

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA GEOLOGIE



**HYDROTERMÁLNÍ MINERALIZACE
SEVEROZÁPADNÍ ČÁSTI HOSTÝNSKÝCH
VRCHŮ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Michaela Cablíková

Obor: Environmentální geologie (B1201)

Prezenční studium

Vedoucí práce: RNDr. Kamil Kropáč, Ph.D.

Olomouc 2016

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

V Olomouci dne

.....

Podpis

Chtěla bych poděkovat především vedoucímu své bakalářské práce RNDr. Kamilu Kropáčovi, Ph.D. za odborné vedení, pomoc jak při terénní, tak laboratorní etapě, za jeho věcné připomínky, trpělivost a vstřícný přístup. Dále mé poděkování patří Mgr. Jaroslavu Kapustovi za přípravu vzorku a následnou EDX analýzu. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým přátelům za veškerou podporu.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Michaela Cablíková

Název práce: Hydrotermální mineralizace severozápadní části Hostýnských vrchů

Typ práce: Bakalářská práce

Pracoviště: Katedra geologie, PřF UP

Vedoucí práce: RNDr. Kamil Kropáč, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2016

Abstrakt: Cílem této bakalářské práce bylo blíže charakterizovat fluida, ze kterých se hydrotermální mineralizace v různých souvrstvích a horninových typech formovaly. Odebrané vzorky byly studovány za pomoci polarizační mikroskopie, mikrotermometrie fluidních inkluzí, fluorescenční mikroskopie, katodové luminiscence a EDX analýzy. Hydrotermální mineralizace byly vázány na pískovce hostýnských vrstev soláňského souvrství a na pískovce chvalčovského souvrství předmagurské jednotky. Hydrotermální žilky byly tvořeny jemnozrnným karbonátem, který vyhojoval puklinové systémy ve směru S-J a ZJZ-VSV s úklonem přibližně 70° k Z nebo vrstevní spáry ve směru SV-JZ se sklonem 30° k JV až VSV-ZJZ s úklonem 40° k JJV. Tyto mineralizace jsou s největší pravděpodobností posttektonické, u ložních žilek nelze vyloučit diagenetický původ. Přítomný karbonát odpovídá svým chemickým složením téměř čistému kalcitu (55,25 do 55,85 hm. % CaO) s nepatrnou příměsí MgO (0,60 až 0,83 hm. %) a FeO (0,54 až 0,65 hm. %), který je v katodové luminiscenci neaktivní. Mikrotermometrií fluidních inkluzí byly studovány fluidní inkluze s vodným roztokem v kalcitech z ložní žilky z lomu Švajgrovka a pukliny z lomu Niva. V obou případech inkluze uzavíraly nízkosalinní (od 0,2 do 2,4 hm. % NaCl ekv.) a nízkoteplotní (114,3 až 209,3 °C) fluida. Přítomnost inkluzí s vyššími uhlovodíky nebyla fluorescenční mikroskopii ve studovaných vzorcích prokázána.

Klíčová slova: hydrotermální mineralizace, kalcit, fluidní inkluze, Hostýnské vrchy, hostýnské vrstvy, račanská jednotka, předmagurská jednotka, Západní Karpaty

Počet stran: 47

Počet příloh: 0

Jazyk: Český jazyk

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Michaela Cablíková

Title: Hydrothermal mineralization in the northwestern part of Hostýn Hills

Type of thesis: Bachelor's thesis

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

Supervisor: RNDr. Kamil Kropáč, Ph.D.

The year of presentation: 2016

Abstract: The aim of this bachelor's thesis is to characterize fluids which entail hydrothermal mineralization in diverse formations and rock types. Collected samples were studied by the polarization microscopy, the microthermometry of fluid inclusions, the fluorescence microscopy, the cathodoluminescence, and EDX analysis. Hydrothermal mineralizations were found in the sandstone of Hostýn layers in Soláň Formation and sandstone of Chvalčov Formation in Fore-Magura Unit. The hydrothermal veins were formed with fine-grained carbonate filling fissure systems in the direction of N-S and WSW-ENE with dip about 70° to W or filling stratification surfaces in the direction of NE-SW with the dip 30° to SE and the direction of ENE-WSW with the dip 40° SSE. These mineralizations are probably post-tectonic but in case bedded veins the diagenetic origin can not be excluded. Present carbonate correspond to the chemical composition of almost a pure calcite (55.25 to 55.85 wt. % CaO) with insignificant admixture of MgO (0.60 to 0.83 wt. %) and FeO (0.54 to 0,65 wt. %) which is inactive in cathodoluminescence. By microthermometry of fluid inclusions were studied fluid inclusions with liquid solution in calcite from a bedded vein from the quarry Švajgrovka and the cross vein from the quarry Niva. The both of them are composed of a low salinity (0.2 to 2.4 wt. % NaCl eq.) and were low temperature (from 114.3 to 209.3 °C) fluids. The presence of inclusions with higher hydrocarbons was not through the fluorescence microscopy confirmed in studied samples.

Key words: hydrothermal mineralization, calcite, fluid inclusions, Hostýn Hills, Hostýn layers, Rača Unite, Fore-Magura Unit, Western Carpathians

Number of pages: 47

Number of appendice: 0

Language: Czech

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Regionálně-geomorfologické vymezení studované oblasti.....	8
3. Geologická charakteristika.....	9
3.1 Regionálně-geologické vymezení studované oblasti	9
3.2 Geologické jednotky na zájmovém území	10
3.2.1 Račanská jednotka.....	10
3.2.2 Předmagurská jednotka	13
4. Dosavadní výzkumy hydrotermálních mineralizací ve flyšovém pásmu.....	14
5. Metodika	16
6. Výsledky	18
6.1 Terénní etapa.....	18
6.1.1 Lom Niva	19
6.1.2 Lom Švajgrovka.....	22
6.1.4 Německý lom	23
6.1.5 Lom Říka.....	25
6.1.6 Křídlo	27
6.1.3 Lom Chvalčov	29
6.2 Laboratorní etapa	31
6.2.1 Mikroskopický popis pískovců a karbonátových žilek	32
6.2.2 Mikrotermometrie fluidních inkluzí.....	36
6.2.3 UV-fluorescence	38
6.2.4 Katodová luminiscence	38
6.2.5 Elektronová mikroanalýza	38
7. Diskuze.....	41
7.1 Hydrotermální mineralizace.....	41
7.2 Fluidní inkluze	42
8. Závěr	44
Seznam literatury:	45

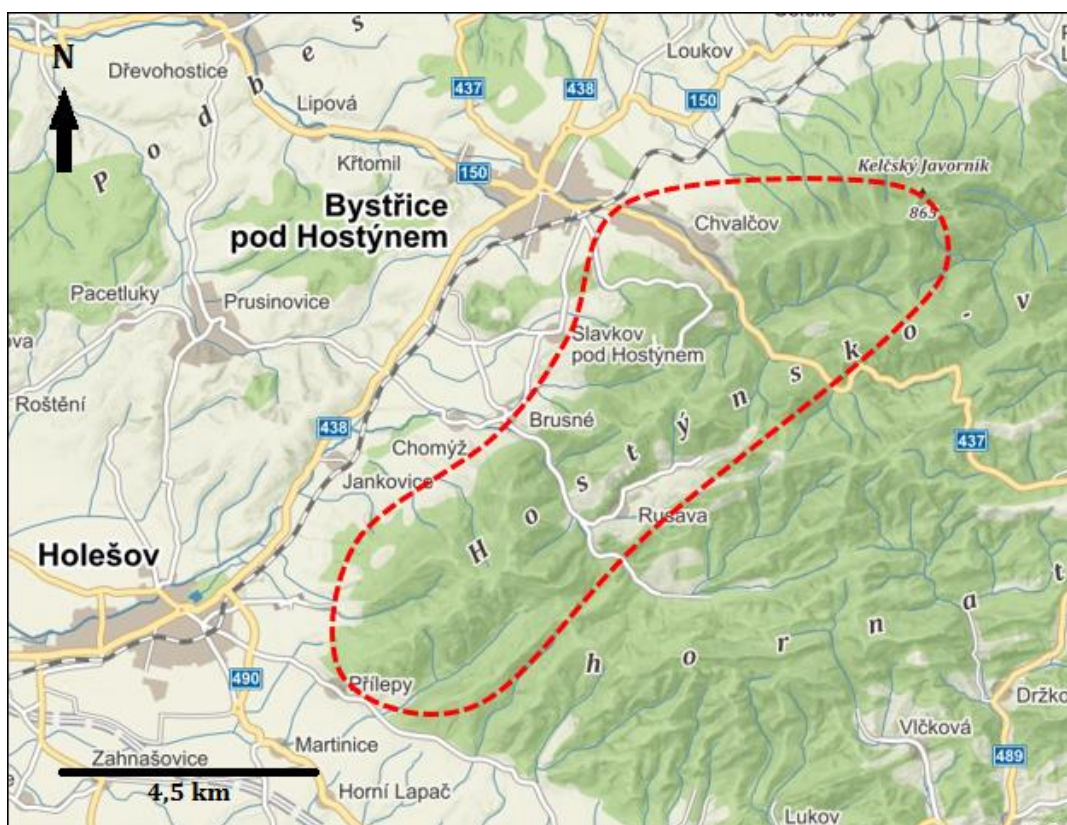
1. Úvod

Severozápadní část Hostýnských vrchů je geologicky velmi zajímavou oblastí ležící na styku dvou skupin příkrovů – vnější menilito-krosněnské a vnitřní magurské skupiny. Pro studované území je charakteristická flyšová sedimentace. Studovaná oblast je zajímavá z hlediska složitého tektonického vývoje, jenž vedl k vytvoření příhodných podmínek pro vznik hydrotermálních mineralizací vázaných právě na tyto tektonické poruchy. Zkoumané území doposud není z tohoto hlediska prozkoumáno, proto je cílem této bakalářské práce přinést informace o výskytu hydrotermálních mineralizací, zaměřit se na podrobný popis jejich jednotlivých typů a porovnat zjištěné výsledky s dosavadními výzkumy ve flyšovém pásmu.

Bakalářská práce se v rešeršní části zaměřuje na geologickou charakteristiku studovaného území a také na dosavadní výzkumy hydrotermálních mineralizací ve flyšovém pásmu Západních Karpat. Výsledková část se skládá z terénní etapy, která je zaměřena na vyhledání hydrotermálních mineralizací, jejich dokumentaci a odběr reprezentativních vzorků pro následnou laboratorní část, která mimo jiné zahrnuje zhotovení výbrusů pro bližší petrografické popisy hostitelských hornin. Jedním z hlavních cílů je blíže charakterizovat fluida, ze kterých se hydrotermální mineralizace v různých souvrstvích a horninových typech formovaly. Hlavní aplikovanou laboratorní metodou je mikrotermometrie fluidních inkluzí, dále je ke studiu vzorků použita klasická mikroskopie v polarizovaném světle, UV fluorescence, katodová luminiscence a doplňkově také analýza chemismu minerálů na hydrotermálních žilkách s pomocí elektronové mikrosondy. Zjištěná data jsou následně v diskusi interpretována a srovnána s publikovanými údaji z výzkumů hydrotermálních mineralizací ve flyšovém pásmu Západních Karpat na Moravě.

2. Regionálně-geomorfologické vymezení studované oblasti

Studovaná oblast se rozkládá od Přílepu u Holešova přes Rusavu a dále severovýchodním směrem až po nejvyšší vrchol Hostýnských vrchů Kelčský Javorník, přičemž severozápadní okraj je ohraničen obcemi Chomýž, Brusné, dále Bystřicí pod Hostýnem a širším okolím Chvalčova a Rusavy (obr. 1). Z hlediska regionálně-geomorfologického členění České republiky náleží Hostýnské vrchy do celku Hostýnsko-vsetínské hornatiny a do oblasti Západních Beskyd. Hostýnské vrchy se dále rozdělují na čtyři části (Rusavská hornatina, Hošťálkovská vrchovina, Liptálské hřbety a Lukovská vrchovina). V severní části zájmové oblasti na čele magurského příkrovu svahy prudce spadají do výškově méně členité Kelčské pahorkatiny, která je součástí geomorfologického celku Podbeskydské pahorkatiny. Jižní část je ohraničena rozlehlou Vizovickou vrchovinou, na V leží Vizovické vrchy a na Z hraničí Hostýnské vrchy s Hornomoravským úvalem.



Obr. 1: Vymezení studovaného území (www2; upraveno).

3. Geologická charakteristika

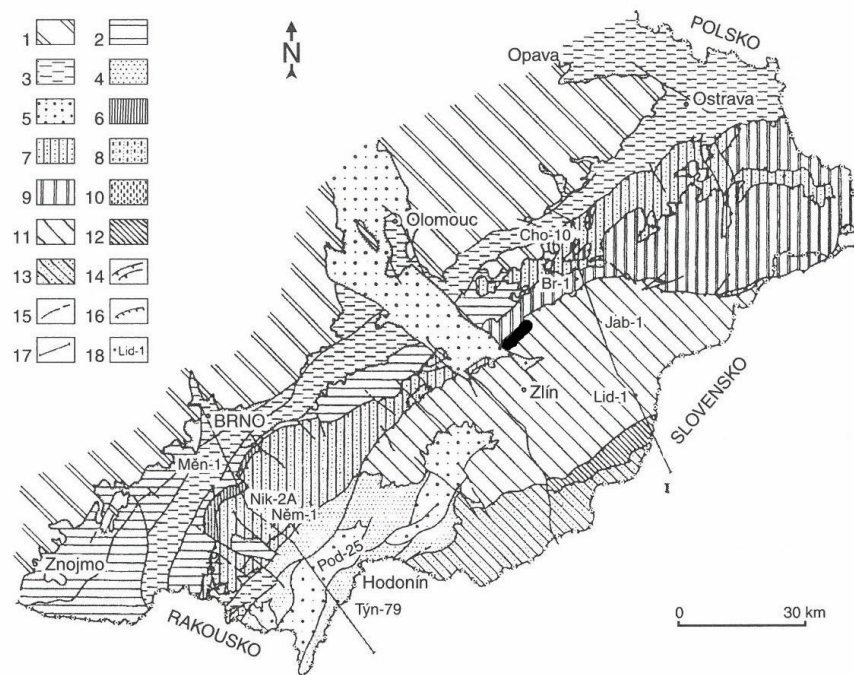
3.1 Regionálně-geologické vymezení studované oblasti

Studovaná oblast Hostýnských vrchů se nachází ve flyšovém pásmu Západních Karpat. Flyšové pásmo je tvořeno dílčími příkrovy, které byly během alpínské orogeneze koncem paleogénu a v miocénu přesunuty k SZ na kratogenní předpolí (Stráník et al. 1993).

Studované území spadá převážně do magurské skupiny příkrovů (obr. 2). Zmiňovaná skupina příkrovů se dále rozděluje na račanskou, bystrickou a bělokarpatskou jednotku (Buday et al. 1967). Severozápadní část Hostýnských vrchů je budována především horninami račanské jednotky, ačkoliv při severozápadní hranici nesouvisle vystupují i horniny chvalčovského souvrství, které již přísluší jednotce předmagurské.

Pro flyš je charakteristické rytmické střídání slepenců a zpevněných písčitých a jílových sedimentů, přítomnost gradačního zvrstvení uvnitř pískovcových poloh a také krátká přerušení sedimentace, často spojovaná se vznikem hieroglyfů (Pesl 1965). Flyšové sedimenty se ukládaly během období tektonického neklidu v orogenních oblastech (Roth 1980).

Magurský příkrov se začal formovat už v helvétské fázi alpínského vrásnění, ale konečná příkrovová stavba je odrazem sávské a štýrské orogeneze, která probíhala v miocénu (Chlupáč et al. 2002; Stráník et al. 1993). V průběhu orogeneze byl v laramické fázi založen magurský sedimentační prostor a dále v pyrenejské fázi vrásnění vznikaly antiklinály a synklinály, které se pravděpodobně tvořily pod mořskou hladinou, což vyplývá z jejich neporušené sedimentace. V sávské fázi dochází k ukončení sedimentace v magurském sedimentačním prostoru. Během štýrské fáze byly vzniklé flyšové příkrovy jako celek sunuty na předpolí a magurská jednotka tak dosáhla dnešní pozice. Jednotlivá antiklinální pásma magurského příkrovu jsou tvořena hlavně soláňským a belovežským souvrstvím (ve studované oblasti jsou tektonicky redukovány), zatímco zlínské souvrství tvoří synklinály (Ondřej 1999). Flyšové sedimenty magurské jednotky byly ovlivněny kompresními deformacemi směrů SSZ-JJV až S-J a příkrov se vyznačuje také značným stlačením, projevujícím se všeobecně příkrou polohou vrstev (Ondřej 1999).



Obr. 2: Regionální geologické dělení Západních Karpat na našem území a vymezení studované oblasti (upraveno podle Stráníka et al. 1993).

1 – Český masiv; 2 – spodní miocén karpatské předhlubně (eggenburg – karpat); 3 – střední miocén (baden); 4 – svrchní miocén (sarmat – pannon); 5 – pliocén; vnější skupina příkrovů: 6 – pouzdřanská j.; 7 – ždánická a podslezská j.; 8 – zdounecká j.; 9 – slezská j.; 10 – předmagurská j.; 11 – račanská j.; 12 – bystrická j.; 13 – bělokarpatská j.; 14 – příkrovy a přesmyky; 15 – zlomy; 16 – okraj transgrese; 17 – linie geologických řezů (in Stráník et al. 1993; 18 – vrty.

3.2 Geologické jednotky na zájmovém území

3.2.1 Račanská jednotka

Tato jednotka je plošně nejrozsáhlejší jednotkou magurské skupiny příkrovů, jak je zřejmé z obr. 2 a tvoří hlavní jednotku v podloží Chřibů, Hostýnských vrchů, Vsetínských vrchů, Vizovické vrchoviny, Javorníků a zasahuje také do podloží Bílých Karpat. Matějkou (1956) bylo v račanské jednotce vymezeno čelní antiklinorium. V račanské jednotce jsou v sz. části Hostýnských vrchů doloženy sedimenty svrchní křídly až svrchního eocénu. V cenomanu až campanu sedimentovalo kauberské

souvrství, které vytváří podklad pro další souvrství celého studovaného území. Těmi jsou soláňské, belovežské a zlínské souvrství.

Kaumberské souvrství

Kaumberské souvrství je nejspodnějším a zároveň nejstarším souvrstvím ve studované oblasti. Na povrch vystupuje pouze na malém úseku zájmového území v jižní části na lokalitě Mojena a pokračuje drobnými výskyty v linii severovýchodně od Přílep. Jeho sedimentace probíhala ve svrchní křídě od cenomanu do campanu (Stráník et al. 1993), přičemž stáří sedimentů je prokázáno faunou aglutinovaných foraminifer (Švábenická et al. 1997 in Chlupáč et al. 2002). Toto souvrství se vyznačuje sedimentací pestrých rudohnědých a zelenošedých vápnatých jílovců. Jílovce uzavírají sporadické laminy a vložky jemně až středně zrnitých modrošedých drobových a arkózových pískovců (Stráník et al. 1993, Gilíková et al. 2002).

Soláňské souvrství

Počátek sedimentace soláňského souvrství je zařazen do campanu. Soláňské souvrství ležící na souvrství kaumberském je charakteristické rozrůzněným faciálním vývojem. Jsou zde rozlišeny dvě litostratigrafické facie: psamiticko-pelitická, ve které převažuje středně rytmický flyš, a psamitická s převahou drobovitých a arkózovitých pískovců a slepenců. Pesl (1965) vymezil v celé račanské a bystrické jednotce na základě odlišností ve vývoji spodního oddílu paleogénu (tj. starší označení pro soláňské a belovežské souvrství) 6 litofaciálních zón. Do studované oblasti zasahuje převážně nejmenší litofaciální zóna hostýnská, význačná svéráznou dvoudílností. Psamiticko-pelitickou facii tvoří hlavně středně rytmický flyš o mocnosti 800–1000 m a mikrofosilie maastrichtu až paleocénu-danu (Chlupáč et al. 2002). Pesl (1968) uvádí, že tento typický flyš má stupeň písčitosti 80 %. Na studovaném území sedimentovaly hostýnské vrstvy od maastrichtu do paleocénu. Jsou tvořeny flyšovými sedimenty, přičemž nad jílovcí převažují modrošedé hrubozrné pískovce s vápnitým tmelem. Sekvenci těchto vrstev o mocnosti 60 m odkrývá na studovaném území lom Niva u Bystřice pod Hostýnem. Pískovce jsou zde jemně až středně zrnité a arkózové. Jedná se o vápnité organodetritické pískovce až písčité vápence s úlomky foraminifer, mechovek a vápnatých řas (Gilíková et al. 2002). Tyto pískovce mají karbonatiko-limonitický tmel a vystupují ve studovaném území také na lokalitě Křídlo a Barvínek. Psamitický

typ facie charakterizuje písčítost 90 % a více a spadají do ní sedimenty hrubého a divokého flyše a flyše *s. s.*. Tuto facii reprezentují lukovské vrstvy, které vystupují mimo studovanou oblast v jižní části Hostýnských vrchů v litofaciální zóně Tří kamenů. V Hostýnských vrších je hojný exotický valounový materiál i bloky tvořené různými vyvřelinami, metamorfity i sedimenty, které poukazují na příbuznost s horninami Českého masivu (Pesl 1968). Mocnost této facie je v oblasti Hostýnských vrchů 500 až 800 m.

Belovežské souvrství

Belovežské souvrství sedimentovalo od paleocénu do středního eocénu. Reprezentuje obnovení sedimentace pestrých jílovců, k němuž došlo na hranici paleocén/spodní eocén. V belovežském souvrství dominují rudé a zelené jílovce (Stráník et al. 1993), které jsou místy doprovázené hrubě lavicovitými arkózovými pískovci (Pesl 1965). Celková mocnost belovežského souvrství je 100 až 200 m. Toto souvrství ve studované oblasti nevystupuje na povrch.

Zlínské souvrství

Stáří sedimentů zlínského souvrství se pohybuje v rozmezí střední eocén až spodní oligocén a na studovaném území je zastoupeno vrstvami rusavskými a vsetínskými.

Rusavské vrstvy sedimentovaly od středního do svrchního eocénu a jsou pro ně typické jemně až hrubě zrnité pískovcové lavice s častými polohami slepenců (Stráník et al. 1993, Gilíková et al. 2002). Pískovcové lavice jsou oddělovány tenkými vložkami zelenavě šedých a šedých jílovců a vrstevními spárami. Výjimečně se v pískovcích vyskytuje malé množství organogenního detritu. Slepence mají tilloidní povahu s dokonale opracovanými valouny křemene, žul, kvarcitů, světlých vápenců, jejich klasy jsou tvořeny také metamorfovanými horninami (fylity, svory, chloritickými a zelenými břidlicemi; Gilíková et al. 2002). Z petrografického hlediska jde o vápnité pískovce až písčité vápence.

V nadloží rusavských vrstev sedimentovaly **vsetínské vrstvy**, které tvoří v hostýnské litofaciální zóně nejvyšší člen sledu. Jejich stáří je svrchní eocén až spodní oligocén. Vsetínské vrstvy jsou tvořeny středně až hrubě rytmickým flyšem

glaukonitických pískovců a šedých vápnitých jílovců se specifickým střípkovitým rozpadem (Stráník et al. 1993). Ve směru od báze k horní části pískovcových lavic přechází masivní textura do laminované (Gilíková et al. 2002).

3.2.2 Předmagurská jednotka

Vnější menilito-krosněnská skupina příkrovů zasahuje do studovaného území pouze okrajově sedimenty předmagurské jednotky (obr. 2), kterou zde reprezentuje chvalčovské souvrství.

Chvalčovské souvrství

Ve vnější menilito-krosněnské skupině příkrovů způsobila helvétská fáze alpinského vrásnění nástup flyšové sedimentace. Tato sedimentace je označována za litofacii krosněnskou. Chvalčovské souvrství se uložilo na menilitovém souvrství, pro které je charakteristická přítomnost menilitů a rytmické střídání šedých vápnitých jílovců a světle slídnatých vápnitých laminovaných pískovců (Stráník et al. 1993). Chvalčovské souvrství na studovaném území vstupuje pouze místy při severozápadní linii. Je odkryto v lomu Říka ve Chvalčově v podobě hrubě až středně rytmického flyše s převahou pískovců, vápnitých jílovců a tilloidních slepenců.

4. Dosavadní výzkumy hydrotermálních mineralizací ve flyšovém pásmu

Jak bylo zmíněno v úvodní kapitole, Hostýnské vrchy jsou z hlediska hydrotermálních mineralizací doposud málo probádanou oblastí. Prozatím probíhaly podobné výzkumy v račanské jednotce pouze ve Chříbech (Vlasáková 2015) a dále pak v lomu Bučník u Komni (Ulmanová 2015), který leží v jednotce bělokarpatské. O poznání více výzkumů hydrotermálních mineralizací bylo provedeno ve vnější skupině příkrovů, a to v horninách těšinitové asociace v sedimentech slezské jednotky (např. Polách 2008, Urubek a Dolníček 2009, Urubek a Dolníček 2011).

V případě výzkumu ve Chříbech byly fluidní inkluze studovány v kalcitových žilkách protínajících pískovce, slepence a šedomodré a zelenošedé vápence vázané na lukovské vrstvy soláňského souvrství. Jednalo se jak o posttektonické mineralizace, tak v jednom případě i o mineralizaci diagenetickou. Jedna z žilek byla tvořena kalcitem i barytem, všechny ostatní byly vyplněny pouze kalcitem. Kalcity uzavíraly primární, sekundární i pseudosekundární jednofázové i dvoufázové fluidní inkluze s vodným roztokem, a byly zde pomocí fluorescenční mikroskopie objeveny také fluidní inkluze s obsahem vyšších uhlovodíků (Vlasáková 2015).

V bělokarpatské jednotce, konkrétně v lomu Bučník, studovala Ulmanová (2015) pět typů epitermálních až mezotermálních mineralizací v trachyandezitech, z nichž dvě byly žilné (kalcitová žíla se sfaleritem a kalcitová žíla s granáty). V obou případech se v kalcitu jednalo o primární a sekundární fluidní inkluze typu L i L+V, přičemž fluidní inkluze z žíly s granáty obsahovaly také pevnou fázi v podobě krychlového krystalu halitu.

Další studia hydrotermálních mineralizací posttektonického typu byla provedena v jílovcích lhoteckého souvrství ve slezské jednotce poblíž sv. okraje Hostýnských vrchů Urubkem a Dolníčkem (2009). Fluidní inkluze byly v tomto případě studovány v kalcitových žilkách prorážejících spodnokřídové šedomodré jílovce. Ve vzorcích byly studovány převážně sekundární jednofázové fluidní inkluze a ojediněle primární inkluze, které byly ve většině případů jednofázové, výjimečně dvoufázové. Z naměřených hodnot je zřejmé, že hydrotermální mineralizace zde vznikaly za nízkých teplot z nízkosalinního fluida (Urubek a Dolníček 2009).

Další výzkumy hydrotermálních mineralizací ve slezské jednotce v sedimentech a v horninách těšínové asociace prokázaly přítomnost různých typů mineralizací. Jednalo se o syntektonické, posttektonické a také diagenetické typy mineralizací. Fluidní inkluze zde vznikaly z nízkosalinních a nízkoteplotních fluid, které byly v interakci s okolním horninovým prostředím. Tato fluida vznikala při diagenetické konsolidaci okolního horninového prostředí, z něhož následně docházelo k precipitaci kalcitu na puklinách hostitelských hornin (Polách 2008, Polách et al. 2008, Urubek a Dolníček 2008, Urubek 2009, Urubek et al. 2009, Urubek a Dolníček 2009, Dolníček et al. 2010, Urubek et al. 2014).

5. Metodika

První fází výzkumu hydrotermálních mineralizací byla terénní etapa, na kterou navázala část laboratorní. V terénní etapě byly ve studovaném území vyhledány a podrobně popsány lokality s výskytem hydrotermálních mineralizací. Na všech lokalitách byla s použitím geologického kompasu provedena tektonická měření vrstevnatosti, puklinových systémů a hydrotermálních žil, dále byla zaznamenána lokalizace, pořízeny fotografie, za použití 5% roztoku HCl byl zjištěn charakter tmelu sedimentů a odebrány reprezentativní vzorky pro následné zpracování.

Laboratorní část zahrnovala zhotovení leštěných výbrusů (na katedře geologie PřF UP) z vybraných hornin obsahujících hydrotermální žilky. Připravené preparáty byly dále pozorovány v procházejícím světle za pomoci polarizačního mikroskopu Olympus BX-50, jež je vybaven digitálním fotoaparátem Olympus C-7070.

Fluidní inkluze byly studovány ve štěpných úlomcích kalcitu z hydrotermálních žilek. Nejprve byly tyto úlomky pozorovány s pomocí polarizačního mikroskopu pro rozlišení primárních, sekundárních a pseudosekundárních fluidních inkluzí a jejich petrografický popis. Dále byly úlomky zkoumány s použitím mikroskopu Olympus BX-51 s mikrotermometrickou komorou LINKAM THMSG 600. Fluidní inkluze zde byly studovány z hlediska fázových změn jejich obsahu, souvisejících se změnou teplotních podmínek. Byly zde naměřeny teploty homogenizace (T_h), teploty zamrznutí inkluzí (T_f) a také teploty tání posledního ledu ($T_{m_{ice}}$). Pro špatnou průhlednost kalcitu a malé rozměry fluidních inkluzí nebylo možné zjistit teploty eutektika. Z naměřených hodnot teplot tání posledního krystalu ledu byla dále vypočítána salinita podle Bodnara (1993).

U výbrusů byla provedena také katodová luminiscence s využitím mikroskopu Leica DM2500 P se „studenou katodou“ CITL Mk5-1 s cílem rozlišit na základě luminiscence zonálnost a jednotlivé generace kalcitu z žilek.

Pro studium fluidních inkluzí z hlediska obsahu vyšších uhlovodíků byl použit mikroskop BX-41 s episkopickým fluorescenčním iluminátorem BX-RFA a filtrem s excitačním rozsahem 330–385 nm.

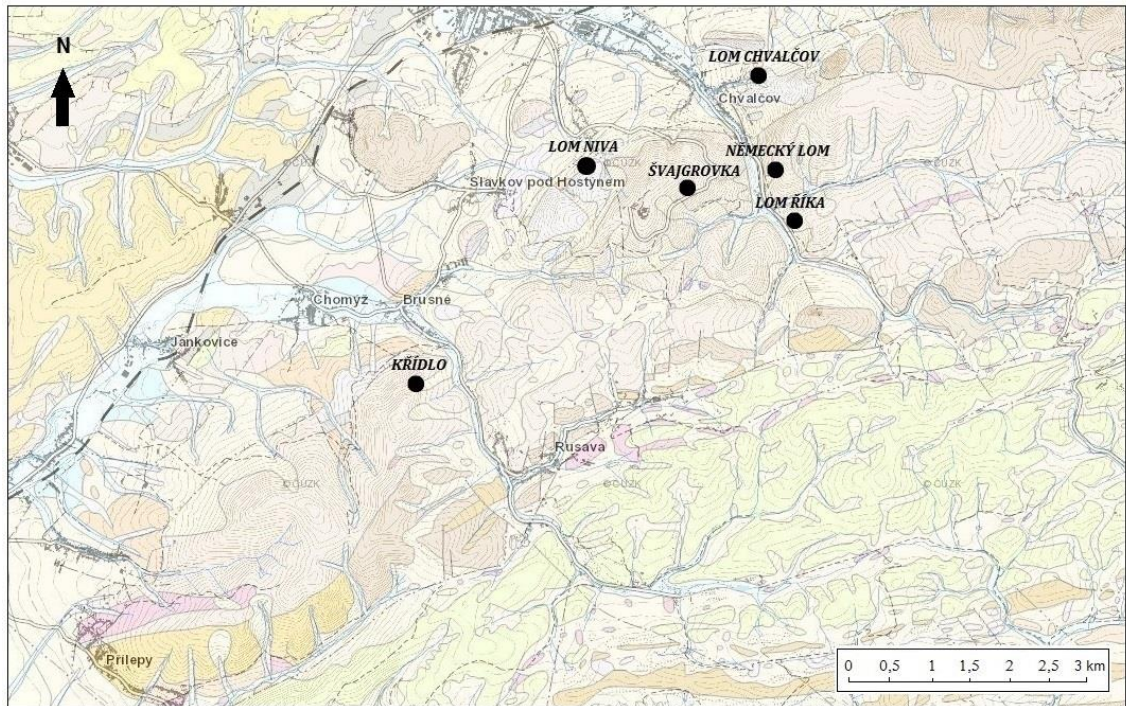
Jeden ze zhotovených výbrusů byl potažen grafitem a analyzován na elektronové mikrosondě JEOL JXA-8600 s EDX analyzátor. Analýzy byly provedeny na katedře geologie PřF UP Mgr. Jaroslavem Kapustou. Bylo použito urychlovací napětí 15 kV a proud svazku 10 nA. Jako standarda pro Mg a Ca byl použit diopsid a pro Fe magnetit.

Touto metodou bylo analyzováno chemické složení karbonátů na hydrotermální žilce a také v pojivu hostitelského pískovce.

6. Výsledky

6.1 Terénní etapa

Základem terénní etapy bylo vyhledat na studovaném území lokality s hydrotermálními mineralizacemi. Byly prozkoumány nejen občasně činné nebo opuštěné lomy a přirozené skalní výchozy (Jehelník, Smrdutá, Skalný, Kuželík, Bludný, Křídlo, Hrad a další bezejmenné skalní výchozy), ale také výchozy v zářezech Bystřičky a jejích bezejmenných přítoků, v zářezech cest a odkryvy ve stržích. První prozkoumanou lokalitou byl lom Niva u Bystřice pod Hostýnem, dále pak lomy ve Chvalčově a jeho okolí. Lomy jsou, až na jednu výjimku, založeny v horninách hostýnských vrstev solánského souvrství. Pouze lom ve Chvalčově odkrývá horniny chvalčovského souvrství předmagurské jednotky (obr. 3). Terénní etapa dále pokračovala mapováním přirozených skalních výchozů a odkryvů v oblasti od obce Přílepy až po Kelčský Javorník. Pouze na jedné z těchto lokalit byla nalezena hydrotermální mineralizace, a to na lokalitě Křídlo ležící 800 m jižně od obce Brusné. V tomto případě se jednalo o volně ležící úlomek horniny protnutý karbonátovou žilkou. Na zmiňovaných lokalitách byla provedena podrobná dokumentace, která již byla popsána v kapitole č. 5. Již terénní etapa potvrdila, že hydrotermální mineralizace jsou vázány jak na pískovce hostýnských vrstev solánského souvrství, tak na pískovce souvrství chvalčovského.



Vnější menilito-krosněnská skupina příkrovů

Předmagurská jednotka

□ chvalčovské souvrství

● lokalita s hydrotermálními mineralizacemi

Magurská skupina příkrovů

Račanská jednotka

□ kaumberské souvrství

□ soláňské souvrství-hostýnské vrstvy

□ soláňské souvrství-ráztocké vrstvy

□ zlínské souvrství-rusavské vrstvy

□ zlínské souvrství-vsetínské vrstvy

Obr. 3: Geologická mapa studovaného území znázorňující lokality s hydrotermálními mineralizacemi.

6.1.1 Lom Niva

GPS souřadnice: 49° 3817325'N; 17° 6906981'E

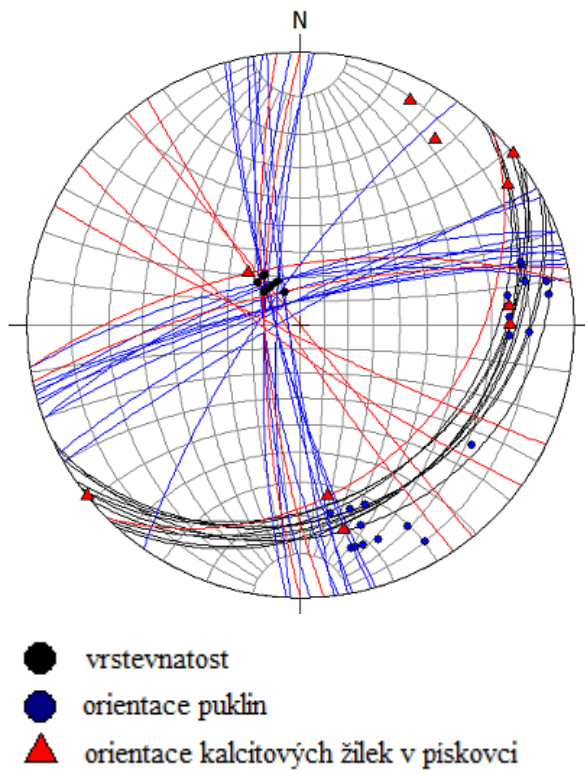
Činný šestietážový lom Niva ležící na katastrálním území Slavkova pod Hostýnem se nachází 2,2 km jv. od vlakového nádraží v Bystřici pod Hostýnem a 1,5 km jz. od pošty v obci Chvalčov. Vystupuje zde cca 50 m mocný a 60 m dlouhý sled pískovců, slepenců a jílovců hostýnské litofaciální zóny račanské jednotky magurské skupiny příkrovů. Orientace lomu je na SZ (obr. 4). Nacházejí se zde jemně až středně zrnité prouhelněné pískovce s nízkým obsahem muskovitu a karbonátovým tmelem,

kteře sedimentovaly v podobě tenkých lavic. Jejich barva je okrová až šedohnědá a obsahují prouhelněné zbytky rostlinných těl. Na bázi zmiňovaných vrstev jsou viditelné výplně mechanoglyfů, které byly v tomto případě pravděpodobně vytvořeny proudy bahna. Nasedají na ně 20 až 30 cm mocné polohy zelenošedých vápniých jílovců. V lomu Niva jsou přítomny také slepence, které jsou však málo četné. Klasty slepenců jsou tvořeny převážně křemenem a živci a mají nízký stupeň opracování. Tmel slepenců je také karbonátový. Vrstvy jsou orientovány ve směru JZ-SV s úklonem asi 25° k JV. Horniny jsou v tomto lomu rozpučány podle dvou systémů, ZJZ-VSV ukloněné k SSZ pod úhlem 75° a S-J s úklonem k Z také s úhlem cca 75° (obr. 5).

V lomu Niva byla nalezena hydrotermální mineralizace v podobě tenkých žilek prorážejících pískovcové lavice. Jsou vázány na pukliny směru S-J s úklonem k Z, SZ-JV s úklonem k JZ a na pukliny orientované ve směru ZJZ-VSV s úklonem k SSZ. Úhly sklonu puklin vyplněných kalcitem se pohybují v rozmezí 75-85° (obr. 5). Mocnost žilek je až 2 cm. Tyto žilky jsou tvořeny krystalky bílého kalcitu o velikosti zrn od 0,2 do 1 cm. Kromě těchto pravých žil zde byla objevena také žilka ložní, která kopírovala průběh vrstev mezi dvěma pískovcovými lavicemi. Barva kalcitu se nelišila od barvy dříve zmíněného typu žilek na puklinách.



Obr. 4: Činný šestitážový lom Niva odkrývající horniny hostýnských vrstev.



Obr. 5: Pólový obloukový diagram s vynesými měřeními orientace kalcitové žíly, vrstevnatosti hornin a systémů puklin promítnuté ve spodní hemisféře Lambertovy projekce.

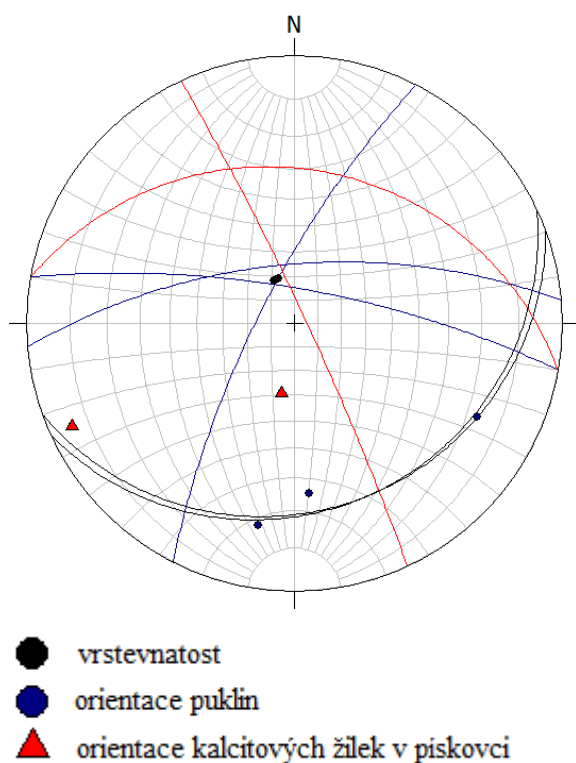
6.1.2 Lom Švajgrovka

GPS souřadnice: 49°3782039'N, 17°7096336'E

Tento opuštěný lom se nachází 650 m vsv. od baziliky Nanebevzetí Panny Marie na Svatém Hostýně a 500 m v. od rozhledny Hostýn. Orientace Švajgrovky je JZ-V. Na zmiňované lokalitě je odkryto střídání lamin šedohnědých jílovců s nestejně zrnitými slepenci a světle hnědošedými pískovci hostýnských vrstev soláňského souvrství (obr. 6). Slepence a pískovce mají mocnost desek až lavic. Jak v pískovcích, tak ve slepencích lze pozorovat pozitivní gradační zvrstvení. Všechny tři typy sedimentárních hornin jsou charakteristické vápnitou povahou tmelu. Vrstvy jsou orientovány JZ-SV a pod úhlem 30° jsou ukloněny k JV. Horniny jsou rozpukány podle dvou hlavních systémů, ve směru JJZ-SSV s úklonem na ZSZ a dále pak ve směru od V k Z s úklonem na S. Velikosti sklonu se pohybují v rozmezí 65 až 85°. Vrstva pískovce byla protnuta kalcitovou žilkou, která se váže na puklinový systém s orientací ZSZ-VJV (obr. 7). Tato žilka vykazuje specifické rýhování po skluzu, což znamená, že karbonátová žilka je starší než pohyb bloků. Vyskytovala se zde také ložní žíla o mocnosti do 1 cm, která se nalézala na styku dvou pískovcových vrstev. Měření geologickým kompasem u této žilky nebylo provedeno kvůli její špatné dostupnosti.



Obr. 6: Opuštěný stěnový lom „Švajgrovka“.



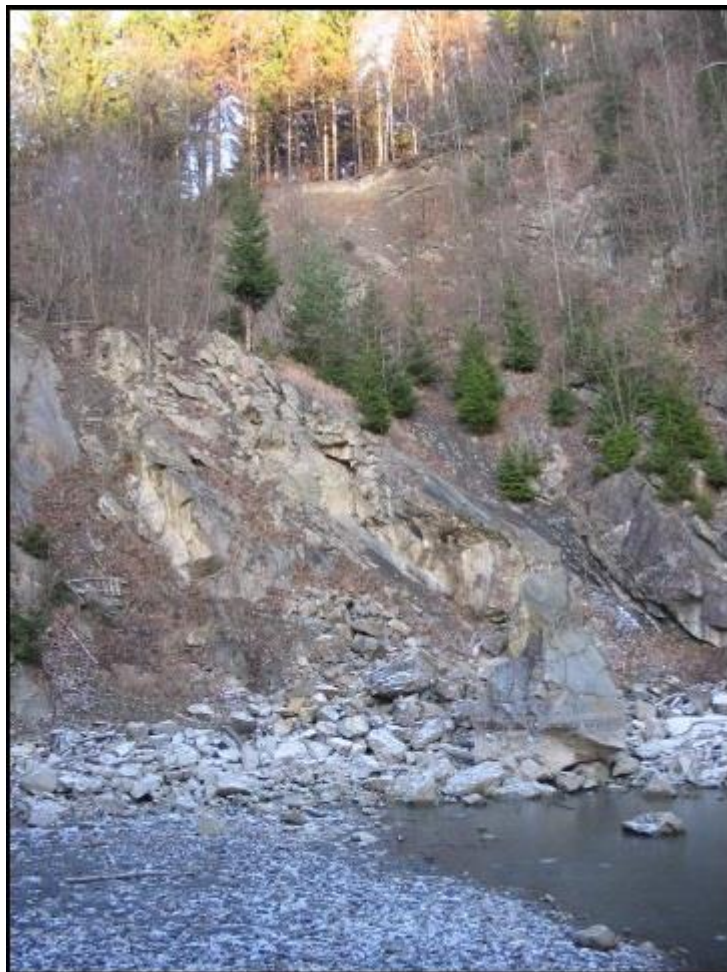
Obr. 7: Pólový obloukový diagram s vnesenými měřeními orientace kalcitové žíly, vrstevnatosti hornin a systémů puklin promítnuté ve spodní hemisféře Lambertovy projekce.

6.1.4 Německý lom

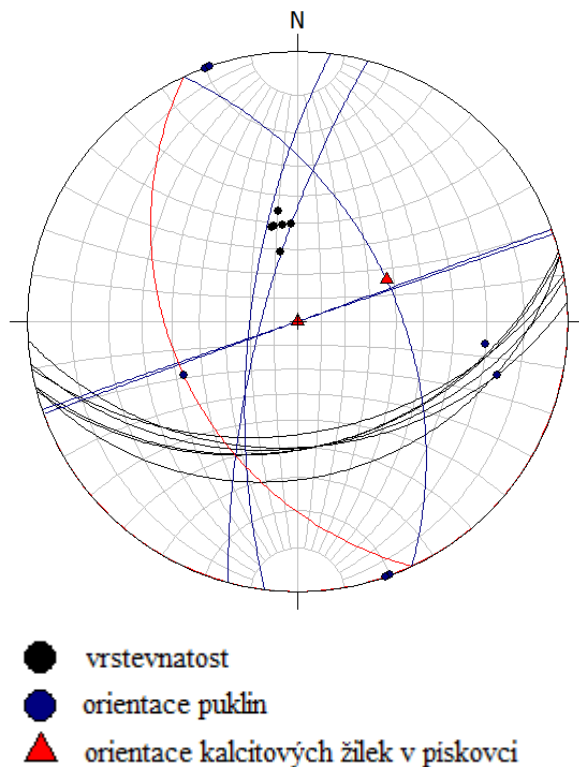
GPS souřadnice: 49°374632'N, 17°730132'E

Německý lom se vyskytuje 200 m sz. od zatopeného lomu Říka a 1,2 km v. od lomu „Švajgrovka“. Lom je orientovaný na Z (obr. 8). Vrstvy směřují od VSV k ZJZ se sklonem k JJV pod úhlem 40°. V lomu byly zjištěny dva hlavní směry puklin, ZJZ-VSV se sklonem 90° a druhý systém probíhá ve směru od S na J a má sklon k Z s úhlem 40° (obr. 9). V Německém lomu bylo zjištěno střídání pískovců hostýnských vrstev soláňského souvrství s jílovcí a zřídka i vložkami vápenců. Celková výška lomu je cca 10 m. Pískovce tvoří desky, častěji lavice o mocnosti 45 cm, mají světle šedou až nazelenalou barvu a jejich klasty jsou zrnitostně špatně vytríděné. Makroskopicky je zřejmé, že hlavní složku tvoří křemen a živce. V pískovci se projevuje pozitivní gradační zvrstvení, kdy hrubozrný pískovec přechází směrem do nadloží do jemnozrného. Na povrchu pískovce byly nalezeny limonitové náteky. Stejně jako v případě lomu Niva, i v Německém lomu se nachází na bázi pískovcových vrstev otisky proudových mechanoglyfů. Mocnosti jílovců se pohybují v rozmezí 3 až 5 cm.

Pukliny pískovce jsou většinou sevřeny a vyplněny šedobílými karbonátovými žilkami o mocnosti až 1 cm. Kalcit na těchto puklinách tvoří drobně zrnité agregáty.



Obr. 8: Postupně zarůstající opuštěný Německý lom s mělkým jezírkem.



Obr. 9: Pólový obloukový diagram s vyneseními měření orientace kalcitové žíly, vrstevnatosti hornin a systémů puklin promítnuté ve spodní hemisféře Lambertovy projekce.

6.1.5 Lom Říka

GPS souřadnice: 49°3775100'N, 17°7252900'E

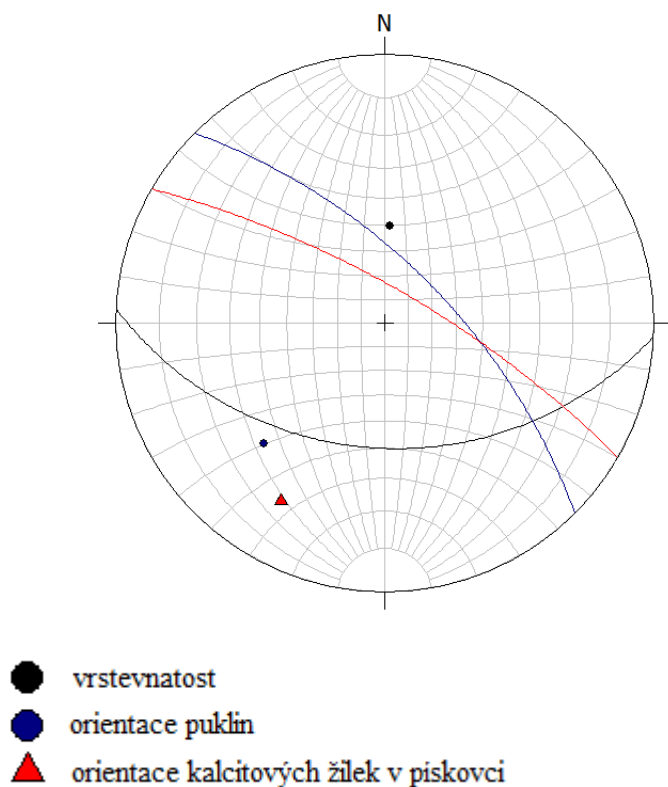
Opuštěný stěnový lom Říka na úpatí Kelčského Javorníku se nachází 200 m jv. od Německého lomu. Jeho orientace je k JV. Lom Říka odkrývá flyšovou sekvenci hornin hostýnských vrstev. Jeho výška je cca 10 m (obr. 10). Horniny jsou zde zastoupeny pískovci a slepenci hostýnských vrstev soláňského souvrství s mechanoglyfy. Vyskytují se zde také černé dendrity tvořené oxidy manganu, které mají keříčkovitý tvar. Pískovce mají na čerstvém lomu okrovou až okrovošedou barvu, nejsou navětralé, jsou dobře zrnitostně vytríděné a jemnozrné. Vrstevnatost je orientována od Z na V a vrstvy jsou ukloněny k J, velikost sklonu je 40°. Byl zde naměřen jeden systém puklin a to od SZ na JV se sklonem 70° k SV (obr. 11).

V pískovci byla nalezena kalcitová žilka o mocnosti 2 až 3 cm, která vyplňovala puklinu SZ-JV ukloněnou k SV. Nalezena zde byla také ložní žilka, která se nacházela na rozhraní pískovcové vrstvy s vrstvou jílovce, která byla obklopena okolními

horninami a nebylo možné provést geologická měření. V obou případech se jednalo o bílý kalcit s velikostí zrn do 0,5 cm.



Obr. 10: Opuštěný stěnový lom Říka.



Obr. 11: Pólový obloukový diagram s vyneseními měřeními orientace kalcitové žíly, vrstevnatosti hornin a systémů puklin promítnuté ve spodní hemisféře Lambertovy projekce.

6.1.6 Křídlo

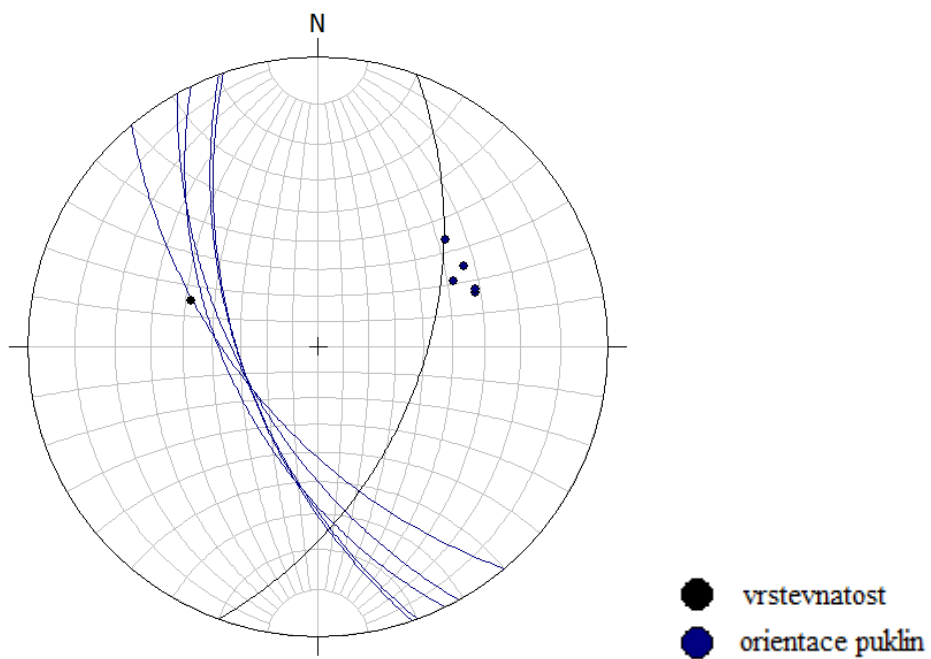
GPS souřadnice: 49°22,756'N; 17°49, 205'E

Tento přirozený výchoz poblíž zříceniny stejnojmenného hradu odkrývá hrubozrnné pískovce hostýnských vrstev soláňského souvrství. Výchoz má šířku zhruba 8 m a výšku 3 m (obr. 12). Orientace skalního výchozu Křídlo je na JZ. Na výchozu jsou horniny silně zvětralé a rozpukané ve směru od SZ na JV s úklonem 60° k JZ. Vrstvy probíhají ve směru od SSV k JJZ se sklonem 50° na VJV (obr. 13). Vykytují se zde šedé až bělavé hrubozrnné pískovce, které směrem do nadloží přecházejí do jemnozrnných a dobře zrnitostně vytříděných pískovců, tudíž je zde zastíženo pozitivní gradační zvrstvení uvnitř vrstvy. Klasy pískovců mají nízký stupeň opracování a jsou tvořeny křemenem a živci.

Nalezené karbonátové žilky jsou tvořeny bílým jemnozrnným kalcitem s mocností do 0,4 cm. Tyto žilky byly nalezeny na uvolněném úlomku pískovce, tudíž zde nebylo prováděno strukturně-tektonické měření.



Obr. 12: Silně rozpukaný skalní útvar na lokalitě Křídlo..



Obr. 13: Pólový obloukový diagram s vynesnými měřeními orientace vrstevnatosti hornin a systémů puklin promítnuté ve spodní hemisféře Lambertovy projekce.

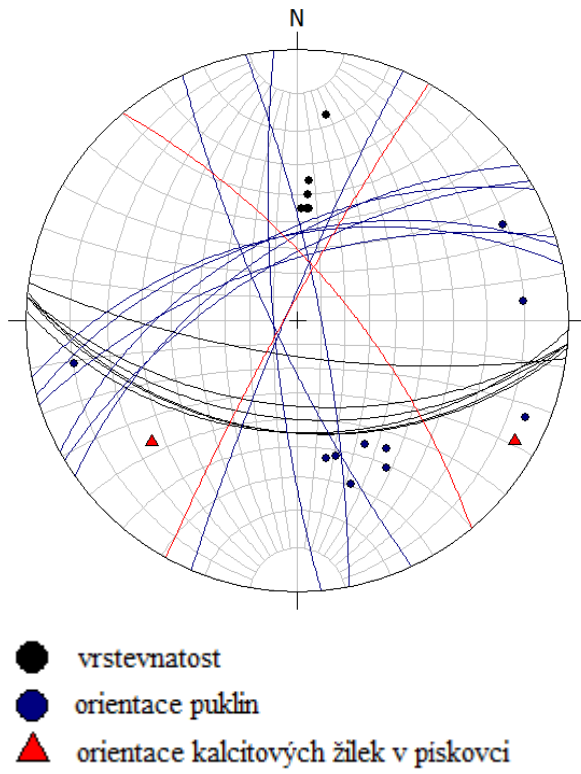
6.1.3 Lom Chvalčov

GPS souřadnice: 49°39'29.66"N, 17° 7'17.847"E

Lom ve Chvalčově je jedinou lokalitou na studovaném území, která odkrývá horniny chvalčovského souvrství předmagurské jednotky. Jedná se o 10 m vysoký a 30 m široký lom, který je orientovaný na J, kde se střídají pískovce s jílovcí (obr. 14). Slepence se na této lokalitě nevyskytují. Převažují zde pískovce, které tvoří lavice o mocnosti 1 až 3 m. Pískovce mají světle šedou až světle okrovou barvu, jsou dobře vytríděné a jemnozrné. Makroskopicky lze určit drobné klasty křemene a živců, v malém množství se zde vyskytují také šupinky muskovitu. Tyto pískovcové vrstvy se střídají s laminami jílovců. Jílovce mají tmavou zelenošedou barvu. Oba typy hornin mají tmel karbonátové povahy. Vrstevnatost je orientována ve směru Z-V s úklonem vrstev k J pod úhly v rozmezí 45 až 70°. Vyskytují se zde pukliny ve dvou směrech JZ-SV s úklonem k SZ a ve směru S-J s úklonem k Z, velikosti sklonu se pohybují v rozmezí 55 až 80° (obr. 15). Hydrotermální mineralizace jsou zde vázány na oba zmíněné puklinové systémy. Žilky v puklinách jsou vyplněny velmi jemnozrným šedobílým kalcitem, u kterého není možné okem rozeznat velikost jednotlivých zrn. Mocnost těchto žilek je 0,2 až 0,5 cm.



Obr. 14: Lom Chvalčov s dobře viditelnou vrstevnatostí pískovců a jílovců.



Obr. 15: Pólový obloukový diagram s vynesnými měřeními orientace kalcitové žíly, vrstevnatosti hornin a systémů puklin promítnuté ve spodní hemisféře Lambertovy projekce.

6.2 Laboratorní etapa

V laboratorní etapě byly zhotoveny leštěné výbrusy z pískovců, na které jsou hydrotermální mineralizace vázány. Tyto výbrusy byly následně popsány v polarizačním mikroskopu. Stručnou charakteristiku studovaných vzorků uvádí tabulka.

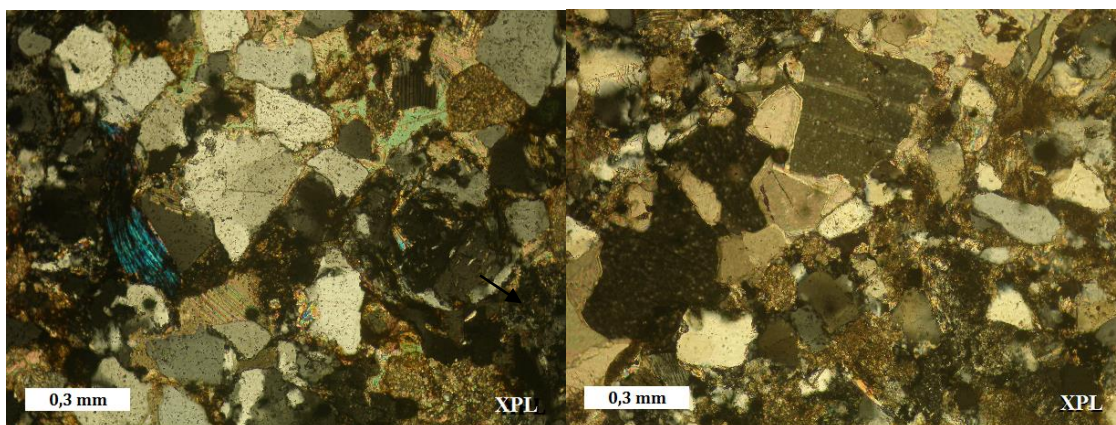
Tab. 1: Stručný přehled studovaných pískovců, jejich makroskopický popis a minerální složení.

LOKALITA	STRUČNÝ POPIS PÍSKOVCE	MINERÁLNÍ SLOŽENÍ
Níva	tmavě šedohnědá barva, středně až hrubě zrnitý, zrnitostně dobře vytríděný, siltovitá základní hmota, pórový karbonátový tmel, přítomny prouhelnělé zbytky rostlin	křemen, draselný živec, plagioklas, muskovit, biotit, opakní minerály, granát, glaukonit, oxidy a hydroxidy železa, karbonátový tmel
Říka	šedá až okrovohnědá barva, jemně až středně zrnitý, zrnitostně dobře vytríděný, siltovitá základní hmota, pórový karbonátový tmel	křemen, draselný živec, plagioklas, muskovit, biotit, opakní minerály, granát, glaukonit, oxidy a hydroxidy železa, karbonátový tmel
Německý lom	hnědošedá až nazelenalá barva, jemně až středně zrnitý, zrnitostně špatně vytríděný, jílovitá základní hmota, bazální karbonátový tmel, fosilie	křemen, draselný živec, plagioklas muskovit, biotit, opakní minerály, granát, glaukonit, chlorit, oxidy a hydroxidy železa, karbonátový tmel
Křídlo	světle béžovošedá barva, středně až hrubě zrnitý, zrnitostně špatně vytríděný, jílovitá základní hmota, pórový karbonátový tmel, fosilie	křemen, draselný živec, plagioklas, muskovit, biotit, opakní minerály, granát, glaukonit, oxidy a hydroxidy železa, karbonátový tmel
Chvalčov	světle okrovobéžová barva, velmi jemnozrný, zrnitostně dobře vytríděný, siltovitá základní hmota, pórový karbonátový tmel	křemen, draselný živec, plagioklas muskovit, glaukonit, oxidy a hydroxidy železa, karbonátový tmel

6.2.1 Mikroskopický popis pískovců a karbonátových žilek

Jak již bylo zmíněno, kalcitové žíly jsou vázány na pískovce chvalčovského souvrství a na hostýnské vrstvy souvrství soláňského. Následující odstavce se zaměří na podrobný mikroskopický popis těchto pískovců z jednotlivých lokalit.

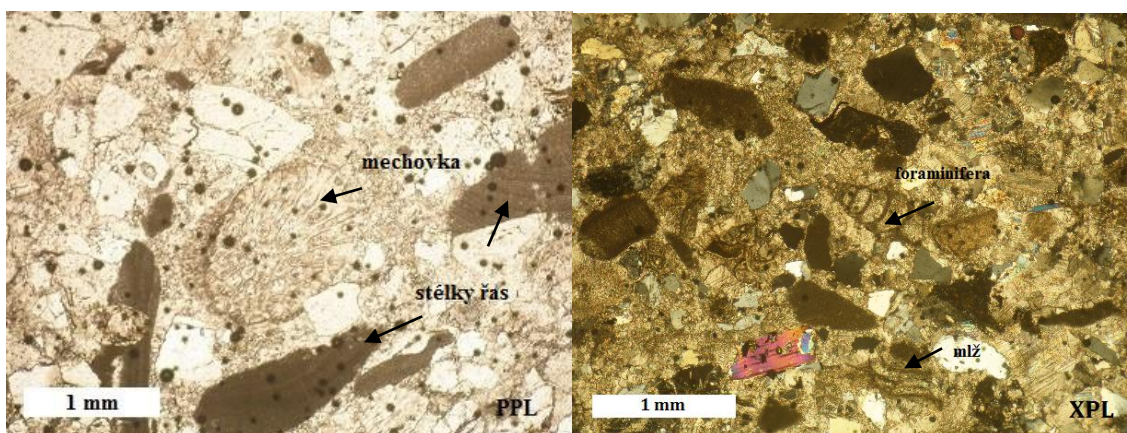
Mikroskopickým popisem byla zjištěna velká podobnost pískovce z lomu Niva s pískovcem odebraným z lomu Říka (obr. 16). Pískovec z lomu Říka se od vzorku z lomu Niva liší pouze absencí biotitu a menším obsahem kalcitového tmelu. Klasy jsou polozaoblené až ostrohranné a jsou tvořeny především křemenem, živci a úlomky vápenců. Průměrná velikost klastů je 0,15 mm. Křemen je při pozorování s vysunutým analyzátozem (PPL) bezbarvý. Některé klasy jsou polykrystalické. Přibližně 80% křemenných zrn při pozorování se zasunutým analyzátozem (XPL) zháší undulózně. Křemen obsahuje primární, pseudosekundární a sekundární fluidní inkluze. Draselný živec je dobře štěpný podle dvou systémů. Vyskytují se zde pertity a u některých zrn je viditelné mikroklinové mřížkování. Dalším zastoupeným živcem ve výbruse je plagioklas, který v XPL vykazuje charakteristické ostré i rozplývavé, tenké i tlusté polysyntetické lamely. Oba typy živců podléhají slabé sericitizaci a silné kaolinizaci. Základní hmota je zde siltovitá. V akcesorickém množství jsou v pískovci zastoupeny také šupinky muskovitu (obr. 16) se středním dvojlomem a šupinkybaueritizovaného biotitu, který vykazuje v PPL slabý pleochroismus, osa X – světle hnědookrová barva, osa Y/Z oranžovohnědá barva. Obě zmíněné slídy jsou deformované. Dále vzorek obsahuje zelená okrouhlá zrníčka glaukonitu, granát, který je v PPL bezbarvý a nepleochroický a opakní minerály izometrického nebo nepravidelného tvaru. Tmel pískovců je karbonátový pórového charakteru a je tvořen kalcitem s oxidy a hydroxidy železa. Kalcit je ve vzorku zastoupen v podobě sparitu i mikritu. V PPL bezbarvý a bez pleochroismu, štěpnost je zde velmi dokonalá podle tří systémů. V XPL jsou viditelné lamely souhlasné se štěpností. Nechybí zde charakteristické douškování. Ve výbrusu z lomu Říka byla zachycena karbonátová žilka (obr. 16). Má mocnost 0,5 mm a je vyplněna zrny kalcitu s viditelnými lamelami.



Obr. 16: Středně až hrubě zrnitý pískovec se šupinkou muskovitu – lom Niva (vlevo) a jemně až středně zrnitý pískovec s kalcitovou žilkou odebraný z lomu Říka (vpravo).

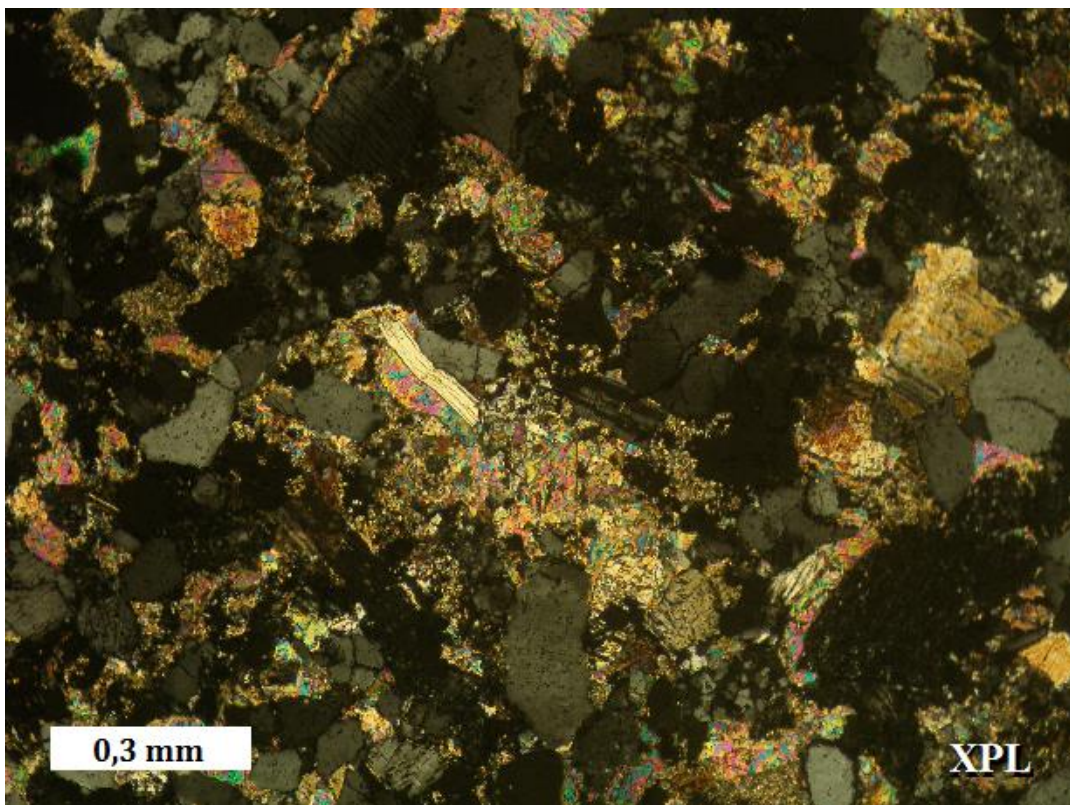
Také následující výbrusy z pískovců z Německého lomu a výchozu na lokalitě Křídlo vykazují vzájemnou podobnost, což je zřejmé z obr. 17., a to jak složením, tak zrnitostí a přítomností podobných fosilií. V obou zmíněných vzorcích jsou zastoupeny fosilie jak živočišného, tak rostlinného původu. Byly zde nalezeny fosilní zelené řasy, mechovky, foraminifery a mlži. Na lokalitě Křídlo (obr. 17) je vyšší podíl mechovek a mlžů než v Německém lomu. V pískovci z Německého lomu jsou klasty zastoupeny křemenem a živci. Oba zmíněné minerály vykazují nízký stupeň opracování. Křemen je zde bezbarvý, polykrystalický i monokrystalický. Jsou v něm opět obsaženy fluidní inkluze. V XPL vykazuje undulózni zhášení. Živce jsou zde zastoupeny jak draselnými živci, tak plagioklasy. U plagioklasů jsou pozorovatelné polysyntetické lamely a u některých klastů draselného živce je viditelná štěpnost podle jednoho, výjimečně podle dvou systémů a bylo zde pozorováno mikroklinové mřížkování. Akcesorie jsou zastoupeny šupinkami muskovitu a biotitu, jejichž klasty jsou zprohýbané a je na nich viditelná štěpnost podle jednoho systému. Biotit uzavírá opakní fáze. Základní hmota pískovce je jílovitá. Tmel je zde karbonátový a limonitový a má bazální charakter. Kalcit je bezbarvý bez pleochroismu, některá zrna vykazují pseudopleochroismus. Jeho zrna jsou velmi zakalená, mají drsný povrch a dokonalou štěpnost podle klence. U kalcitu jsou v XPL dobře viditelné dvojčatné lamely.

Na lokalitě Křídlo jsou klasty zastoupeny stejnými minerály jako v Německém lomu. Tmel je zde však pórový a je tvořen karbonáty a oxidy a hydroxidy železa, které tvoří kulovité sytě červené agregáty či nepravidelná zrnka a rozplývavé povlaky. Oproti Německému lomu je na této lokalitě vyšší stupeň vytříděnosti klastů.



Obr. 17: Mikrofotografie pískovců bohatých na fosilní obsah - Křídlo (vlevo) a Německý lom (vpravo).

V lomu Chvalčov je pískovec tvořen klasty se středním stupněm opracování, které jsou reprezentovány především živci a křemenem. Křemen je v tomto výbruse monokrystalický nebo polykrystalický, značně rozpraskaný a živce jsou zde zastoupeny jak draselnými živci, tak plagioklasy. Plagioklasy zde mají deformované lamely, což je zřejmé z fotografie (obr. 18) vzorku v XPL. Klasty plagioklasu jsou obecně menší než klasty draselného živce. Průměrná velikost je 0,1 mm. Draselný živec je postižen středně silnou kaolinizací a sericitizací. Jeho klasty vykazují střední stupeň zaoblení. U většiny klastů je dobře viditelná štěpnost podle dvou systémů svírajících úhel přibližně 90°. Dvojčatění ani pertity u tohoto minerálu nebyly ve výbruse pozorovány. V akcesorickém množství jsou v jílovité základní hmotě zastoupeny šupinky muskovitu. Tyto šupinky jsou v důsledku deformace prohnuty. Dále jsou zde v malém množství zastoupena nepravidelná nebo izometrická zrnka glaukonitu. Ve výbrusu z pískovce z této lokality nebyly nalezeny žádné fosilie. Tmel je tvořen spolu s kalcitem také oxidy a hydroxidy železa a je pórový. Mikritová složka tmelu převažuje nad složkou sparitovou. U kalcitu je viditelná dokonalá štěpnost podle klence a také rovné dvojčatné lamely, které jsou viditelné v XPL.

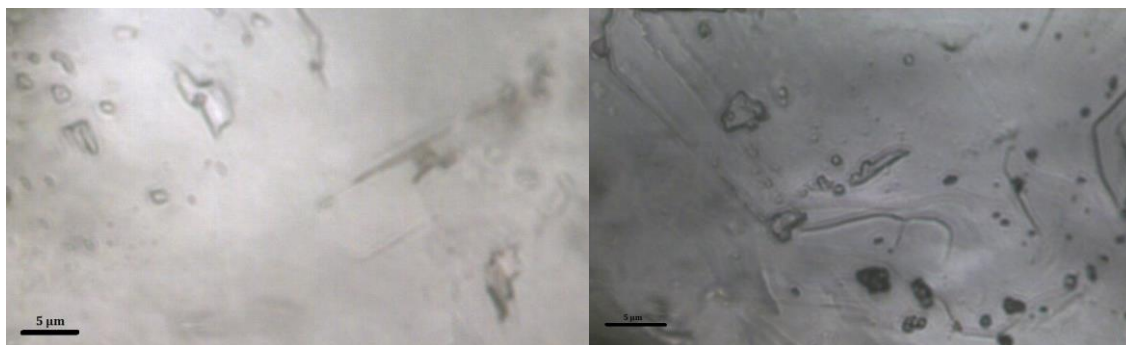


Obr. 18: Mikrofotografie pískovce odebraného z lomu Chvalčov.

6.2.2 Mikrotermometrie fluidních inkluzí

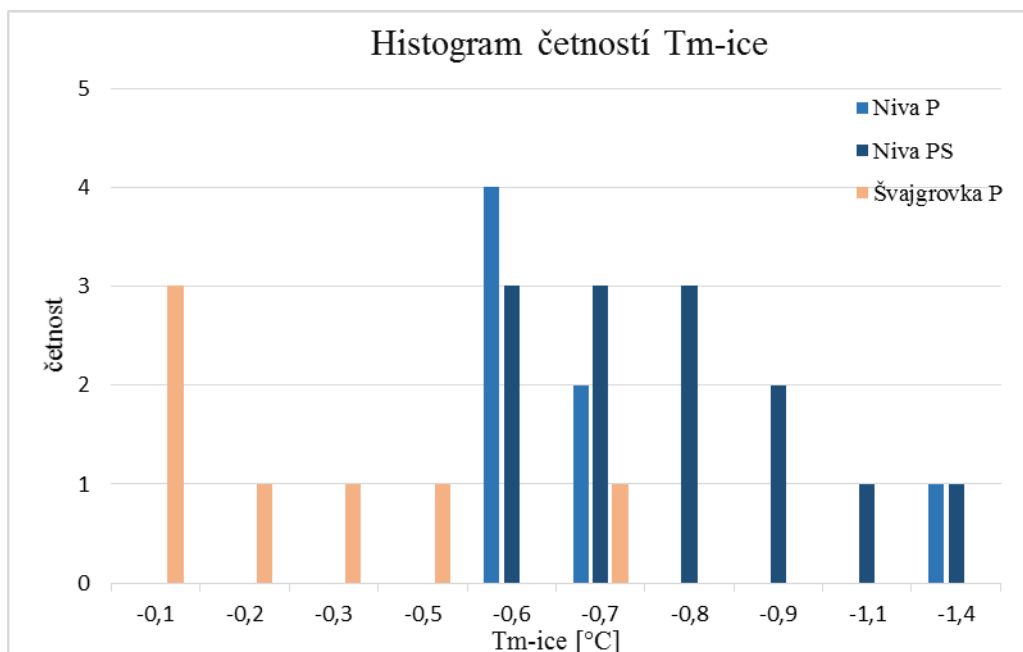
Pomocí této metody byly studovány fluidní inkluze v kalcitových úlomcích z žilek v pískovcích. Fluidní inkluze, u kterých byla mikrotermometrie proveditelná, byly nalezeny v lomu Niva (žilka vyhojující puklinu) a Švajgrovka (žilka na rozhraní dvou vrstev pískovců). Jednalo se o primární a pseudosekundární fluidní inkluze. Převažovaly jednofázové fluidní inkluze, které bylo nutno zahřát na 250 °C, a teprve poté při poklesu teploty se objevila také plynná fáze. Tyto jednofázové fluidní inkluze nebyly vhodné pro měření teploty homogenizace (T_h), ale pouze pro určení teploty zamrznutí inkluze (T_f) a teploty tání posledního krystalu ledu ($T_{m_{ice}}$). Pouze zřídka se vyskytovaly přirozeně dvoufázové inkluze typu L+V.

V úlomcích kalcitu z lomu Niva byly nalezeny primární a pseudosekundární fluidní inkluze (obr. 19). Primární fluidní inkluze se vyskytovaly v malých shlucích a měly nepravidelný tvar, zatímco pseudosekundární inkluze byly uspořádány do krátkých řádků a měly úzký a protáhlý tvar. Nezávisle na genezi inkluzí se obsah plynné fáze pohyboval v rozmezí 10-20 obj. %.



Obr. 19: Primární dvoufázové fluidní inkluze v kalcitu, vzorek z lomu Niva.

Primární fluidní inkluze v tomto vzorku byly jednofázové (L) i dvoufázové (L+V). Teploty homogenizace byly měřeny pouze u inkluzí typu L+V a pohybovaly se v rozmezí od 183,7 do 209,3 °C. Teploty celkového zamrznutí inkluzí tohoto typu byly naměřeny od -38,5 do -43,6 °C. Teplota tání posledního krystalku ledu byla naměřena v rozmezí -0,6 až -0,7 °C (obr. 20, tab. 2). Mezi primárními inkluzemi byly také jednofázové, které byly tvořeny pouze vodnou složkou. Plynná fáze se v nich objevila pouze při přehřátí vzorku na 250 °C. Teploty celkového zamrznutí inkluzí byly naměřeny v rozsahu -37,8 až -49,2 °C. Teploty tání posledního krystalku ledu se pohybovaly od -0,7 do -1,4 °C (obr. 20, tab. 2).



Obr. 20: Histogram četností zastoupení fluidních inkluzí z hlediska teploty tání posledního krystalu ledu (T_{m-ice}). Označení: P-primární fluidní inkluze, PS-pseudosekundární fluidní inkluze.

Další studovanou generací fluidních inkluzí jsou pseudosekundární inkluze, které obsahovaly pouze kapalinu (typ L). Tyto inkluze po předchozím přehřátí zamrzaly při teplotách $-37,5$ až $-49,7$ °C a jejich obsah odtál při $-0,6$ až $-1,4$ °C (obr. 20, tab. 2).

Tab. 2: Mikrotermometrické parametry fluidních inkluzí z kalcitů z lomu Niva.

Geneze měřených fluidních inkluzí	Fáze	Četnost	Velikost měřených inkluzí [μm]	T_h [°C]	T_f [°C]	T_{m-ice} [°C]	Salinita [hm. %]
Primární	L+V	4	6,75 až 7,5	183,7 až 209,3	-38,5 až -43,6	-0,6 až -0,7	1,1 až 1,2
	L	3	3,5 až 6,25	-	-37,8 až -49,2	-0,7 až -1,4	1,2 až 2,4
Pseudosekundární	L	13	4,0 až 6,25	-	-37,5 až -49,7	-0,6 až -1,4	1,1 až 2,4

Hydrotermální kalcity z lomu Švajgrovka obsahují primární, pseudosekundární i sekundární plynokapalné uzavřeniny. Pseudosekundární a sekundární inkluze však byly velmi špatně pozorovatelné a proveditelnost mikrotermometrie nebyla možná kvůli zakalení kalcitu a malé velikosti inkluzí. Pseudosekundární inkluze se vyskytovaly v krátkých řádcích, sekundární tvořily řádky protínající celé zrno od okraje k okraji.

Oba zmíněné typy inkluzí měly protáhlý a úzký tvar a pouze zřídka se dalo rozlišit, zda se jedná o jednofázové nebo dvoufázové uzavřeniny. V případě primárních inkluzí byla mikrotermometrie úspěšná. Byly nalezeny jak dvoufázové inkluze typu L+V s obsahem plynné fáze 10-20 obj. %, tak inkluze obsahující pouze kapalnou složku (typ L). Dvoufázové fluidní inkluze měly rozměry od 6 do 7,5 μm . Byly u nich vysledovány teploty homogenizací od 114,3 do 155,6 $^{\circ}\text{C}$, jejich obsah celkově zamrzl při -39,8 až -43,6 $^{\circ}\text{C}$ a poslední led odtál v intervalu od -0,1 do -0,3 $^{\circ}\text{C}$ (obr. 20, tab. 3).

Jednofázové inkluze měřily 3,5 až 4,75 μm . Teplota homogenizace zde měřena nebyla. K celkovému zamrznutí inkluzí docházelo v rozmezí -38,9 až -39,8 $^{\circ}\text{C}$ a teploty tání posledního krystalku ledu pak byly od -0,5 do 1,0 $^{\circ}\text{C}$ (obr. 20, tab. 3).

Tab. 3: Mikrotermometrické parametry fluidních inkluzí z kalcitů z lomu Švajgrovka.

Geneze měřených fluidních inkluzí	Fáze	Četnost	Velikost měřených inkluzí [μm]	Th [$^{\circ}\text{C}$]	Tf [$^{\circ}\text{C}$]	Tm-ice [$^{\circ}\text{C}$]	Salinita [hm.%]
Primární	L+V	5	6 až 7,5	114,3 až 155,6	-39,8 až -43,6	-0,1 až -0,3	0,2 až 0,5
	L	2	3,5 až 7,5	-	-38,9 až -39,8	-0,5 až -0,7	0,9 až 1,0

6.2.3 UV-fluorescence

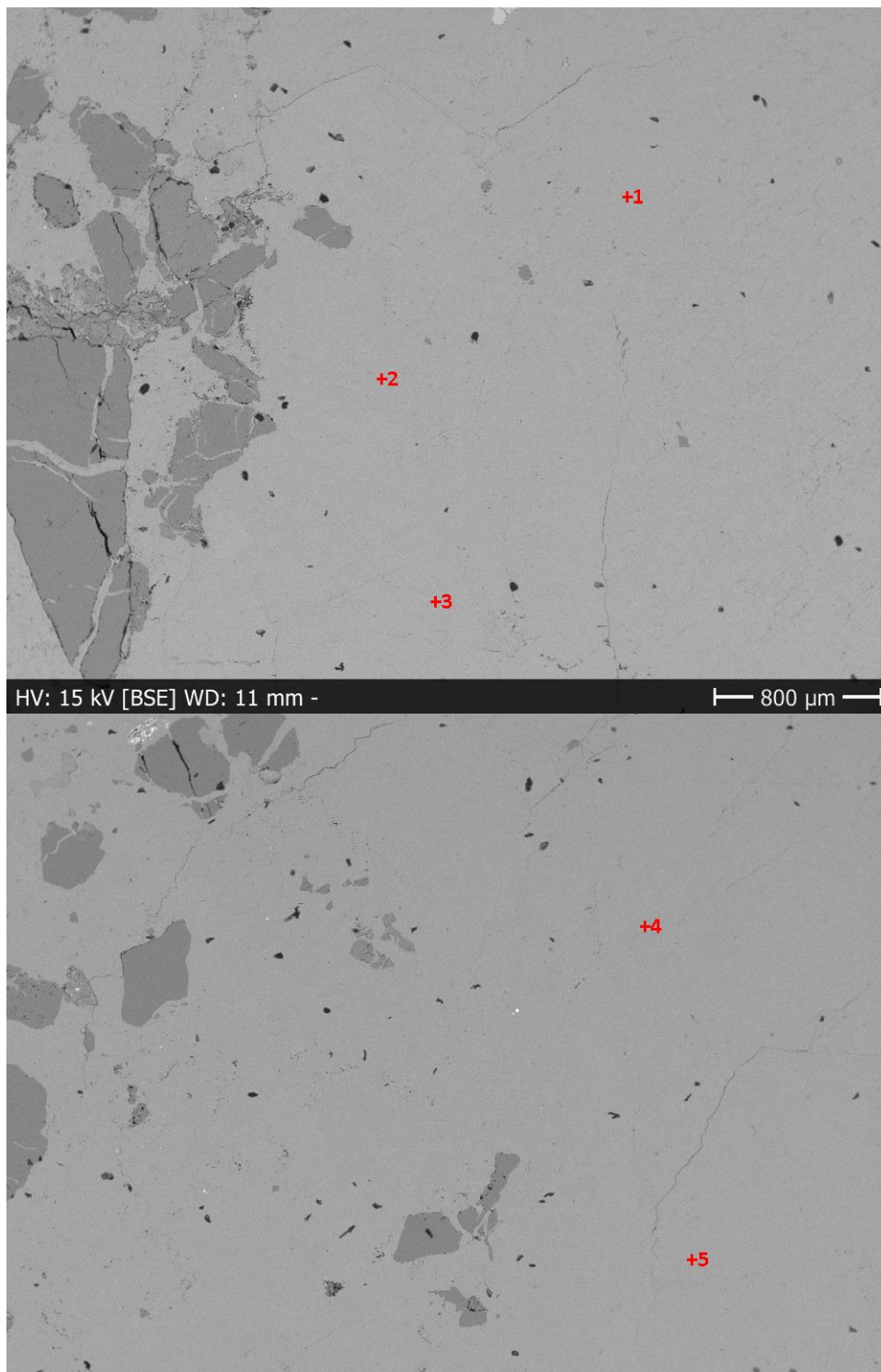
Z důvodu možné migrace uhlovodíků ve studované oblasti byly úlomky hydrotermálních kalcitů ze všech vzorků podrobeny UV-fluorescenčnímu studiu. Tato metoda však výskyt inkluzí s obsahem vyšších uhlovodíků nepotvrdila. Velmi slabou temně modrou fluorescenci vykazoval kalcit pouze při štěpných trhlinách.

6.2.4 Katodová luminiscence

Ve výbrusech z pískovců z lokalit Říka a Křídlo byly zachyceny karbonátové žilky, které byly dále zkoumány katodovou luminiscencí. Kalcity na žilkách v pískovcích z těchto lokalit ovšem nejevily známky luminiscence. Bez aktivity byl také karbonátový tmel obou pískovců.

6.2.5 Elektronová mikroanalýza

Metodou EDX bylo studováno chemické složení karbonátů ve vzorku z lokality Křídlo. Pro porovnání byl analyzován kalcit z žilky (analýzy 1 až 5; obr. 21) a karbonát z tmele pískovce (analýzy 6 až 8).



Obr. 21: Karbonátová žilka a tmel pískovce v BSE s pozicí analýz 1-5.

Chemickou analýzou karbonátu z žilky na lokalitě Křídlo bylo zjištěno, že se jedná o téměř čistý kalcit (tab. 4). Byly zde naměřeny hodnoty CaO od 55,25 do 55,85 hm. %. Kromě CaO je zde zastoupen MgO (0,60 až 0,83 hm. %) a v menším množství i FeO (0,54 až 0,65 hm. %). Kalcity z žilky i tmelu jsou v BSE obraze poměrně homogenní (obr. 21) a vykazují podobný chemismus. V tmelu pískovce je obsah CaO

v rozsahu od 54,88 do 55,02 hm. %, množství MgO v rozmezí 0,74 až 1,03 hm. % a FeO je v tmelu zastoupeno v rozmezí 0,16 až 0,63 hm. %.

Tab. 4: Výsledky EDX analýzy kalcitu ze vzorku z lomu Křídlo.

<i>Analýza</i>	<i>žilka</i>					<i>tmel</i>		
	1	2	3	4	5	6	7	8
CaO	55,85	55,79	55,72	55,73	55,25	54,88	55,02	54,90
MgO	0,83	0,60	0,71	0,67	0,79	0,74	0,93	1,03
FeO	0,60	0,65	0,64	0,54	0,59	0,63	0,16	0,35
Suma	57,29	57,04	57,07	56,95	56,63	56,26	56,11	56,28
<i>Vzorec</i>	<i>Normalizováno na 3 atomy kyslíku ve vzorcové jednotce.</i>							
Ca	0,972	0,977	0,974	0,976	0,973	0,973	0,975	0,970
Mg	0,020	0,015	0,017	0,016	0,019	0,018	0,023	0,025
Fe	0,008	0,009	0,009	0,007	0,008	0,009	0,002	0,005
Catsum	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

7. Diskuze

7.1 Hydrotermální mineralizace

Na studovaném území byly karbonátové žilky nalezeny na šesti lokalitách. Pět z nich spadá do hostýnských vrstev soláňského souvrství, zatímco jedna lokalita zastupuje chvalčovské souvrství předmagurské jednotky. Ve většině případů se jednalo o žilky, které se vážou na puklinové systémy pískovců, kde převažovaly směry S-J a ZJZ-VSV s úklonem přibližně 70° k Z, v druhém případě k JJV. Tyto žilky lze pravděpodobně označit za posttektonické. Jejich vznik je patrně spojen s neoidní tektonikou po ukončení hlavních fází alpinského vrásnění a dosunutí flyšových příkrovů.

Stejně mineralizované pukliny našli Urubek s Dolníčkem (2009) ve slezské jednotce. Pouze dvě zjištěné hydrotermální mineralizace byly nalezeny v pozici shodné s orientací vrstevnatosti, která měla směr SV-JZ se sklonem 30° k JV až VSV-ZJZ s úklonem 40° k JJV. Takové mineralizace byly zjištěny v lomu Niva, kde žilka pronikala mezi vrstvou pískovce a jílovcem nebo Říka a Švajgrovka, kde kalcitové žilky od sebe oddělovaly pískovcové lavice. Tyto mineralizace mohou být posttektonické, ale nelze u nich vyloučit ani diagenetický původ. Na studovaném území byly naměřeny puklinové systémy SZ-JV s úklonem k SV, S-J svažující se k Z. Naměřené hodnoty souhlasí s hodnotami, které ve své práci uvedla Šanža (2008) a později Vlasáková (2015) v pokračování račanské jednotky ve Chříbech. Kromě těchto dvou puklinových systémů, byly v severozápadní části Hostýnských vrchů popsány také pukliny s orientací ZJZ-VSV s úklonem k SSZ. Tektonické rýhování na kalcitové žíle v puklině nalezené na lokalitě Švajgrovka naznačuje, že žilka je starší než pohyb. Stejně tektonické rýhování našli Urubek a Dolníček (2009) v jílovcích slezské jednotky. Geneze této pravé žilky by mohla být spjata s pohybem pískovcových bloků v důsledku neoidní tektoniky.

Karbonátové žilky ani tmel studovaných pískovců nejevily v katodové luminiscenci žádnou luminiscenci. Tento fakt byl překvapivý, vzhledem k tomu, že kalcitové žilky v pískovcích lukovských vrstev ve Chříbech vykazovaly oranžovočervenou luminiscenci (Vlasáková 2015).

Podle Pagela et al. (2000) by vysvětlením pro absenci luminiscence mohla být přítomnost železa jako inhibitoru nebo nedostatečný obsah manganu, který působí

v karbonátech jako aktivátor. Tento předpoklad byl potvrzen analýzou chemismu kalcitu na elektronové mikrosondě (EDX).

7.2 Fluidní inkluze

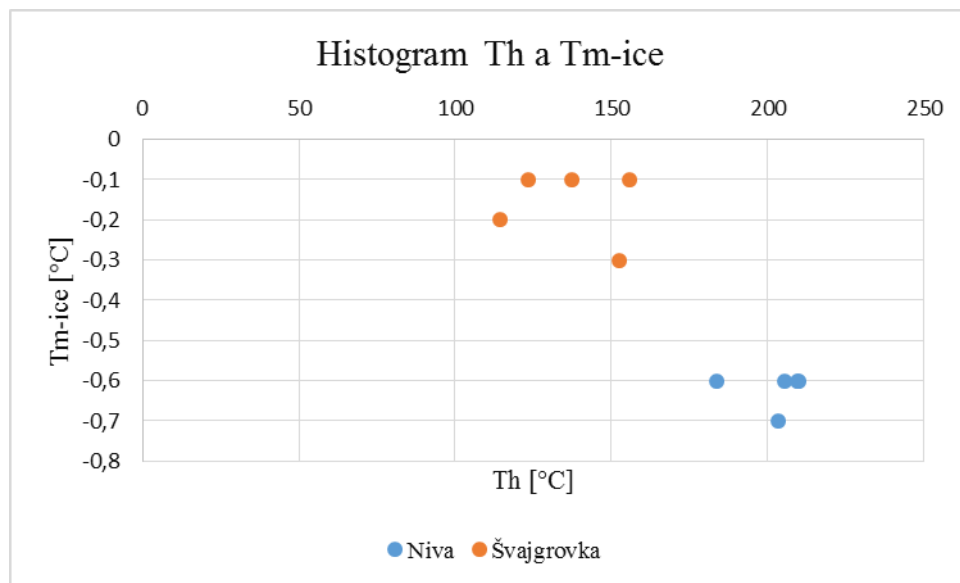
Studium fluidních inkluzí prokázalo, že původem jejich vzniku byla nízkoteplotní fluida, což vyplývá z naměřených teplot homogenizací (od 114,3 do 209,3 °C). Vzhledem k podobnosti naměřených mikrotermometrických parametrů s hodnotami zjištěnými Ulmanovou (2015) v nízkoteplotních, nízkosalinních hydrotermálních kalcitech v bělokarpatské jednotce je možné předpokládat, že také v inkluzích z kalcitů Hostýnských vrchů je přítomen systém $H_2O-NaCl\pm KCl\pm MgCl_2$ (Ulmanová 2015). Kryometrie fluidních inkluzí z kalcitu z lomu Niva prokázala, že v závislosti na teplotě tání posledního krystalu ledu měl jejich mateřský roztok salinitu 1,1 až 1,2 hm. % NaCl ekv., kdežto u primárních inkluzí typu L byla z naměřených hodnot T_m -ice vypočtena salinita s rozsahem 1,2 až 2,4 hm. % NaCl ekv. (Bodnar 1993). Pseudosekundární vodné fluidní inkluze vykazují z hlediska velikosti podobnost s primárními inkluzemi typu L, avšak mají větší rozsah naměřených hodnot a salinitu odpovídající 1,1 až 2,4 hm. V lomu Švajgrovka byly u relativně větších inkluzí typu L+V naměřeny nižší teploty homogenizace než u předchozí lokality. Teplotám tání posledního krystalu ledu odpovídala salinita od 0,2 po 0,5 hm. %. U vodných inkluzí měla salinita o něco vyšší hodnoty, 0,9 až 1,0 hm. %. Z grafu (obr. 20) je zřejmý rozdíl hodnot T_m -ice obou studovaných lokalit. Ve všech případech se však jedná o nízkosalinní fluida.

Vypočítané hodnoty salinit, stejně jako naměřené teploty homogenizací, byly srovnatelné také s hodnotami zjištěnými ve slezské jednotce Poláchem (2008), Urubkem (2009) a Urubkem a Dolníčkem (2009).

Z grafu (obr. 22) je viditelný náznak trendu zvyšování teploty homogenizace za současného snižování teploty tání posledního krystalu ledu (T_m -ice), což může být způsobeno zvyšujícím se vyloučením minerálních látek z okolních hornin do hydrotermálního roztoku při jeho vyšších teplotách nebo také mísením fluid s chladnějšími a méně salinními fluidy (Zachariáš 2000).

Jsou-li brány v potaz genetické typy žilek, ze kterých byly hodnoty uvedené v obr. 22 zjištěny, je zřejmé, že ložní žilka z lomu Švajgrovka obsahuje fluidní inkluze s nižší salinitou, zatímco inkluze z pravé žilky z lomu Niva vykazují vyšší salinitu.

Studiem kalcitu fluorescenční metodou v ultrafialovém světle nebyla potvrzena přítomnost inkluzí s vyššími uhlovodíky ve studovaných vzorcích, což neodpovídá výsledkům Vlasákové (2015), zjištěným v západní části Chřibů.



Obr. 22: Histogram závislosti teplot tání posledního krystalu ledu (T_{m-ice}) na teplotách homogenizace (T_h) primárních fluidních inkluzí v pískovcích z lomu Niva a z lomu Švajgrovka.

8. Závěr

Při terénní etapě bylo zjištěno, že hydrotermální mineralizace jsou vázány v rámci studované oblasti v sz. části Hostýnských vrchů na hostýnské vrstvy soláňského souvrství a na chvalčovské souvrství jednotky předmagurské. Žilky byly tvořeny bílým nebo žlutošedobílým jemnozrnným granulárním kalcitem (v lomu Švajgrova v jednom případě vláknitým kalcitem) a vyhojovaly buď puklinové systémy (S-J a ZJZ-VSV s úklonem přibližně 70° k Z) nebo vrstevní spáry ve směru SV-JZ se sklonem 30° k JV až VSV-ZJZ s úklonem 40° k JJV. V lomu Švajgrova byla na puklině zaznamenána také pravá žilka s tektonickým rýhováním. Tyto mineralizace jsou pravděpodobně posttektonické. Jejich vznik je patrně spojen s neoidní tektonikou po ukončení hlavních fází alpinského vrásnění a dosunutí flyšových příkrovů. Pouze v případě ložních žilek nelze vyloučit ani diagenetický původ.

V úlomcích kalcitu z ložní žilky z lomu Švajgrova a pukliny z lomu Niva byly nalezeny fluidní inkluze s vodným roztokem typu L a L+V, které pravděpodobně obsahují systém $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}\pm\text{KCl}\pm\text{MgCl}_2$. Mikrotermometrií byly naměřeny T_h v rozsahu od 114,3 do 209,3 °C a hodnotám T_m -ice odpovídala salinita 0,2 až 2,4 hm. % NaCl ekv. Jedná se tedy o epitermální mineralizace z nízkosalinních mateřských roztoků, při jejichž vzniku se pravděpodobně uplatnilo mísení různých fluid s odlišnou salinitou a rozdílnou teplotou. Přítomnost inkluzí s vyššími uhlovodíky nebyla studiem vzorků UV-fluorescenční metodou prokázána.

Studované karbonáty nebyly v katodové luminiscenci aktivní. EDX analýza potvrdila, že se jedná o chemicky téměř čistý kalcit s nízkým obsahem MgO (0,60 až 1,03 hm. %) a FeO (0,16 až 0,65 hm. %).

Seznam literatury:

Bodnar R. J. (1993): Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 57, 683–684.

Buday T., Cícha Hanzlíková E., Chmelík F., Koráb T., Kuthan M., Nemčok J., Pícha F., Roth Z., Seněš J., Scheibner E., Stráník Z., Vaškovský I., Žebera K. (1967): Regionální geologie ČSSR, II.díl, Západní Karpaty. – Československá akademie věd. Praha.

Dolníček Z., Kropáč K., Uher P., Polách M. (2010): Mineralogical and geochemical evidence for multi-stage origin of mineral veins hosted by teschenites at Tichá, Outer Western Carpathians, Czech Republic. *Chemie der Erde – Geochemistry* 70, 267–282.

Gilíková H., Otava J., Stráník Z. (2002): Petrografická charakteristika sedimentů magurského flyše na listu mapy 25-312 Holešov. – *Geol. výzk. Mor. Slez.* v r. 2001, 26–29.

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

Matějka A. (1956): Výzkum čelní oblasti magurského příkrovu mezi Valašským Meziříčím a Vsetínem. – *Zprávy geologického výzkumu v roce 1956*. 122 – 124. Praha.

Ondřej T. (1999): Morfostrukturní analýza georeliéfu valašskobystřické vrchoviny a jejího severního předpolí. – *Geografie – Sborník ČGS* – 104, 3, 188–200.

Pagel M., Barbin V., Blanc P., Ohnenstetter D. (2000): *Cathodoluminescence in Geosciences*. – Springer, Berlin - Heidelberg - New York.

Pesl V. (1965): Litofaciální zóny spodního oddílu paleogénu ve vnějších jednotkách západní části magurského flyše. – *Sbor. geol. vied, Západ. Karpaty* 3, 179–212. Bratislava.

Pesl V. (1968): Litofacie paleogénu v magurské jednotce vnějších flyšových Karpat na území listu ČSSR a PLR. – *Sbor. geol. vied, Západ. Karpat*, 9, 71–117. Bratislava.

Polách M. (2008): Hydrotermální mineralizace ve východní části Moravskoslezských Beskyd (Vnější Západní Karpaty). – MS, diplomová práce. PřF UP Olomouc.

- Polách M., Dolníček Z., Malý K. (2008): Hydrotermální mineralizace na lokalitě Pindula u Frenštátu pod Radhoštěm (slezská jednotka, Vnější Západní Karpaty). – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 93, 127–135. Brno.
- Roth Z. (1980): Západní Karpaty – terciární struktura střední Evropy. – Ústřední ústav geologický, Praha.
- Stráník Z., Menčík E., Eliáš M., Adámek J. (1993): Flyšové pásmo Západních Karpat, autochtonní mesozoikum a paleogén na Moravě a ve Slezsku. – Geologie Moravy a Slezska, Moravské zemské muzeum a Sekce geol. věd PřF MU, Brno.
- Šanža L. (2008): Tektonika střední části Chřibů (vněkarpatský flyš). – MS, diplomová práce, PřF MU Brno.
- Ulmanová J. (2015): Podmínky vzniku vybraných mineralizací z lomu Bučník u Komní. – MS, bakalářská práce, Katedra geologie PřF UP Olomouc.
- Urubek T., Dolníček Z. (2009): Hydrotermální mineralizace v jílovcích lhoteckého souvrství u Choryně (slezská jednotka, Vnější Západní Karpaty). – Geol. výzk. Mor. Slez., 81–84. Brno.
- Urubek T., Dolníček Z. (2011): Hydrotermální mineralizace v hornině těšínitové asociace u Nového Jičína (slezská jednotka, Vnější Západní Karpaty). – Geol. výzk. Mor. Slez., 83 – 86. Brno.
- Urubek T. (2009): Hydrotermální mineralizace v západní části Moravskoslezských Beskyd (Vnější západní Karpaty). – MS, Diplomová práce, PřF UP Olomouc.
- Urubek T. – Dolníček Z. (2008): Hydrotermální mineralizace v hornině těšínitové asociace z Hodslavic u Nového Jičína (slezská jednotka, Vnější Západní Karpaty). – Čas. Slez. Muz. Opava (A), 57, 21–30. Opava.
- Urubek, T., Dolníček, Z., Kropáč, K. (2014): Genesis of syntectonic hydrothermal veins in the igneous rock of teschenite association (Outer Western Carpathians, Czech Republic): growth mechanism and origin of fluids. *Geologica Carpathica*. 65, 6, 419–431. Bratislava.
- Urubek T., Dolníček Z., Uhlíř D. (2009): Mineralogie a podmínky vzniku hydrotermální mineralizace v pikritu z Choryně u Valašského Meziříčí (slezská jednotka, Vnější Západní Karpaty). – Čas. Slez. Muz. Opava (A) 58, 175–190. Opava.

Vlasáková J. (2015): Hydrotermální mineralizace v západní části Chřibů. – MS, bakalářská práce, Katedra geologie PřF UP Olomouc.

Zachariáš J. (2000): Úvod do studia plynokapalných inkluzí. – Ústav geochemie mineralogie a nerostných zdrojů PřF UK Praha.

www1: Geologická mapa 1:50 000 [online]. Dostupné z:
http://mapy.geology.cz/geocr_50/ (cit. 7. 11. 2015).

www2: Turistická mapa [online]. Dostupné z:
<https://mapy.cz/turisticka?x=17.7903110&y=49.3588918&z=12>. (cit. 1. 11. 2015).