

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA GEOLOGIE



HONČOVA HŮRKA – KLASICKÁ MINERALOGICKÁ LOKALITA

Bakalářská práce

Ondřej Novotný

Environmentální geologie (B1201)

prezenční studium

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

červen 2019

# Bibliografická identifikace

**Jméno a příjmení autora:** Ondřej Novotný

**Název:** Hončova hůrka u Příbora – klasická mineralogická lokalita

**Typ práce:** bakalářská

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

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

**Rok obhajoby:** 2019

**Abstrakt:** Opuštěný lom na Hončově hůrce je velmi významná a dobře prozkoumaná mineralogická lokalita v podbeskydské části Vnějších Západních Karpat. Nachází se v efuzivním tělese porfyrického pikritu, které je uložené ve spodnokřídových sedimentech hradišťského souvrství slezské jednotky. Tato práce primárně shrnuje dosavadní poznatky o této lokalitě a její současný stav. Minerální asociaci pikritu tvoří především olivín, pyroxen, amfibol, biotit, Cr-spinel, magnetit a nefelín. Těleso je postiženo silnou až úplnou hydrotermální alterací, porfyrické vyrostlice olivínu bývají nahrazeny serpentinem, základní hmota především chloritem. Mineralogicky nejvýznamnější je zde hydrotermální výplň žilek a mandlí, která obsahuje kalcit, dolomit, serpentín, chlorit, drůzy až 2 cm velkých krystalů křemene a jeho variet, chalcedon, často s achátovou kresbou, baryt a některé zeolity a spinelidy. Mikroanalýzou bylo zjištěno, že chlority se výrazně liší složením vzorek od vzorku, ale ve výplni stejné mandle je jejich složení identické, dolomit obsahuje vysoký podíl ankeritové komponenty a byl zde identifikován siderit. Ve studovaných vzorcích bylo oxidačnější prostředí, než v dříve pozorovaných.

**Klíčová slova:** Vnější Západní Karpaty, slezská jednotka, těšínitová asociace, pikrit, hydrotermální mineralizace

**Počet stran:** 41

**Přílohy:** 1

**Jazyk:** český

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Ondřej Novotný

**Title:** The Hončova hůrka hill near Příbor – a classical mineralogical locality

**Type of thesis:** bachelor

**Institution:** Palacky University of Olomouc, Faculty of Sciences, Department of Geology

**Supervisor:** RNDr. Kamil Kropáč, Ph.D.

**Year of presentation:** 2019

**Abstract:** The abandoned quarry on the hill of Hončova hůrka is well known for its minerals, which have also been the object of many mineralogical studies. It is situated in Outer Western Carpathians, eastern Czech Republic. The rock in the quarry and its near surroundings is formed by a small body of cretaceous picrite surrounded by claystones and sandstones of the Hradiště formation of the Silesian nappe. Main aim of this study is to collect all known information about this site and to describe its actual state. The picrite mostly consists of olivine, pyroxene, amphibole, biotite, chrome spinel, magnetite and nepheline. It is in most cases strongly hydrothermally altered, olivine phenocrysts are replaced by serpentine and groundmass is chloritized. This mineralogical site is however mostly known for its hydrothermal mineralization. Its mineral association mostly consists of calcite, dolomite, serpentine, chlorites, quartz and chalcedony, occasionally barite, zeolites, spinels and some other phases. EDX results reveal variable composition of chlorites in the quarry although their composition in each single fill appears to be constant. Dolomites are often Fe-rich and occurrence of siderite was found.

**Keywords:** Outer Western Carpathians, Silesian Unit, teschenite association, picrite, hydrothermal mineralization

**Number of pages:** 41

**Appendixes:** 1

**Language:** Czech

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval sám pod odborným dozorem vedoucího práce pouze s užitím řádně citované literatury.

V Olomouci dne 3. 5. 2019

.....

Ondřej Novotný

Chtěl bych poděkovat především vedoucímu své práce, RNDr. Kamilu Kropáčovi, Ph.D., za mnoho konstruktivních připomínek a rad. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Jaroslavu Kapustovi za provedení mikroanalýz a pořízení BSE snímků. Mé poděkování patří také panu Antonínu Liedermannovi, který poskytl vzorky ze svého sběru. A také bych chtěl poděkovat své matce MUDr. Petře Novotné a tetě Mgr. Šárce Čecháčkové za jazykovou výpomoc při práci se zdrojovou literaturou v německém jazyce.

# Obsah

1. Úvod.....	7
2. Lokalizace a geologická charakteristika.....	8
3. Těšínitová asociace.....	12
3.1. Tvary těles.....	12
3.2. Geneze a stáří.....	12
3.3. Klasifikace hornin těšínitové asociace.....	14
4. Mineralogie Hončovy hůrky.....	16
4.1. Magmatické minerály.....	17
4.2. Hydrotermální minerály.....	19
5. Metodika.....	24
6. Výsledky.....	25
6.1. Zhodnocení stavu lokality.....	25
6.2. Mineralogie.....	27
7. Diskuse.....	34
8. Závěry.....	35
Seznam použitých zkratk.....	36
Seznam literatury.....	37
Příloha.....	41

# 1. Úvod

Hončova hůrka je jednou z nejvýznamnějších mineralogických lokalit v moravské části Západních Karpat. Sběr minerálů na tomto návrší, tvořeném tělesem hydrotermálně alterovaného pikritu, probíhá už více než 150 let. Pacák (1926) odkazuje na práci L. Hoheneggera, která vyšla již roku 1861, jako na první, v dostupné literatuře dohledatelný, zdroj, který se zmiňuje o Hončově hůrce. Od této doby vznikla řada vědeckých i populárně naučných publikací, které se zabývají zdejšími minerály. Primárním účelem této práce je shrnutí do této chvíle existujících poznatků o Hončově hůrce. Je zde popsáno přes 30 minerálů (Kudělásková a kol. 1990, 1993, Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010, Mrázek a Rejl 2010, Kropáč a kol. 2013, 2015, Kropáč 2014, Jirásek a kol. 2017). Dalším cílem je rozšíření znalostí o chemismu zdejších minerálů.

Za zmíněnou dobu se pochopitelně výrazně změnil i stav této lokality, účelem je tedy i podrobně zdokumentovat současný stav, s důrazem na projevy hydrotermální alterace v odkrytých částech tělesa pikritu.

## 2. Lokalizace a geologická charakteristika

Hončova hůrka ( $49^{\circ}39'35''$  s.š.;  $18^{\circ}09'12''$  v.d.) se nachází v okrese Nový Jičín, asi 1000 m na východ od mostu přes řeku Lubinu v obci Skotnice (*Obr. 1*). Geomorfologicky spadá do Podbeskydské pahorkatiny (Demek a Mackovčín 2014). Jedná se o nečinný lom o rozloze přibližně 2 ha založený v podmořském efuzivním tělese porfyrického pikritu. Těžba stavebního kameniva je zde zdokumentována již z 19. století (Klvaňa 1897).

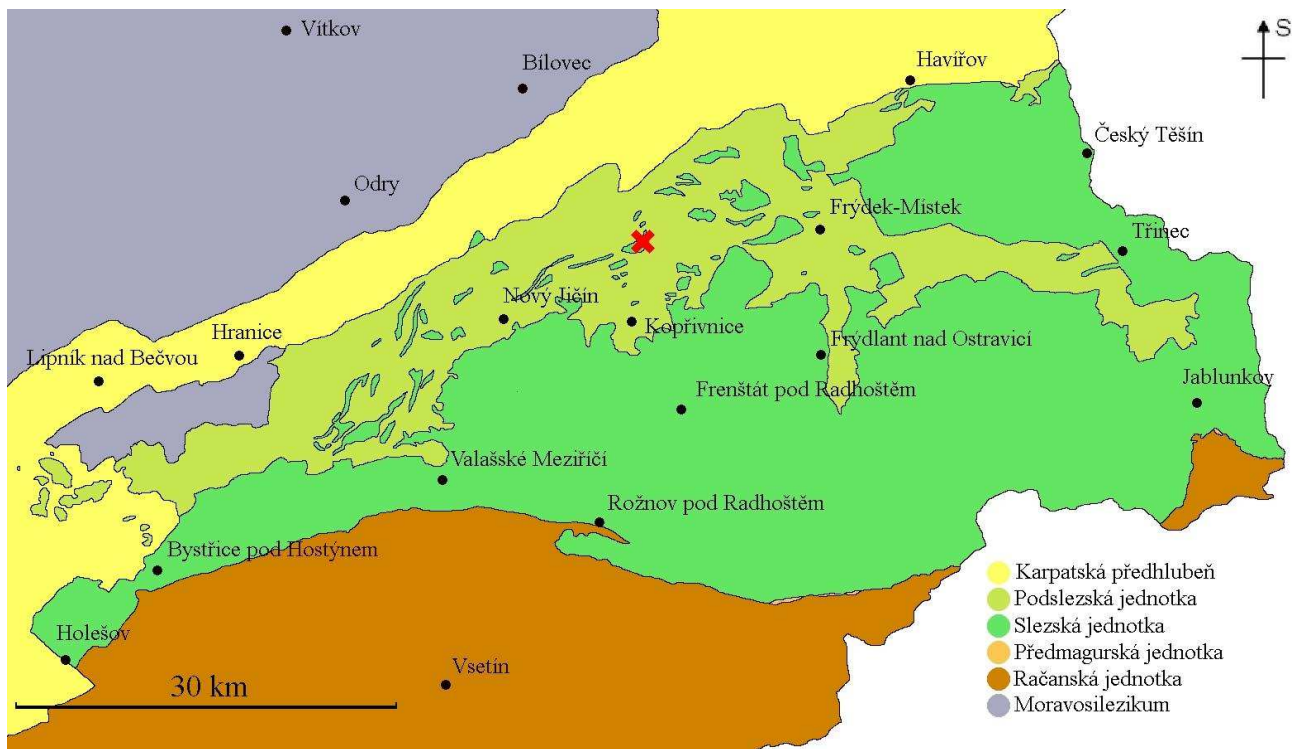


*Obr. 1: Umístění lokality (červený obdélník) na leteckém snímku z roku 2015, upraveno dle [www1](http://www1)*

Geologicky území spadá do flyšového pásma Vnějších Západních Karpat, konkrétně do vnější (menilito-krosněnské) skupiny příkrovů, slezské jednotky a hradištského souvrství (Stráník a kol. 1993, Eliáš a kol. 2003, [www2](http://www2)). Flyšové pásmo je tvořeno sedimenty svrchní jury až miocénu, má příkrovovou stavbu. Příkrovy jsou nasunuty od JV na sedimenty karpatské předhlubně (Stráník a kol. 1993). Slezská jednotka vystupuje na povrch v Moravskoslezských i Slezských Beskydech a v Podbeskydské pahorkatině často v podobě tektonických trosek ležících na podslezském příkrovu (viz. *Obr. 2*; [www2](http://www2)). Přehled litologie a stratigrafie slezské jednotky zobrazuje *Obr. 3*.

V rámci slezské jednotky jsou vyčleňovány tři sedimentární vývoje: godulský, bašský a kelčský. Godulský vývoj zabírá značnou část plochy dnešního erozního řezu slezskou jednotkou. Bašský vývoj je rozšířen zejména na Štramberské vrchovině. Do kelčského vývoje prostorově spadá severovýchodní okraj slezské jednotky (Stráník a kol. 1993; [www2](http://www2)).





Obr. 2: Regionálně-geologické členění oblasti (červený křížek značí pozici Hončovy hůrky, upraveno dle www2)



V průběhu svrchní jury probíhala sedimentace v oblasti slezské jednotky v pelagickém prostředí. Uložil se zde štramberský, kopřivnický a těšínský vápenec a vápnité pelity vendryňského souvrství (Stráník a kol. 1993, Eliáš a kol. 2003, Chlupáč a kol. 2011).

Od valanginu do aptu v godulském vývoji a chlebovické facii bašského a kelčského vývoje sedimentace přechází do flyšové. V kotoučské facii bašského a kelčského vývoje měla sedimentace spíše hemipelagický charakter. Sedimenty uložené v tomto období utvářejí hradišťské souvrství (Stráník a kol. 1993, Eliáš a kol. 2003, Chlupáč a kol. 2011). Magmatická aktivita probíhala současně se sedimentací hradišťského souvrství (Buriánek a Bubík 2012, Buriánek a kol. 2013).

V průběhu aptu a albu je horninový záznam celé slezské jednotky pelagického charakteru. Tento charakter mají i svrchní vrstvy hradišťského souvrství, dále jasenické souvrství kelčského vývoje, lhotecké souvrství godulského vývoje a veřovické souvrství, které je společné pro kelčský a godulský vývoj (Stráník a kol. 1993, Chlupáč a kol. 2011).

Ma			vývoj:	kelčský	bašský	godulský
15	NEOGÉN	miocén	karpát			
20			ottnang			
			eggenburg			
25	PALEOGÉN	oligocén	eger			krosněnské souvrství drobně rytmický flyš
30			ruppel			menilitové souvrství pelagické a hemipelagické sedimenty se silicity
35		eocén	priabon			podmenilitové souvrství
40			barton			
45			lutet			drobně rytmický flyš
50			ypres			
55	paleocén	thanet				
60		dan	milotické souvrství	pálkovické souvrství	istebňanské souvrství	
65	KŘÍDA	svrchní	maastricht	pelity, místy vápnité a tilloidní slepence	hrubě rytmický flyš	středně až hrubě rytmický flyš s vložkami pelitů
70						
75		campan				
80					bašské souvrství	
85		santon	?		flyš s obsahem vápenců a rohovců	godulské souvrství flyš s převahou pískovců
90		coniac				
95		turon				
		cenoman	dubské souvrství vápnité jílovce			mazácké souvrství pestrý drobně rytmický flyš
100		alb	jasenické souvrství pelagické pelity		hradištské souvrství	lhotecké souvrství pelagické pelity
110		apt	veřovické souvrství pelagické pelity			veřovické souvrství pelagické pelity
120	spodní	barrem	hradištské souvrství		chlebovická facie	hradištské souvrství pelity s vložkami pelosideritů
130		hauteriv	viz. hradištské souvrství bašského vývoje		pelity ^ hradištský pískovec ^ flyš s valouny vápenců	hradištský pískovec ^ drobně rytmický flyš a vápnité jílovce
140		valangin				
140		berrias				
150	JURA	malm	tithon			vendryňské souvrství pelagické pelity a vápence
160			kimmeridge			
160			oxford			

Obr. 3: Přehled litostratigrafie slezské jednotky, podle Stráníka a kol. (1993), upraveno

Období svrchní křídly, paleocénu a eocénu jsou ve slezské jednotce charakteristická flyšovou sedimentací. Z kelčského a bašského vývoje jsou známy pouze sedimenty paleocénu a starší. Nejhrubozrnější sedimenty, označující prostředí blízké kontinentu, se uložily kolem rozhraní mezi křídou a paleogénem. Výjimku v tomto ohledu tvoří kelčský vývoj, kde dubské a milotické souvrství obsahují dominantně pelity. V tomto období se v kelčském vývoji uložilo ještě němetické souvrství, které leží pod dubským souvrstvím. V bašském vývoji se v této době uložilo bašské a pálkovické souvrství, godulský vývoj tohoto období utvářejí mazácké, godulské, istebňanské a podmenilitové souvrství (Stráník a kol. 1993, Chlupáč a kol. 2011).

V oligocénu se v godulském vývoji uložilo menilitové souvrství, které má opět spíše pelagický charakter a krosněnské souvrství, tvořené drobně flyšovými sedimenty (Stráník a kol. 1993, Chlupáč a kol. 2011).

### 3. Těšínitová asociace

Název těšínit (něm. Teschenit) zavedl Hohenegger (1861 in Pacák 1926) pro všechny horniny podbeskydské magmatické oblasti. V druhé polovině 19. století a na začátku 20. století vznikla řada dalších petrografických prací, které blíže popsaly minerální a chemické složení hornin těšínitové asociace pomocí polarizační mikroskopie a chemického rozkladu, zmapovaly jejich výskyt, popsaly jejich stavbu a zavedly bližší klasifikaci (Sapetza 1864, Tschermak 1866, Klvaňa 1892, 1897, Pacák 1926, Smulikowski 1929 in Smulikowski 1980).

Později horniny těšínitové asociace petrograficky podrobně prostudoval a dřívější klasifikace shrnul Šmíd (1978) a zjednodušení své dřívější klasifikace vydal také Smulikowski (1980).

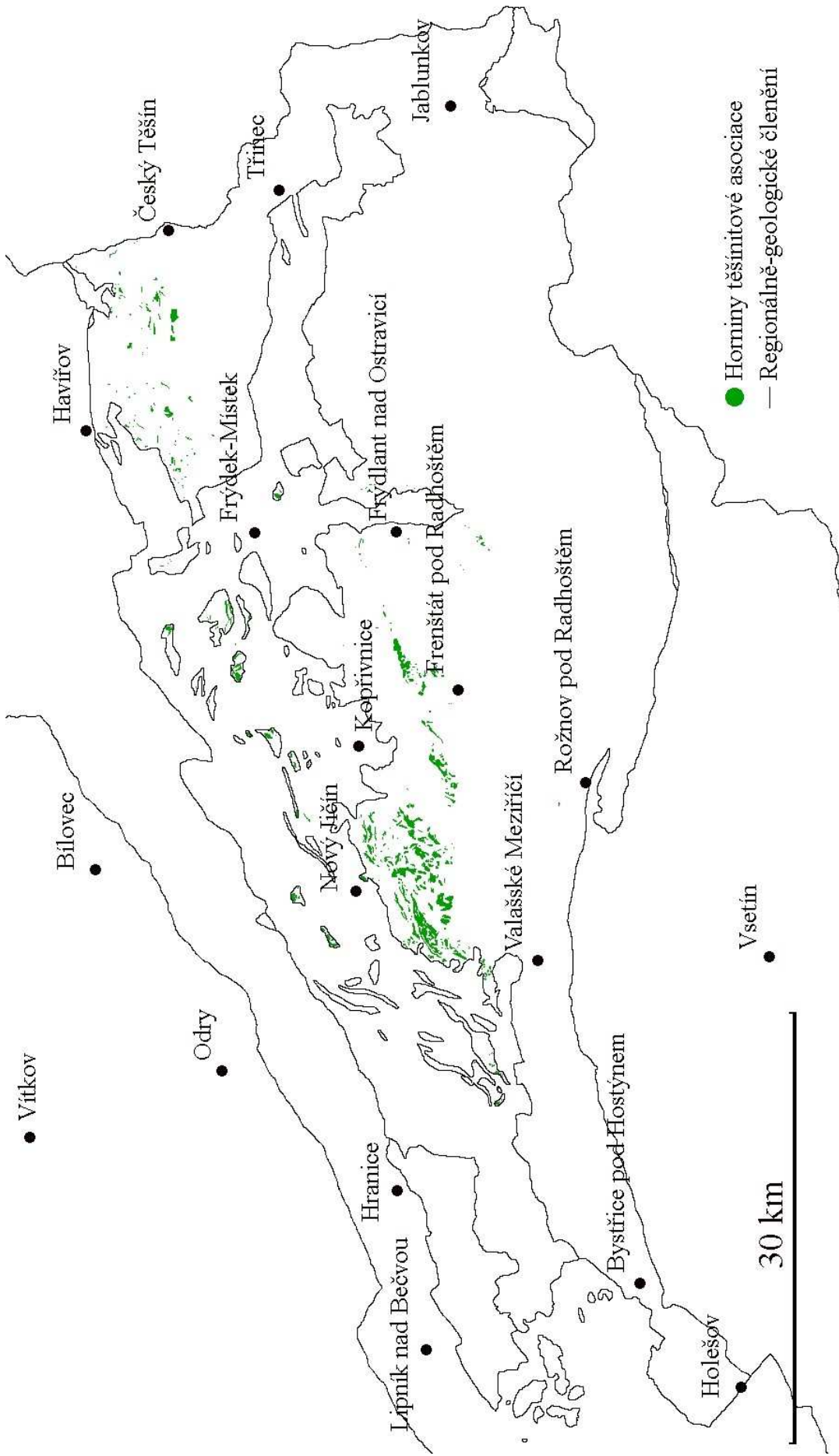
Výskyty hornin těšínitové asociace na českém území zobrazuje *Obr. 4*. V Polsku oblast výskytu končí u Bílska-Bělé (Šmíd 1978).

#### 3.1. Tvary těles

Tělesa hornin těšínitové asociace mají obvykle tvar ložních žil, výlevů nebo vrstev s pyroklastikou. Nejčastěji, zejména u těšínitů, se jedná o ložní žíly řádově od decimetrů do desítek metrů mocné, mocnější žíly mívají zonální stavbu. Výlevná tělesa jsou typická pro bazické horniny těšínitové asociace a jsou submarinní – v podobě polštářových láv, některé výlevné horniny mají mandlovcovou texturu, některé projevují kuličkovitou odlučnost (Šmíd 1978).

#### 3.2. Geneze a stáří

Geneze hornin těšínitové asociace nebyla dosud zcela objasněna. Podmínky jejich vzniku zkoumali zejména Hovorka a Spišiak (1988), Dostál a Owen (1998), Buriánek (2010), Buriánek a Bubík (2012) a Buriánek a kol. (2013). Primární magma, které dalo vzniknout těšínitové asociaci v Podbeskydí pravděpodobně vzniklo natavením svrchnoplášťového lherzolitu bohatého granátem (Dostál a Owen 1998, Buriánek a Bubík 2012). K povrchu magma vystoupilo díky přechodnému riftingu v oblasti během spodní křídly (Hovorka a Spišiak 1988) nebo vystupovalo po zlomech (Dostál a Owen 1998). Jejich mineralogická variabilita je podle názorů různých autorů způsobená především asimilací hornin okolní kontinentální kůry magmatem (Pacák 1926, Mahmood 1973), postupnou frakční krystalizací v průběhu výstupu magmatu (Dostál a Owen 1998, Buriánek a Bubík 2012) a reakcí s mořskou a diagenetickou vodou z okolního prostředí (Buriánek 2010, Buriánek a Bubík 2012).



Obr. 4: Výskyt hornin těšinitové asociace, podle [www2, upraveno](http://www2.upraveno)

Horniny těšínitové asociace byly radiometricky datovány metodou  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  na  $120,4\pm 1,3$ – $122,4\pm 1,1$  Ma, jednalo se o těšínity z blízkého okolí Těšína (Lucińska-Anczkiewicz a kol. 2002), metodou  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  na biotitu a celých horninách z polské části magmatické provincie s výsledkem  $133,1\pm 1,8$  Ma v nejmladším a  $137,9\pm 2,0$  Ma v nejstarším důvěryhodném případě (Grabowski a kol. 2003) a metodou U/Pb na  $103\pm 20$ – $126,5\pm 8,8$  Ma na apatitu z monchiquitů a těšínitů z blízkého okolí Těšína a Živce (Szopa a kol. 2014) a v průměru  $120,4\pm 9,6$  Ma na vzorcích bazaltu z Žermanic (Matýsek a kol. 2018).

### 3.3. Klasifikace hornin těšínitové asociace

Klasifikace hornin těšínitové asociace se opírají především o minerální složení, stavbu nebo celkový chemismus. Do současnosti jich vzniklo velké množství, což značně znesnadňuje jejich sjednocení a zavedení obecně platné klasifikace. Zahnutí do klasifikace IUGS na základě modálního nebo chemického složení je komplikováno značnou měrou hydrotermální přeměny (Buriánek 2010, Buriánek a Bubík 2012).

Šmíd (1978) a Hovorka a Spišiak (1988) vyčleňují čtyři skupiny těchto hornin: pikrity, bazalty (zast. také dolerity nebo diabasy), monchiquity a těšínity, podle bližšího složení jsou tyto skupiny ještě dále děleny na jednotlivé horninové typy. Kudělásková (1987) zde vyčleňuje pouze tři skupiny: pikrity, monchiquity a těšínity.

Úpravu klasifikace hornin těšínitové asociace, která je korelovatelná s klasifikací vyvřelých hornin IUGS (Le Bas a Streckeisen 1991) představuje Smulikowski (1980), který tyto horniny dělí na těšínity (thermalitické, essexitické a monzonitické), foidolity (bekinkinit a lugarit), monchiquit, fourchit, ouachitit, pikrit, ankaratrit, oceanit a ankaramit.

Následující popisy jednotlivých horninových skupin jsou shrnutím názorů výše uvedených autorů, jedná se spíše o obecné chápání daných termínů vycházejících z těchto výzkumů.

**Bazalty** přibližně odpovídají svým složením a stavbou klasifikaci dle Le Base a Streckeisena (1991), ale může se jednat i o žilné horniny. Kromě bazického plagioklasu obsahují pyroxeny a amfiboly, často olivín (typy bližší pikritům), někdy analcim (přechodné typy směrem k těšínitům). Mívají často mandlovcovou texturu a porfyrickou nebo ofitickou strukturu (Mahmood 1973, Šmíd 1978, Hovorka a Spišiak 1988, Buriánek a Bubík 2012, Matýsek a kol. 2018). Typický výskyt bazaltů je u Žermanic (Matýsek a kol. 2018).

**Monchiquity** jsou tmavé horniny složené především z pyroxenů a amfibolů, do této skupiny patří monchiquit s. s., obsahující navíc podstatné množství olivínu a ouachitit, který v podstatném množství obsahuje biotit. Častou akcesorií je apatit. Vyskytují se v zrnité nebo celistvé podobě.

Často mívají porfyrickou strukturu (Mahmood 1973, Šmíd 1978, Kudělásková 1987, Hovorka a Spišiak 1988, Buriánek a Bubík 2012). Mezi významná naleziště těchto hornin patří okolí Mořkova a Frenštátu pod Radhoštěm (Šmíd 1978, Hovorka a Spišiak 1988) a Čertův mlýn (Kudělásková 1987).

**Těšínity** přibližně odpovídají analcimickému gabru a analcimickému monzogabru dle Le Base a Streckeisen (1991). Obvykle jsou mezokrátní, mívají jemně až hrubě zrnitou strukturu, vedle analcimu, plagioklasu a proměnlivého množství K-živce obsahují porfyrické vyrostlice pyroxenu a amfibolu, v menším množství mohou obsahovat i biotit, apatit, natrolit a thomsonit (Pacák 1926, Mahmood 1973, Šmíd 1978, Kudělásková 1987, Hovorka a Spišiak 1988, Buriánek a Bubík 2012). Těšínity jsou známé např. z okolí Paskova (Kudělásková 1987) a Těšina (Szopa 2014).

Název **pikrit** zavedl Tschermak (1866) pro tmavé horniny s vysokým obsahem Mg z podbeskydské oblasti. Dnešní klasifikace definuje pikrit jako bazickou nebo ultrabazickou vulkanickou horninu s obsahem MgO nad 12 % a obsahem  $K_2O + Na_2O$  do 3 % (Le Bas 2000), žilné horniny takového složení jsou řazeny do skupiny lamprofyrů (Le Bas a Streckeisen 1991). Pacák (1926) popsal z podbeskydské oblasti i zrnité typy pikritů s vysokým obsahem olivínu, které označil za peridotit, který přibližně odpovídá klasifikaci dle Le Base a Streckeisen (1991). Kromě Hončovy hůrky se pikrity vyskytují také např. na přilehlé Kamenné hůrce, v Kojetíně a v Žilině (Pacák 1926, Kudělásková 1987). Chemické složení pikritických hornin z podbeskydské oblasti se sestává v podstatném množství z 35–43 %  $SiO_2$ , do 3 %  $TiO_2$ , 8–13 %  $Al_2O_3$ , 7–13 %  $FeO + Fe_2O_3$ , 11–25 % MgO, 7–15 % CaO a z menšího množství dalších prvků (Mahmood 1973, Kudělásková 1987, Kudělásková a kol. 1993, Dolníček a kol. 2010). Jejich minerální složení utvářejí především olivín a pyroxen, často se v menším množství podílejí také amfibol, biotit a rudní minerály, především magnetit. Ze světlých minerálů může být přítomen nefelín a akcesoricky druhotný K-živce a albit (do 10 % obj.). Textura výlevných pikritů bývá porfyrická, kde vyrostlice tvoří ve většinou pouze olivín a méně i pyroxen, základní hmota bývá obvykle holokrystalická (Pacák 1926, Kudělásková 1987, Hovorka a Spišiak 1988, Kropáč a kol. 2015). Pikritické horniny bývají často silně postiženy hydrotermálními přeměnami, vyvolanými reakcí s mořskou vodou a diagenetickou vodou okolních sedimentů (Buriánek 2010). Mafické minerály byly přeměněny především na chlorit a serpentín a společně s nimi se objevily karbonáty, chalcedon, křemen a případně zeolity jako hydrotermální výplň dutin (Pacák 1926, Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010, Buriánek 2010).

## 4. Mineralogie Hončovy hůrky

Primární minerální asociace pikritů na Hončově hůrce obsahuje olivín, pyroxen, amfibol, biotit, Cr-spinel a magnetit (Pacák 1926, Kudělásková a kol. 1993, Buriánek a kol. 2013, Kropáč 2014). V pikritu jsou též přítomny nefelín, albit, K-živec, antigorit a pennin, které jsou nejspíše produkty přeměn (Buriánek a kol. 2013, Kropáč 2014), část magnetitu je též sekundární (Pacák 1926).

Hončova hůrka se však stala významnou mineralogickou lokalitou především díky hydrotermálním mineralizacím, ze kterých je popsán kalcit, aragonit, dolomit, siderit, magnezit, heulandit, ferrierit, harmotom, delessit (diabantit), křemen, křišťál, záhněda, ametyst, chalcedon, achát, goethit, hematit, wad v menším množství pyrit, millerit, spinel, magnetit, rutil, baryt, sádrovec, hedenbergit, annit, glaukonit, mastek a analcim (Pacák 1926, Kudělásková 1990, Pelz a Břečková 1996, Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010, Mrázek a Rejl 2010, Kropáč a kol. 2013, 2015, Kropáč 2014, Jirásek a kol. 2017).

Hončova hůrka je předmětem zájmu vědy i sběratelů již od 19. století. Klvaňa (1897) nazývá Hončovu hůrku významnou lokalitou ještě v podobě lokálního lomu pro těžbu stavebního kamene. Pacák (1926) při své práci prostudoval několik rozsáhlých místních sbírek obsahujících minerály z této lokality a popsal složení a druhotný vývoj pikritu. Stručně se minerálů Hončovy hůrky dotýká také práce Kruti (1966). Kudělásková (1987) provedla chemickou analýzu olivínu a pyroxenu z pikritu na Hončově hůrce, Kudělásková a kol. (1990) analyzovali složení zeolitů v hydrotermální mineralizaci. Pomocí elektronové mikroanalýzy zkoumali minerály z Hončovy hůrky Kudělásková a kol. (1993), kteří se podrobně věnovali minerálnímu a chemickému složení pikritu a Urubek (2009) a Dolníček a kol. (2010), kteří podrobněji popsali hydrotermální mineralizaci. Buriánek a kol. (2013) při své práci o druhotném vývoji pikritu udělali několik mikroanalýz vybraných minerálů. Kropáč (2014) a Kropáč a kol. (2015) popsali obsah minerálních inkluzí ve fenokrystech v hornině. Jirásek a kol. (2017) zkoumali hydrotermální baryt. V populárně naučném časopise o Hončově hůrce publikovali Pelz a Břečková (1996) o zeolitech a Kropáč a kol. (2013) o aragonitu. Mrázek a Rejl (2010) se ve svém díle věnují Hončově hůrce z gemologického hlediska.



## 4.1. Magmatické minerály

### Olivín

Olivín se nachází v původní hornině v podobě fenokrystů do 2 cm velkých (Mrázek a Rejl 2010), habitus mívá tlustě tabulkovitý nebo krátce sloupcový. Mívá mírně nazelenalou barvu a patrnou nedokonalou štěpnost. Ve výbruse je bezbarvý, má drsný povrch, index lomu  $\beta = 1,683$ ,  $\gamma = 1,703$  a dvojlom 0,04 (Pacák 1926). Značně se na něm uplatňuje hydrotermální alterace, ve většině případů se jedná o částečné až úplné pseudomorfózy serpentinu po olivínu (Pacák 1926, Kropáč 2014). Bývá automorfně omezen tvary {110}, {010}, {021}, {001}, někdy projevuje známky magmatické koroze. V hornině nepostižené hydrotermální přeměnou by olivín tvořil kolem 30 % objemu (Klvaňa 1897, Pacák 1926, Kropáč 2014). Kropáč (2014) a Kropáč a kol. (2015) studovali inkluze ve fenokrystech olivínu, které obsahují pyroxeny, biotit, chlorit, spinelidy a karbonáty, které jsou pravděpodobně sekundární, ale u některých není vyloučen primární původ. Molární podíl forsteritu v olivínech z Hončovy hůrky je stálý: 86–87 % (Kudělásková 1987, Kudělásková a kol. 1993, Buriánek a kol. 2013, Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015).

### Pyroxen

Pyroxen tvoří fenokrysty, které mají na délku do 6 mm, jsou automorfně až hypautomorfně omezeny (Kropáč 2014). Tvoří i velkou část základní hmoty – až 40 % objemu celé horniny (Kudělásková a kol. 1993), kde bývá hypautomorfně omezený a mívá krátce sloupcový habitus (Kropáč 2014). Index lomu pyroxenů z pikritů podbeskydské oblasti se pohybuje kolem 1,72, jsou dokonale štěpné podle dvou systémů ploch, které svírají přibližně pravý úhel, úhel zhášení od štěpnosti dosahuje až 45° (Pacák 1926). Chemicky jde dle klasifikace Morimota a kol. (1988) především o augit až diopsid obsahující do 20 % hedenbergitové složky se zvýšeným obsahem titanu – od 1 do 5 % TiO<sub>2</sub>. Fenokrysty jsou mírně zonální, okraje jsou bohatší železem, střed zrn mívá vyšší obsah hořčíku (Kudělásková 1987, Kudělásková a kol. 1993, Buriánek a kol. 2013, Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015). Pod mikroskopem jsou části chudší železem v rovinně polarizovaném světle (PPL) bezbarvé, s rostoucím obsahem železa se pyroxen zbarvuje dohněda (Kropáč 2014). Pyroxeny zde v mnohých případech podlely chloritizaci (Buriánek a kol. 2013).

### Amfibol

Amfibol je zastoupen v menším množství v základní hmotě pikritu. Podle Kuděláskové a kol. (1993) se jedná o kaersutit s obsahem TiO<sub>2</sub> okolo 6,5 hm. % a podílem Mg/(Mg+Fe) 0,60–0,61

apfu. Kropáč (2014) zde pozoroval výrazně pleochroický, žlutý až hnědý ferrokaersutit s obsahem  $\text{TiO}_2$  4,66 hm. % a poměrem  $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})$  0,49 apfu (klasifikováno dle Leakeho a kol. 1997).

## Biotit

V menším množství, do 10 % objemu, je biotit přítomen v základní hmotě pikritu. Zrna mají tabulkovitý tvar a jsou hypautomorfně až xenomorfně omezena. Ve výbruse jsou silně pleochroická od světle hnědé ve směru X po hnědooranžovou barvu ve směru Y a Z (Kropáč 2014). Chemicky jde dle klasifikace Riedera a kol. (1998) o annit až flogopit – má 5,06–5,45 apfu Si a 2,77–3,65 apfu Mg na 24 apfu O, který má vysoký obsah titanu, 7,3–8,3 hm. %  $\text{TiO}_2$ . (Kudělásková a kol. 1993, Kropáč a kol. 2015). Místy jsou na něm patrné známky chloritizace (Buriánek a kol. 2013).

## Spinelidy

**Spinel** tvoří monominerální inkluze ve fenokrystech olivínu v pikritu, který je málo alterovaný, má vysoký obsah chromu,  $\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al}) = 0,38\text{--}0,52$ ,  $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}) = 0,52\text{--}0,60$  a  $\text{TiO}_2 = 1,4\text{--}1,8$  hm. % (Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015), a s rostoucí mírou alterace horniny postupně přechází v magnetit, kdy v průběhu alterace nejdříve ubývá spinelové komponenty a s jejím klesajícím obsahem začíná být nahrazována i chromitová komponenta magnetitovou (Kropáč a kol. 2015). Buriánek a kol. (2013) uvádějí jednoduchou zonální stavbu automorfních spinelidů, kdy střed zrn je tvořen někdy až spinelem bohatým na chromitovou a magnetitovou komponentu a okraj je tvořen magnetitem.

**Magnetit** je obsažen v základní hmotě pikritu, kde zaujímá do 10 % modálního složení (Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015). Omezení jeho zrn je různé, od automorfního až po zcela nepravidelné, kdy nepravidelné omezení je častější. Habitus zrn je obvykle izometrický, automorfní zrna mají tvar {111}. Jedná se o opakní minerál. Někdy je částečně přeměněn v limonit nebo pyrit (Pacák 1926, Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015). Magnetit má zvýšený obsah titanu, podle Kropáče (2014) a Kropáče a kol. (2015) až ~17 hm. %  $\text{TiO}_2$ . Část magnetitu v hornině je sekundárního původu (viz dále).

## Nefelín

Základní hmota pikritu obsahuje malé množství afanitických, xenomorfně omezených zrn nefelínu, který je pro zjednodušení v této práci řazen mezi primární magmatické minerály. Geneze nefelínu v pikritech nebyla jednoznačně objasněna, vzniká pravděpodobně na hranici mezi magmatickým a hydrotermálním procesem (Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015).

## 4.2. Hydrotermální minerály

Vedle hydrotermálně alterovaných částí původní horniny jsou druhotné minerály popisovány také z výplně hydrotermálních žil, mandlí a pecek (Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010, Mrázek a Rejl 2010). Kropáč (2014) a Kropáč a kol. (2015) také popsali výplň miarol, které se vyskytují v málo alterovaných pikritech.

### Sulfidy

Z hydrotermální mineralizace jsou známy pyrit a millerit, pyrit se vyskytuje také v pikritu.

**Pyrit** je běžným terciárním produktem přeměny olivínu, kde meziproduktem je magnetit vyloučený při serpentinizaci (Pacák 1926). Malé množství pyritu bylo také popsáno hydrotermální výplně amygdul, kde se nachází v podobě oblých zrn, do 0,06 mm průměru, vtroušených v dolomitu a chloritu (Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010).

**Millerit** se společně s pyritem vzácně nachází v dolomitové a chloritové výplni dutin, kde tvoří jehlicové agregáty dlouhé přibližně 0,25 mm (Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010).

### Oxidy

**Rutil** se vyskytuje v podobě jehlicových agregátů (nazývaných také sagenit), dlouhých přes 0,5 cm v serpentinizovaných zrnech olivínu (Kropáč a kol. 2013) a krystalech křišťálu (Kruťa 1966). Novější data z ramanovy spektrometrie však naznačují, že se v případě inkluzí v křišťálu jedná o goethit (Pauliš 2019, nepublikovaná data).

Oxidy a oxy-hydroxidy Fe a Mn se v malém množství vyskytují v pikritu jako produkty přeměn olivínu a pyroxenu, Pacák (1926) z pikritů zmiňuje **hematit**, **limonit** a **wad**. **Hematit** a **goethit** byly popsány také z žilné mineralizace (Rusek a Valošek 1968 in Dolníček a kol. 2010). Vedlejším produktem přeměny olivínu na serpentín je také sekundární **magnetit** (Pacák 1926).

### Fluorit

Fluorit se vzácně vyskytuje v žilné výplni. Kudělásková a kol. (1990) jej identifikovali na rozhraní zeolitů a karbonátů, kde tvoří krystaly tvaru {111} do velikosti 1 mm, má tmavě fialovou barvu a index lomu 1,534. Dolníček a kol. (2010) jej našli v podobě bezbarvých, bílých nebo světle fialových nepravidelných zrn, maximálně 1 cm velkých, nasedajících přímo na stěnu dutin vyplněných jinak dominantně karbonáty.

## Karbonáty

Dolomit, kalcit, magnezit a siderit utvářejí dominantní část výplně žil a mandlí (Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010). Aragonit byl popsán z inkluzí ve fenokrystech olivínu (Kropáč a kol. 2013).

**Dolomit** vyplňuje velkou část žiloviny na Hončově hůrce, žíly o mocnosti přibližně do 1 cm jsou obvykle tvořeny pouze vláknitým dolomitem (Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010), žíly v okolních sedimentech jsou však převážně kalcitové (Dolníček a kol. 2010). Dolomit je také dominantní složkou výplně mandlí, kde se vyskytuje v jemně až středně zrnité podobě, zrna při stěnách mandle mívají protažený tvar. Dolomit z Hončovy hůrky má proměnlivé množství příměsí Fe (do 0,135 apfu) a Mn (do 0,006 apfu) v podobě ankeritové a kutnohoritové složky (Dolníček a kol. 2010), v malém množství obsahuje také Sr (do 0,007 apfu, Urubek 2009), jeho barva je vysoce variabilní, ale pohybuje se pouze ve světlých odstínech (Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010). Ve výplni mandlí bývá často oscilačně zonální (Dolníček a kol. 2010).

**Kalcit** někdy bývá přítomen v základní hmotě pikritu (Pacák 1926, Kropáč 2014), tvoří část výplně miarol v málo alterovaném pikritu (Kropáč 2014) a je také hojnou součástí žilné mineralizace. Hydrotermální žíly v okolních sedimentárních horninách jsou tvořeny hrubozrnným kalcitem. V hydrotermální mineralizaci uvnitř pikritového tělesa se vyskytuje především v centrálních částech amygdul, kde se nachází v podobě krystalů velikosti do 0,1 mm omezených plochami tvaru  $\{10\bar{1}1\}$  a je bílý nebo bezbarvý. V polohách oscilačně zonálního dolomitu se vyskytují tenké vrstvy nebo jen polohy s inkluzemi hnědě zbarveného kalcitu (Dolníček a kol. 2010). Urubek (2009) popisuje z výplně mandlí také světle šedý, zrnitý kalcit s xenomorfně omezenými zrny. Výše popsané kalcity mají podle uvedených autorů patrnou příměs sideritu (do 0,02 apfu Fe), magnezitu (do 0,05 apfu Mg), rodochrozitu (do 0,004 apfu Mn) a stroncianitu (do 0,003 apfu Sr). V kalcitu byl pozorován i vysoký obsah Ba, až 515 ppm (Urubek 2009). Kalcit je zde znám i ze žil (Kudělásková a kol. 1990, Dolníček a kol. 2010, Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015) a z inkluzí ve fenokrystech olivínu (Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015).

**Magnezit** a **siderit** se v žilné mineralizaci Hončovy hůrky vyskytují ve formě pevného roztoku, kde jsou obě složky přibližně stejně zastoupeny a v menším množství k nim přistupuje i kalcitová složka. Tento karbonát se vyskytuje v tenkých vrstvičkách (~0,01 mm), které mají oscilační zonálnost, a pevných inkluzích mezi dvěma generacemi dolomitu mírně odlišných složením (Urubek 2009, Dolníček 2010). Zrna poměrně čistějšího magnezitu (10–11 mol. % sideritu a 1 mol. % kalcitu) byla identifikována v jemnozrnné hmotě dolomitu v centrální části větší dutiny (Dolníček a kol. 2010).

**Aragonit** je z Hončovy hůrky znám pouze z inkluzí ve fenokrystech olivínu a miarol v málo přeměněném pikritu. V inkluzích se jedná o krystaly sloupcového až jehlicového habitu, velikosti do 0,6 mm. Bývají automorfně omezeny, na příčném průřezu jsou šestiúhelníkového tvaru. Někteří jedinci jsou zonální, kde mezi středem a okrajem krystalu je zóna s výrazně zvýšeným obsahem Sr, je zdokumentován obsah až 10 hm. % SrO oproti obvyklému 1 hm. % (Kropáč a kol. 2013). Z miarol jsou popsány automorfní až hypautomorfní krystaly s obsahem do 5,8 % SrO (Kropáč 2014).

## Sulfáty

**Baryt** se vzácněji objevuje v žilné mineralizaci, byl popsán Ruskem a Valoškem (1968 in Dolníček a kol. 2010), Dolníčkem a kol. (2010) a Jiráskem a kol. (2017) z výplně mandlí. Je šedobílé barvy, má dobře patrnou štěpnost a neprojevuje zonálnost (Jirásek a kol. 2017). Jirásek a kol. (2017) u studovaných barytů uvádějí obsah Zn (do 0,003 apfu), Sr (do 0,001 apfu), Fe (do 0,002 apfu) a Si (do 0,006 apfu).

Lokální naučné zdroje se zmiňují též o výskytu do několika cm velkých krystalů **sádrovce**, v dostupné geologické literatuře však zmíněn není.

## Serpentin

Minerály skupiny serpentinu jsou produktem přeměny olivínu, podle Pacáka (1926) se jedná o antigorit. Tvoří šupinové až lupenité agregáty světle zelené barvy bez výrazného pleochroismu (Pacák 1926). V akcesorickém množství je přítomen i v základní hmotě pikritu (Buriánek a kol. 2013). Vedlejším produktem přeměny olivínu na serpentin je magnetit (Pacák 1926).

## Chlorit

Kromě akcesorického množství chloritu (pennin dle klasifikace Melky 1965) v základní hmotě pikritu ( $Si = 3,47\text{--}3,71$  apfu,  $Mg/(Mg+Fe) = 0,85\text{--}0,87$ ; Kropáč a kol. 2015) se chlorit vyskytuje také v žilné mineralizaci, v jejímž vývoji obvykle nasedá přímo na stěnu dutiny (Kudělásková a kol. 1990). Jedná se o celistvé agregáty velikosti do 1 mm, které se vyskytují v karbonátovém povlaku v blízkosti stěny dutiny. Je pleochroický od světle žluté po oranžovou barvu. Složením odpovídá delessitu ( $Si = 3,96$  apfu,  $Mg/(Mg+Fe) = 0,34$ , Urubek 2009). Dolníček a kol. (2010) popisují výskyt chloritu o složení delessit až pennin také z výplně mandlí ( $Si = 3,25\text{--}3,94$  apfu,  $Mg/(Mg+Fe) = 0,34\text{--}0,51$ ).

## Glaukonit

Glaukonit se nachází v nepravidelných útvarech ve výplni mandlí, má zelenou barvu a je jemnozrnný (Dolníček a kol. 2010). Klasifikován je podle Riedera a kol. (1997), dříve byl popisován jako seladonit (Pacák 1926). Optické vlastnosti tohoto minerálu Pacák (1926) popsal z jiných lokalit této magmatické provincie, kde jeví pleochroismus od žlutozelené po hnědozelenou barvu, má nízký dvojlom, zháší rovnoběžně se štěpností a jeho optické osy svírají velmi malý úhel.

## Živce

Xenomorfnní zrna **K-živce** se vzácně vyskytují v základní hmotě pikritu. Obsahují přibližně 5 mol. % albitové složky. Výjimečně je přítomen i **albit** (Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015).

## Zeolity

Vyskytují se zde harmotom, heulandit a ferrierit, v žilné výplni a výplni mandlí nasedají na chlorit. Minerální sukcese jde ve jmenovaném pořadí ve směru od stěny do středu dutiny, na zeolity dále nasedá fluorit a karbonáty, které tvoří centrální část výplně dutin (Kudělásková a kol. 1990). Vzácně se zeolity vyskytují také v inkluzích ve fenokrystech olivínu (Kropáč a kol. 2015). Názvy jednotlivých zeolitů jsou v souladu s klasifikací dle Coombse a kol. (1997). Pozdější práce, které se zabývaly hydrotermální mineralizací na Hončově hůrce (Urubek 2009, Dolníček 2010) zeolity blíže neidentifikovaly.

**Harmotom** je bílý až červený, červenou barvu způsobuje příměs hematitu, jeho krystaly nepřesahují 1,2 mm délky. Jeho indexy lomu jsou  $\alpha = 1,503$  a  $\gamma = 1,508$ . Harmotom zde polysynteticky dvojčatí. Vyznačuje se vysokým obsahem Ba, až 1,57 apfu (Kudělásková a kol. 1990). Dříve byl označován za phillipsit (Pacák 1926).

**Heulandit** tvoří kulovité agregáty, mívá červenou barvu, též způsobenou obsahem hematitu, jeho index lomu je velice podobný harmotomu –  $\alpha = 1,498$  a  $\beta = 1,503$ . V hydrotermální výplni dutin je nejběžnějším zeolitem. Heulandit z Hončovy hůrky bývá nesprávně nazýván také jako klinoptilolit (Kudělásková a kol. 1990).

**Ferrierit** bývá čistě bílý a vytváří vláknité agregáty. Má o málo menší index lomu než heulandit a harmotom:  $\alpha = 1,472$  a  $\gamma = 1,482$  (Kudělásková a kol. 1990).

## Minerály SiO<sub>2</sub>

Křemité hmoty se na Hončově hůrce vyskytují ve výplni mandlí, pecek a vzácněji geod, jedná se o křemen a jeho variety a chalcedon (Mrázek a Rejl 2010).

Z variet **křemene** se zde vyskytují křišťál, ametyst a záhněda. Našly se zde drúzy s krystaly velkými až 2 cm (Mrázek a Rejl 2010). Urubek (2009) a Dolníček a kol. (2010) popisují křemen ze středu výplně karbonátové amygduly. Tento křemen je hrubozrnný a má bílou barvu a romboedrální typus krystalů.

Pecky s **chalcedonem** mají šedomodrou nebo vzácněji nazelenalou barvu (Rusek a Valošek 1968 in Mrázek a Rejl 2010) a tvoří ledvinité nebo kulovité tvary. Chalcedon někdy mívá achátovou kresbu, která však obvykle nebývá příliš výrazná (Mrázek a Rejl 2010).

Z dalších silikátů žilná mineralizace obsahuje malé množství **hedenbergitu a annitu** (Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015). Smutný (1998 in Urubek 2009) se zmiňuje o výskytu **mastku** na Hončově hůrce. Lokální naučné zdroje popisují z Hončovy hůrky také žilky a krystaly **analcimu**, v dostupné geologické literatuře se tuto informaci nepodařilo ověřit.

## 5. Metodika

Současný stav lokality byl zhodnocen terénním průzkumem a makroskopickým hodnocením vzorků ze všech odkrytých částí lomu. Stav horniny byl srovnán s popisem stupňů alterace hornin podle ČSN 72 1001. Hornina se zde vyskytuje ve stupních alterace A3–A5, kde A3 je hornina se zachovanou souvislou kostrou a bez výrazné změny barvy s výrazným podílem alterovaných minerálů, A4 je hornina, ve které primární minerály již netvoří souvislou kostru horniny a alterace se projevuje i výraznou změnou barvy, horniny kategorie A5 jsou alterací úplně rozloženy a mají zcela odlišnou barvu od původní horniny.

Čtyři z odebraných a poskytnutých vzorků byly zpracovány do leštěných výbrusů pro účel optického průzkumu a dokumentace, jedná se o jeden pikrit (výbrus č. 1) a tři vzorky hydrotermální výplně (výbrusy č. 2–4), z nichž byly detailněji prozkoumány pouze dva (č. 2 a 4) z důvodu výrazné podobnosti jejich složení při optickém pozorování. Fotodokumentace byla pořízena na polarizačním mikroskopu Olympus BX50.

Analýzy chemismu minerálů a fotodokumentace v obraze v odražených elektronech (BSE) byly pořízeny bodovou analýzou na elektronové mikrosondě JEOL JXA-8600 metodou energiově disperzní mikroanalýzy (EDX) při urychlovacím napětí 15 kV a proudu svazku 10 nA. Touto metodou byly zkoumány dva vybrané výbrusy (č. 2 a 4) s hydrotermální výplní. Jako standardy bylo použito: celestin (S, Sr), vanadinit (V), mikroklin (Si, K), ilmenit (Ti), chromit (Cr), gahnit (Al), magnetit (Fe), diopsid (Mg, Ca), rhodonit (Mn) a baryt (Ba).

Získaná data v hm. % prvků byla přepočítána na molární složení jednotlivých minerálů, přepočet kalcitu a sideritu je standardizován na 3 atomy kyslíku, dolomitu na 6 atomů kyslíku, spinelidů a barytu 4 atomy kyslíku a chloritů na 14 atomů kyslíku ve vzorcové jednotce.

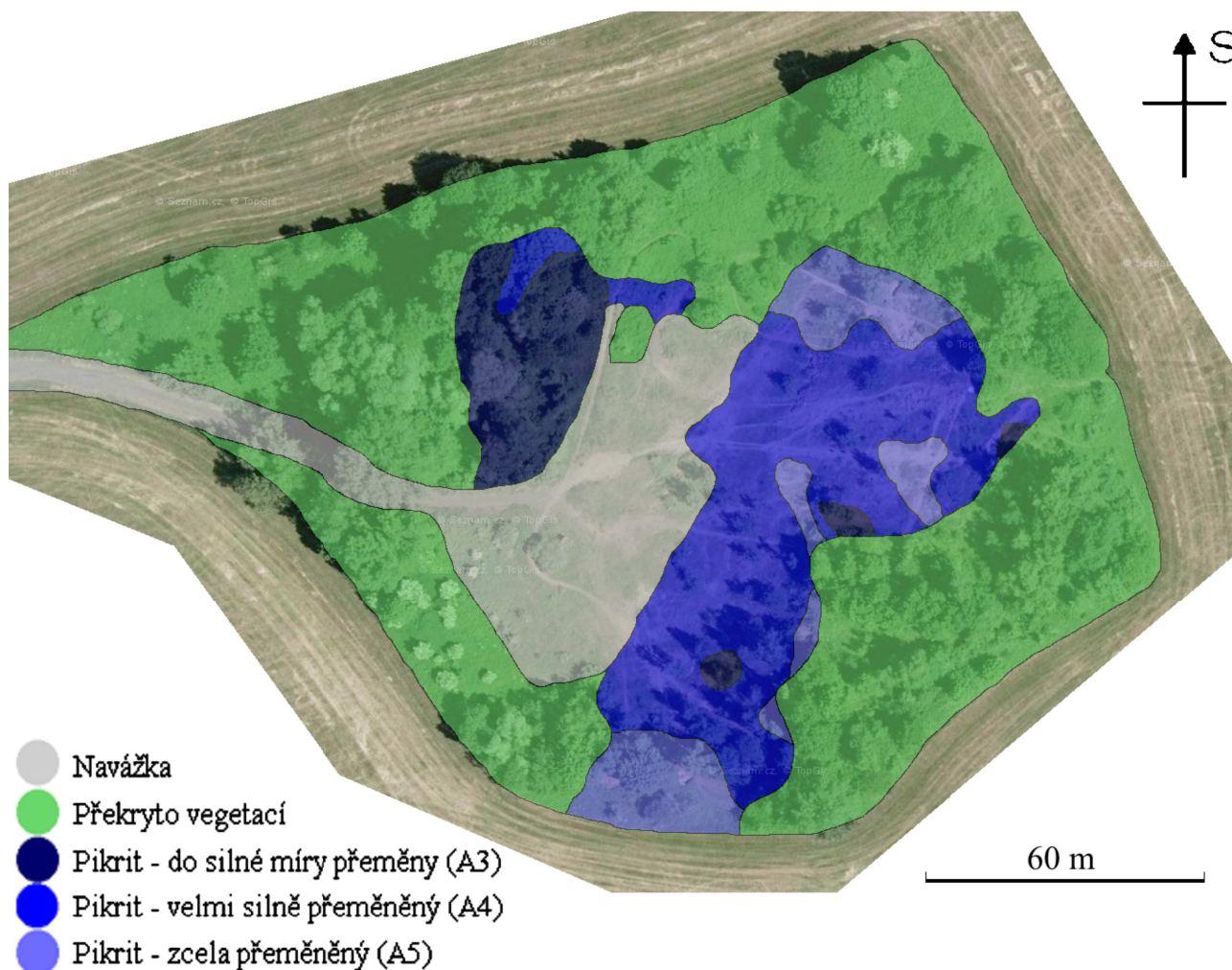
Chlority byly klasifikovány dle Melky (1965) a Wiewióry a Weisse (1990) a spinelidy dle Bosiho a kol. (2018).



## 6. Výsledky

### 6.1. Zhodnocení stavu lokality

Pikrity na Hončově hůrce vystupují v západní, východní a jižní části lomu. Centrální část je překryta navázkou a srovnaná. Plochy mezi výchozy a okolní loukou jsou pokryty bujnou vegetací. Čerstvost horniny v jednotlivých částech lomu blíže zobrazuje Obr. 5.



Obr. 5: Stav pikritu v lomu na Hončově hůrce, čerstvost horniny byla klasifikována dle ČSN 72 1001, mapový základ je převzat z *www1*

V západní části se dosud nachází 2–3 m vysoká značně rozrušená lomová stěna, pod kterou se nachází velké množství uvolněných kusů horniny, z nichž největší mají v nejdelším rozměru přibližně 2 m. Pikrit je v této části lomu méně zvětralý, má černou barvu a je značně mechanicky pevný. Na jeho povrchu se místy nacházejí kaverny po vyvětralých fenokrystech olivínu. Při bližším průzkumu je však překvapivě velký podíl hmoty alterován, po fenokrystech olivínu

obsahuje pouze serpentínové pseudomorfózy a základní hmota je částečně chloritizovaná. Vyvýšená východní část lomu (Obr. 6A) představuje spolu s jižní částí většinu plochy, na které hornina vychází na povrch. Mnohdy je však pokryta zvětralinou a postupně zarůstá vegetací. Samotná hornina je zde většinou do vysoké míry alterovaná, někdy i tak, že ji lze pohodlně rozebírat rukou. V čerstvějších partiích má hornina ještě tmavou barvu, s přibývajícím mírou alterace se postupně mění na zelenou a dalším zvětráváním na světle hnědou (Obr. 6B). Tato hmota tvořená chloritem a obsahuje béžové mandličky velikosti do 2 mm v průměru. Vzácněji bývá alterovaná hornina tvořená šedozeleným až šedomodrým chalcedonem. Přibližně uprostřed, blíže k centrální části, jižní až východní části lomu je zachován ojedinělý lávový polštář (Obr. 6C). V nejvíce alterovaných částech se nachází hydrotermální žíly mocné běžně do 2 cm, v nejjihnější části lomu je na několika místech odkrytá žíla kalcitu o mocnosti přibližně 0,5 m (Obr. 6D).



Obr. 6: A – Pohled na lom na Hončově hůrce z vyvýšené východní části, B – Alterovaný pikrit ve východní části lomu, C – Lávový polštář, D – Odkryv kalcitové žíly v jižní části lomu, pořizeno 9. 3. 2018, kladivo je dlouhé 34 cm

## 6.2. Mineralogie

Makroskopicky bylo prostudováno přibližně 20 vzorků s hydrotermální výplní, které obsahují buď pouze bílý až šedomodrý chalcedon, jedná se o pecky do 20 cm v nejdelším rozměru, nebo chlorit, zeolit (nejčastěji sytě červené celistvé agregáty heulanditu) a hrubozrnné karbonáty s výraznými štěpnými trhlinami – v tomto pořadí od stěny do středu dutiny, prostory s touto výplní mívají i charakter žil a pecky obvykle nepřesahují 10 cm v nejdelším rozměru.

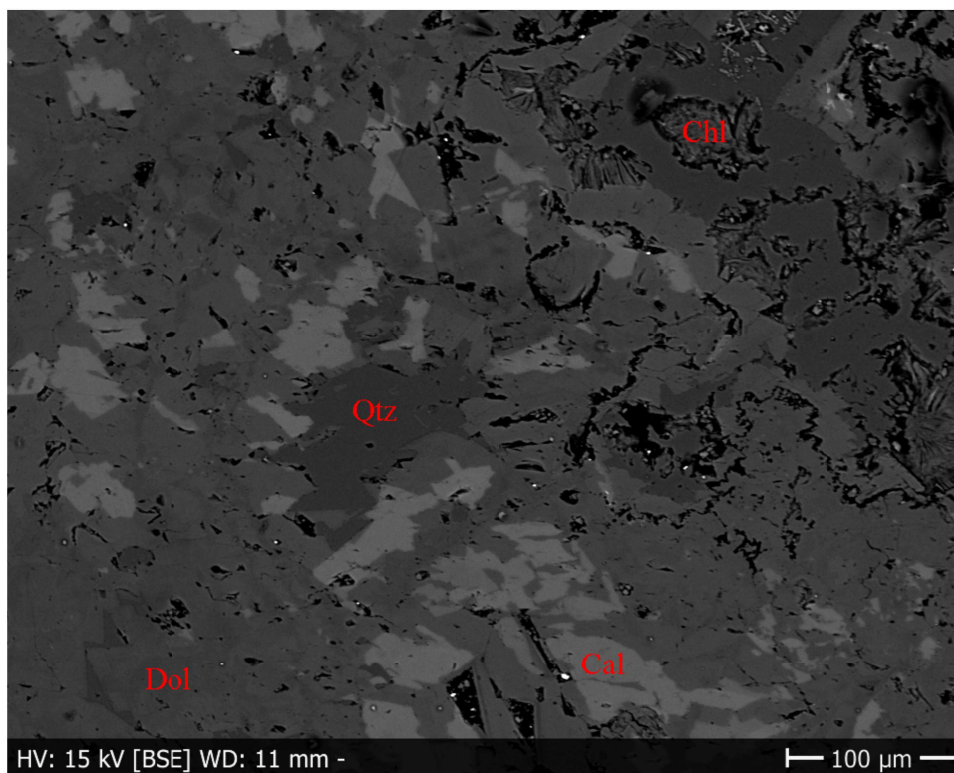
Metodou EDX byly identifikovány karbonáty, chlority, spinelid, baryt, hematit a oxy-hydroxidy Fe. Opticky byl ve vzorcích z hydrotermální mineralizace pozorován ještě křemen a serpentín.

### Popis vzorků

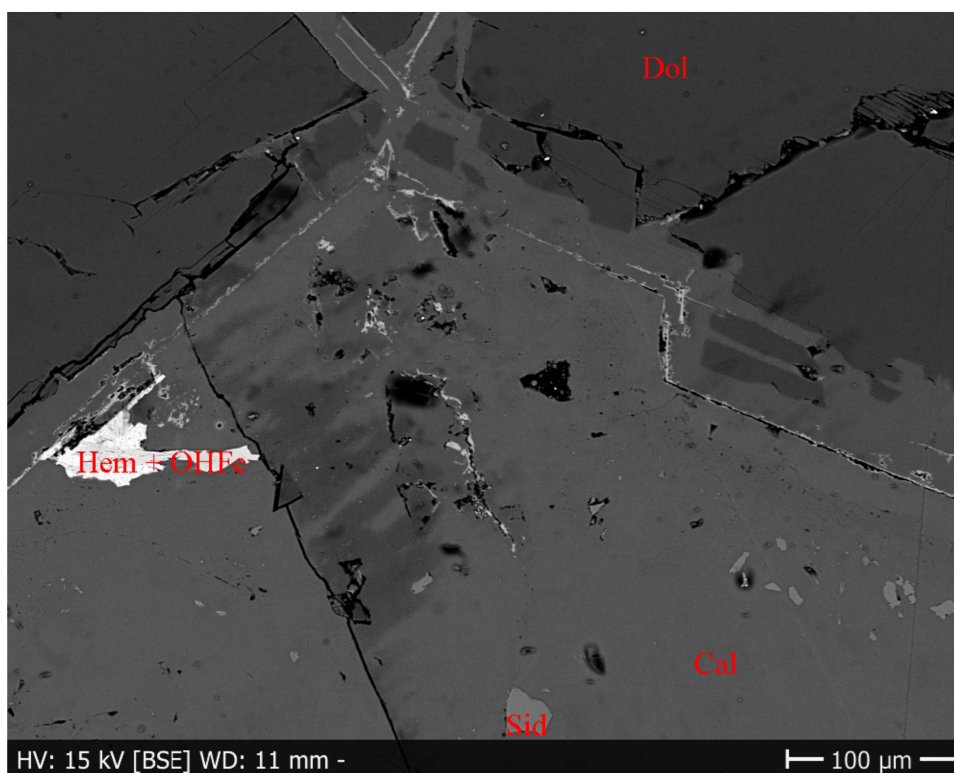
**Výbrus č. 1**, zhotovený z pikritu stupně alterace A3 ze západní části lomu, dokazuje že pikrit je alterovaný do větší míry, než se zdá při makroskopickém zhodnocení. V tomto výbruse byl z minerální asociace původní horniny v podstatném množství zjištěn pouze pyroxen v podobě do 0,25 cm dlouhých automorfně až hypautomorfně omezených sloupců, který tvoří do 40 % objemu základní hmoty a do 0,1 mm velká izometrická a xenomorfně omezená opakní zrna, která jsou tvořena pravděpodobně magnetitem a zaujímají přibližně 5 % objemu základní hmoty. Základní hmota je výrazně chloritizována a původní fenokrysty olivínu jsou zcela serpentinizovány.

**Výbrus č. 2** byl zhotoven z žilky mocné 1,5 cm nebo výrazně protáhlé pecky odebrané z v. části lomu, z místa asi 20 m jz. od kóty Hončova hůrka. Obsahuje převážně kalcit a dolomit, méně siderit, chlorit, hematit, oxy-hydroxidy Fe, křemen a jedno zrno spinelu.

Okrajové partie žilky/pecky (*Obr. 7*) jsou tvořeny směsí drobných xenomorfně omezených zrn kalcitu a dolomitu se dvěma patrnými systémy štěpných trhlin a bílou interferenční barvou vyššího řádu, a koncentrických agregátů chloritu, dle Melky (1965) penninu, dle Wiewióry a Weisse (1990) sudoitu, velikosti obvykle 0,1 mm v průměru. Zóna mezi středem a okrajem je tvořena hrubozrnným Fe-bohatým dolomitem ( $\text{Dol}_{81,6}\text{Ank}_{18,4}$ ). Centrální část (*Obr. 8*) je tvořena hrubozrnným kalcitem s drobnými rozptýlenými zrny sideritu ( $\text{Sid}_{55,0}\text{Mag}_{24,7}\text{Cal}_{19,6}\text{Rdc}_{0,1}$ ). Tento vzorek obsahuje několik rozptýlených xenomorfně omezených zrn křemene velikosti do 0,3 mm, povlaky a shluk lištovitých zrn hematitu a oxy-hydroxidů Fe s obsahem vanadu (0,23–0,73 hm. %  $\text{V}_2\text{O}_5$ ) a zrno automorfně omezeného Cr-spinelu tvaru  $\{111\}$  o složení  $(\text{Mg}_{0,68}, \text{Fe}^{2+}_{0,35})_{1,03}(\text{Al}_{0,99}, \text{Cr}_{0,75}, \text{Fe}^{3+}_{0,21}, \text{Ti}_{0,03})_{1,97}\text{O}_{4,00}$ , veliké 80  $\mu\text{m}$ .



Obr. 7: BSE snímek okrajové části pecky/žilky ve výbrusu č. 2, tvořené zrnky kalcitu, dolomitu a křemene a agregáty chloritu, foto: J. Kapusta

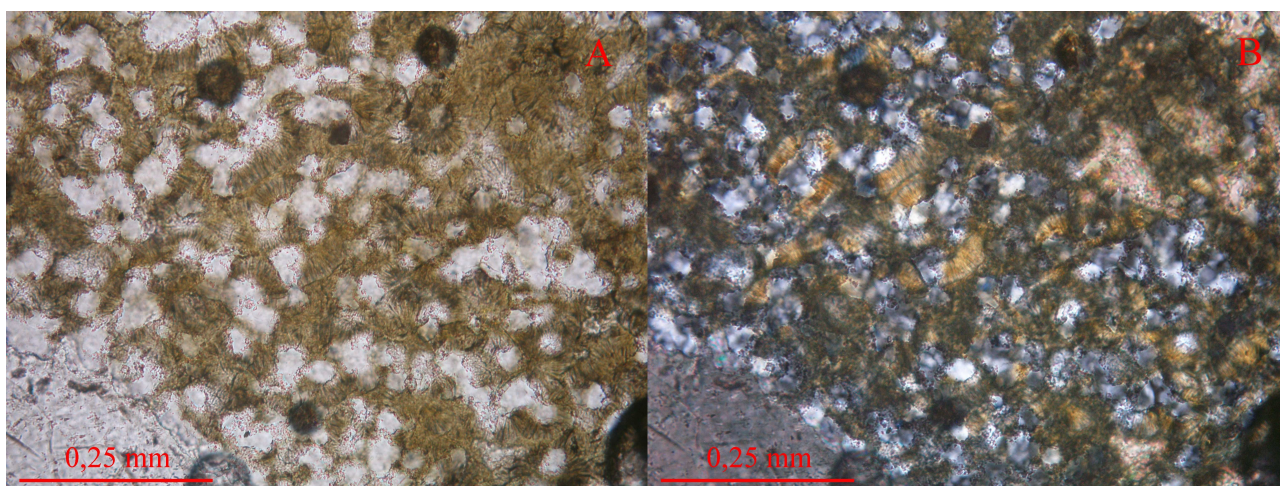


Obr. 8: BSE snímek rozhraní centrální zóny, tvořené kalcitem s rozptýlenými zrnky sideritu, a střední zóny, tvořené dolomitem, pecky/žilky ve výbrusu č. 2, foto: J. Kapusta

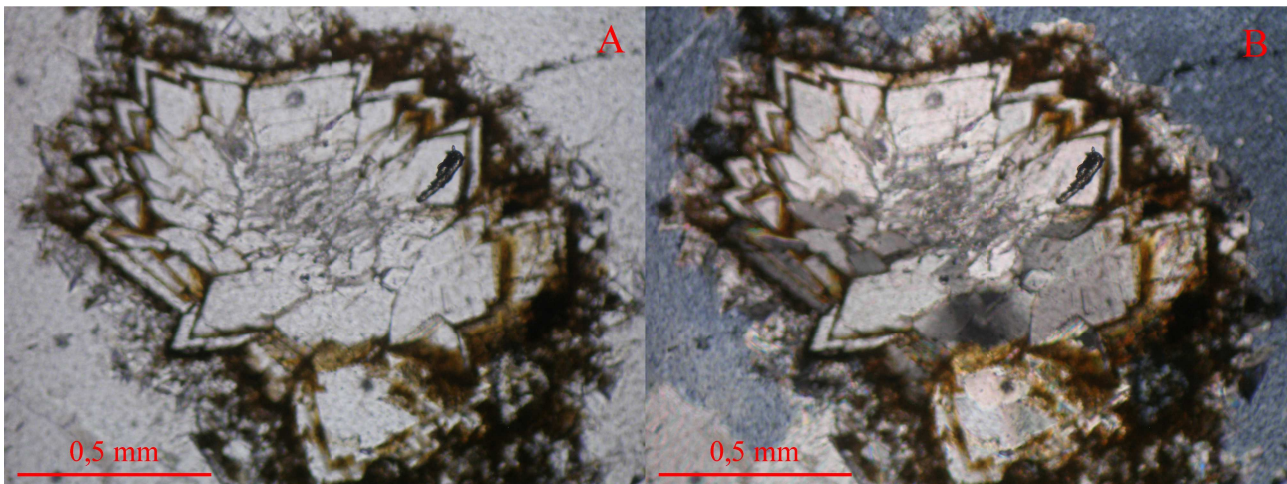
**Výbrus č. 3** je pořízený z pecky o velikosti 5 cm v průměru, pocházející z jižní části lomu. Okrajové části pecky jsou tvořeny v PPL bezbarvými agregáty serpentinu, které v XPL undulózně zhášejí a v PPL olivově zeleným chloritem. Vnitřní část je tvořena do 0,5 mm velkými zrny karbonátu s vysokým dvojlomem, na kterém je místy patrná štěpnost a výjimečně jsou na něm vidět světle modré lamely.

**Výbrus č. 4** byl pořízen z pecky o rozměrech přibližně 7 na 3 cm, která pochází z jižní části lomu. Tato pecka je také tvořena převážně karbonáty. Dále v ní byl identifikován křemen, chlorit, oxy-hydroxidy Fe, baryt a serpentin.

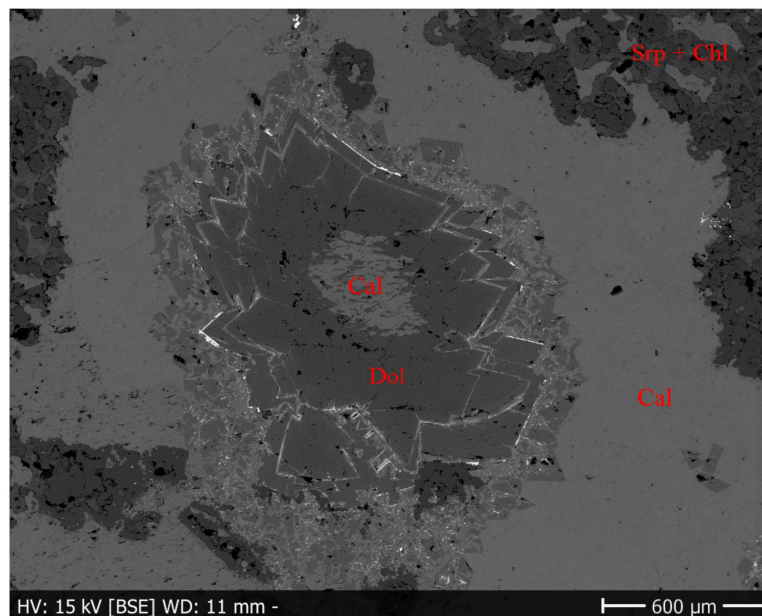
Okraje pecky (*Obr. 9*) jsou tvořeny četnými koncentrickými agregáty penninu (dle Melky 1965 i Wiewióry a Weisse 1990), rozmístěnými v celistvé v PPL bezbarvé a v XPL undulózně zhášející hmotě serpentinu s nízkým dvojlomem. Vnitřní část pecky je tvořena až 5 mm velkými hypautomorfně omezenými zrny kalcitu s vysokým dvojlomem a dvěma patrnými systémy štěpných trhlin a výjimečně i xenomorfně omezenými zrny křemene podobné velikosti. Po obvodu vnitřní části jsou rozmístěny 1–2,5 mm velké kulovité drúzy krystalů dolomitu (*Obr. 10 a 11*) narůstající na kalcitové jádro, které jsou jednoduše zonální, jejich vnitřní část je chudá železem ( $\text{Dol}_{94,3}\text{Ank}_{4,4-4,5}\text{Ktn}_{1,2-1,3}$ , analýzy 24 a 32 v *příloze*), vnější je na železo bohatá ( $\text{Dol}_{72,7-76,1}\text{Ank}_{23,9-27,3}$ , analýzy 23, 30 a 31 v *příloze*) a mezi nimi je v některých případech 10–30  $\mu\text{m}$  tlustá vrstva kalcitu s polohami oxy-hydroxidů Fe. Kolem těchto útvarů bývá v okolním karbonátu roztroušeno větší množství oxy-hydroxidů Fe. Ve výbruse je jedno protažené 120  $\mu\text{m}$  dlouhé xenomorfně omezené zrno barytu o složení  $(\text{Ba}_{1,01}, \text{Ca}_{0,05})_{1,06}\text{S}_{0,98}\text{O}_{4,00}$ .



*Obr. 9: Snímek z okrajové části výbrusu č. 4 z polarizačního mikroskopu, v levém dolním rohu snímku je zrno karbonátu, zbytek plochy je tvořen směsí serpentinu a chloritu, A v PPL, B v XPL*



Obr. 10: Snímek „dolomitové drúzy“ z výbrusu č. 4 z polarizačního mikroskopu, A v PPL, B v XPL



Obr. 11: BSE snímek stejné „dolomitové drúzy“, foto: J. Kapusta

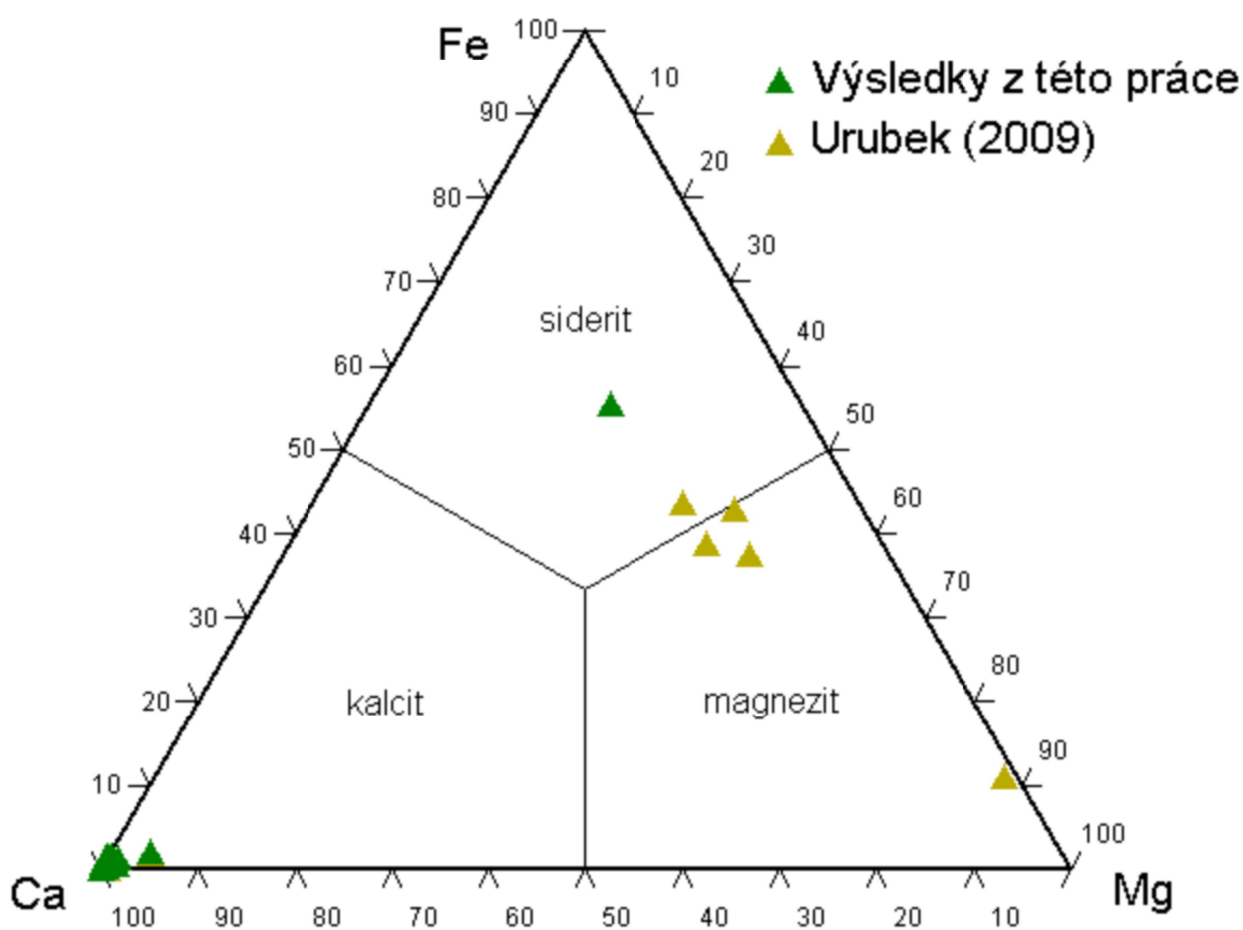
### Společné poznámky k chemismu minerálů vzorků č. 2 a 4

Studované **kalcity** jsou chemicky čisté ( $\text{Ca}_{97,0-99,6}\text{Sid}_{0,1-1,7}\text{Mag}_{0,0-1,4}\text{Str}_{0,0-0,9}\text{Rdc}_{0,0-0,9}$ ), pouze u jednoho analyzovaného kalcitu z výbrusu č. 4 bylo zjištěno mírně odlišné složení ( $\text{Ca}_{92,1}\text{Mag}_{4,1}\text{Sid}_{2,1}\text{Str}_{0,9}\text{Rdc}_{0,9}$ ), tento kalcit se nachází bezprostředně vedle okraje jedné z popisovaných „dolomitových drúz“.

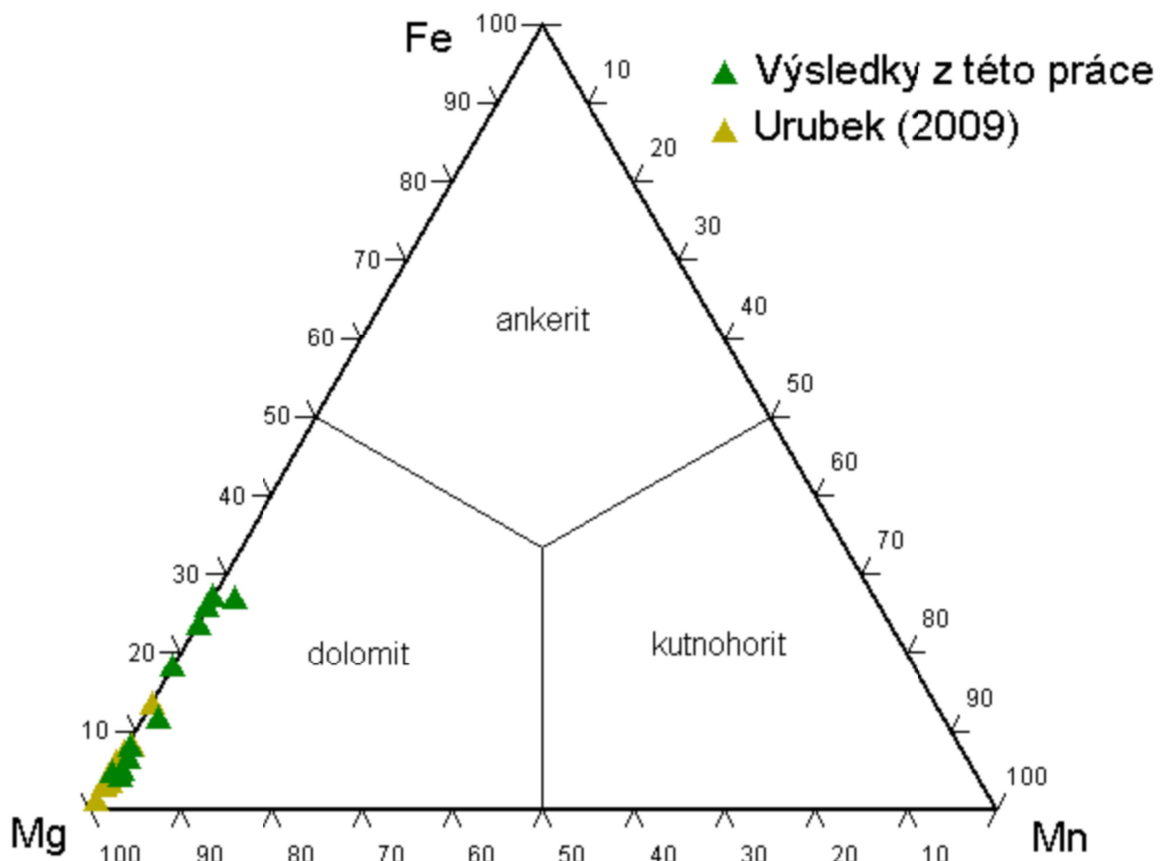
**Dolomit** má výrazně proměnlivější složení, především množství ankeritové složky je variabilní. Tato variabilita je velmi podobná v obou blíže studovaných vzorcích. Dolomit byl také analyzován na Sr, jeho množství však bylo vždy pod detekčním limitem metody.

**Chlorit** má stálé složení při porovnání jednotlivých analýz v rámci jednoho vzorku. Jednotlivé vzorky však mají složení chloritů odlišné. Ve výbrusu č. 2 jsou bohatší na Si (3,87 apfu), mají větší množství vakancí ve struktuře (0,58 na jednotku vzorce) a v poměru  $Mg/(Mg+Fe)$ , = 0,71, se příliš neliší. Chlority z výbrusu č. 4 mají 3,49–3,55 apfu Si, 0,36–0,41 vakancí na jednotku vzorce a poměr  $Mg/(Mg+Fe)$  0,73–0,75. Analyzovaný chlorit z výbrusu č. 2 má výraznou příměs K (0,15 apfu). Chlority v těchto výbrusech tvoří velmi jemnozrnné agregáty, které jsou při přípravě výbrusu náchylné k vydrolení, u těchto analýz je tedy předpokládána nižší přesnost z důvodu absence vhodnějších ploch k měření.

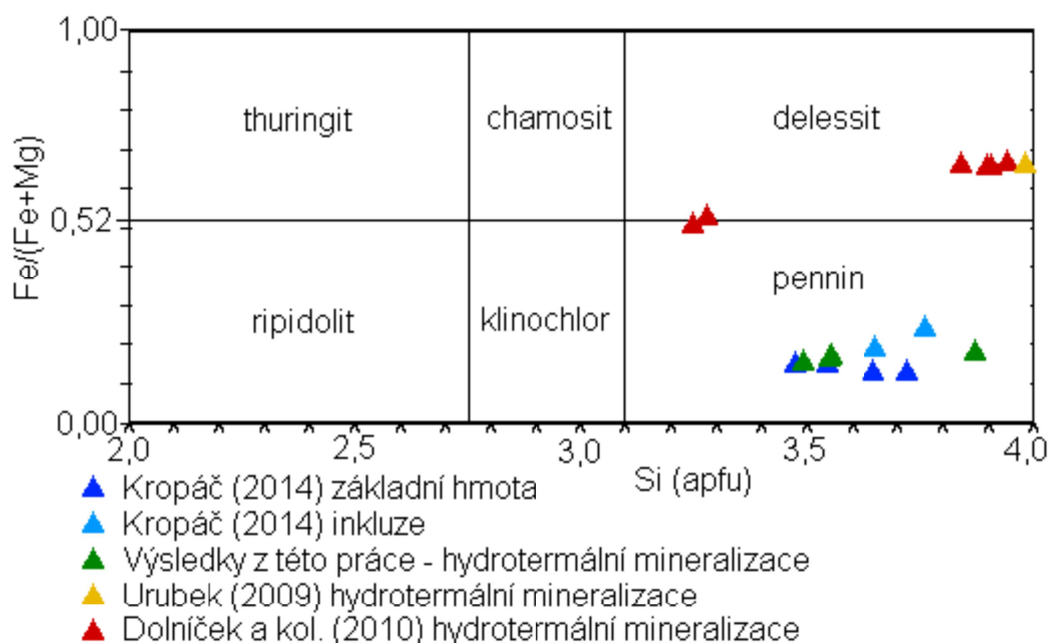
Přesné výsledky analýz karbonátů a chloritů jsou uvedeny v *příloze*, složení těchto minerálů je graficky vyjádřeno na *Obr. 12–15*.



*Obr. 12: Ternární klasifikační diagram pro minerály skupiny kalcit - magnezit – siderit se srovnáním s výsledky práce Urubka (2009), pozorovaný kalcit zde v obou případech přesně překrývá kalcit studovaný Urubkem*

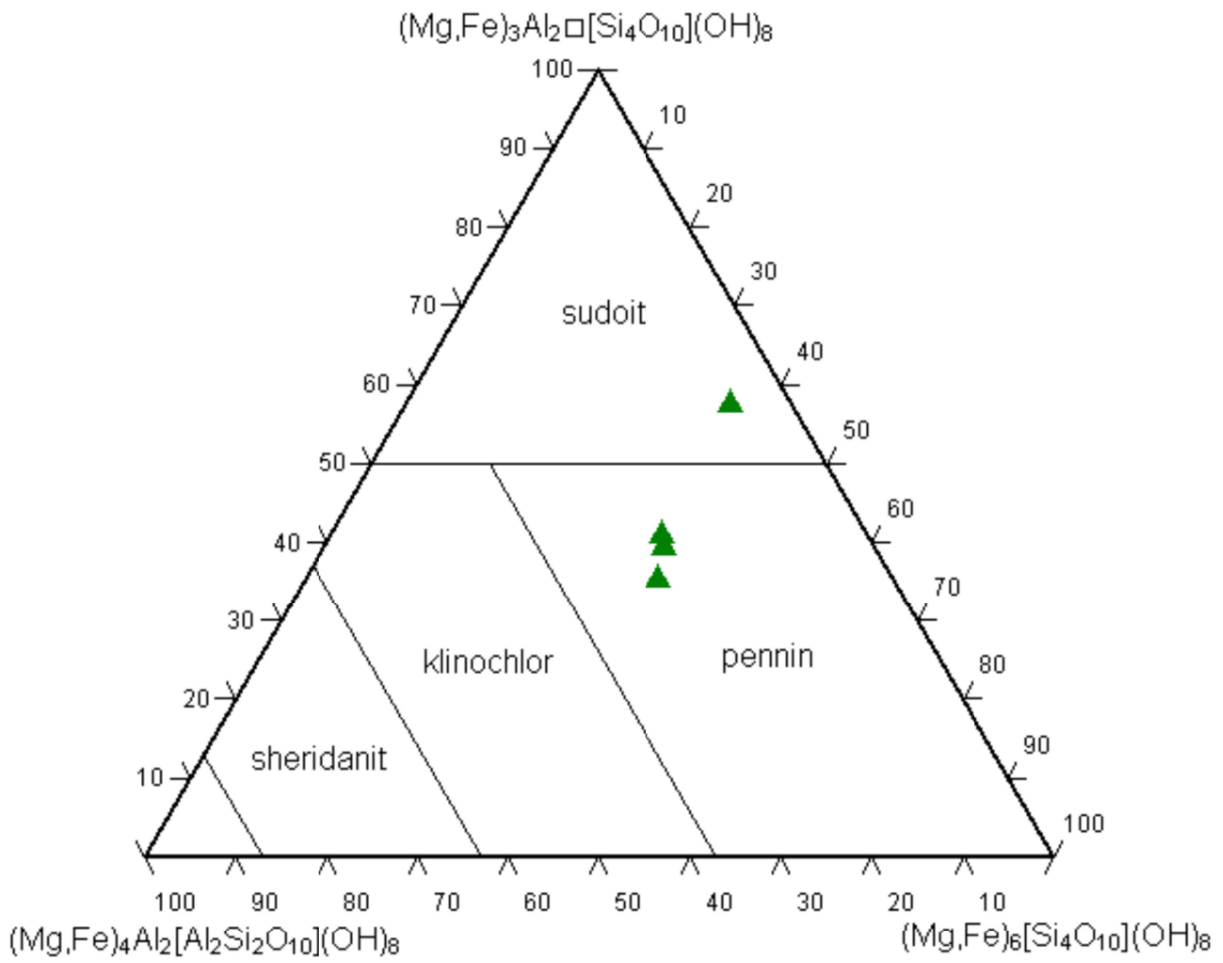


Obr. 13: Ternární klasifikační diagram pro pozorované minerály skupiny dolomitu srovnaný s prací Urubka (2009)



Obr. 14: Srovnání chemismu pozorovaných chloritů s výsledky prací Urubka (2009), Dolníčka a kol. (2010) a Kropáče (2014) v klasifikačním diagramu dle Melky (1965)





Obr. 15: Výřez z klasifikačního diagramu pro chlority dle Wiewióry a Weisse (1990)

## 7. Diskuse

Stav výchozů pikritu na Hončově hůrce je ve srovnání s jinými lokalitami podbeskydské magmatické oblasti (Kojetín a Straník, *www3*; celá polská část magmatické provincie, Kropáč 2018, ústní sdělení) v dobrém stavu, mechanicky pevný pikrit se na zmíněných výchozech nevyskytuje.

Nové minerály z Hončovy hůrky ve studovaných vzorcích identifikovány nebyly, ale byla zjištěna variabilita chemického složení některých minerálů oproti dosud zveřejněným údajům.

Chemismus studovaného **kalcitu** je velmi podobný kalcitům popsaným Urubkem (2009) a některým z kalcitů popsaných Dolníčkem a kol. (2010) z hydrotermální mineralizace (*Obr. 12*). Kalcity popsané Kropáčem (2014) a Kropáčem a kol. (2015) z inkluzí v olivínech a miarol se svým složením od nyní studovaných kalcitů mírně liší. V inkluzích a miarolách mají vyšší obsah Mg, obvykle do 9 mol. % magnezitové komponenty oproti maximálním 1,4 mol. % ve studovaných vzorcích. Obsah Sr v kalcitech je větší, než byl dosud z žilné mineralizace Hončovy hůrky znám, Urubek (2009) a Dolníček a kol. (2010) uvádějí maximálně 0,003 apfu Sr, oproti v současnosti pozorovaným 0,009 apfu Sr. Větší obsah Sr (0,017 apfu) byl pozorován v kalcitu ze základní hmoty pikritu (Kropáč 2014).

**Siderit** z centrální části vzorku č. 2 (analýza 13 v *příloze*) má výrazně vyšší podíl sideritové komponenty, než dosud popsané siderity (Urubek 2009, Dolníček a kol. 2010).

Některé z pozorovaných **dolomitů** mají stejné složení jako dolomity zkoumané Urubkem (2009) a Dolníčkem a kol. (2010), zbylé mají i výrazně vyšší podíl ankeritové komponenty. Urubek (2009) a Dolníček a kol. (2010) udávají maximálně  $Ank_{13,3}$ , respektive  $Ank_{13,5}$  (*Obr. 13*).

Chemismus analyzovaných **chloritů** se výrazně liší od chloritů ze žilné mineralizace analyzovaných Urubkem (2009) a Dolníčkem a kol. (2010). Podobné složení mají naopak chlority ze základní hmoty pikritu zkoumané Kropáčem (2014). Přehled analýz chloritů provedených na Hončově hůrce podává *Obr. 14*.

**Cr-spinel** se v podobném složení (se spíše větším obsahem Al, až 1,23 apfu na úkor Cr, Buriánek a kol. 2013, Kropáč 2014) vyskytuje v okolní hornině, v inkluzích (Buriánek a kol. 2013, Kropáč 2014, Kropáč a kol. 2015) a základní hmotě (Buriánek a kol. 2013). V žilné mineralizaci do této chvíle pozorován nebyl, je pravděpodobné, že se jedná o relikt z pikritu vzhledem k vysokým teplotám, za kterých hydrotermální spinel obvykle vzniká (Nozaka a kol. 2016), teplota fluida na Hončově hůrce nepřesahovala 170 °C (Dolníček a kol. 2010).

**Baryt** popsaný Jiráskem a kol. (2017) na rozdíl od nyní studovaného v podstatě neobsahuje Ca, a byly v něm identifikovány Fe, Zn a Si.

## 8. Závěry

Současný stav lomu odpovídá faktu, že se v něm již přibližně 50 let netěží a hornina tvořená v podstatě pouze mafickými minerály rychle zvětrává. Nezvětralý a nealterovaný pikrit se zde dnes na povrchu prakticky nenachází. Také nálezy kvalitnějších mineralogických vzorků jsou dnes podmíněny výkopovou prací, která je ovšem v rozporu se zákonem. Práce přinesla shrnutí do dnešního dne nashromážděných mineralogických poznatků o Hončově hůrce a rozhojnila údaje k variabilitě chemického složení hydrotermálních minerálů na lokalitě. Ve studovaných vzorcích hydrotermální mineralizace byly EDX-analýzou identifikovány karbonáty, chlority, spinelidy, baryt, hematit a oxy-hydroxidy Fe.

## Seznam použitých zkratk

IUGS – mezinárodní unie pro vědy o Zemi (z anglického International Union for Geological Sciences)

apfu – atomů na jednotku vzorce (z anglického atoms per formula unit)

PPL – pozorování v rovinně polarizovaném světle (z anglického plain polarized light)

XPL – pozorování se zasunutým analyzátozem (z anglického cross polarized light)

Dol – dolomit

Ank – ankerit

Ktn – kutnohorit

Cal – kalcit

Sid – siderit

Mag – magnezit

Str – stroncianit

Rdc – rodochrozit

Srp – serpentín

Chl – chlorit

OHFe – oxy-hydroxid železa

Hem – hematit

Qtz – křemen

## Seznam literatury

- Bosi F., Biagioni C., Pasero M. (2018): Nomenclature and classification of the spinel supergroup. - *European Journal of Mineralogy*, 31, 183-192
- Buriánek D. (2010): Magmatický a postmagmatický vývoj hornin monchiquit-pikritové skupiny v okolí Valašského Meziříčí. - *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2010*, 117-123.
- Buriánek D., Bubík M. (2012): Horniny těšinitové asociace v okolí Valašského Meziříčí. - *Acta Musei Moraviae - Scientiae geologicae*, 97, 1, 89-111.
- Buriánek D., Kropáč K., Dolníček Z. (2013): Ultrabazické horniny těšinitové asociace v západní části slezské jednotky. - *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2013*, 79-84.
- Coombs D., Alberti A., Armbruster T., Artioli G., Colella C., Galli E., Grice J., Liebau F., Mandarino J., Minato H., Nickel E., Passaglia E., Peacor D., Quartieri S., Rinaldi R., Ross M., Sheppard R., Tillmanns E., Vezzalini G. (1997): Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of the subcommittee of zeolites of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. - *Canadian Mineralogist*, 35, 1571-1606
- ČSN 72 1001 (721001) N Pomenovanie a opis hornín v inžinierskej geológii. 1990. Praha: Vydavateľství norem.
- Demek J., Mackovčín P. (2014): *Zeměpisný lexikon ČR*. - Mendelova univerzita v Brně.
- Dolníček Z., Urubek T., Kropáč K. (2010): Post-magmatic hydrothermal mineralization associated with Cretaceous picrite (Outer Western Carpathians, Czech Republic): interaction between host rock and externally derived fluid. - *Geologica Carpathica*, 61, 4, 327-339.
- Dostál J., Owen J. (1998): Cretaceous alkaline lamprophyres from northeastern Czech Republic: geochemistry and petrogenesis. - *Geologische Rundschau*, 87, 67-77.
- Eliáš M., Skupien P., Vašíček Z. (2003): Návrh úpravy litostratigrafického členění nižší části slezské jednotky na českém území (Vnější Západní Karpaty). - *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava, řada hornicko-geologická*, 49, 8, 7-13.
- Grabowski J., Krzemiński L., Nescieruk P., Szydło A., Paszkowski M., Pécskay Z., Wójtowicz A. (2003): Geochronology of teschenitic intrusions in the Outer Western Carpathians of Poland - constraints from  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  ages and biostratigraphy. - *Geologica Carpathica*, 54, 6, 385-393.
- Hovorka D., Spišiak J. (1988): *Vulkanizmus mezozoika Západných Karpát*. - Vydavateľstvo slovenskej akadémie vied, Bratislava.

- Jirásek J., Dolníček Z., Matýsek D., Urubek T. (2017): Genetic aspects of barite mineralization related to rocks of the teschenite association in the Silesian Unit, Outer Western Carpathians, Czech Republic. - *Geologica Carpathica*, 68, 2, 119-129.
- Klvaňa J. (1892): O eruptivních horninách tešenitových a pikritových na severovýchodní Moravě, předběžná zpráva. - *Rozpravy české akademie císaře Františka Josefa pro vědy slovesnost a umění*, r. I.
- Klvaňa J. (1897): Tešenity a pikrity na severovýchodní Moravě. - *Rozpravy české akademie císaře Františka Josefa pro vědy slovesnost a umění*, r. VI.
- Kropáč K. (2014): Karbonátové inkluze v porfyrických pikritech z Hončovy hůrky u Příbora. - MS, Rigorózní práce, Katedra geologie PřF UP Olomouc.
- Kropáč K., Dolníček Z., Urubek T., Lehotský T. (2013): Stronciem bohatý aragonit z porfyrického pikritu od Hončovy hůrky u Příbora. - *Minerál*, 21, 3, 217-219.
- Kropáč K., Dolníček Z., Buriánek D., Urubek T., Mašek V. (2015): Carbonate inclusions in Lower Cretaceous picrites from the Hončova hůrka Hill (Czech Republic, Outer Western Carpathians): Evidence for primary magmatic carbonates? - *International Journal of Earth science*, 104, 1299-1315.
- Kruťa T. (1966): Moravské nerosty a jejich literatura 1940-1955. - *Moravské museum v Brně*.
- Kudělásková J. (1987): Petrology and geochemistry of selected rock types of teschenite association, Outer Western Carpathians. - *Geologica Carpathica*, 38, 5, 545-573.
- Kudělásková M., Kudělásek V., Matýsek D. (1990): Zeolity v pikritech těšinitové asociace na lokalitě Hončova hůrka u Příbora (severní Morava). - *Časopis pro mineralogii a geologii*, 35, 3, 317-322.
- Kudělásková M., Kudělásek V., Matýsek D. (1993): Chemické a petrologické studium pikritových hornin z Podbeskydské oblasti. - *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské v Ostravě, řada hornicko-geologická*, 39, 1, 63-72.
- Le Bas M. (2000): IUGS Reclassification of the High-Mg and Picritic Volcanic Rocks. - *Journal of Petrology*, 41, 10, 1467-1470.
- Le Bas M., Streckeisen, A. (1991): The IUGS systematics of igneous rocks. - *Journal of the Geological Society*, 148, 825-833.
- Leake B., Woolley A., Arps Ch., Birch W., Gilbert Ch., Grice J., Hawthorne F., Kato A., Kisch H., Krivovičev V., Linthout K., Laird J., Mandarino J., Maresch W., Nickel E., Rock N., Schumacher J., Smith D., Stephenson N., Ungaretti L., Whittaker E., Youzhi G. (1997): Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the international

- mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. - *Canadian Mineralogist*, 35, 219-246.
- Lucińska-Anczkiewicz A., Villa I., Anczkiewicz R., Ślaczka A. (2002):  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Dating of alkaline lamprophyres from the Polish Western Carpathians. - *Geologica Carpathica*, 53, 1, 45-54.
- Mahmood A. (1973): Petrology of the teschenitic rock series from the type area of Cieszyn (Teschen) in the Polish Carpathians. - *Rocznik Polskiego towarzystwa geologicznego*, 43, 2, 153-216.
- Matýsek D., Jirásek J., Skupien P., Thomson S. (2018): The Žermanice sill: new insights into the mineralogy, petrology, age, and origin of the teschenite association rocks in the Western Carpathians, Czech Republic. - *International journal of earth sciences*, 107, 7, 2553-2574.
- Melka, K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. - *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 40, 23 -27.
- Morimoto N., Fabries J., Ferguson A., Ginzburg I., Ross M., Seifert F., Zussman J., Aoki K., Gottardi G. (1988): Nomenclature of pyroxenes. - *American Mineralogist*, 73, 1123-1133.
- Mrázek I., Rejl L. (2010): *Drahé kameny Moravy a Slezska*. - Aventinum, Praha.
- Nozaka T., Meyer R., Wintsch R., Wathen B. (2016): Hydrothermal spinel, corundum and diaspore in lower oceanic crustal troctolites from the Hess Deep Rift. - *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 171:53.
- Pacák O. (1926): *Sopečné horniny na severním úpatí Beskyd moravských*. - MS, Česká akademie věd a umění, Praha, 228s.
- Pelz J., Břečková J. (1996): Zeolity - význačné minerály podbeskydských vyvřelin. - *Minerál*, 4, 2, 128-130.
- Rieder M., Cavazzini G., Đakonov J., Frank-Kameněckij V., Gottardi G., Guggenheim S., Koval' P., Müller G., Neiva A., Radoslovič E., Robert J., Sassi F., Takeda H., Weiss Z., Wones D. (1998): Nomenclature of the micas. - *Clays and Clay Minerals*, 46, 5, 586-595.
- Sapetza J. (1864): *Geognostische und mineralogische Notizen aus der Umgebung von Neutitschein*. - MS, 14s.
- Smulikowski K. (1980): Uwagi o Cieszyńskiej prowincji magmowej. - *Rocznik Polskiego towarzystwa geologicznego*, 50, 1, 41-54.
- Stráník Z., Menčík E., Eliáš M., Adámek J. (1993): Flyšové pásmo Západních Karpat, autochtonní mesozoikum a paleogén na Moravě a ve Slezsku. - In: Přichystal A., Obstová V., Suk M. (eds.): *Geologie Moravy a Slezska*, s. 107-122. Moravské zemské muzeum a Sekce geologických věd PŘF MU, Brno.

- Szopa K., Włodyka R., Chew D. (2014): LA-ICP-MS U-Pb apatite dating of Lower Cretaceous rocks from teschenite-picrite association in the Silesian Unit (southern Poland). *Geologica Carpathica*, 65, 4, 273-284.
- Šmíd B. (1978): Výzkum vyvřelých hornin těšinitové asociace. - MS, Ústřední ústav geologický, Praha, 153s.
- Tschermak G. (1866): Felsarten von ungewöhnlicher Zusammensetzung in den Umgebungen von Teschen und Neutitschein. - *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, 53, 1, 260-287.
- Urubek T. (2009): Hydrotermální mineralizace v západní části Moravskoslezských Beskyd (Vnější Západní Karpaty). - MS, Diplomová práce, Katedra geologie PřF UP Olomouc.
- Wiewióra A., Weiss Z. (1990): Crystallochemical classifications of phyllosilicates based on the unified system of projection of chemical composition: II. The chlorite group. - *Clay Minerals*, 25, 83-92.
- www1: Letecké mapy. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka> [cit. 13. 11. 2018]
- www2: Geologická mapa ČR. In: Geovědní mapy 1:50000 [online]. Praha: Česká geologická služba. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/> [cit. 1. 5. 2018]
- www3: Geologický pavilón Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě. Dostupné z: [https://geopavilon.vsb.cz/cs/pro\\_skoly/geoexkurzeaseminare/propedagogy/2010exkurzestranikstramberk/](https://geopavilon.vsb.cz/cs/pro_skoly/geoexkurzeaseminare/propedagogy/2010exkurzestranikstramberk/) [cit. 26. 4. 2019]



