

Po stopách důlní činnosti v údolí potoka Stříbrnice

Jiří Merta, Karel Stránský, Drahomíra Janová, Lubomír Stránský,
Antonín Buchal

1. Úvod

Lesní trať údolí *Stříbrnice*, kterou protéká potok stejného jména, se nachází přibližně severovýchodně od východního okraje osady Lesní Hluboké. Přímá délka taktéž severovýchodně tekoucího potoka, i s jeho četnými meandry a zákrutami, činí od jeho soutoku s *Bílým potokem* po východní okraj osady necelých 2,5 km (*obr. 1*). Potok *Stříbrnice*, který představuje v normálním počasí spíše potůček, se podle topografické mapy stéká ze tří pramenů (*obr. 1*), avšak ve skutečnosti přijímá čtyři levostranné a dva pravostranné menší přítoky, které jsou stejně jako jeho hlavní tok hluboce zařezané do terénu. Celé údolí je značně divoké, v horní části snad vůbec nenavštěvované a neprocházené, a jeho tok je zde možno sledovat pouze cestou jeho korytem (*obr. 2*).

Téměř před čtvrt stoletím, v roce 1984, uskutečnil v údolí *Stříbrnice* J. Merta výzkum tavicí pece, kterou identifikoval jako pec na přetavování olova [1]. Na objekt pece ho tehdy upozornil dr. Karel Kučera, externí pracovník Technického muzea v Brně, který při své badatelské práci objevil mapu z dvacátých let 19. století s místním označením tratě *Zum alten Silberofen*. Při výzkumu byly tehdy v kupovité terénní vyvýšenině odkryty zbytky šachtové pece obdélníkového půdorysu 180 x 120 cm. Pec byla zděná z lomového kamene na hlínu. Šachta pece se zachovala do maximální výše 135 cm. Vnitřní zásyp pece obsahoval přepálené vrstvy fylitů, promíšené úlomky, vypálené hlíny a strusek. Struska se sklovitým povrchem tvořila povlaky na úlomcích. Při peci (*obr. 3*) stojící po levém břehu *Stříbrnice*, byla v nápadně odkopané stráni údolí odkryta navážecí rampa. V okolí potoka bylo možno pozorovat lidskou činností přemístěné vrstvy zeminy, které měly pravděpodobně vztah k činnosti hutě. Při výzkumu nebyly získány žádné hmotné doklady pro datování objektu. Také Vlastivěda moravská, Břežský okres, vydaná v roce 1900 [2] uvádí, že *ve zdejších okolí dolovalo se kdysi na stříbro, které se zde objevuje v leštenci olověném, ale v tak nepatrném množství, že dolování v brzkou dobu bylo zanecháno*.

V červenci roku 2002 proběhl průzkum údolí *Stříbrnice* ve směru od ústí potoka k osadě Lesní Hluboké (J. Merta a K. Stránský) s cílem nalézt strusky po případném hutnickém zpracování stříbrnosných rud, popřípadě železných rud, neboť v údolí se podle tradice také těžila a zpracovávala železná ruda. Dále ověřit, zda v četných odvalech, které se podél potoka, zejména v jeho střední části nacházejí, jsou zbytky stříbrnosných rud a minerálů, popřípadě zbytky železných rud a minerálů a ověřit zda se v potoce nacházejí zlomky užitkové či jiné keramiky, a též nalézt polohu a stav těžebné štol, která je do údolí *Stříbrnice* podle tradice lokalizována. Výsledky tehdejšího průzkumu byly zveřejněny ve sborníku *Archeologia technica* v roce 2003 [3]. Analýzami bylo zjištěno, že vzorek železné rudy byl tvořen převážně minerálem goethitem s nevelkým podílem křemene. Analýzami struskového povlaku pece na tavení olova byl zjištěn místně zvýšený obsah síry, mědi, olova a stříbra, to znamená prvků, které jsou součástí olovnato–stříbrných rud a z vysokoteplotní modifikace byl ve sklovitém povlaku ze stěn pece prokázán cristobalit, který se tvoří při teplotě 1470 °C a bývá stabilizován vápníkem. Polohu těžebné štol se nepodařilo nalézt.

2. Průzkum údolí Stříbrnice v roce 2007

Průzkum údolí *Stříbrnice* byl opakován o pět let později, dne 27. dubna 2007, stejnou dvojicí osob (J. Merta a K. Stránský), avšak tentokrát v opačném směru od osady Lesní Hluboké k soutoku *Stříbrnice* s *Bílým potokem*. Jeho cílem bylo tentokrát prozkoumat terén se zřetelem výskytu šachtic (*montánních reliktů, kutacích jam, těžebních jam, dobývek*), odebrat vzorky rudnin a hornin z míst bývalé těžby železnatých a olovnato–stříbrných rud, stanovit jejich prvkové a fázové složení, a pokusit se nalézt polohu bývalé těžební štol, popř. štol.

V horní části údolí je pozoruhodný divoký charakter koryta a břehů, porostlých křovinami a překrytých vyvrácenými stromy, absence jakékoliv pěšiny, či stezky, takže je nutno místy postupovat přímo korytem potoka, které se místy, kde je údolíčko poněkud otevřeno, rozděluje do dvou až tří

proudů (obr. 2). Údolí potoka je tvořeno převážně fylity, šedo–zeleného zabarvení a obsahuje valouny křemene. Asi v polovině délky celkového toku má koryto potoka přibližný směr od jihovýchodu k severovýchodu, a v délce kolem 100 metrů velice mírný spád. V těchto místech se nachází po levém břehu potoka *Stříbrnice* torzo pece prozkoumané před rokem 1984 J. Mertou, dokladované a interpretované jako pec k tavení, popřípadě k redukci olovnatostříbrných rud [2]. Potok zde meandruje a po jeho pravém břehu, nepříliš prudce se zvedající a převážně smrky zalesněné stráně, jsou četné nehluboké šachtice o průměru 1,5 až 2,5 metru a hloubce kolem 1 až 1,5 metru. Vlevo od pece (obr. 4) se doposud nachází hromada kamenů a balvanů, z nichž některé byly v minulosti součástí pece a jsou pokryty struskou. Jeden z těchto kamenů byl fotograficky dokumentován (obr. 5). Strusková krusta měla tloušťku několik milimetrů a byl z ní odebrán vzorek k analýze chemického a fázového složení.

Po dalších asi 150 metrech po proudu potoka *Stříbrnice* se po jeho pravém břehu nacházejí v nevelkých vzdálenostech po sobě celkem tři zasuté štol. První z nich (horní) je odvodněna zazděnou betonovou trubkou o průměru kolem 25 cm a v horní části je zčásti otevřená (obr. 6). Níže po proudu potoka (asi 30 m) je druhá štola (prostřední) má v dolní části větší betonovou troubu, o průměru asi 50 cm (obr. 7). Třetí z těchto štol (dolní) má zděním upravený obdélníkový vstup krytý mřížemi a nachází se asi tři až čtyři metry vzdálená od štoly předešlé (obr. 8). Vstup do této poslední štoly se nachází výškově asi tři metry pod vstupem do štoly předchozí (tj. prostřední). Z míst blízkého okolí vstupu do obou předposledních štol byly odebrány vzorky hornin k analýze chemického a fázového složení. Podle povahy horniny v blízkém okolí prostřední a dolní štoly lze v prvním přiblížení soudit, že štol sloužily spíše k dolování železných rud, než k těžbě olovnatostříbrné rudy. Přibližná poloha těchto štol je též uvedena na jedné z turistických map [4].

Sestupujeme-li níže, k soutoku *Stříbrnice* s *Bílým potokem*, narazíme po pravém břehu potoka ve stráni na dvě rozměrné šachtice nad sebou. Šachtice mají průměr kolem 10 až 12 metrů a hloubku asi 4 až 6 metrů (obr. 9). Od jedné z nich, horní šachtice, byl z obvalu po jejím obvodu odebrán vzorek rudniny k analýze.

K analýzám byly během průzkumu údolí odebrány po proudu toku celkem tyto vzorky: 1) Pět valounů vzorků pórovitého křemene, vyzvednutých z potoka, z okolí pece; 2) Struskový povlak z vyzdívky pece (obr. 5); 3) Železná ruda – slabě feromagnetický vzorek (cca 1,5 x 2,5 x 5,5 cm) z obvalu mělké šachtice ve svahu naproti peci za potokem po jeho pravém břehu; 4) Hornina z odvalu u prostřední – 2. zasuté štoly, světle hnědá; 5) Hornina ze stěny vpravo nahoře těsně před vstupem do zaděné dolní – 3. štoly, tmavohnědá; 6) Rudnina z obvalu na stráni výše položené šachtice (obr. 9) – tři menší kusy odseknuty, jeden vybrán k analýze.

3. Použité metody analýz a přípravy vzorků

K prvkové (chemické) analýze byl použit analytický komplex PHILIPS–EDAX umožňující energiově disperzní rentgenovou spektrální mikroanalýzu a zobrazení v módu sekundárních (SE) a zpětně odražených elektronů (BSE). K fázové (mineralogické) rentgenové difrakční analýze byl aplikován rentgenový difraktometr PHILIPS–X'Pert, jehož součástí je databáze umožňující na základě prvkového (chemického) složení testovat difrakční rtg. spektrum sejmuté ze vzorku pomocí cca 80 tisíc standardních spekter minerálů uložených v databázi.

Všech šest vzorků bylo připraveno k analýze v práškovém stavu (výjimky jsou v textu komentovány). Každý ze vzorků byl nejprve rozdrcen na velikost hrachu až čočky a poté rozemlet během 24 hodin ve vibračním kulovém achátovém mlýnku na prášek o velikosti cca 1 až 10 μm . Ke stanovení prvkového složení byl práškový vzorek nanesen na speciální karbonovou pásku o rozměrech 8 x 12 mm a podroben jednak plošné, jednak bodové mikroanalýze v analytickém komplexu. Ke stanovení fázového (mineralogického) složení byl prášek vsypán do plexisklového rámečku o průměru cca 30 mm, mírně slisován a v rentgenovém difraktometu z něj bylo za rotace sejmuto v rozsahu úhlu 2 theta 10 až 120 stupňů rtg. difrakční spektrum.

Ke stanovení hmotnostního složení těžkých kovů ve vzorcích sklovitého struskového povlaku z pece a v horninách byla aplikována speciální metoda *poměrné semikvantitativní analýzy* umožňující stanovit množství těžkého kovu v gramech připadajících na gram horniny (povlaku), popřípadě připadajících v gramech těžkého kovu na tunu horniny (povlaku) příslušného analyzovaného vzorku.

4. Výsledky

Získané výsledky analýz jsou uspořádány tabelární formou v pořadí prvkových mikroanalýz a fázo- vých (mineralogických) analýz.

4.1 Sklovitý struskový povlak z vyzdívky pece – vzorek 2 (obr. 5)

Plošné a bodové mikroanalýzy sklovitého struskového povlaku odseknutého z kamene (obr. 5) z hromady vlevo od pece jsou uspořádány v *tabulce 1*. Levá strana tabulky obsahuje plošné mikroanalýzy (při rastrujícím elektronovém paprsku) udávající průměrné složení práškového vzorku povlaku, pravá strana tabulky udává průměrné složení bodových mikročástic práškového vzorku, tj. složení jednotlivých zrn prášku, které obsahovaly těžké kovy s vysokými atomovými čísly Z . Tato zrna se v zobrazení zpětně odražených elektronů (BSE) vyznačují na obrazovce monitoru elektronového rastrovacího mikroskopu ve srovnání se zrny základního vzorku několikanásobně větším jasnem, takže mohou tak být snadno nalezena a bodově (při pevném elektronovém paprsku) analyzována.

Při odseknutí struskového povlaku sekáčem se dostane do vzorku též část kamene na němž se povlak při hutnickém pochodu v peci vytvářel. Průměrné složení hlavních složek povlaku (O, Al, Si, K, Ca, Ti a Fe) zde činí 96,67 hm.%, avšak spolehlivě nezahrnuje olovo a stříbro. Průměrné atomové číslo povlaku je $Z_h = 13,05$. Bodovou mikroanalýzou částic v zobrazení BSE bylo zjištěno, že částice obsahují z těžkých kovů praseodym, gadolinium, cér a titan, též detekovatelné olovo a stříbro (celkem 42,41 hm.%) což spolu s dalšími prvky (O, Al, Si, K, Ca a Fe) je 96,71 hm.%. Průměrné atomové číslo povlaku s těžkými kovy je $Z_m = 30,54$.

Abychom stanovili co nejpřesněji složení sklovitého struskového povlaku s vyloučením vlivu kamene, byl sklovitý povrch očištěn a plošná a bodová mikroanalýza prvků proběhla přímo na něm. Výsledky analýzy jsou uspořádány v *tabulce 2*. Průměrné složení hlavních složek na povrchu povlaku (O, Al, Si, K, Ca, Ti a Fe) zde činí 96,21 hm.% a spolehlivě nezahrnuje olovo a stříbro. Průměrné atomové číslo povrchu povlaku je $Z_h = 14,31$. Bodovou mikroanalýzou částic v zobrazení BSE (částice se na povrchu jeví jako silně heterogenní oblasti) bylo zjištěno, že povrchová vrstva povlaku neobsahuje lanthanidy a nejvyšší obsah v ní zaujímá železo (61,40 hm.%). Součet komponent O, Al, Si, K, Ca, Ti a Fe, včetně olova a stříbra, přímo na povrchu povlaku činí 96,84 hm.%. Průměrné atomové číslo povrchu povlaku s těžkými kovy je $Z_m = 20,47$.

Výsledky poměrné semikvantitativní mikroanalýzy analýzy prášku z odseknutého povlaku a povrchu sklovitého povlaku jsou uvedeny v *tabulce 3*. Z porovnání výsledků v této *tabulce* lze usoudit, že stříbro a olovo jsou soustředěny především v povrchu sklovitého povlaku, zatímco lanthanidy jsou obsaženy pouze v práškovém vzorku, který obsahuje též rozdrčené části kamene z původní pece na tavení olova.

4.2 Horniny (prostřední štola – vzorek 4 (obr. 7), dolní štola – vzorek 5 (obr. 8))

Výsledky plošné a bodové mikroanalýzy horniny odebrané z odvalu u prostřední štoly (číslo 2) jsou uspořádány v *tabulce 4*. Levá část tabulky charakterizuje průměrný vzorek, její pravá část udává obsahy prvků v částicích obsahujících těžké kovy. Průměrné složení hlavních složek horniny od prostřední štoly (O, Al, Si, K, Ca, Ti a Fe) činí 96,66 hm.%. Průměrné atomové číslo vzorku horniny je $Z_h = 12,21$. Bodovou mikroanalýzou částic v hornině bylo zjištěno, že z těžkých kovů obsahují kromě olova a stříbra lanthanidy (La, Ce, Pr, Nd a Gd) v průměru celkem 28,66 hm.%, což spolu s dalšími prvky O, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Fe a Co činí celkem 98,09 hm.%. Minerály v hornině u prostřední štoly, na které jsou těžké kovy vázány, jsou doprovázeny fosforem, titanem, železem a kobaltem. Průměrné atomové číslo částic obsahujících těžké kovy je $Z_m = 27,16$. Příklad bodové mikroanalýzy dvou částic v zobrazení BSE je na *obr. 10*.

Výsledky plošné a bodové mikroanalýzy horniny odebrané ze stěny do vstupu dolní štoly (číslo 3) jsou uspořádány v *tabulce 5*, a to ve stejném sledu jako v předchozím případě. Průměrná hodnota koncentrace hlavních složek v hornině od dolní štoly (O, Na, Al, Si, K, Ca a Fe) obnáší 97,78 hm.% a průměrné atomové číslo této horniny je $Z_h = 11,59$.

Bodovou mikroanalýzou částic v hornině od spodní štoly bylo zjištěno, že z těžkých kovů částice obsahují kromě olova a stříbra též velmi malý podíl bizmutu a nevelký podíl lanthanidů (La, Ce, Pr, Nd, Sm), v průměru celkem 4,78 hm.%, což spolu s dalšími prvky O, Na, Al, Si, P, S, K, Ca, Fe a Cu

činí 96,36 hm.%. Minerály na něž jsou stříbro, olovo a lanthanidy vázány mají v průměru vysoký obsah síry (21,95 hm.%), zvýšený obsah fosforu (1,50 hm.%) a vysoký obsah železa (26,46 hm.%). Průměrné atomové číslo částic obsahujících těžké kovy je $Z_m = 19,46$.

Výsledky poměrné semikvantitativní mikroanalýzy hornin od prostřední a dolní štolý jsou uvedeny v *tabulce 6*. Z tabulky plyne, že v hornině od prostřední štolý je z těžkých kovů v minerálech cca 16krát vyšší obsah lanthanidů než v hornině od štolý dolní. V hornině od prostřední štolý jsou kovy vázány téměř výhradně na oxidy, u spodní štolý lze předpokládat jejich vazbu na oxidy i sulfidy. Obsahy olova a stříbra jsou ve vzorcích hornin od prostřední a spodní štolý přibližně stejné, v průměru cca 290 mg stříbra a 60 mg olova na tunu horniny.

4.3 Pórovitý (kavitovaný) křemen – vzorek 1

Výsledky plošné a bodové mikroanalýzy jednoho z pěti valounů pórovitého křemene z potoka poblíž pece jsou obsaženy v *tabulce 7* uspořádané analogicky jako u předchozích tabulek 1, 2, 4 a 5. Vzorek křemene, který má šestý stupeň Mohsovy stupnice tvrdosti, se pro jeho vysokou tvrdost připravuje ve vibračním achátovém mlýnku velmi obtížně. Celková doba přípravy práškového vzorku vibračním mletím činila 72 hodin, přičemž po prvních 24 hodinách a druhých 24 hodinách byly práškové frakce z mlýnku odloženy stranou a k analýze byla použita až třetí, tj. poslední frakce.

Z plošných analýz v *tabulce 7* plyne, že součet hlavních složek pórovitého křemene, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti a Fe obnáší 98,36 hm.%, při obsahu v hm.% 46,13 O a 39,37 Si a průměrném atomovém čísle $Z_h = 11,59$. Průměrný obsah těžkých kovů stanovený bodovou mikroanalýzou antimonu, lanthanidů (La, Ce, Nd), barya, včetně stříbra, olova a zirkonia v částicích prášku, činí 17,90 hm.%. Zbývající průměrný obsah prvků O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti a Fe v částicích obnáší 80,00 hm.% což je celkem 97,9, hm.% při průměrném atomovém čísle $Z_m = 23,66$. Částice minerálů obsažených v pórovitém křemenu přitom obsahují nejvíce antimonu (v průměru 14,13 hm.%), dále olova 1,64, lanthanidů 0,75, barya 0,59 a stříbra 0,30 hm.%. Průměrné atomové číslo analyzovaných částic je $Z_m = 23,66$.

Výsledky poměrné semikvantitativní mikroanalýzy valounu pórovitého křemene o přibližné velikosti husího vejce jsou v *tabulce 8*. Vzorek křemene obsahoval nejvíce antimonu 35,7 g Sb/tunu křemene, poté mědi 2,17 g Cu/t, stříbra 1,50 g Ag/t a barya 1,45 g Ba/t. Lanthanidů (kovů vzácných zemin) obsahoval valoun křemene pouhých 0,552 g Ln/t, což je řádově méně než v odsekutém struskovém povlaku z kamene pece 22,7 g Ln/t, méně než v hornině z prostřední štolý 2,93 g Ln/t, avšak více než v hornině od dolní štolý 0,188 g Ln/t.

Poznamenejme, že stanovené množství stříbra 1,50 g na tunu je srovnatelné s údaji podle literatury [5], kde v Jílovém u Prahy v roce 1940 se na *Václavově štole* objevila asi 30 cm mocná křemenná žíla s obsahy 0,9 g zlata a 1,9 g stříbra na tunu, na *Radlíku* byla prozkoumána křemenná žíla v hloubce 4,5 m se stopami zlata a 2,1 g stříbra na tunu a vzorky z hloubky 6,5 m obsahovaly 0,3 g zlata a 3,7 g stříbra na tunu. V roce 1942 na *Šlojiřské štole* prokázaly analýzy odebírané vždy po 10 m od stop zlata až do 3,2 g na tunu a od stop stříbra do 17 g stříbra na tunu ([5] s. 220).

4.4 Železné rudniny z obvalů šachtic – vzorek 3 a vzorek 6

Při mikroanalýze obou vzorků železné rudniny se předpokládala vazba prvků, s výjimkou síry, na kyslík a složení obou vzorků bylo stanoveno ve formě oxidů jednotlivých prvků.

Stanovené chemické složení vzorku 3, odebraného z obvalu mělké šachtice po pravém břehu potoka je uvedeno v *tabulce 9*. Rudnina obsahuje 15,32 hm.% oxidů železa, má zvýšený obsah oxidu fosforečného 0,59 hm.% a vysoký obsah hlinito–křemičitých oxidů – 70,63 hm.%. Může jít o nejakostní, chudou železnou rudu, nejspíše o vyfřídný zbytek původně bohatší rudniny z otevřené průzkumné mělké šachtice.

Stanovené chemické složení vzorku 6, odebraného z obvalu na stráni výše položené šachtice (*obr. 9*) je taktéž v *tabulce 9*. Obsah oxidů železa je pouhých 4,07 hm.%, přimíšen je také oxid fosforečný 0,30 hm.% a obsah síry je poněkud zvýšen 0,36 hm.%. Obsah hlinito–křemičitých oxidů je vysoký a činí 89,96 hm.%. V tomto případě jde o hlušinu představující zbytky po těžbě železných rud v dolní i výše položené šachtici.

4.5 Fázová (mineralogická) analýza vzorků 1 až 6

Výsledky fázové RTG. analýzy jsou uspořádány v *tabulce 10* a jsou seřazeny ve sledu toku *Stříbrnice* v němž byly odebrány. V pórovitém valounu křemenu (1) byl nalezen těž minerál *klinochlor*. Ve sklovitém struskovém povlaku z kamene pece (2) byl potvrzen minerál *cristobalit*, který je vysokoteplotní modifikací křemene a v daném případě je po ochlazení na teplotu okolí stabilizován příměsí. V rudnině (3) obsahující více než 1/3 oxidů železa a vysoký podíl hlinito–křemičitanů byl identifikován *chamosit*, minerál typický pro tzv. *nučickou* rudu. V hornině od prostřední štolý (4) byl kromě křemene nalezen minerál *flogopit* (z druhu slíd) a v hornině od dolní štolý (5), s dominantním obsahem křemene, byl prokázán ještě minerál *enstatit*. V křemenné bázi horniny z obvalu horní štolý (6) byl nalezen oxidický minerál tvořený směsí prvků Ca–Mg–Al–Si–O s příměsí wüstitu s hořčíkem.

5. Závěr

Dne 27. dubna 2007 se uskutečnil terénní průzkum údolí potoka *Stříbrnice* při kterém byly k analýzám odebrány vzorky hornin a rudnin z míst bývalé důlní činnosti a z místa pece metalurgického zpracování olovnato–stříbrných rud. Zároveň byla nalezena a dokladována zasutá místa vstupu do tří důlních štol.

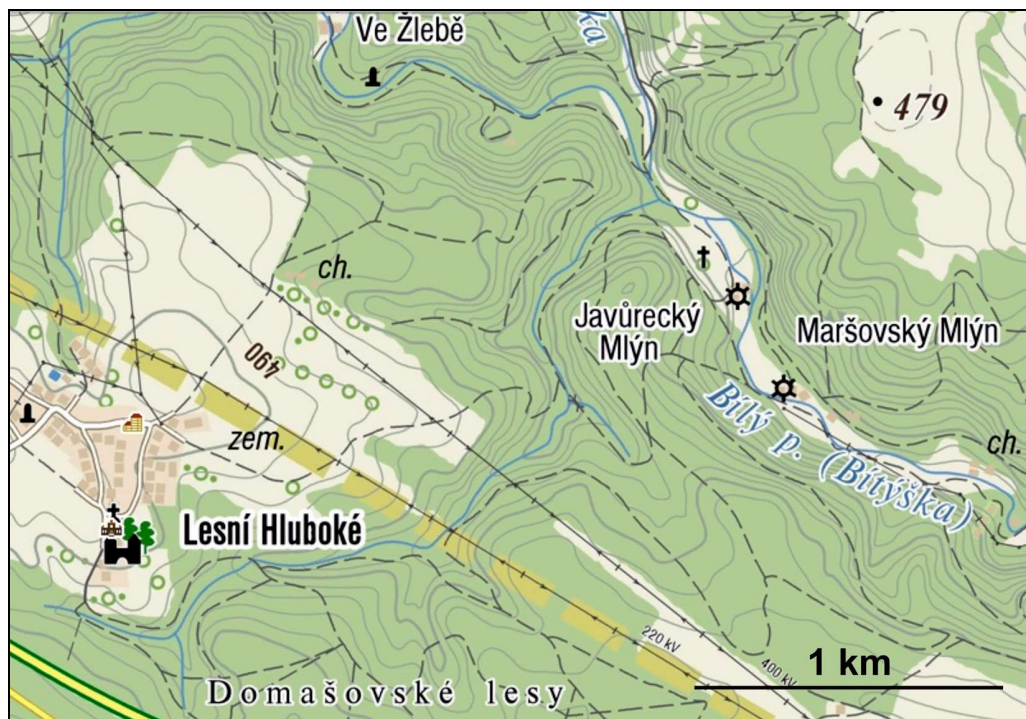
Analýzami křemenných hornin od vstupu do prostřední a dolní štolý, valounu pórovitého křemene a struskového povlaku odseknutého z kamene z hutnické pece byly zjištěny tyto skutečnosti:

- a) příměsí lanthanidů (kovů vzácných zemin), od 22,7 g Ln/t ve struskovém povlaku (maximum), až po 0,164 g Ln/t v hornině od dolní štolý (minimum);
- b) příměsí stříbra od 1,50 g Ag/t ve valounu pórovitého křemene, až po 0,108 g Ag/t ve struskovém povlaku;
- c) příměsí olova od 0,997 g Pb/t ve valounu pórovitého křemene, až po 0,0509 g Pb/t v hornině od dolní štolý;
- d) příměs antimonu 35,7 g Sb/t a barya 1,45 g Ba/t ve valounu pórovitého křemene;
- e) stříbro je velmi pravděpodobně chemicky vázáno takto: jednak převážně na oxidické minerály (v hornině prostřední štolý), jednak převážně na sulfidické minerály (v hornině dolní štolý);
- f) další podrobnosti o rozdělení kovů s atomovými čísly $Z \geq 28$ (Ni) v analyzovaných vzorcích obsahují tabulkové části tohoto příspěvku;
- g) zasutá prostřední a zazděná dolní štola sloužily původně spíše k těžbě železných rud než k těžbě rud olovnato–stříbrných.

Výsledky průzkumu podporují zprávu ve *Vlastivědě moravské* z roku 1900 [2], že v *okolí dolovalo se kdysi na stříbro, které se zde objevuje v leštěnci olověném (galenitu), ale v tak nepatrném množství, že dolování v brzku bylo zanecháno*

Literatura:

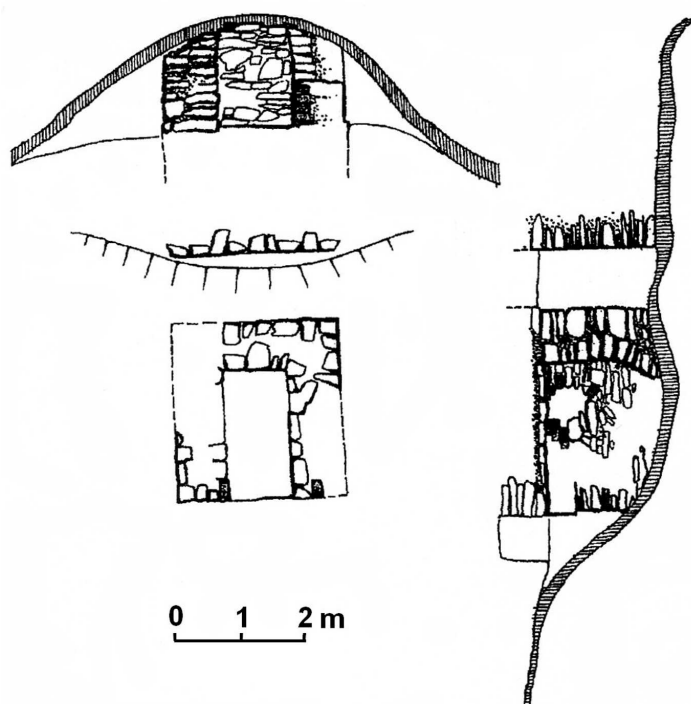
- [1] MERTA, J.: Výzkum tavicí pece v údolí *Stříbrnice* (kat. úz. Lesní Hluboké, okr. Brno–venkov. In: Zkoumání výrobních objektů a technologií archeologickými metodami. Technické muzeum v Brně, Brno 1984, s. 108–109.
- [2] ZAVADIL, L. – TIRAY, J.: *Vlastivěda moravská. Bítešský okres*. Nákladem Musejního spolku, Brno 1900, 132 s.
- [3] STRÁNSKÝ, K. – MERTA, J. – BUCHAL, A.: Důlní a hutnická činnost v údolí potoka *Stříbrnice*. In: *Archeologia technica* 15, 2002, s. 31–35
- [4] Atlas turistických map České republiky 1 : 75 000, list 121–Okolí Brna–Tišnovsko, 1. vydání 1997, Geodezie Brno a.s.
- [5] KUBÁTOVÁ, L.: Dolování zlata v Jílovém (1596–1968). In: *Sborník Jílové u Prahy – historie a současnost*. Okresní muzeum Praha–západ, 1987, 225 s.



Obr. 1 Okolí osady Lesní Hluboké a údolí potoka Stříbrnice. Potok Stříbrnice se vlévá do Bílého potoka (řičky *Bítýšky*) nad Javůreckým mlýnem (zdroj mapy: <http://www.mapy.cz>)



Obr. 2 V horní části divokého toku Stříbrnice lze postupovat – více či méně, pouze korytem potoka



Obr. 3 Pec na tavení olova podle výzkumu J. Mertý [1] podle stavu před rokem 1984



Obr. 4 Pec na tavení olova ze směru od potoka Stříbrnice, vlevo od pece leží hromada kamenů a balvanů



Obr. 5 Balvan z hromady vlevo od pece pokrytý sklovitou vrstvou strusky



Obr. 6 Zasutá horní štola – číslo 1 v údolí potoka Stříbrnice. Šipkami je znázorněno otevření – nahoře a odvodnění – dole



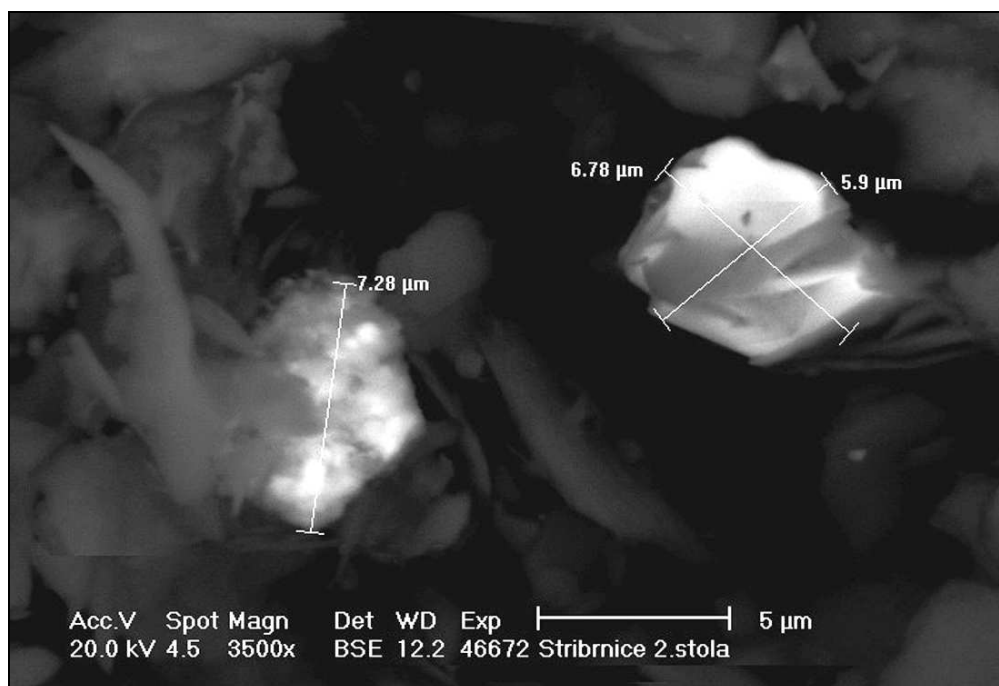
Obr. 7 Zasutá prostřední štola – číslo 2 v údolí potoka Stříbrnice. Šipkou je označeno odvodnění



Obr. 8 Zazděná dolní štola – číslo 3 v údolí potoka Stříbrnice. Šipka znázorňuje mříže ve vyzděném spodním otvoru štoly



Obr. 9 Dvě šachtice nad sebou po pravém břehu Stříbrnice v dolní části toku. Pohled ze svahu nad šachticemi (foto na obr. 2 a 4 až 9 K. Stránský 2007)



Obr. 10 Příklad bodové mikroanalýzy dvou mikročástic s těžkými kovy vzorku horniny od prostřední štolý. Složení v hm. %: pravá částice – 0,31 Pb, 0,19 Ag, 37,44 La, 1,01 Ce, 0,89 Nd, 0,32 Cu a 32,77 O (suma 72,93); levá částice – 7,24 P, 0,34 Pb, 0,76 Ag, 7,22 La, 15,11 Ce, 1,92 Pr, 7,14 Nd, 0,52 Cu a 31,91 O (suma 72,16)

Tabulka 1 Plošné a bodové mikroanalýzy sklovitého struskového povlaku odebraného z kamene z hromady vlevo od pece (*obr. 5*) [hm. %]

Plošná mikroanalýza vzorku				Bodová mikroanalýza částic prášku (8 částic)					
Prvek	x	S_x	Zi_h	Prvek	x	S_x	X_{min}	X_{max}	Zi_m
O	42,49	1,31	3,399	O	29,78	6,28	19,77	38,69	2,382
Na	0,96	0,32	0,106	Na	1,66	1,73	0,00	5,40	0,183
Mg	0,59	0,21	0,025	Mg	0,72	0,67	0,35	2,29	0,086
Al	7,41	0,57	0,963	Al	4,52	5,94	0,91	19,07	1,413
Si	30,79	0,46	4,311	Si	10,87	7,37	4,07	25,17	1,522
P	0,17	0,16	0,026	P	0,16	0,38	0,00	1,10	0,024
S	0,18	0,11	0,029	S	0,05	0,05	0,00	0,11	0,008
Pb	(0,00)	(0,00)	0,000	Pb	(0,25)	(0,56)	0,00	1,60	0,205
Ag	(0,19)	(0,19)	0,089	Ag	(0,17)	(0,09)	0,00	0,26	0,080
K	3,51	0,04	0,667	K	1,40	0,73	0,58	2,54	0,266
Ca	2,00	0,07	0,400	Ca	1,10	1,45	0,10	4,51	0,22
Ti	0,88	0,06	0,194	Ti	7,31	6,03	0,61	15,53	1,608
Mn	0,40	0,20	0,100	Ce	0,89	2,51	0,00	7,11	0,516
Fe	9,55	0,17	2,483	Pr	30,70	24,46	0,00	65,20	18,11
Cu	0,50	0,10	0,145	Gd	3,09	8,73	0,00	24,68	1,987
Zn	0,38	0,11	0,114	Mn	0,21	0,41	0,00	1,19	0,053
suma	99,99	0,00	13,05	Fe	6,63	10,78	1,09	32,75	1,724
				Cu	0,36	0,21	0,09	0,66	0,104
				Zn	0,14	0,13	0,00	0,39	0,042
				suma	99,99	0,04	99,90	100,0	30,54

Tabulka 2 Plošné a bodové mikroanalýzy sklovitého struskového povlaku odebraného z kamene z hromady vlevo od pece (povrch povlaku) (obr. 5) [hm. %]

Plošná mikroanalýza povrchu				Bodová mikroanalýza částic v povrchu (7 částic)					
Prvek	x	S _x	Z _{ih}	Prvek	x	S _x	X _{min}	X _{max}	Z _{im}
O	43,84	0,68	3,507	O	23,39	20,29	0,00	44,08	1,871
Na	1,06	0,10	0,117	Na	1,02	0,59	0,31	2,14	0,112
Mg	0,80	0,03	0,096	Mg	0,52	0,20	0,28	0,78	0,062
Al	3,38	0,09	0,439	Al	1,19	1,39	0,16	3,62	0,155
Si	22,99	1,27	3,219	Si	7,66	11,18	0,11	28,01	1,072
P	0,15	0,04	0,023	P	0,04	0,06	0,00	0,16	0,006
S	0,11	0,05	0,018	S	0,03	0,03	0,00	0,08	0,005
Pb	(0,27)	(0,27)	0,221	Pb	0,19	0,14	0,00	0,32	0,156
Ag	(0,12)	(0,13)	0,056	Ag	0,23	0,22	0,00	0,53	0,108
K	2,67	0,11	0,507	K	0,92	1,33	0,00	3,38	0,175
Ca	4,57	0,74	0,914	Ca	1,38	1,88	0,11	5,27	0,276
Ti	0,61	0,17	0,134	Ti	0,48	0,32	0,00	0,86	0,106
Mn	0,98	0,16	0,245	Ce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
Fe	18,16	2,74	4,722	Pr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
Cu	0,15	0,16	0,044	Gd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
Zn	0,16	0,06	0,048	Mn	1,19	0,40	0,87	1,97	0,298
suma	100,01		14,31	Fe	61,40	32,88	9,51	94,33	15,96
				Cu	0,17	0,19	0,00	1,00	0,049
				Zn	0,19	0,26	0,00	0,64	0,057
				suma	100,0				20,47

Tabulka 3 Sklovitý struskový povlak odebraný z kamene z haldy vedle pece

Struskový povlak	prášek s částí kamene		pouze povrch povlaku	
Kov	g kovu / / g povlaku	g kovu / / tunu povlaku	g kovu / / g povlaku	g kovu / / tunu povlaku
Ce – céř	$2,12 \cdot 10^{-7}$	0,212	0	0
Pr – praseodym	$2,25 \cdot 10^{-5}$	22,5	0	0
Gd – gadolinium	$2,40 \cdot 10^{-8}$	0,024	0	0
Ag – stříbro	$1,08 \cdot 10^{-7}$	0,108	$1,87 \cdot 10^{-7}$	0,187
Pb – olovo	$1,57 \cdot 10^{-7}$	0,157	$1,74 \cdot 10^{-7}$	0,174
Cu – měď	$3,39 \cdot 10^{-7}$	0,339	$8,52 \cdot 10^{-8}$	0,0852
Ln – lanthanidy	$2,27 \cdot 10^{-5}$	22,7	0	0
těžké kovy – suma	$2,33 \cdot 10^{-5}$	23,3	$4,46 \cdot 10^{-7}$	0,446

Tabulka 4 Hornina z odvalu u prostřední štoly (číslo 2) – světle hnědá [hm. %]

Plošná mikroanalýza prášku				Bodová mikroanalýza částic prášku (7 částic)					
Prvek	x	S _x	Z _{ih}	Prvek	x	S _x	X _{min}	X _{max}	Z _{im}
O	53,44	1,22	4,275	O	29,45	11,95	2,70	44,55	2,356
Na	0,52	0,29	0,057	Na	0,87	0,76	0,10	2,27	0,096
Mg	0,83	0,19	0,100	Mg	0,54	0,37	0,00	1,02	0,065
Al	11,22	0,27	1,459	Al	6,58	4,74	0,77	14,86	0,855
Si	24,08	0,74	3,371	Si	9,51	5,72	1,18	19,50	1,331
P	0,12	0,18	0,027	P	2,89	3,56	0,04	9,35	0,434
S	0,12	0,09	0,019	S	0,06	0,07	0,00	0,22	0,01
Pb	1,18	0,66	0,968	Pb	0,43	0,45	0,00	1,19	0,353
Ag	(0,17)	(0,30)	0,141	Ag	0,56	0,52	0,19	1,73	0,263
K	4,84	0,06	0,920	K	2,33	1,83	0,30	6,34	0,443
Ca	0,08	0,06	0,016	Ca	0,19	0,13	0,05	0,43	0,038
Ti	0,69	0,05	0,152	Ti	3,19	4,38	0,24	11,83	0,702
Mn	0,00	0,00	0,000	Cr	0,06	0,18	0,00	0,51	0,014
Fe	2,31	0,05	0,601	La	12,26	17,58	0,00	42,32	6,988
Cu	0,29	0,13	0,084	Ce	6,68	7,34	0,00	19,93	3,874
Zn	0,09	0,11	0,027	Pr	4,13	10,93	0,00	31,13	2,437
suma	100,0		12,21	Nd	2,32	3,43	0,00	8,36	1,392
				Gd	2,08	5,88	0,00	16,63	1,331
				Mn	0,12	0,33	0,00	0,93	0,03
				Fe	12,29	32,12	0,31	91,78	3,195
				Co	3,00	5,71	0,00	15,00	0,81
				Cu	0,34	0,23	0,00	0,68	0,099
				Zn	0,13	0,21	0,00	0,55	0,039
				suma	100,0				27,16

Tabulka 5 Hornina z horní stěny u dolní štoly (číslo 3) – tmavě hnědá [hm. %]

Plošná mikroanalýza prášku				Bodová mikroanalýza částic prášku (20 částic)					
Prvek	x	s _x	Z _h	Prvek	x	s _x	X _{min}	X _{max}	Z _{i m}
O	46,96	0,15	3,757	O	25,59	10,64	8,46	44,24	2,047
Na	3,15	0,08	0,347	Na	1,86	0,88	0,49	3,56	0,205
Mg	0,80	0,06	0,096	Mg	0,89	0,91	0,22	4,23	0,107
Al	6,63	0,12	0,862	Al	3,34	1,66	0,87	6,27	0,434
Si	36,27	0,02	5,078	Si	10,21	5,05	1,88	18,75	1,429
P	0,04	0,04	0,006	P	1,50	2,61	0,00	8,51	0,225
S	0,58	0,03	0,093	S	21,95	16,68	0,03	47,98	3,512
Pb	0,00	0,00	0,000	Pb	1,30	5,72	0,00	25,59	1,066
Ag	0,03	0,05	0,014	Bi	0,04	0,19	0,00	0,84	0,033
K	0,63	0,03	0,120	Ag	0,28	0,13	0	0,47	0,132
Ca	0,98	0,02	0,196	K	0,26	0,09	0,07	0,49	0,049
Ti	0,09	0,06	0,020	Ca	0,41	0,20	0,13	0,75	0,082
Mn	0,31	0,05	0,078	Ti	0,11	0,10	0,00	0,37	0,024
Fe	3,16	0,04	0,822	La	0,90	2,22	0,00	6,75	0,513
Cu	0,36	0,09	0,104	Ce	2,08	5,19	0,00	16,85	1,206
Zn	0,00	0,00	0,000	Pr	0,39	0,99	0,00	3,39	0,230
suma	100,0		11,59	Nd	1,51	3,79	0,00	12,72	0,906
				Sm	0,36	0,90	0,00	2,77	0,223
				Mn	0,30	0,18	0,06	0,85	0,075
				Fe	26,46	12,75	0,83	50,19	6,880
				Cu	0,22	0,19	0,00	0,74	0,064
				Zn	0,05	0,09	0,00	0,27	0,015
				suma	100,0				19,46

Tabulka 6 Vzorky horniny z odvalu prostřední (číslo 2) a stěny dolní (číslo 3) štoly

Stříbrnice – štola	prostřední – číslo 2, prášek		dolní – číslo 3, prášek	
	g kovu / / g horniny	g kovu / / tunu horniny	g kovu / / g horniny	g kovu / / tunu horniny
La – lanthan	$2,21 \cdot 10^{-6}$	2,21	$4,06 \cdot 10^{-8}$	0,0406
Ce – cér	$2,80 \cdot 10^{-7}$	0,280	$9,08 \cdot 10^{-8}$	0,0908
Pr – praseodym	$3,07 \cdot 10^{-7}$	0,307	$1,64 \cdot 10^{-8}$	0,0164
Gd – gadolinium	$2,73 \cdot 10^{-8}$	0,0273	0	0
Sm – samarium	0	0	$1,65 \cdot 10^{-8}$	0,0165
Ag – stříbro	$2,21 \cdot 10^{-7}$	0,221	$3,64 \cdot 10^{-7}$	0,364
Pb – olovo	$6,62 \cdot 10^{-8}$	0,0662	$5,09 \cdot 10^{-8}$	0,0509
Cu – měď	0	0	$1,47 \cdot 10^{-8}$	0,0147
Ln – lanthanidy	$2,82 \cdot 10^{-6}$	2,82	$1,64 \cdot 10^{-7}$	0,164
těžké kovy – suma	$3,11 \cdot 10^{-6}$	3,11	$5,94 \cdot 10^{-7}$	0,594

Tabulka 7 Valoun pórovitého křemene z potoka nedaleko pece – vzorek 1 [hm. %]

Plošná mikroanalýza prášku				Bodová mikroanalýza částic prášku (24 částic)					
Prvek	x	S _x	Z _{ih}	Prvek	x	S _x	X _{min}	X _{max}	Z _{im}
O	46,13	0,05	3,690	O	28,21	12,91	2,96	45,39	2,257
Na	0,64	0,02	0,070	Na	0,68	0,54	0,00	1,76	0,075
Mg	0,81	0,02	0,097	Mg	0,89	0,96	0,00	3,73	0,107
Al	5,02	0,06	0,653	Al	4,80	3,32	0,88	11,52	1,498
Si	39,37	0,32	5,512	Si	17,07	9,19	3,63	37,83	2,39
P	0,21	0,02	0,032	P	0,76	1,75	0,00	8,23	0,114
S	0,22	0,01	0,035	Zr	0,46	2,18	0,00	10,69	0,184
Pb	(0,13)	(0,07)	0,107	S	0,16	0,17	0,00	0,75	0,026
Ag	(0,47)	(0,02)	0,221	Pb	1,64	7,02	0,00	34,56	1,345
K	1,73	0,03	0,329	Ag	0,30	0,37	0,00	1,14	0,141
Ca	0,30	0,03	0,06	K	1,10	1,14	0,13	4,10	0,209
Ti	0,41	0,03	0,09	Sb	14,13	23,35	0,00	80,34	7,206
Mn	0,29	0,00	0,073	Ca	0,67	0,63	0,00	2,35	0,134
Fe	3,95	0,02	1,027	Ti	1,38	6,46	0,00	31,69	0,304
Cu	0,33	0,12	0,096	Cr	0,08	0,27	0,00	1,11	0,018
suma	100,00		12,09	Ba	0,39	1,44	0,00	7,12	0,218
				La	0,27	1,15	0,00	5,67	0,154
				Ce	0,47	2,32	0,00	11,39	0,273
				Nd	0,24	1,17	0,00	5,73	0,144
				Mn	0,41	0,52	0,00	1,89	0,103
				Fe	25,20	27,79	0,39	84,70	6,552
				Ni	0,22	0,66	0,00	3,21	0,062
				Cu	0,43	0,32	0,00	1,09	0,125
				Zn	0,06	0,23	0,00	1,04	0,018
				suma	100,0				23,66

Tabulka 8 Obsah těžkých kovů ve valounu pórovitého křemene

Kov	g kovu / / g křemene	g kovu / / tunu křemene
La – lanthan	$4,40 \cdot 10^{-7}$	0,440
Ce – cer	$7,46 \cdot 10^{-8}$	0,0746
Ne – neodým	$3,76 \cdot 10^{-8}$	0,0376
Ag – stříbro	$1,50 \cdot 10^{-6}$	1,50
Pb – olovo	$9,97 \cdot 10^{-7}$	0,997
Sb – antimon	$3,57 \cdot 10^{-5}$	35,7
Ba – baryum	$1,45 \cdot 10^{-6}$	1,45
Ni – nikl	$4,70 \cdot 10^{-7}$	0,470
Cu – měď	$2,17 \cdot 10^{-6}$	2,17
Ln – lanthanidy	$5,52 \cdot 10^{-8}$	0,552
těžké kovy – suma	$4,35 \cdot 10^{-5}$	43,5

Tabulka 9 Výsledky analýz vzorků rudniny a hlušiny z obvalů šachtic

Vzorek rudniny	3 – z obvalu mělké šachtice ze svahu po pravém břehu <i>Stříbrnice</i>		6 – z obvalu horní šachtice ve svahu nad potokem <i>Stříbrnice</i>	
Složka	x	S _x	x	S _x
Na ₂ O	3,94	0,09	0,55	0,05
MgO	3,73	0,12	0,74	0,05
Al ₂ O ₃	19,51	0,43	7,05	0,15
SiO ₂	51,12	0,81	82,91	0,98
P ₂ O ₅	0,59	0,13	0,30	0,05
S	0,08	0,09	0,36	0,03
K ₂ O	2,17	0,21	1,86	0,04
CaO	1,70	0,05	0,36	0,03
TiO ₂	1,09	0,18	0,90	0,14
Cr ₂ O ₃	0,14	0,12	0,31	0,06
MnO	0,62	0,18	0,58	0,13
Fe ₂ O ₃	15,32	0,24	4,07	0,74
Celkem	100,00		100,00	

Tabulka 10 Fázová rentgenová difrakční analýza – difraktometr PHILIPS–X'Pert*)

Vz.	Objekt	Fáze	Standard	Minerál	Stechiometrický vzorec
1	Pórovitý křemen	1	85–0335	Křemen	SiO ₂ – low
		2	12–0185	Klinochlor	(Mg,Fe,Al) ₆ (Si,Cr) ₄ O ₁₀ (OH) ₈
2	Struskový povlak	1	05–0490	Křemen	SiO ₂ – low
		2	76–1390	Cristobalit	SiO ₂
3	Rudnina	1	85–2163	Chamosit	(Mg _{5,04} Fe _{4,64})Al _{12,72} (Si _{5,70} ...
		2	05–0490	Křemen	SiO ₂ – low
4	Prostřední štola – č. 2	1	05–0490	Křemen	SiO ₂ – low
		2	16–0344	Flogopit	KMg ₃ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH,F) ₂
5	Dolní štola – č. 3	1	05–0490	Křemen	SiO ₂ – low
		2	86–0434	Enstatit	Mg ₂ (Si ₂ O ₆)
6	Hlušina	1	05–0490	křemen	SiO ₂ – low
		2	03–0418		Ca–Mg–Al–Si–O
		3	35–1393		Mg _{1-x} Fe _x O

Poznámka: – *) Databáze ICDD spojená s difraktometrem umožňuje rychlé určení (identifikaci) struktury anorganických materiálů s využitím programu PDF – 2 na základě stanoveného difrakčního spektra vzorku a chemického složení srovnáním s difrakční strukturou standardů uložených v databázi.