

PRŮZKUM TĚŽBY OLOVNATO-STŘÍBRNÝCH RUD V OKOLÍ ČESKÉ BĚLÉ NA HAVLÍČKOBRODSKU

KAREL STRÁNSKÝ, DRAHOMÍRA JANOVÁ, LUBOMÍR STRÁNSKÝ, JIŘÍ MERTA

Úvod

Městys Česká Bělá leží asi 9 km severovýchodně od Havlíčkova Brodu a své jméno odvozuje od říčky jménem *Bělá* (Obr. 1), která pramení severně od obce. Říčka protéká obcí, jihovýchodně od ní u Macourova se spojuje s Borovským potokem a pod Stříbrnými Horami se vlévá do řeky Sázavy. První písemná zmínka o obci je z roku 1269 a již v roce 1278 byla uváděna jako město. Tato původně česká osada se v druhé polovině 13. století stala střediskem jedné z těžebních oblastí stříbrných rud v okolí tehdejšího Německého (původně podle zakladatele Smilova, dnes Havlíčkova) Brodu. Majitel tehdejšího panství, Smil z Lichtenburgu, sem pozval německé horníky a hutníky, avšak většina z nich po vyčerpání stříbrných dolů Českou Bělou opustila, takže obec si zachovala český název [1].

Havlíčkobrodský rudní revír, do něhož spadá také Česká Bělá, je dnes často dělen od severu k jihu do několika částí. Jsou to: oblast Česká Bělá, oblast Stříbrné Hory – Pohled, oblast Dlouhá Ves – Bartoušov a oblast Svatého Kříže [2].

Základní charakteristiku historie dolování stříbrných rud v této oblasti podal P. Rous [4]. Má se za to, že základna brodského středověkého hornictví a hutnictví byla vytvořena již ve druhé polovině 13. století. Z citovaných písemných pramenů [4] plyne, že během deseti až dvaceti let po roce 1250 byla na Brodsku otevřena a těžena všechna hlavní přístupná ložiska stříbrnosných polymetalických rud, vznikla hornická sídliště a byly zde ustaveny základní hornické revíry, jejichž správním střediskem – distriktem bylo město Brod. O několika hornických sídlištích, například na katastrálním území Termesivy, v obvodu Šlapanova a České Bělé, se však nedochovaly žádné písemné zprávy.

Naše vlastní sondy zaměřené k průzkumu těžby a hutnického zpracování olovnato-stříbrných rud, spojené s chemickými a mineralogickými rozbory rudnin a hutnických strusek, proběhly doposud z dolování v oblasti Stříbrných Hor [5], Bartoušova [6] a Svatého Kříže [7]. V tomto příspěvku je podána informace o výsledcích terénního průzkumu, spojeného s analýzami vzorků rudniny, z oblasti dolování jihovýchodně od České Bělé v blízkém okolí bývalého *Kasalova Mlýna*. Rudní minerály ani hutnické strusky, které podávají svědectví o metalurgickém zpracování vytěžených stříbrnosných rud, nebyly povrchovým průzkumem terénu v okolí bývalého mlýna nalezeny.

Terénní průzkum

Průzkum terénu v jihovýchodní oblasti České Bělé proběhl několikrát v letech 2002 až 2005. Zahrnoval oblast označovanou na současných mapách jako *Kapelský les* (Obr. 1) a to až po silnici spojující Českou Bělou a Cibotín. Přibližně v centru této oblasti se nachází bývalý *Kasalův mlýn*. V této zóně se nacházejí četné stopy po středověkém dolování stříbrnosných rud ve formě obvalů bývalých šachtic, obvalových

pásem – tahů a menších hald vytríděné rudniny. Podrobný průzkum terénu proběhl v místech jmenovaných jako *Kapelský les*, po obou stranách silnice z Bělé do Macourova.

Nad serpentinou silnice v místech, kde překračuje potok, jeden z bezejmenných přítoků říčky Bělé, se nacházejí kruhové i oválně protáhlé šachtice – dobývky, do maximálního průměru 7 m a hloubky až 3 m. Šachtice jsou uspořádány v pásmu, které je v jihovýchodním svahu nad potokem zdvojeno a jehož celková délka pásma je kolem sta metrů. Jde o pásma (tahy) značené podle průzkumu [2] číslicemi 9 a 8. Na starých mapách je tato oblast, dnes jmenovaná jako *Kapelský les*, označovaná pomístním jménem *Galgenberg (Šibeniční vrch)* [4]. V tomto pásmu ležela též kutací jáma – mělká, zčásti zasutá šachtice (Obr. 1 – značeno *šachtice*), z jejíhož obvalu byly odebrány tři vzorky rudniny a její poloha byla zároveň fotograficky doložena na Obr. 2.

Kasalův mlýn je od této šachtice vzdálen severovýchodním směrem necelý kilometr (Obr. 3), stojí po levém břehu říčky Bělé a nad ním se nacházel nevelký rybník, jehož hráz byla v roce 2005 již protržena. Pod bývalým rybníkem přijímá říčka Bělá z levé strany bezejmenný potok přitékající mírně zařezaným údolím. Hutnické strusky po zpracování rud zde nebyly povrchovým sběrem nalezeny, a to ani po lesních cestách, ani v náplavech potoku, jehož tok byl podrobně sledován až k silnici Česká Bělá – Cibotín (Obr. 1).

Podle průzkumu K. Malého [2] se k okolí *Kasalova mlýna* vztahují obvalové tahy 7 až 11 a haldy 12 znázorněné na Obr. 4. Četné šachtice zde dosahují průměru až 13 m, hloubky až 5 m a obvalové tahy délky až 100 m. Jejich podrobnější popis obsahují práce [2 a 8] a z terénního rozsahu starých důlních prací plyne, že těžba zde byla velmi intenzivní.

Stopy po hutnickém zpracování olovnato–stříbrných rud, které zde byly vytěženy, nebyly v této oblasti nalezeny, a to ani autory velmi podrobného průzkumu této lokality před námi [2, 8, 9]. Avšak sledujeme-li říčku Bělou až k Macourovu, kde se spojuje s Borovským potokem, a dále v jižním směru Borovský potok, pak na pozůstatky dávného dolování narazíme ještě v prostoru mezi bývalým Zádušním mlýnem a osadou Samotín. Hutnické strusky zde byly povrchovým průzkumem terénu nalezeny teprve pod svahem po pravém břehu Borovského potoka, mezi mlýny Zádušním a Spáleným, avšak mnohem blíže k bývalému Spálenému mlýnu (Obr. 5). Četné úlomky hutnických strusek o rozměrech vlašských ořechů byly nalezeny též na polní cestě mezi Stříbrnými Horami a osadou Samotín v úseku mezi vrchem *Stříbro* (509,4 m) a Samotínem. Několik vzorků strusek o velikosti vlašských ořechů bylo odtud vybráno k analýze.

Analýzy vzorků rudniny z lokality Kasalův Mlýn

Ke stanovení chemického složení rudnin z odvalu šachtice na obrázku 2 byly vzorky nejprve rozdrceny a poté postupně během 24 hodin rozemlety v achátovém vibračním mlýnku na prášek. K prvkové analýze byl dokonale homogenizovaný prášek rudniny nanesen na karbonovou pásku o rozměrech 8 × 12 mm a podroben mikroanalýze v analytickém komplexu PHILIPS-EDAX metodou energiově disperzní mikroanalýzy. Získané primární intenzity rtg záření prvků byly vždy korigovány systémem korekcí ZAF, zahrnujícím korekce na atomové číslo Z, absorpci A a fluorescenční zesílení F. Kromě stanovení průměrného složení vzorků rudnin plošnou analýzou práškových vzorků byla též aplikována metoda jejich *semikvantitativní poměrné mikroanalýzy (metoda SPA)* [10], která umožňuje stanovit poměrná složení akcesorických (menšinových, zbytkových) minerálů, které rudniny obsahují.

K fázové (mineralogické) analýze byl homogenizovaný prášek každého ze tří vzorků rudniny analyzován rtg difraktometrem PHILIPS-XPert. Digitálně sejmutá rentgenová difrakční spektra vzorků byla poté na základě chemického složení testována pomocí souboru digitálních standardních spekter minerálů, uložených v databázi použitého difraktometru. K testování byla použita data PDF-2 (International Centre for Diffraction Data, 12 Campus Boulevard, Newton Square, PA 19073-3273 U.S.A.).

Výsledky analýz prvkového a mineralogického složení rudniny

Získané výsledky průměrných (plošných) prvkových analýz vzorků rudniny jsou uspořádány v tabulce 1. Vidíme, že běží o vzorky křemenné horniny, které se po stránce prvkového složení navzájem odlišují pouze obsahem železa. Průměrné obsahy stříbra a olova jsou pod mezí detekovatelnosti plošné energiové disperzní mikroanalýzy. Jde tudíž o rudninu, která byla již během těžby vytríděna jako hlušina.

Testováním digitálně sejmutých difrakčních spekter práškových vzorků rudnin bylo s využitím databáze PDF – 2 stanoveno, že základním minerálem horniny, tj. všech tří vzorků, je *křemen*, dále *živec (albit)*, *slída (muskovit)* a jisté, nevelké množství *jílů*. Identifikaci *siderofylitu*, *kupritu* a *korundu* pokládáme za orientační i když v nevelkém množství (nanejvýš v malých jednotkách hmotnostních procent) lze jejich přítomnost v křemenné hornině očekávat.

Semikvantitativní poměrnou mikroanalýzou částic akcesorických minerálů separovaných v rudnině pomocí zpětně odražených elektronů [10] bylo ve vzorcích hornin identifikováno široké spektrum prvků. Výsledky této analýzy jsou obsaženy v tabulce 2. Průměrné složení vzorků rudniny tvoří 14 prvků, avšak metodou SPA byla prokázána přítomnost celkem 27 prvků. Poměrná hmotnost prvků vázaných na akcesorické minerály přesahuje 196 mg na kg rudniny, přičemž z toho více než 76 mg/kg rudniny (tj. 39 %) tvoří lanthanidy (Ce, La, Nd, Sm, Pr a Gd), z nichž největší poměrný obsah mají cer a lanthan – 38,7, resp. 20,9 mg/kg. Z drahých kovů bylo v minerálech nalezeno stříbro s poměrným obsahem nejméně 1,82 Ag mg/kg a z radioaktivních prvků uran 0,519 U mg/kg. V analyzovaných částicích bylo přitom lokálně nalezeno v hm.% až 35,7 Ce, 45,7 La, 2,84 Ag a 1,03 U.

Pomocí korelační analýzy bylo ověřeno, že stříbro je vázáno na oxidy kovů vzácných zemin, jmenovitě na oxidy neodymu, praseodymu a gadolinia. Hodnoty párových koeficientů korelace Ag-Nd, Ag-Pr a Ag-Gd jsou vysoké – 0,9902, 0,9846 a 0,9480 a na hladině spolehlivosti $\alpha = 0,001$ pro 14 stupňů volnosti, kde má koeficient korelace kritickou hodnotu 0,7420, jsou silně statisticky významné.

Na obrázku 6 je demonstrována jedna z 16ti mikročástic nalezených bodovou mikroanalýzou v zobrazení zpětně odražených elektronů BSE na karbonové pásce práškového vzorku rudniny číslo 2. Rostoucí posloupnost poměrného množství prvků v akcesorických minerálech je znázorněna grafem na obrázku 7. Další podrobnosti jsou v tabulce 2. Stanovená množství kovů v rudnině představují spodní mez obsahu, avšak svědčí o tom, že běží o polymetalickou horninu obsahující kromě železa a jiných kovů též Ni, Co, Cu, která zde byla součástí těžené stříbronosné rudniny.

Strusky z polní cesty před osadou Samotín

Pro doplnění terénního obrazu z okolí jižně od České Bělé jsme zařadili na závěr ještě chemickou mikroanalýzu hutnické strusky z nálezů na polní cestě ze Stříbrných Hor do osady Samotín, v úseku mezi

vrchem *Stříbro* a osadou. Zde se nacházejí volně rozptýlené četné úlomky hutnických strusek o přibližné velikosti větších vlašských ořechů a o podobné základní konstituci. Jeden z úlomků byl rozdrčen a rozemlet na prášek a poté chemicky analyzován na energiově disperzním rtg analyzátoru. Výsledná analýza je uspořádána v tabulce 3. Olovo se nacházelo pod mezí detekovatelnosti použité metody. Z doposud stejnou metodou analyzovaných hutnických strusek z lokalit Stříbrné Hory – *Dolní mlýn*, Bartoušov, Simtany, Svätý Kříž, Utín – *Štukhejský mlýn* (celkem přes 40 vzorků) se složení strusky z polní cesty mezi vrchem *Stříbro* a osadou Samotín nejvíce blížilo struskám od *Štukhejského mlýna*, jejíž složení je zařazeno taktéž v tabulce 3. V těchto struskách byl obsah olova nízký a kolísal mezi 0,00 až 2,88 hm. % Pb [11].

Závěrem

V příspěvku je pojednáno o průběhu a výsledcích průzkumu těžby olovnato-stříbrných rud v okolí *Kasalova mlýna* jihovýchodně od České Bělé. Závěr středověké těžby je zde možno přibližně datovat na přelom 13. a 14. století. Analýze byly podrobeny vzorky rudniny odebrané z obvalu šachtice zobrazené na snímku na obrázku 2. Jako analytická metoda byly aplikovány energiově disperzní rentgenová spektrální mikroanalýza ke stanovení prvkového složení rudniny, rentgenová difrakční analýza k určení fázového (mineralogického) složení rudniny a nově vypracovaná metoda semikvantitativní poměrné mikroanalýzy ke stanovení obsahu prvků vázaných na akcesorické minerály. Podle výsledků analýz je možno předpokládat těžbu sulfidických polymetalických rud obsahujících jisté množství stříbra. Stanovený minimální obsah stříbra v analyzovaných vzorcích činil $1,82 \cdot 10^{-6}$ gramů Ag na gram rudniny (1,82 Ag mg/kg). Průzkum byl doplněn o analýzy vzorku hutnické strusky z nalezeného souboru volně rozptýlených strusek z polní cesty jižně od osady Samotín jihozápadně od České Bělé (Obr. 1).

Literatura

- [1] BENÁKOVÁ, E. a kol.: Havlíčkobrodsko. SURSUM, Tišnov 1999, 232 s., ISBN 80-85799-62-6.
- [2] MALÝ, K.: Současný stav lokalit starého dolování v okolí České Bělé. In *Stříbrná Jihlava 2001. Seminář k dějinám hornictví a důlních prací na Vysočině*. Česká speleologická společnost ZO 6-18 Cuniculus aj., Jihlava 2001, s. 61–65.
- [3] MORÁVEK, P.–LITTOCHLEB, J.: Jílovské zlaté doly. Regionální muzeum v Jílovém u Prahy 2002, 187 s. ISBN 80-238-9209-6.
- [4] ROUS, P.: K závěrečné fázi vrcholně středověkého hornictví na Havlíčkobrodsku. In *Stříbrná Jihlava 2001. Seminář k dějinám hornictví a důlních prací na Vysočině*. Česká speleologická společnost ZO 6-18 Cuniculus aj., Jihlava, s. 66–81.
- [5] STRÁNSKÝ, K.–BRHEL–J., BLAŽÍKOVÁ, J.: Stříbrné Hory u Přibyslavi – rozbor rud a strusek po zpracování stříbra. In *Rozpravy Národního technického muzea v Praze 172. Z dějin hutnictví 30*. NTM Praha 2001, s. 68–76.
- [6] STRÁNSKÝ, K.–JANOVÁ, D.–BUCHAL, A.: Bartoušov u Havlíčkova Brodu – po stopách těžby a zpracování stříbrných rud. In *Rozpravy Národního technického muzea v Praze 194. Z dějin hutnictví 35*. NTM Praha 2005, s. 58–65.
- [7] STRÁNSKÝ, K.–JANOVÁ, D.–BUCHAL, A.–STRÁNSKÝ, L.: Příspěvek k těžbě a hutnickému

zpracování Pb-Ag rud v údolí potoka Žabince jižně od Havlíčkova Brodu. In Rozpravy Národního technického muzea v Praze 202. Z dějin hutnictví 37. NTM Praha 2007, s. 27–38.

[8] STRÁNSKÝ, K.–JANOVÁ, D.–BUCHAL, A.–STRÁNSKÝ, L.–MERTA, J.: Česká Bělá – průzkum těžby olovnato–stříbrných rud v okolí Kasalova mlýna. Zprávy Vědecké společnosti pro nauku o kovech, Praha 2009, č. 1–2, s. 5–17.

[9] ROUS, P.: Osobní sdělení během semináře *Archeologia technica* v Technickém muzeu v Brně v roce 2005.

[10] STRÁNSKÝ, K.–JANOVÁ, D.–POSPÍŠILOVÁ, S.–DOBROVSKÁ, J: Poměrná semikvantitativní mikroanalýza těžkých kovů v horninách, struskách a rudách. Hutnické listy 2009, č. 3, s. 84–89.

[11] STRÁNSKÝ, K.–JANOVÁ, D.–STRÁNSKÝ, L.: Těžba a hutnické zpracování Pb-Ag rud v utínském horním revíru u Havlíčkova Brodu. Slévárenství LVIII, 2010 (přijato do tisku).

Prvek	rudnina 1	rudnina 2	rudnina 3	\bar{x}	s_x	Z_{prvku}
O	46,63	47,34	45,94	46,64	0,70	3,731
Na	1,23	0,86	1,61	1,23	0,38	0,135
Mg	1,03	1,36	1,74	1,38	0,36	0,166
Al	11,68	12,19	11,30	11,72	0,45	1,524
Si	29,17	25,43	26,49	27,03	1,93	3,784
P	0,11	0,15	0,19	0,15	0,04	0,023
S	0,14	0,14	0,11	0,13	0,02	0,021
K	5,61	4,64	4,43	4,89	0,63	0,929
Ca	0,20	0,11	0,27	0,19	0,08	0,038
Ti	0,64	0,67	0,61	0,64	0,03	0,141
Cr	0,11	0,08	0,19	0,13	0,06	0,031
Mn	0,09	0,08	0,17	0,11	0,05	0,028
Fe	2,95	6,49	6,39	5,28	2,02	1,373
Cu	0,42	0,44	0,56	0,47	0,08	0,136
Celkem	100,00	100,00	100,00	100,00	-	12,059

Tabulka 1: Vzorky rudniny z obvalu šachtice v okolí Kasalova mlýna v České Bělé (práškový vzorek, plošné analýzy) [hm. %]

Poznámka: – PHILIPS-EDAX; urychlovací napětí, 20 kV, expozice 100 s, korekce ZAF; \bar{x} – aritmetický průměr; s_x – výběrová směrodatná odchylka; Z_{prvku} – příspěvek prvku k průměrnému atomovému číslu plošně analyzovaných částic.

Prvek	x	s_x	x_{max}	Z_{prvku}	Prvek	mg/kg	hm. %
O	30,91	11,37	50,03	2,473	Cu	0,0764	0,03895
Na	0,71	0,34	1,44	0,078	Cr	0,109	0,05557
Mg	0,84	0,44	1,71	0,100	S	0,196	0,09993
Al	7,04	2,54	12,37	0,915	Mn	0,231	0,11777
Si	9,90	5,13	20,77	1,386	Zr	0,344	0,17538
Y	3,53	9,34	28,86	1,376	Ti	0,432	0,22025
P	4,76	4,43	12,80	0,713	Cd	0,457	0,23300
Zr	1,22	4,34	18,02	0,489	U	0,519	0,26461
S	0,11	0,10	0,44	0,018	Co	0,520	0,26511
Ag	0,99	0,90	2,84	0,466	Ni	0,581	0,29621
Cd	0,24	0,35	1,08	0,114	Na	0,867	0,44203
U	0,27	0,37	1,03	0,252	Gd	0,879	0,44815
K	1,53	1,07	4,85	0,291	Ca	1,12	0,57102
Ca	0,74	0,79	2,84	0,149	Mg	1,58	0,80554
Ti	0,22	0,21	0,73	0,049	Ag	1,82	0,92790
La	11,54	13,44	45,70	6,577	Pr	1,85	0,94320
Ce	11,29	11,45	35,69	6,550	K	2,61	1,33067
Pr	0,58	1,24	3,88	0,340	Fe	5,80	2,95705
Nd	3,55	4,62	14,07	2,131	Sm	6,68	3,40571
Cr	0,03	0,04	0,12	0,007	Nd	7,69	3,92064
Sm	1,11	2,56	8,90	0,686	P	9,18	4,68030
Mn	0,06	0,10	0,30	0,015	Al	12,4	6,32197
Gd	0,21	0,63	2,49	0,136	Y	12,6	6,42394
Fe	8,13	14,03	59,13	2,113	Si	15,5	7,90246
Co	0,12	0,32	1,17	0,031	La	20,9	10,65558
Ni	0,21	0,50	1,73	0,058	Ce	38,7	19,73066
Cu	0,17	0,23	0,84	0,049	O	52,5	26,76640
Celkem	100,01	-	-	27,565		196,1414	100,00000

Tabulka 2: Průměrný vzorek rudniny* z obvalu šachtice z okolí Kasalova mlýna v České Bělé (práškový vzorek, bodové analýzy – analyzováno 16 částic metodou SPA), – x , s_x , x_{max} [hm. %]

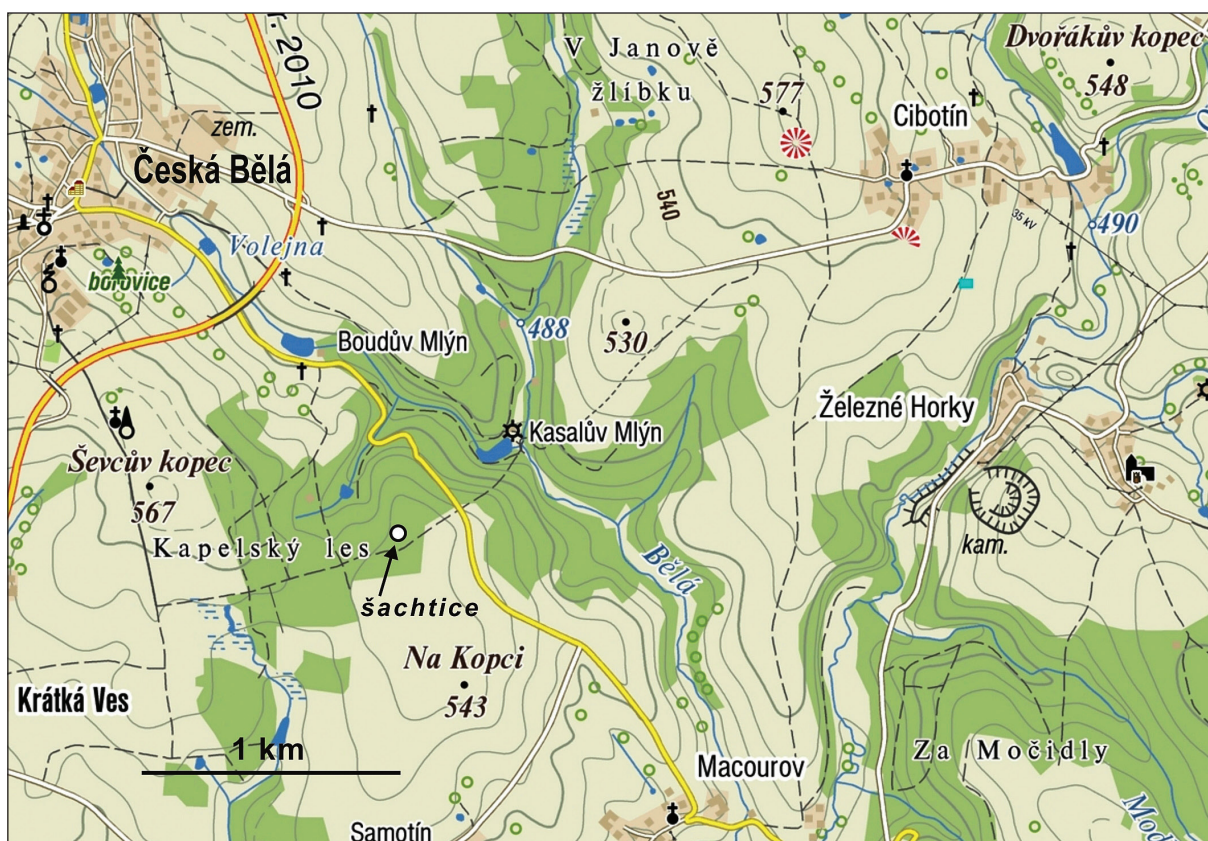
Poznámka: – *) rudnina je definována jako z důlního díla vytěžená ruda včetně hornin z nejbližšího okolí ložiska (žíly), které znamenají znečištění rudy, avšak při dobývání je nelze oddělit ([3] Morávek, Litochleb 2002); – průměrné atomové číslo plošně analyzovaných práškových vzorků rudniny: $Z = 12,059$ (Tab. 1); – průměrné atomové číslo bodově analyzovaných 16ti mikročástic rudniny: $Z = 27,565$ (Tab. 2); – PHILIPS-EDAX – urychlovací napětí 20 kV, expozice 100 s, korekce ZAF; x – aritmetický průměr; s_x – výběrová směrodatná odchylka; x_{max} – maximální koncentrace prvku v souboru bodově měřených akcesorických částic; Z_{prvku} – příspěvek prvku k průměrnému atomovému číslu bodově analyzovaných částic.

Struska	O	Al	Na	Mg	Si	S	Ag	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb	celkem
Samotín	39,57	5,15	0,17	1,25	20,66	0,84	0,02	2,46	1,97	0,25	2,04	23,83	0,24	1,51	0,00	99,97
Štukhejl	35,20	4,30	0,23	1,21	21,30	0,91	0,00	1,85	3,63	0,23	3,44	24,38	0,21	2,19	0,75	99,83

Tabulka 3: Analýzy hutnických strusek z tavení sulfidických rud [hm. %]

Prospecting of mining of Pb-Ag ores in the surrounding of Česká Bělá near Havlíčkův Brod

This paper deals with the course and results of the prospecting of an extraction of Pb-Ag ores in the surroundings of Kasal water mill southeast from Česká Bělá. The end of middle ages mining of the ores in this region it is possible to date up to the transition from 13th to 14th century. The analyses were made from the samples of the run-of-mine ore (rock) extracted from the spoil bank (waste bank) of the shaft on the Fig. 2. As the analytical methods were applied the energy dispersed X-ray microanalyses to the estimation of a chemical composition of the samples and the X-ray diffraction analyses to the estimation of a phase (mineral) structure of the same extracted samples. From the results of analyses follows that the minimal content of silver in the waste rock 1.82×10^{-6} g Ag per gram of waste rock (it is 1.82 g Ag per kg of waste rock). The research was completed with the analysis of a sample of metallurgical slag south from village Samotín which lies southeast from Česká Bělá (Fig. 1). Content of silver in this metallurgical slag is approximately 200 wt. ppm Ag.



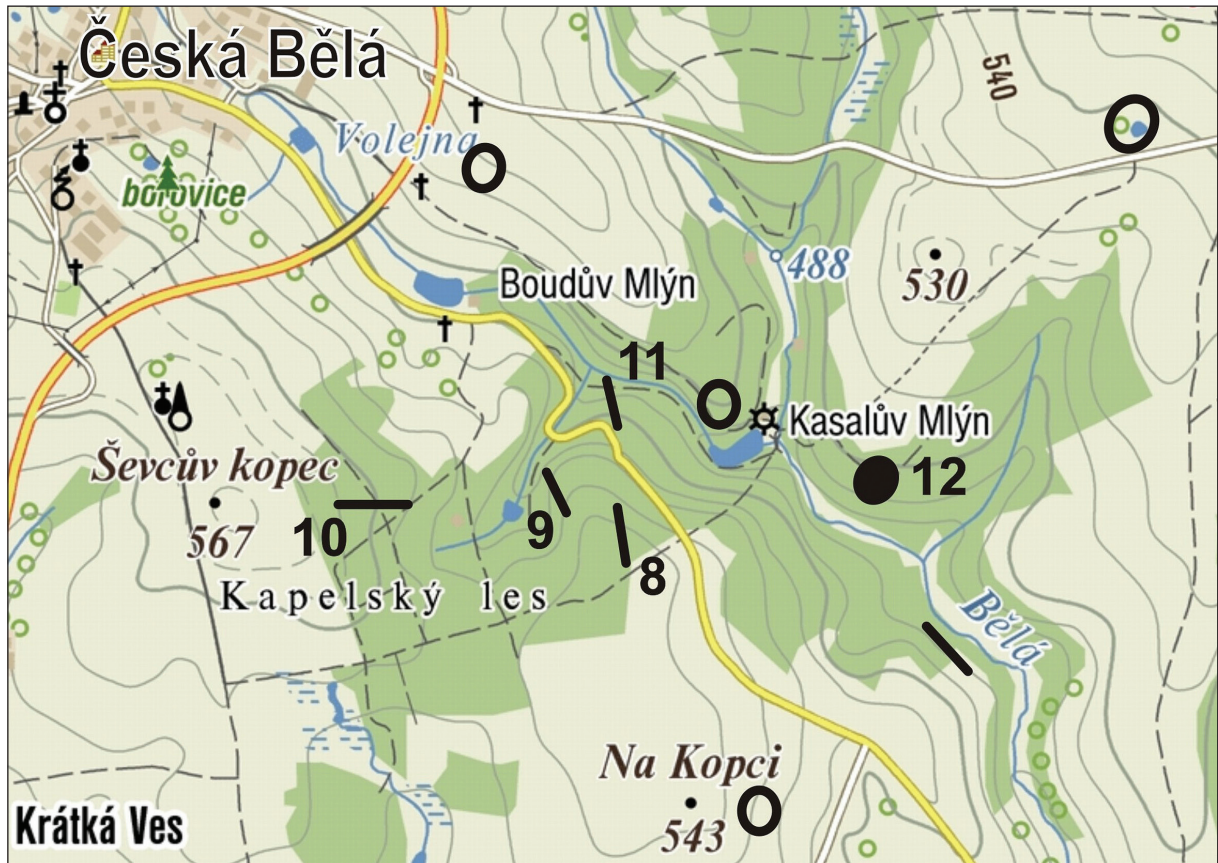
Obr. 1: Jihovýchodní oblast České Bělé. Poloha mělké šachtice, z jejíhož obvalu byly odebrány tři vzorky vytříbené rudniny je označena šipkou (zdroj mapy: <http://www.mapy.cz>)



Obr. 2: Mělká kutací jáma – šachtice, z jejíhož obvalu mezi obnaženými kořeny dvou mohutných smrků byly vyzvednuty tři vzorky původně vytřídněné rudniny. Pohled od severozápadu (foto K. Stránský 2005)



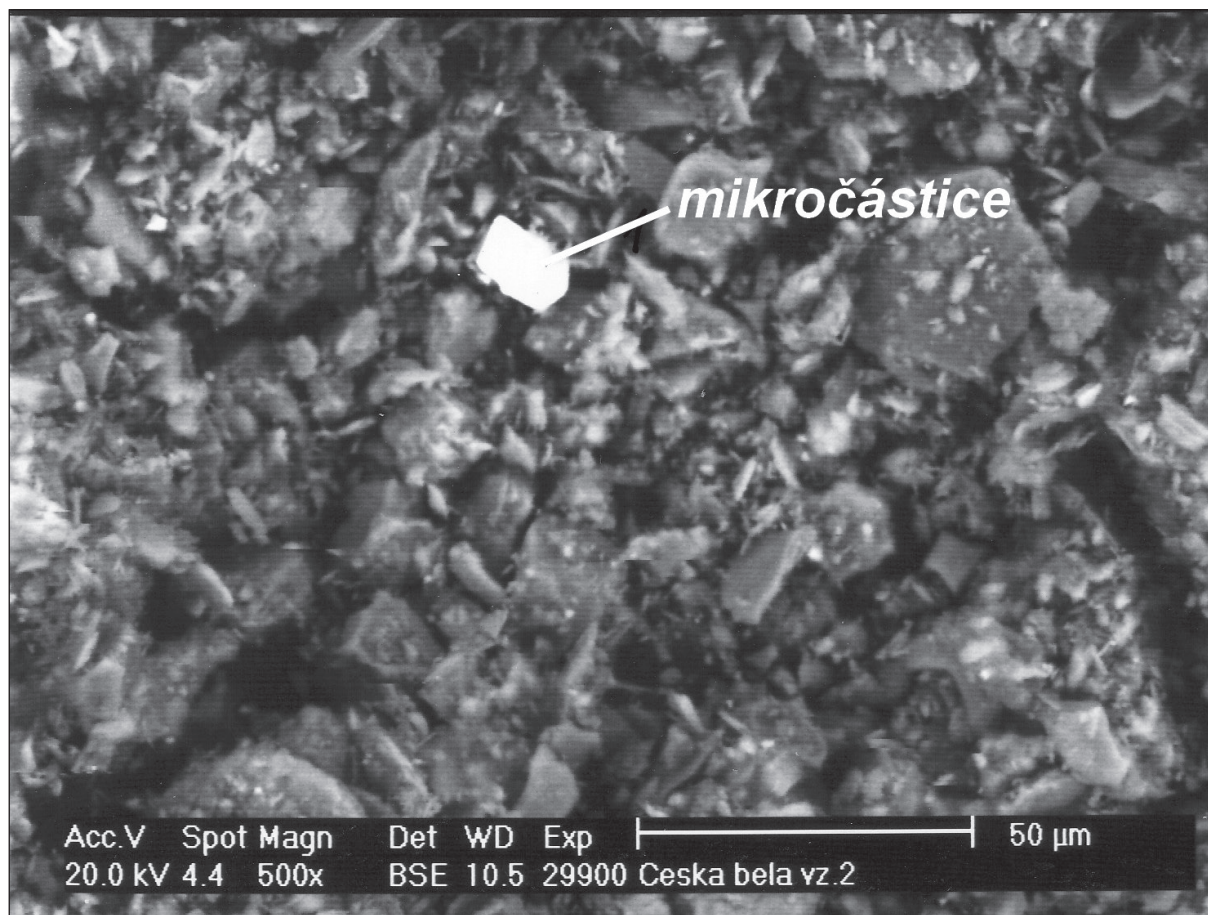
Obr. 3: Bývalý Kasalův Mlýn stojící po levém břehu říčky Bělé. Pohled od jihovýchodu (foto K. Stránský 2005)



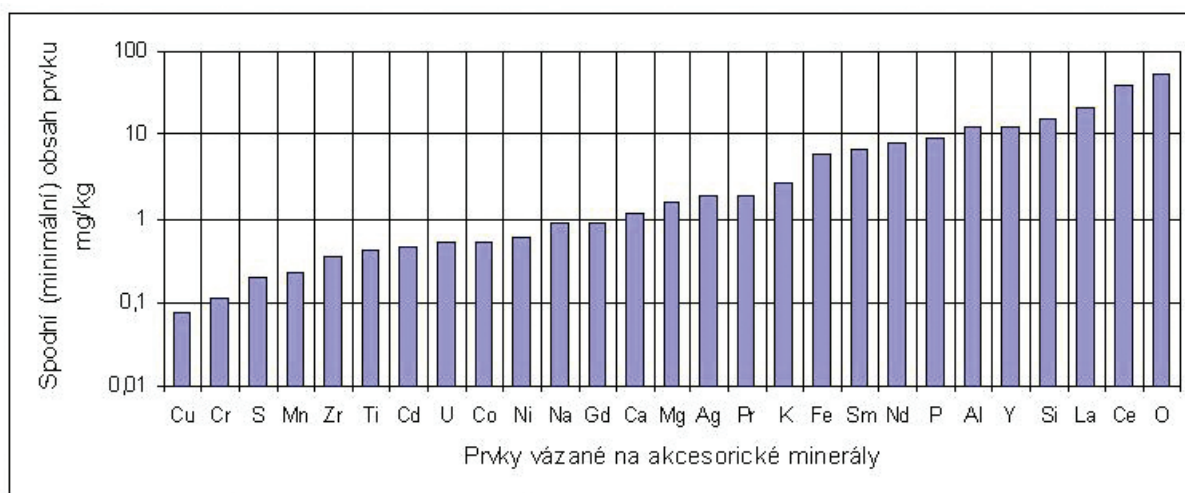
Obr. 4: Značení výsledků detailního průzkumu terénu v okolí bývalého Kasalova Mlýna podle K. Malého v práci [2]. Mělká kutací jáma, šachtice na Obr. 2, z níž byly odebrány vzorky k analýze se nacházela v jižní části tahu 8; dle Obr. 1 v práci [2]



Obr. 5: Bývalý Spálený Mlýn po levém břehu Borovského potoka, pohled z jižní strany. Na úpatí protějšího svahu po pravém břehu potoka nalezeno větší množství hutnických strusek (foto K. Stránský 2004)



Obr. 6: Akcesorická částice (oxid) v rudnině 2 z obvalu na Obr. 2 obsahuje podle bodové mikroanalýzy kovy o hm. %: 1,93 Ag, 0,50 Cd, 6,92 La, 13,15 Ce, 5,45 Nd, 1,93 Fe a 0,33 Cu (celkem 30,21 hm.%)



Obr. 7: Rostoucí posloupnost prvků v rudnině z šachtice na Obr. 2 vázaných na akcesorické minerály. Obsah stříbra v akcesorických minerálech v rudnině obnáší nejméně 1,82 mg Ag na kg koreluje silně statisticky významně s praseodymem (1,85 mg Pr / kg), neodymem (7,69 mg Nd / kg) a gadoliniem 0,879 mg Gd / kg. Koeficienty párové korelace jsou: Ag-Pr – 0,9846, Ag-Nd – 0,9902 a Ag-Gd – 0,9480 pro 14 stupňů volnosti