

Výzkum strusek a geologických vzorků z archeologického nálezů v Kostelních Střimelicích

Research of slags and geological samples from the archaeological find in Kostelní Střimelice

JANA KRÁLOVÁ^{1)*}, BLANKA ŠREINOVÁ²⁾, JANA SCHWEIGSTILLOVÁ³⁾ A VLADIMÍR ŠREIN⁴⁾

¹⁾České muzeum stříbra, p. o., Barborská 28, 284 01 Kutná Hora; *e-mail: kralova@cms-kh.cz

²⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

³⁾Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., V Holešovičkách 94/41, 182 09 Praha 8

⁴⁾Česká geologická služba, Klárov 131/3, 118 21 Praha 1

KRÁLOVÁ J, ŠREINOVÁ B, SCHWEIGSTILLOVÁ J, ŠREIN V (2017) Výzkum strusek a geologických vzorků z archeologického nálezů v Kostelních Střimelicích. Bull Mineral Petrolog 25(2): 183-190 ISSN 2570-7337

Abstract

In the village Kostelní Střimelice relict of the objects from 13th and 15th century were discovered during the archaeological excavation. Two types of mining and smelting relict material were discovered. Black glassy slags are the first, weathered samples of ore vein are the second. Black glassy slags with fluidal texture containing dark and red zones contain a little position of the copper. Cu-slugs are waste from metallurgical processing of the copper sulphides. In the 13th century they start the mining. On the contrary weathered ores with oxides and hydroxides of iron have higher content of the lead and contain secondary mineral of lead and phosphorus - pyromorphite. This type lead ores, originated in crystalline rocks, were mined later, probably in the 15th century.

Key words: *slags, ore veins, copper, lead, medieval mining, village Kostelní Střimelice*

Obdrženo: 24. 10. 2017; přijato: 13. 11. 2017

Úvod

Obec Kostelní Střimelice leží přibližně 3 km sz. od Stříbrné Skalice a 1 km sv. od Ondřejova na jv. úpatí Benešovské pahorkatiny. Založena byla patrně ve vrcholném středověku (v průběhu 13. stol.) a na počátek jejího vzniku mohly být navázány i první pokusy o těžbu a zpracování polymetalických rud, což potvrzují i ojedinělé archeologické doklady. Těžba stříbrné a zejména měděné rudy je ale písemně doložena až od roku 1542 (Hlavatý 2015). Malá výnosnost však vedla k brzkému uzavření dolů. Již roku 1547 si havíři stěžovali, že nedostávají zaplacenou mzdu, a zřejmě záhy byly doly opuštěny. To dokládá i poslední zpráva z roku 1581. Těžební práce se soustředily v členitém terénu severně od kostela sv. Martina, kde probíhala průzkumná těžba ještě ve 20. století (Hlavatý 2015).

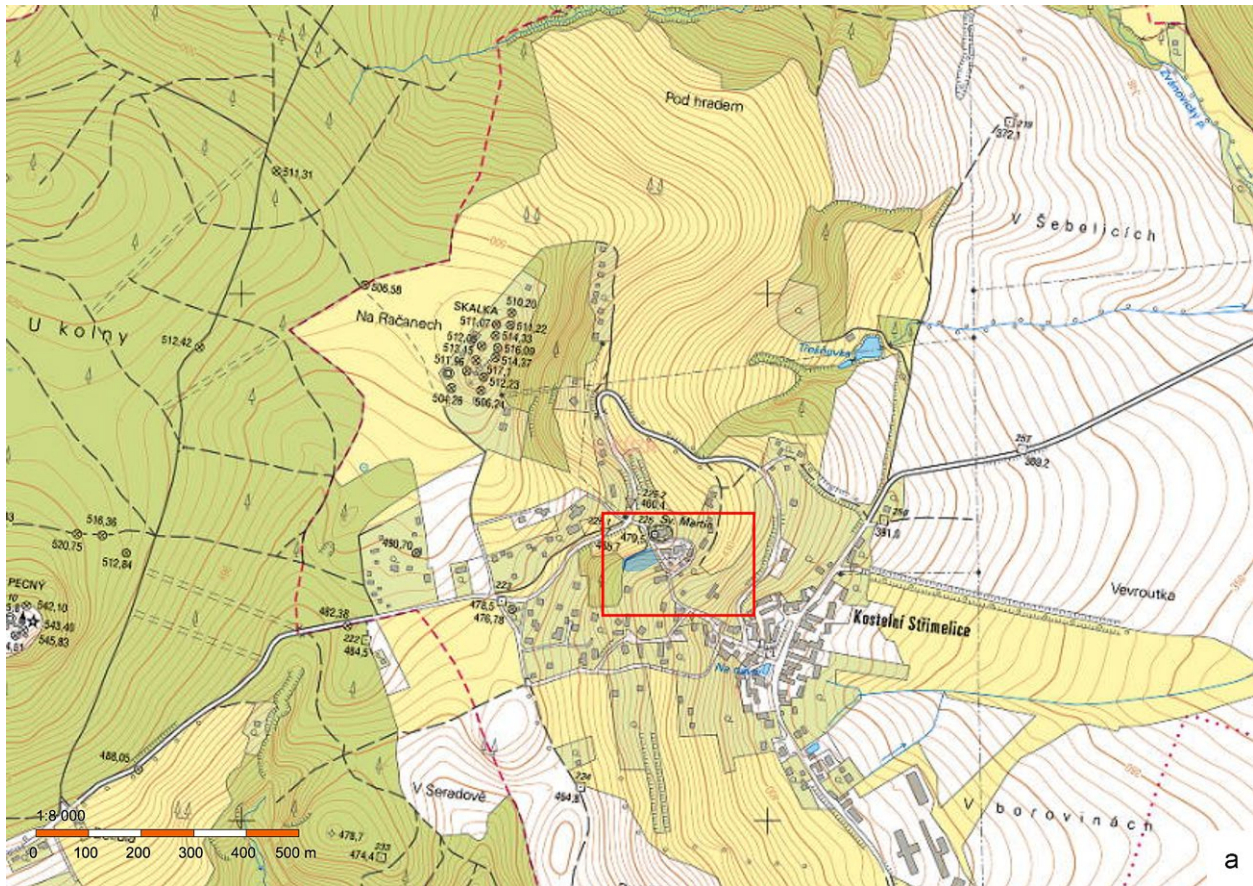
Během záchranného archeologického výzkumu, který prováděl v roce 2014 Ústav archeologické památkové péče středních Čech (ÚAPPSC) v souvislosti s novostavbou rodinného domu na stavební parcele 65/7 v katastrálním území Kostelní Střimelice (obr. 1ab), byly mj. nalezeny tmavé sklovité strusky a úlomky rudní žiloviny se sekundárními minerály. Na skrývce pro stavbu rodinného domu byl na mírném jižním svahu realizován předstihový výzkum ve čtyřech sondách, které pokryly téměř celou plochu stavby. Sondy zachytily zaniklý terasovitý zářez se superpozicemi vrcholné středověké zástavby sídlištního a výrobního charakteru. Úlomky rudní žiloviny byly nalezeny v zásypu středověkého objektu spolu se zlomky

světle červeně malované keramiky, díky které jsou nálezy datované do 2. pol. 13. století. V zásypu sklepních prostor jiného domu v další sondě pak byly nalezeny tmavé sklovité strusky. Jednotlivý nález tmavé sklovité strusky byl i na parcele 92/1 (obr. 1b, vpravo dole) (Bernat 2015).

Vzorky tmavé sklovité strusky a rudní žiloviny předal v roce 2015 dokumentátor ÚAPPSC J. Bernat k dalšímu výzkumu do Českého muzea stříbra, p. o. v Kutné Hoře, přičemž dále byly vzorky zpracovány kolektivem autorů článku.

Geologie a zdroje zrudnění

V oblasti je zastoupeno několik geologických jednotek, přičemž Kostelní Střimelice se nacházejí na jejich rozhraní (obr. 2). Významnou jednotku tvoří permokarbon blanické brázdy, který je tektonicky oddělen od krystalinika a prevariského paleozoika zastoupeného středočeským plutonem a ostrovní zónou středočeského plutonu. Permokarbonské pískovce, prachovce a slepence s vložkami vápence, jílovce, rohovce, pelokarbonátu a uhelných slojek jsou východně od obce a tektonická hranice těchto hornin sleduje od severu přibližně obce Černé Voděrady - Kostelní Střimelice - Hradové Střimelice a Stříbrnou Skalici. Středočeský pluton zastoupený především granodioritem benešovského typu tvoří severně od obce Kostelní Střimelice sz. hranici blanické brázdy a směřuje dále k JZ. Významné zastoupení mají jižně od obce kvarcitické biotiticko-muskovitické fylity chočeradského ostrova. Severozápadně od granodioritu jsou slepence,

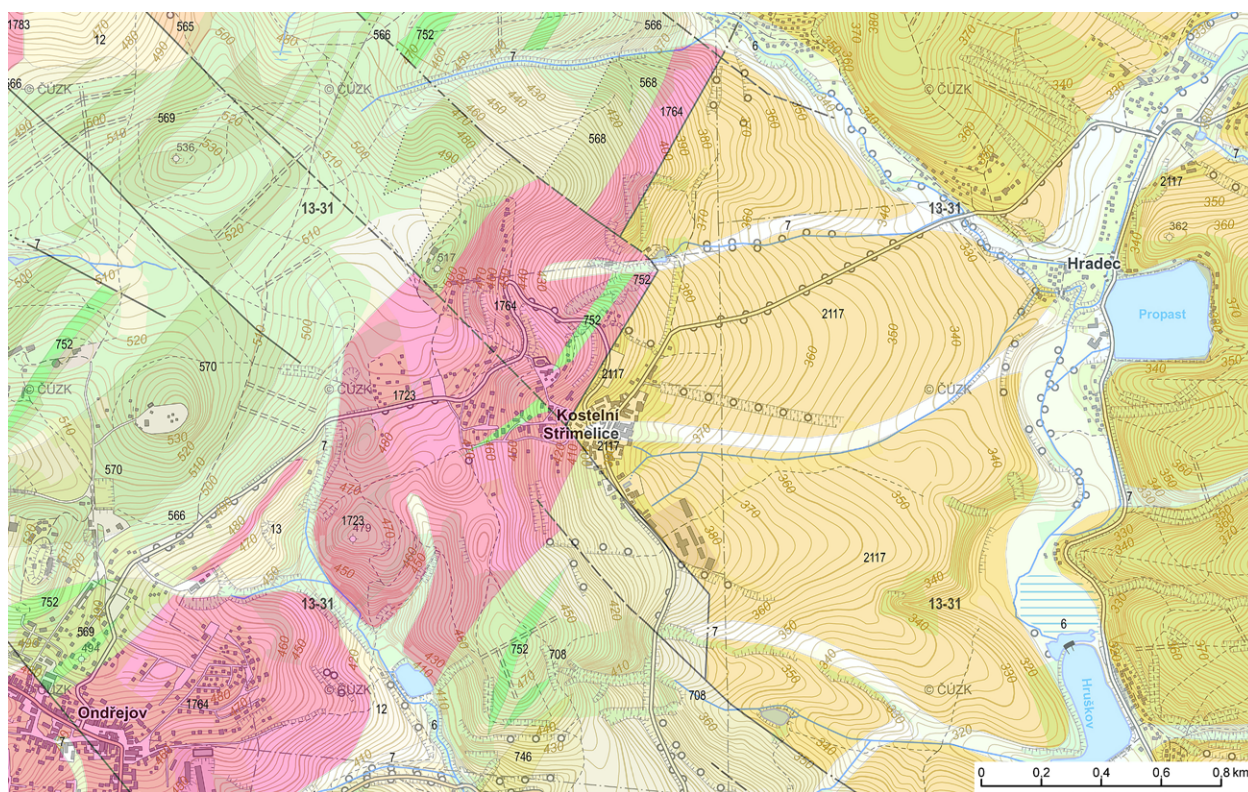


Obr. 1 a. Topografická mapa obce Kostelní Střímelice s červeně vymezenou oblastí katastrální mapy 1b; **b.** Katastrální mapa s vyznačenou stavební parcelou 65/7, na níž probíhal předstíhový výzkum, při němž byly J. Bernatem nalezeny vzorky tmavé sklovité strusky a žilných hornin. Upraveno podle <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka>.

pískovce, kvarcity, droby, břidlice a další horniny tehovského a voděradsko-zvánovického ostrova.

Zdejší ložiskově geologické podmínky byly předmětem zkoumání Zeleného (1919), Koutka (1942) a Bernarda (1961). Všechny výzkumy prokázaly dvě oddělené mineralizační etapy - starší polymetalickou baryt-sulfidickou mineralizaci ve starších horninách (předpermických) a mladší mineralizaci, která je vázána především na permské sedimenty. To dokládá i přítomnost dvou typů materiálu v archeologickém nález, jejichž přítomnost objasňuje i detailní geologicko-ložisková mapa podle Rotta z roku 1942 (in Koutek 1942) (obr. 3). Velká část zrudnění zejména měděných rud je vázána na tektonické poruchy protínající permské sedimenty. Zjevně se jedná o zpe-

řené struktury nebo pokračování zlomové zrudněné tektoniky hornin krystalinika. Měděné zrudnění v litologicky příhodných horizontech pískovce, méně slepence, vytváří zejména pod jílovcí bochníkovitá tělesa a je tvořené převážně bornitem, chalkozímem, kovelínem a vzácně stříbrem (Trdlička, Janovský 1975). Velmi vzácné jsou relikty chalkopyritu, který je hojnější na přivodních žilkách, které ve větší hloubce dosahující mocnosti jen několik cm. V této hloubce jsou již nízké obsahy stříbra (Pivec 1963). Naproti tomu polymetalické žíly s barytem, ankeritem, galenitem a sfaleritem jsou vázány na žíly v krystaliniku a jejich výchozové partie jsou často přeměněny na gossan. To znamená mocné „limonitové“ pásmo se zbytky křemene a okoložilných alterací s relativně vzácnými sekundár-



Hranice geologických jednotek

— hranice zjištěná přechod litologický

Tektonická linie

— zlom zjištěný

Geologická jednotka

Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum

ostrovni zóna středoečeského plutonu – středoečeská oblast (bohemikum)

čerčanský ostrov, tehovský ostrov, voděradsko-zvánovický

752 světlé kvarcity a kvarcitické fylity

choceradský ostrov

708 kvarcitické biotiticko-muskovitické fylity

tehovský ostrov, voděradsko-zvánovický

569 metadroby a metakonglomeráty s amfibolem

570 slepence, pískovce, kvarcity

568 droby s polohami oligomiktických konglomerátů

566 břidlice a metadroby s polohami oligomiktických konglomerátů

564 černá fylitická břidlice

565 kvarcit

magmatity v moldanubiku

středoečeský pluton

1764 granodiorit (benešovský typ)

1723 granitový a syenitový porfyr

1783 granodiorit, tonalit, křemenný diorit (sázavský typ)

Barrandien středoečeská oblast (bohemikum)

proterozoikum Barrandienu

746 hrubozrné droby

Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity

mladší paleozoikum brázd svrchní karbon a perm

blanická brázda

2117 pískovec, prachovec a slepenc, vložky vápence, jílovc, rohovce, pelokarbonátu, uhelná slojka

Region nerozlišen

7 smíšený sediment

1 navážka, halda, výsypka, odval

12 písčito-hlinitý až hlinito-písčité sediment

13 kamenitý až hlinito-kamenitý sediment

6 nivní sediment

Obr. 2 Geologická mapa okolí obce Kostelní Strmilice. Upraveno podle http://mapy.geology.cz/geocr_50.

ními minerály. Zachovalé rudní minerály byly zjištěny pouze v hlubších částech rudních žil většinou z novověkých průzkumných prací. Proto se v archeologických nálezích rudní materiál nachází pouze vzácně, avšak na jeho zdroj ukazují vzácné sekundární minerály.

Metodika

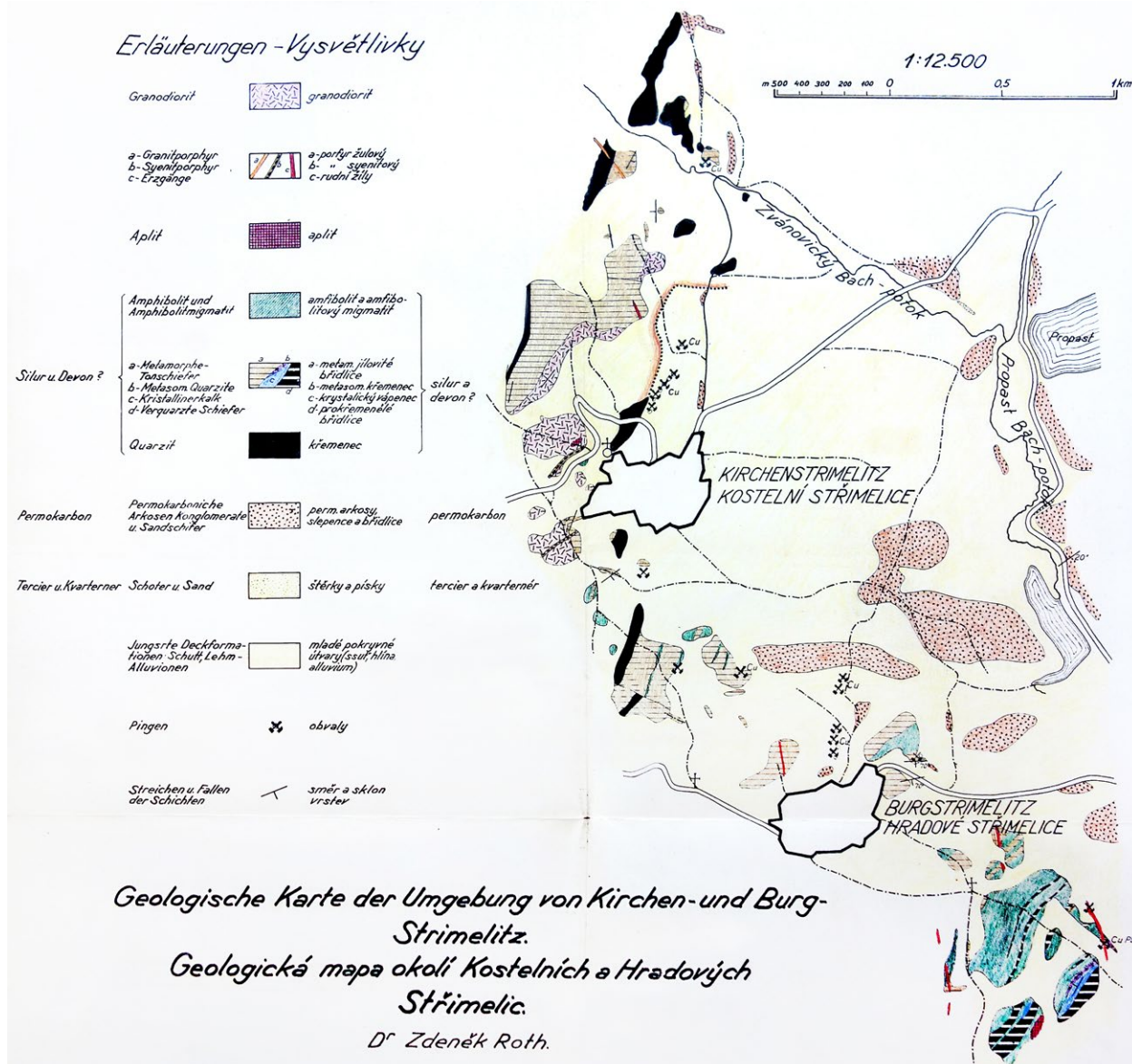
Strusky a rudní žilovina byly studovány makroskopicky a následně mikroskopicky pod binokulárním mikroskopem. Ze tří vzorků strusky byl odebrán odštěpek pro chemickou analýzu. Chemismus strusek byl studován pomocí elektronového skenovacího mikroskopu Quanta 450 (FEI) s analyzátozem EDS (EDAX; Apollo X) a detektorem pro zpětně odražené elektrony (PMD) v režimu vysokého vakua. Ověření proběhlo na fragmentech sklovité strusky s vodivým pokovením uhlíkem a propojené oboustrannou lepící páskou k hliníkovému terčíku. Načítací čas 100 s, s korekcí na mrtvý čas. Dále byly vzorky analyzovány i rentgenfluorescenční metodou PRFA na spektrometru Alpha 4000 (Innov-X Systems, Woburn, USA) v laboratoři ČGS, analytik Ilja Kněsl. Měření PRFA spektrometrem

byla prováděna za následujících podmínek: doba měření čtyři minuty v analytickém módu zeminy. V průběhu měření je hlavice spektrometru pevně fixována v měřicím nástavci. Před vlastním měřením je přístroj standardizován vnějším kovovým standardem dodaným výrobcem.

Charakteristika studovaných vzorků

Vzorky **tmavé sklovité strusky** (KS 1/2014-17, 163, 189, 212, 229 a 259) vykazují velkou podobnost. Jejich základním společným znakem je černá barva, sklovitý vzhled a nízká pórovitost. Některé kusy mají zřetelnou fluidální texturu, která je zvýrazněna červenými smuhami v základní černé hmotě (obr. 4ab). Strusky nejsou magnetické, lokálně zjištěný magnetismus je způsobený povrchovým znečištěním (přítavenými drobnými částicemi železa).

Fragmenty sklovitých strusek (obr. 5ab) byly podrobeny nedestruktivní povrchové chemické a rentgenfluorescenční analýze (tab. 1 a 2). Analýzy, které jsou relativně velmi vyrovnané v rámci přípustné variability měření, prokázaly, že se jedná o strusky vzniklé při zpracování



Obr. 3 Geologicko-ložisková mapa podle Rotha (in Koutek 1942).

měděné rudy. Ve sklovině byla potvrzena měď v mikronových velikostech. Struska vznikla při vysoké teplotě, kdy během zpracování rudy došlo k homogenizaci sklovité hmoty v rámci jejího promíchávání a oddělení od rudní složky. Makroskopicky jsou zkoumané strusky podobné novodobým struskám z oblasti Kraslic a Tisové nebo měděným struskám z Grünthalu v Sasku.

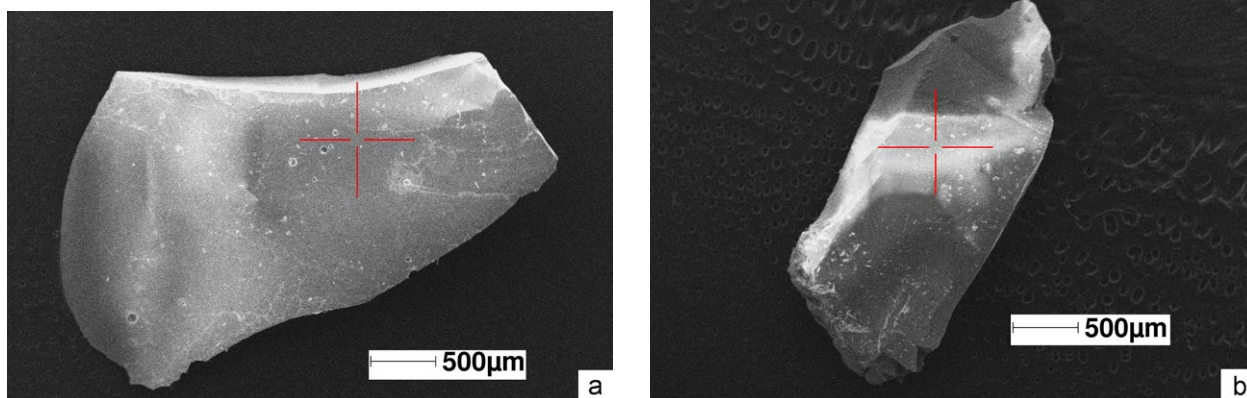
Vzorek **strusky** KS 1/2014-261 se svým charakterem vymyká výše popsané skupině (obr. 6). Její povrch je sil-

ně členitý a porézni, barva tmavě rezavě hnědá a černá, struska je na několika místech výrazně magnetická. Obsahuje četné úlomky dřevěného uhlí. Podobné strusky se nacházejí i ve sbírce Českého muzea stříbra a jsou interpretovány jako odpadní materiál při výrobě a zpracování železa (kovářské strusky).

Geologické vzorky (KS 1/2014-21, 22, 67 a 190) vykazují obdobný charakter. Jedná se o rezavě zbarvené horniny, které jsou tvořené především křemenem a



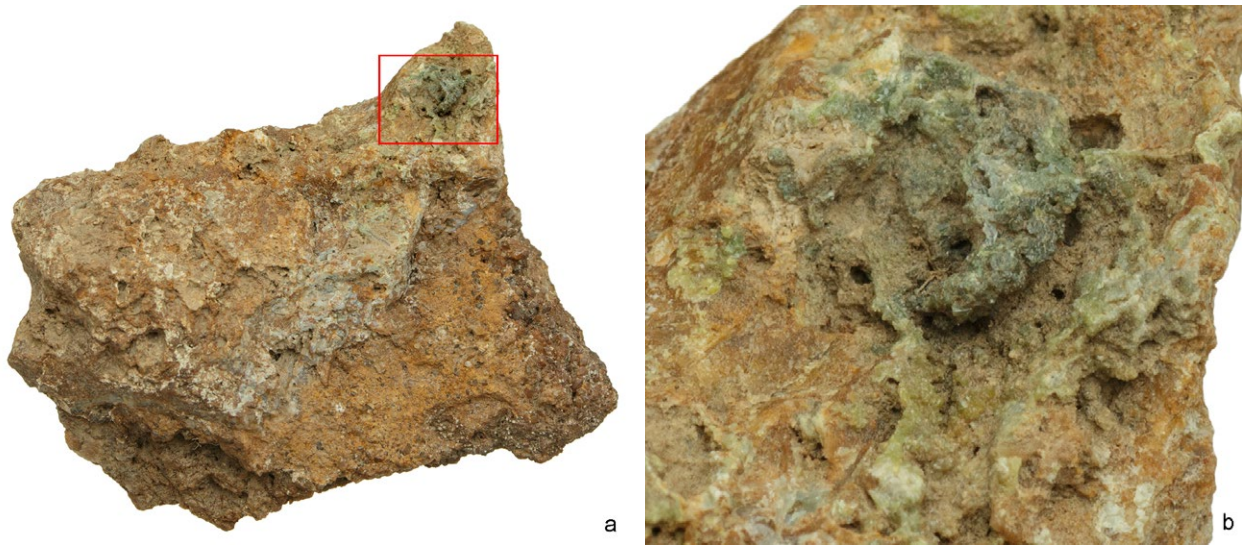
Obr. 4ab Tmavá sklovitá struska s fluidální texturou zvýrazněnou červenými smouhami, délka vzorku a 5 cm, vzorku b 5.5 cm. Foto P. Šeplavý.



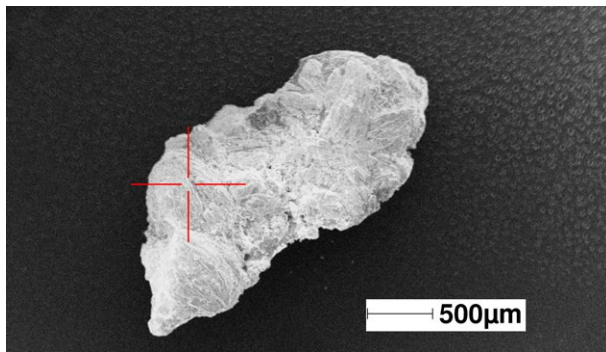
Obr. 5ab Úštěpky tmavých sklovitých strusek a vyznačením analyzovaného bodu (tab. 2). Foto J. Schweigstillová.



Obr. 6 Hnědá „škvárovitá“ struska, délka vzorku 7.5 cm. Foto P. Šeplavý.



Obr. 7ab Gossan s povlaky a krystaly pyromorfitu, typického minerálu oxidačních zón. a. celý vzorek; b. detail, délka vzorku a 8.5 cm, délka záběru (detailu) b 20 mm. Foto P. Šeplavý.



Obr. 8 Analyzovaný krystal pyromorfitu. Foto J. Schweigstilllová.

Tabulka 1 Orientační chemické složení strusek a gossanu z archeologického nálezu v obci Kostelní Střimelice stanovené metodou RFA (ppm)

vzorek	KS1/1	KS1/2	KS2/1	KS2/2	KS3	KS - Gossan/1	KS - Gossan/2
	tmavá sklovitá struska				gossan		
	černá část	červený pruh	černá část	červený pruh	černá část	hnědá část	světlejší poloha
Al	68 384.08	74 716.79	59 447.89	66 868.97	63 511.86	28 213.72	17 301.96
Si	235 771.07	249 068.39	206 403.01	226 122.30	210 604.10	301 934.00	102 214.85
P	4 619.98	5 779.10	5 260.59	5 154.49	5 805.38	5 298.84	11 559.82
K	42 248.00	41 886.00	41 819.00	43 278.00	42 454.00	4 122.00	4 940.00
Ca	180 902.00	182 815.00	174 806.00	186 389.00	182 753.00	1 922.00	4 853.00
Ti	4 366.00	4 246.00	4 348.00	4 562.00	4 201.00	866.00	1 433.00
V	264.00	252.00	250.00	272.00	250.00	84.00	277.00
Mn	2 431.00	2 491.00	2 312.00	2 447.00	2 469.00	489.00	649.00
Fe	74 246.53	89 119.68	70 287.53	75 274.91	77 209.00	79 575.00	288 887.00
Cu	4 334.00	4 610.00	3 630.00	4 363.00	4 452.00	<LOD	<LOD
Zn	330.00	327.00	279.00	346.00	242.00	1 850.00	3 401.00
Rb	162.60	161.40	162.30	168.00	163.20	18.80	<LOD
Sr	205.00	216.00	201.00	214.00	231.00	138.00	97.00
Y	36.00	43.00	35.00	38.00	38.00	<LOD	<LOD
Zr	150.00	142.00	144.00	149.00	142.00	29.00	<LOD
Nb	8.30	7.10	9.10	<LOD	<LOD	33.00	147.00
Ag	12.10	11.40	10.50	13.20	9.30	<LOD	24.00
Ba	1 730.00	1 811.00	1 662.00	1 858.00	1 613.00	1 144.00	729.00
Pb	39.00	84.00	41.00	41.00	29.00	27 429.00	93 895.00
U	40.00	36.00	39.00	44.00	45.00	44.00	153.00

<LOD - pod mezí detekce.

oxidickými zvětralinami železa, pocházející z **gossanu** (z tzv. „*železného klobouku*“). Na povrchu a v dutinách horniny byly nalezeny jednotlivé krystaly, případně skupinky krystalů nebo kúry s drúzovitým povrchem (obr. 7ab). Krystaly jsou bílé, někdy lehce nažloutlé nebo slabě namodralé či našedlé, na některých vzorcích světle zelené, soudečkovitého tvaru, velké řádově desetiny mm. Chemickou analýzou bylo potvrzeno, že náleží pyromorfitu se zvýšeným obsahem vápníku (obr. 8, 9). Obsah rudních minerálů na vzorcích zaznamenaný v podstatě nebyl, pouze na jediném vzorku (KS 1/2014-21), na hraně menšího kusu byl nalezen navětralý galenit.

Obě analýzy gossanu („*limonitové*“ polohy s druhotnými minerály) stanovené metodou RFA se zásadně liší (tab. 1). Křemenná žilovina z jedné strany rudy je slaběji prostoupena sloučeninami železa, zejména „*limonitem*“, zatímco opačná strana, která je silněji „*limonitizovaná*“, obsahuje i větší množství původně rudních prvků například olova a zinku. V celém vzorku zcela chybí měď. Přítomnost fosforu a vápníku s olovem potvrzuje přítomnost pyromorfitu, tj. typického minerálu oxidáčnických pásem.

Od předchozích vzorků se výrazně liší malý úlomek **muskovitické ruly** se zvětralou křemen-kalcitovou žilkou (vzorek KS 1/2014-212). V silně navětralé hornině je nejvýraznější složkou křemen, nejsvětější žlutorezavá hmota náleží kalcitu zbarvenému sloučeninami železa. Rezavé a tmavohnědé části vzorku jsou oxidické a hydroxidické sloučeniny železa („*limonit*“), vzniklé s největší pravděpodobností rozkladem pyritu. Pyrit ani jiné sulfidické minerály nebyly nalezeny, v hornině je hojně zastoupen muskovit.

Dalším vzorkem je **křemen-turmalínová žíla** bez rudních minerálů (KS 1/2014-160). Větší část tvoří kompaktní bílý žilný křemen s polohami jemně jehličkovitého turmalínu (skorylu). Skoryl tvoří buď souvislé, drobně jehličkovité, jemnozrné až celistvé polohy nebo jednotlivé jehlice, případně jejich shluky prorůstající do okolního křemene. Barvu má černou, některé jehlice prosvítají tmavohnědě. Jiné minerály zjištěny nebyly, jen na povrchu turmalínu byly místy pozorovány tmavohnědé zemité skvrny, snad

zbytky zvětralých sulfidických minerálů. Okrajová část vzorku má odlišný charakter, tvoří ji středně zrnitá porézni křemenná žilovina zbarvená zvětralinami do hnědočerna. V důsledku vyloučení ostatních žilných součástí nebyly ani zde nalezeny jiné minerály. Přestože vzorek zachycuje dvě fáze hydrotermálního procesu, mohl být vzhledem k absenci rudních minerálů pouze součástí hlušiny materiálu.

Kus opracovaného kamene (patrně zlomek žernovu) (KS 1/2014-289) je tvořen červeným **permským pískovcem**. Jde o místní materiál nebo materiál pocházející z blízkého okolí.

Diskuse a závěr

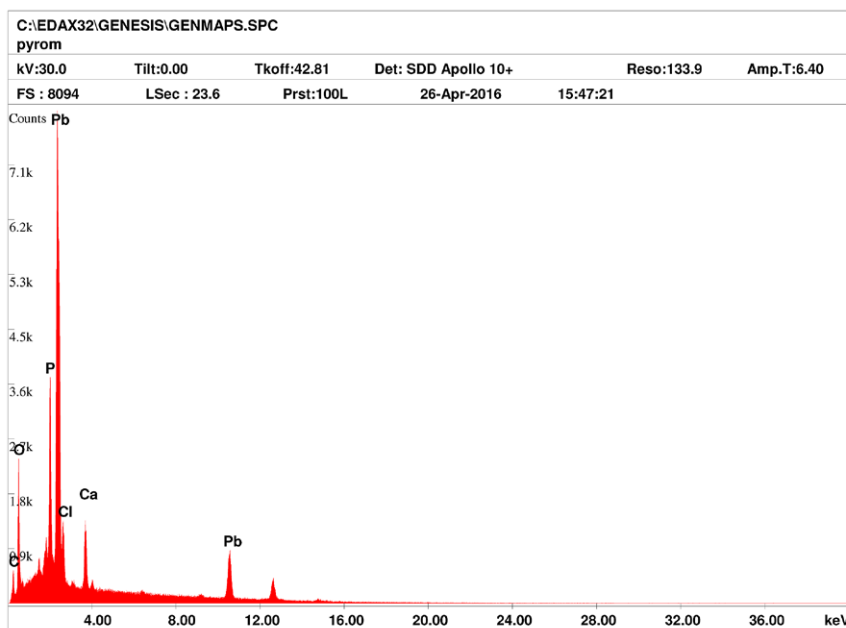
Při předstihovém archeologickém výzkumu na staveništi rodinného domu v Kostelních Střimelicích (parc. č. 65/7) byly odkryty v superpozici objekty ze 13. až 15. století. V rámci výzkumu byly nalezeny dvě významné a přitom svým charakterem zcela odlišné skupiny materiálů dokládajících středověkou těžbu rud a jejich zpracování. Prvním typem jsou vzorky žiloviny - gossanu („*železného klobouku*“) s minerály olova, druhým typem černé sklovité strusky představující odpad při zpracování měděných rud.

Na vzorcích gossanu byly nalezeny krystaly a krusty pyromorfitu a ojediněle galenit, ale žádné minerály mědi. Zcela jistě tedy nebyl surovinou, jejímž zpracováním vznikla zde nalezená struska. Kusy žiloviny byly v tomto prostoru pravděpodobně odloženy jako haldový materiál nevhodný k dalšímu zpracování. Podrobnější informace o mineralogickém složení by mohly poskytnout nábrusy některých vzorků. Ty zatím nebyly zhotoveny, neboť k zapůjčenému materiálu se dosud přistupovalo jako k archeologickým artefaktům, a tudíž se nesměly mechanicky poškodit.

Černé sklovité strusky po zpracování mědi mají jednotný charakter. V haldovém materiálu se nenašly žádné vzorky, podle kterých by se dala doložit výchozí surovina. Pravděpodobným zdrojem mědi byly tenké žíly sulfidů mědi v permských sedimentech zasažené razantní oxi-

Tabulka 2 Chemické složení sklovité strusky (hm. %)

Na ₂ O	0.78	0.81
MgO	3.34	5.34
Al ₂ O ₃	14.41	9.11
SiO ₂	51.58	55.37
P ₂ O ₅	1.20	0.55
SO ₃	0.43	0.35
Cl ₂ O	0.00	0.00
K ₂ O	3.17	2.17
CaO	15.49	17.82
TiO ₂	0.49	0.39
Cr ₂ O ₃	0.13	0.06
MnO	0.22	0.20
FeO	8.38	7.53
CuO	0.38	0.31
Total	100.00	100.00
Přepočítáno na 100 %		



Obr. 9 Chemismus pyromorfitu.

dací původních rudních minerálů, která způsobila jejich přeměnu na malachit, azurit, kuprit a tenorit. V úvahu dále připadají hlubší části žíly nepostížené přeměnou primárních minerálů.

Předložené mineralogické a chemické analýzy halodoviny a strusky dokazují, že se jedná o dva různé typy zrudnění. Zjištěná skutečnost rovněž odpovídá geologické stavbě ložiska, neboť v blízkosti Kostelních i Hradových Střimelic se vyskytovaly samostatně minerály mědi prostorově oddělené od rud olova, antimonu a stříbra v horninách krystalinika. Vzhledem k nálezovým okolnostem, kdy žilovina a struska byly nalezeny v různých objektech, lze předpokládat, že nebyly zpracovávány ve stejném časovém horizontu. Pro montánní historii lokality představují objevené materiály cenný důkaz o těžbě a zpracování rud již ve 13. století.

Poděkování

Předložená práce vznikla díky podpoře projektu Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2017/03, 00023272), dále díky podpoře dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace RVO: 67985891 a díky podpoře ústavního úkolu ČGS 223500. Poděkování dále patří dokumentátorovi Ústavu archeologické památkové péče středních Čech Jiřímu Bernatovi, který vzorky na výzkum poskytl, Iljovi Knéslovi za provedení PXRF analýz a Pavlu Šeplavému za fotografie vzorků.

Literatura

- BERNARD JH (1961) Mineralogie a geochemie rudních žil v okolí Stříbrné Skalice a Hradových Střimelic. Výroční zpráva úkolu III/14 za rok 1960. MS Geofond P 12174/5
- BERNAT J (2015) 30. Kostelní Střimelice, okr. Praha - východ, 858-859; 31. Kostelní Střimelice, okr. Praha - východ, 859. In: Lutovský, M. a kol.: Terénní výzkumy Ústavu archeologické památkové péče středních v roce 2014, ASČ 19: 847-871
- HLAVATÝ J (2015) Kostelní Střimelice - historie. <http://www.hradec1.cz/kostelni-stirimelice-historie-a-pamatky/>
- KOUTEK J (1942) Ag Cu Pb Stříbrná Skalice. MS Geofond P 2567
- PIVEC E (1963) Československo - Sázava II. Surovina: Cu, Pb, Zn. MS Geofond P20080
- TRDLIČKA Z, JANOVSKÝ Z (1975) Ryzí stříbro z Kostelních Střimelic. Čas Nár Muz, odd Přírodověd 144(1/4): 70-72
- ZELENÝ J (1919) Střimelice - (Stříbrná Skalice) Ag - Pb - Cu rudy. Kutání prováděné ing. Zeleným, Praha XII. Situace a profily kutacích prací ve Střimelicích. In: MS Geofond P 2567