

# Mineralógia rudného výskytu pri Hiadeli v Nízkych Tatrách (Slovenská republika)

## Mineralogy of an ore occurrence near Hiadel' in the Nízke Tatry Mts. (Slovakia)

JURAJ MAJZLAN<sup>1)</sup>, MARTIN ŠTEVKO<sup>2)</sup> A MARTIN CHOVAN<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Institut für Geowissenschaften, Friedrich-Schiller Universität, Burgweg 11, 07749 Jena, Nemecko

<sup>2)</sup>Katedra mineralógie a petrológie, Univerzita Komenského, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovenská republika

<sup>3)</sup>Institut geologického inženýrství, HGF VŠB TU, 17. listopadu 15, 70833 Ostrava, Česká republika

MAJZLAN J., ŠTEVKO M., CHOVAN M. (2016) Mineralógia rudného výskytu pri Hiadeli v Nízkych Tatrách (Slovenská republika). *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 24, 1, 271-276. ISSN 1211-0329.

### Abstract

In this contribution, we studied mineralogy of a small, long abandoned ore occurrence near the village of Hiadel' in the Nízke Tatry Mts. (Slovakia). An earlier mineral association consists of pyrite I, arsenopyrite, rutile, apatite, monazite, and possibly zircon. This association is located in alteration zones with abundant sheet silicates. Carbonates are found in this association but also in the milky quartz that contains no sheet silicates. The composition of the carbonates is variable; they belong to the siderite-magnesite and dolomite-ankerite solid solution, rarely to calcite. Later ore minerals are represented by stibnite, Pb-Sb sulfosalts (zinkenite, jamesonite, or robinsonite), tetrahedrite, chalcocite, bournonite, and pyrite II. The temporal relationship among these minerals cannot be determined from our samples. Tetrahedrite is Zn-rich and Ag-poor. From a mineralogical point of view, this occurrence does not deviate from other ore deposits and occurrences known in the Tatric part of the Nízke Tatry Mts.

**Key words:** ore mineralogy, Nízke Tatry Mts., Hiadel', chemical composition, sulfosalts, Slovak Republic

Obdrženo: 26. 11. 2015; prijato: 18. 1. 2016

### Úvod

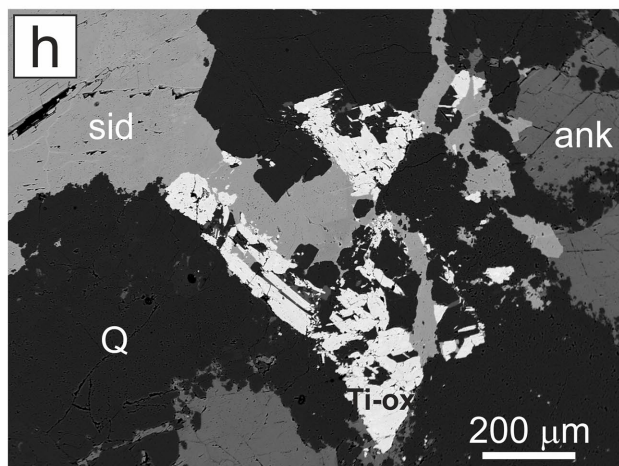
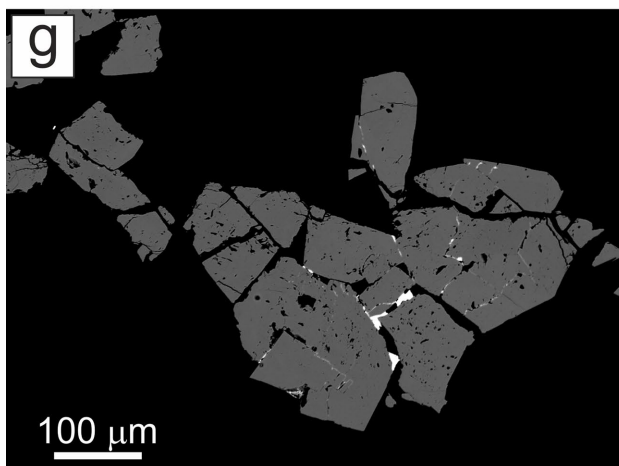
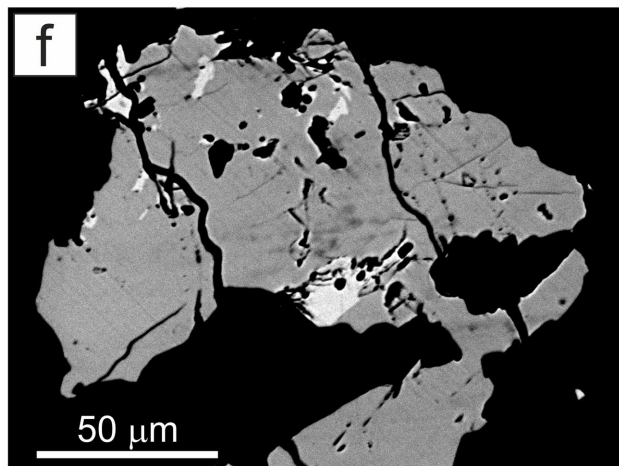
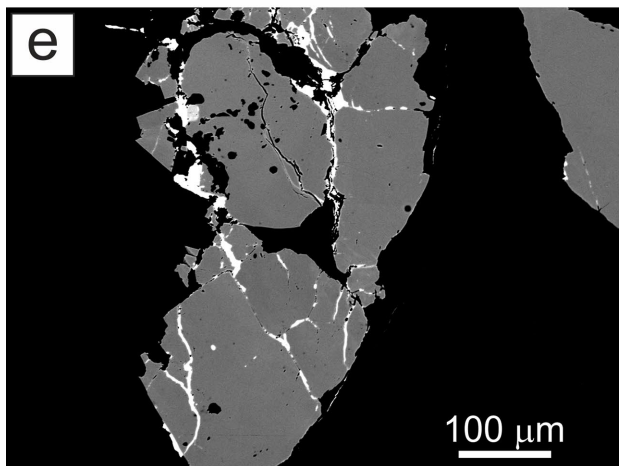
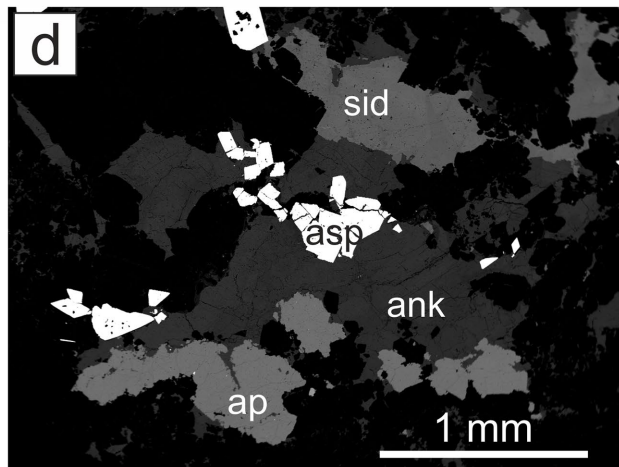
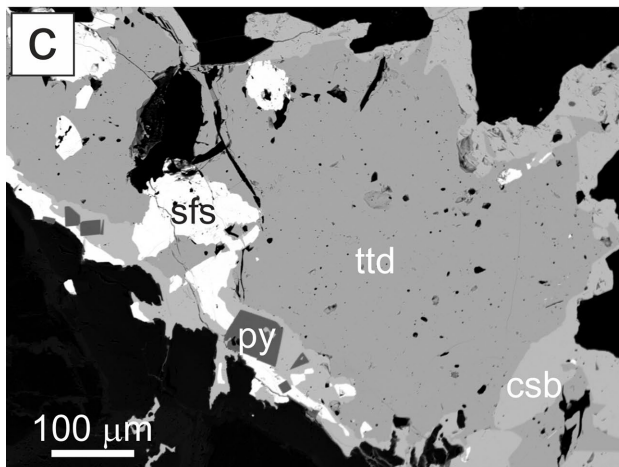
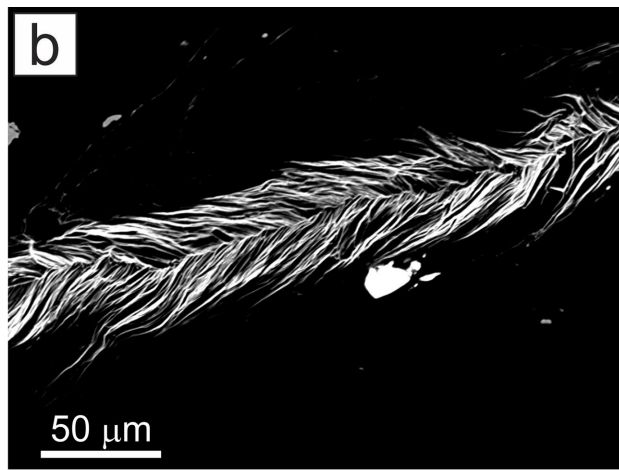
Ďumbierska časť Nízkych Tatier je známa mnohými ložiskami a výskytmi rúd, z ktorých niektoré boli v minulosti intenzívne ťažené, iné boli len predmetom malého záujmu. Medzi najväčšie akumulácie rúd patria Sb a Sb-Au ložiská Dúbrava (Chovan et al. 1995a), Magurka (Chovan et al. 1995b) a Dve Vody (Majzlan et al. 2002). Najmä vo východnej časti je vyvinutá aj žilná sideritovo-sulfidická mineralizácia, napríklad v okolí Vyšnej Boce (Ozdín, Chovan 1999).

Výskyt pri Hiadeli, malej obci asi 21 km severovýchodne od Banskej Bystrice na južných svahoch Nízkych Tatier, patrí medzi drobné, zabudnuté rudné indície. Výskyt je situovaný približne 2.7 km na sever od obce Hiadel', v bočnom údolí Hiadelskej doliny, na západnom svahu hrebeňa kóty Kochuľa (975 m n. m.). V Topografickej mineralógii Slovenska (Koděra ed. 1986) nachádzame zmienky o antimonite a pyrite na tejto lokalite. Zrudnenie bolo nafárané krátkou štôľňou, ktorej dĺžka, podľa veľkosti haldy, je nevelká. GPS súradnice tejto štôľne sú 48°50'1.98"S, 19°18'48.27"V. Štôľňa je ešte otvorená, aj keď takmer úplne zaplavená vodou. V posledných rokoch sa ústie štôľne pri lesných prácach silne zasutilo (obr. 1a) a je možné, že za niekoľko rokov bude ústie úplne zasypané hlinou a suťou. Okolie výskytu sa vyznačuje relatívne pestrou geologickou stavbou. V tesnej blízkosti štôľne sú prítomné horniny tatrckého kryštalinika, biotitické až dvojsľudové granodiority až granity prašivského typu a pararuly (Polák et al. 2003).

### Materiál a metodika

Materiál na výskum bol odobraný na malej halde priamo pred štôľňou pri Hiadeli. Štôľňa nebola kvôli veľkému množstvu vody prístupná.

Chemické zloženie vybraných minerálov bolo skúmané kvantitatívnu bodovou analýzou s elektrónovou mikroskopom JEOL JX-800 na Inštitúte pre geovedy v Jene (Friedrich-Schiller Universität, Jena, SRN). Pre analýzy pyritu a arsenopyritu boli použité tieto podmienky a štandardy: napätie 20 kV, prúd 20 nA, priemer lúča 5 μm, čas merania na maxime 20 s, čas merania na pozadí 5 s; InAs (pre analýzu As; detekčný limit 0.03 hm.%), pyrit (S: 0.01; Fe: 0.01), Ni (Ni; 0.02), chalkopyrit (Cu; 0.02), Co (Co; 0.02). Pre analýzy tetrahedritu a sulfosalí sme použili: napätie 20 kV, prúd 20 nA, priemer lúča 5 μm, čas na maxime 20 s; čas na pozadí 5 s; InAs (pre analýzu As; detekčný limit 0.03 hm.%), pyrit (S: 0.01; Fe: 0.01), Ag (Ag; 0.03), Bi (Bi; 0.05), antimonit (Sb; 0.04), sfalerit (Zn; 0.03), chalkopyrit (Cu; 0.02), galenit (Pb; 0.05). Pri týchto analýzach bol analyzovaný vždy len jeden z prvkov As alebo Pb, nikdy nie tieto dva prvky súčasne. Pre analýzy karbonátov sme použili tieto podmienky a štandardy: napätie 15 kV, prúd 15 nA, priemer lúča 5 μm, čas na maxime 20 s; čas na pozadí 5 s; MgO (pre analýzu Mg; detekčný limit 0.01 hm.%), diopsid (Ca; 0.01), barit (S: 0.01; Ba: 0.04), SrSO<sub>4</sub> (Sr; 0.04), galenit (Pb; 0.08), almandín (Fe; 0.04), rodonit (Mn; 0.03).



**Obr. 1 a)** Pohľad na čiastočne zasutené ústie štólne pri Hiadeli v roku 2010; **b-h):** mikrofotografie zo snímania spätne rozptýlených elektrónov v elektrónovej mikrosonde. **b)** Vlasovité agregáty pyritu v illite; **c)** Žilka tetraedritu (ttt), ktorý je obrastaný chalkostibitom (csb). Prítomné sú inklúzie pyritu II (py) a sulfosolí (sfs). Detail z jednej inklúzie sulfosolí sa nachádza na obr. 1f; **d)** Paragenéza arzenopyritu (asp), karbonátov (sid, ank) a apatitu (ap) v alterovaných zónach; **e)** Antimonit (biely) vniká po trhlínach do zrn pyritu I (sivý); **f)** Inklúzia sulfosolí, zobrazená tiež na obr. 1c. Sivý je zinkenit, drobné biele zrnká patria robinsonitu; **g)** Bournonit (biely) vniká po trhlínach do zrn pyritu I (sivý); **h)** Karbonáty (sid, ank) spolu s rutíлом (Ti-ox) v kremeň (Q) v alterovaných zónach.

←

**Tabuľka 1** Reprezentatívne bodové chemické analýzy pyritu a arzenopyritu. Všetky údaje v hmotnostných %, prepočítané na kryštalochemické vzorce. Analýzy pyritu sú prepočítané na 2 atómy (S+As), analýzy arzenopyritu na 3 atómy (Fe+Co+Ni+Cu+As+S).

	pyrit I	pyrit I	pyrit I	pyrit II	pyrit II	pyrit II	asp	asp	asp
As	0.15	0.23	0.05	1.22	1.51	2.32	46.98	47.37	46.08
S	53.63	53.63	53.71	53.10	52.43	52.37	20.03	20.02	20.91
Ni	0.01	0.02	0.01	0.33	0.38	1.19	0.06	0.01	0.19
Cu	0.00	0.01	0.00	0.45	0.79	0.14	0.00	0.00	0.00
Fe	45.17	44.98	45.16	43.54	43.83	43.10	33.15	33.28	33.59
Co	0.08	0.10	0.11	0.07	0.29	0.08	0.11	0.07	0.08
Total	99.05	98.97	99.05	98.71	99.23	99.2	100.32	100.75	100.86
As	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	1.02	1.02	0.98
S	2.00	2.00	2.00	1.98	1.98	1.96	1.01	1.01	1.04
Ni	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Cu	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.97	0.96	0.96	0.93	0.95	0.93	0.96	0.96	0.96
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

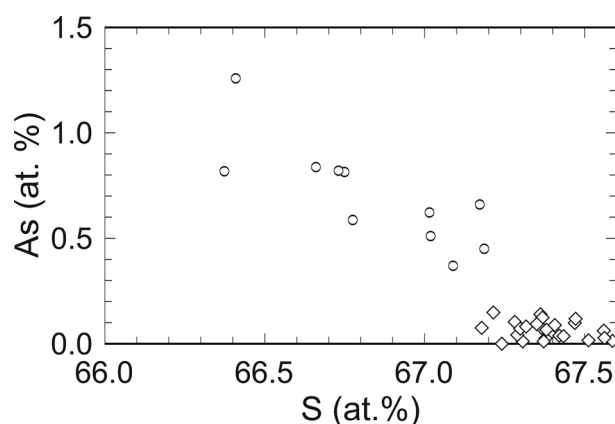
## Výsledky

Rudné vzorky sú na malej halde pri štólne v Hiadeli vzácné. Väčšinou sa nachádza len mliečnobiely kremeň, niekedy vo forme balvanov až 30 cm veľkých. V týchto veľkých vzorkách sú veľké hniezda práškovitých oxidov železa, ktoré boli pravdepodobne pred zvetraním tvorené pyritom. V malých kúskoch kremeňa, kde sú makroskopicky viditeľné aj šedé alebo do hnedá navetrané karbonáty, sa našli aj nezvetrané primárne minerály, ktoré sú opísané nižšie. Vzhľadom na to, že sa podarilo nájsť len niekoľko rudných vzoriek a že štôľnu nebolo možné navštíviť, je ťažké vyvodit' závery o hojnosti niektorých minerálov.

## Rudné minerály

**Pyrit.** Vo vzorkách častý, v dvoch generáciách, ktoré sa odlišujú morfológicky, chemicky (tab. 1) a svojou paragenézou. Starší pyrit I sa nachádza v silne alterovaných zónach, ktoré ale nenesú známky pôvodných hornín. Je možné, že sa tu jedná o stupeň alterácie, ktorý úplne zotrel primárne textúry pôvodných hornín, je tiež ale možné, že sú to zóny, v ktorých kryštalizoval illit, kremeň a ďalšie minerály z roztokov, ktoré mali genetický súvis s alteráciou okolných hornín. Tento pyrit je alotriomorfný a rozpučaný. Sprevádza ho arzenopyrit, rutíl, monazit a zirkón. EPM analýzami sa zistilo, že tento pyrit neobsahuje takmer žiadny arzén (obr. 2, tab. 1). Do trhlín v pyrite vniká antimonit a bournonit. K tomuto, prvému typu pyritu radíme aj zvláštne vlasovité agregáty (obr. 1b), ktoré zrejme vznikli kryštalizáciou tohto minerálu medzi šupinkami illitu.

Druhý typ pyritu (pyrit II) tvorí metakryštály v sulfidoch medi, najmä v chalkostibite, so štvorcovým obrysom (obr. 1c). Vznikal pravdepodobne zároveň s chalkostibitom.



**Obr. 2.** Závislosť síry a arzenu v pyrite I (diamanty) a pyrite II (krúžky) z Hiadela. Všetky údaje získané bodovými chemickými analýzami s elektrónovou mikrosondou.

Tento typ pyritu obsahuje do 2.3 hm. % arzenu (obr. 2), pričom ho žiadny arzenopyrit nesprevádza.

**Arzenopyrit.** Sprevádza hojne pyrit I v zónach s karbonátmi, apatitom (obr. 1d) a alteračnými minerálmi. Je idiomorfný až hypidiomorfný, chemicky homogénny. Často je rozpučaný a do puklín vnikajú drobné zrnká a žilky bournonitu. Vybrané chemické analýzy arzenopyritu sú uvedené v tabuľke 1.

**Antimonit.** Tvorí v niektorých vzorkách niekoľkomilimetrové agregáty. Na rozdiel od pyritu I a arzenopyritu sa nachádza prevažne v mliečnobielym kremeň. Nachádza sa na trhlínkach v alteračných zónach a vyhojuje pukliny v staršom pyrite I (obr. 1e). Obsahuje početné inklúzie Pb-Sb sulfosolí. V prechádzajúcom svetle sa zistilo, že

kremeň v okolí antimonitu je rekryštalizovaný; chýbajú v ňom nespočetné submikroskopické fluidné inklúzie, ktoré sú inak v kremeni všadeprítomné. Zdá sa, že hlavná masa kremeňa sa vytvorila ešte pred kryštalizáciou antimonitu. Z chemického hľadiska je antimonit čistý  $Sb_2S_3$ .

**Tetraedrit.** Tvorí hlavnú výplň drobných žiliek, na ktorých asociuje spolu s chalkostibitom, pyritom II a Pb-Sb sulfosolami (obr. 1c). Jeho vzťah k antimonitu sa zistiť nedá. Podobne ako pri antimonite je aj v okolí žiliek s tetraedritom kremeň rekryštalizovaný. Pomery  $Sb/(Sb+As)$  a  $Zn/(Fe+Zn)$  sú vysoké (tab. 2). Prevalha zinku nad železom je prekvapujúca, keďže sa tomto prostredí určite nachádzal dostatok Fe, napríklad z okolných hornín alebo z pyritu I. Obsahy Ag sú minimálne a výskyt zrejme nebol overovaný, prípadne ťažený kvôli striebornosému tetraedritu.

**Chalkostibit.** Našiel sa spolu s tetraedritom, ktorý obrastá (obr. 1c). Chemicky zodpovedá takmer čistému

$CuSbS_2$ , s nízkymi obsahmi As (tab. 2). Úplná absencia bizmutu v chalkostibite zo skúmanej lokality je zaujímavá z toho hľadiska, že prítomnosť Bi v chalkostibite na iných ložiskách (napr. Dúbrava, Chovan et al. 1998) poukazuje na prítomnosť Bi sulfosolí na tých ložiskách. S veľkou pravdepodobnosťou sa teda Bi sulfosol v Hiadeli nenachádzajú.

**Pb-Sb sulfosol.** Nachádzajú sa ako drobné (desiatky mikrometrov) inklúzie v antimonite, samostatné ihlice (makroskopické) v kremeni a karbonátoch alebo zrnká (stovky mikrometrov) spolu s tetraedritom a chalkostibitom (obr. 1c, f). Väčšinou sa pritom jedná o zinkenit (tab. 3). Niektoré drobné inklúzie sa skladajú z minerálov s pomerom Pb/Sb, ktorý je vyšší ako pri zinkenite. Jedná sa buď o jamesonit alebo o robinsonit (tab. 4).

**Bournonit.** Len ako drobné zrnká a žilky (niekoľko mikrometrov), ktoré vyplňajú puklinky v pyrite I a arzenopyrite (obr. 1g). Samostatný sa nezistil. Okrem hlavných prvkov obsahuje len zvýšené obsahy Fe (tab. 4), nie je však jasné, či namerané hodnoty nepochádzajú z okolného pyritu.

### Nerudné minerály

**Kremeň.** Mliečnobiely, prevládajúci minerál rudného telesa. Väčšinou bez rudných minerálov a aj bez karbonátov. Ako sme už spomínali vyššie, na halde sú balvanové kremeňa s oxidmi železa, pravdepodobne zvetraným pyritom. V kremeni sú v prechádzajúcom svetle viditeľné nespočetné mikroskopické inklúzie, ktoré sú zodpovedné za jeho mliečnobiely farbu. Na mikrotermometrické účely sa prevažná časť z nich kvôli malým rozmerom nehodí. Len v okolí mladších sulfidov, antimonitu alebo Cu-sulfidov, je kremeň rekryštalizovaný, priehľadný, s väčšími fluidnými inklúziami, ktoré by mohli byť predmetom ďalších bádání.

**Karbonáty.** Nachádzané často s rudnými minerálmi. Vo vzorkách sa zistili asociujúce karbonáty z rady siderit-magnezit a ankerit-dolomit (obr. 1d, h), len zriedkavo kalcit. Zrná karbonátov majú premenlivé

**Tabuľka 2** Reprezentatívne bodové chemické analýzy tetraedritu (ttd) a chalkostibitu (csb). Všetky údaje v hmotnostných %, prepočítané na kryštalochemické vzorce. Analýzy tetraedritu sú prepočítané na 29 apfu, analýza chalkostibitu na 4 apfu.

	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	csb
As	2.81	1.59	1.42	1.48	1.30	1.21	1.04
S	24.85	24.56	24.24	24.80	24.67	24.51	24.13
Sb	25.96	27.92	27.71	25.19	28.20	28.29	48.89
Ag	0.19	0.07	0.11	0.21	0.17	0.17	0.08
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	2.33	1.45	1.46	1.85	1.35	1.05	0.02
Zn	5.26	6.18	6.05	5.79	6.31	6.64	0.00
Cu	39.39	39.12	38.43	39.28	39.12	38.93	25.30
Total	100.78	100.89	99.42	98.60	101.12	100.80	99.45
As	0.61	0.35	0.32	0.33	0.29	0.27	0.04
S	12.71	12.67	12.70	12.88	12.71	12.69	1.92
Sb	3.49	3.79	3.82	3.44	3.82	3.86	1.02
Ag	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.68	0.43	0.44	0.55	0.40	0.31	0.00
Zn	1.32	1.56	1.55	1.47	1.59	1.68	0.00
Cu	10.16	10.18	10.15	10.29	10.16	10.16	1.02

**Tabuľka 3** Reprezentatívne bodové chemické analýzy zinkenitu. Všetky údaje v hmotnostných %, prepočítané na kryštalochemický vzorec na 73 apfu podľa vzorca  $Pb_9Sb_{22}S_{42}$ .

Sb	44.31	43.84	43.44	43.42	43.20	42.67	42.10	41.76	42.24
S	22.50	21.91	22.09	21.76	21.82	22.04	21.86	21.98	21.64
Ag	0.19	0.21	0.06	0.03	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	32.09	32.08	33.12	33.43	33.51	34.05	34.46	34.31	34.81
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.05	0.05	0.03	0.03
Cu	0.29	0.31	0.45	0.70	0.54	1.08	1.01	0.93	1.19
Total	99.38	98.36	99.19	99.34	99.14	99.95	99.48	99.01	99.93
Sb	21.65	21.81	21.46	21.54	21.47	20.96	20.84	20.70	20.94
S	41.76	41.41	41.45	41.02	41.19	41.12	41.13	41.39	40.76
Ag	0.10	0.12	0.03	0.02	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	9.21	9.38	9.61	9.75	9.79	9.83	10.03	9.99	10.14
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.04	0.03	0.03
Cu	0.27	0.30	0.43	0.66	0.51	1.02	0.96	0.88	1.13

zloženie (obr. 3), nepozorovala sa ale žiadna zonalita. Heterogenita karbonátov je difúzna, bez jasných ohraničení objemov s rozličným zložením. Karbonáty sa nachádzajú v asociácii s pyritom I, arzenopyritom a rutilom (obr. 1h), ale aj samostatne v bielom kremeň. Nepozorovala sa žiadna príslušnosť určitého chemického zloženia karbonátov k špecifickým rudným minerálom. Vybrané chemické analýzy sú v tabuľke 5.

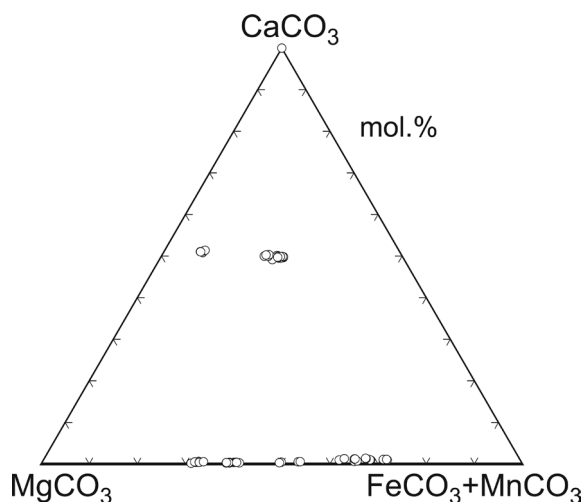
#### Minerál zo skupiny apatitu.

Alotriomorfne, niekoľko milimetrov veľké zrná nenápadnej bielej farby. Identifikovaný až pomocou EDS na elektrónovej mikrosonde. Asociuje s karbonátmi, pyritom I a arzenopyritom (obr. 1d). Mohol vznikáť pri alterácii hornín, aj keď zdroj fosforu pre také veľké množstvá apatitu nie je jasný. Semikvantitatívnymi mikrosondovými analýzami sa zistilo, že neobsahuje žiadny Cl. Obsahy F sú približne 25 % z obsahov F v štandarde fluórapatitu. Jedná sa teda pravdepodobne o hydroxylapatit.

**Rutil, zirkón, monazit.** Tieto minerály sa nachádzajú v alteračných zónach, pričom najhojnejší je rutil, potom zirkón a najzriedkavejší je monazit. Rutil (obr. 1h) je pravdepodobne produkt alterácie primárnych horninotvorných slúd, ktoré obsahujú pomerne veľa  $\text{TiO}_2$  (cf. Orvošová et al. 1998). Či je zirkón zvyšok po pôvodných horninách alebo bol tiež prinesený hydrotermálnymi roztokmi, zostáva nezodpovedanou otázkou. O mobilite fosforečnanu v danom prostredí svedčia veľké zrná apatitu; v tomto procese mohol tiež vznikáť monazit.

**Tabuľka 4** Reprezentatívne bodové chemické analýzy jamesonitu (jam), robinsonitu (rob) a bournonitu (bnn). Všetky údaje v hmotnostných %, prepočítané na kryštalochemické vzorce. Analýzy jamesonitu sú prepočítané na 25 apfu podľa vzorca  $\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$ , robinsonitu na 23 apfu podľa vzorca  $\text{Pb}_4\text{Sb}_6\text{S}_{13}$ , analýzy bournonitu na 6 apfu podľa vzorca  $\text{CuPbSbS}_3$ .

	jam	jam	jam	jam	jam	rob	rob	bnn
Sb	36.07	35.42	35.45	35.60	35.27	36.23	36.25	23.40
S	21.04	21.13	21.12	20.88	21.16	20.39	20.33	19.12
Ag	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	39.93	40.15	40.21	40.56	40.71	42.52	42.65	42.9
Fe	2.18	2.32	2.28	2.39	2.37	0.00	0.00	1.85
Zn	0.06	0.33	0.34	0.04	0.25	0.00	0.00	0.01
Cu	0.66	2.06	1.82	0.45	1.73	0.00	0.00	12.91
Total	99.92	101.41	101.22	99.96	101.50	99.14	99.23	100.18
Sb	6.20	5.95	5.97	6.14	5.93	6.01	6.02	1.01
S	13.73	13.48	13.52	13.68	13.53	12.85	12.82	3.15
Ag	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	4.03	3.96	3.98	4.11	4.02	4.14	4.16	1.09
Fe	0.82	0.85	0.84	0.90	0.87	0.00	0.00	0.17
Zn	0.02	0.11	0.11	0.01	0.08	0.00	0.00	0.00
Cu	0.22	0.66	0.59	0.15	0.55	0.00	0.00	1.07



**Obr. 3** Bodové chemické analýzy karbonátov.

**Tabuľka 5** Reprezentatívne bodové chemické analýzy uhličitanov z Hiadela, prepočítané na mólové %. Sid-mag - minerály radu siderit-magnezit, dol - dolomit.

	$\text{MgCO}_3$	$\text{PbCO}_3$	$\text{CaCO}_3$	$\text{SrCO}_3$	$\text{FeCO}_3$	$\text{MnCO}_3$	Suma	$\text{MgCO}_3$	$\text{PbCO}_3$	$\text{CaCO}_3$	$\text{SrCO}_3$	$\text{FeCO}_3$	$\text{MnCO}_3$
	hm. %	hm. %	hm. %	hm. %	hm. %	hm. %	hm. %	mol. %	mol. %	mol. %	mol. %	mol. %	mol. %
sid-mag	21.71	0.00	0.99	0.00	75.18	1.66	99.54	27.66	0.00	1.06	0.00	69.72	1.55
sid-mag	25.11	0.00	1.20	0.06	70.56	1.88	98.81	31.83	0.00	1.28	0.04	65.10	1.75
sid-mag	42.06	0.00	0.31	0.00	55.51	1.12	99.00	50.35	0.00	0.31	0.00	48.35	0.99
sid-mag	50.58	0.00	0.28	0.01	47.25	1.33	99.46	58.68	0.00	0.28	0.01	39.90	1.13
sid-mag	50.98	0.07	0.40	0.00	46.18	1.64	99.27	59.18	0.03	0.39	0.00	39.01	1.40
sid-mag	53.42	0.00	0.26	0.02	44.41	1.34	99.45	61.43	0.00	0.25	0.01	37.17	1.13
sid-mag	59.19	0.03	0.46	0.00	38.15	1.41	99.24	66.97	0.01	0.44	0.00	31.41	1.17
sid-mag	60.54	0.04	0.19	0.00	36.41	1.18	98.37	68.73	0.02	0.18	0.00	30.08	0.99
dol	21.06	0.10	49.18	0.43	27.40	0.89	99.06	25.26	0.04	49.70	0.29	23.92	0.78
dol	21.67	0.00	49.26	0.33	27.39	0.79	99.44	25.84	0.00	49.48	0.23	23.76	0.69
dol	21.67	0.00	49.17	0.31	27.37	0.89	99.41	25.85	0.00	49.40	0.21	23.76	0.78
dol	23.02	0.01	49.00	0.40	26.25	0.81	99.48	27.33	0.00	49.01	0.27	22.68	0.70
dol	23.05	0.00	49.89	0.19	24.48	0.88	98.48	27.55	0.00	50.25	0.13	21.30	0.77
dol	36.13	0.00	54.14	0.15	9.35	0.63	100.39	40.55	0.00	51.19	0.10	7.64	0.52
dol	36.78	0.00	53.87	0.14	8.62	0.69	100.11	41.31	0.00	50.98	0.09	7.05	0.57

## Sekundárne minerály

**Oxidy železa** sa našli v balvanoch mliečnobieleho kremeňa. Tvoria oranžové, práškovité masy, v ktorých sa nenašli žiadne primárne minerály.

## Diskusia

Výskyt pri Hiadeli sa svojim mineralogickým zložením nevymyká od ostatných mineralizácií v Ďumbierskych Nízkych Tatrách, azda s výnimkou hojného apatitu v alteračných zónach. Staršiu mineralizáciu možno v zmysle klasifikácie Slavkaya a Chovana (1996) priradiť ku arzenopyritovo-pyritovej mineralizácii. Antimonit, Pb-Sb sulfosoli a Cu sulfidy predstavujú mladšiu, naloženú mineralizáciu. Z našich vzoriek sa však vzťah medzi antimonitom a tetraedritom zistiť nedá. Zaujímavým faktom je prítomnosť zirkónu a monazitu v alteračných zónach. Tieto dva minerály sa dajú pomocou moderných metód pomerne spoľahlivo datovať (napr. Chovan et al. 2013) a zistenie ich veku by mohlo obohatiť poznatky o evolúcii a genéze nízkotatranských rudných ložísk.

## PodĎakovanie.

Za pomoc pri mikrosondových analýzach ďakujeme Dr. S. Kieferovi.

## Literatúra

- Chovan M., Hurai V., Sachan H. K., Kantor J. (1995a) Origin of the fluids associated with granodiorite-hosted, Sb-As-Au-W mineralisation at Dúbrava (Nízke Tatry Mts., Western Carpathians). *Miner. Deposita* 30, 48-54.
- Chovan M., Konečný P., Putiš M., Jiang S.-Y., Radvanec M. (2013) U-Pb, CHIME and Re-Os dating in the area of the occurrence of molybdenite in the Nízke Tatry Mts. In: *Abstract volume of the Petros Conference, Bratislava*.
- Chovan M., Majzlan J., Ragan M., Siman P., Krištín J. (1998) Pb-Sb and Pb-Sb-Bi sulfosalts and associated sulphides from Dúbrava deposit, Nízke Tatry Mts. *Acta Geol. Univ. Comen.* 53, 37-49.
- Chovan M., Póč I., Jancsy P., Majzlan J., Krištín J. (1995b) Sb-Au (As-Pb) mineralizácia ložiska Magurka, Nízke Tatry. *Miner. Slov.* 27, 397-406.
- Koděra M., ed. (1986) Topografická mineralógia Slovenska. 1. A-Kl. 1-580, *Veda, Bratislava*.
- Majzlan J., Chovan M., Michálek J. (2002) Mineral and chemical composition of the ores at the Dve Vody (Sb-Au-Pb-Cu) deposit, Western Carpathians. *Slovak Geol. Mag.* 8, 21-36.
- Orvošová M., Majzlan J., Chovan M. (1998) Hydrothermal alteration of granitoid rocks and gneisses in the Sb-Au Dúbrava deposit, Western Carpathians. *Geol. Carpath.* 49, 377-387.
- Ozdín D., Chovan M. (1999) New mineralogical and paragenetical knowledge about siderite veins in the vicinity of Vyšná Boca, Nízke Tatry Mts. *Slovak Geol. Mag.* 5, 255-271.
- Polák S., Filo I., Havrila M., Bezák V., Kohút M., Kováč P., Vozár J., Mello J., Maglay J., Elečko M., Olšavský M., Pristaš J., Siman P., Buček S., Hók J., Rakús M., Lexa J., Šimon L. (2003) Geologická mapa starohorských vrchov, Čierťaž a severnej časti Zvolenskej kotliny. *Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava*.
- Slavkay M., Chovan M. (1996) A review of metallic ore mineralizations of the Nízke Tatry Mts. *Variscan Metallogeny in the Alpine Orogenic Belt*, 239-250.