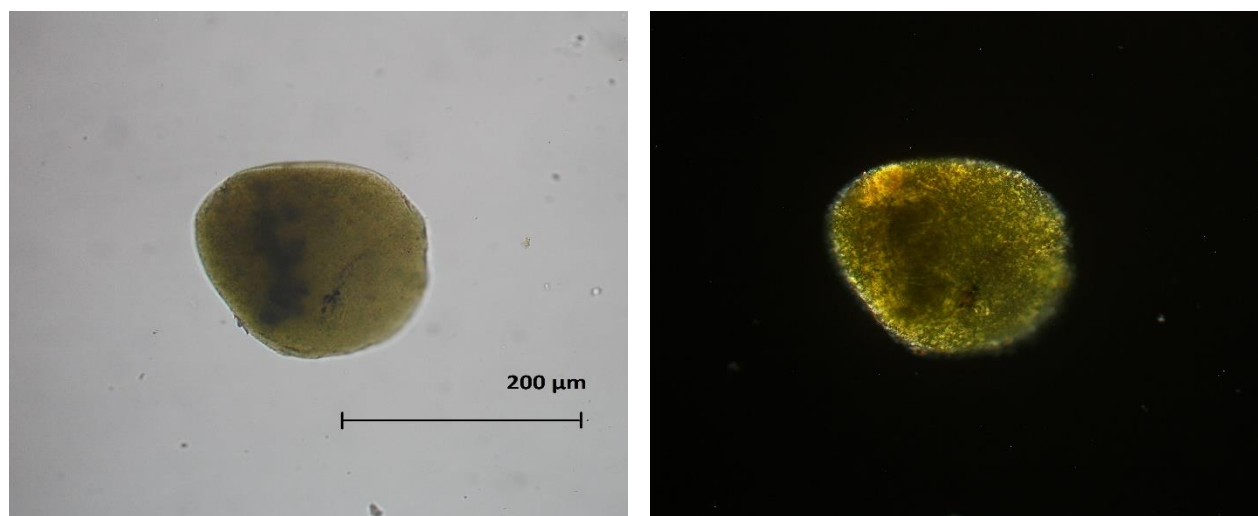
Obr. 13: Zrna turmalínu v těžké frakci ze vzorku L4 (PPL a XPL).

Pouze ve vedlejším množství se ve vzorcích nacházel karbonát (tab. 2). Ve vzorku byly často k vidění automorfní zrna s tvarem klence. Jindy byla zrna izometrická s xenomorfním omezením. Barva karbonátů byla většinou bílá a šedá se značným zakalením (obr. 14). Velikost zrn byla od 200 μm do 400 μm . V některých zrnech byly viditelné dvoufázové fluidní inkluze. V jiných se objevovaly pseudosekundární a sekundární inkluze uspořádané na řádcích. Zrna karbonátu nebyla dále blíže určena.



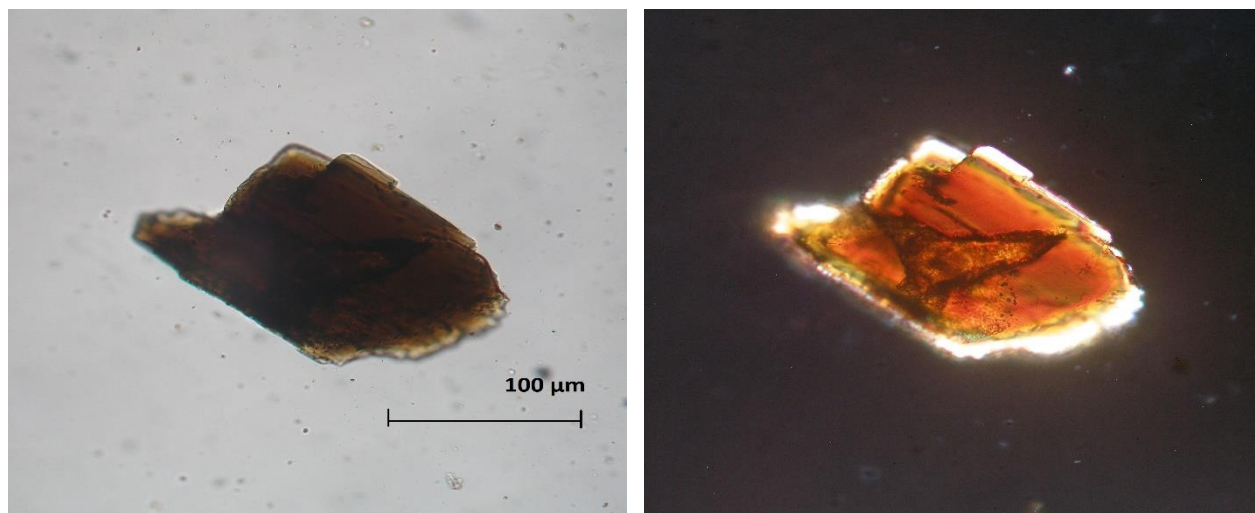
Obr. 14: Zrno karbonátu v těžké frakci ze vzorku L3 (PPL a XPL).

Ve vzorcích L1, L6 a L11 se nalézal v malém množství glaukonit. V ostatních vzorcích se nalézal jen zřídka či vůbec (tab. 2). Glaukonit měl v PPL i XPL zelenou až zelenomodrou barvu. Jemnozrnné agregáty glaukonitu byly nepravidelného a kulovitého tvaru s xenomorfním omezením (obr. 15). Jejich velikost se pohybovala od 150 μm do 200 μm .



Obr. 15: Zrno glaukonitu v těžké frakci ze vzorku L7 (PPL a XPL).

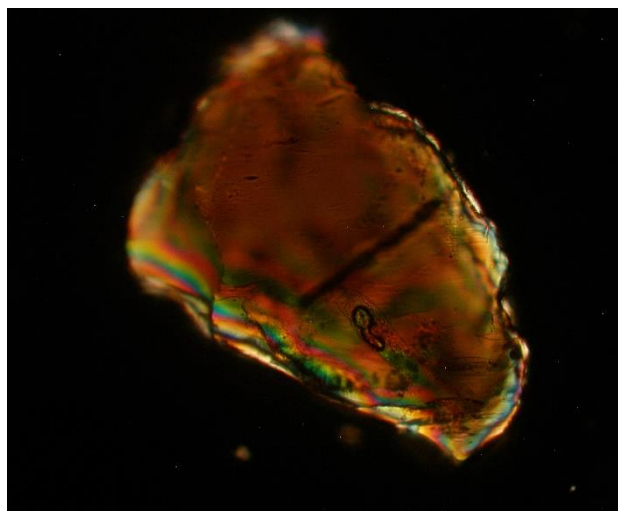
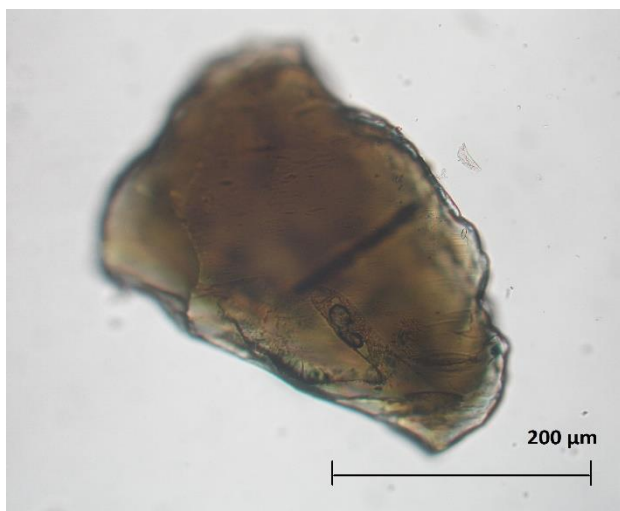
Amfibol se nacházel pouze v malém množství ve vzorcích L3 a L9 (tab. 2). Zrna byla světle až tmavě hnědá. Zrna byla polozaoblená až poloostrohranná. Tvar zrn byl krátce sloupcovitý s hypautomorfním až xenomorfním omezením (obr. 16). Zrna vykazovala pleochroismus, který se projevoval od světle hnědé po kaštanově hnědou. Zhášení u zrn bylo šikmé vůči štěpným trhlinám, úhel zhášení se pohyboval v intervalu 14-21°. Štěpnost u zrn byla dobrá podle jednoho systému štěpných trhlin. Velikost zrn se pohybovala od 170 μm do 600 μm .



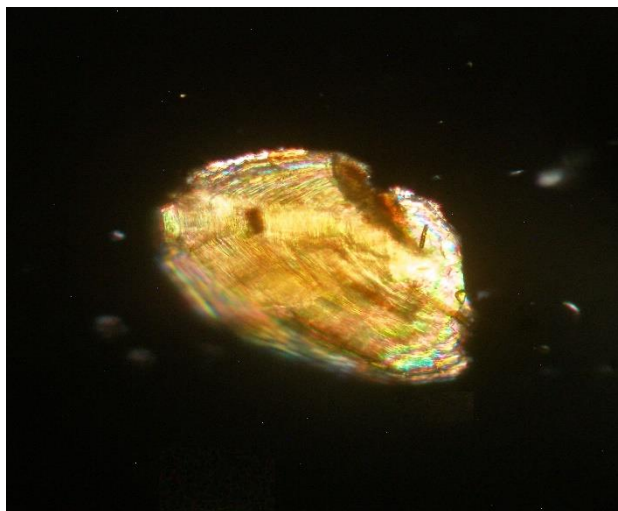
Obr. 16: Zrno amfibolu v těžké frakci ze vzorku L3 (PPL a XPL).

Pyroxen se vyskytoval pouze ve dvou vzorcích L5 a L10 s velmi nízkým zastoupením do 1 % (tab. 2). Zrna byla polozaoblená žluté až světle hnědé barvy. Některá zrna měla krátce sloupcovitý tvar s hypautomorfním omezením. Jiná zrna byla izometrického tvaru a xenomorfně omezená (obr. 17). U zrn byl viditelný pleochroismus, který se projevoval od světle hnědé po oříškově hnědou. Štěpnost některých zrn byla dobrá podle jednoho systému štěpných trhlin, jindy štěpnost nebyla viditelná. Zrna zhášela šikmo vůči štěpným trhlinám pod úhlem 5-45°. Jiná zrna zhášela jednotně. Velikost pyroxenů byla od 200 μm do 580 μm .

Monazit měl zastoupení ve vzorcích L1, L3 a L8 pouze 1 % (tab. 2). Jedná se většinou o žlutá a světle hnědá zrna. Tvar zrn byl sloupcovitý s hypautomorfním omezením. K vidění byly i dipyramidální tvary s automorfním omezením. Jiná zrna byla izometrická s xenomorfním omezením (obr. 18). Zrna byla velká od 150 μm do 400 μm .



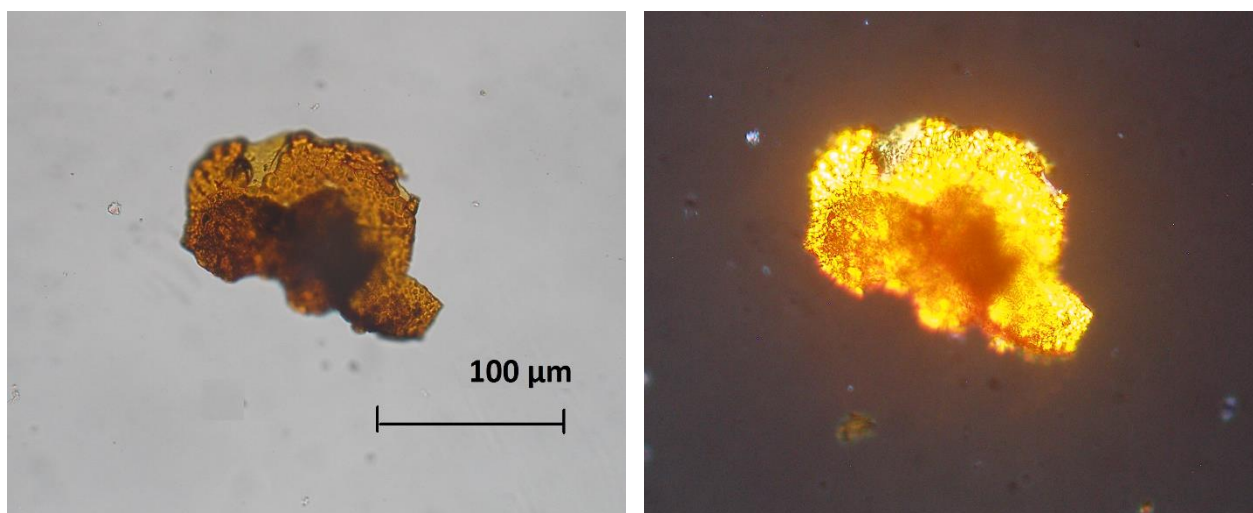
Obr. 17: Zrno pyroxenu v těžké frakci ze vzorku L7 (PPL a XPL).



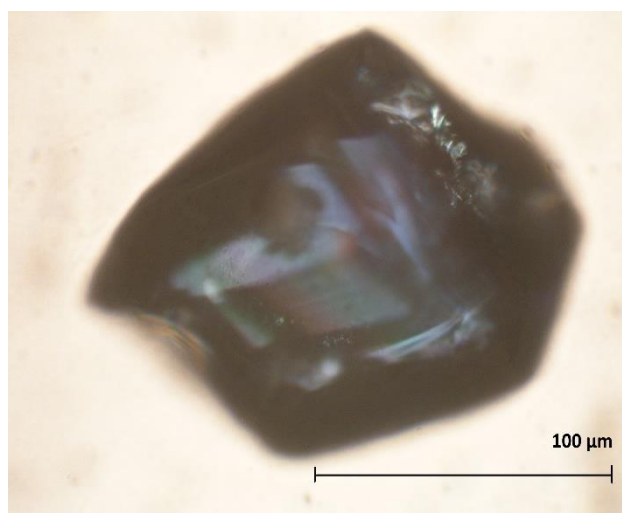
Obr. 18 : Zrno monazitu v těžké frakci ze vzorku L3 (PPL a XPL).

Limonit se nacházel ve vzorcích L2 a L7 také velmi málo (tab. 2) a to pouze jako drobná nepravidelná zrna s xenomorfním omezením (obr. 19). Jeho barva byla oranžová až hnědooranžová. Velikost zrn se pohybovala od 100 μm do 200 μm .

Karbid křemíku se nacházel pouze ve vzorku L1. Byl tmavě modrý jak v PPL tak XPL. Tvar zrn byl izometrický s xenomorfním omezením (obr. 20). Zrna byla ostrohranná. Velikost zrn byla od 120 μm do 170 μm .

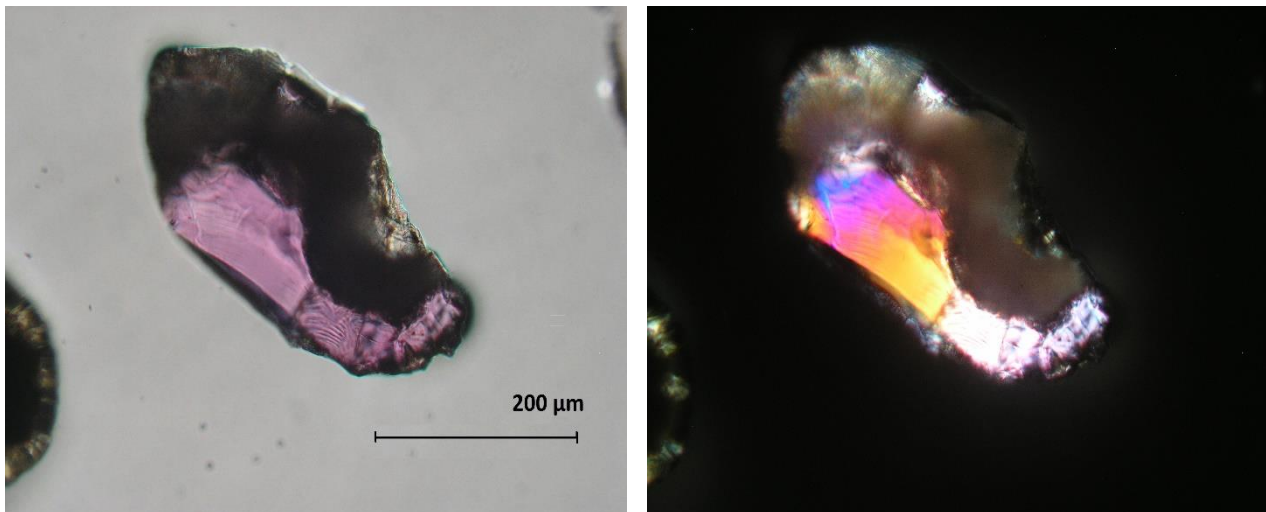


Obr. 19: Zrno limonitu v těžké frakci ze vzoru L7 (PPL a XPL).



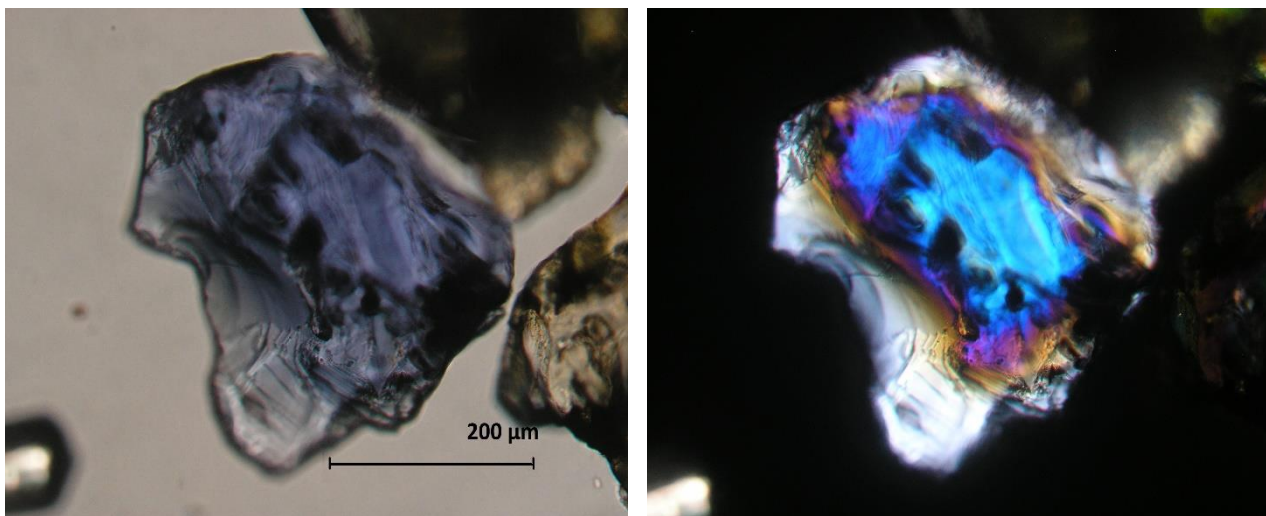
Obr. 20: Zrno karbidu křemíku v těžké frakci ze vzorku L1 (PPL).

Ve vzorcích L1, L2, L10, L11 a L12 se také nacházel korund (tab. 2), který se objevoval ve dvou odrůdách (rubín a safír). Zrna rubínu byla ostrohranná či zaoblená. Jejich tvar byl často sloupcovitý s hypautomorfním omezením, jindy izometrický s xenomorfním omezením (obr. 21). U zrn se objevoval pleochroismus, který se projevoval od světle růžové po sytě růžovou. Velikost zrn se pohybovala od 50 μm do 400 μm . Některá zrna měla lasturnatý lom. V zrnech se také někdy vyskytovaly špatně viditelné pevné inkluze nepravidelných tvarů. Na povrchu zrn byla často viditelná lehká koroze. U zrn rubínu nebyla patrná zonálnost.



Obr. 21: Zrno rubínu v těžké frakci ze vzorku L10 (PPL a XPL).

Pouze jedno zrno safíru se nacházelo ve vzorku L10. Zrno bylo ostrohranné se slabým pleochroismem od šedé po modrofialovou. Tvar zrn byl izometrický s xenomorfním omezením (obr. 22). Velikost zrna byla 420 μm . V zrnu byly blíže neurčitelné inkluze zčásti opakní, jiné špatně průhledné nepravidelných tvarů.



Obr. 22: Zrno safíru v těžké frakci ze vzorku L10 (PPL a XPL).

Dále bylo pod polarizačním mikroskopem určeno celkem 7 544 zrn těžkých minerálů získaných z horninových vzorků (tab. 3). Z toho byla 2 zrna vyseparována a analyzována pomocí elektronové mikrosondy. Co se týká vlastností jednotlivých průhledných těžkých minerálů, tak jsou identické s vlastnostmi minerálů již popsanými ze vzorků L1-L12.

Tab. 3: Zastoupení jednotlivých průhledných minerálů v koncentrátech těžkých minerálů z horninových vzorků v % (znaménko „+“ vyjadřuje nalezení více zrn v celém šlichovém vzorku), poslední tři řádky uvádějí počty identifikovaných zrn.

vzorek	H1	H2	H3	H4
Zirkon	51,8	58,3	23,7	0,9
Granát	0,0	0,0	32,9	0,0
Rutil	35,2	21,2	3,1	0,0
Staurolit	3,7	2,0	28,2	0,0
Apatit	0,0	0,0	0,8	48,3
Turmalín	8,3	17,7	1,3	0,0
Karbonát	0,0	0,0	8,1	0,0
Biotit	0,0	0,0	0,0	20,2
Pyroxen	0,0	0,0	0,0	29,3
Glaukonit	0,0	0,0	1,9	0,0
Korund	0,0	0,0 (+)	0,0	0,0
Monazit	1,0	0,8	0,0	0,0
Titanit	0,0	0,0	0,0	1,3
Suma průhl.	1200	1520	307	1767
Opakní	994	279	1146	331
Suma celkem	2194	1799	1453	2098

Zirkon ve vzorcích H1 a H2 jednoznačně dominuje (obr. 23). Jejich procentuální zastoupení je nad 50 % (tab. 3).

Granát se nacházel pouze ve vzorku H2 a jeho množství dosahovalo nad 30 % (tab. 3).

Rutil se nacházel pouze ve vzorcích H1, H2 a H3 (obr. 23). Ve vzorcích H1 a H2 jeho zastoupení dosahovalo nad 20 %, naopak ve vzorku H3 bylo jeho zastoupení pouze okolo 3 % (tab. 3).

Také ve vzorcích H1, H2 a H3 se nacházel staurolit (obr. 23). Jeho zastoupení ve vzorku H3 bylo nad 20 %. Ve vzorcích H1 a H3 dosahuje jeho zastoupení pouze nad 2 % (tab. 3).

Apatit se ojediněle objevoval pouze ve vzorcích H3 a H4. Ve vzorku H4 však dosahovalo jeho zastoupení nad 40 % (tab. 3).

Turmalín zcela chyběl pouze ve vzorku H4. Ve vzorku H3 bylo jeho zastoupení nad 1 % a v ostatních vzorcích byl zastoupen nad 8 % (tab. 3).

Pouze ve vzorku H3 se nacházel karbonát (obr. 23). Jeho zastoupení bylo nad 8 % (tab. 3).

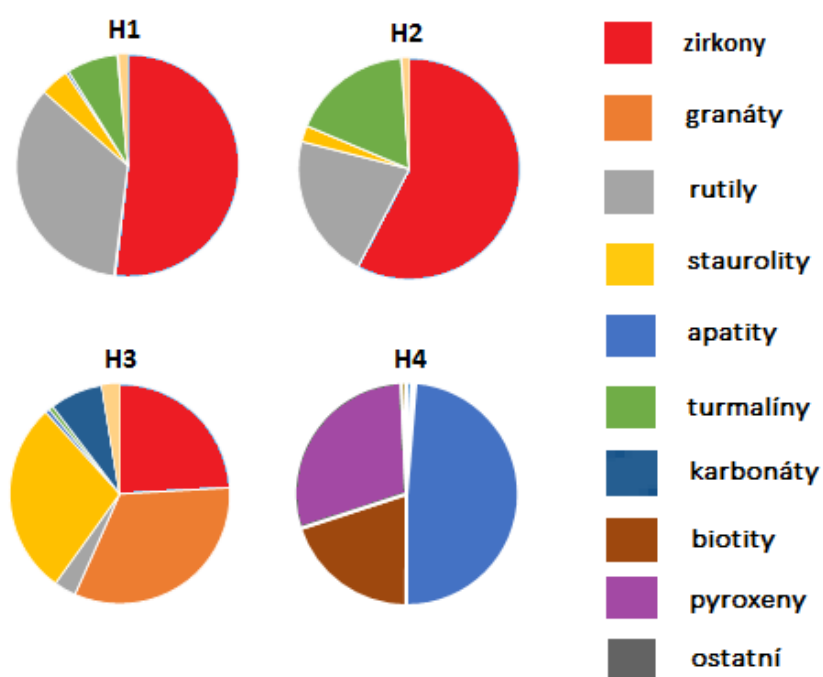
Biotit a pyroxen byly zastoupeny pouze ve vzorku H4 v množství nad 20 % (obr. 23).

Glaukonit se objevoval výhradně ve vzorku H3 a jeho zastoupení dosahovalo okolo 1 % (tab. 3).

Ve vzorku H2 bylo nalezeno jedno zrno korundu. Jednalo se o ostrohranné zrno. Jeho tvar byl izometrický s xenomorfním omezením. Pleochroismus zrna se projevoval od světle růžové po tmavě růžovou. V zrně se nacházely špatně viditelné pevné inkluze nepravidelných tvarů.

Monazit se nacházel ojediněle a to pouze ve vzorcích H1 a H2 (tab. 3).

Navíc se ve vzorku H4 nacházel titanit (obr. 23). Zrna byla nerovná s drsným povrchem. Jeho tvar byl izometrický s xenomorfním omezením. Barva zrn byla světle šedá, tmavě šedá až světle žlutá. Jejich velikost dosahovala od 250 μm do 400 μm .



Obr. 23: Grafické znázornění zastoupení jednotlivých průhledných těžkých minerálů v horninových vzorcích v % (ostatní: glaukonit, korund, monazit a titanit).

5.2.3. Mikrosondové analýzy

Mikrosondou v Olomouci bylo analyzováno 6 vyseparovaných zrn těžkých minerálů a neznámé inkluze, které se nacházely v korundech. Mikrosondou v Brně bylo identifikováno 1 zrna těžkého minerálu a analyzován chemismus 27 vyseparovaných zrn korundů.

První zrna granátu, jež bylo analyzováno, bylo vyseparováno ze vzorku L1. Druhé analyzované zrna granátu pocházelo ze vzorku L10 a jednalo se o srůst zrn křemene a granátu (tab. 4). Barva zrn byla světle růžová. Z obr. 29 je patrné, že granát z analýzy 1/1. je podle klasifikace Grewa et al. (2013) almandin (obr. 24). Granát obsahuje 17,9 % pyropové, 72,5 % almandinové, 8,5 % spessartinové a 1,1 % grosulárové složky. Granát z analýzy 13/1. podle klasifikace Grewa et al. (2013) patří pyrop – almandinu (obr. 24). Tento granát obsahuje 37,8 % pyropové, 60,3 % almandinové složky a 1,9 % grosulárové složky. Ostatní složky nebyly stanoveny díky absenci trojmocného železa.

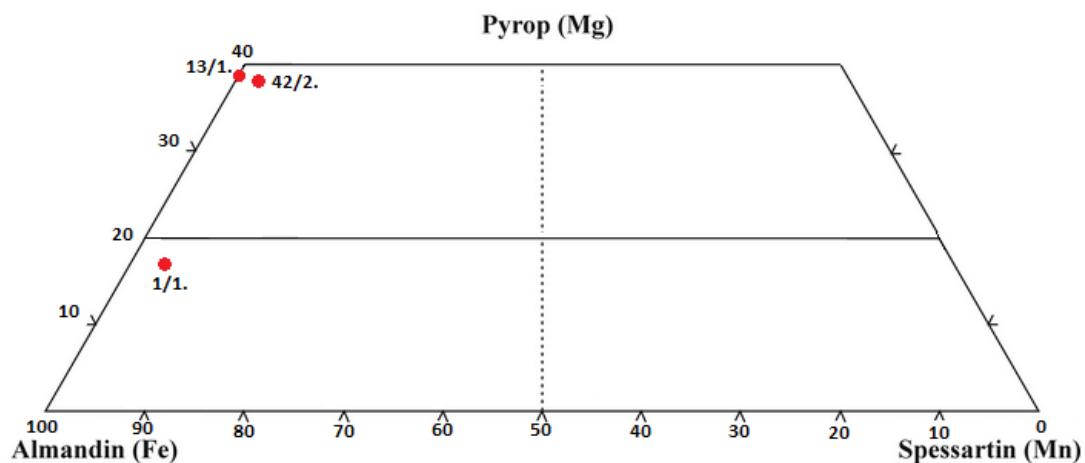
Analýzou v Brně bylo studováno jedno zrna, které bylo určeno jako granát (tab. 4). Zrna granátu z analýzy 42/2. dle klasifikace Grewa et al. (2013) patří pyrop-almandinu (obr. 24). Tento granát obsahuje 37,3 % pyropové, 59,3 % almandinové, 1,0 % spessartinové, 0,3 % andraditové a 1,7 % grosulárové složky.

Další zrna bylo vyseparováno ze vzorku L3. Šlo o izotropní zrna izometrického tvaru s xenomorfním omezením. Pod mikroskopem bylo zrna světle žluté bez pleochroismu. Z tab. 4 je patrné, že se jedná o zinečnaté sklo. Tohle zrna obsahuje 67,1 % SiO_2 , 6,0 % Na_2O a 5,6 % ZnO . Zastoupení zbylých oxidů je pod 5 %.

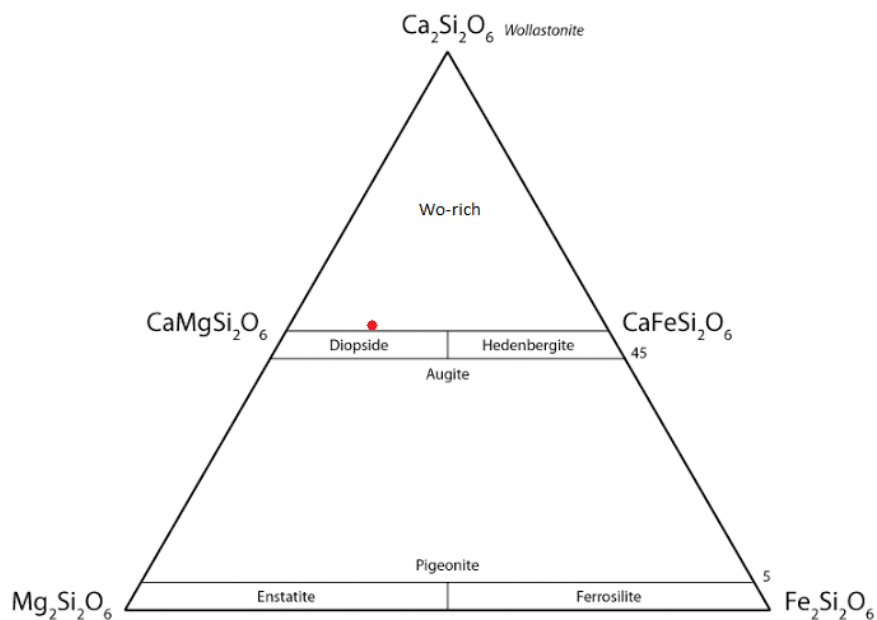
Zrna vyseparované ze vzorku L4 bylo analyzováno jako pyroxen (tab. 4). Pod mikroskopem se zrna jeví jako světle hnědé s pleochroismem od světle hnědé po oříškově hnědou. Podle klasifikace Morimota et al. (1989) se jedná o Ca-rich pyroxen blízký diopsidu (obr. 25).

Tab. 4: Výsledky EDX analýz vyseparovaných zrn ze šlichů (analýzy 1/1.-13/1.) a WDX analýzy jednoho neznámého zrna (42/2.).

	Granát	Sklo	Pyroxen	Chlorit	Topaz	Granát	Granát
Analýza	1/1.	3/1.	4/1.	5/1.	8/1.	13/1.	42/2.
Vzorek	L1	L3	L4	L5	L2	L10	L10
SiO ₂	37,8	67,1	45,4	37,3	32,7	38,9	39,26
TiO ₂	-	3,7	2,8	0,5	-	-	0,06
Al ₂ O ₃	21,5	4,4	7,1	33,4	55,6	22,0	22,41
V ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	0,03
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	0,1	0,05
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	2,26
MgO	4,6	-	12,7	7,5	-	9,8	10,25
CaO	0,4	-	23,3	0,5	-	0,7	0,76
MnO	3,8	-	-	-	-	-	0,51
FeO	32,9	-	6,2	6,0	-	28,0	27,09
NiO	-	-	-	-	-	-	0,00
ZnO	-	5,6	-	-	-	-	0,09
CoO	-	-	-	-	-	-	0,06
Na ₂ O	-	6,0	-	2,3	-	-	-
K ₂ O	-	3,7	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	21,9	-	-
O=F	-	-	-	-	-9,2	-	-
Celkem	100,9	90,5	97,4	87,5	101,0	99,4	102,82
Si ⁴⁺	2,99	-	1,74	3,40	0,96	3,00	2,941
Ti ⁴⁺	-	-	0,08	0,03	-	-	0,003
Al ³⁺	2,00	-	0,32	3,59	1,93	2,00	1,980
V ³⁺	-	-	-	-	-	-	0,002
Cr ³⁺	-	-	-	-	-	0,01	0,003
Fe ³⁺	-	-	-	-	-	-	0,128
Mg ²⁺	0,54	-	0,73	1,02	-	1,13	1,144
Ca ²⁺	0,03	-	0,96	0,05	-	0,06	0,061
Mn ²⁺	0,25	-	-	-	-	-	0,032
Fe ²⁺	2,18	-	0,20	0,46	-	1,80	1,697
Ni ²⁺	-	-	-	-	-	-	0,000
Zn ²⁺	-	-	-	-	-	-	0,005
Co ²⁺	-	-	-	-	-	-	0,003
Na ⁺	-	-	-	0,41	-	-	-
Catsum	7,99	-	4,02	8,96	2,89	8,00	7,999
F	-	-	-	-	1,18	-	-
O	12,00	-	6,00	14,00	4,82	12,00	12,000
Ansum	12,00	-	6,00	14,00	6,00	12,00	12,000

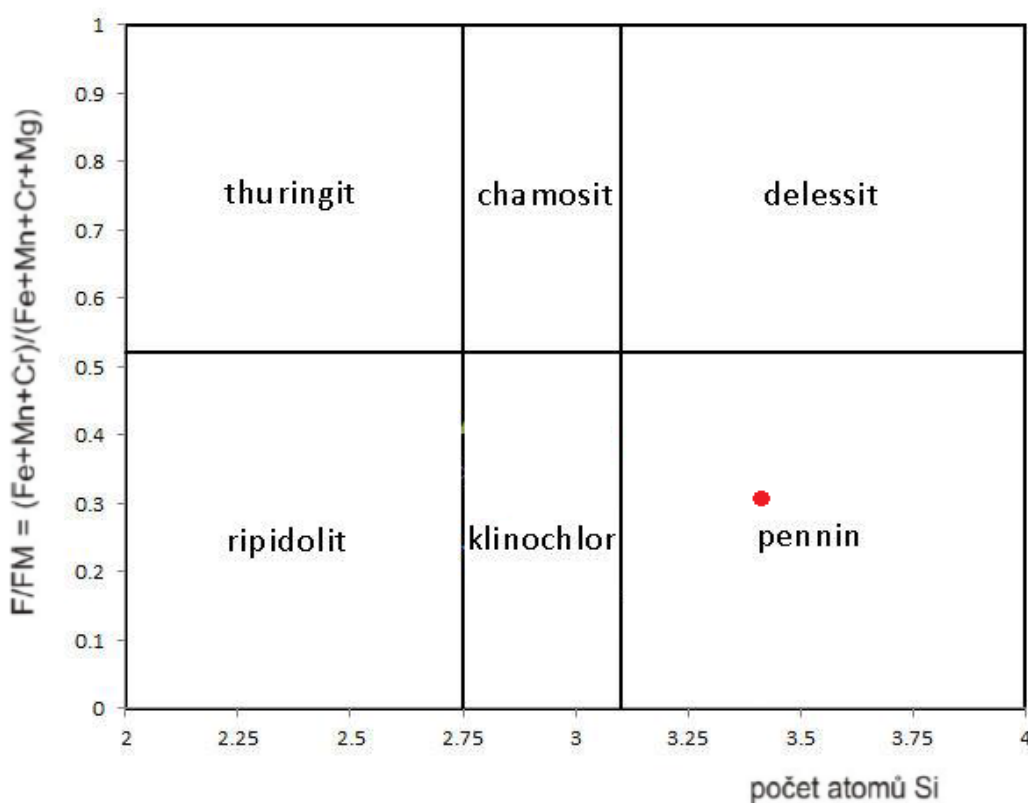


Obr. 24: Diagram pro granáty s projekčními body třech analyzovaných zrn granátu (upraveno podle Grewa et al. (2013)).



Obr. 25: Klasifikační diagram pro pyroxeny (Morimoto et al., 1989) s projekčním bodem analyzovaného zrna pyroxenu.

Ze vzorku L5 bylo vyseparováno zrno, které bylo analýzou učeno jako chlorit (tab. 4). Šlo o žluté oválné zrno. Podle Melkovy (1965) klasifikace se jedná o pennin (obr. 26). Zrno obsahuje 37,3 % SiO_2 , 33,4 % Al_2O_3 , 7,5 % MgO a 6,0 % FeO . Ostatní složky jsou zastoupeny pod 3 % (tab. 4).



Obr. 26: Klasifikační diagram chloritů (Melka, 1965) s projekčním bodem analyzovaného chloritu.

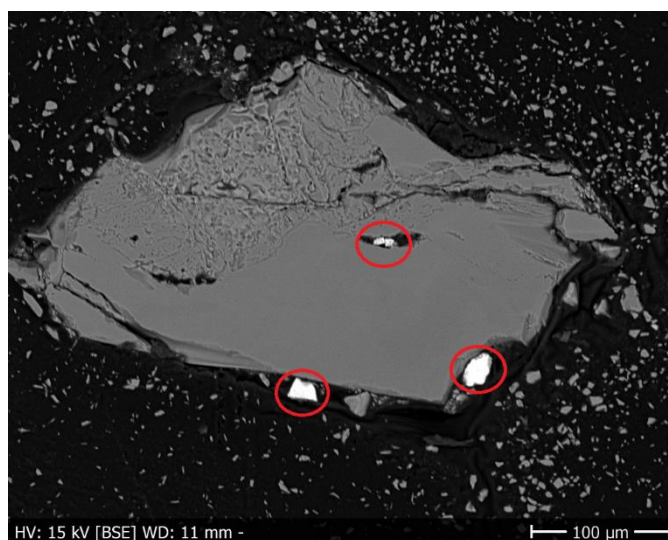
Ze vzorku L2 bylo vyseparováno neznámé zrno a analyzováno jako topaz (tab. 4). Jednalo se o průhledné izometrické zrno s xenomorfním omezením.

Ze vzorku L10 bylo vyseparováno zrno korundu č. 4, u kterého byla analyzována pevná inkluze. Ostrohranná inkluze je izometrického tvaru s xenomorfním omezením (obr. 27). Z analýzy je patrné, že se jedná o barnaté sklo. V podstatném množství obsahuje SiO_2 36,0 %, FeO 29,7 % a BaO 19,1 %. Ostatní složky jsou zde zastoupeny pod 4 % (tab. 5).

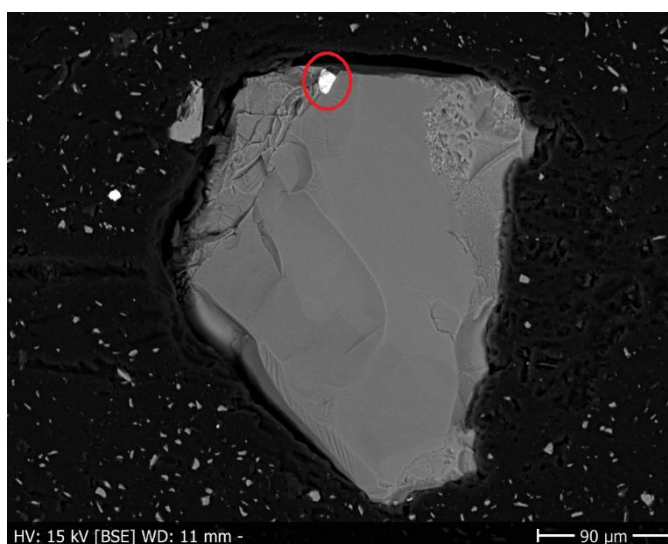
Ze vzorku L10 v korundu č. 29 byla analyzovaná pevná inkluze izometrického tvaru (obr. 28). V EDX spektru byl i pík dusíku, jehož obsah však nebyl kvantifikován. Suma analýzy je proto nízká (tab. 6). Analyzované zrno neodpovídá žádnému minerálu, proto bylo nazvané jako Cr-Fe-O-N fáze. Z tab. 6 je patrné, že fáze obsahuje 81 % chromu, 4,2 % železa a 6,9 % kyslíku.

Tab. 5: Výsledky EDX analýz neznámých inkluzí v korundech.

	Sklo	Baddeleyit	Rilandit ?	Fáze x	Microsommit ?
Analýza	2/1.	7/1.	9/1.	11/1.	12/1.
Vzorek	L10	L10	L10	L10	L10
SO ₃	3,0	-	-	-	1,9
P ₂ O ₅	0,5	-	-	-	-
SiO ₂	36,0	3,9	8,1	8,2	37,8
TiO ₂	-	7,9	-	8,2	2,5
ZrO ₂	-	78,4	-	59,5	1,1
Al ₂ O ₃	0,7	3,3	22,7	6,6	27,7
Cr ₂ O ₃	-	-	61,2	0,2	0,2
MgO	-	-	-	0,4	1,5
CaO	3,8	2,4	-	3,1	11,0
MnO	1,4	-	-	-	-
FeO	29,7	0,2	-	0,3	0,1
ZnO	2,2	-	-	-	-
BaO	19,1	-	-	-	-
PbO	0,3	-	-	-	-
Na ₂ O	-	-	-	1,0	5,9
K ₂ O	0,6	-	-	0,8	3,1
Celkem	97,2	96,1	92,0	88,4	92,8
S ⁶⁺	-	-	-	-	0,22
Si ⁴⁺	-	0,08	0,69	-	5,83
Ti ⁴⁺	-	0,11	-	-	0,29
Zr ⁴⁺	-	0,73	-	-	0,08
Al ³⁺	-	0,07	2,28	-	5,04
Cr ³⁺	-	-	4,13	-	0,02
Mg ²⁺	-	-	-	-	0,34
Ca ²⁺	-	0,05	-	-	1,81
Fe ²⁺	-	0,00	-	-	0,01
Na ⁺	-	-	-	-	1,75
K ⁺	-	-	-	-	0,60
Catsum	-	1,04	7,10	-	16,00
O	-	2,00	11,00	-	24,00



Obr. 27: BSE foto korundu č. 4 ze vzorku L10 s inkluzemi skla, foto Mgr. J. Kapusta.



Obr. 28: BSE foto korundu č. 29 ze vzorku L10 s Cr-Fe-O-N fází, foto Mgr. J. Kapusta.

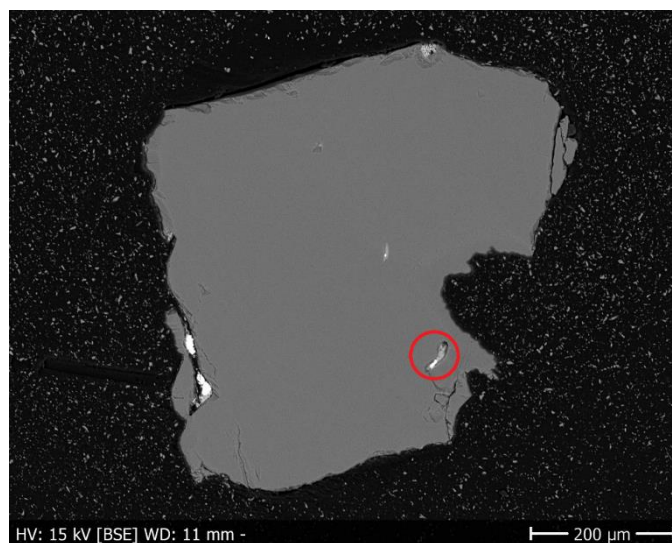
Další analyzovaná inkluze v korundu č. 31 ze vzorku L10 byla určena jako baddeleyit (obr. 29). Obsahuje příměs Si – 0,08 apfu, Al – 0,07 apfu a Ca – 0,05 apfu (tab. 5).

Inkluze nacházející v korundu č. 26 ze vzorku L10 byla v BSE obraze bílá. Inkluze byla analyzována jako fáze blízká rilanditu $(\text{Cr,Al})_6\text{SiO}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Inkluze obsahuje 61,2 % Cr_2O_3 , 22,7 % Al_2O_3 a 8,1 % SiO_2 (tab. 5).

Tab. 6: Výsledky EDX analýz neznámých fází v korundu.

	Cr-Fe-O-N fáze	Si-Ti-Fe-O fáze
Analýza	6/1.	10/1.
Vzorek	L10	L10
Si	-	28,4
Ti	-	29,9
Al	0,3	4,2
Cr	81,0	2,2
Fe	4,2	15,5
Ca	-	2,5
Mn	-	3,8
P	-	1,4
O	6,9	12,7
Celkem	92,4	100,6

Následující inkluze nacházející se v korundu č. 32 ze vzorku L10 byla složena ze tří fází. První fáze byla v BSE obraze bílá, a byla analyzována jako Si-Ti-Fe-O fáze. Fáze obsahuje zvýšená množství křemíku a titanu. Naopak kyslíku obsahuje pouze 12,7 % (tab. 6).



Obr. 29. BSE foto korundu č. 31 ze vzorku L10 s inkluzí baddeleyitu, foto Mgr. J. Kapusta.

Druhá fáze v téže inkluzi nebyla identifikována ani s pomocí EDX analýzy (označena jako fáze x). Fáze x obsahuje zvýšené množství ZrO_2 (tab. 5). Zastoupením jednotlivých prvků však neodpovídá žádnému minerálu.

Poslední fáze v inkluzi byla v BSE obraze tmavší než ostatní fáze a byla analyzována jako fáze blízká microsommitu $(\text{Na,Ca,K})_{7-8}(\text{Si,Al})_{12}\text{O}_{24}(\text{Cl,SO}_4)_{2-3}$, v níž však chybí chlor obsažený

v tomto minerálu (tab. 5). Suma analyzované fáze je však nízká, což by mohlo znamenat, že chlor je substituován OH skupinou.

Mikrosondou v Brně bylo analyzováno 28 zrn korundu (tab. 7). Korundy se jeví pod mikroskopem jako světle až sytě růžová zrna s pleochroismem od světle růžové po tmavě růžovou. Téměř všechna zrna obsahují příměs Cr – 0,001-0,089 apfu a lze je označit jako rubíny. Dále některá zrna obsahují příměs Ti – 0,01-0,75 apfu a Si – 0,001-0,006 apfu. Obsahy železa a ostatních prvků dosahují maxima do 0,002 %.

Tab. 7: Výsledky WDX analýz zrn korundu.

Korund														
Analýza	27/2.	28/2.	29/2.	30/2.	31/2.	32/2.	33/2.	34/2.	35/2.	36/2.	37/2.	38/2.	39/2.	40/2.
Vzorek	L10	L10	L10	L11	L12	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
Číslo zrna	4.	8.	7.	6.	5.	24.	23.	32.	31.	30.	29.	28.	27.	26.
SiO ₂	0,06	0,07	0,06	0,05	0,12	0,03	0,03	0,07	0,07	0,06	0,04	0,17	0,02	0,06
TiO ₂	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,62	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Al ₂ O ₃	97,25	98,29	99,20	97,63	97,26	99,19	98,24	98,10	99,30	98,92	95,16	94,22	99,25	98,30
V ₂ O ₃	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Cr ₂ O ₃	3,01	1,66	0,01	0,54	1,65	0,67	0,50	0,00	0,11	0,98	4,36	3,84	0,22	0,91
MgO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00
CaO	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
MnO	0,03	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,03	0,00
FeO	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00
NiO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,04	0,02
CoO	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00
Celkem	100,42	100,07	99,33	98,29	99,14	99,92	98,81	98,90	99,55	100,00	99,61	98,37	99,59	99,30
Si ⁴⁺	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,000	0,001
Ti ⁴⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Al ³⁺	1,957	1,976	1,998	1,991	1,974	1,990	1,992	1,986	1,996	1,985	2,908	2,912	1,996	1,986
V ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cr ³⁺	0,041	0,022	0,000	0,007	0,022	0,009	0,007	0,000	0,001	0,013	0,089	0,080	0,003	0,012
Mg ²⁺	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Ca ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
Co ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Catsum	2,000	1,999	1,999	2,000	1,999	2,000	1,999	1,996	1,998	1,999	2,999	3,000	2,000	1,999
O	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000

Tab. 7: (pokračování)

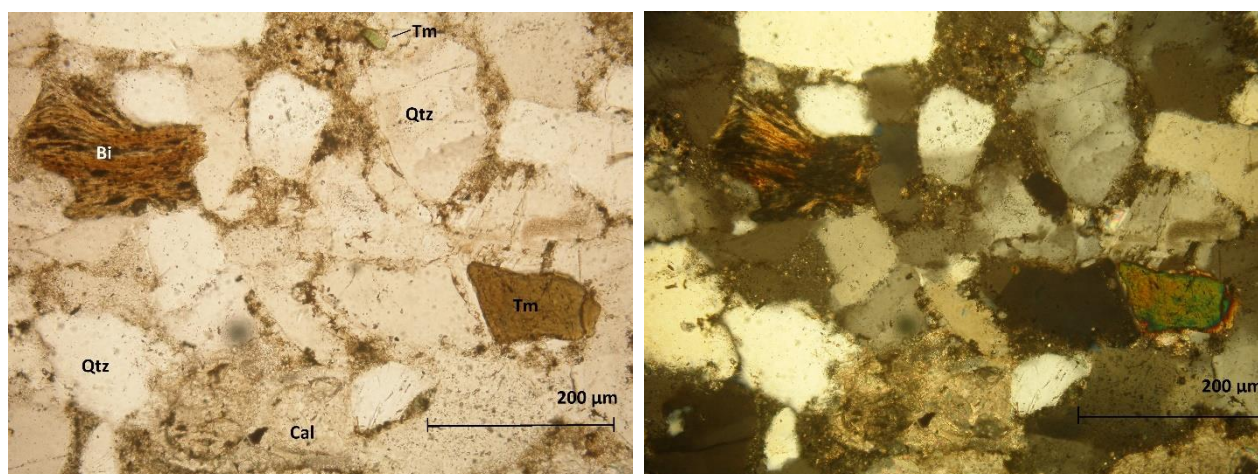
Analýza	41/2.	43/2.	44/2.	45/2.	46/2.	47/2.	48/2.	49/2.	50/2.	51/2.	52/2.	53/2.	54/2.
Vzorek	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L11	L11	L11	L11	L12	L2
Číslo zrna	25.	32.	39.	40.	41.	49.	47.	46.	45.	44.	43.	52.	54.
SiO ₂	0,07	0,08	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,05	0,07	0,05
TiO ₂	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,27	0,00	0,75
Al ₂ O ₃	96,73	99,49	98,18	96,67	99,90	99,72	98,77	98,54	97,83	97,16	99,02	99,03	97,57
V ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00
Cr ₂ O ₃	2,43	0,00	0,81	2,93	0,34	0,00	0,29	0,82	0,85	1,06	0,04	0,20	0,01
MgO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
CaO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
MnO	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02
FeO	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,11	0,00	0,01
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00
CoO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
Celkem	99,28	99,59	99,07	99,71	100,34	100,14	99,17	99,46	98,81	98,31	99,63	99,38	98,42
Si ⁴⁺	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ti ⁴⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,010
Al ³⁺	1,965	1,998	1,987	1,958	1,994	1,993	1,994	1,987	1,987	1,984	1,99	1,995	1,985
V ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Cr ³⁺	0,033	0,000	0,011	0,040	0,005	0,000	0,004	0,011	0,012	0,014	0,001	0,003	0,000
Mg ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn ²⁺	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
Fe ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
Ni ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Co ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Catsum	2,000	1,999	1,999	1,999	2,000	1,999	2,000	1,999	2,000	1,999	1,999	2,000	1,996
O	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000

5.2.4. Popis hornin

Podél potoka Lubence byly odebrány dva vzorky pískovců (H1 a H2) z godulského souvrství, jeden prachovec (H3) z frýdeckého souvrství a jeden vzorek horniny těšínové asociace (H4).

Pískovec (H1) je jemnozrnný, šedočerné barvy, s kalcitovou žilkou. Struktura horniny byla psamitická a textura vrstevnatá. Hornina měla karbonátový pórový tmel. Ve výbruse převažovaly polozaohlené až zaohlené klasty křemene (obr. 30), které zhášely jak jednotně,

tak undulózně. Velmi hojné byly také polozaoblené klasty plagioklasu, kdy se jednalo o xenomorfně omezená zrna s polysyntetickým lamelováním, též polozaoblené klasty K-živce postižené sericitizací a drobné klasty lupínkovitého biotitu. Dále se zde v malém množství nacházely klasty hypautomorfního turmalínu s pleochroismem od olivově zelené po khaki zelenou. Dále zde byly k vidění nepravidelná zrna zirkonů, sloupečky hypautomorfního červenohnědého rutilu a také automorfně až hypautomorfně omezená zrna apatitu. Nacházel se zde také kalcitový tmel, jehož zrna byla xenomorfně omezena.

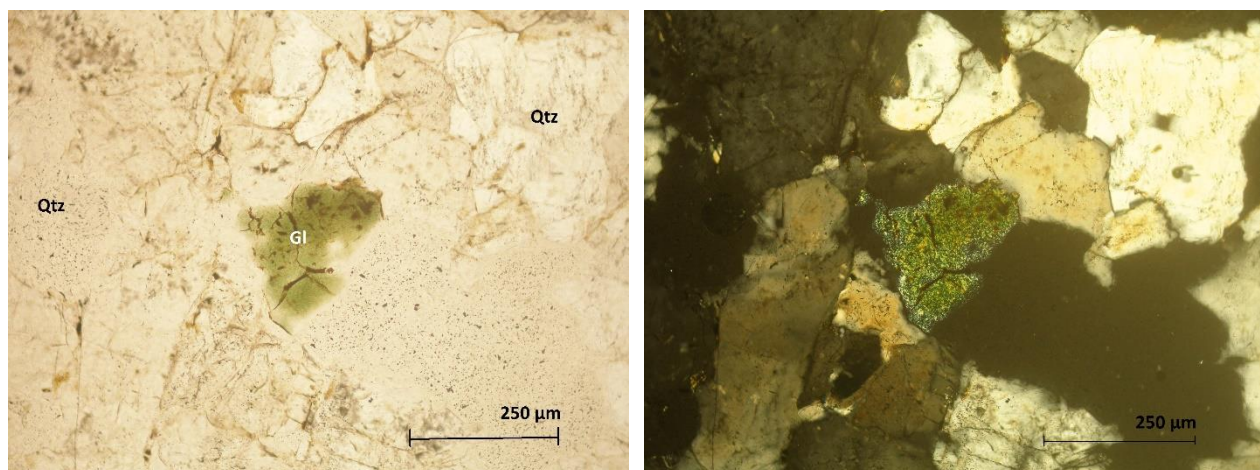


Obr. 30: Pískovec (H1) s vybranými minerály ve výbruse - Bi: biotit, Tm: turmalín, Qtz: křemen, Cal: kalcit (PPL a XPL).

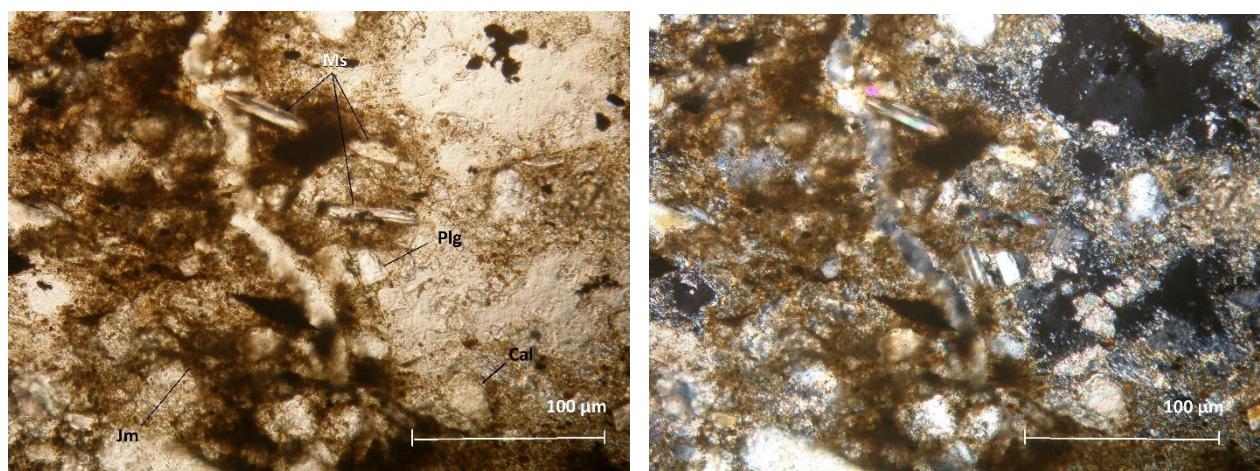
Další vzorek pískovce (H2) byl hrubozrnný, šedé barvy. Hornina měla psamitickou strukturu a masivní texturu. Tmel v hornině byl opět pórový karbonátový. Ve vzorku se nacházely nejčastěji polozaoblené až poloostrohranné klasty křemene. U zrn křemene bylo patrné pouze jednotné zhášení. Dále zde byly přítomny zaoblené agregáty glaukonitu (obr. 31), klasty šupinkovitého biotitu s pleochroismem od světle hnědé po kaštanově hnědou, klasty šupinkovitého muskovitu a xenomorfně omezené chlority.

Prachovec (H3) byl velmi rozpadavý, tmavě šedé barvy, s aleuritickou strukturou. Jeho textura byla vrstevnatá. Hornina po pokápnutí kyselinou chlorovodíkovou šuměla. Co se týká minerálního složení, nacházely se zde polozaoblené až poloostrohranné klasty křemene s undulózním zhášením. Dále se nacházely oválné agregáty glaukonitu, který měl v PPL i XPL zelenou barvu. V malém množství vzorek obsahoval i automorfně až hypautomorfně omezené rutily, které tvořily krátké sloupečky červenohnědé barvy. V jílovci se také nacházely drobné

šupinky muskovitu. Dále byly přítomny klasty xenomorfního K-živce, nepravidelná zrna plagioklasu s širokými polysyntetickými lamelami a izometrické zirkony. Základní hmotu tvořily xenomorfně omezené karbonáty, chlority, a také jílové minerály, které tvoří nepravidelné hnědé agregáty (obr. 32).



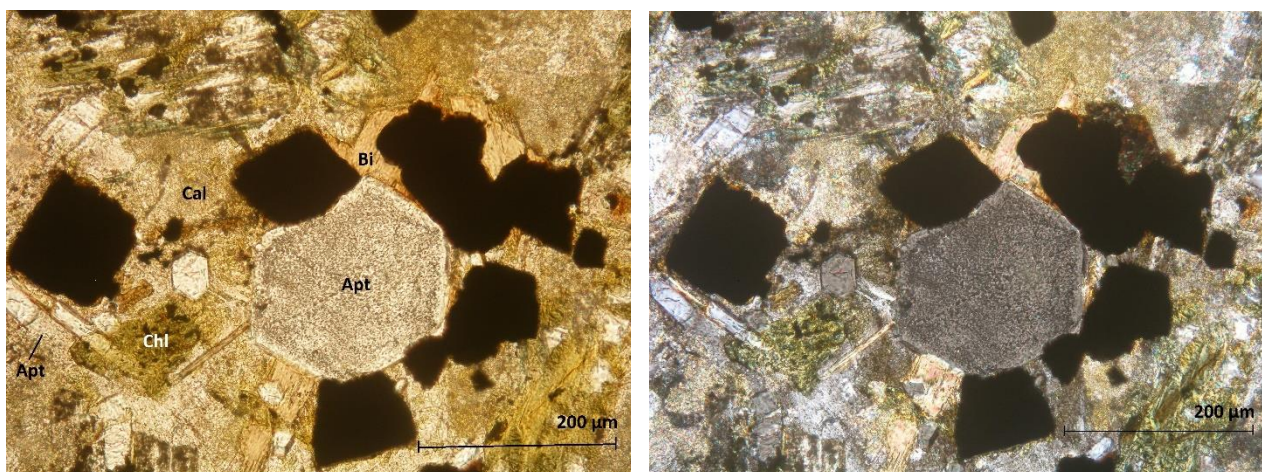
Obr. 31: Pískovec (H2) s vybranými minerály ve výbruse - Gl: glaukonit, Qtz: křemen (PPL a XPL).



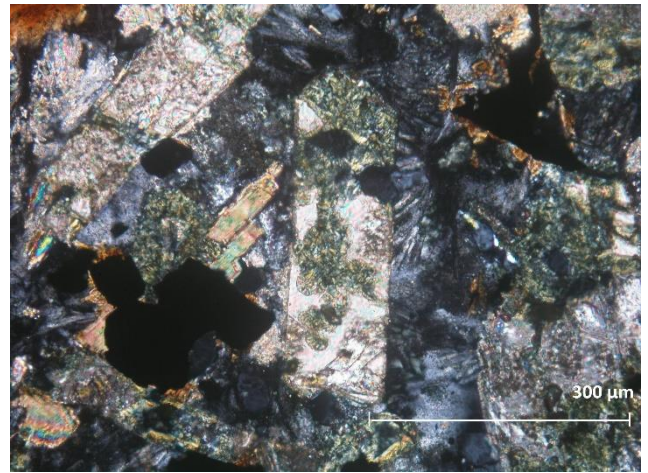
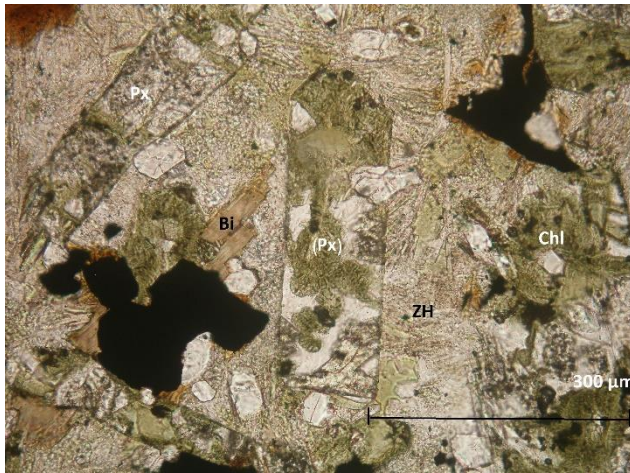
Obr. 32: Prachovec (H3) s vybranými minerály ve výbruse – Ms: muskovit, Plg: plagioklas, Cal: karbonát, Jm: jílové minerály (PPL a XPL).

Hornina těšínitové asociace (H4) byla modročerné barvy s porfyrickou strukturou. Vzorek byl jemnozrnný. Základní hmota je tvořena karbonáty, chlority a K-živci. Vyroستlice vytváří apatit, biotit, egirín, titanit, plagioklas a opakní minerály. K vidění jsou zde i hojné pseudomorfózy chloritu a kalcitu po vyrostlicích pyroxenu. Průměrná velikost vyrostlic je 520

μm. Ve vzorku se nacházejí také mandle vyplněné chloritem. Jejich velikost se pohybuje od 80 μm do 220 μm. Vyrůstlice apatitu mají sloupcovitý či jehlicovitý tvar. Příčné řezy mají šestiúhelníkový tvar s automorfním omezením (obr. 33). Povrch apatitu je hladký. Minerál je často silně postižen karbonatizací. Dále je častým minerálem biotit lištovitého či nepravidelného tvaru s hypautomorfním až xenomorfním omezením. Jeho pleochroismus se projevoval od slámově hnědé po kaštanově hnědou. Některá zrna biotitu podléhala chloritizaci. Dále se zde nacházely nepravidelná a jehlicovitá zrna egirínu s hypautomorfním až xenomorfním omezením, které měly pleochroismus od trávově zelené po brčálově zelenou. Také zde byly automorfně až xenomorfně omezená zrna titanitu a hypautomorfně až xenomorfně omezená zrna plagioklasu postižena kaolinizací. Časté jsou zde i opakní minerály nepravidelného, okrouhlého, či čtvercového tvaru (obr. 33). Z alterovaných vyrůstlic po pyroxenech je evidentní, že se jednalo o krátce sloupcovitá zrna s automorfním až hypautomorfním omezením, méně často o nepravidelná zrna s xenomorfním omezením (obr. 34). Zrna jsou postižena silnou chloritizací a karbonatizací. V zachovalých relikttech pyroxenů lze vidět interferenční barvy I. a II. řádu. V PPL jsou reliktky pyroxenů bezbarvé a bez pleochroismu. Zrna karbonátů tvořící základní hmotu jsou nepravidelná s xenomorfním omezením. Výplně mandlí a také základní hmotu tvoří xenomorfní chlorit s pleochroismem od trávově zelené po listově zelenou. Dále se na základní hmotě podílejí K-živce, které vytvářejí zcela nepravidelná zrna.



Obr. 33: Hornina těšínitové asociace (H4) s vybranými minerály ve výbruse – Apt: apatit, Bi: biotit, Chl: chlorit, Cal: karbonát (PPL a XPL).



Obr. 34: Hornina těšínitové asociace (H4) s pseudomorfózami po vyrostlících pyroxenu ve výbruse – (Px): pseudomorfóza karbonátu a chloritu po vyrostlících pyroxenu, Bi: biotit, Chl: chlorit, ZH: základní hmota (PPL a XPL).

6 DISKUZE

V zájmové oblasti se ve všech šlichových vzorcích objevoval zirkon (9,1 – 59,7 %) a granát (0,2 – 68,2 %). V menší míře se ve vzorcích nalézal i rutil (5,7 – 26 %). Staurolit, baryt, apatit a turmalín se nalézaly ve vzorcích také v menším množství. Ostatní těžké minerály se objevují pouze v některých šlichových vzorcích. Výsledky získané ze šlichů potočních sedimentů nacházejících se ve frýdeckém souvrství odpovídají výsledkům Eliáše (1998), který zmiňuje zirkon jako převažující složku těžké frakce ve frýdeckém souvrství. Jiné minerály ovšem tento autor neuvádí.

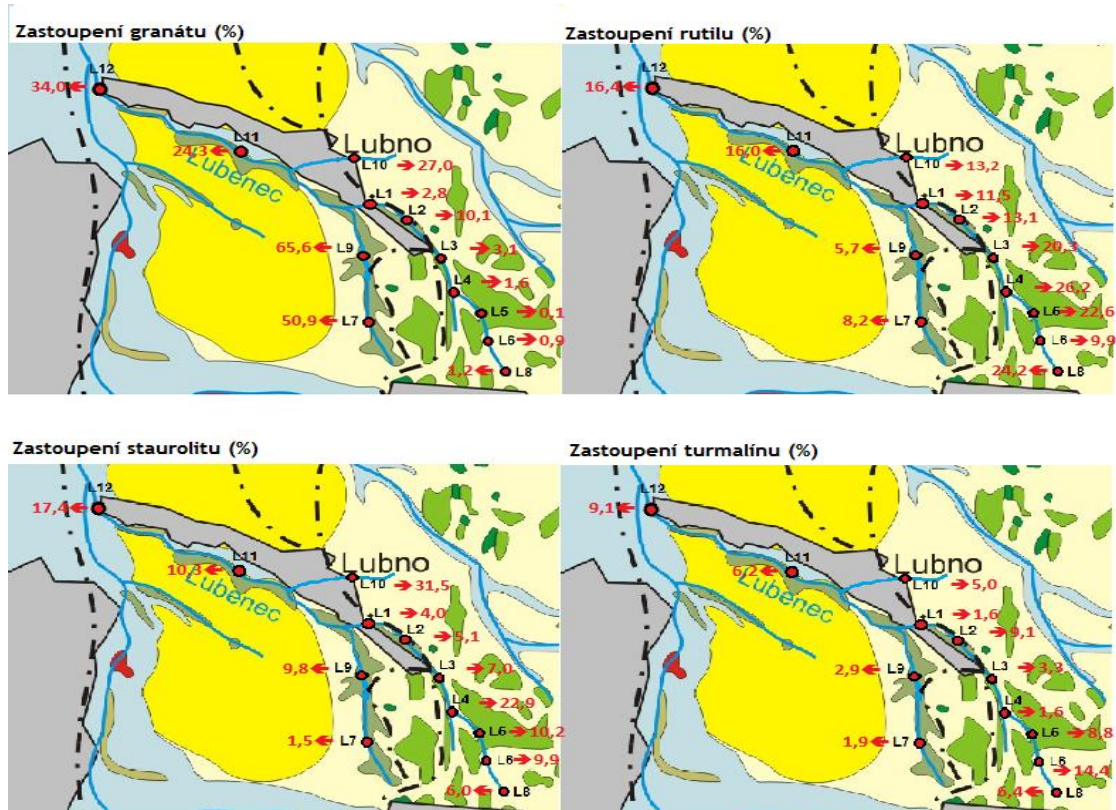
Další shodné výskyty těžkých minerálů s našimi výsledky uvádí Menčík (1983). Autor dále uvádí akcesorický výskyt kyanitu, spinelidu a epidotu, které jsme v zájmové oblasti nenalezli.

S mapami šlichové prospekce (Šimek et al., 1994) se naše výsledky shodují taktéž, avšak již zmíněný epidot nebyl nalezen.

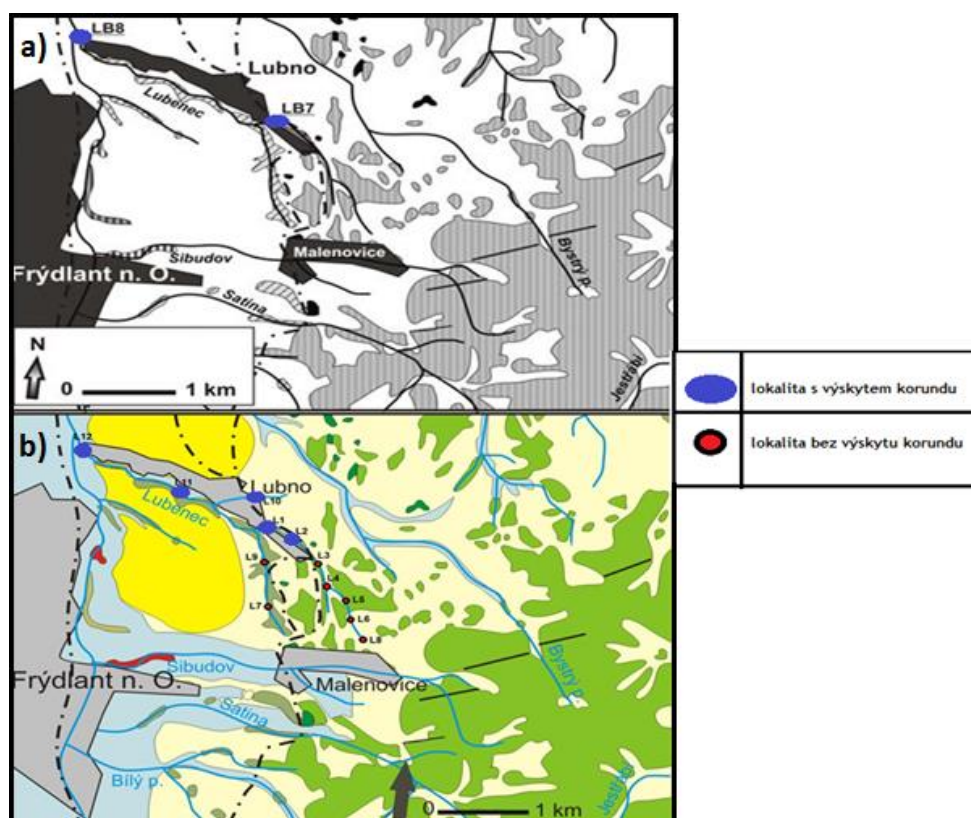
Zirkon a granát jsou ve šlichových vzorcích zastoupeny nejčastěji. Zirkon se nejhojněji nachází ve flyšových pískovcích ve spodní části oddílu godulských vrstev v povodí Ostravice (Menčík et al., 1983). Zájmová oblast je situována zčásti také v godulských vrstvách, tudíž jsou naše nálezy konzistentní s výsledky citovaných autorů.

Z obr. 35 je zřejmé, že zastoupení granátu je vyšší ve frýdeckém souvrství, v godulských vrstvách je pak jeho zastoupení nižší a kolísavé. Zastoupení rutilu a turmalínu je naopak vyšší v godulských vrstvách a nižší ve frýdeckém souvrství. V případě staurolitu jsou obsahy variabilní a nezávisí na typu geologického podloží (obr. 35).

Výskyt korundu, který byl objeven v pěti vzorcích (L1, L2, L10, L11 a L12), je shodný s poznatky Janíčkové (2010), která našla korund na dvou lokalitách v této oblasti. Zdrojová oblast korundů by se tedy měla nacházet při východním okraji obce Lubno, jehož podloží je tvořeno sedimenty godulských vrstev s ojedinělými drobnými tělesy magmatitů těšínitové asociace (obr. 36). Další možné vysvětlení je, že se všechny vzorky, ve kterých se našly zrna korundů, nacházejí v intravilánu obce Lubna, tudíž se může jednat o korundy pocházející

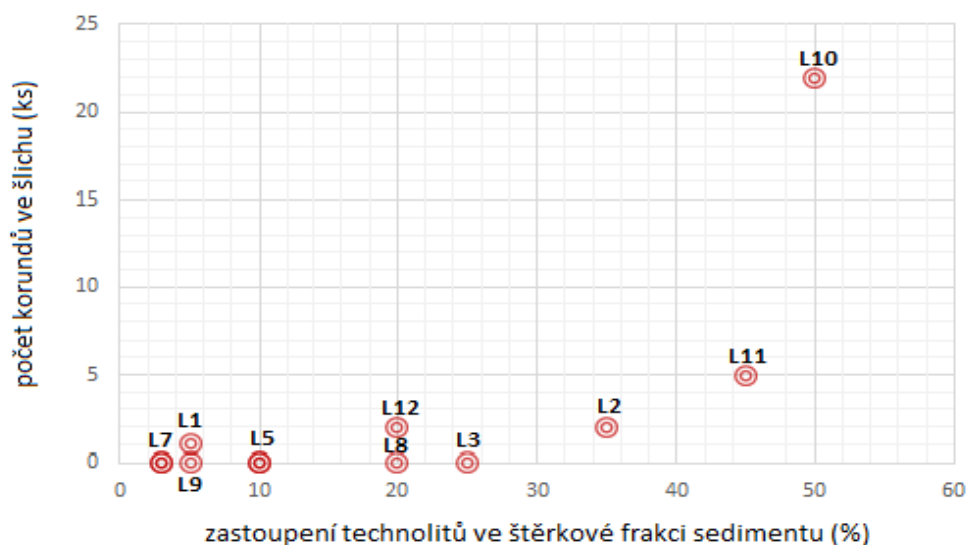


Obr. 35: Zastoupení vybraných těžkých minerálů potočních sedimentů na jednotlivých místech odběru (hodnoty uvedeny v %).



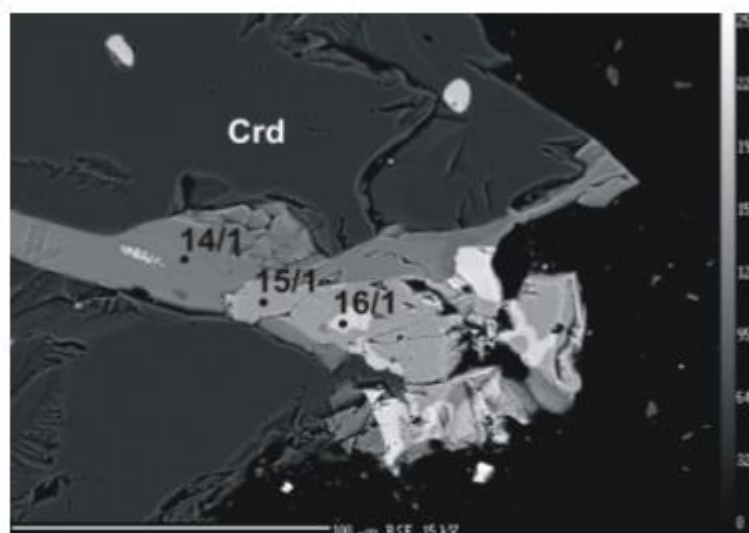
Obr. 36: Zájmová oblast s lokalizací výskytu korundů ve šlíchách a) údaje Janíčkové (2010), b) údaje této práce.

z antropogenního znečištění. V zájmové oblasti se v takovém případě musí nacházet dva body znečištění (jeden na hlavním toku + jeden na přítoku, viz obr. 36).



Obr. 37: Zobrazení procentuálního zastoupení technolitů ve štěrkové frakci s ohledem na zastoupení korundů ve šlichu.

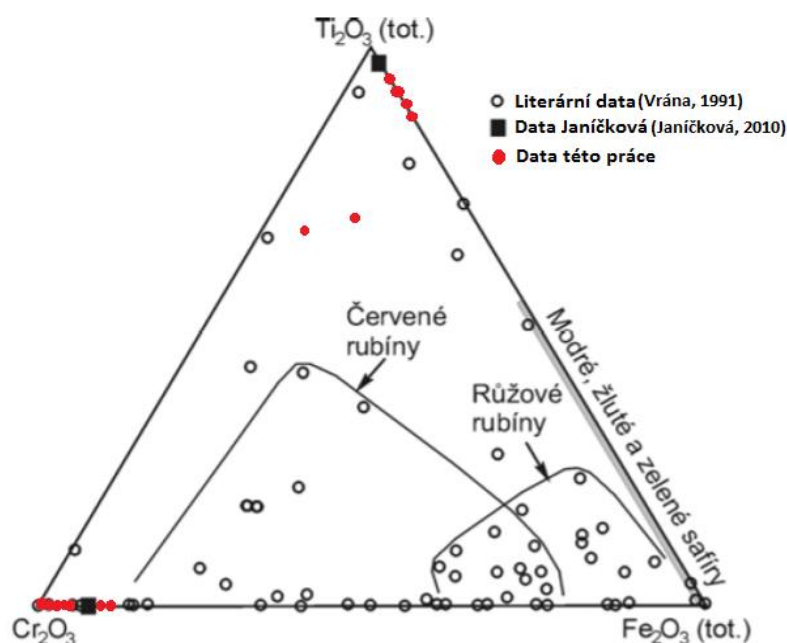
Vyššími obsahy Fe, Ca, Ti, Mg, Zr a Ce se vyznačují korundy antropogenního původu, nalezené ve šlichových vzorcích z průmyslových a městských aglomerací (Švestka, 1996). Vzhledem k vyššímu stupni antropogenního znečištění (20-50 %) ve vzorcích L2, L3, L8, L10, L11 a L12 lze uvažovat o tom, že zrna korundů souvisí s antropogenním znečištěním. Ve vzorku L10, kde se nacházelo největší množství zrn korundu, dosahoval stupeň antropogenního znečištění 50 % (obr. 37). Analýza chemismu těchto zrn však prokázala, že většinou nemají zvýšené obsahy výše uvedených příměsí (viz tab. 7). Co by „antropogenní“ hypotézu však mohlo potvrdit, jsou inkluze obsažené v zrně korundu č. 32, právě ze vzorku L10, v němž se nacházely tři fáze obsahující podstatné množství Zr-Ti-Mg-Al-Ca. Zmíněná prvková asociace nasvědčuje tomu, že korund č. 32 nebyl pravděpodobně přírodního původu. Tuhle hypotézu již uvedla Janíčková (2010), která našla zrno korundu lemované Al-Zr-Ti fázemi (obr. 38). Tento nálezní autorka interpretuje jako úlomek žáruvzdorné hmoty. Ostatní inkluze v korundech však neobsahovaly zvýšené množství prvků, jimiž se vyznačují korundy antropogenního původu.



Obr. 38: BSE foto zrna korundu lemovaného Ti-Zr-Al fázemi, převzato z Janíčkové (2010).

V korundu č. 4 se nacházely inkluze barnatého skla se zvýšenými obsahy BaO (19,1 %), které by také mohly nasvědčovat antropogennímu původu. Ty se do trhlin našeho zrna korundu a do jeho blízkosti (obr. 27) pravděpodobně dostaly během leštění tablety. Na témže leštícím plátně byly totiž zpracovávány také vzorky sklovitých strusek po tavně stříbrných rud z Jihlavy, které obsahovaly skelnou fázi s obsahy BaO od 6,69 do 23,32 hmot. % (Kapusta, 2013), tudíž je zřejmé, že se jedná o sklo z těchto strusek.

Většina analyzovaných zrn korundů obsahuje méně či více chromu a titanu, což značí, že se jedná o rubíny (obr. 39).



Obr. 39: Grafická vizualizace chemismu korundů (upraveno podle Vrány, 1991).

Téměř všechna analyzovaná zrna obsahovala Cr_2O_3 nad 0,05 hm. %, což mají obsahovat podle Vrány (1991) přírodní korundy zbarvené do růžova. Pouze zrna č. 7, 32, 35, 32, 49, 43, 54 měla Cr_2O_3 pod 0,05 hm. %. Za zmínku stojí, že zrno korundu č. 32 (fáze inkluze obsahující Zr-Ti-Mg-Al-Ca) u něhož se nedá přepokládat přírodní původ, má obsah Cr_2O_3 nulový (tab. 7). Na obr. 40 můžeme vidět jasně růžově zbarvená zrna a naopak i zrna bez tohoto zbarvení. Variabilita zbarvení zrn korundů odráží velmi rozdílné obsahy Cr_2O_3 v jednotlivých zrnech (tab. 7).



Obr. 40: Vybraná vyseparovaná zrna korundů ze vzorku L10.

Ve vzorku pískovce H2 byl nalezen korund, tudíž byla potvrzena teze o výskytu korundu v godulském pískovci (Rost, 1956).

Jak již bylo nastíněno v článku od Janíčkové a Dolníčka (2013), lze uvažovat o původu korundu z hornin těšínitové asociace, zejména pokud jde o korundy s vyšším obsahem Cr, neboť obsah chromu je v horninách těšínitové asociace často zvýšený (Hovorka a Spišiak, 1988). Ovšem dosud nebyl korund v horninách těšínitové asociace nalezen (ani v našem vzorku H4). K potvrzení této hypotézy by mohla přispět podrobnější šlichová prospekce Bystrého potoka, který se nachází severně od potoka Lubenec.

Korundy v sedimentech potoka Lubenec tedy mohou pocházet ze tří zdrojů. Jak bylo zmíněno výše, mohou pocházet z godulských pískovců, dále jsou pravděpodobně zčásti antropogenního původu a také mohou pocházet z hornin těšínitové asociace.

7 ZÁVĚR

V zájmové oblasti převažuje v těžkých podílech potočních sedimentů zirkon-granát-rutilová asociace. Vzorky místních flyšových a vyvřelých hornin vykazovaly variabilní zastoupení těžkých minerálů. Ve vzorcích godulských pískovců (H1 a H2) je převažující složkou zirkon, ve vzorku prachovce z frýdeckého souvrství (H3) je dominující složkou granát a ve vzorku horniny těšínitové asociace (H4) převažuje apatit. Zirkon se ve všech šlichových vzorcích z potoka objevoval nejčastěji nezávisle na typu horninového podloží. Zastoupení granátu ve šlichách z potočních sedimentů bylo vyšší v oblastech budovaných horninami frýdeckého souvrství a nižší v oblastech godulských vrstev. Naopak rutil a turmalín se chovaly opačně. Nálezem 32 zrn korundu v pěti vzorcích šlichů z potočních sedimentů (L1, L2, L10, L11 a L12) byly potvrzeny dřívější nálezy Janíčkové (2010). Korund získaný ze šlichů pochází patrně z více zdrojů. Na základě studia chemického složení korundů bylo zjištěno, že se z větší části jedná o přírodní korundy (se zvýšeným obsahem Cr). Část zrn může být resedimentována z godulských pískovců. Ve vzorku godulského pískovce (H2) bylo nalezeno 1 zrno korundu, ovšem ve šlichách z té části povodí potoka Lubenec, která se nachází na godulských vrstvách, nebyl korund nalezen. Lze to však vysvětlit vzácností výskytu tohoto minerálu v godulských pískovcích. Další část zrn tohoto minerálu může pocházet z hornin těšínitové asociace. Tato (dosud nepotvrzená) hypotéza může být předmětem dalších výzkumů. Ve vzorku L10 u korundu č. 32 se nacházely inkluze tvořené fázemi obsahujícími zvýšené množství Ti, Zr, Mg, Ca a Al, indikujících antropogenní původ daného zrna.

8 LITERATURA

- Buriánek D., Skácelová Z. (2007): Význam magnetické susceptibility pro geologické mapování hornin těšínitové asociace na listu 1:25 000 Starý Jičín (25-124). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2006, 62-56. Brno.
- Čtyrský P., Stráník Z. (1995): Zpráva pracovní skupiny české stratigrafické komise o regionálním dělení Západních Karpat. - Věst. Čes. Geol. Úst., 70, 3, 67-72. Praha.
- Eliáš M. (1998): Sedimentologie podslezské jednotky. - Práce Čes. geol. úst., 8. Praha.
- Gregerová M., Fojt B., Vávra V. (2002): Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů. - Vyd. MZM a PřF MU. Brno.
- Grew E. S., Locock A. J., Mills S. J., Galuskin I. O., Galuskin E. V., Halenius U. (2013): Nomenclature of the garnet supergroup – IMA report. - Amer. Mineral., 98, 785-811.
- Hovorka, D., Spišiak, J., (1988): Vulkanizmus mezozoika Západných Karpát. - SAV. Bratislava.
- Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z. (2002): Geologická minulost České republiky. - Academia Praha.
- Janíčková K. (2010): Výskyty drahých kovů ve střední části Moravskoslezských Beskyd - mýty a skutečnost. - MS, bakal. práce, PřF UP Olomouc.
- Janíčková K., Dolníček Z. (2013): Výskyt korundu v recentních sedimentech potoka Lubence na lokalitě Lubno u Frýdlantu nad Ostravicí (Podbeskydská pahorkatina). - Acta Mus. Beskyd., 5, 1, 1-4.
- Kapusta J. (2013): Mineralogie a chemismus strusek po tavbě stříbrných rud z vybraných lokalit v Jihlavském rudním revíru. – MS, diplom. práce, PřF UP Olomouc.
- Kováč M., Michalík J., Plašienka D., Maťo L. (1993): Alpínsky vývoj Západných Karpát. 1. vyd. – MU. Brno.
- Melka K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. - Věst. Ústř. Úst. geol., 40, 23 -27.
- Menčík E., Adamová M., Dvořák J., Dudek A., Jetel J., Jurková A., Hanzlíková E. (1983): Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. - Ústř. úst. geol. Praha.
- Morimoto N., Fabries J., Ferguson A. K., Ginzburg I. V., Ross M., Seifert F. A., Zussman J., Aoki K., Gottardi G. (1989): Nomenclature of pyroxenes. - Canad. Mineral., 27, 143-156.
- Opletal M. (red.) (1987): Geologická mapa ČR, list 25-23 Frýdek-Místek, 1:50 000. - Ústř. Úst. geol., Praha.
- Rost R. (1956): Těžké minerály. - Nakl. ČSAV Praha.
- Šimek J., Švestka J., Luna J., Hůlka L., Žáček M., Hájek J., Grym V., Šponar P. (1994): Regionální šlichová prospekce České republiky, atlas map 1:200 000, list 25 Zlín. - Vyd. Ministerstvo hospodářství ČR. Praha.
- Švestka J. (1996): Antropogenní součásti šlichových vzorků. - Geol. výzk. Mor. Slez., 3, 174–175.

Vrána S. (1991): Corundum in the continental Upper Cretaceous sandstone in southern Bohemia, its composition, provenance and dissolution. - Čas. mineral. geol., 36, 4, 237–242.

Internetové zdroje:

<https://mapy.cz/zemepisna?planovani->

[trasy&x=18.3777673&y=49.5976234&z=14&rc=9jcQyxYq9dM.N0&rs=ward&rs=ward&ri=7157&ri=7157&mrp=%7B%22c%22%3A1%2C%22tt%22%3A1%7D&mrp=%7B%22c%22%3A1%2C%22tt%22%3A1%7D&rt=&rt=](https://mapy.cz/zemepisna?planovani-trasy&x=18.3777673&y=49.5976234&z=14&rc=9jcQyxYq9dM.N0&rs=ward&rs=ward&ri=7157&ri=7157&mrp=%7B%22c%22%3A1%2C%22tt%22%3A1%7D&mrp=%7B%22c%22%3A1%2C%22tt%22%3A1%7D&rt=&rt=) [cit. k 15.6.2016]