

POZŮSTATKY RANĚ STŘEDOVĚKÉHO METALURGICKÉHO PRACoviŠTĚ V AREÁLU KLEMENTINA NA STARÉM MĚSTĚ PRAŽSKÉM

Jan Havrda – Jan Zavřel

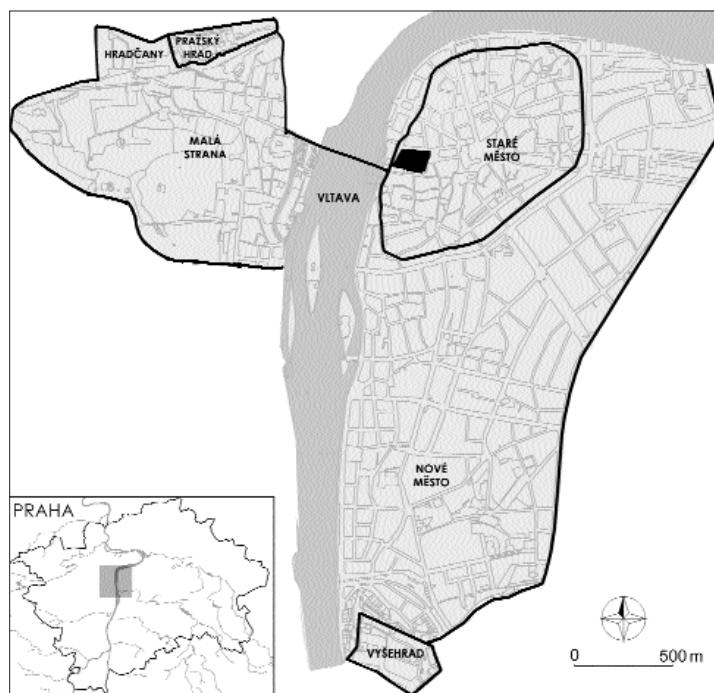
1. Úvod

V souvislosti se zamýšlenou rekonstrukcí a dalšími stavebními úpravami staroměstského Klementina (Křižovnická ulice čp. 1040/I a Mariánské náměstí čp. 190/I; *obr. 1*) byly v letech 1997 a 2001 na žádost Národní knihovny provedeny archeologické zjišťovací sondy (výzkumy dnešního Národního památkového ústavu, územního odborného pracoviště v hlavním městě Praze č. 10/97 a 20/01). V roce 1997 došlo v rámci rozsáhlých předprojektových prací k realizaci devíti zjišťovacích archeologických sond situovaných v prostoru hospodářského dvora (severní dvůr areálu; *obr. 2:2*). Průzkum byl vyvolán záměrem Národní knihovny vybudovat zde několikapatrové podzemní prostory (*Havrda 1997; týž 2000*, 68). V srpnu 2001 archeologické práce pokračovaly dalšími třemi sondami (*obr. 2:4–6*), a to v jihozápadním rohu haly služeb, v suterénu čp. 190/I a na východním nádvoří poblíž Zrcadlové kaple (*Havrda 2002; týž 2004*, 367).

2. Nálezové okolnosti

Roku 1997 byla v předmětném prostoru hospodářského dvora (sondy F a H, *obr. 3*) odkryta a dokumentována skupina žarem vypálených kruhových i oválných zahloubených objektů (*obr. 4*). Tato technologická zařízení se nacházela v nadloží sídlištní vrstvy z 10.–11. století doprovázené keramikou s kalichovitou profilací okraje. Výrobní či zpracovatelské objekty (často v superpozici) s propálenými stěnami a navazující vrstvy obsahovaly keramiku s archaicky zduřelým okrajem. Přestože většina zkoumaných pyrotechnologických objektů souvisela spíše s výrobou či zpracováním železa (*Havrda 1997; týž 2000*, 368; *Havrda – Podliska – Zavřel 2001*) a největší část výrobního odpadu tvořila železářská struska (26 kg), podařilo se též vyzdvihnout téměř 300 ks archeometalurgických materiálů, které dokládají práci s neželeznými kovy. Jednalo se o kovové slitky ve formě hrudek a kapek, strusky neželezných kovů, fragmenty vypálené hlíny s nataveným povrchem a povlaky obsahujícími sekundární zvětralinové minerály zpracovávaných kovů, drobné kusy rudy, hutnické polotovary a keramiku s kovovými či struskovitými utuženými taveninami. Nálezy byly rozptýleny ve vrstvách horizontu, který je datován výskytem keramiky s archaicky zduřelým okrajem. Metalurgická činnost v prostoru hospodářského dvora probíhala od konce 11. a v průběhu 12. století. Několik obdobných nálezů pochází i z nadložních kontextů 13. či 14. století, s velkou pravděpodobností se však jedná o starší intruze či o doznívání výrobních aktivit (*tab. 11*).

Informace týkající se zpracování neželezných kovů na lokalitě byly zásadně doplněny v roce 2001, kdy došlo v místě sondy III na východním dvoře Klementina (*obr. 3 – sonda 20/01–III*) k odkrytí torza výrobního zařízení, na jehož dně se nalézal kovový slitek. Objekt zahloubený do geologického písčitého podloží měl na vertikálním řezu hruškovitý tvar, jehož maximální šířka činila 0,75 m a hloubka 0,35 m (*obr. 5*). Přesný půdorysný tvar pyrotechnologického zařízení,



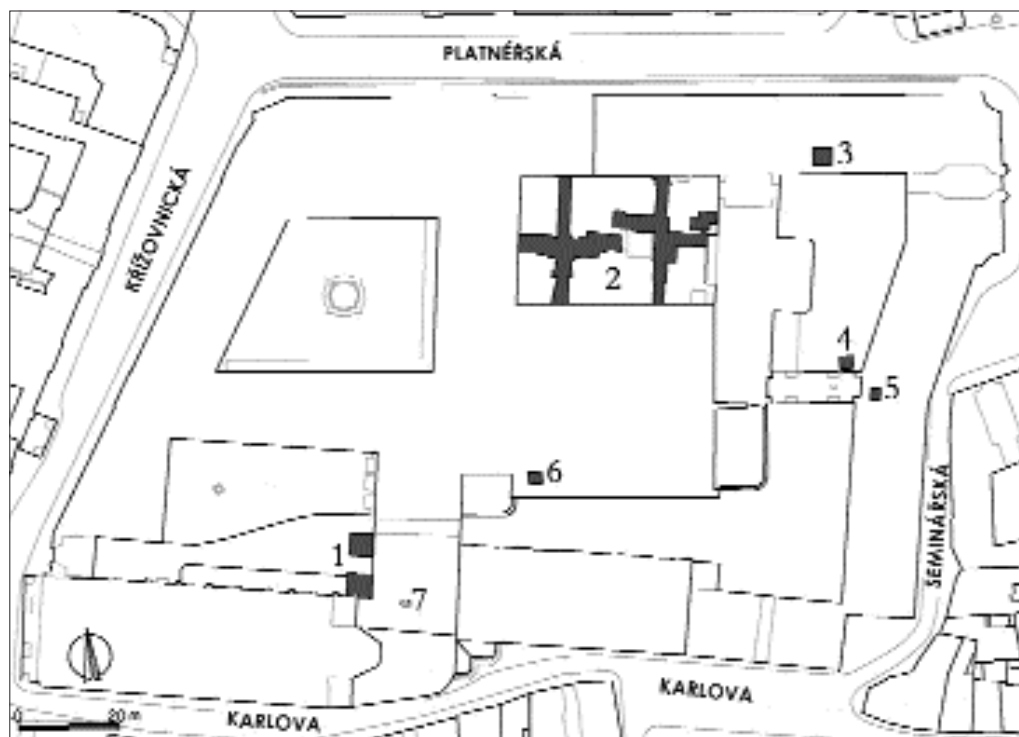
Obr. 1: Pražská historická města, černě areál dnešního Klementina na staroměstském předpolí Karlova mostu.

Fig. 1: Prague historical towns, black the area of the present Clementinum on the Old Town foreground of the Charles bridge.

jehož délka patrně přesahovala 0,8 m, se zjistit nepodařilo – východní konec porušil vkop pro obvodovou zeď mladšího středověkého domu, západní část se nacházela mimo prostor sondy (obr. 6). Stěny a dno pecního prostoru vykazovaly asymetrické propálení pozorovatelné do hloubek od 0,2 cm (severní stěna), popř. 1–2 cm (dno) až do 6 cm (jižní stěna). Výplň dna pece tvořila až 3 cm silná vrstva šedočerné písčité hlíny s nehojnými drobnými úlomky propálené opuky. V její mocnosti a částečně přímo na dně se nacházel nazelenalý kovový slítek diskového tvaru (sáček 20/01–77, obr. 12 a 13). Vedle tohoto nálezu byla ve vzdálenosti 0,16 m dokumentována kruhová prohlubeň o průměru 0,24 m. Nelze vyloučit, že se jednalo o negativ po dalším nístějovém slitku, který však byl vyzdvižen patrně ještě ve středověku. Ze zásypu pece se podařilo též získat několik nezdobených zlomků keramických nádob s výdutí, které náležejí k běžné keramické produkci 13. století (vrstva 39, sáček 20/01–71). Z terénní situace nebylo možno určit výšku, z které byla pec původně zahloubena, ani to, zda při jejím vzniku došlo k narušení případných starších archeologických kontextů. Svrchní část objektu, k němu přiléhající vrstvy i nejsvrchnější partie podloží byly zničeny při stavební aktivitě ve vrcholném středověku (Havrda 2002).

3. Použité analytické metody

Nálezy související s výrobou a zpracováním neželezných kovů byly rozděleny do několika kategorií a vybrané vzorky podrobeny analýzám. První sérii stanovení provedl P. Kašpar z Ústavu geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy Praha (Kašpar 2000). V několika následujících etapách byly poté analyzovány další skupiny nálezů.



Obr. 2: Praha 1 – Staré Město, Křížovnická ulice čp. 1040/I (Klementinum). Archeologické výzkumy realizované v areálu Národní knihovny. 1 – záchranný výzkum vyvolaný stavbou dvou trafostanic na studentském nádvoří (Pavlů 1987); 2 – zjišťovací výzkum v hospodářském dvoře (Havrda 1997; týž 2004, 368); 3 – sonda v severovýchodním křídle, výzkum NPÚ HMP 27/02 (Havrda 2002; týž 2004, 368); 4 – sonda ve východním dvoře, výzkum NPÚ HMP 20/01, sonda III (Havrda 2002; týž 2004, 367); 5 – sonda v suterénu východního křídla (čp. 190/I), výzkum NPÚ HMP 20/01, sonda II (Havrda 2002; týž 2004, 368); 6 – sonda v hale služeb, výzkum NPÚ HMP 20/01, sonda I (Havrda 2004, 368); 7 – sonda ve sklepech pod sakristií kostela Nejsv. Salvátora, výzkum NPÚ HMP 27/03 (Havrda 2006a, 346–347).

Fig. 2: Prague 1 – Old Town, Křížovnická No. 1040/I (Clementinum). Archaeological excavations carried out within the complex of the National library. 1 – rescue excavation caused by construction of two electricity transformer stations on the Students courtyard (Pavlů 1987); 2 – an evaluation excavation on the farmstead courtyard (Havrda 1997; idem 2004, 368); 3 – section in the northeast wing, excavation NPÚ HMP 27/02 (Havrda 2002; idem 2004, 368); 4 – section in the eastern courtyard, NPÚ HMP 20/01, section III (Havrda 2002; idem 2004, 367); 5 – section in the basement of an eastern wing (No. 190/I), excavation NPÚ HMP 20/01, section II (Havrda 2002; idem 2004, 368); 6 – section in the library services hall, excavation NPÚ HMP 20/01, section I (Havrda 2004, 368); 7 – section in the cellar under the sacristy of the church of the Holy Savior, excavation NPÚ HMP 27/03 (Havrda 2006a, 346–347).

Většina analýz se uskutečnila v budově Geologických ústavů Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy Praha (Albertov 6, Praha 2) na přístroji CamScan S4 – Link ISIS 300 EDX analyzátor. Použita byla spektrální metoda tzv. rentgenové mikroanalýzy – EDS (Energy Dispersive x-ray spectroscopy), kombinovaná s pozorováním preparátu pomocí elektronového mikroskopu – SEM (Scanning Electron Microscopy). Kvantitativní přesnost uvedeného stanovení je přibližně 0,5 hmotnostních %, kvalitativní přesnost se pohybuje kolem 0,2 hmotnostních % (v závislosti



Obr. 3: Praha 1 – Staré Město, Křížovnická ulice čp. 1040/1 (Klementinum). Situování archeologických sond s paleometalurgickými nálezy v severozápadní části areálu Klementina. Vlevo archeologický výzkum v hospodářském dvoře (výzkum NPÚ HMP 10/97) – sondy A, D, F a H, tmavě vyznačeny plochy s dochovaným středověkým nadložím (bez zděných konstrukcí); vpravo dole sonda III ve východním dvoře Klementina (výzkum NPÚ HMP 20/01).

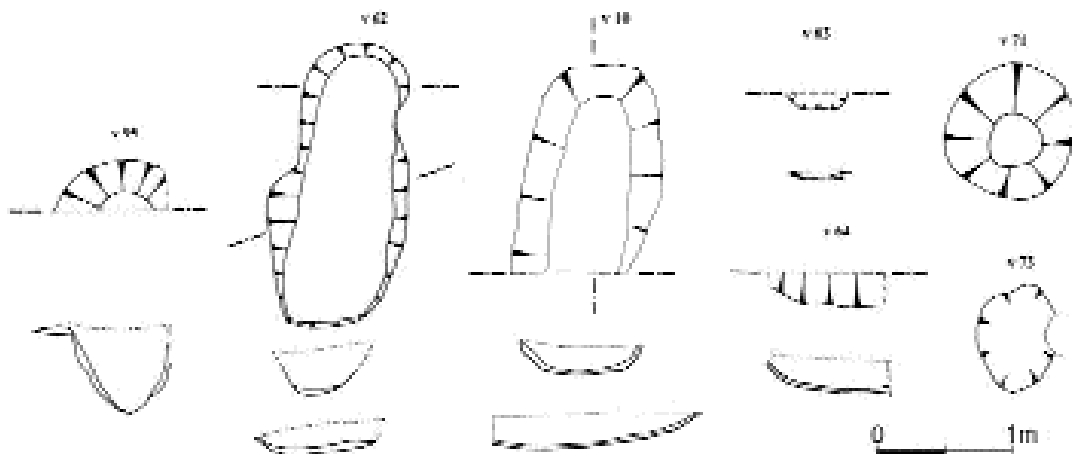
Fig. 3: Prague 1 – Old Town, Křížovnická street No. 1040/1 (Clementinum). Location of archaeological sections with palaeometallurgical finds in the northwest part of the Clementinum complex. Left archaeological excavation in the farmstead courtyard (excavation NPÚ HMP 10/97) – sections A, D, F and H, dark – areas with preserved medieval cover (without masonry). Right below section III on the eastern courtyard of Clementinum (excavation NPÚ HMP 20/01).

na analyzovaném prvku a matrix). Veškeré níže uvedené tabulkové údaje obsahů jednotlivých oxidů či prvků získané metodou EDS jsou uvedeny v procentech (%) a představují hodnoty semikvantitativní.

Mineralogické studium vzorků rud a hutních polotovarů se uskutečnilo za využití metody RTG-difrakce – difraktografu DRON 2, záření Cu/Ni v úhlovém rozsahu 5–60°, resp. 5–80°. Vyhodnocení difrakčních záznamů bylo provedeno srovnáním s daty uvedenými v tabulkách JCPDS.

4. Popis archeometalurgických nálezů a výsledky analýz

Nálezový soubor dokládající výrobu a zpracování neželezných kovů byl rozdělen do šesti skupin: kovové kapky a hrudky, nístějový slitek, fragmenty výrobních zařízení, strusky, rudy a hutnické polotovary, technická keramika. Nálezy byly rozptýleny ve všech sondách, ve kterých proběhlo kompletní rozebrání dochované raně středověké stratigrafie. Vzácně se tento typ nálezů, patrně jako starší příměs, objevil i v zásypech vrcholně středověkých objektů. Lokalizace sond s nálezy, které dokládají výrobu a zpracování ušlechtilých kovů, je vyznačena na *obr. 3* a v *tab. 11*.



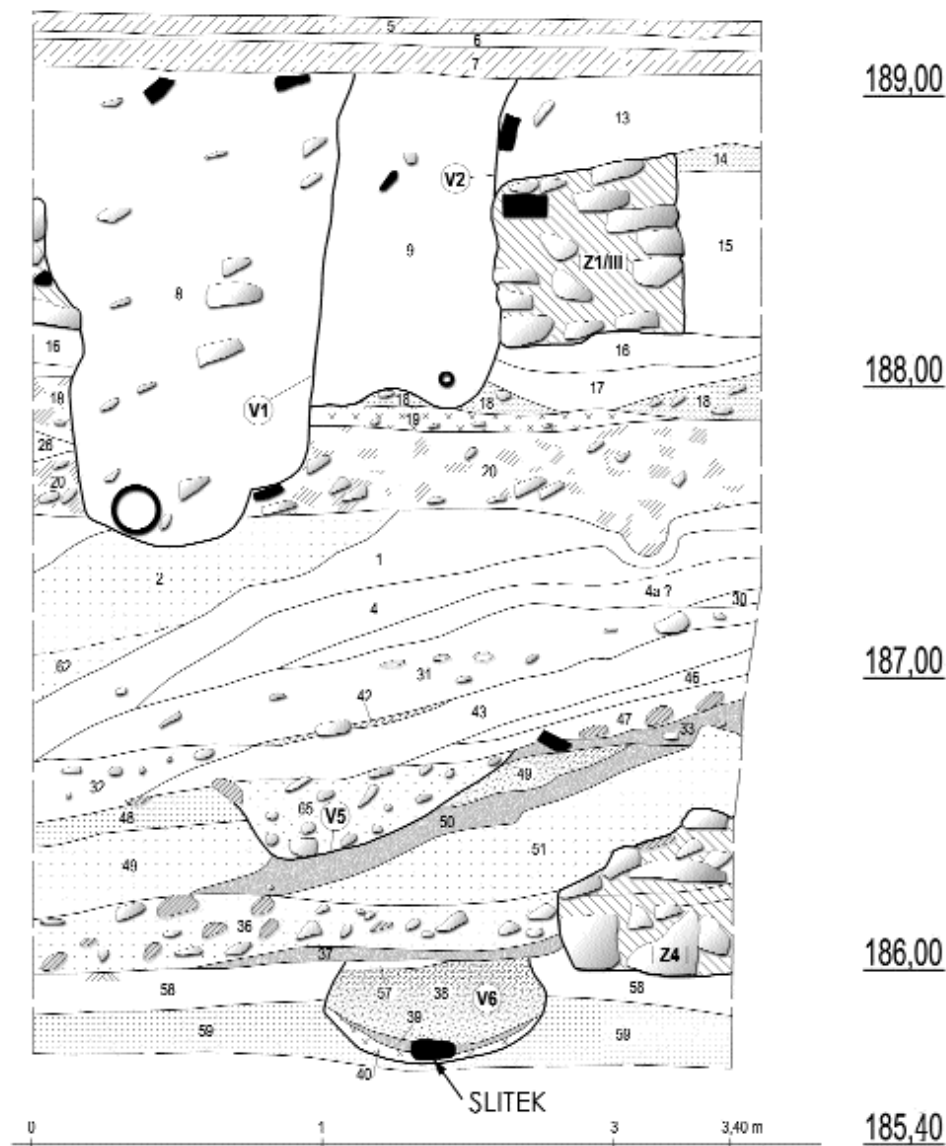
Obr. 4: Pyrotechnologické (paleometalurgické) objekty, sloužící patrně k výrobě či zpracování železa, odkryté ve zjišťovacích sondách v areálu Klementina. Nelze vyloučit, že některý z objektů mohl sloužit i pro potřeby neželezné metalurgie. Objekty v62, v63, v64, v71, v73, v95 byly nalezeny v hospodářském dvoře (Havrda 1997), objekt v10 v sondě 20/01–I v hale služeb (Havrda 2002).

Fig. 4: Pyrotechnological (palaeometalurgical) features that probably served for production or manufacturing of iron were uncovered in evaluation trenches in the complex of Clementinum. It is well possible that one of the features might have also served for the nonferrous metal metallurgy. Features v62, v63, v64, v71, v73, v95 were found in the farmstead courtyard (Havrda 1997), feature v10 in section 20/01–I in the library services hall (Havrda 2002).

4.1 Kovové kapky a hrudky

Celkem bylo z vrstev a výplní zahluobených objektů získáno 72 ks kovových hrudek a kapek o souhrnné hmotnosti 608 g. Vzhled jednotlivých kusů se příliš nelišil – většinou se jednalo o kompaktní slitky s vysokou objemovou hmotností, některé rozbrázděné trhlinami. Na lomu či řezu měly kovový až houbovitý vzhled a rozličné zbarvení (šedočerné, stříbřitě šedé, zlatavé a červenohnědé). Jejich zoxidovaný povrch obvykle pokrývaly zelené, modrozelené, modré i rubínově červené povlaky a krystalické kůry sekundárních minerálů. Průměrná velikost slitků činila okolo 20–30 mm. K tvarově a váhově netypickým nálezů patřil plochý slitek (sáček 10/97–204; hmotnost 38 g, rozměry 40 x 30 x 7 mm), ze spodní strany zelený (sekundární minerály mědi), z vrchní šedý, s povrchem rozbrázděným prasklinami vzniklými objemovými změnami při tuhnutí taveniny (obr. 7). Na lomu měl charakteristický kovový (bronzový) vzhled.

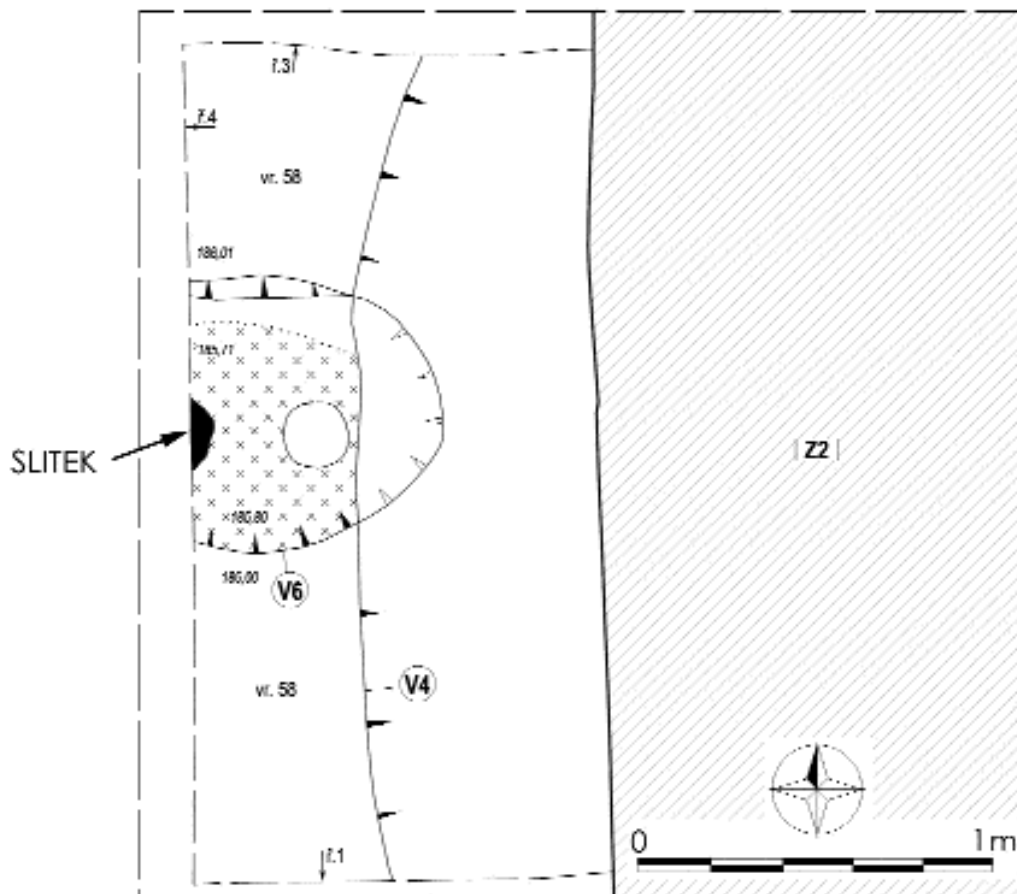
Jednotlivé drobné kapky a hrudky (obr. 8) byly rozptýleny v uloženinách a výplních – v sondách A, B, D, F a H (tab. 11). Většina jich byla nalezena stejně jako strusky neželezné metalurgie v sídlištním horizontu reprezentovaném vrstvami a mělkými zahluobenými objekty se zlomky keramiky s archaicky zduřelým okrajem (obr. 22). Ojedinelé nálezy pocházejí i z mladších vrstev a objektů, které datujeme do 13. století. Plochý kovový slitek (sáček 10/97–204) byl součástí vrstvy datované do 14.–15. století (sonda H, vrstva 418). Analyzovány byly celkem tři vzorky: 10/97–244 (sonda H, vrstva 454 datovaná do 2. poloviny 12. století), 10/97–170 (sonda A, vrstva 75 datovaná do 2. poloviny 11. století) a 10/97–409 (sonda F, vrstva 616 datovaná do 1. poloviny 12. století).



Obr. 5: Západní profil sondy III situované ve východním dvoře areálu Klementina. Nahoře recentní výkopy pro inženýrské sítě, které narušily barokní vyrovnávací vrstvy. Pod nimi se nalézají raně novověké až vrcholně středověké partie nadloží. Dole do podloží zahloubená pec s nístějovým slítkem ležícím na jejím dně. Svrchní část pece byla odstraněna během mladších sídlištních aktivit. Popis vrstev: 1 – mramorovaná silně písčité hnědošedá hlína, proplásky světlého písku, drobné uhlíky do 3 %, nehojně kost, opuka do 6 cm, prejz, ulehlá; 2 – oproti vrstvě 1 převaha písku (zahliněný písek); 3 – méně ulehlá šedá silně písčité hlína, nehojně opuka, uhlíky, při bázi proplásky světlého písku; 4 – oproti vrstvě 3 ulehlejší; 4a – oproti vrstvě 4 tmavší, méně písčité; 5 – šedý asfalt; 6 – černý asfalt; 7 – beton; 8 – šedá neulehlá heterogenní písčítokamenitá hlína, zásyp výkopu (V1) pro dešťový svod; 9 – tmavě šedá neulehlá heterogenní písčítokamenitá hlína, zásyp výkopu (V2); 13 – ulehlá žlutá jílovitá hlína, nehojně s cihlami a opukou; 14 – syplý světlé šedý hrubozrnný písek; 15 – heterogenní ulehlá šedá písčité hlína, četné příměsi (25 %) o velikosti 1–7 cm (opuka, cihla, malta, břidlice, uhlíky); 16 – ulehlá hnědošedá písčité hlína, zrna a hrudky (do 10 %) malty, cihel, opuky, drobné uhlíky; 17 – oproti vrstvě 16 příměs písku, proplásky žlutého jemnozrnného písku a hrudky jílu; 18 – syplá nažloutlá stavební suť tvořená rozpadlou maltou a drobnými

úločky opuky, ojediněle úlomek cihly, vápno; 19 – oproti vrstvě 18 načervenalá (působení ohně?); 20 – jako vrstva 18; 25 – světlejší šedohnědá písčitá hlína, četná opuka o průměru 3–7 cm, vzácně drobné úlomky cihel, malta; 26 – oproti vrstvě 25 méně větších příměsí; 30 – ulehlá silně písčitá hlína značně heterogenní, polohy šedé hlíny s polohami nahnědlého písku, při bázi četná zrna opuky, nehojně uhlíky, červená mazanice, oproti vrstvě 31 více zrn opuky; 31 – méně ulehlá písčitá šedohnědá, červeně flekatá, silně písčitá hlína, značně heterogenní, četné hrudky mazanice (30 %) o průměru 0,5–3 cm, do 5 % opuka 2–10 cm, hrudky malty 3–4 cm, ojediněle větší uhlíky (zásyp nebo destrukční vrstva); 32 – šedá kamenitá písčitá hlína, středně ulehlá, 25 % opuky, převaha drobných střípků opuky až 8 cm, nehojně malta, mazanice, uhlíky; 33 – silně heterogenní písčitá hlína, střídání poloh hnědého střednězrného písku a tmavě šedé písčité hlíny, četné úlomky mazanice, malta, opuka, uhlíky, úlomek cihly; 35 – světle hnědý zahliněný písek (přemístěné podloží) s polohami a hrudkami šedé hlíny, ojediněle hruška větší mazanice; 36 – opukové kameny a velké úlomky malty o průměru 8–12 cm, v mírně zahliněném světle šedohnědém písku, písek 20 % a kameny 80 % (destrukce nebo stavební vrstva); 37 – šedočerná uhlíkatá písčitá hlína, vzácně hruška malty; 38 – hnědý střednězrný slídnatý písek s četnými (10 %) hrudkami šedé hlíny, nehojně větší uhlíky, ojediněle valounek, vzácně mazanice, při bázi vzácně hruška malty, ojediněle střípky opuky (výplň pece V6); 39 – šedočerná silně písčitá hlína, drobné uhlíky do 3 %, nístějový slítek barevného kovu o průměru 15–18 cm (báze výplně pece V6); 40 – do červena vypálený podložní písek, sypký neulehlý, uhlíky do 5 %, ojediněle hrušky bílého popela, maximální mocnost propálení 6 cm, propálení severní stěny mocné 2 mm, u dna 1–2 cm, jižní stěna 6 cm, nehojně kousky opuky o velikosti 2–3 cm, i do červena vypálené; 42 – neulehlý světle hnědý střednězrný písek; 43 – neulehlý žlutohnědý střednězrný písek promísený s šedou hlínou, nehojně uhlíky, malta, mazanice, opuka (zásyp); 46 – ulehlá šedá písčitá hlína, ojediněle proplástek písku, drobná mazanice, uhlíky a opuka (3 %); 47 – světle hnědá silně písčitá hlína až zahliněný písek, četné polohy běžového a šedého jílu, při bázi větší hrušky malty; 48 – tmavě hnědý mírně zahliněný písek, ojediněle hrušky šedé hlíny, větší valoun, hruška růžové malty; 49 – světle hnědý slídnatý střednězrný písek, mírně hlinitý, vzácně hruška malty, opuka; 50 – jako vrstva 35, patrně totožné; 51 – světle hnědý mírně zahliněný střednězrný písek, ojediněle vysráženiny Fe, slídnatý (přemístěné podloží); 57 – středně ulehlý slídnatý světle žlutohnědý prachovitý až jílovitý jemnozrný písek; 58 – středně ulehlý jílovitý jemnozrný písek, běžově hnědý, místy vrstvičky hrubého písku; 59 – sypký bíle hnědý hrubozrný písek, podloží; 62 – hnědý písek promísený šedou hlínou; 65 – opukové kameny a kusy malty o průměru 4–8 cm, ojediněle až 15 cm, s našedle hnědým zahliněným pískem (výplň výkopu V5). Kresba J. Hlavatý.

Fig. 5: Western profile of the section III located in the eastern courtyard of the the Clementinum complex. Upper part – recent trenches for civil engineering lines that disrupted the Baroque levelling layers. Below that are early Modern Era to High Middle Ages layers. Lower, a furnace (with remains of cast at the bottom of its hearth) sunken into the subsoil. The upper part of the furnace was removed during later settlement activities. Layers description: 1 – Marble-like sandy brown grey soil, mixed with light sand, tiny fragments of charcoal up to do 3 %, scarcely bones, siltstone fragments up to 6 cm, roof tiles, compact; 2 – unlike the layer 1 abundance of sand (soily sand); 3 – less compact grey very sandy soil, scarcely siltstone, charcoal; at the base of the layer some light sand; 4 – unlike the level 3 it is more compact; 4a – unlike level 4 darker, less sand; 5 – grey asphalt; 6 – black asphalt; 7 – concrete; 8 – grey loos heterogeneous sand and stone soil, fill of a trench (V1) for the rain sewerage; 9 – dark grey loos heterogeneous sand and stone soil, fill of a trench (V2); 13 – compact yellow clay soil, scarce bricks and siltstone; 14 – loose light grey coarse sand; 15 – heterogeneous compact grey sandy soil, abundant mixtures (25 %) size 1–7 cm (siltstone, bricks, mortar, slate, charcoal); 16 – compact brown grey sandy soil, grains and lumps (up to 10 %) mortar, bricks, siltstone, tiny fragments of charcoal; 17 – unlike level 16 mixture of sand, layers of yellow fine grain sand and lumps of clay; 18 – loose yellow building debris with eroded mortar and small fragments of siltstone, scarcely some fragments of bricks, lime; 19 – unlike layer 18 red (fire?); 20 – same as 18; 25 – lighter grey green sandy soil, abundant siltstone fragments diameter 3–7 cm, rarely small fragments of bricks, mortar; 26 – unlike 25 less larger mixtures; 30 – compact very sandy soil, highly heterogeneous, stains of grey soil with brown sand, at the base abundant grains of siltstone, rarely charcoal, red daub, unlike layer 31 more grains of siltstone; 31 – less compact sandy grey brown, red speckles, very sandy soil, highly heterogeneous, often lumps of daub (30 %) diameter 0,5–3 cm, up to 5 % siltstone 2–10 cm, lumps of mortar 3–4 cm, rarely some larger charcoal (fill or destruction layer); 32 – grey stone sandy soil, intermediately compact, 25 % siltstone, abundance of tiny shards of siltstone up to 8 cm, rarely mortar, daub, charcoal; 33 – highly heterogeneous sandy soil, mixture of areas with brown medium coarse sand and dark grey sandy soil, abundant fragments of daub, mortar, siltstone, charcoal, bricks; 35 – light brown soily sand (removed subsoil) mixed with lumps of grey soil, rarely with a odd lump of daub; 36 – siltstone and large fragments of mortar diameter 8–12 cm, in slightly soily light brown sand, sand 20 % and stones 80 % (debris of construction layer); 37 – grey black with charcoal sandy soil, rarely lumps of mortar; 38 – brown medium grained mica-sand with abundant (10 %) lumps of grey soil, scarcely larger pieces of charcoal, small pebbles and daub, at the base rarely a lump of mortar, exceptionally fragments of siltstone (furnace fill V6); 39 – grey black very sandy soil, up to 3 % tiny pieces of charcoal, heart cast of nonferrous metal of diameter 15–18 cm (base of the furnace fill V6); 40 – red burned substrata sand, loose, up to 5 % charcoal, scarcely lumps of white ashes, maximum thickness of burning 6 cm, burning of northern wall up to 2 mm thick, at the bottom 1–2 cm, southern wall 6 cm, rarely pieces of siltstone 2–3 cm, burned red; 42 – loose light brown medium coarse sand; 43 – loose yellow brown medium coarse sand, mixed with grey sand, rarely charcoal, mortar, daub, siltstone (fill); 46 – compact sandy soil, rarely mixture of tiny layer of sand, tiny pieces of daub, charcoal and siltstone (3 %); 47 – light brown highly sandy soil or soily sand, abundant areas of beige and grey clay, at the base larger lumps of mortar; 48 – dark brown slightly soily sand, rarely lumps of grey soil, a large pebble, a lump of rose mortar; 49 – light brown medium coarse mica-sand, slightly soily, rarely lump of mortar, siltstone; 50 – such as the layer 35, perhaps identical; 51 – light brown slightly soily medium coarse sand, randomly concretions of iron oxide, mica (removed substrata); 57 – intermediately compact mica, light yellow brown, dusty-clay fine grain sand; 58 – medium compact clay fine grain sand, beige brown, sometimes thin layers of coarse grain sand; substrata; 62 – brown sand mixed with grey soil; 65 – siltstone pieces and pieces of mortar 4–8 cm in diameter, rarely up to 15 cm, with grey brown sand; fill of trench V5. Drawing by J. Hlavatý.



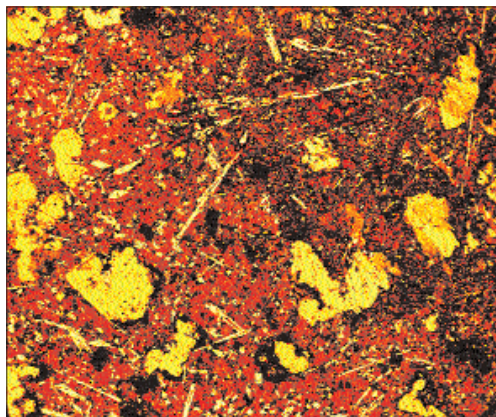
Obr. 6: Půdorys pece zahlužená do podloží, na jejímž dně byl objeven nístějový slitek z cínového bronzu. Její východní část byla narušena výkopem pro středověkou zeď Z2. Sonda III ve východním dvoře areálu Klementina. Kresba J. Hlavatý.

Fig. 6: Ground plan of a furnace sunken into substrata, with a heart cast of tin bronze. Its eastern part was disturbed by the foundation trench of a medieval wall [Z2]. Section III on the eastern courtyard of Clementinum. Drawing by J. Hlavatý.

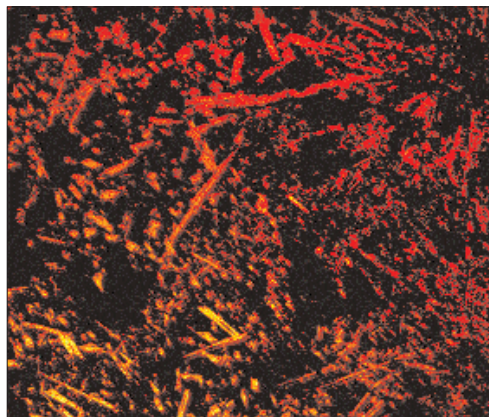
4.1.1 Výsledky analýz kovů

Sáček 10/97–244 – žlutavý kov (v jádru) s modrozelenou krustou, místy s rubínově červenými krystalky (obr. 9). Vzorek vykazoval ve zpět odražených elektronech (BSE) dvě odlišné fáze. Světlé partie se vyznačovaly výraznou koncentrací olova (přes 70 % PbO) a příměsí mědi (kolem 5 % CuO), šedé fáze měly naopak vysoký obsah mědi a cínu (kolem 89 % CuO a 10 % Sn). Výsledky analýzy provedené z plochy o rozměrech ca 100 x 130 μm jsou uvedeny v tab. 1.

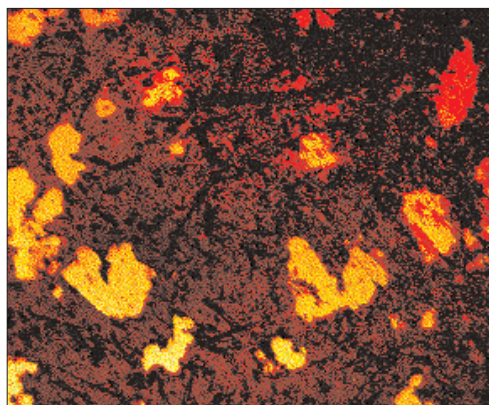
Sáček 10/97–170 – kapka kovu měděného vzhledu s malachitově zelenou krustou (obr. 10). Základní hmota zkoumaného materiálu (šedá fáze v BSE) vykazovala složení téměř čisté mědi. Drobné světlé inkluze (tab. 2) obsahovaly slitinu mědi s cínem a příměsí křemíku, světlé inkluze tvořilo převážně olovo (tab. 3).



Mikrofoto 1: Povrch nábrusu vzorku 10/97-409 v BSE.
Microphoto 1: Surface of the section of the sample 10/97-409 in BSE.



Mikrofoto 2: Distribuce cínu ve vzorku 10/97-409.
Microphoto 2: Tin distribution in the sample 10/97-409.



Mikrofoto 3: Distribuce mědi ve vzorku 10/97-409.
Microphoto 3: Copper distribution in the sample 10/97-409.

Oxide	Compound %
CuO	60,49
SnO ₂	18,98
PbO	20,53
–	100

Tab. 1: Výsledky analýzy vzorku 10/97-244, základní hmota, normalizováno na 100 %.

Tab. 1: Analysis Results sample 10/97-244, basic mass, normalised at 100 %.

Oxide	Compound %
SiO ₂	1
CuO	57,05
SnO ₂	41,95
–	100

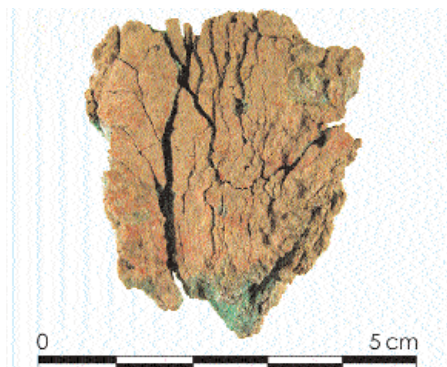
Tab. 2: Výsledky analýzy vzorku 10/97-170, světle šedá fáze, normalizováno na 100 %.

Tab. 2: Analysis Results sample 10/97-170, light grey phase, normalised at 100 %.

Oxide	Compound %
CuO	4
PbO	96
–	100

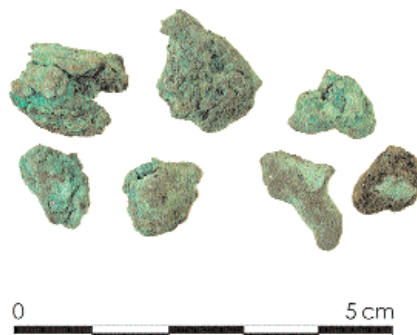
Tab. 3: Výsledky analýzy vzorku 10/97-170, světlá fáze, normalizováno na 100 %.

Tab. 3: Analysis results for the sample 10/97-170, light phase, normalised at 100 %.



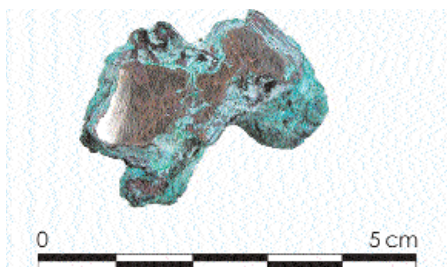
Obr. 7: Plochý kovový slitek s rozbrázděným povrchem (sáček 10/97–204).

Fig. 7: Flat metallic cast with structured surface (find bag 10/97–204).



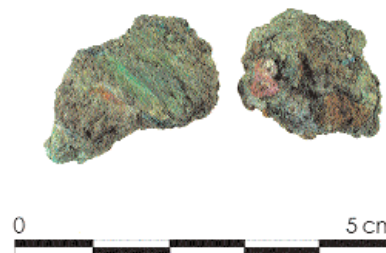
Obr. 8: Kovové hrudky a kapky na povrchu se zelenými povlaky tvořenými sekundárními minerály mědi (sáček 10/97–244).

Fig. 8: Metallic lumps and drops on surface with green coatings of secondary copper minerals (find bag 10/97–244).



Obr. 9: Řez jedním ze slitků ze sáčku 10/97–244.

Fig. 9: Section through one of casts from the find bag 10/97–244.

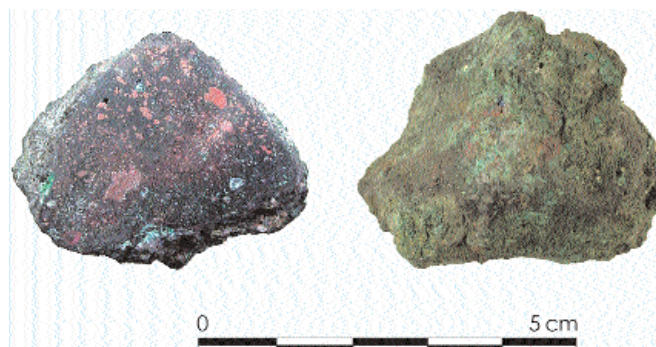


Obr. 10: Kovové hrudky na povrchu se zelenými povlaky tvořenými sekundárními minerály mědi – převážně malachitem (sáček 10/97–170).

Fig. 10: Metallic lumps with surface covered by green coatings of secondary copper minerals – mainly malachite (find bag 10/97–170).

Obr. 11: Slitek tvořený cínovým bronzem (sáček 10/97–409). Vlevo povrch hrudky, vpravo řez hrudkou.

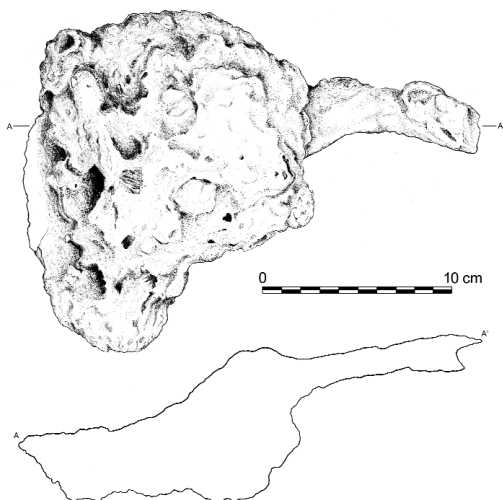
Fig. 11: Cast of tin bronze (find bag 10/97–409). Left surface of a lump, right section through the lump.





Obr. 12: Foto nístějového slítku (sáček 20/01-77) z cínového bronzu nalezeného na dně pece objevené ve východním dvoře areálu (sonda 20/01-III). Foto J. Hlavatý.

Fig. 12: Photograph of the heart cast (find bag 20/01-77) of tin bronze found at the base of a furnace discovered on the eastern courtyard of the area (section 20/01-III). Photo by J. Hlavatý.



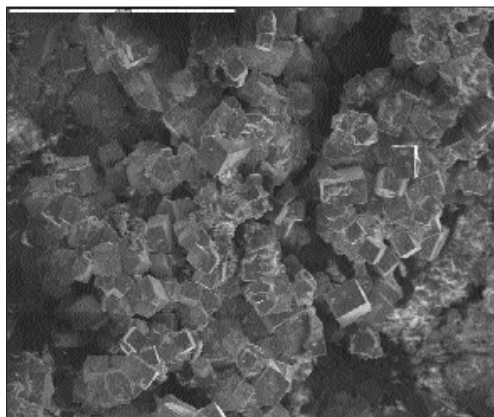
Obr. 13: Nístějový slítek (sáček 20/01-77). Pohled a řez. Kresba S. Svatošová.

Fig. 13: Heart cast (find bag 20/01-77). Drawing by S. Svatošová.



Obr. 14: Fragment z konstrukce výrobního zařízení. Vnější část tvořena z cihlově červeně i šedočerně vypálené prachovité až písčité hlíny, vnitřní stranu fragmentu pokrývá struskovitě sklovitá hmota hnědočervené barvy, ojediněle se zelenými sekundárními minerály mědi (sáček 10/97-335).

Fig. 14: Fragment of the production appliance construction. Outer part consisting of red and grey black dusty-sandy soil, the inner side of the fragment is covered by slag-like glossy fabric of red-brown colour, with scattered green secondary copper minerals (find bag 10/97-335).



Mikrofoto 4: Krychlové krystalky kupritu ve krustě slitku 20/01-77. Měřítka = 500 μm .

Microphoto 4: Cubic crystals of cuprite in the crust of outcast 20/01-77. Scale = 500 μm .

Oxide	Compound %
Al ₂ O ₃	0,88
SiO ₂	1,78
P ₂ O ₅	2,81
As ₂ O ₃	19,94
PbO	76,74
–	102,15

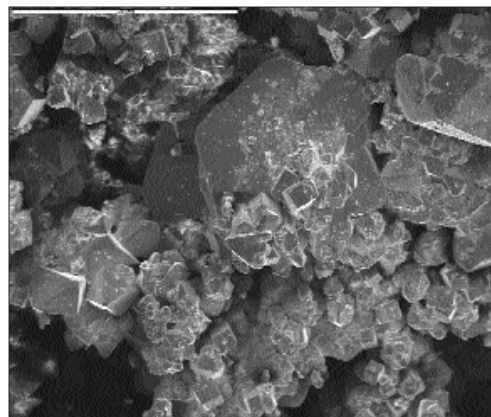
Tab. 4: Výsledek analýzy světlé fáze v povrchové krustě slitku 20/01-77.

Tab. 4: Analysis Result light phase in the surface crust of outcast 20/01-77.

Oxide	Compound %
MgO	1,86
As ₂ O ₃	0,42
SiO ₂	2,99
CuO	65,08
SnO ₂	29,65
–	100

Tab. 6: Výsledek analýzy světlé fáze kovového jádra slitku 20/01-77, normalizováno na 100 %.

Tab. 6: Analysis Result light phase metallic core of outcast 20/01-77, normalised at 100 %.



Mikrofoto 5: Krystaly kupritu ve tvaru krychlí a spojky osmistěnu s kychlí v krustě slitku 20/01-77. Měřítka = 500 μm .

Microphoto 5: Cubic crystals of cuprite and joints of octahedron and a in the crust of outcast 20/01-77. Scale = 500 μm .

Oxide	Compound %
MgO	2,87
Al ₂ O ₃	3,22
SiO ₂	6,73
P ₂ O ₅	2
K ₂ O	0,43
CuO	70,36
PbO	14,39
–	100

Tab. 5: Výsledek analýzy šedé fáze v povrchové krustě slitku 20/01-77, přepočteno na 100 %.

Tab. 5: Analysis Result grey phase in a surface crust of outcast 20/01-77, counted at 100 %.

Oxide	Compound %
MgO	2,4
P ₂ O ₅	0,67
SO ₃	1,98
CuO	79,22
–	84,27

Tab. 7: Výsledek analýzy šedé fáze kovového jádra slitku 20/01-77, normalizováno na 100 %.

Tab. 7: Analysis Result grey phase metallic core of outcast 20/01-77, normalised at 100 %.

Sáček 10/97-409 – v základní hmotě šedé barvy vystupují kapky kovu měděné barvy (obr. 11). Na leštěném průřezu hrudkou byla zkoumána plošná distribuce vybraných složek. Snímek elektronového mikroskopu (*mikrofoto 1*) ukazuje rozložení jednotlivých fází pomocí detekce zpět odražených elektronů (BSE). Světlejší oblasti jsou tvořeny prvky s vyšším protonovým číslem. Na dalších snímcích je zachyceno rozložení fází obsahujících cín (*mikrofoto 2*) a měď (*mikrofoto 3*). Anomální obsahy kovů se projevují vyšší intenzitou světlejších barev.

Na základě provedených mikroanalýz tří kovových hrudek je možné zkoumané materiály označit za slitiny mědi, olova a cínu, tj. cínový bronz. Provedená stanovení (bodové analýzy, popř. analýzy z plochy o velikosti kolem 100 x 100 µm) neumožňují posoudit celkové průměrné složení slitin, ale pouze jejich dílčích složek. Dle současné terminologie se k cínovým bronzům řadí slitiny mědi, které obsahují do 25 % Sn, olovené bronzy pak 30–35 % Pb (*Silbernagel et al. 1981, 468*).

4.2 Nístějový slitek

Na dně zahloubeného metalurgického objektu na východním nádvoří (sonda III) byl nalezen slitek (sáček 20/01–77) o vysoké měrné hmotnosti diskovitého, nepravidelně konkávně prohnutého tvaru (průměr 15–18 cm, výška 4–6,5 cm, hmotnost 2380 g). Součástí slitku byl 9 cm dlouhý, 3 cm široký a 1 cm silný zaoblený výčnělek (*obr. 12–13*). Slitek byl pokryt nekompaktní drolicí se světle hnědou písčitou krustou zbarvenou místy do zelena sekundárními minerály mědi. Jednalo se o fluvialní písek, do něhož byl metalurgický objekt zahlouben. Na vnitřní straně krusty – ve větších dutinách a pórech – se vyvinuly drobné, dokonale omezené, krvavě červeně zbarvené a diamantově lesklé krystalky. Povrch slitku byl mírně prohnutý, místy s dílčími vpadlinami a s náznakem fluidální provazovité textury orientované shodně se směrem výčnělku. Spodní strana se jevila značně nepravidelná, s dílčími prohlubněmi, z nichž některé obsahovaly uhlíky o průměru až 0,6 cm.

4.2.1 Výsledky analýz

Sáček 20/01–77 – povrchová krusta slitku. Části zvětřalinové krusty projevující se v BSE světlými barvami obsahovaly kromě výrazného množství olova zvýšené koncentrace arsenu (*tab. 4*). V šedých partiích naopak převládala měďnatá složka (*tab. 5*).

V obraze vytvořeném sekundárními elektrony se podařilo rozlišit dokonale krystalované části zvětřalinové krusty. Krystalky ve tvaru krychle (*mikrofoto 4*) nebo spojek krychle s osmistěnem (*mikrofoto 5*) náležely kubickému oxidu Cu – kupritu. Tento sekundární minerál má rubínově červenou barvu a výrazný diamantový lesk.

Sáček 20/01–77 – kovové jádro slitku. Vlastní kov se skládal ze dvou nepravidelně promísených složek, z nichž světlou fází (v BSE) tvořila převážně slitina mědi s cínem (*tab. 6*), zatímco šedé partie měly výraznou převahu mědi (*tab. 7*).

Stejně jako v případě analýz drobných kovových hrudek je možné kovový koláč z nístěje pece klasifikovat jako cínový bronz – slitinu mědi, cínu a olova. Jeho zvětřalinový povlak tvoří kromě malachitu i drobně krystalovaný kuprit.

4.3 Fragменты výrobních zařízení

K dalšímu typu pozůstatků po metalurgické činnosti patří drobné fragmenty vypálené hlíny s nataveným povrchem a povlaky obsahujícími zpracovávané kovy. Pocházejí z konstrukcí výrobních zařízení, patrně tavicích pecí. Jednalo se o výmazy s rozpoznatelným jedním povrchem. Fragmenty s vnitřním i vnějším povrchem pozorovány nebyly. Celkem bylo nalezeno 27 ks o celkové hmotnosti 647 g. Jejich tloušťka se pohybovala od 1 do 3 cm, delší rozměr činil průměrně okolo 4 cm, pouze výjimečně byly nalezeny kusy o délce až 9 cm. Většina nálezů byla dvouvrstvá – vnější části se skládaly z cihlově červeně i šedočerně vypálené prachovité až písčité hlíny, vnitřní strany těchto fragmentů pokrývaly struskovitě sklovité hmoty černé, červené a hnědočervené barvy, ojediněle se zelenými sekundárními minerály mědi (*obr. 14*). Jako zvláštní typy je



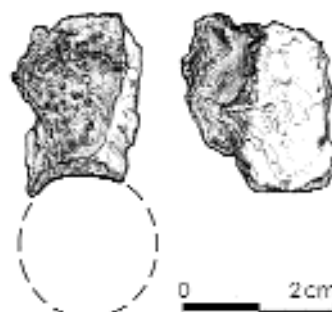
Obr. 15: Fragment tvořený struskovitou šedočernou až šedohnědou lehkou sklovitou hmotou (sáček 10/97–270).

Fig. 15: Fragment of slag-like grey-black to grey-brown light enamel-like fabric (find bag 10/97–270).



Obr. 16: Foto fragmentu z čelního panelu pece (sáček 10/97–382) se zbytkem kruhového otvoru, do kterého se vkládala píšťala dmýchacího měchu.

Fig. 16: Photograph of the fragment of frontal panel of the furnace (find bag 10/97–382) with remains of circular opening into which a blowing pipe of a blower used to be inserted.



Obr. 17: Kresba fragmentu z čelního panelu pece (sáček 10/97–382). Kresba S. Svatošová.

Fig. 17: Drawing of a fragment of the frontal panel of the furnace (find bag 10/97–382). Drawing by S. Svatošová.

možné vydělit dva fragmenty, kde struskovou vrstvu tvořila šedočerná, lehká, jemně hustě porézní sklovitá hmota (sáčky 10/97–121, 10/97–270; *obr. 15*). Na drobném fragmentu 10/97–382 se též zachovala část kruhového otvoru o průměru 1,8 cm, do kterého se vkládala píšťala dmýchacího měchu (*obr. 16–17*). Destruované pecní stěny (klenby) byly objeveny pouze v sondách D, F a H. Většinou pocházejí ze sídlištních, zásypových a vyrovnávacích vrstev s keramikou se zduřelou profilací okraje, a to jak s ostřeji profilovaným archaicky zduřelým okrajem, tak s keramikou vyspělejší s klasicky zduřelým typem okraje. Přibližně třetina artefaktů byla nalezena v kontextech mladších, řazených do 13. a 14. století.

4.3.1 Výsledky analýz

Sáček 10/97–269 – natavená stěna či klenba pece se skelným až kovovým povlakem červeno-hnědé a šedé barvy s kapkami pokrytými zelenými Cu solemi. Fragment byl nalezen v sondě H, vrstva 475 s keramikou s klasicky zduřelým okrajem (1. třetina 13. století). Převažující část preparátu vykazující v BSE světlou barvu tvořil téměř čistý cín (*spektrum 1*) s velmi slabou příměsí mědi, zatímco v místech šedých oblastí tomu bylo právě naopak. Ve fázích s dominující Cu složkou se jevil zajímavým zvýšený obsah chlóru (*spektrum 2*).

Zkoumaný zlomek natavené stěny či klenby výrobního metalurgického zařízení obsahoval výrazné koncentrace zpracovávaných kovů – mědi a cínu. Příměs chlóru může souviset s používáním přísad při hutnickém procesu, či s výskytem dalšího sekundárního minerálu mědi atacamitu – $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$.

4.4 Strusky

Celkem bylo nalezeno 213 ks strusek neželezných kovů o celkové hmotnosti 792 g. Většinou se jednalo o nepravidelné porézní amorfni hrudky načervenalé hnědých až našedle hnědých barev s nižší měrnou hmotností o velikosti 1–7 cm. Místy byl jejich povrch zbarven do zelena a vzácně



Obr. 18: Struska vzniklá při paleometalurgické činnosti – výrobě bronzu (sáček 10/97–256).
Fig. 18: Slag produced during a palaeometallurgical work – bronze making (find bag 10/97–256).



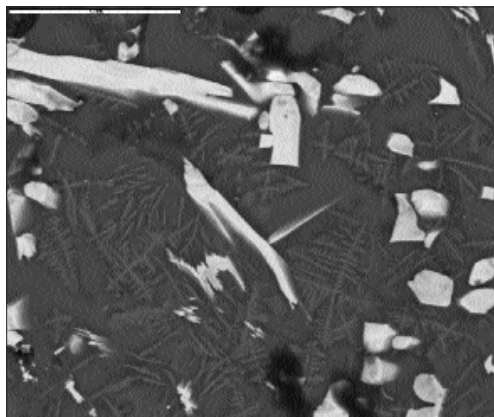
Obr. 19: Úloмок rudy nalezený v hospodářském dvoře Klementina. Sedimentární jílovitá hornina s drobnými žilkami zeleného malachitu ve formě nátekových agregátů (sáček 10/97–347).
Fig. 19: Fragment of ore found in the farmstead courtyard of Clementinum. Sedimentary clay rock with thin veins of green malachite in the form of flowing aggregates (find bag 10/97–347).

i do modra sekundárními minerály mědi. Strusky měly částečně sklovitý vzhled a proměnlivou porozitu. Průměr kulovitých dutin po unikajících plynech se pohyboval od 0,5 do 5 mm. Ve dvou případech byly na jejich povrchu patrné výrazné fluidální provazovité struktury. K největším kusům odpadu patřil struskovitý koláč (sáček 10/97–256) o hmotnosti 52 g a rozměrech 6 x 5 x 2 cm, se spodní stranou značně porézní až škrapovitou, vnější vypouklou sklovitou černou, místy červenohnědě skvrnitou s lokálními výkvěty malachitu. Okraj strusky byl v jednom místě protažen (obr. 18).

Strusky byly získány v sondách A, F a H (tab. 11). V posledně jmenovaném výkopu se nejvíce nálezů koncentrovalo v sídlištním horizontu reprezentovaném vrstvami a mělkými zahloubenými objekty ve výplni s keramikou s archaicky zduřelým okrajem. Ojedinelé nálezy pocházejí i z mladších vrstev a objektů, které datujeme do 13. století. Například struska 10/97–256 (sonda H) tvořila součást kontextu s keramikou 2. poloviny 13. století. Ze sondy F bylo vyzdvíženo několik strusek (včetně analyzovaného fragmentu 10/97–377) z jímky, která byla zasypána na konci 13. či na počátku 14. století (objekt 77). Ostatní nálezy v sondě F se koncentrovaly ve vrstvách starších než tato jímka a jsou doprovázeny keramikou s archaicky zduřelým okrajem.

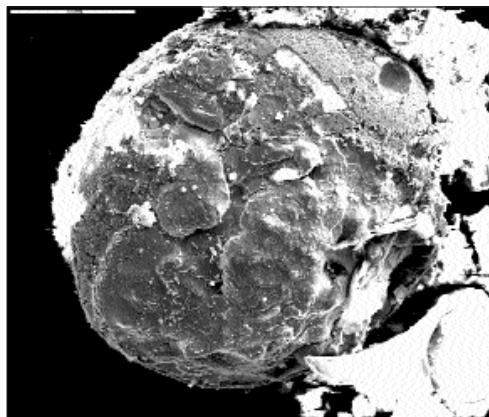
4.4.1 Výsledky analýz

Sáček 10/97–377 – hnědočervená, oranžově červeně pruhovaná sklovitá hmota. Analyzovaný fragment byl získán ze sondy F, z výplně středověké jímky (objekt 77), která byla zasypána na konci 13. či ve 14. století. Preparát obsahoval v BSE dvě výrazně odlišné fáze, světlé proužky



Mikrofoto 6: Preparát ze vzorku 10/97-377 ve BSE. Měřítka = 50 μm .

Microphoto 6: Chemical from sample 10/97-377 in BSE. Scale = 50 μm .



Mikrofoto 7: Globulka z povrchu struskovité taveniny, vzorek 10/97-377. Měřítka = 100 μm .

Microphoto 7: A little globule from the surface of the slag melt, from sample 10/97-377. Scale = 100 μm .

Oxide	Compound %
Na ₂ O	5,39
MgO	1,76
Al ₂ O ₃	15,87
SiO ₂	62,15
P ₂ O ₅	0,42
K ₂ O	3,35
CaO	4,88
TiO ₂	0,89
FeO	3,46
NiO	1,06
SnO ₂	7,99
-	107,22

Tab. 8: Výsledky analýzy šedé fáze ze vzorku 10/97-377.

Tab. 8: Analysis Results grey phase, from sample 10/97-377.

Oxide	Compound %
MgO	1,92
Al ₂ O ₃	13,27
SiO ₂	46,08
P ₂ O ₅	0,45
K ₂ O	2,42
CaO	2,49
TiO ₂	0,81
FeO	8,9
NiO	12,51
SnO ₂	4,88
Sb ₂ O ₃	3,56
-	97,27

Tab. 9: Výsledky analýzy oblasti s krystalitami ze vzorku 10/97-377.

Tab. 9: Analysis Results areas with crystals, from sample 10/97-377.

Oxide	Compound %
Na ₂ O	1,14
Al ₂ O ₃	5,62
SiO ₂	41,45
FeO	20,86
CuO	2,09
SnO ₂	33,04
-	104,19

Tab. 10: Výsledky analýzy povrchu globulky ze vzorku 10/97-377.

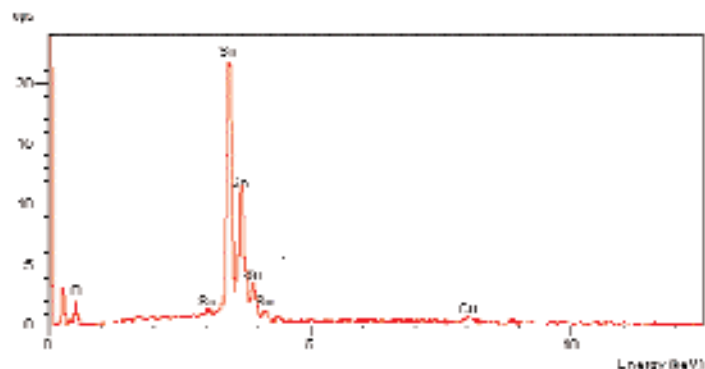
Tab. 10: Analysis Results of the little globule surface, from sample 10/97-377.

i zrna a šedou základní hmotu s drobnými keříčkovitými krystalitami (*mikrofoto 6*). Bělavé komponenty a zrna opakovaně vykazovaly složení téměř čistého cínu (*spektrum 3*). Pestrý chemismus s podílem křemíku, hliníku, cínu, alkálií a železa s niklem měla naopak okolní šedá skelná fáze. Oblast se světle šedými embryonálními krystalitami obsahovala kromě uvedených prvků (12,5 % Ni!) i menší příměs antimonu. Výraznou koncentraci Sn měla i globule o velikosti asi 0,35 mm (*mikrofoto 7*) odebraná z povrchu sklovité taveniny.

Vzhledem k celkovému chemismu strusky je pravděpodobné, že vznikla při hutnění cínu. V hutnickém odpadním produktu se koncentrovaly také další neželezné kovy, které však nepatřily k užitkovým složkám – nikl a antimon.

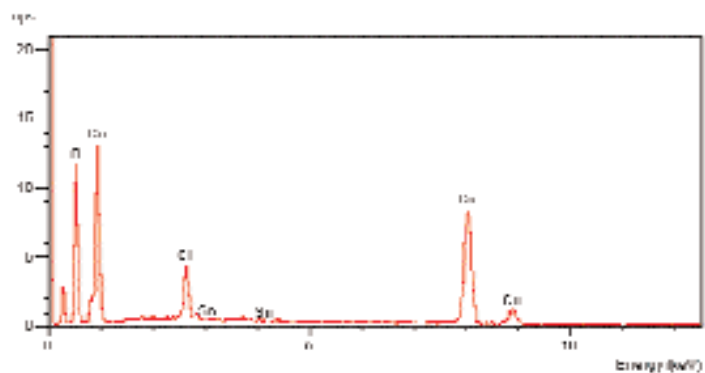
Spektrum 1: Výsledek analýzy světlých fází vzorku 10/97–269.

Spectrum 1: Analysis result for light phases of the sample 10/97–269.



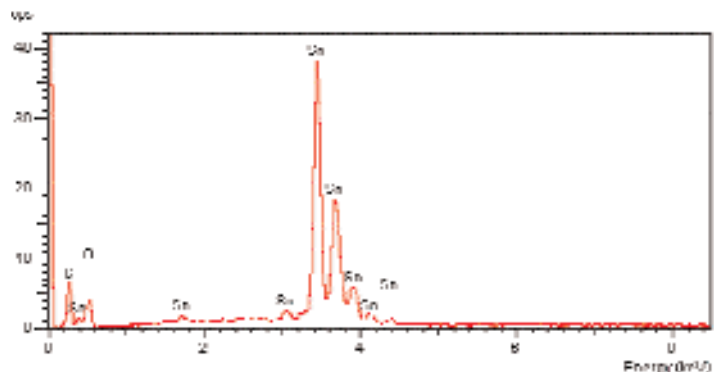
Spektrum 2: Výsledek analýzy šedých partií vzorku 10/97–269.

Spectrum 2: Analysis result for grey parts of the sample 10/97–269.



Spektrum 3: Výsledek analýz světlých proužků vzorku 10/97–377.

Spectrum 3: Analyses results for light strips of the sample 10/97–377.



4.5 Rudy a hutnické polotovary

Při výzkumu na hospodářském dvoře byly nalezeny 3 ks hornin prostoupených agregáty a žilkami měděné rudy. První (sáček 10/97–347; hmotnost 22 g) představoval šedou jílovitou horninu s drobnými žilkami zeleného malachitu ve formě nátekových agregátů (*obr. 19*). Obdobného vzhledu dosahoval další vzorek (sáček 10/97–343; hmotnost 12 g). Poslední kus šedé jílovité horniny (sáček 10/97–377; hmotnost 36 g) měl malachit rovnoměrně rozptýlen v celé hmotě a neobsahoval tak výrazné pukliny a žilky jako předchozí vzorky. Úlomky pocházely ze střední partie výplně jímky s dřevěným výpletem zasypané na konci 13. či ve 14. století.

Praha 1 – Klementinum															
Kvantitativní zastoupení paleometalurgických nálezů s vyznačením základních chronologických horizontů															
Lokalizace:	sonda A			sonda B		sonda D		sonda F		sonda H			sonda III	celkem kusů	celková hmotnost
Datování:	konec 11.-přelom 12./13. stol.	13.-14. stol.	15.-1. pol. 16. stol.	konec 11.-přelom 12./13. stol.	13.-14. stol.	konec 11.-přelom 12./13. stol.	13.-14. stol.	konec 11.-přelom 12./13. stol.	13.-14. stol.	konec 11.-přelom 12./13. stol.	13.-14. stol.	14.-15. stol.	13. stol.		
Typ paleometalurgických nálezů															
kovové kapky a hrudky		13			3		3	18	8	16	7	4		72	608 g
nístějový slitek													1	1	2381 g
fragменты výrobních zařízení							2	12	5	6	2			27	647 g
strusky		4	1					195	6	5	2			213	792 g
rudy									3					3	70 g
hutnické polotovary								2		1				3	40 g
technická keramika	4			2		1		2	2	12	9		12	44	
CELKEM	4	17	1	2	3	1	5	229	24	40	20	4	13	362	4538 g

Tab. 11: Distribuce a kvantitativní zastoupení paleometalurgických nálezů vyzvednutých ze zjišťovacích sond s vyznačením základních chronologických horizontů.

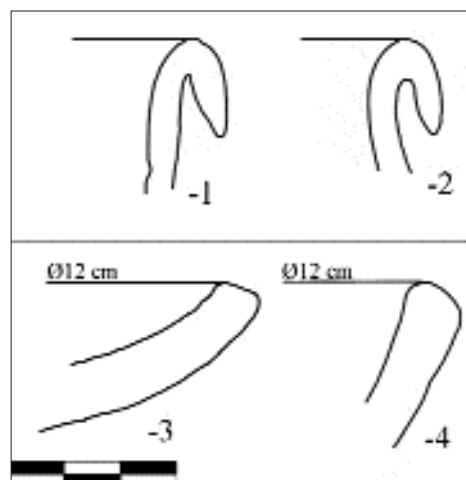
Tab. 11: Distribution and quantitative representation of palaeometallurgical finds extracted from evaluation trenches with demarcation of main chronological horizons.

Na základě mikroskopického pozorování a rentgenometrické analýzy úlomků hornin s minerály mědi ze sáčků č. 347 a 377 učinil specialista na rudní mikroskopii P. Kašpar závěry o provenienci rud. Jejich pravděpodobným zdrojem měl být sedimentární komplex českobrodského permokarbonu, kde je měď koncentrována do lupků, jílovců, slepenců a pískovců (ložiska a mineralogické výskyty v okolí Hradových Střimelic nebo Stříbrné Skalice). Hlavními nositeli zrudnění jsou zde chalkozín, malachit a azurit (Kašpar 2000).

K neobvyklým nálezům náleželo několik drobných hrudek ze sond H a F, zprvu makroskopicky určených jako horniny nesedimentárního původu, snad rudy s obsahem mědi. Ze sondy H, z výplně nevelkého zahloubeného objektu, pochází drobná hrudka celistvého vzhledu o vyšší objemové hmotnosti, makroskopicky připomínající výlevnou horninu (sáček 10/97–280). Ve výplni zmíněné jámy se nacházela keramika náležící do okruhu nádob s ostře profilovaným archaicky zduřelým okrajem. Dva podobné fragmenty byly získány i ze sondy F (sáčky 10/97–473, 10/97–399) – kompaktní, celistvé hrudky na lomu načervenalé hnědočerné, na povrchu se zelenými a žlutozelenými povlaky tvořenými sekundárními minerály mědi. První (sáček 10/97–473) se vyskytl v sídlištní vrstvě s keramikou s archaicky zduřelým okrajem, vzorek 10/97–399 pocházel z výplně zahloubeného objektu. V nálezovém souboru získaném z jeho zásypu opět dominovala keramika s archaicky zduřelým okrajem, která též představovala jeho nejmladší prvek.

Obr. 20: Okraje technické keramiky nalezené při výzkumu v hospodářském a východním dvoře Klementina. 1 – tyglík 20/01–51–1; 2 – tyglík 20/01–62–3; 3 – miskovitý sklářský tyglík 10/97–332–2; 4 – miskovitý sklářský tyglík 10/97–134–2.

Fig. 20: Rims of technical ceramics found during the excavation in the farmstead and easter courtyard of Clementinum. 1 – crucible 20/01–51–1; 2 – crucible 20/01–62–3; 3 – bowl-like glass making crucible 10/97–332–2; 4 – bowl-like glass making crucible 10/97–134–2.



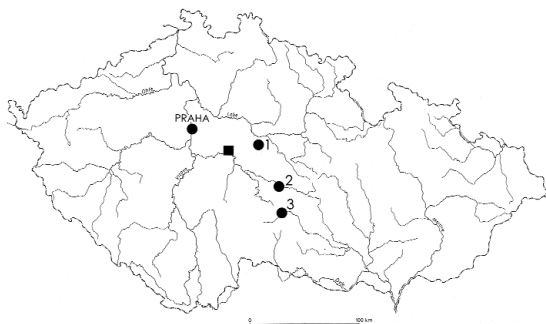
Až po provedení detailních geochemických analýz bylo možné výše uvedené neobvyklé hrudky, které makroskopicky připomínaly úlomky rud, přiřadit k nálezům spojeným přímo s procesem tavby a označit je za struskový kamínek, popř. za hutnický či prubířský polotovár (Zavřel 2003b, 23).

4.6 Technická keramika

V areálu Klementina byly v rámci provedené archeologické sondáže získány 44 ks drobných keramických zlomků, které je možné zařadit do skupiny technické keramiky. Na zlomcích se obvykle nalézaly zbytky různorodých utuhlých tavenin, někdy s povlaky sekundárních minerálů.

Přesnější zařazení všech zlomků technické keramiky k morfologickým skupinám je obtížné. Přesto bylo možné nálezy rozdělit do tří skupin: metalurgické tyglíky, běžná kuchyňská keramika (prubířské střepy?) a sklářské miskovité tyglíky. Velikost většiny keramických fragmentů nepřesahovala několik cm². Navíc se obvykle jednalo o nezdobené zlomky z těl nádob. Nalezeny byly pouze čtyři okraje (*obr. 20*), čtyři zlomky den a jeden střep zdobený vlnicí. Tyto faktory limitovaly detailnější poznání škály typů technické keramiky užívané v hutnických procesech. Vzhledem k omezeným prostředkům nebyly povlaky na technických nádobách dosud analyzovány. Proto u dvou dosud nejednoznačně klasifikovaných typů technické keramiky uvádíme stručný přehled výsledků analýz z jiných lokalit.

Z hlediska chronologického zařazení je možné konstatovat, že nálezy technické keramiky pocházejí ze všech raně a částečně i vrcholně středověkých horizontů dokumentovaných na lokalitě. K nejstaršímu přísluší zlomek sklářského tyglíku (sáček 10/97–85–1; sonda B) a nezdobený zlomek (sáček 10/97–440–9; sonda F) z těla nádoby na vnitřní straně s hnědou sklovitou struskou a zelenými inkluzemi. Oba zlomky pocházejí z kontextů s keramikou s kalichovitou profilací okrajů. Většina nálezů byla vyzvednuta z vrstev a výplní objektů datovaných keramikou se zduřelým okrajem. V sondách na hospodářském dvoře byly pouze čtyři zlomky získány z vrcholně středověkých kontextů. V sondě I byl nalezen pouze jeden fragment (sklářský tyglík?), a to v kontextu s keramikou s klasicky zduřelým okrajem, nálezy ze sondy III (zlomky převážně tyglíků s nazelelanou sklovitou nataveninou) pocházejí z vrstev 2. poloviny 13. století. Prostorová distribuce nálezů je vyjádřena v *tab. 11*.



Obr. 21: Nejdůležitější oblasti středověké těžby stříbra a polymetalických rud: 1 – Kutnohorsko; 2 – Havlíčkovobrodsko; 3 – Jihlavsko. Čtverečkem vyznačena oblast pravděpodobného původu rud nalezených v pražském Klementinu: jižní část českobrodského permokarbonu (lokality Stříbrná Skalice a Hradové Střimelice).

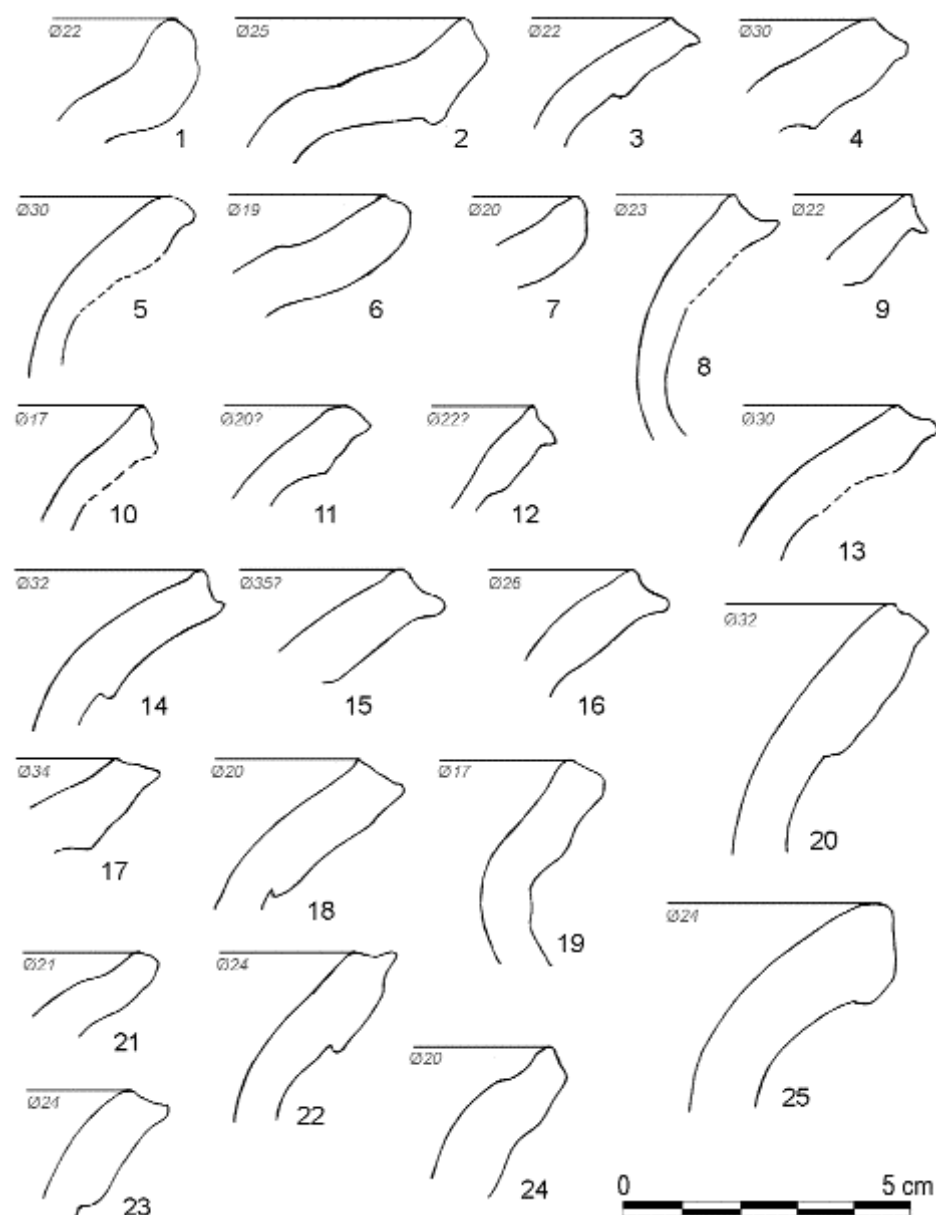
Fig. 21: The most important regions of the medieval silver and nonferrous metals ores mining: 1 – Kutná Hora region; 2 – Havlíčkův Brod region; 3 – Jihlava region. Square delimits the area of ores found in Prague Clementinum: southern part of the Český Brod permcarbon (sites of Stříbrná Skalice and Hradové Střimelice).

Podstatnou část ze souboru technické keramiky reprezentují zlomky tavicích tyglíků. Na vnitřní straně těchto keramických fragmentů se dochovaly povlaky utuhlých tavenin různých barev. Převažovaly odstíny hnědočervené, ale vyskytly se i taveniny šedé, černé a hnědozelené až po černobíločervenou (někdy se sekundárními povlaky solí Cu). Jejich textura byla značně různorodá – část měla typický sklovitý povrch, část se vyznačovala nepravidelnou pórovitostí a struskovitým vzhledem. Pouze v jednom případě byly stopy tavenin ve formě šedé struskovité hmoty viditelné i na vnější straně nádoby. Oxidačně pálená keramická hmota obsahovala četné hrubší klasty (křemičitý písek, vzácněji šupinky slídy), barva střepu byla nejčastěji hnědošedá. Zlomky získané v sondě III pocházejí patrně ze dvou až čtyř tyglíků. Na dalších zlomcích tyglíků s hojnou slídou ve střepu ulpěl skelný světle zelený hrbolatý taveninový povlak (sáček 20/01–62–2).

Vzhledem k velké fragmentárnosti této skupiny nálezů není možné vyjádřit se k jejich velikosti (většina fragmentů patrně pochází ze středně velkých nádob) či tvaru (válcovité nádoby s trojstranným ústím, baňkovité s polokulovitým dnem?).

V několika případech se struskovité a sklovité povlaky i drobné zelené povlaky objevily také v běžných nádobách raně středověké keramické produkce. Jako příklad je možno uvést zlomek 10/97–176–bez č. s hnědočervenou taveninou na vnitřní straně. Jedná se o šedý tenkostěnný střep z kvalitně oxidačně vypálené nádoby, kterou je možné dle materiálu a technologického provedení zařadit v rámci pražské sekvence ke keramice s klasicky zduřelým okrajem. Z vnější strany zlomek nebyl nijak výrazně tepelně postižen (druhotně přepálen).

Nálezy kuchyňské keramiky využité při hutnických (prubířských) operacích spjatých se zpracováním neželezných barevných kovů byly popsány z více českých a moravských středověkých lokalit (přehled starších zjištění *Nováček 2004*, 215). V posledních letech proběhly mikroanalýzy tavenin ulpělých na vnitřní straně fragmentů běžných keramických nádob z lokalit Pražský hrad (Kanovnická ulice čp. 270; *Zavřel 2007a*), Stará Boleslav (*Zavřel 2006a*), Na Oldřiši (k. ú. Velký Osek) a Libice nad Cidlinou (*Zavřel 2006b*; nálezy z těchto čtyř lokalit byly zkoumány v rámci projektu GA ČR 404/05/01), Vyšehrad (okolí rotundy sv. Martina; *Zavřel 2007b*) a Malá Strana (Lichtenštejnský palác čp. 258/III; *Zavřel 2003a*). Ve všech případech se v povlacích podařilo doložit existenci širšího spektra neželezných kovů (nejčastěji Pb, Cu, Ag, méně Au a Sn), a to ve formě inkluzí, slitin i metalických globulí. Jejich přítomnost s největší pravděpodobností dokládá metalurgii neželezných kovů ve významných raně středověkých sídelních aglomeracích přímo z rud, rudních koncentrátů (např. šlichů) nebo hutnických polotovarů (tzv. kamínků). Přitom tyto střepy z rozbitých běžných kuchyňských hrnců nemusely sloužit přímo k výrobě požadovaného



Obr. 22: Praha 1 – Staré Město, Klementinum, hospodářský dvůr, sonda F. Okraje nádob ze stratigrafického horizontu s četnými paleometalurgickými nálezy (kovové hrušky, slitky a kapičky, struska). Zobrazená keramika pochází z reliktu raně středověkého sídlištního souvrství (výzkum NPÚ 10/97, vrstvy 609, 614 a 615), které bylo narušeno mladšími aktivitami.

Fig. 22: Prague 1 – Old Town, Clementinum, farmstead courtyard, section F. Rims of vessels from the stratigraphic horizon with abundance of palaeometallurgical finds (metallic lumps, casts and drops, slag). Depicted pottery comes from the relic of an early medieval settlement stratigraphy (excavated by NPÚ 10/97, layers 609, 614 and 615), disturbed by later activities.

kovu. Novější zkušenosti s tímto druhem nálezů spíše naznačují, že mohly být využívány i při prubířských procesech. Posuzování kvality rud, rudných koncentrátů či hutnických polotovarů spočívalo např. v pozorování jejich schopnosti rozpouštět se v olovnatém klejtu a při odhánění (získávání čistého kovu, tzv. králíka) vytvářet strusku.

Další skupina nálezů technické keramiky z areálu Klementina přímo nesouvisí se získáváním neželezných kovů nebo jejich slitin. Přesto je tento typ nálezů obecně úzce prostorově vázán na raně středověká metalurgická pracoviště. Jde o miskovité nádoby s povlaky různě zbarveného olovnatého skla, dříve označené jako technické misky s polevou (Čiháková – Hrdlička 1990). Na základě detailních mikroanalýz a analogií byly uvedené artefakty nově klasifikovány jako sklářské tyglíky využívané k tavbě různobarevných olovnatých skel (Zavřel 2003a, 733) pro výrobu drobných ozdobných předmětů.

Při předmětném výzkumu se podařilo získat osm fragmentů takovýchto miskovitých tyglíků: okraje misek s šedozeleňými skelnými povlaky (sáčky 10/97-134-2, 10/97-332-2), části den tyglíků s namodralé zeleným, resp. zeleným, hnědým a červeným sklovitým povlakem (sáčky 10/97-217-113, 10/97-49-11) a atypické fragmenty těl tyglíků se zelenavými, červenohnědými a hnědými skelnými povlaky (sáčky 20/01-69-bez č., 10/97-85-1, 10/97-106-21, 10/97-317-9).

Hlavní složkou k výrobě barevných olovnatých skel bylo olovo (ve formě klejtu – PbO nebo olovených kuliček) a kysličník křemičitý (křemenný písek nebo drcený křemen). Klejt se vedle surového olova odpradávná používal jako hlavní surovina při zolovňování rud, drahých a ušlechtilých kovů, nebo též vznikal jako odpadní produkt při oxidaci hutního olova. Z tohoto důvodu mají poměrně časté nálezy miskovitých sklářských tyglíků v místech metalurgických okrsků svoji logiku.

5. Závěr

Utváření pražské středověké aglomerace je dnes výrazně spojováno s nezemědělskou činností, a to především s výrobou železa, ke které byla využívána místní ložiska železných rud různých typů (Havrda – Podliska – Zavřel 2001, 91). V posledních letech se na Malé Straně, Starém a Novém Městě i na Vyšehradě podařilo získat množství dokladů o zpracování a výrobě neželezných kovů (např. Čiháková – Havrda 2008; Havrda 2006, 93; Havrda – Tryml 2007, 315; Juřina – Valkony – Vyšohlíd 2006; Nováček 2000, 234; Podliska 2007a; týž 2007b; Selmi Wallisová 2006, 75; Vyšohlíd 2007; Zavřel 2006c; týž 2007c; týž 2007d). K významným lokalitám, kde se kromě rud železa hutnily i upravovaly rudy neželezných kovů a jejich slitiny (měď, cín, olovo, cínový bronz), patří areál dnešního Klementina na Starém Městě pražském. Dokazují to nejen nálezy hrudek, kapek a slitků uvedených kovů (včetně nístějového slitku cínového bronzu na dně pece), ale především fragmenty výrobních zařízení (výhni či spíše pecí, pecního panelu s otvorem pro hutnickou píšťalu) i technické keramiky se struskovitými povlaky na stěnách a v neposlední řadě kousky hutnických polotovarů (kamínků) i primárních rud mědi importovaných z Posázaví (byť zřejmě v sekundárním uložení). Přesnější datace této výrobní činnosti je obtížná. Většina paleo-metalurgických nálezů, které byly rozptýleny v různých stratigrafických jednotkách (sídlíštních vrstvách a méně i ve výplních objektů), pochází z kontextů, které jsou datovány keramikou s archaicky zduřelou profilací okrajů (konec 11.–12. století). Menší množství nálezů pochází z mladších situací, datovaných do 13. století. Předpokládáme, že ve 13. století, a to spíše už v jeho 1. polovině, zde metalurgická činnost již doznívala. Při dataci výrobního objektu s nístějovým slitkem na dně je možné se opřít pouze o nálezy několika drobných keramických fragmentů

z výplně objektu, které lze datovat do 13. století, snad až do jeho 2. poloviny. Nelze však vyloučit vznik tohoto objektu již na přelomu 12. a 13. století.

Neželezářské paleometalurgické nálezy a výrobní zařízení či fragmenty těchto zařízení odkrývané v centrální části pražské aglomerace otevírají množství otázek spojených s genezí výrobních okrsků a jejich změn v čase a prostoru. Další okruh otázek, zatím detailněji neřešený, je spjat s používanými metalurgickými technologiemi. Důležitým aspektem spojeným se středověkou metalurgií je provenience surovin využívaných středověkými hutníky. Primární výroba neželezných kovů je z dřívější doby známa převážně z významných oblastí středověké těžby rud: Kutnohorska (*Baroš 2004*), Havlíčkobrodská (*Rous – Malý 2004*), Jihlavska (*Hrubý – Jaroš – Kočár – Malý – Mihályiová – Militký – Zimola 2006*; *Hrubý – Hejhal – Malý 2007*; *Hrubý – Malý – Militký 2007*), či z menších exploatačních areálů s výskytem obvykle polymetalických rud (např. Českokrumlovsko; *Erné – Militký – Nováček 1999*). Hutnění rud v pražské předlokační a raně lokační středověké aglomeraci ukazuje na odlišný obraz ekonomické strategie. Rudy či hutnické polotovary byly do míst svého zpracování dopravovány z lokalit vzdálených více než 30 km (*obr. 21*). Zde pak zřejmě docházelo k ověřování jejich kvality průbou. Rekapitulace starších nálezů doplněná nálezy novými nastiňuje význam zatím málo rozpoznávaných, úzce specializovaných výrobních aktivit v prostoru pražských historických měst.

PRAMENY A LITERATURA

- BAROŠ, M. 2004: Středověké dobývání v Kutné Hoře, *Mediaevalia archaeologica* 6, 157–201.
- ČIHÁKOVÁ, J. – HAVRDA, J. 1995: Praha 1 – Malá Strana, Josefská čp. 42/III. In: Z. Dragoun a kol., *Archeologický výzkum v Praze v letech 1992–1994*, *Pražský sborník historický* 28, 223–224.
- ČIHÁKOVÁ, J. – HAVRDA, J. 2008: Malá Strana v raném středověku. Stav výzkumu a rekapitulace poznání, *Archeologické rozhledy* 60, 187–228.
- ČIHÁKOVÁ, J. – HRDLIČKA, L. 1990: Technické misky s polevou v pražské keramice 12.–13. století, *Archaeologia historica* 15, 411–417.
- ERNÉE, M. – MILITKÝ, J. – NOVÁČEK, K. 1999: Vítkovci a těžba drahých kovů na Českokrumlovsku. Příspěvek k dějinám středověké metalurgie v Čechách, *Mediaevalia archaeologica* 1, 209–233.
- HAVRDA, J. 1997: Zpráva o výsledcích zjišťovacího archeologického výzkumu Praha 1 – Staré Město, Klementinum – hospodářský dvůr. Výzkum Pražského ústavu památkové péče č. 10/97. Nепublikovaná zpráva uložená v archivu archeologického oddělení Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze.
- HAVRDA, J. 2000: Praha 1 – Staré Město, Klementinum – hospodářský dvůr. In: Z. Dragoun a kol., *Archeologický výzkum v Praze v letech 1997–1998*, *Pražský sborník historický* 31, 368–369.
- HAVRDA, J. 2002: Zpráva o výsledcích zjišťovacího archeologického výzkumu Praha 1 – Staré Město, Klementinum čp. 1040/I. Zjišťovací sondy v r. 2001. Výzkum Pražského ústavu památkové péče č. 20/01. Nепublikovaná zpráva uložená v archivu archeologického oddělení Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze.
- HAVRDA, J. 2004: Praha 1 – Staré Město, Křižovnická ulice čp. 190/I a 1040/I – Klementinum. In: Z. Dragoun a kol., *Archeologický výzkum v Praze v letech 2001–2002*, *Pražský sborník historický* 33, 367–369.
- HAVRDA, J. 2006a: Praha 1 – Staré Město, Křižovnická ulice čp. 1040/I – Klementinum. In: Z. Dragoun a kol., *Archeologický výzkum v Praze v letech 2003–2004*, *Pražský sborník historický* 34, 346–347.
- HAVRDA, J. 2006b: Archeologický výzkum v Liliové ulici v domě čp. 248 na Starém Městě pražském. In: *Výroční zpráva 2005 – Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v hlavním městě Praze*, Praha 89–95.
- HAVRDA, J. – PODLIŠKA, J. – ZAVŘEL, J. 2001: Surovinové zdroje, výroba a zpracování železa v raně středověké Praze. *Historie, současný stav a další perspektivy bádání*, *Archeologické rozhledy* 53, 91–118.

- HAVRDA, J. – TRYML, M. 2007: Praha 1 – Malá Strana, Karmelitská ulice čp. 387/III a Nebovidská ulice čp. 459/III. In: Z. Dragoun a kol., Archeologický výzkum v Praze v letech 2005–2006, Pražský sborník historický 35, 315–316.
- HRUBÝ, P. – JAROŠ, Z. – KOČÁR, P. – MALÝ, K. – MIHÁLYIOVÁ, J. – MILITKÝ, J. – ZIMOLA, D. 2006: Středověká hornická aglomerace na Starých Horách u Jihlavy, Památky archeologické 97, 171–264.
- HRUBÝ, P. – HEJHAL, P. – MALÝ, K. 2007: Těžba a úprava rud na jihlavských Starých Horách ve 13. století (Montánní archeologický výzkum a aplikace přírodovědných analýz). In: Stříbrná Jihlava 2007 – Studie k dějinám hornictví a důlních prací. Jihlava – Brno, 238–269.
- HRUBÝ, P. – MALÝ, K. – MILITKÝ, J. 2007: K výrobě barevných kovů a stříbra v Jihlavě ve 13. století, Archeologické výzkumy na Vysočině 1, 49–103.
- JUŘINA, P. – VALKONY, J. – VYŠOHLÍD, M. 2006: Praha 1 – Nové Město, Náměstí Republiky čp. 1078/II a 1079/II – areál bývalých kasáren Jiřího z Poděbrad. In: Z. Dragoun a kol., Archeologický výzkum v Praze v letech 2003–2004, Pražský sborník historický 34, 359–362.
- KAŠPAR, P. 2000: Dílčí výsledky mineralogického studia v rámci zjišťovacího archeologického výzkumu provedeného v r. 1997 Pražským ústavem památkové péče v Praze 1 na Starém Městě v areálu Klementina čp. 1040/I. Nepublikovaný rukopis uložený v archivu archeologického oddělení Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze.
- NOVÁČEK, K. 2000: Výroba a zpracování kovů na sídlišti u sv. Petra na Poříčí v Praze, Archaeologica Pragensia 15, 219–230, 233–241.
- NOVÁČEK, K. 2001: Nerostné suroviny středověkých Čech jako archeologický problém: bilance a perspektivy výzkumu se zaměřením na zpracování kovů, Archeologické rozhledy 53, 279–309.
- NOVÁČEK, K. 2004: Středověká výroba „falešného stříbra“ v Kutné Hoře. K interpretaci technologií v hutnické dílně mezi Malínem a Novými Dvory na Kutnohorsku, Mediaevalia archaeologica 6, 211–221.
- PAVLŮ, I. 1987: Středověké osídlení v Praze 1 – Klementinu. Praehistorica 13 – Varia archaeologica 4. Praha, 159–184.
- PODLISKA, J. 2007a: Nálezová zpráva o archeologickém výzkumu Praha 1 – Staré Město, Týnská ulička 6, čp. 1064/I. Výzkum Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze č. 2006/10. Nepublikovaná nálezová zpráva uložená v archivu archeologického oddělení Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze.
- PODLISKA, J. 2007b: Praha 1 – Staré Město, Týnská ulička čp. 1064/I. In: Z. Dragoun a kol., Archeologický výzkum v Praze v letech 2005–2006, Pražský sborník historický 35, 344–346.
- PODLISKA, J. – ZAVŘEL, J. 2006: K problematice identifikace a interpretace archeometalurgického materiálu na příkladu raně středověké Prahy, Archaeologia historica 31, 389–402.
- ROUS, P. – MALÝ, K. 2004: Průzkum terénních stop po zpracování polymetalických rud na Havlíčkobrodsku, Mediaevalia archaeologica 6, 121–144.
- SELMÍ WALLISOVÁ, M. 2006: Výzkum v ulici Na Slupí. Výroční zpráva 2005 – Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v hlavním městě Praze. Praha, 72–76.
- SILBERNAGEL, A. et al. 1981: Nauka o kovech. Praha.
- VYŠOHLÍD, M. 2007: Zpracování barevných kovů ve středověku. Příspěvek k interpretaci nálezů na náměstí Republiky v Praze. Nepublikovaná bakalářská práce uložená v ústavu pro pravěk a ranou dobu dějinnou Filozofické fakulty Univerzity Karlovy Praha.
- ZAVŘEL, J. 2003a: Skláři v pražském podhradí?, Archeologické rozhledy 55, 715–735.
- ZAVŘEL, J. 2003b: Rozbor rud a tavenin barevných kovů z areálu Klementina na Starém Městě pražském. Nepublikovaný posudek uložený v archivu archeologického oddělení Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze.
- ZAVŘEL, J. 2006a: Mikroanalýzy sklovitých hmot ze Staré Boleslavi II. Nepublikovaný posudek uložený v archivu Archeologického ústavu AV ČR, Praha, v. v. i.
- ZAVŘEL, J. 2006b: Výsledky mikroanalýz povlaků na mladohradištní keramice z lokalit Na Oldřiši (k. ú. Velký Osek) a Libice nad Cidlinou. Nepublikovaný posudek uložený v archivu Archeologického ústavu AV ČR, Praha, v. v. i.

- ZAVŘEL, J. 2006c: Fyzikálně chemický rozbor kovových hrudek. Praha 1 – Malá Strana, Karmelitská čp. 387/III a Nebovidská čp. 459/III. Archeologický výzkum Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze č. 20/03. Nepublikovaný posudek uložený v archivu archeologického oddělení Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze.
- ZAVŘEL, J. 2007a: Mikroanalýzy středověkých sklovitých hmot z Pražského hradu II. Nepublikovaný posudek uložený v archivu Archeologického ústavu AV ČR, Praha, v. v. i.
- ZAVŘEL, J. 2007b: Mikroanalýzy povlaků středověké keramiky z Vyšehradu. Nepublikovaný posudek uložený v archivu Archeologického ústavu AV ČR, Praha, v. v. i.
- ZAVŘEL, J. 2007c: Výsledky mikroanalýz hručky z Liliové ul. čp. 248/I, Praha 1 – Staré Město. Archeologický výzkum Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze č. 17/05. Nepublikovaný posudek uložený v archivu archeologického oddělení Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze.
- ZAVŘEL, J. 2007d: Mikroanalýza vybraných archeologických nálezů. Praha 1 – Staré Město, Týnská ulička čp. 1064/I. Archeologický výzkum Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze č. 2006/10. Nepublikovaný posudek uložený v archivu archeologického oddělení Národního památkového ústavu, ú. o. p. v hl. m. Praze.

Remains of the early medieval metallurgical workshop in the area of Clementinum in the Old Town of Prague

This paper is dealing with evidence of early medieval production and working of nonferrous metals discovered during the archaeological excavation within the complex of Clementinum in the Old Town of Prague. Finds were divided into several categories (metal drops and amorphous casts, fragments of production appliances, slag, technical ceramics, ores and roughout casts) and some selected materials were analysed. Results of the Physical-chemical determination proved production of tin and copper, including the copper alloy with lead and tin-tin bronze. The question on the provenience of used raw materials was also discussed.

(English by J. Turek)

Mgr. Jan Havrda, Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v hl. m. Praze, Na Perštýně 12, 110 00 Praha 1, havrda@praha.npu.cz

RNDr. Jan Zavřel, M. J. Lermontova 11/1018, 160 00 Praha 6, zavreljan@centrum.cz